



IN THE ISSUE:

В НОМЕРЕ:

- Scalable processing of cementitious composites reinforced with carbon nanotubes (CNTs) and carbon nanofibers (CNFs)
- Масштабируемая обработка цементных композитов, армированных углеродными нанотрубками (УНТ) и углеродными нановолокнами (УНВ)
- Experimental research of the impact of filtration processes on the dispersity of emulsion systems with nanoparticles
- Исследование влияния процессов фильтрации на дисперсность эмульсионных систем с наночастицами
- The inventions in nanotechnologies as practical solutions
- Изобретения в области нанотехнологий, направленные на решение практических задач
- The winners of the paper contest dedicated to the 10th anniversary of the electronic edition «Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal»
- Итоги конкурса статей, посвященных 10-летию электронного издания «Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал»

www.nanobuild.ru

e-mail: info@nanobuild.ru

ISSUED WITH SUPPORT OF
ИЗДАЕТСЯ ПРИ ПОДДЕРЖКЕ



RUSSIAN ACADEMY OF ENGINEERING
РОССИЙСКОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ АКАДЕМИИ



INTERNATIONAL ACADEMY OF ENGINEERING
МЕЖДУНАРОДНОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ
АКАДЕМИИ



WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (CHINA)
УХАНЬСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ТЕХНОЛОГИЙ
(КИТАЙ)

NANOTEHNOLOGII V STROITEL'STVE:
NANOTECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION:

nauchnyj Internet-zhurnal
A Scientific Internet-Journal

CONTENTS

IN THE ISSUE	1
PUBLISHER INFORMATION	
Aims and scope; The first year of output; Frequency; Topics of the articles, and target audience; International editorial council; International editorial board; The editors; Founder and publisher; Publication ethics; Contacts; Minimal system requirements to access the edition; Archiving; Journal production schedule	6

TO THE AUTHORS AND READERS

The winners of the paper contest dedicated to the 10 th anniversary of the electronic edition «Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal»	14
---	----

APPLICATION OF CARBON NANOTUBES AND NANOFIBERS IN CONCRETE

UDC 691	
<i>Danoglidis P.A., Falara M.G., Maglogianni M., Konsta-Gdoutos M.S.</i>	
Scalable processing of cementitious composites reinforced with carbon nanotubes (CNTs) and carbon nanofibers (CNFs)	20

DOI: 10.15828/2075-8545-2019-11-1-20-27

INTERNATIONAL CONFERENCES AND SEMINARS

International seminar on sustainability, economics and safety (ISSES 2019) (11–12 april 2019, Szczecin Ostoja, Poland)	28
---	----

The electronic edition «Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal» was rewarded with Diploma for information support of the exhibition «Construction and Architecture – 2019» (Russia, Krasnoyarsk, 22–25 January 2019)	30
---	----

RESEARCH RESULTS OF THE LEADING SCIENTISTS

UDC 622.276.64	
<i>Sergeev V.V., Russkikh K.G., Zeigman Y.V., Yakubov R.N.</i>	
Experimental research of the impact of filtration processes on the dispersity of emulsion systems with nanoparticles	31

DOI: 10.15828/2075-8545-2019-11-1-31-41

INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND TECHNICAL COOPERATION

Wuhan University of Technology is one of the leading Chinese universities 42

DEVELOPMENT OF NEW POLYMER MATERIALS

UDC 678

Maskova A.R., Aminova G.K., Rolnik L.Z., Faizullina G.F., Mazitova A.K.

Oxyalkylated alcohols phthalates 52

DOI: 10.15828/2075-8545-2019-11-1-52-71

The electronic edition «NANOTECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION: A Scientific Internet-Journal» 72

STRUCTURING OF CHEMICAL ELEMENTS

UDC 54.01

Gusev B.V., Speransky A.A.

Patterns of the block approach for structure analysis of chemical elements and issues in materials science 76

DOI: 10.15828/2075-8545-2019-11-1-76-88

INTERNATIONAL BOOK REVIEW

The monograph «Surface Nanostructuring» has been released 89

INVENTION REVIEW

UDC 608; 69.001.5

Ivanov I.A., Borisova O.N., Muminova S.R.

The inventions in nanotechnologies as practical solutions. Part I 91

DOI: 10.15828/2075-8545-2019-11-1-91-101

INTERNATIONAL PRIZE

About the international Tang Prize 102

RATIONAL USE OF NATURAL SOURCES

UDC 628.316.12

Araslanova L.Kh., Salmanova E.R., Solovyeva E.A., Larkina A.A., Tuktarova I.O., Nazarov A.M.

Research of effectiveness of natural and modified sorbents for wastewater treatment based on mica quartzite treatment waste 106

DOI: 10.15828/2075-8545-2019-11-1-106-116

RUSNANO PROJECTS

Composite materials «NCC» have been used to repair aerotanks «Yaroslavsky broiler» 117

ON THE OBSERVANCE OF PUBLISHING ETHICS BY THE EDITORS OF ELECTRONIC EDITION «NANOTECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION: A SCIENTIFIC INTERNET-JOURNAL» AND THE STATEMENT OF PREVARICATION ABSENCE. ON THE USE OF THE CONTENT IN ACCORDANCE WITH CREATIVE COMMONS CC-BY «ATTRIBUTION». DECLARATION OF THE OPEN ACCESS JOURNAL

General statements, paper format guidelines, the topics of published materials, paper structure, reference format.

The authors of the published materials allow the use of the content according to the license Creative

Commons CC-BY «Attribution». Declaration Open Access of the journal 120

НАНОТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ: научный Интернет-журнал

СОДЕРЖАНИЕ

В НОМЕРЕ	1
----------------	---

ИЗДАТЕЛЬСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Цели и задачи; первый год выхода; периодичность; тематика статей и целевая аудитория; международный редакционный совет; международная редакционная коллегия; редакция; учредитель и издатель; издательская этика; контактные данные; минимальные системные требования, необходимые для доступа к изданию; архивирование; график издания.....	6
--	---

К АВТОРАМ И ЧИТАТЕЛЯМ

Итоги конкурса статей, посвященных 10-летию электронного издания «Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал»	14
---	----

ПРИМЕНЕНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК И НАНОВОЛОКОН

УДК 691

Даноглидис П.А., Фалара М.Г., Маглогианни М., Мария С. Конста-Гдутос Масштабируемая обработка цементных композитов, армированных углеродными нанотрубками (УНТ) и углеродными нановолокнами (УНВ)	20
---	----

DOI: 10.15828/2075-8545-2019-11-1-20-27

МЕЖДУНАРОДНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ, СЕМИНАРЫ

Международный семинар «Безопасность и устойчивость в гражданском строительстве и нанотехнологиях» (11–12 апреля 2019 года, Щецин, Польша)	28
--	----

Электронное издание «Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал» награждено Дипломом за информационную поддержку выставки «Строительство и архитектура – 2019» (Россия, Красноярск, 22–25 января 2019 года)	30
--	----

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЕДУЩИХ УЧЕНЫХ

УДК 622.276.64

Сергеев В.В., Русских К.Г., Зейгман Ю.В., Якубов Р.Н.

Исследование влияния процессов фильтрации на дисперсность эмульсионных систем с наночастицами	31
--	----

DOI: 10.15828/2075-8545-2019-11-1-31-41



МЕЖДУНАРОДНОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

Уханьский университет технологий – один из ведущих китайских университетов..... 42

РАЗРАБОТКА НОВЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

УДК 678

Маскова А.Р., Аминова Г.К., Рольник Л.З., Файзуллина Г.Ф., Мазитова А.К.

Фталаты оксиалкилированных спиртов..... 52

DOI: 10.15828/2075-8545-2019-11-1-52-71

НАНОТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ: научный Интернет-журнал 72

СТРУКТУРИРОВАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

УДК 54.01

Гусев Б.В., Сперанский А.А.

Закономерности блочного подхода для анализа структуры химических элементов и проблемы материаловедения 76

DOI: 10.15828/2075-8545-2019-11-1-76-88

МЕЖДУНАРОДНОЕ КНИЖНОЕ ОБОЗРЕНИЕ

Вышла в свет монография «Наноструктурирование поверхностей» 89

ОБЗОР ИЗОБРЕТЕНИЙ

УДК 608; 69.001.5

Иванов Л.А., Борисова О.Н., Муминова С.Р. Изобретения в области нанотехнологий, направленные на решение практических задач. Часть I 91

DOI: 10.15828/2075-8545-2019-11-1-91-101

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПРЕМИИ

О международной премии Тан 102

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

УДК 628.316.12

Арасланова Л.Х., Сальманова Э., Соловьева Е.А., Паркина А.А., Туктарова И.О., Назаров А.М.

Исследование эффективности природных и модифицированных сорбентов для очистки сточных вод на основе отходов обработки слюдистых кварцитов 106

DOI: 10.15828/2075-8545-2019-11-1-106-116

ПРОЕКТЫ РОСНАНО

Композитные материалы «НЦК» использованы для ремонта аэротенков «Ярославского бройлера» 117

О СОБЛЮДЕНИИ РЕДАКЦИЕЙ ЭЛЕКТРОННОГО ИЗДАНИЯ «НАНОТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ: НАУЧНЫЙ ИНТЕРНЕТ-ЖУРНАЛ» ИЗДАТЕЛЬСКОЙ ЭТИКИ И ЗАЯВЛЕНИЕ ОБ ОТСУТСТВИИ ЗЛОУПОТРЕБЛЕНИЯ СЛУЖЕБНЫМ ПОЛОЖЕНИЕМ. ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КОНТЕНТА В СООТВЕТСТВИИ С ЛИЦЕНЗИЕЙ CREATIVE COMMONS CC-BY «ATTRIBUTION». ДЕКЛАРАЦИЯ OPEN ACCESS ЖУРНАЛА.

Общие положения, правила оформления материалов, тематика публикуемых материалов, структура статьи, оформление библиографических ссылок. Авторы публикуемых в журнале материалов допускают использование контента в соответствии с лицензией Creative Commons CC-BY «Attribution» («Атрибуция»). Декларация Open Access журнала 120

ISSUED WITH SUPPORT OF / ИЗДАЕТСЯ ПРИ ПОДДЕРЖКЕ



RUSSIAN ACADEMY OF ENGINEERING
РОССИЙСКОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ
АКАДЕМИИ



INTERNATIONAL ACADEMY
OF ENGINEERING
МЕЖДУНАРОДНОЙ
ИНЖЕНЕРНОЙ АКАДЕМИИ



WUHAN UNIVERSITY
OF TECHNOLOGY (CHINA)
УХАНЬСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
ТЕХНОЛОГИЙ (КИТАЙ)

PUBLISHER INFORMATION

(Aims and scope; The first year of output; Frequency; Topics of the articles, and target audience; International editorial council; International editorial board; The editors; Founder and publisher; Publication ethics; Contacts; Minimal system requirements to access the edition; Archiving; Journal production schedule)

The main aim of electronic edition «Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal» Nanobuild.ru is to provide information support for the process of invention and application in the world of science intensive technologies (mostly nanotechnological products) in construction, communal and housing services, joint areas (industry, power et al.).

The Main Tasks of the Electronic Edition «Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal»:

1. Providing scientists and specialists from different countries with the opportunity to publish the results of their research and receive information about modern technologies and materials, high-performance equipment in construction, communal and housing services, joint areas (industry, power et al.).
2. Popularization of achievements of leading scientists, engineers, experts and researchers from different countries.
3. To provide information support and participate in the events (forums, conferences, symposia, workshops, exhibitions, round tables etc) devoted to nanoindustry and problems of application of nanoindustry in construction and housing and communal services, which are perspective and of great importance.

The electronic edition «Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal» Nanobuild.ru has been published since 2009 and its periodicity is 6 issues a year.

ИЗДАТЕЛЬСКИЕ СВЕДЕНИЯ

(цели и задачи; первый год выхода; периодичность; тематика статей и целевая аудитория; международный редакционный совет; международная редакционная коллегия; редакция; учредитель и издатель; издательская этика; контактные данные; минимальные системные требования, необходимые для доступа к изданию; архивирование; график издания)

Основной целью электронного издания «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» Nanobuild.ru является информационное обеспечение процесса создания и внедрения в мире наукоёмких технологий (прежде всего – нанотехнологической продукции) в области строительства, жилищно-коммунального хозяйства, смежных отраслей (промышленности, энергетики и др.).

Основные задачи электронного издания «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал»:

1. Предоставление ученым и специалистам из разных стран возможности публиковать результаты своих исследований и получать информацию о современных технологиях и материалах, высокоеффективном оборудовании в области строительства, жилищно-коммунального хозяйства, смежных отраслей (промышленности, энергетики и др.).
2. Популяризация достижений ведущих ученых, инженеров, экспертов и исследователей из различных стран.
3. Информационная поддержка и участие в мероприятиях (форумах, конференциях, симпозиумах, семинарах, выставках, круглых столах и т.д.) поnanoиндустрии и прикладным вопросам нанотехнологий в области строительства и жилищно-коммунального хозяйства, имеющих актуальное и перспективное практическое значение.

Электронное издание «Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал» Nanobuild.ru издается с 2009 года, периодичность – 6 номеров в год.

The subject of the journal's articles is given in Appendix 2 (chapter «on the observance of publishing ethics by the editors of electronic edition «Nanotechnologies in construction: A scientific internet-journal» and the statement of prevarication absence»).

Every issue of electronic edition «Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal» contains the information about advanced materials and technologies which are already in use or are about to appear at the market in the near future. That is of great interest for many specialists.

Therefore the edition's readers and authors are:

- students, lecturers, post-graduates and people working for doctor's degree;
- scientists and specialists of research institutes and nanotechnological centers;
- heads and specialists of the institutions, organizations and factories from the sphere of construction and housing and communal services;
- scientists and specialists of the industries which are adjacent to construction;
- experts of the enterprise-producers manufacturing nanoindustrial output.

**INTERNATIONAL EDITORIAL COUNCIL
(PUBLIC ADVISORY BODY)**

Chairman of the international editorial council

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

Members of the international editorial council

Evgeny M. CHERNYSHOV – Full member of RAACS, Chairman Presidium of Central Regional Department of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Director of Educational Creative Academic Center «Archstroynauka» SUACE Department of Academic Scientific and Educational Cooperation, Doctor of Engineering, Professor, Russian Federation

Oleg L. FIGOVSKY – Full Member of European Academy of Science, Forein Member of RAE and RAACS, Editor-in-Chief of SITA, OCJ и RPCS, Director of «Nanotech Industries, Inc.» (USA), and Director of International Nanotechnological R&D

Тематика статей журнала приведена в Приложении 2 (раздел «о соблюдении редакцией электронного издания нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал» издательской этики и заявление об отсутствии злоупотребления служебным положением»).

В каждом номере электронного издания «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» публикуется информация о передовых материалах и технологиях, которые уже используются или должны появиться в ближайшее время, а это вызывает большой интерес у специалистов.

Поэтому авторами и читателями издания являются:

- студенты, преподаватели, аспиранты и докторанты вузов;
- ученые и специалисты научно-исследовательских институтов и нанотехнологических центров;
- руководители и специалисты учреждений, организаций и предприятий строительного комплекса и жилищно-коммунального хозяйства;
- ученые и специалисты смежных со строительством отраслей;
- эксперты фирм-производителей продукции наноиндустрии.

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ
(ОБЩЕСТВЕННЫЙ КОНСУЛЬТАТИВНЫЙ ОРГАН)**

Председатель международного редакционного совета

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

Члены международного редакционного совета

ЧЕРНЫШОВ Евгений Михайлович – академик РААХ, председатель Президиума Центрального регионального отделения Российской академии архитектуры и строительных наук, директор образовательного творческого академического центра «Архстройнаука» Воронежского ГАСУ, д-р техн. наук, профессор, Российская Федерация

ФИГОВСКИЙ Олег Львович – действительный член Европейской академии наук, иностранный член РИА и РААХ, главный редактор журналов SITA, OCJ и RPCS, директор компании «Nanotech Industries, Inc.», Кали-

Center «Polymate» (Israel), President of IAI, Chairman of the UNESCO Chair «Green Chemistry», USA, Israel

Zheng Y. FU – Chief Professor of the Wuhan University of Technology (China); Cheung Kong Scholar of the Ministry of Education of China; Academician of the World Academy of Ceramics; State Key Lab of Advanced Technology for Materials Synthesis and Processing, Wuhan University of Technology, China

Leonid A. IVANOV – Head of the Project «Nanobuild.ru», Chief Academic Secretary and Vice-President of the Russian Academy of Engineering and the International Academy of Engineering, Academician of RAE and IAE, PhD in Engineering, as a Guest Professor of Wuhan University of Technology (China), Member of the International Federation of Journalists, Russian Federation

Sergei V. KALIUZHNIY – Scientific Advisor of Chairman of Board «RUSNANO», Chief Scientist, Member of Board «RUSNANO», Doctor of Chemistry, Professor, Russian Federation

Evgeniy V. KOROLEV – Prorektor for Education, Director of the Research and Educational Center «Nanotechnology», National Research University «Moscow State University of Civil Engineering», Adviser of RAACS, Doctor of Engineering, Professor, Russian Federation

Surendra P. SHAH – Walter P. Murphy Emeritus Professor of Civil and Environmental Engineering of Northwestern University, Ill., USA, Honorary Professor at the University of L'Aquila, Italy, and Hong Kong Polytechnic University; Member of American National Academy of Engineering, Chinese Academy of Engineering, and Indian Academy of Engineering, USA

Vladimir Y. SHEVCHENKO – Director of Institute of Silicate Chemistry of Russian Academy of Sciences, Head of Scientific Council RAS on Ceramic and Other Non-metal Materials, Vice-Chair of Coordinating Council on Development of Nanotechnologies attached to the Committee of the Council of the Federation of the Federal Assembly of the RF on Science, Culture, Education, Medicine and Ecology, Member of RAS, Doctor of Chemistry, Professor, Russian Federation

Valeriy I. TELICHENKO – President of National Research University «Moscow State University of Civil Engineering», 1st vice-president of RAACS, Academician of RAACS

форния (США), директор Международного нанотехнологического исследовательского центра «Polymate» (Израиль), зав. кафедрой ЮНЕСКО «Зелёная химия», президент Израильской Ассоциации Изобретателей, США, Израиль

ЭФУ ДЖЕНЬГИ – ведущий профессор Уханьского технологического университета (Китай); лауреат премии Чонг Конг Министерства образования КНР; академик Международной академии керамики; Государственная главная лаборатория передовых технологий для синтеза и обработки материалов, Уханьский технологический университет (Китай)

ИВАНОВ Леонид Алексеевич – руководитель проекта «Nanobuild.ru», главный учёный секретарь и вице-президент Российской и Международной инженерных академий, академик РИА и МИА, кандидат технических наук, приглашенный профессор Уханьского технологического университета (Китай), член Союза журналистов Москвы, России и Международной федерации журналистов, Российская Федерация

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

КОРОЛЁВ Евгений Валерьевич – проректор МГСУ по учебной работе, директор НОЦ «Нанотехнологии» Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, советник РААЧ, д-р техн. наук, профессор, Российская Федерация

Сурендра П. ШАХ – почетный профессор Северо-Западного Университета, Иллинойс, США; Университета Л’Акуила, Италия; Гонконгского политехнического университета; Действительный член Национальной инженерной академии США, Почетный член Инженерных Академий Китая и Индии (США)

ШЕВЧЕНКО Владимир Ярославович – директор Института химии силикатов им. И.В. Гребенщикова, руководитель Научного совета РАН по керамическим и другим неметаллическим материалам РАН, заместитель председателя Координационного совета по развитию нанотехнологий при Комитете Совета Федерации ФС РФ по науке, культуре, образованию, здравоохранению и экологии, академик РАН, д-р хим. наук, профессор, Российская Федерация

ТЕЛИЧЕНКО Валерий Иванович – президент Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, 1-й вице-пре-

Honored Scientist of RF, Doctor of Engineering, Professor, Russian Federation

Li D. XU – Foreign Member of Russian Academy of Engineering, Member of European Academy of Sciences, Ph.D., Fellow of IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), Founding Editor-in-Chief of the Journal of Industrial Information Integration, Eminent Professor of Information Technologies & Decision Sciences Department, Old Dominion University, USA

INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD

Chairman of the international editorial board

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

Members of the international editorial board

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

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

Vyacheslav R. FALIKMAN – 1st vice-president of Structural Concrete Association, Academician of RAE, Regional Convener of International Union of Laboratories and Experts in Construction Materials, Systems and Structures (RILEM) in East Europe and Central Asia, Member of Technical Committee of American Concrete Institute ACI 241 «Nanotechnologies of Concrete», Professor of MSUCE, Doctor of Material Science and Engineering, Russian Federation

зидент РААСН, академик РААСН, заслуженный деятель науки РФ, д-р техн. наук, профессор, Российская Федерация

Шу Ли Да – иностранный член Российской инженерной академии, член Европейской академии наук, доктор философии, член Института инженеров по электротехнике и электронике (IEEE), учредитель и главный редактор Журнала индустриальной информационной интеграции, профессор Отдела информационных технологий и науки принятия решений, Университет Олд Доминион (США)

МЕЖДУНАРОДНАЯ РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Председатель международной редакционной коллегии

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

Члены международной редакционной коллегии

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

БАЖЕНОВ Юрий Михайлович – заведующий кафедрой «Технологии вяжущих веществ и бетонов», научный руководитель НОЦ «Нанотехнологии» Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, академик РИА, академик РААСН, заслуженный деятель науки РФ, д-р техн. наук, профессор, Российская Федерация

ФАЛИКМАН Вячеслав Рувимович – 1-й вице-президент ассоциации «Железобетон», академик РИА и МИА, уполномоченный Международного союза экспертов и лабораторий по испытанию строительных материалов, систем и конструкций (РИЛЕМ) в странах Восточной Европы и Средней Азии, член технического комитета Американского института бетона ACI 241 «Нанотехнологии в бетоне», профессор Национального

Vadim G. KHOZIN – Head of Department «Technology of Construction Materials, Products and Structures», Kazan State University of Architecture and Engineering, Honoured Scientist of Russian Federation and the Republic of Tatarstan, Honoured Figure of Higher Education of RF, Doctor of Engineering, Professor, Russian Federation

Leonid M. LYNKOV – Head of the Department «Information Security», Belarussian State University of Informatics and Radioelectronics, Doctor of Engineering, Professor (Minsk, Belarus), Belarus

Polad MALKIN – Ph.D., Senior Researcher, Ben-Gurion University in the Negev, Foreign Member of Russian Academy of Engineering, Chief Executive Officer, «StartUpLab», Israel

Viktor S. MECHTCHERINE – Director of the Institute of Construction Materials, Chair of Construction Materials, Technische Universität Dresden, Professor, Doctor of Engineering, Germany

Pawel SIKORA – Ph.D., Assistant Professor, West Pomeranian University of Technology, Szczecin, Poland; Postdoctoral Researcher, Technical University of Berlin, Germany

Konstantin G. SOBOLEV – Head of Technical Committee of American Concrete Institute ACI 241 «Nanotechnologies of Concrete», Professor of University of Wisconsin-Milwaukee, USA

Larisa A. URKHANOVA – Head of Department «Production of Building Materials and Wares» East-Siberian State University of Technologies and Management, Doctor of Engineering, Professor, Russian Federation

исследовательского Московского государственного строительного университета, доктор материаловедения, Российская Федерация

ХОЗИН Вадим Григорьевич – заведующий кафедрой «Технологии строительных материалов, изделий и конструкций» Казанского государственного архитектурно-строительного университета, заслуженный деятель науки Российской Федерации и Республики Татарстан, почетный работник высшего профессионального образования РФ, д-р техн. наук, профессор, Российская Федерация

ЛЫНЬКОВ Леонид Михайлович – заведующий кафедрой «Защита информации» УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», д-р техн. наук, профессор (г. Минск, Беларусь), Беларусь

МАЛКИН Полад – старший научный сотрудник, Университет Бен-Гуриона в Негеве, д-р ф.-м. наук, иностранный член Российской инженерной академии, Генеральный директор, «StartUpLab», Израиль

МЕЩЕРИН Виктор Сергеевич – директор института строительных материалов Технического университета Дрездена, д-р техн. наук, профессор (Дрезден), Германия

СИКОРА Павел – кандидат наук, Западнопоморский технологический университет в Щецине (Польша), научный сотрудник Берлинского технического университета, Германия

СОБОЛЕВ Константин Геннадиевич – руководитель технического комитета Американского института бетона ACI 241 «Нанотехнологии в бетоне», профессор Университета Висконсин-Милуоки, США

УРХАНОВА Лариса Алексеевна – заведующая кафедрой «Производство строительных материалов и изделий» Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления, д-р техн. наук, профессор, Российской Федерации

THE EDITORS

Editor-in-Chief – D. Eng., Prof. Boris V. GUSEV
Executive Editor – Yulia A. EVSTIGNEEVA
Head of Design Department – Andrey S. REZNICHENKO
The Chief for Foreign Relations Ph.D. (Engineering) – Svetlana R. MUMINOVA

РЕДАКЦИЯ

Главный редактор – д-р техн. наук, профессор
ГУСЕВ Борис Владимирович
Шеф-редактор – ЕВСТИГНЕЕВА Юлия Анатольевна
Начальник отдела дизайна и верстки –
РЕЗНИЧЕНКО Андрей Сергеевич
Руководитель группы по внешним связям
канд. техн. наук – **МУМИНОВА Светлана Рашидовна**

FOUNDER AND PUBLISHER

ООО «CNT «NanoStroitelstvo»

- Member of the Publishers International Linking Association, Inc. (PILA);
- Member of the Association of Scientific Editors and Publishers (ASEP).

The Electronic Edition «Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal» is registered as an independent mass media in the Ministry of Communication and Mass Media of The Russian Federation. (Registration Certificate Эл № ФС77 – 35813 of 31 March 2009 issued by the Federal Service on Supervision in the Sphere of Connection and Mass Communications).

The Electronic Edition «Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal» has been included in the list of peer-review journals in which the candidates for Ph.D. and Doctorate degree must publish the main results of their theses.

The electronic edition «Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal» has been included: CA(pt) (USA); DOAJ (Sweden); EBSCO Publishing (USA); ESCI Web of Science (USA); EZB (Germany); ProQuest (USA); CrossRef (USA); ISSN 2075-8545 (France); Readera (Russia); ResearchBib (Japan); ResearchGate (USA); Scientific Electronic Library (Russia); Ulrich's Periodicals Directory (USA) et al. Each paper is assigned UDC, DOI, HTML-code.

PUBLICATION ETHICS

Editorial Council, Editorial Board and the editorial staff second the politics aimed at observance of ethical publishing principles and recognize that keeping track of observance of ethical publishing principles is one of the main components in reviewing and publishing activities. The main ethical principles of article publication and review are published in the journal (chapter «On the observance of publishing ethics by the editors of electronic edition «Nanotechnologies in construction: A scientific internet-journal» and the statement of prevarication absence») and at website <http://www.nanobuild.ru>.

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

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ

ООО «ЦНТ «НаноСтроительство»:

- член Международной ассоциации по связям издателей (МАСИ);
- член Ассоциации научных редакторов и издателей (АНРИ).

Электронное издание «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» зарегистрировано как самостоятельное средство массовой информации в Федеральной службе по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций Министерства связи и массовых коммуникаций Российской Федерации (свидетельство о регистрации средства массовой информации Эл № ФС77 – 35813 от 31 марта 2009 г.).

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

Электронное издание «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» включено в системы цитирования (базы данных): CA(pt) (США); DOAJ (Швеция); EBSCO Publishing (США); ESCI Web of Science (США); EZB (Германия); ProQuest (США); CrossRef (США); ISSN 2075-8545 (Франция); Научная электронная библиотека (Россия); Readera (Россия); ResearchBib (Япония); ResearchGate (США); Ulrich's Periodicals Directory (США) и другие. Каждой научной статье присваиваются УДК, DOI, а также HTML-код.

ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ЭТИКА

Редакционный совет, редакционная коллегия, коллектив редакции поддерживают политику, направленную на соблюдение принципов издательской этики, и признают, что отслеживание соблюдения принципов издательской (редакционной) этики является одной из главных составляющих рецензирования и издания. Основные этические принципы публикации статей и рецензирования опубликованы в журнале (раздел «О соблюдении редакцией электронного издания «Нанотехнологии в строительстве: Научный интернет-журнал» издательской этики и заявление об отсутствии злоупотребления служебным положением») и на сайте издания <http://www.nanobuild.ru>.

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за достоверность приведенных сведений и использование данных, не подлежащих открытой публикации. Редакция оставляет за собой право вне-

lems. The editors are not responsible for the content of advertisement.

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

CONTACTS

Address: Russian Federation, 125009, Moscow,
Gazetny per., bld. 9, str. 4
Internet: <http://www.nanobuild.ru>
E-mail: info@nanobuild.ru

ARCHIVING

Articles from the journal (article metadata) are available in open access:

- on the website of the electronic publication «Nanotechnology in construction: scientific online magazine», link – http://nanobuild.ru/en_EN/archieve-of-issues/;
- on the website of the scientific electronic library, link – <http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1568760>;
- in the database of scientific journals Directory of Open Access Journals (DOAJ), link – <https://doaj.org/>, next – the journal is searched «Nanotehnologii v Stroitel'stve»;
- in the database of scientific journals ResearchBib, link – <http://journalseeker.researchbib.com/view/issn/2075-8545>;
- on the Internet resource of scientists of all scientific disciplines ResearchGate, link – https://www.researchgate.net/journal/2075-8545_Nanotechnologies_in_Construction;
- in the international scientific base Readera – <https://readera.ru/nanobuild>;
- in other citation systems (databases).

That allows scientists and specialists all over the world to study journal's materials and to use them in their work as well as to cite them.

сения 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 (R).

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

КОНТАКТНЫЕ ДАННЫЕ

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

АРХИВИРОВАНИЕ

Статьи из журнала (метаданные статей) размещаются в «открытом доступе»:

- на сайте электронного издания «Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал», ссылка – http://nanobuild.ru/ru_RU/, далее – раздел «Архив номеров»;
- на сайте Научной электронной библиотеки, ссылка – <http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1568760>;
- в базе научных журналов Directory of Open Access Journals (DOAJ), ссылка – <https://doaj.org/>, далее – осуществляется поиск журнала «Nanotehnologii v Stroitel'stve»;
- в базе данных научных журналов ResearchBib, ссылка – <http://journalseeker.researchbib.com/view/issn/2075-8545>;
- на интернет-ресурсе учёных всех научных дисциплин ResearchGate, ссылка – https://www.researchgate.net/journal/2075-8545_Nanotechnologies_in_Construction;
- в научной международной базе Readera – <https://readera.ru/nanobuild>;
- в других системах цитирования (базах данных).

Это позволяет ученым и специалистам во всем мире свободно знакомиться с материалами журнала и использовать их в своей деятельности, в т.ч. цитировать в своих статьях.

**MINIMAL SYSTEM REQUIREMENTS TO ACCESS THE EDITION /
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).

JOURNAL PRODUCTION SCHEDULE IN 2019 / ГРАФИК ИЗДАНИЯ В 2019 ГОДУ

№№ №№ п/п	Papers submission deadline Окончание приема материалов от авторов	Editing, proof-reading, layout, agreement Редактирование, корректура, верстка, согласование	The approval of the issue by the Editor-in-Chief Подписание номера главным редактором	Website publication Опубликование на сайте	Note Примеч.
2019, Vol. 11, № 1 2019, Том 11, № 1	25.01.19	05.02.19	08.02.19	05.03.19	
2019, Vol. 11, № 2 2019, Том 11, № 2	07.03.19	19.03.19	22.03.19	15.04.19	
2019, Vol. 11, № 3 2019, Том 11, № 3	15.04.19	25.04.19	30.04.19	29.05.19	
2019, Vol. 11, № 4 2019, Том 11, № 4	07.06.19	18.06.19	21.06.19	15.07.19	
2019, Vol. 11, № 5 2019, Том 11, № 5	11.09.19	24.09.19	27.09.19	11.11.19	
2019, Vol. 11, № 6 2019, Том 11, № 6	01.11.19	15.11.19	22.11.19	27.12.19	

Issue 2019, Volume 11, № 1 approved on 08.02.2019

Номер 2019, Том 11, № 1 подписан 08.02.2019 г.



The winners of the paper contest dedicated to the 10th anniversary of the electronic edition «Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal»

In 2018 the 10th volume of the electronic edition «Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal» has been issued. On request of the authors and readers of the edition International Academy of Engineering, Association of Engineering Universities, Russian Academy of Engineering, JSC «Center of New Technologies "Nanostroitelstvo"», the editors, editorial board and council announced the paper contest dedicated to the 10th anniversary of the electronic edition.

THE WINNERS ARE:

CHERNYSHOV Evgeny Mihailovich,

Doctor of Engineering, Academician of RAACS, Professor, Director of the Academic Center, Voronezh State Technical University

MAKEEV Alexey Ivanovich,

Ph.D. in Engineering, Associate Professor of Department of Building Materials, Products and Structures Technology, Voronezh State Technical University

SERGEEV Vitaly Vyacheslavovich,

Ph.D. in Petroleum Engineering, Head for Innovations, VI-ENERGY LLC

ZAINULLIN Ildus Ildarovich,

Chief Specialist, Laboratory of the Core Flooding, Department of the Core and Reservoir Fluid Studies, BashNIPIneft LLC

TO THE AUTHORS AND READERS • К АВТОРАМ И ЧИТАТЕЛЕЙ

ZEIGMAN Yury Veniaminovich,

Doctor of Engineering, Professor, Head of Oil-gas Fields Development Department,
Ufa State Petroleum Technological University

YAKUBOV Ravil Nailevich,

Ph.D. in Petroleum Engineering, Associate Professor, Oil-gas Fields Development Department,
Ufa State Petroleum Technological University

KUDRYAVTSEV Pavel Gennadievich,

Professor, PhD in Chemistry, Deputy Director for Research and Development Polymate Ltd –
Israel Nanotechnology Research Center (Israel)

DANILOV Victor Evgenievich,

Senior Lecturer, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov,
Higher School of Engineering, Department of Composite Materials and Engineering Ecology

SHINKARUK Anna Alexandrovna,

Ph. D. in Chemistry, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov,
Higher School of Engineering, Department of Composite Materials and Engineering Ecology

AYZENSHTADT Arkady Mikhailovich,

Doctor of Chemistry, Professor, Honored Worker of Higher Education of the Russian Federation,
Head of Composite Materials and Engineering Ecology Department

DROZDYUK Tatiana Anatolievna,

Postgraduate student, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov,
Higher School of Engineering, Department of Composite Materials and Engineering Ecology

FROLOVA Maria Arkadevna,

Ph. D. in Chemistry, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov,
Higher School of Engineering, Department of Composite Materials and Engineering Ecology

URKHANOVA Larisa Alekseevna,

Doctor of Engineering, Professor, Head of Department «Construction materials,
roads and woodworking», East Siberia State University of Technology and Management

LKHASARANOV Solbon Aleksandrovich,

Ph.D. in Engineering, Senior Lecturer of Department «Construction materials,
roads and woodworking», East Siberia State University of Technology and Management

BUYANTUEV Sergey Lubsanovich,

Doctor of Engineering, Professor of Department «Electric Power Supply Industrial Plants
and Agriculture», East Siberia State University of Technology and Management

KHARDAEV Petr Kazakovich,

Doctor of Engineering, Professor, Vice-Rector for Academic Affairs,
East Siberia State University of Technology and Management

Malkin Polad,

Ph.D., Senior Researcher, Ben-Gurion University in the Negev, Israel

MASKOVA Albina Rafitovna,

PhD in Engineering, Associate Professor of Department «Applied and Natural Sciences»,
Ufa State Petroleum Technological University

TO THE AUTHORS AND READERS • К АВТОРАМ И ЧИТАТЕЛЯМ

AMINOVA Guliya Karamovna,

Doctor of Engineering, Professor of Department «Applied and Natural Sciences»,
Ufa State Petroleum Technological University

KARIMOV Farit Chulpanovich,

PhD in Engineering, Associate Professor, Associate Professor of Department
«Applied and Natural Sciences», Ufa State Petroleum Technological University

SABITOV Ildar Narimanovich,

PhD in Architecture, Professor, Head of Department «Architecture»,
Ufa State Petroleum Technological University

TIMOFEV Andrey Alekseevich,

Associate Professor of Department «Applied and Natural Sciences»,
Ufa State Petroleum Technological University

MAZITOVA Aliya Karamovna,

Doctor of Chemistry, Professor, Head of Department «Applied and Natural Sciences»,
Ufa State Petroleum Technological University

The winners of the contest are rewarded with diplomas.

**We express our congratulations to the winners and we wish them sound health, energy,
optimism, welfare, great creative success and new victories!**

*The editors, editorial board and editorial council of the electronic edition
«Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal»*

TO THE AUTHORS AND READERS • К АВТОРАМ И ЧИТАТЕЛЯМ



Итоги конкурса статей, посвященных 10-летию электронного издания «Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал»

В 2018 году выпускался 10-й том электронного издания «Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал». По просьбам авторов и читателей издания Международная инженерная академия, Ассоциация технических университетов, Российская инженерная академия, ООО «Центр Новых Технологий "НаноСтроительство"», редакция, редакционный совет и редакционная коллегия журнала объявили конкурс статей, посвященных 10-летию издания.

ПОБЕДИТЕЛЯМИ КОНКУРСА ПРИЗНАНЫ:

ЧЕРНЫШОВ Евгений Михайлович,
д.т.н., проф., академик РААСН, директор академического центра «Архстройнаука»,
Воронежский государственный технический университет

МАКЕЕВ Алексей Иванович,
к.т.н., доц., доц. каф. технологии строительных материалов, изделий и конструкций,
Воронежский государственный технический университет

СЕРГЕЕВ Виталий Вячеславович,
канд. техн. наук, директор по инновациям ООО «ВИ-ЭНЕРДЖИ», Фонд «Сколково»

ЗАЙНУЛЛИН Ильдус Ильдарович,
главный специалист, лаборатория фильтрационных исследований, Управление
исследований керна и пластовых флюидов ООО «БашНИПИнефть»

TO THE AUTHORS AND READERS • К АВТОРАМ И ЧИТАТЕЛЯМ

ЗЕЙГМАН Юрий Вениаминович,

д-р техн. наук, проф., зав. каф. «Разработка и эксплуатация нефтяных и газонефтяных месторождений» ГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»»

ЯКУБОВ Равиль Наилевич,

канд. техн. наук, доцент, каф. «Разработка и эксплуатация нефтяных и газонефтяных месторождений» ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»»

КУДРЯВЦЕВ Павел Геннадьевич,

проф., к.х.н., зам. директора по научно-исследовательской работе Polymate Ltd – Israel Nanotechnology Research Center (Израиль)

ДАНИЛОВ Виктор Евгеньевич,

ст. преп. каф. композиционных материалов и строительной экологии,
ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова»

ШИНКАРУК Анна Александровна,

канд. хим. наук, доц. каф. Композиционных материалов и строительной экологии,
ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова»

АЙЗЕНШТАДТ Аркадий Михайлович,

проф., д.х.н., заслуженный работник высшей школы РФ, зав. каф. композиционных материалов и строительной экологии, ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова»

ДРОЗДЮК Татьяна Анатольевна,

аспирант каф. композиционных материалов и строительной экологии,
ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова»

ФРОЛОВА Мария Аркадьевна,

канд. хим. наук, доц. каф. композиционных материалов и строительной экологии,
ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова»

УРХАНОВА Лариса Алексеевна,

д-р техн. наук, профессор, зав. каф. «Строительные материалы, автомобильные дороги и деревообработка», Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления

ЛХАСАРАНОВ Солбон Александрович,

канд. техн. наук, доцент каф. «Строительные материалы, автомобильные дороги и деревообработка», Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления

БУЯНТУЕВ Сергей Лубсанович,

д-р техн. наук, проф. каф. «Электроснабжение промышленных предприятий и сельского хозяйства», Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления

ХАРДАЕВ Петр Казакович,

д-р техн. наук, проф., проректор по учебной работе, Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления

TO THE AUTHORS AND READERS • К АВТОРАМ И ЧИТАТЕЛЯМ

МАЛКИН Полад, д.ф.-м.н.,

старший научный сотрудник, Университет Бен-Гуриона в Негеве, г. Беэр-Шева, Израиль

МАСКОВА Альбина Рафитовна,

к.т.н., доц. каф. «Прикладные и естественнонаучные дисциплины»,

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»

АМИНОВА Гулия Карамовна,

д.т.н., проф. каф. «Прикладные и естественнонаучные дисциплины»,

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»

КАРИМОВ Фарит Чулпанович,

к.т.н., доц. каф. «Прикладные и естественнонаучные дисциплины»,

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»

САБИТОВ Ильдар Нариманович,

к.а.н., проф., зав. каф. «Архитектура», ФГБОУ ВО «Уфимский государственный

нефтяной технический университет»

ТИМОФЕЕВ Андрей Алексеевич,

доц. каф. «Прикладные и естественнонаучные дисциплины»,

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»

МАЗИТОВА Алия Карамовна,

д.х.н., проф., зав. каф. «Прикладные и естественнонаучные дисциплины»,

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»

Победители конкурса награждены дипломами.

Поздравляем победителей Конкурса. Желаем крепкого здоровья, бодрости и оптимизма, благополучия, неиссякаемых творческих успехов и новых побед!

*Редакция, редакционный совет и редакционная коллегия электронного издания
«Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал»*

DOI: 10.15828/2075-8545-2019-11-1-20-27

UDC 691

Scalable processing of cementitious composites reinforced with carbon nanotubes (CNTS) and carbon nanofibers (CNFS)

Authors:

Panagiotis A. Danoglidis, Ph.D.,

Democritus University of Thrace, Greece; pdanogli@civil.duth.gr

Maria G. Falara,

Ph.D. Student, Democritus University of Thrace, Greece; mfalara@civil.duth.gr

Myrsini Maglogianni,

Ph.D. Student, Democritus University of Thrace, Greece; mmaglo@civil.duth.gr

Maria S. Konsta-Gdoutos,

Ph.D., Professor, Democritus University of Thrace, Greece; mkonsta@civil.duth.gr

Abstract: Utilizing the unique properties of CNTs and CNFs to enhance the mechanical and fracture properties of cement based materials and develop smart cementitious nanocomposites can be a challenge in terms of developing scalable manufacturing methods. Scaling up the manufacturing size of CNT and CNF reinforced cement based materials and produce multifunctional concrete that exhibits exceptional strength, stiffness and toughness and multifunctionality requires optimization of dispersion procedure. The effectiveness of successfully using CNTs and CNFs in concrete depends on the fiber count, the volume fraction of sand and coarse aggregates. In this work, we present the flexural strength and stiffness, fracture toughness and brittleness of nanomodified pastes and mortars reinforced at amount of 0.08 and 0.1 wt% and an investigation on the optimization of the fiber count proportioning of concrete. The addition of a very low amount, 0.1 wt%, of both CNTs and CNFs, increases approximately 1.5 times the flexural strength and the Young's modulus of concrete nanocomposites. The nanomodified concrete also exhibits 60% higher energy absorption capability.

Keywords: concrete, carbon nanotubes, carbon nanofibers, flexural strength, stiffness, energy absorption capability, fracture toughness, material length

For citation: Danoglidis P.A., Falara M.G., Maglogianni M., Konsta-Gdoutos M.S. Scalable processing of cementitious composites reinforced with carbon nanotubes (CNTs) and carbon nanofibers (CNFs). Nanotekhnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2019, Vol. 11, no. 1, pp. 20–27. DOI: 10.15828/2075-8545-2019-11-1-20-27.

Machine-readable information on CC-licenses (HTML-code) in metadata of the paper

Scalable processing of cementitious composites reinforced with carbon nanotubes (CNTs) and carbon nanofibers (CNFs) by Danoglidis P.A., Falara M.G., Maglogianni M., Konsta-Gdoutos M.S. is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.
Based on a work at <a xmlns:dct="http://purl.org/dc/terms/" href="http://nanobuild.ru/en_EN/nanobuild-1-2019" rel="dct:source">http://nanobuild.ru/en_EN/nanobuild-1-2019/.
Permissions beyond the scope of this license may be available at <a xmlns:cc="http://creativecommons.org/ns#" href="pdanogli@civil.duth.gr" rel="cc:morePermissions">pdanogli@civil.duth.gr.

The paper has been received by editors: 16.12.2018.

The paper has been received by editors after peer-review: 04.01.2019.

The paper has been accepted for publication: 18.01.2019.

Масштабируемая обработка цементных композитов, армированных углеродными нанотрубками (УНТ) и углеродными нановолокнами (УНВ)

Авторы:

Панайотис А. Даноглидис,

к.т.н., докторант, Фракийский университет Демокрита, Греция; pdanogli@civil.duth.gr

Мария Г. Фалара,

Аспирант, Фракийский университет Демокрита, Греция; mfalara@civil.duth.gr

Мирсини Маглогианини,

Аспирант, Фракийский университет Демокрита, Греция; mmaglo@civil.duth.gr

Мария С. Конста-Гдутос,

к.т.н., профессор, Фракийский университет Демокрита, Греция; mkonsta@civil.duth.gr

Резюме: Использование уникальных свойств УНТ и УНВ для улучшения механических свойств и характеристик излома цементных материалов и разработки высокотехнологичных связующих нанокомпозитов является сложной научной задачей с точки зрения развивающихся масштабируемых методов производства. Увеличение производственного размера УНТ и УНВ армированных цементных материалов, а также изготовление полифункциональных бетонов с исключительной прочностью, жесткостью и сопротивлением хрупкому излому требует оптимизации диспергирования. Эффективность успешного применения УНТ и УНВ в бетоне зависит от количества волокон, объемного содержания песка и крупнозернистого заполнителя. В данной работе представлены такие характеристики как прочность на изгиб и жесткость, изломостойкость и хрупкость наномодифицированных смесей и растворов, армированных в количестве 0.08 и 0.1 % масс. Исследование посвящено оптимизации количества волокон при подборе состава бетонной смеси. Добавление УНТ или УНВ в очень малых количествах 0.1% масс. повышает примерно в 1,5 раза прочность на изгиб и модуль Юнга бетонных нанокомпозитов. Более того, наномодифицированный бетон также демонстрирует возросшую на 60% энергопоглощающую способность.

Ключевые слова: бетон, углеродные нанотрубки, углеродные нановолокна, прочность на изгиб, жесткость, энергопоглощающая способность, трещиностойкость, индекс хрупкости

Для цитирования: Даноглидис П. А., Фалара М.Г., Маглогианини М. Масштабируемая обработка цементных композитов, армированных углеродными нанотрубками (УНТ) и углеродными нановолокнами (УНВ) // Нанотехнологии в строительстве. – 2019. – Том 11, № 1. – С. 20–27. – DOI: 10.15828/2075-8545-2019-11-1-20-27.

Machine-readable information on CC-licenses (HTML-code) in metadata of the paper

Scalable processing of cementitious composites reinforced with carbon nanotubes (CNTs) and carbon nanofibers (CNFs) by Danoglidis P.A., Falara M.G., Maglogianni M., Konsta-Gdoutos M.S. is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.
Based on a work at <a xmlns:dct="http://purl.org/dc/terms/" href="http://nanobuild.ru/en_EN/nanobuild-1-2019/" rel="dct:source">http://nanobuild.ru/en_EN/nanobuild-1-2019/.
Permissions beyond the scope of this license may be available at <a xmlns:cc="http://creativecommons.org/ns#" href="pdanogli@civil.duth.gr" rel="cc:morePermissions">pdanogli@civil.duth.gr.

Статья поступила в редакцию: 16.12.2018.

Статья поступила в редакцию после рецензирования: 04.01.2019.

Статья принята к публикации: 18.01.2019.

INTRODUCTION

Cement-based materials have been widely used in the field of civil engineering, as one of the most durable and widely used building materials, despite their quasi-brittle behaviour and low tensile strength. Many researchers so far have concentrated to increase the strength of cement pastes, mortars and concretes under compressive loading by optimizing mixture proportions or adding constituents, such as silica fume, as replacements of cement. However, the main disadvantage of conventional cement-based materials is the low fracture toughness and stiffness, which seriously affects the flexural performance, durability and safety of structures (1). Several types of fibers at the micro and macro scale are used to improve the toughness of cement-based materials by delaying the transformation of cracks. These fibers increased tensile strength and diffused large cracks into a dense of micro-cracks, but there was little effect in delaying crack initiation at the nanoscale (2).

With the development of nanotechnology, cement based materials can be modified by the incorporation of carbon nanotubes (CNTs) and nanofibers (CNFs) to enhance their mechanical behavior, while adding novel multifunctional characteristics as self-sensing ability (3). Carbon nanotubes (CNTs) and carbon nanofibers (CNFs) are characterized by high tensile strength and elastic modulus as well as significant electrical conductivity. During the past decade, research has been conducted towards the incorporation of carbon nanotubes and carbon nanofibers in cementitious composites. Previous research has demonstrated that the addition of multi-walled carbon nanotubes and carbon nanofibers of about 0.1 wt% of cement can greatly increase the flexural strength and the Young's modulus of cementitious materials (3–6).

In the present work, the mechanical characteristics of cement pastes, mortars and concretes reinforced with carbon nanotubes (CNTs) or carbon nanofibers (CNFs) were investigated. Specifically, the flexural strength, stiffness, and fracture toughness, as well a brittleness index, of nanomodified pastes and mortars reinforced at an amount of 0.08 and 0.1 wt% were examined to optimize the fiber count proportioning of concrete. The addition of a very low amount, 0.1 wt%, of both CNTs and CNFs,

increases approximately 1.5 times the flexural strength and the Young's modulus of concrete nanocomposites. The nanomodified concrete also exhibits 60% higher energy absorption capability.

EXPERIMENTAL WORK

Materials and specimens

The nanocomposites fabricated in this study are cement paste, mortar and concrete with the matrix reinforced by CNTs at amounts of 0.08 and 0.1 wt% or CNFs at an amount of 0.1 wt% of cement. Nanotubes' and nanofibers' dispersion was achieved by applying ultrasonic energy with the use of a surfactant (7–9). The fiber count, the number of individual nanotubes or nanofibers, which are theoretically evenly distributed in a unit volume of the matrix, assuming perfect dispersion, according to ACI 544.1R-96: Report on Fiber Reinforced Concrete (10) is also estimated. The fiber count of each cementitious mixture is included in Table 1. The cement used for all mixes is type I 42.5 ordinary Portland cement (OPC). For the mortar and concrete preparation standard sand according to EN 196 and coarse aggregates between 4 and 16 mm were used.

Experimental procedure

Three point bending tests were conducted on 40×40×160 mm prisms to assess the flexural strength and stiffness. The fracture toughness (stress intensity factor, K_{ic}), the Young's modulus and the index of the brittleness were investigated through fracture mechanics tests on notched 20×20×80 mm specimens following the Two Parameter Fracture Model, TPFM (4). The flexural performance, flexural strength, stiffness and toughness, of conventional concrete and concrete nanocomposites were evaluated through four point bending tests on 70×80×380 mm beams following the ASTM C293 and the ASTM C1018.

Results and discussions

The results of flexural strength tests of control specimens (pastes and mortars) and nanocomposites

Table 1
Fiber count of CNTs and CNFs in cement paste, mortar and concrete

	Mortar	Paste	Concrete
CNTs 0.08 wt%	$2.9 \cdot 10^{11}$	$6.6 \cdot 10^{11}$	$2.0 \cdot 10^{11}$
CNTs 0.1 wt%	$3.6 \cdot 10^{11}$	$8.3 \cdot 10^{11}$	$2.5 \cdot 10^{11}$
CNFs 0.1 wt%	$1.7 \cdot 10^{10}$	$3.8 \cdot 10^{10}$	$1.2 \cdot 10^{10}$

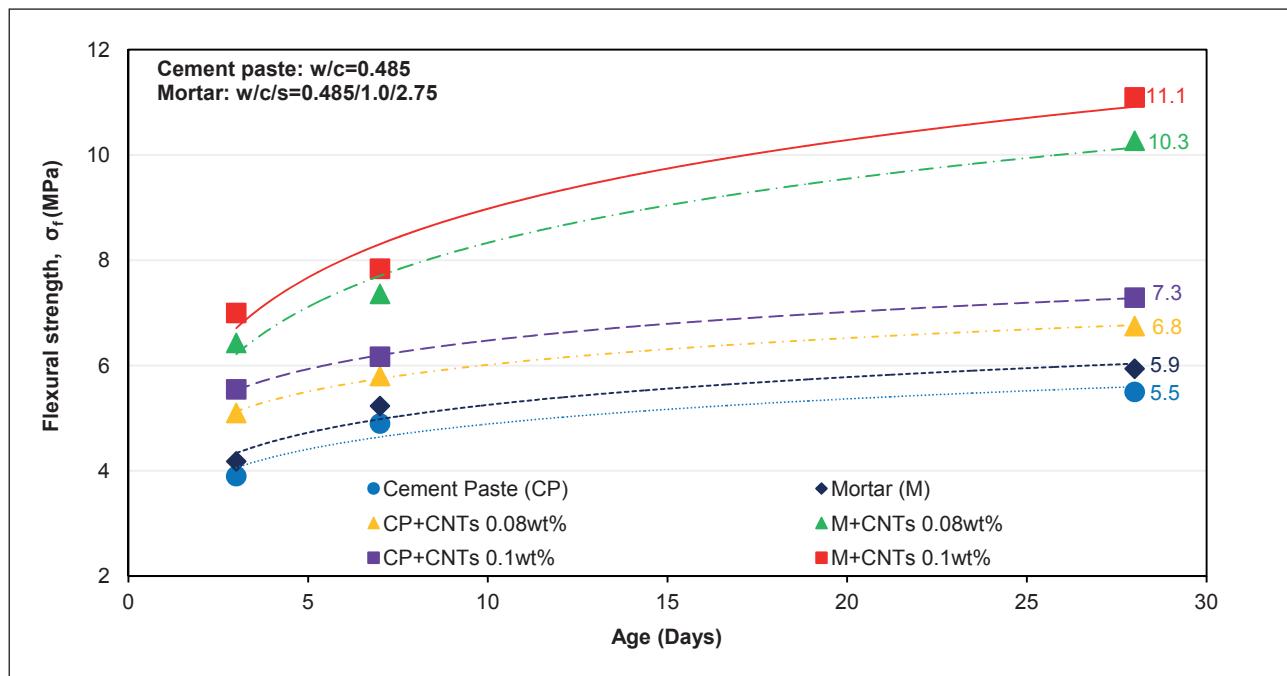


Fig. 1. Rate of development of flexural strength, σ_f , of cement pastes (CP) and mortars (M) reinforced with 0.08 and 0.1 wt% CNTs

made with 0.08 and 0.1 wt% CNTs are shown in Fig. 1. It is observed that, the addition of 0.08 and 0.1 wt% of CNTs in cement paste increases 24% and 33% the flexural strength, respectively. The count of individual nanotubes of 0.08 and 0.1 wt% CNTs in paste is approximately three times the count of CNTs in mortar (Table 1), therefore one might expect that benefits would be less pronounced for mortar. However, it is observed that even higher increases in flexural strength in mortar nanocomposites, 75% and 88%, with the 0.08 and 0.1 wt% CNT addition, respectively.

Young's modulus results of mortars reinforced with 0.1 wt% CNTs or CNFs, as investigated from three point bending and fracture mechanics test, are presented in Table 2. The modulus values show that the benefits associated with the addition of both nanotubes and nanofibers lead to substantial enhancements of the flexural stiffness of the nanocomposites. The increase of Young's modulus of

both nanocomposites is approximately the same, $\approx 93\%$, despite the fact that the estimated fiber count of the CNF reinforced mortars ($1.7 \cdot 10^{10}$) is 21 times lower than this of the CNT/mortars (Table 1). To further examine the reinforcing effect of both CNTs and CNFs in the mechanical and fracture properties of mortar nanocomposites, the critical values of the fracture toughness (stress intensity factor), K_{IC} , and the material length, Q , are investigated and presented in Figure 2.

It is observed that 0.1 wt% CNTs and CNFs increase the nanocomposites' fracture toughness from 86% to 129%. It is also observed that the stress intensity factor of the CNF mortar is $\approx 23\%$ higher than the CNT one. Taking into account that the load bearing capacity of both CNTs and CNFs is large enough, it is possible that the bigger diameter and length of the CNFs, along with the extended graphite planes that exist in the outer CNF surface (4), create a stronger interfacial bonding between the

Table 2
Effect of CNTs and CNFs on the Young's modulus of 28d mortars

	Young's modulus (GPa) 3 Point bending	Young's modulus (GPa) Fracture mechanics
Mortar	14.1 ± 0.71	14.3 ± 0.69
Mortar+CNTs 0.1 wt%	27.4 ± 0.09	27.5 ± 0.08
Mortar+CNFs 0.1 wt%	27.6 ± 0.11	27.7 ± 0.09

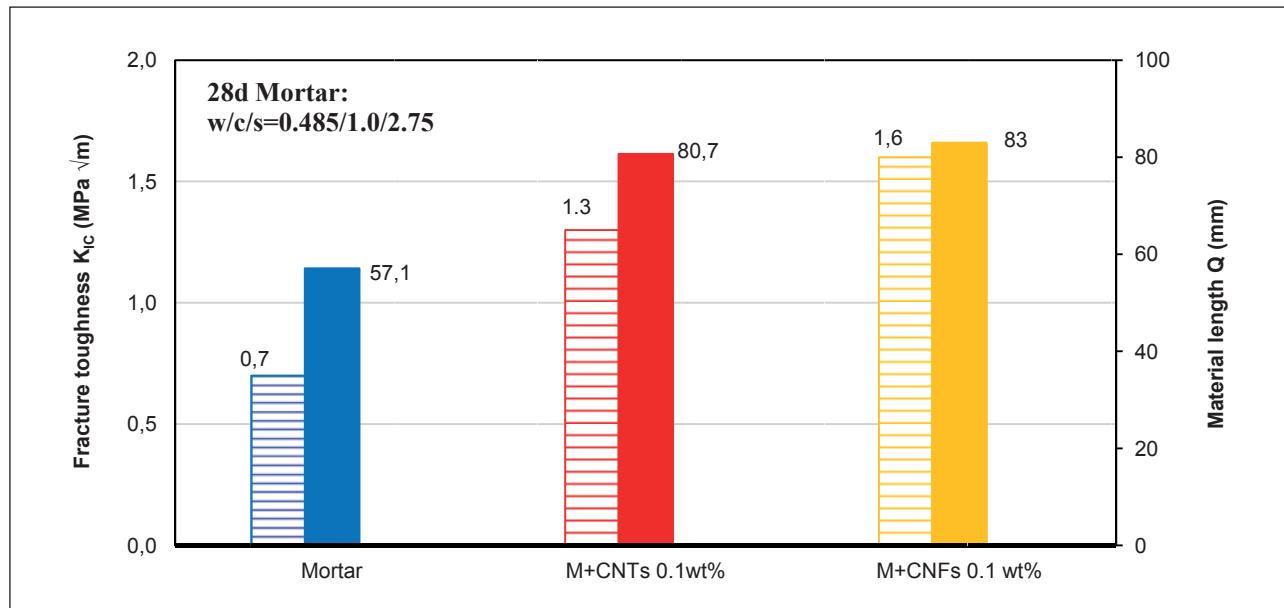


Fig. 2. Fracture toughness and material length of 28d mortars reinforced with CNTs and CNFs at amount of 0.1 wt%

mortar matrix and the carbon nanofibers that enhances the observed toughening effect.

The material length Q is proportional to the size of the fracture process zone for the same material and can be used to characterize the brittleness of the material. The smaller the value of Q the more brittle the material is. Interestingly and despite the fact that the fracture toughness of nano-modified mortars is almost 100% higher than the plain one, the 41% and 45% increase in the index Q exhibited from the 0.1 wt% CNT and CNF/mortars, respectively,

indicated a less brittle behaviour (4). Several parameters besides dispersion are considered to improve both the fracture toughness and the brittleness of the nanocomposites. These parameters include the diameter and the length of the nanoscale carbon fibers and the strength of CNT/CNF-mortar matrix interfacial characteristics (11–12).

Flexural strength and modulus of elasticity values for concrete specimens reinforced with 0.1 wt% CNTs or CNFs are shown in Figure 3. The nanomodified concretes exhibit 1.5 times higher flexural strength, compared to the

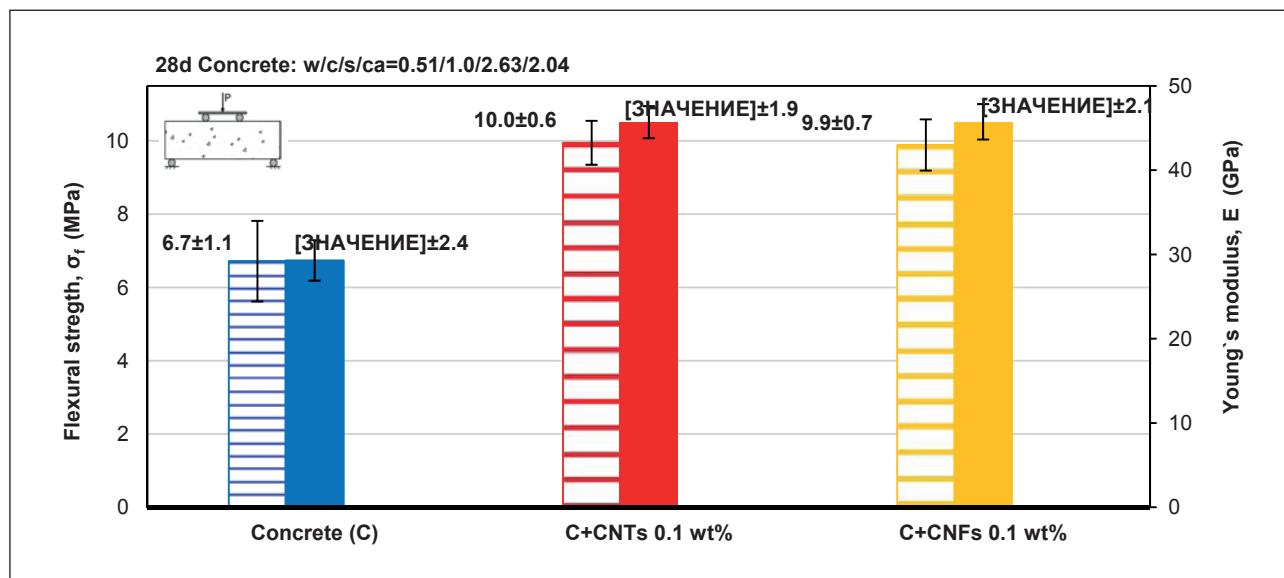


Fig. 3. Flexural strength and Young's modulus of 28d concrete reinforced with CNTs and CNFs at amount of 0.1 wt%

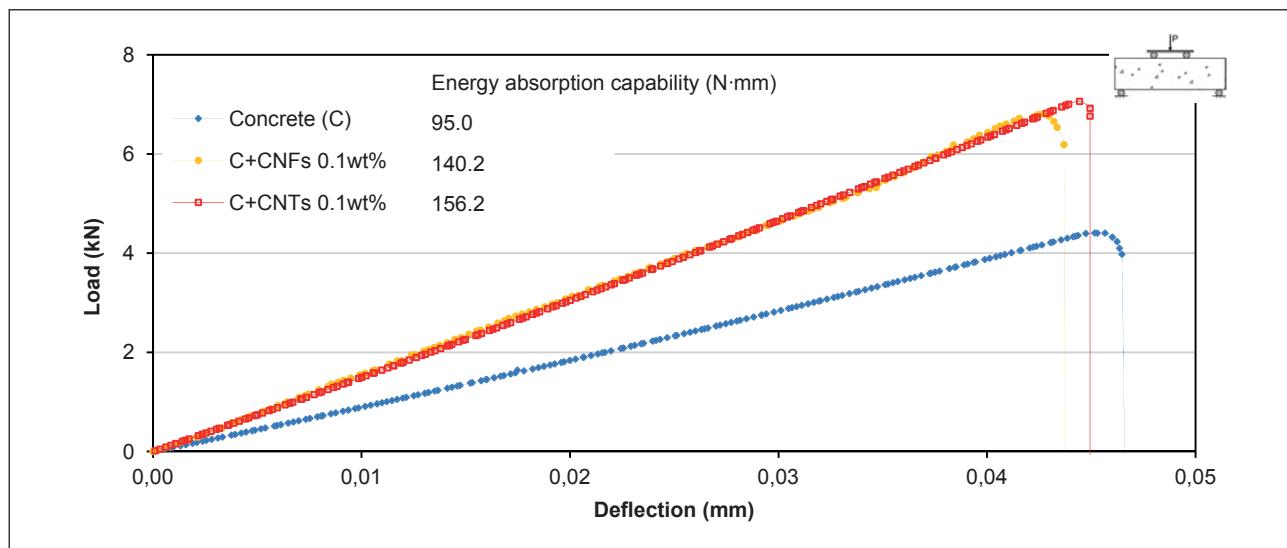


Fig. 4. Load-Deflection curves of 28d concrete reinforced with 0.1 wt% CNTs and CNFs

sample without the nanoscale reinforcement. Similarly to the results of mortars, the addition of both CNTs and CNFs results in almost the same increase in strength values despite the fact that the number of individual CNFs ($1.2 \cdot 10^{10}$) is lower by one order of magnitude than that of CNTs ($2.5 \cdot 10^{11}$) (Table 1).

The extraordinary reinforcing efficiency of both types of fibers is also observed from the substantial increase in modulus of elasticity, almost 56%. There has been some indication that addition of nanotubes and nanofibers alters the nanostructure of calcium silicate hydrate (C-S-H). Moreover, it is found that CNTs and CNFs are capable of greatly improving the Young's modulus of the interfacial transition zone (ITZ), due to their effect as a stronger link between mortar and aggregates (13).

Figure 4 presents the 4 point bending load-deflection curves of 28d concrete and 0.1 wt% CNT and CNF nanocomposites. Compared to the concrete without the nanoscale reinforcement, it is observed that a higher load is required to achieve the same deflection for all nanocomposite specimens. It is apparent that both carbon nanotube and nanofibers can effectively arrest the nanocracks, therefore a significantly higher energy for crack propagation is demanded. The nanocomposites reinforced with CNTs or CNFs at an amount of 0.1 wt% exhibit an approximately 60% increase in flexural toughness. This is in accordance with the trend already observed for the flexural strength and Young's modulus.

CONCLUSIONS

This experimental study clearly shows that the incorporation of CNTs and CNFs in Portland cement pastes, mortars and concretes results in significant improvement in all the mechanical properties. The flexural strength, the Young's modulus and the fracture toughness of paste and mortar nanocomposites, reinforced with well dispersed 0.08, 0.1 wt% CNTs and 0.1 wt% CNFs were experimentally determined. The addition of a very low amount of both 0.1 wt% CNTs and CNFs to the neat mortar increases nearly 1.9 times the flexural strength and 2.0 times the Young's modulus. The strong interfaces between the mortar matrix and well dispersed carbon fibers at the nanoscale substantially enhance both strength and stiffness. The evaluation of the fracture toughness of the nanoreinforced mortars indicated that besides strength and stiffness the values of toughness are approximately 85–100% higher over the plain mortar. The effectiveness of successfully using CNTs and CNFs in concrete depends on the volume fraction of nanoscale fibers, sand and coarse aggregates. Four point bending experiments indicate that the addition of a very low amount, 0.1 wt%, of both CNTs and CNFs, increases approximately 1.5 times the flexural strength and the Young's modulus of concrete nanocomposites. The nanomodified concrete also exhibits 60% higher energy absorption capability.

REFERENCES

1. Shah S.P., Ouyang C. Mechanical behavior of fiberreinforced cement-based composites. *Journal of the American Ceramic Society*. 1991, Vol. 74, no. 11, pp. 2727–2953. Available at: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1151-2916.1991.tb06836.x>.
2. Xu S., Li Q. Theoretical analysis on bending behavior of functionally grated composite beam crack controlled by ultrahigh toughness cementitious composites. *Science in China Series E: Technological Science*. 2009, Vol. 5, pp. 363–378. Available at: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11431-008-0337-9>.
3. Danoglidis P.A., Konsta-Gdoutos M.S., Gdoutos E., Shah S.P. Strength, energy absorption capability and self-sensing properties of multifunctional carbon nanotube reinforced mortars. *Construction and Building Materials*. 2016, Vol. 120, pp. 265–274. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061816307747>.
4. Gdoutos E., Konsta-Gdoutos M.S., Danoglidis, P.A. Portland cement mortar nanocomposites at low carbon nanotube and carbon nanofiber content: A fracture mechanics experimental study. *Cement and Concrete Composites*. 2016, Vol. 70, pp. 110–118. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958946516300543>.
5. Abu Al-Rub R.K., Tyson M., Yasdanbakhsh, A., Grasley Z. Mechanical Properties of Nanocomposite Cement Incorporating Surface-Treated and Untreated Carbon Nanotubes and Carbon Nanofibers. *Journal of Nanomechanics and Micromechanics*. 2012, Vol. 2, no. 1, pp. 1–6. Available at: <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29NM.2153-5477.0000041>.
6. Manzur T., Yazdani, N. Optimum mix ratio for Carbon Nanotubes in cement mortar. *KSCE Journal of Civil Engineering*. 2015, Vol. 19, no. 5, pp. 1405–1412. Available at: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12205-014-0721-x>.
7. Shah SP, Konsta-Gdoutos MS, Metaxa ZS. Highly dispersed carbon nanotube reinforced cement based materials. United States Patent US9,365,456 (B2) – 2016-06-14.
8. Hersam MC, Seo J-WT, Shah SP, Konsta-Gdoutos MS, Metaxa ZS. Highly concentrated nano-reinforcement suspensions for cementitious materials and method of reinforcing such materials. United States Patent, US8,865,107(B2)-2014-10-14.
9. Shah SP, Konsta-Gdoutos MS, Metaxa ZS. Highly dispersed carbon nanotube reinforced cement based materials. United States Patent No. 9,499,439 (B2) – 2016-11-22.
10. American Concrete Institute, 1996. Repost on Fiber Reinforced Concrete, ACI 544.1R-96.
11. Chen YL, Liu B, He XQ, Huang Y, Hwang KC. Failure analysis and the optimal toughness design of carbon nanotube-reinforced composites. *Composites Science Technology*. 2010, Vol. 70, no. 9, pp. 1360-1367. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0266353810001600>.
12. Chen YL, Wang S, Liu B, Zhang J. Effects of geometrical and mechanical properties of fiber and matrix on composite fracture toughness. *Composite Structures*. 2015, Vol. 122, pp. 496-506. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263822314006679>.
13. Zhu X, Gao Y, Dai Z, Corr J, Shah SP. Effect of interfacial transition zone on the Young's modulus of carbon nanofiber reinforced cement concrete. *Cement and Concrete Research*. 2018, Vol. 107, pp. 49–63. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0008884617308839>.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Shah S.P., Ouyang C. Mechanical behavior of fiberreinforced cement-based composites. *Journal of the American Ceramic Society*. 1991, Vol. 74, no. 11, pp. 2727–2953. Available at: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1151-2916.1991.tb06836.x>.
2. Xu S., Li Q. Theoretical analysis on bending behavior of functionally grated composite beam crack controlled by ultrahigh toughness cementitious composites. *Science in China Series E: Technological Science*. 2009, Vol. 5, pp. 363–378. Available at: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11431-008-0337-9>.
3. Danoglidis P.A., Konsta-Gdoutos M.S., Gdoutos E., Shah S.P. Strength, energy absorption capability and self-sensing properties of multifunctional carbon nanotube reinforced mortars. *Construction and Building Materials*. 2016, Vol. 120, pp. 265–274. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061816307747>.
4. Gdoutos E., Konsta-Gdoutos M.S., Danoglidis, P.A. Portland cement mortar nanocomposites at low carbon nanotube and carbon nanofiber content: A fracture mechanics experimental study. *Cement and Concrete Composites*. 2016, Vol. 70, pp. 110–118. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958946516300543>.
5. Abu Al-Rub R.K., Tyson M., Yasdanbakhsh, A., Grasley Z. Mechanical Properties of Nanocomposite Cement Incorporating Surface-Treated and Untreated Carbon Nanotubes and Carbon Nanofibers. *Journal of Nanomechanics and Micromechanics*. 2012, Vol. 2, no. 1, pp. 1–6. Available at: <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29NM.2153-5477.0000041>.
6. Manzur T., Yazdani, N. Optimum mix ratio for Carbon Nanotubes in cement mortar. *KSCE Journal of Civil Engineering*. 2015, Vol. 19, no. 5, pp. 1405–1412. Available at: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12205-014-0721-x>.
7. Shah SP, Konsta-Gdoutos MS, Metaxa ZS. Highly dispersed carbon nanotube reinforced cement based materials. United States Patent US9,365,456 (B2) – 2016-06-14.
8. Hersam MC, Seo J-WT, Shah SP, Konsta-Gdoutos MS, Metaxa ZS. Highly concentrated nano-reinforcement suspensions for cementitious materials and method of reinforcing such materials. United States Patent, US8,865,107(B2)-2014-10-14.

9. Shah SP, Konsta-Gdoutos MS, Metaxa ZS. Highly dispersed carbon nanotube reinforced cement based materials. United States Patent No. 9,499,439 (B2) – 2016-11-22.
10. American Concrete Institute, 1996. Report on Fiber Reinforced Concrete, ACI 544.1R-96.
11. Chen YL, Liu B, He XQ, Huang Y, Hwang KC. Failure analysis and the optimal toughness design of carbon nanotube-reinforced composites. Composites Science Technology. 2010, Vol. 70, no. 9, pp. 1360-1367. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0266353810001600>.
12. Chen YL, Wang S, Liu B, Zhang J. Effects of geometrical and mechanical properties of fiber and matrix on composite fracture toughness. Composite Structures. 2015, Vol. 122, pp. 496-506. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263822314006679>.
13. Zhu X, Gao Y, Dai Z, Corr J, Shah SP. Effect of interfacial transition zone on the Young's modulus of carbon nanofiber reinforced cement concrete. Cement and Concrete Research. 2018, Vol. 107, pp. 49–63. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0008884617308839>.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Panayotis A. Danoglidis, Ph.D., Democritus University of Thrace, Greece; Building A', Campus Xanthi, Kimmeria, GR-67100, Xanthi, GREECE, pdanogli@civil.duth.gr

Maria G. Falara, Ph.D. Student, Democritus University of Thrace, Greece; Building A', Campus Xanthi, Kimmeria, GR-67100, Xanthi, GREECE, mfalara@civil.duth.gr

Myrsini Maglogianni, Ph.D. Student, Democritus University of Thrace, Greece; Building A', Campus Xanthi, Kimmeria, GR-67100, Xanthi, GREECE, mmaglo@civil.duth.gr

Maria S. Konsta-Gdoutos, Ph.D., Professor, Democritus University of Thrace, Greece; Building A', Campus Xanthi, Kimmeria, GR-67100, Xanthi, GREECE, mkonsta@civil.duth.gr

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Панайотис А. Даноглидис, к.т.н., докторант, Фракийский университет Демокрита, Греция; Корпус А', Кампус Ксанти, Киммерия, GR-67100, Ксанти, Греция, pdanogli@civil.duth.gr

Мария Г. Фалара, аспирант, Фракийский университет Демокрита, Греция; Корпус А', Кампус Ксанти, Киммерия, GR-67100, Ксанти, Греция, mfalara@civil.duth.gr

Мирсини Маглогианини, аспирант, Фракийский университет Демокрита, Греция; Корпус А', Кампус Ксанти, Киммерия, GR-67100, Ксанти, Греция, mmaglo@civil.duth.gr

Мария С. Конста-Гдутос, к.т.н., профессор, Фракийский университет Демокрита, Греция; Корпус А', Кампус Ксанти, Киммерия, GR-67100, Ксанти, Греция, mkonsta@civil.duth.gr

CONTACTS / КОНТАКТЫ

e-mail: pdanogli@civil.duth.gr

INTERNATIONAL SEMINAR ON SUSTAINABILITY, ECONOMICS AND SAFETY (ISSES 2019)

11–12 APRIL 2019, SZCZECIN OSTOJA, POLAND



ABOUT CONFERENCE:

The International Seminar on Sustainability, Economics and Safety with this year's theme of "Safety and Sustainability in Civil Engineering and Nanotechnology" is a 2-day seminar which is organized by the Didactic Group of Economics, Organization and Management in Construction at The Faculty of Civil Engineering and Architecture of West Pomeranian University of Technology, Szczecin in co-operation with Technical University of Berlin (Germany) and National University Lviv Polytechnic from Ukraine.

This international seminar offers its participants the opportunity to engage with academics, business professionals and to exchange ideas through series of talks, discussions and informal gatherings. We bring together different perspectives on global issues from various countries, to foster ideas and practices which can be applied in a global context.

CONFERENCE TOPICS:

The general topics to be covered include:

- Sustainability in civil engineering,
- Sustainable solutions in engineering,
- Nanomaterials in engineering and environment,
- Nanosafety and safety at work,
- Circular economy in construction,
- Economical aspects in engineering sciences.

DEADLINES:

- Abstract submission – 15.02.2019
- Abstract acceptance notification – 22.02.2019
- Full paper submission – 05.03.2019
- Full paper acceptance notification – 15.03.2019

CONFERENCE PROCEEDINGS

Accepted, peer-reviewed papers will be included in ISBN-registered proceedings.

Electronic edition «Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal» provides information support of the I «Safety and Sustainability in Civil Engineering and Nanotechnology» ISSES 2019 and invites researchers and specialists to participate in the seminar.

All information regarding participation at the seminar are available by e-mail: pawel.sikora@zut.edu.pl

R

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СЕМИНАР ПО УСТОЙЧИВОМУ РАЗВИТИЮ, ЭКОНОМИКЕ И БЕЗОПАСНОСТИ (ISSES 2019)

11–12 апреля 2019 года, ЩЕЦИН, ПОЛЬША



О МЕРОПРИЯТИИ:

Международный семинар по устойчивому развитию, экономике и безопасности с темой этого года «Безопасность и устойчивость в гражданском строительстве и нанотехнологиях» представляет собой двухдневный семинар, организованный Дидактической группой экономики, организации и управления в строительстве на факультете гражданского строительства, архитектуру Западно-Поморского технологического университета города Щецин в сотрудничестве с Техническим университетом Берлина (Германия) и Национальным университетом «Львовская политехника» (Украина).

Этот международный семинар предлагает его участникам возможность пообщаться с учеными, бизнес-профессионалами и обменяться идеями посредством серии бесед, дискуссий и неформальных встреч. Мы объединяем различные взгляды на глобальные проблемы из разных стран, чтобы продвигать идеи и практики, которые могут быть применены в глобальном контексте.

ТЕМЫ СЕМИНАРА:

Общие темы, которые будут освещены, включают:

- Устойчивость в гражданском строительстве.
- Устойчивые решения в машиностроении.
- Наноматериалы в технике и окружающей среде.
- Нанобезопасность и безопасность на работе.
- Круговая экономия в строительстве.
- Экономические аспекты в технических науках.

СРОКИ:

- Представление тезисов – 15.02.2019
- Уведомление о принятии тезисов – 22.02.2019
- Предоставление полного текста работы – 05.03.2019
- Уведомление о принятии полного текста работы – 15.03.2019

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИЙ

Принятые, рецензируемые документы будут включены в ISBN-зарегистрированные слушания.

Электронное издание «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» осуществляет информационную поддержку Международного семинара «Безопасность и устойчивость в гражданском строительстве и нанотехнологиях» ISSES 2019 и приглашает ученых и специалистов принять участие в семинаре.

Всю информацию по участию можно получить по электронной почте: pawel.sikora@zut.edu.pl

R

22–25 января 2019 | Красноярск



СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

**СТРОИТЕЛЬСТВО
АРХИТЕКТУРА**

ДИПЛОМ

НАГРАЖДАЕТСЯ

**Нанотехнологии в строительстве:
научный Интернет-журнал**

г. Королёв

За информационную поддержку выставки
«Строительство и архитектура» -2019

Генеральный директор
АО ВК «Красноярская ярмарка»



А. Р. Мурадян



DOI: 10.15828/2075-8545-2019-11-1-31-41

UDC 622.276.64

Experimental research of the impact of filtration processes on the dispersity of emulsion systems with nanoparticles

Authors:

Vitaly V. Sergeev,

Head of Innovations, VI-ENERGY LLC, Skolkovo Foundation, Moscow, Russia, sergeev@vi-energy.ru;

Konstantin G. Russkikh,

Head of Preparatory Work and Core Storage RN-BashNIPIneft LLC, Ufa, Bashkortostan Republic, Russia, russkihkg@bashneft.ru;

Yury V. Zeigman,

Head of Oil-Gas Fields Development Department, Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Bashkortostan Republic, Russia, jvzeigman@gmail.com;

Ravil N. Yakubov,

Associate Professor, Oil-Gas Fields Development Department, Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Bashkortostan Republic, Russia, rnyakubov@gmail.com

Abstract: Hydrocarbon based emulsions are actively used as technological fluids in the processes of oil and gas wells construction, drilling-in, workover, and in the improved oil recovery methods such as intensification of oil production, water shut-off and others [1, 2]. However, the area of effective application of emulsion compositions is determined by their physical properties. Classical hydrocarbon emulsions have low thermal stability and lose aggregative stability in reservoir conditions, due to the coalescence of globules of the dispersed phase, which leads to a decrease in the technological efficiency of their use in high-temperature formations.

The authors of the article propose a modification of the emulsion system by the addition of silicon dioxide (SiO_2) nanoparticles in order to improve its properties. Previously, the results of experimental studies of thermal stability, which revealed the advantages of modified emulsion system with nanoparticles over classical emulsions were presented. [3]. The comparative analysis of the results of laboratory studies on the emulsion system with nanoparticles dispersity after filtration in porous media using optical microscopy is presented in article. Based on the analysis it was revealed that after filtration in natural rock cores the dispersity of the emulsion system with nanoparticles increased, and that phenomenon might be described by absence of the coalescence in the emulsion, and globules breakdown to smaller size during filtration through the porous media of rock cores from Abdulovskoe and Yugomashevskoe oil-gas fields.

Keywords: nanoparticles, silicon dioxide, emulsion system, reservoir stimulation, oil production, selective treatment.

For citation: Sergeev V. V., Russkikh K.G., Zeigman Y.V., Yakubov R. N. Experimental research of the impact of filtration processes on the dispersity of emulsion systems with nanoparticles. Nanotekhnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2019, Vol. 11, no.1, pp. 31–41. DOI: 10.15828/2075-8545-2019-11-1-31-41.

Machine-readable information on CC-licenses (HTML-code) in metadata of the paper

 Experimental research of the impact of filtration processes on the dispersity of emulsion systems with nanoparticles by <a xmlns:cc="http://creativecommons.org/ns#" href="Nanotekhnologii_v_stroitel'stve_Nanotechnologies_in_Construction_2019_Vol_11_no_1_pp_31-41_DOI_10.15828_2075-8545-2019-11-1-31-41" property="cc:attributionName" rel="cc:attributionURL">Sergeev V. V., Russkikh K.G., Zeigman Y.V., Yakubov R. N. is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.
 Based on a work at <a xmlns:dct="http://purl.org/dc/terms/" href="http://nanobuild.ru/en_EN/nanobuild-1-2019/" rel="dct:source">http://nanobuild.ru/en_EN/nanobuild-1-2019.
 Permissions beyond the scope of this license may be available at <a xmlns:cc="http://creativecommons.org/ns#" href="sergeev@vi-energy.ru" rel="cc:morePermissions">sergeev@vi-energy.ru.

The paper has been received by editors: 05.10.2018.

The paper has been received by editors after peer-review: 12.11.2018.

The paper has been accepted for publication: 28.11.2018.

Исследование влияния процессов фильтрации на дисперсность эмульсионных систем с наночастицами

Авторы:

Сергеев Виталий Вячеславович,

директор по инновациям ООО «ВИ-ЭНЕРДЖИ», Фонд «Сколково», г. Москва, Россия, sergeev@vi-energy.ru;

Русских Константин Геннадьевич,

начальник отдела подготовительных работ и хранения керна ООО «РН-БашНИПИнефть»,
г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия, russkihkg@bashneft.ru;

Зейгман Юрий Вениаминович,

зав. каф. «Разработка и эксплуатация нефтяных и газонефтяных месторождений»
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»,
г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия, jvzeigman@gmail.com;

Якубов Равиль Наилевич,

доцент каф. «Разработка и эксплуатация нефтяных и газонефтяных месторождений»
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»,
г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия, rnyakubov@gmail.com.

Резюме: Углеводородные эмульсии активно применяются в качестве технологических жидкостей в процессах строительства, освоения, глушения нефтяных и газовых скважин, при проведении работ по интенсификации добычи нефти и ограничению притока воды [1, 2]. Однако область эффективного применения эмульсионных композиций определяется их физическими свойствами. Классические углеводородные эмульсии обладают невысокой термостабильностью и теряют агрегативную устойчивость в пластовых условиях, вследствие коалесценции глобул дисперсной фазы, что приводит к снижению технологической эффективности их применения в высокотемпературных пластиах.

Авторами статьи предлагается модификация эмульсионной системы добавлением наночастиц двуокиси кремния (ЭСН) с целью улучшения её свойств. Ранее были представлены результаты экспериментальных исследований термостабильности, выявившие преимущества модифицированных ЭСН перед классическими эмульсиями [3]. В статье анализируются результаты лабораторных исследований дисперсности ЭСН после фильтрации в пористых средах методом оптической микроскопии. На примере образцов горных пород Абдуловского и Юgomашевского месторождений выявлено увеличение дисперсности ЭСН, связанное с уменьшением диаметра глобул и отсутствием коалесценции в модифицированных эмульсионных системах после фильтрации в пористой среде.

Ключевые слова: наночастицы, двуокись кремния, эмульсионная система, интенсификация добычи нефти, селективная обработка.

Для цитирования: Сергеев В.В., Русских К.Г., Зейгман Ю.В., Якубов Р.Н. Исследование влияния процессов фильтрации на дисперсность эмульсионных систем с наночастицами // Нанотехнологии в строительстве. – 2019. – Том 11, № 1. – С. 31–41. – DOI: 10.15828/2075-8545-2019-11-1-31-41.

Machine-readable information on CC-licenses (HTML-code) in metadata of the paper

Experimental research of the impact of filtration processes on the dispersity of emulsion systems with nanoparticles by <a xmlns:cc="http://creativecommons.org/ns#" href="Nanotehnologii v stroitelstve = Nanotechnologies in Construction. 2019, Vol. 11, no.1, pp. 31–41. DOI: 10.15828/2075-8545-2019-11-1-31-41" property="cc:attributionName" rel="cc:attributionURL">Sergeev V. V., Russikh K. G., Zeigman Y. V., Yakubov R. N. is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.
Based on a work at <a xmlns:dct="http://purl.org/dc/terms/" href="http://nanobuild.ru/en_EN/nanobuild-1-2019/" rel="dct:source">http://nanobuild.ru/en_EN/nanobuild-1-2019/.
Permissions beyond the scope of this license may be available at <a xmlns:cc="http://creativecommons.org/ns#" href="http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode" rel="cc:morePermissions">sergeev@vi-energy.ru.

Статья поступила в редакцию: 05.10.2018.

Статья поступила в редакцию после рецензирования: 12.11.2018.

Статья принята к публикации: 28.11.2018.

INTRODUCTION

The article presents the results of laboratory research for studying the structure changes in dispersity of emulsion systems with SiO_2 nanoparticles after filtration in fractured-porous media of rock cores from Abdulovskoe and Yugomashevskoe oil-gas fields. Laboratory experiments were carried out on the core flooding system that allows to simulate the filtration of emulsion systems in rocks under reservoir thermobaric conditions of the relevant fields. The experiments were conducted on natural rock samples with preliminary modeled residual oil saturation (at least 20%) by displacing oil by the model of reservoir water. A method of optical microscopy was applied for comparative studying the structure changes in the dispersity of the emulsion systems. The size of globules of the emulsion system's dispersed phase were measured before and after filtration through the rock cores under reservoir conditions. The optical microscopy made it possible to register the unique phenomenon of the decreasing of the globules size with maintaining emulsion system stability, i.e. the coalescence did not occur and the emulsion became more stable.

Experimental procedure for studying the dispersity of emulsion systems with SiO_2 nanoparticles

At the stage of materials and process fluids preparation for conducting experiments, the preparation of two types of emulsion systems with SiO_2 nanoparticles (ESN) with a different ratio of components was carried out (Table 1). For each type of ESN, samples of cores with different filtration-capacitive characteristics were selected. A brief description of the filtration-capacitive characteristics of rock cores from Yugomashevskoe and Abdulovskoe oil-gas fields are given in Table 2. Preparation of core material for filtration experiments was carried out in accordance with OST 39-195-86 «Oil. Method for determining the coefficient of oil displacement of water in the laboratory».

When conducting filtration experiments, the reservoir conditions of the Bashkir stage of the Yugomashevsky and Tournaisian stage of the Abdulovsky oil-gas fields were modeled. An aqueous solution of CaCl_2 with a given density was used as a model of formation water. Brief characteristics of reservoir conditions are shown in Table 3.

Filtration experiments were performed on the PIK-OFP/EP software-measuring complex. Technical characteristics of the software-measuring complex and the

Table 1
Brief description of emulsion systems with SiO_2 nanoparticles

ESN Type	The content of SiO_2 nanoparticles, % vol.	Content of formation water model, % vol.
ESN-1	0,5	81,5
ESN-2	1,0	71

Table 2
Brief description of core material from the Yugomashevskoe and Abdulovskoe oil-gas fields

Sample number	Open porosity, %	Air permeability, $10^{-3} \mu\text{m}^2$	Length, см	Diameter, см
<i>Yugomashevskoe oilfield</i>				
1	11,2	14,0	3,2	2,7
<i>Abdulovskoe oilfield</i>				
2	10,3	8,5	3,0	2,7

Table 3
Brief description of reservoir conditions of the Yugomashevskoe and Abdulovskoe oil-gas fields

Oil-gas Field Name	Pressure, MPa	Temperature, °C	Formation Water	
			Viscosity, mPa·s	Density, kg/m³
Yugomashevskoe	8	22	1,29	1108
Abdulovskoe	8	27	1,38	1125

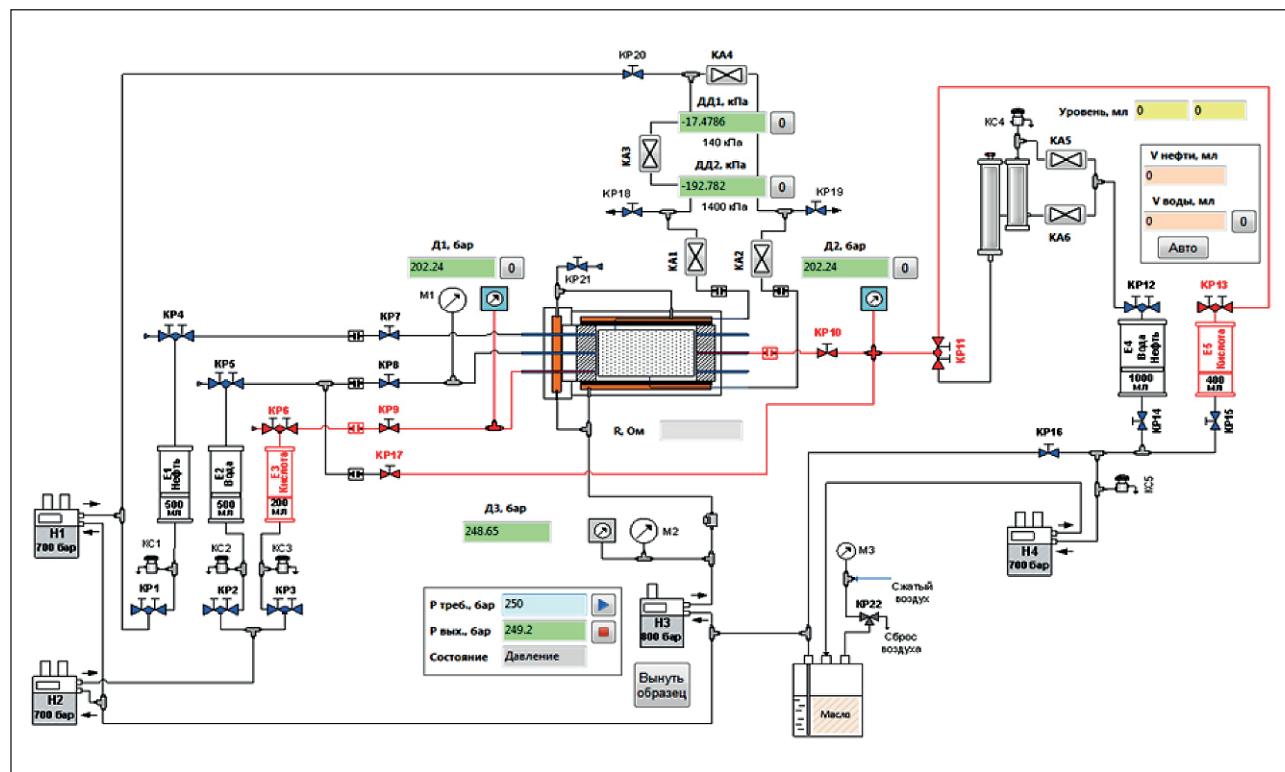


Fig. 1. Hydraulic scheme of the software-measuring complex PIK-OFP/EP

Table 4
Technical characteristics of the software-measuring complex PIK-OFP/EP

Parameter	Maximum value
Temperature of the oven, °C	150
Rock pressure, MPa	80
Pore pressure, MPa	70
Core diameter, mm	30
Core length, mm	150
Fluid flow, ml/min	10

hydraulic circuit of the installation are presented in table 4 and figure 1. The installation is adapted for pumping liquids in the forward and reverse directions.

Results of experiments for studying the dispersity of emulsion systems with SiO₂ nanoparticles

Experiment № 1

The object of the study was a sample of the ESN-1 emulsion system. A water-saturated sample of core material from the Bashkir stage of the Yugomashevsky field was used as a porous medium (sample № 1).

In the course of the experiment, the dispersity of the ESN-1 sample was evaluated before and after filtration through a predominantly water-saturated rock core sample. After the experiment, a comparative analysis of the obtained images was carried out with the determination of the sizes of the dispersed phase globules of ESN-1. The results of the experiment are presented in Figures 2 and 3.

The results of a comparative analysis of the dispersion of the emulsion system led to the conclusion that there is no coalescence of the globules in the ESN-1 sample after filtration through the rock core. Filtration of the ESN-1 through the rock core led to a decrease in the size of the globules of the dispersed phase, from an average of 5 to 3 μm.

Experiment № 2

The object of the study was a sample of the ESN-2 emulsion system. As a porous medium, a water-saturated sample of rock core from the Tournaisian stage of the Abdulovskoe oil-gas field was used (sample № 2).

During the experiment, the dispersity of the ESN-2 emulsion system was evaluated before and after filtration through the predominantly water-saturated sample of the rock core. After the experiment, a comparative analysis of the obtained images was carried out with the determination of the sizes of dispersed phase globules of the ESN-2. The results of the experiment are presented in Figures 4 and 5.

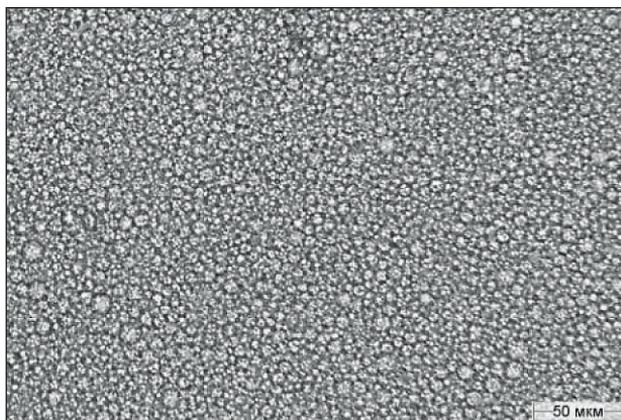


Fig. 2. Structure of ESN-1 before filtration through the water-saturated core of the Bashkir stage of the Yugomashevskoe oil-gas field

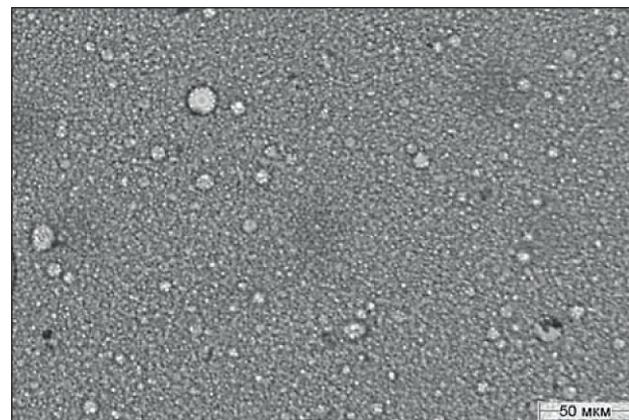


Fig. 3. Structure of ESN-1 after filtration through the water-saturated core of the Bashkir stage of the Yugomashevskoe oil-gas field

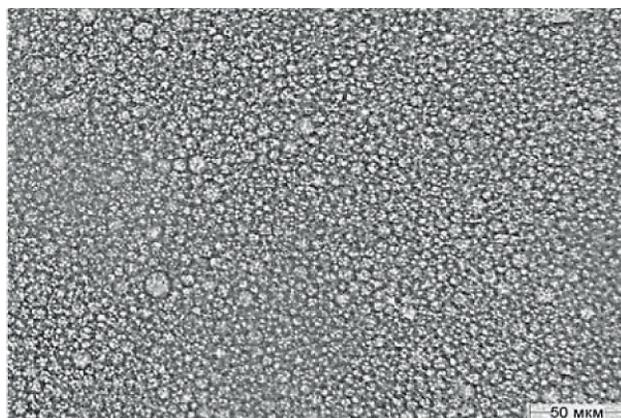


Fig. 4. Structure of ESN-2 before filtration through the water-saturated rock core of the Tournaisian stage of the Abdulovskoe oil-gas field

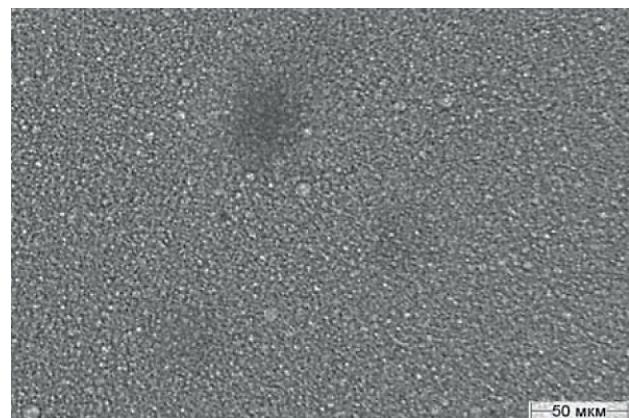


Fig. 5. Structure of ESN-2 after filtration through the water-saturated rock core of the Tournaisian stage of the Abdulovskoe oil-gas field

The results of the comparative analysis of the emulsion system dispersity allow to conclude that there is no coalescence of the globules in the ESN-2 sample after filtration through the core. Filtration of ESN-2 through the core led to a decrease in the size of the globules of the dispersed phase in average from 7 to 1 μm, i.e. to increase the dispersity of the system.

CONCLUSION

The results of the set of filtration and optical experiments showed that the filtration of the emulsion systems with nanoparticles in fractured-porous media of rock cores with a permeability of $8,0-14,0 \text{ } 10^{-3} \mu\text{m}$ does not lead to the coalescence and destruction of emulsion, unlike classical hydrocarbon-based emulsions.

According to the results of comparative analysis, it was determined that after filtration the dispersity of the emulsion systems with nanoparticles increases, i.e. during the emulsion systems with nanoparticles filtration process in porous media of natural rock cores the average size of the dispersed phase globules decreases from 5–7 to 1–3 μm, which make a positive impact on the dispersity of emulsion, and lead to high stability of the system.

The changes in the dispersity of emulsion systems modified with SiO_2 nanoparticles identified as a result of the set of experiments allow us to expand the area of effective application of hydrocarbon emulsions in the development of oil and gas fields, including the use of new innovative emulsion systems in high-temperature formations, as well as in technologies for intensification of oil production and enhanced oil recovery.

ВВЕДЕНИЕ

На протяжении десятилетий классические углеводородные эмульсии прямого или обратного типа эффективно применяются в процессах строительства и глушения нефтяных и газовых скважин за счет конкурентных преимуществ в достижении требуемого технологического эффекта и выполнении условий по рациональному использованию и охране недр.

Но, несмотря на ряд преимуществ, применение классических углеводородных эмульсий ограничено ввиду их низкой стабильности в пластовых термобарических условиях и коалесценции глобул дисперсной фазы в процессах фильтрации в пористых средах пород [1..2]. Указанные недостатки имеют определяющее значение для применения классических углеводородных эмульсий, особенно на месторождениях с пластовыми температурами более 50°C [3..5]. Это препятствует применению классических углеводородных эмульсий в высокотемпературных пластах, а также сдерживает широкое внедрение в таких задачах разработки нефтегазовых месторождений, как интенсификация добычи нефти и увеличение нефтеотдачи пластов [6..9].

Высокий потенциал эффективного применения углеводородных эмульсий требует проведения целенаправленных лабораторных исследований по адаптации составов и свойств эмульсионных систем, технологий их применения в скважинах с целью повышения эффективности процессов разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений [10..19].

В статье представлены результаты исследований дисперсности эмульсионных систем с наночасти-

цами SiO_2 после фильтрации в трещинно-пористых средах на примере кернов горных пород Юgomашевского и Абдуловского нефтегазовых месторождений. В рамках исследований были проведены лабораторные эксперименты, моделирующие фильтрацию эмульсий в горных породах при пластовых термобарических условиях соответствующих месторождений, с измерением размеров глобул дисперсной фазы эмульсии до и после фильтрации методом оптической микроскопии. Оптическая микроскопия позволила оценить изменения дисперсности эмульсионных систем с наночастицами SiO_2 до и после фильтрации. Исследования проводились на естественных образцах горных пород с предварительным моделированием остаточной нефтенасыщенности (не менее 20%) вытеснением нефти моделью пластовой воды.

Методика проведения экспериментов по исследованию стабильности эмульсионных систем с наночастицами SiO_2

На этапе подготовки материалов и технологических жидкостей к проведению экспериментов проводили приготовление двух типов эмульсионных систем с наночастицами SiO_2 (ЭСН) с различным соотношением компонентов (табл. 1). Под каждый тип ЭСН производили подбор образцов кернов с различными фильтрационно-емкостными характеристиками. Краткая характеристика фильтрационно-емкостных параметров кернов горных пород Юgomашевского и Абдуловского нефтегазовых месторождений приведена в табл. 2. Подготовку кернового материала к фильтрационным экспериментам

Таблица 1

Краткая характеристика эмульсионных систем с наночастицами SiO_2

Тип ЭСН	Содержание наночастиц двуокиси кремния, % об.	Содержание модели пластовой воды, % об.
ЭСН-1	0,5	81,5
ЭСН-2	1,0	71

Таблица 2

Краткая характеристика кернового материала Юgomашевского и Абдуловского нефтегазовых месторождений

Условный номер образца	Открытая пористость, %	Проницаемость по воздуху, 10^{-3} мкм^2	Длина, см	Диаметр, см
<i>Югомашевское месторождение</i>				
1	11,2	14,0	3,2	2,7
<i>Абдуловское месторождение</i>				
2	10,3	8,5	3,0	2,7

Таблица 3

Краткая характеристика пластовых условий Югомашевского и Абдуловского нефтегазовых месторождений

Месторождение	Давление, МПа	Температура, °C	Пластовая вода	
			Вязкость, мПа·с	Плотность, кг/м ³
Югомашевское	8	22	1,29	1108
Абдуловское	8	27	1,38	1125

проводили в соответствии с ОСТ 39-195-86 «Нефть. Метод определения коэффициента вытеснения нефти водой в лабораторных условиях».

При проведении фильтрационных экспериментов моделировались пластовые условия башкирского яруса Югомашевского и турнейского яруса Абдуловского нефтегазовых месторождений. В качестве модели пластовой воды использовали водный раствор CaCl_2 с заданной плотностью. Краткая характеристика пластовых условий приведена в табл. 3.

Фильтрационные эксперименты выполнялись на программно-измерительном комплексе ПИК-ОФП/ЭП. Технические характеристики программно-измерительного комплекса и гидравлическая схема установки представлены в табл. 4 и на рис. 1. Установка адаптирована под закачку жидкостей в прямом и обратном направлениях.

Таблица 4

Технические характеристики программно-измерительного комплекса ПИК-ОФП/ЭП

Параметр	Максимальное значение
Температура термошкафа, °C	150
Горное давление, МПа	80
Поровое давление, МПа	70
Диаметр керна, мм	30
Длина керна, мм	150
Расход жидкости, мл/мин	10

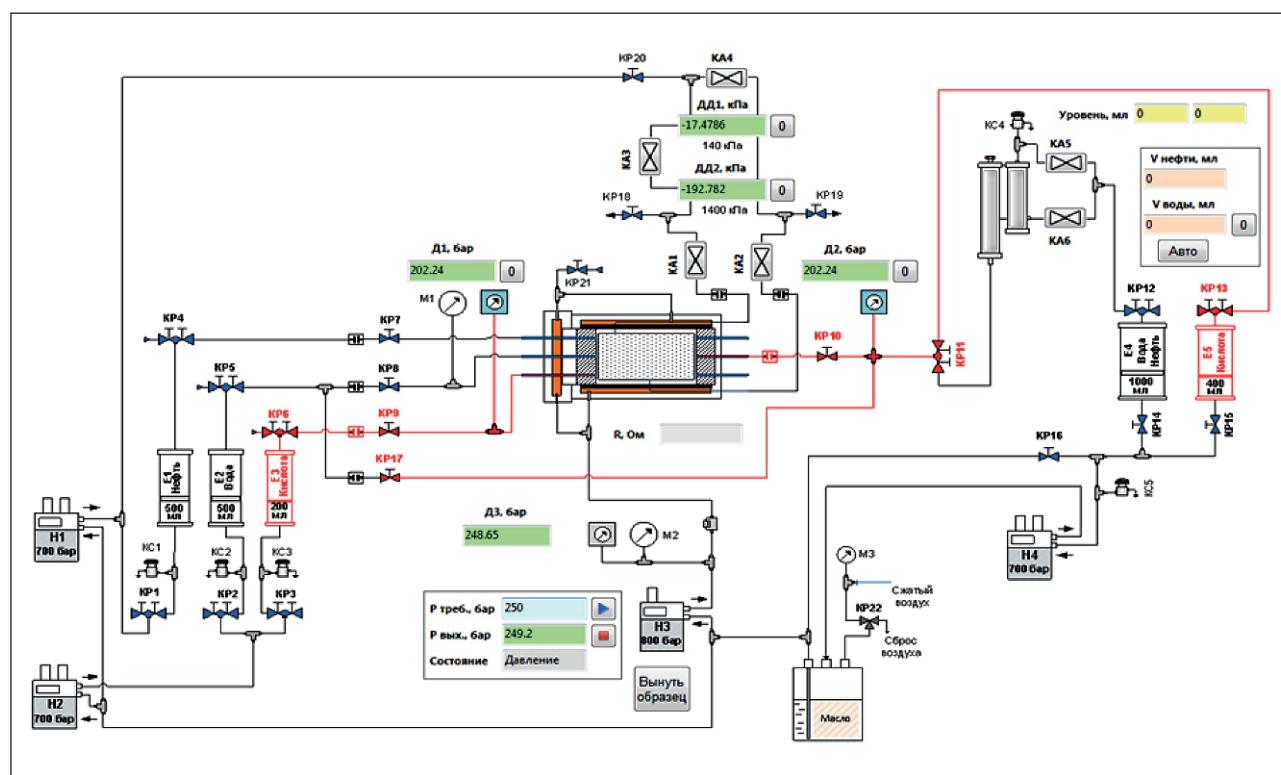


Рис. 1. Гидравлическая схема программно-измерительного комплекса ПИК-ОФП/ЭП

Результаты экспериментов по исследованию стабильности эмульсионных систем с наночастицами SiO₂

Эксперимент № 1

Объектом исследования являлся образец эмульсионной системы ЭСН-1. В качестве пористой среды использовался водонасыщенный образец кернового материала башкирского яруса Югомашевского месторождения (образец № 1).

В ходе эксперимента производилась оценка дисперсности образца ЭСН-1 до и после фильтрации через преимущественно водонасыщенный образец. После эксперимента производили сравнительный анализ полученных изображений с определением размеров глобул дисперсной фазы ЭСН-1. Результаты эксперимента представлены на рис. 2 и 3.

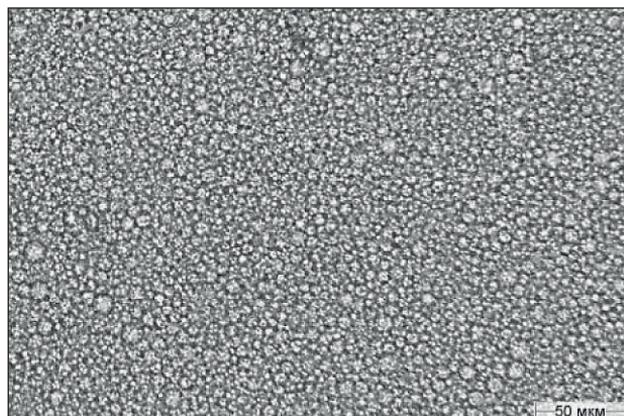


Рис. 2. Структура ЭСН-1 до фильтрации через водонасыщенный керн башкирского яруса Югомашевского месторождения

Результаты сравнительного анализа дисперсности эмульсионной системы позволили сделать вывод об отсутствии коалесценции глобул в образце ЭСН-1 после фильтрации через керн. Фильтрация ЭСН-1 через керн привела к уменьшению размеров глобул дисперсной фазы в среднем с 5 до 3 мкм.

Эксперимент №2

Объектом исследования являлся образец эмульсионной системы ЭСН-2. В качестве пористой среды использовался водонасыщенный образец пород турнейского яруса Абдуловского месторождения (образец № 2).

В ходе эксперимента производилась оценка дисперсности эмульсионной системы ЭСН-2 до и после фильтрации через преимущественно водонасыщенный образец. После эксперимента производили

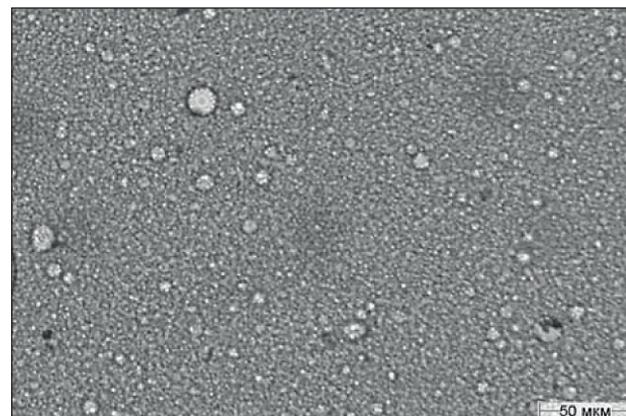


Рис. 3. Структура ЭСН-1 после фильтрации через водонасыщенный керн башкирского яруса Югомашевского месторождения

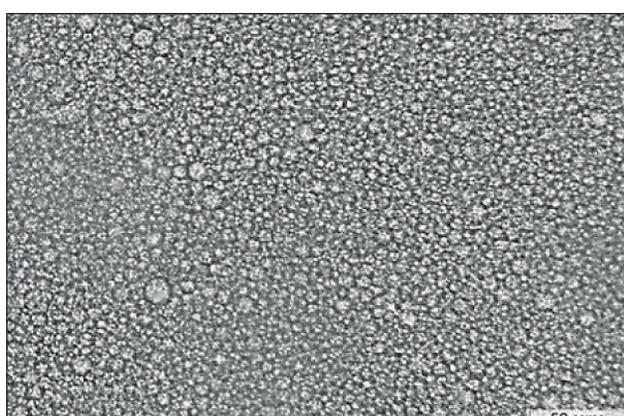


Рис. 4. Структура ЭСН-2 до фильтрации через водонасыщенный керн турнейского яруса Абдуловского месторождения

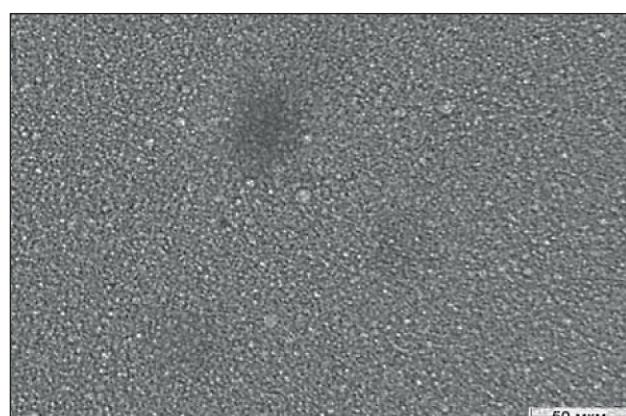


Рис. 5. Структура ЭСН-2 после фильтрации через водонасыщенный керн турнейского яруса Абдуловского месторождения

сравнительный анализ полученных изображений с определением размеров глобул дисперской фазы ЭСН-2. Результаты эксперимента представлены на рис. 4 и 5.

Результаты сравнительного анализа дисперсности эмульсионной системы позволили сделать вывод об отсутствии коалесценции глобул в образце ЭСН-2 после фильтрации через керн. Фильтрация ЭСН-2 через керн привела к уменьшению размеров глобул дисперской фазы в среднем с 7 до 1 мкм, т.е. к увеличению дисперсности и стабильности эмульсионной системы.

ВЫВОДЫ

Результаты проведенного комплекса фильтрационных и оптических экспериментов показали, что фильтрация в трещино-пористых средах горных пород с проницаемостью $8,0\text{--}14,0 \cdot 10^{-3}$ мкм² не при-

водит к разрушению эмульсионных систем, модифицированных наночастицами SiO₂, в отличие от классических углеводородных эмульсий. По результатам сравнительного анализа определено, что после фильтрации в кернах горных пород дисперсность ЭСН увеличивается, т.е. в процессе фильтрации эмульсионных систем с наночастицами SiO₂ в пористых средах средний размер глобул дисперской фазы уменьшается с 5–7 до 1–3 мкм, что положительно влияет на стабильность эмульсионных систем.

Выявленные в результате комплекса экспериментов особенности изменения дисперсности эмульсионных систем, модифицированных наночастицами SiO₂, позволяют расширить область эффективного применения водонефтяных эмульсий в процессах разработки нефтегазовых месторождений, в том числе для применения в высокотемпературных пластах, а также в технологиях интенсификации добычи нефти и увеличения нефтеотдачи пластов.

REFERENCES

1. Orlov G.A., Candice M.Sh., Gluschenko V.N. Primenenie obratnyh emul'sij v neftebyache [The use of invert-emulsions in oil production]. Moscow, Nedra, 1991. 224 p. (In Russian).
2. Gluschenko V.N., Orlov G.A., Musabirov M.Kh. Issledovanie fil'tracii obratnyh emul'sij, stabilizirovannyh EHS-2 [Study of filtration of invert-emulsions stabilized by ES-2]. Neftyanaya i gazovaya promyshlennost [Oil and Gas Industry]. 1987. № 2. p. 40–42. (In Russian).
3. Zeigman Yu.V., Belenkova N.G., Sergeev V.V. Experimental research of stability of emulsion systems with SiO₂ nanoparticles. Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2017, Vol. 9, no. 5, pp. 36–52. DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2017-9-5-36-52. (In Russian).
4. Zeigman Y.V., Mukhametshin V.Sh., Sergeev V.V., Kinzyabaev F.S. Experimental study of viscosity properties of emulsion system with SiO₂ nanoparticles. Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2017, Vol. 9, no. 2, pp. 16–38. DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2017-9-2-16-38. (In Russian).
5. Sergeev V.V., Belenkova N.G., Zeigman Yu.V., Mukhametshin V.Sh. Physical properties of emulsion systems with SiO₂ nanoparticles. Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. – 2017, – Vol 9, No 6. – pp. 37–64. – DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2017-9-6-37-64. (In Russian).
6. Zeigman Y.V., Sergeev V.V., Ayupov R. R. Classification of physicochemical methods for reservoir stimulation by a mechanism of impact on formation system. Geology, geophysics and development of oil and gas fields. 2017 №1. p. 50–53. (In Russian).
7. Sivira, D. J., Kim, H., James, L. A., Johansen, T. E, and Zhang, Y. The Effectiveness of Silicon Dioxide SiO₂ Nanoparticle as an Enhanced Oil Recovery Agent in Ben Nevis Formation, Hebron Field, Offshore Eastern Canada. Presented at Abu Dhabi International Petroleum Exhibition & Conference, Abu Dhabi, UAE, November 2016. SPE-183546-MS.
8. Braccalenti, E., Del Gaudio, L., Belloni, A., Albonico, P., Radaelli, E., & Bartosek, M. May 2017. Enhancing Oil Recovery With Nanoemulsion Flooding. Offshore Mediterranean Conference.
9. Jacobs, T. Industry and Academia Continue Working on Big Ideas for Nanotechnology. Society of Petroleum Engineers, January 2017. doi:10.2118/0117-0034-JPT.
10. San J., Wang S., Yu J., Liu N., & Lee R. Nanoparticle-Stabilized Carbon Dioxide Foam Used In Enhanced Oil Recovery: Effect of Different Ions and Temperatures. Society of Petroleum Engineers, February 2017. doi:10.2118/179628-PA.
11. Kim I., Worthen A.J., Lotfollahi M., Johnston K.P., DiCarlo D.A., & Huh C. Nanoparticle-Stabilized Emulsions for Improved Mobility Control for Adverse-mobility Waterflooding. Society of Petroleum Engineers, April 2016. doi:10.2118/179644-MS.
12. Sergeev V., Imangaliyev B., Ayupov R. Intensification of Oil Production Based on Invert-Emulsion with SiO₂ Nanoparticles and Gelled Acid. Society of Petroleum Engineers, October 2016. doi:10.2118/182039-MS.
13. D. Luo, F. Wang, J. Zhu, F. Cao, Y. Liu, X. Li, et al. Nanofluid of graphene-based amphiphilic Janus nanosheets for tertiary or enhanced oil recovery: high performance at low concentration, in: Proceedings of the National Academy of Sciences, 2016, 201608135.

14. Patel, A., Nihalani, D., Mankad, D., Patel, D. et. al. Evaluating Feasibility of Hydrophilic Silica Nanoparticles for In-Situ Emulsion Formation in Presence of Co-Surfactant: An Experimental Study. Society of Petroleum Engineers, June 2017. doi:10.2118/188141-MS.
15. Sergeev V.V., & Kinzyabaev F.S. Improved Oil Recovery Technology Based on Emulsion with SiO_2 Nanoparticles and Gelled Acid. International Petroleum Technology Conference. November 2016. doi:10.2523/IPTC-18947-MS.
16. Sergeev V.V., Zeigman Yu.V. & Kinzyabaev F.S., Water-blocking Solution Based on Emulsion with SiO_2 Nanoparticles Content for Reservoir Stimulation Technologies. EAGE, IOR 2017 – 19th European Symposium on Improved Oil Recovery, April 2017. doi: 10.3997/2214-4609.201700291.
17. Ponmani S., Nagarajan R., & Sangwai J.S. Effect of Nanofluids of CuO and ZnO in Polyethylene Glycol and Polyvinylpyrrolidone on the Thermal, Electrical, and Filtration-Loss Properties of Water-Based Drilling Fluids. Society of Petroleum Engineers, April 2016. doi:10.2118/178919-PA.
18. Zoppe J.O., Venditti R.A., Rojas O.J. Pickering emulsions stabilized by cellulose nanocrystals grafted with thermos-responsive polymer brushes, Journal of Colloid and Interface Science 369 (1), 2012. 202-209.
19. Kim I., Worthen A., Johnston K., DiCarlo D., Huh C. Size-dependent properties of silica nanoparticles for Pickering stabilization of emulsions and foams, Journal of Nanoparticle Research 18 (4), 2016. 1-12.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Орлов Г.А. Применение обратных эмульсий в нефтедобыче / Г.А. Орлов, М.Ш. Кендис, В.Н. Глущенко. М.: Недра, 1991. – 224 с.
2. Глущенко В.Н., Орлов Г.А., Мусабиров М.Х. Исследование фильтрации обратных эмульсий, стабилизированных ЭС-2 // Нефт. и газ. пром-сть. – 1987. – № 2. – С. 40–42.
3. Зейгман Ю.В., Беленкова Н.Г., Сергеев В.В. Экспериментальное исследование стабильности эмульсионных систем с содержанием наночастиц SiO_2 // Нанотехнологии в строительстве. – 2017. – Том 9, № 5. – С. 36–52. – DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2017-9-5-36-52.
4. Зейгман Ю.В., Мухаметшин В.Ш., Сергеев В.В., Кинзыбаев Ф.С. Экспериментальное исследование вязкостных свойств эмульсионных систем с содержанием наночастиц SiO_2 // Нанотехнологии в строительстве. – 2017. – Том 9, № 2. – С. 16–38. – DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2017-9-2-16-38.
5. Сергеев В.В., Беленкова Н.Г., Зейгман Ю.В., Мухаметшин В.Ш. Физические свойства эмульсионных систем с содержанием наночастиц SiO_2 // Нанотехнологии в строительстве. – 2017. – Том 9, № 6. – С. 37–64. – DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2017-9-6-37-64.
6. Зейгман Ю.В., Сергеев В.В., Аюпов Р.Р. Классификация физико-химических методов интенсификации добычи нефти по механизму воздействия на пластовую систему // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2017. – №1. – С. 50–53.
7. Sivira D.J., Kim H., James L.A., Johansen T.E, and Zhang Y. The Effectiveness of Silicon Dioxide SiO_2 Nanoparticle as an Enhanced Oil Recovery Agent in Ben Nevis Formation, Hebron Field, Offshore Eastern Canada. Presented at Abu Dhabi International Petroleum Exhibition & Conference, Abu Dhabi, UAE, November 2016. SPE-183546-MS.
8. Braccaletti E., Del Gaudio L., Belloni A., Albonico P., Radaelli E., & Bartosek M. May 2017. Enhancing Oil Recovery With Nanoemulsion Flooding. Offshore Mediterranean Conference.
9. Jacobs T. Industry and Academia Continue Working on Big Ideas for Nanotechnology. Society of Petroleum Engineers, January 2017. doi:10.2118/0117-0034-JPT.
10. San J., Wang S., Yu J., Liu N., & Lee R. Nanoparticle-Stabilized Carbon Dioxide Foam Used In Enhanced Oil Recovery: Effect of Different Ions and Temperatures. Society of Petroleum Engineers, February 2017. doi:10.2118/179628-PA.
11. Kim I., Worthen A.J., Lotfollahi M., Johnston K.P., DiCarlo D.A., & Huh C. Nanoparticle-Stabilized Emulsions for Improved Mobility Control for Adverse-mobility Waterflooding. Society of Petroleum Engineers, April 2016. doi:10.2118/179644-MS.
12. Sergeev V., Imangaliyev B., Ayupov R. Intensification of Oil Production Based on Invert-Emulsion with SiO_2 Nanoparticles and Gelled Acid. Society of Petroleum Engineers, October 2016. doi:10.2118/182039-MS.
13. D. Luo, F. Wang, J. Zhu, F. Cao, Y. Liu, X. Li, et al. Nanofluid of graphene-based amphiphilic Janus nanosheets for tertiary or enhanced oil recovery: high performance at low concentration, in: Proceedings of the National Academy of Sciences, 2016, 201608135.
14. Patel A., Nihalani D., Mankad D., Patel D. et. al. Evaluating Feasibility of Hydrophilic Silica Nanoparticles for In-Situ Emulsion Formation in Presence of Co-Surfactant: An Experimental Study. Society of Petroleum Engineers, June 2017. doi:10.2118/188141-MS.
15. Sergeev V.V., & Kinzyabaev F.S. Improved Oil Recovery Technology Based on Emulsion with SiO_2 Nanoparticles and Gelled Acid. International Petroleum Technology Conference. November 2016. doi:10.2523/IPTC-18947-MS.
16. Sergeev V.V., Zeigman Yu.V. & Kinzyabaev F.S., Water-blocking Solution Based on Emulsion with SiO_2 Nanoparticles Content for Reservoir Stimulation Technologies. EAGE, IOR 2017 – 19th European Symposium on Improved Oil Recovery, April 2017. doi: 10.3997/2214-4609.201700291.

17. Ponmani, S., Nagarajan, R., & Sangwai, J. S. Effect of Nanofluids of CuO and ZnO in Polyethylene Glycol and Polyvinylpyrrolidone on the Thermal, Electrical, and Filtration-Loss Properties of Water-Based Drilling Fluids. Society of Petroleum Engineers, April 2016. doi:10.2118/178919-PA.
18. Zoppe, J.O., Venditti, R.A., Rojas, O.J. Pickering emulsions stabilized by cellulose nanocrystals grafted with thermos-responsive polymer brushes, Journal of Colloid and Interface Science 369 (1), 2012. 202-209.
19. Kim, I., Worthen, A., Johnston, K., DiCarlo, D., Huh, C. Size-dependent properties of silica nanoparticles for Pickering stabilization of emulsions and foams, Journal of Nanoparticle Research 18 (4), 2016. 1-12.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Vitaly V. Sergeev, Ph.D. in Petroleum Engineering, Head of innovations, VI-ENERGY LLC, Skolkovo Foundation, Nobel st., 7, POB 119, Skolkovo Innovation Center, Moscow, Russia, 121205, sergeev@vi-energy.ru;

Konstantin G. Russkikh, Head of preparatory work and core storage RN-BashNIPIneft LLC, Lenin st., 86/1, Ufa, Resp. Bashkortostan, Russia, 450006, russkihkg@bashneft.ru;

Yury V. Zeigman, Doctor of science, Professor, Head of oil-gas fields development department, Ufa State Petroleum Technological University, Kosmonavtov st., 1, Ufa, Bashkortostan Republic, Russia, 450062, jvzeigman@gmail.com;

Ravil N. Yakubov, Ph.D. in Petroleum Engineering, associate professor, oil-gas fields development department, Ufa State Petroleum Technological University, Kosmonavtov st., 1, Ufa, Bashkortostan Republic, Russia, 450062, rnyakubov@gmail.com

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Сергеев Виталий Вячеславович, канд. техн. наук, директор по инновациям ООО «ВИ-ЭНЕРДЖИ», Фонд «Сколково», ул. Нобеля, д. 7, а/я 119, территория ИЦ «Сколково», г. Москва, Россия, 121205, sergeev@vi-energy.ru;

Русских Константин Геннадьевич, начальник отдела подготовительных работ и хранения керна ООО «РН-БашНИПИнефть», ул. Ленина, 86/1, Уфа, Респ. Башкортостан, Россия, 450006, russkihkg@bashneft.ru;

Зейгман Юрий Вениаминович, д-р техн. наук, проф., зав. каф. «Разработка и эксплуатация нефтяных и газонефтяных месторождений», ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», ул. Космонавтов, д. 1, г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия, 450062, jvzeigman@gmail.com;

Якубов Равиль Наилевич, канд. техн. наук, доцент каф. «Разработка и эксплуатация нефтяных и газонефтяных месторождений», ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», ул. Космонавтов, д. 1, г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия, 450062, rnyakubov@gmail.com

CONTACTS / КОНТАКТЫ

e-mail: sergeev@vi-energy.ru



WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY IS ONE OF THE LEADING CHINESE UNIVERSITIES

About Wuhan University of Technology

Wuhan University of Technology (hereafter referred to as WUT) was merged on May 27th 2000, from the former Wuhan University of Technology (established in 1948), Wuhan Transportation University (established in 1946) and Wuhan Automotive Polytechnic University (established in 1958). WUT is one of the leading Chinese universities under the direct administration of the Ministry of Education and one of the universities in the country's construction plan of world-class universities and first-class disciplines. WUT is also jointly constructed by the Ministry of Education, the Ministry of Transport, the State Oceanic Administration and the State Administration of Science, Technology and Industry for National Defense. In the past 70 years, WUT has fostered over 500.000 engineers and technicians, maintaining itself the largest scale university under the direct administration of the Ministry of Education for nurturing talents oriented in the three industrial sectors: building materials industry, transportation industry and automobile industry and retaining itself an important base of nurturing high-level talents for the three indus-

trial sectors as well as providing significant scientific and technological achievements.

With the practice of long-term student's education, WUT has formed educational ideology system with distinctive characteristics: focusing on the lofty ideal of building an excellent university to win a worldwide recognition and admiration, the University has forged the spirit of «Sound in Morality, Broad in Learning and Pursuing Excellence», promoted the guiding principle of «take the students cultivation as our essence, and take academic development as our priority», and exercised the educational concept of «implementing excellent education, nurturing excellent talents and creating an excellent life». WUT is committed to building an excellent university that provides an excellent education to lead our students to a fulfilled life with excellent pursuit and excellent capability.

The University has three main campuses, namely, the Mafangshan Campus, the Yujiatou Campus and the South Lake Campus, with a total occupying land area of 267 hectares. Currently, WUT has 5.508 staff members, including 3.282 full-time academic staff members, 1 academician of China Academy of Science, 3 aca-



demicians of China Academy of Engineering, 1 foreign member of the Russian Academy of Engineering, 1 member of European Academy of Sciences, 1 fellow of Australian Academy of Technological Sciences and Engineering and 1 member of World Academy of Ceramics. Besides, the University has held public global recruitment of 30 world-renowned professors to be its «Strategic Scientists» in the area of Materials Science & Engineering, Mechanical Engineering, Information Technology and Naval Architecture & Ocean Engineering. WUT owns a great number of academic staff members listed in national high-level talents programs, with 28 of them listed in the Recruitment Program of Global Experts»(known as »the Thousand Talents Plan»), 6 listed in «Ten Thousand Talents Program», 14 listed in «Cheung Kong Scholars Program», 7 listed in «The National Science Fund for Distinguished Young Scholars», 3 listed in «National Renowned Teachers» and 11 listed in «The New Century National Hundred, Thousand and Ten Thousand Talent Project».

The University owns 24 academic schools, 4 State Key Laboratories, 8 State key Disciplines, 77 Doctoral programs, 226 Master's programs as well as 90 Bachelor's programs. The University has 54,986 students, including 36,452 undergraduates, 17,224 postgraduates (Master and PhD students), and 1,310 international students. Besides, Material Science, Engineering Science and Chemistry rank the top 5% in ESI (Essential Science Indicators) global discipline ranking list.

WUT owns 34 innovative research centers with international leading level including two State Key Laboratories, one State Engineering Laboratory, one National Engineering Research Center and ministerial or provincial level laboratories in the areas of new materials and build-

ing materials, transportation and logistics, mechatronics and automobile, information technology, new energy, resources and environmental technology as well as Public Safety and Emergency Management. Meanwhile, the University has established about 230 Joint Research Centers with local governments and enterprises. From 2010, WUT has obtained 14 National Science and Technology Awards, ranking in the forefront of Chinese higher education institutions.

WUT has established cooperative relations for students exchange and scientific research with more than 190 foreign universities and research institutions from USA, UK, Japan, France, Australia, Russia and the Netherlands, etc. and invited over 300 international famous scholars to be strategic scientist, guest professors or honorary professors. From 2007, WUT was authorized to establish 5 Bases of Foreign Outstanding Expertise-Introduction for Disciplines Innovation in China Leading Universities in Advanced Technology for Materials Synthesis and Processing, Advanced Technology for High Performance Ship, Advanced Technology for Functional Film Materials Fabrication and Its Application in Engineering, Key Technology for New Energy Vehicles and Environmental-friendly Building Materials. As well, the International Joint Laboratory of Advanced Technology for Materials Synthesis and Processing, the Base of International Science and Technology Cooperation in Environmental-friendly Building Materials, the base of International Science and Technology Cooperation on Smart Shipping and Maritime Safety. From 2009, WUT has established 14 International Joint Research Centers with internationally renowned institutions from USA, UK, Italy and the Netherlands, including

the «WUT-UM Joint New Energy Material and Conversion Technology Key Laboratory» with the University of Michigan, the «WUT-UoS High Performance Ship Technology Joint Center» with the University of Southampton and the «Joint Research Center for Intelligent Ship and Traffic» with Delft University of Technology. In 2016, an international college initiative – the UWTSD Wuhan Ligong College was established in Swansea in partnership with the University of Wales Trinity Saint David, UK.

In 2017, the University was listed in *Times Higher Education World University Rankings*, *QS Asia University Rankings*, *U.S. News Best Global Universities Rankings* and *ShanghaiRanking's Academic Ranking of World Universities*.

Overview of the International School of Materials Science and Engineering

Driven by the great demand for national higher education reformation, the International School of Materials Science and Engineering (hereafter referred to as ISMSE), Wuhan University of Technology (hereafter referred to as WUT) is aimed to build the top-notch innovative talent training base and knowledge innovation centre of Materials Science and Engineering.

WUT is one of the leading Chinese universities under the direct administration of the Ministry of Education and one of the universities constructed in priority by the «State 211 Project» for Chinese higher education institutions.

Since 1996, WUT has implemented the talent cultivation system reforms through setting up pilot classes, including international cultivation programs, under-

graduate-Master program and undergraduate-PhD. program. In April 2014, ISMSE was founded and approved by the Hubei Provincial Department of Education. In June 2015, ISMSE was selected into the list of the «Network of International Centers for Education» supported by the Ministry of Education of P. R. China and the State Administration of Foreign Experts Affairs. ISMSE is devoted to building the world-leading MSE discipline through optimization of a high-level research and teaching team and establishment of an innovative talents training system, thereby to support the development of materials industry as a technology platform as well as a talent pool.

WUT's Discipline «Material Science and Engineering» enters Top 2% in the Fourth China Discipline Ranking

China Academic Degrees & Graduate Education Development Center (CDGDC) has recently announced the results of the Fourth China Discipline Ranking, with WUT's Discipline «Material Science and Engineering» listed at the highest level: Level A+ (3 universities listed in all, ranking Top 2% in China).

Among the evaluated disciplines, four disciplines of WUT including Mechanical Engineering, Transportation Engineering, Design Science and Marxist Theory are listed at the Level B+ (ranking top 10%–20%), and six disciplines are listed at the Level B (ranking top 20%–30%), including Applied Economics, Civil Engineering, Information and Communication Engineering, Computer Science and Technology, Environmental Science and Engineering and Management Science and Engineering.





Compared with the former three China Discipline rankings, the discipline rankings of WUT has witnessed a substantial improvement, with the discipline of Top 2% rising from scratch. Meanwhile, the number of Top 10%–20% disciplines has increased from zero to four, Top 20%–30% disciplines from four to six. The followings are the disciplines with remarkable improvements: Material Science and Engineering, Mechanical Engineering, Transportation Engineering, Marxist Theory and Applied Economics, etc.

Since the merge of three schools in 2000, driven by the national construction of significant projects such as «State Project 211» and «985 Innovation Platform for Superior Disciplines», WUT's discipline of «Material Science and Engineering» has witnessed a significant growth in disciplinary connotations presented in high-level faculty, scientific researches, cultivation of innovative talents, and international cooperation communications, etc. The discipline's overall strength and level have been boosted in the past years, ranking rising from No. 22 in 2002 to No. 5 in 2012, and further up to No. 3 in this year. Over the past 70 years, the discipline has cultivated a large number of high-level talents for our national building materials and new materials industry with more than 100 significant scientific and technological achievements. It has made historic contributions to the development of the national building materials industry, promoting the Chinese building materials industry to grow steadily to take the lead in the world building industries now.

State Key Laboratory of Advanced Technology for Materials Synthesis and Processing (Wuhan University of Technology)

The State Key Laboratory of Advanced Technology for Materials Synthesis and Processing (short for SKL) is a state key Laboratory in the area of advanced materials which was funded by the National Planning Commission and established in Wuhan University of Technology in 1987. The SKL is under supervision of the administration of the Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China. Professor Gu Binglin, an Academician of Chinese Academy of Sciences, is the director of the academic committee of SKL and Professor Zhengyi Fu is the current director of SKL.

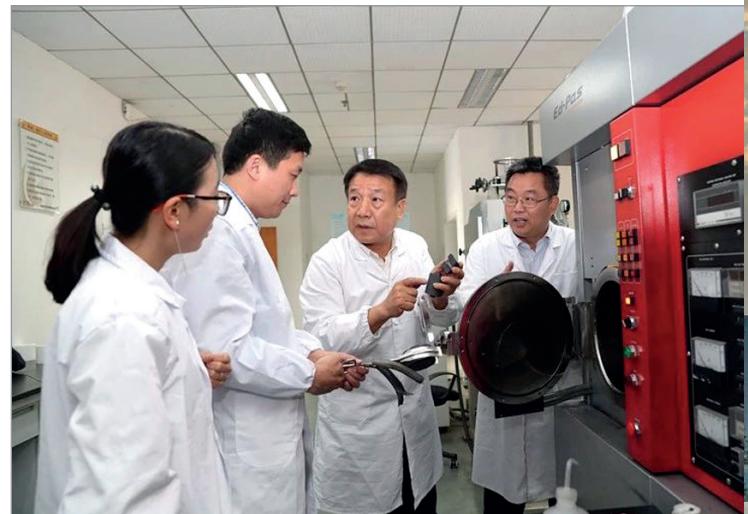
SKL aims at the frontiers of world materials science and major national needs, builds a world-class material composite and preparation technology platform, and develops key new materials for the development of national sophisticated weapons and emerging industries to support national strategies; SKL produces original and systematic research results with international influence in transformative technology and frontier new materials and their intersecting fields, leading international development in the research of a number of strategic frontier new material; SKL leads in the training of top-notch innovation talents in world-class disciplines of materials science and engineering with outstanding scientific research, creating an international

collaborative innovation culture, conducting «strong-strong» international cooperation research to enhance the laboratory's international influence, attractiveness and cohesion.

Focusing on the overall positioning and goals, SKL will create and develop multi-component, multi-scale, multi-level composite principle and material design theory as important guides to build material gradient composite technology, in-situ composite technology, nano-composite technology and integrated innovation platform as the core support, to study advanced composite materials for advanced weaponry and equipment for defense, efficient energy conversion and storage materials for new energy technologies, nano-composite biomaterials for life sciences, information functional materials for information technology and transformation-oriented technology. SKL has formed the following five distinctive research directions: gradient composite technology and new materials, in-situ composite technology and new materials, nano-composite technologies and new materials, transformative technologies and cutting-edge new materials, material composite principles and material design.

SKL employs 103 full time researchers, including 1 academician of Chinese Academy of Sciences, 2 academicians of Chinese Academy of Engineering, 1 academician of Belgian Royal Academy of Sciences and European Academy of Sciences, 1 academician of World Academy of Ceramics, 12 Distinguished Foreign Experts, 1 973 Program Chief Scientist, 5 winners for Outstanding Youth Training Fund, 4 leading talents of National Ten Thousand People Program, 7 winners for Pacesetter Engineering in the New Century, 5 Cheung-Kong Scholars, and 18 winners for the New Century Excellent Talents Support Plan of the Ministry of Education. It is a spirited team of innovation and creation. SKL encourages young scholars to visit famous international universities or research institutes for further improvement and cooperation. In recent years, the lab has sent more than 20 young scholars to engage in studies and research collaboration abroad.

SKL has accomplished win-win cooperation with internationally renowned research institutes such as the University of Michigan, the Japan Aerospace Technology Development Agency, the Institute of Metal Materials of Tohoku University in Japan, the Material Research Center of the University of Oxford in the United



Kingdom, the Composite Materials Research Center of the University of California, and the National Institute of Fuel Cell Research in Canada. Based on SKL, the Ministry of Science and Technology has established the International Joint Laboratory for New Materials and Compound Technologies, which is one of the first batches of 33 international joint laboratories in China. The State Administration of Foreign Experts Affairs and the Ministry of Education established the Innovation and Intelligence Base for Material Composite new Technology and Advanced Functional Materials and Advanced Preparation Technology and Application Engineering of new Functional Thin Film Materials. SKL has established the WUT – Harvard University Nano Joint Laboratory, Joint Laboratory of New Energy Materials and Technology of Wuhan University of Technology–University of Michigan, Wuhan University of Technology–University of California, Davis, Multiplex Multi-scale New Technology Laboratory for Composite Materials, Wuhan University of Technology–Oxford Advanced Composite Ceramics Laboratory Etc.. Relying on those important international collaborative research platforms, SKL has undertaken a number international cooperation projects.

With an area of 25350 m², SKL possesses the required equipment for advanced materials synthesis and processing, material structure analysis, characterization and performance test, in total value of about 225.38 million RMB.

Contact information

Address: 122 Luoshi Road, Hongshan District, Wuhan, Hubei, P. R. China

Postal Code: 430070

Supporting Institution: Wuhan University of Technology

Tel: 86-27-87884448; Fax: 86-27-87879466

E-mail: sklwut@whut.edu.cn

Contacts: Zhao Xiang, Zhou Lihua



УХАНЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ – ОДИН ИЗ ВЕДУЩИХ КИТАЙСКИХ УНИВЕРСИТЕТОВ

Об Уханьском университете технологий

Уханьский университет технологий (далее УУТ) был образован 27 мая 2000 года от бывшего Уханьского университета технологий (основан в 1948 г.), Уханьского университета транспорта (основан в 1946 г.) и Уханьского автомобилестроительного политехнического университета (основан в 1958 г.). УУТ является одним из ведущих китайских университетов, подчиняющихся Министерству образования, и одним из университетов, входящих в государственную программу по созданию университетов мирового уровня с высокопрофессиональной подготовкой по основным специальностям. УУТ также совместно курируется Министерством образования, Министерством транспорта, Государственным океаническим управлением и Государственным управлением по науке, технологиям и национальной безопасности. В предыдущие 70 лет УУТ выпустил более 500 000 инженеров и технических специалистов, став, таким образом, крупнейшим университетом по подготовке кадров в трех областях промышленности – строительных материалах, транспорте и автомобилестроении. Помимо подготовки высокопрофессиональных специалистов для вышеуказанных областей промышленности, УУТ также достигает значительных научных и технологических результатов.

На основе длительного обучения студентов УУТ сформировал образовательную модель с отличительными особенностями: уделяя много внимания и сил высокому идеалу развития учреждения, который обладал бы всемирным уважением и признанием, университет несет идею «твердости в этике, всесторонности в образовании и развитии высокого мастерства» и следует основному принципу: «развитие студентов – это наша сущность, развитие науки – приоритет». УУТ реализует образовательную концепцию «обеспечения превосходного обучения, взращивания высококвалифицированных специалистов и создания прекрасной жизни». УУТ несет ответственность за создание учреждения, который обеспечит качественное образование с целью подготовки студентов к жизни с востребованной профессией и отличными навыками.

Университет обладает тремя основными кампусами: Мафангшан, Юдзитоу и Сауф Лейк, которые занимают, в общей сложности, площадь 267 гектаров. В настоящий момент численность штата УУТ составляет 5 508 человек, включая 3 282 штатных единицы профессорско-преподавательского состава, 1 академика Китайской академии наук, 3 академиков Китайской инженерной академии, 1 иностранного члена Российской инженерной академии, 1 члена Европейской академии наук, 1 члена Австралийской академии технологических наук и инженерного искусства и 1 члена Международной

академии керамики. Кроме того, Университет привлек к работе 30 профессоров с мировой известностью в качестве «стратегических ученых» в области материаловедения и инженерного дела, машиностроения, информационных технологий, кораблестроения и морского строительства. В УУТ работает много академических сотрудников из национальной программы поддержки высококвалифицированных кадров, из них 28 входят в Программу рекрутинга международных экспертов (также известной как Программа тысячи специалистов), 6 – в Программу десяти тысяч специалистов, 14 – в Программу ученых Ченг Конг, 7 являются лауреатами Национального научного фонда для молодых выдающихся ученых, 3 входят в Национальную программу заслуженных преподавателей и 11 – в Национальный проект сотни, тысячи и десяти тысяч специалистов нового века.

Университет включает 24 научные школы, 4 государственные ключевые лаборатории, 8 государственных ключевых специальностей, 77 образовательных программ аспирантуры и докторантур, 226 программ магистратуры, а также 90 программ бакалавриата. В университете 54 986 обучающихся, среди которых 36 452 студентов бакалавриата, 17 224 студентов магистратуры и аспирантов, а также 1 310 иностранных студентов. Более того, публикации по материаловедению, инженерному делу и химии занимают верхние 5% в наукометрической базе Института научной информации США (Essential Science Indicators) международного рейтинга областей знаний.

УУТ располагает 34 инновационными исследовательскими центрами международного уровня, включая две государственные ключевые лаборатории, одну государственный инженерную лабораторию, один национальный инжиниринговый исследовательский центр, а также лаборатории ведомственного или областного подчинения в сфере новых материалов и строительных материалов, транспорта и логистики, мехатроники и автомобилестроения, информационных технологий, новых видов энергии, ресурсов и технологий защиты окружающей среды, а также управления общественной безопасностью и чрезвычайными ситуациями. Вместе с тем, университет основал около 230 исследовательских центров совместно с муниципальными властями и местными предприятиями. Начиная с 2010 года, УУТ получил 14 государственных премий по науке и технологиям, заняв топовые позиции в рейтинге китайских высших учебных заведений.

УУТ установил связи для студенческого обмена и научных исследований с более, чем 190 иностранными университетами и научными институтами из США, Великобритании, Японии, Франции,

Австралии, России, Нидерландов и др., а также пригласил более 300 всемирно известных исследователей в качестве стратегических ученых, приглашенных и почетных профессоров. С 2007 года УУТ получил право основать в ведущих китайских университетах 5 базовых центров внедрения иностранных профессиональных направлений в следующих областях: перспективные технологии для синтеза и обработки материалов, перспективные технологии для высокопроизводительных кораблей, перспективные технологии для производства функциональных пленочных материалов и его использование в инженерии, ключевые технологии для транспортных средств с использованием альтернативных видов энергии и экологичных строительных материалов. Кроме того, университетом были основаны: Международная совместная лаборатория перспективных технологий для синтеза и обработки материалов, База международного научно-технического сотрудничества в области экологичных строительных материалов, База международного научно-технического сотрудничества в области интеллектуального кораблестроения и морской безопасности. С 2009 года УУТ создал 14 международных совместных исследовательских центров с международно признанными институтами из США, Великобритании, Италии и Нидерландов, включая ключевую лабораторию технологий новых энергоносителей и конверсии (совместно с Мичиганским университетом). В этом плане с ним активно сотрудничали Саутгемптонский университет, центр технологий высокопроизводительных кораблей, а также Совместный исследовательский центр интеллектуального кораблестроения и движения (вместе с Делфтским техническим университетом). В 2016 году в партнерстве с Университетом Уэльс Тринити Сент Дэвид (Великобритания) в Суонси был основан международный UWTSU Уханьский Лигонг Колледж.

В 2017 Университет вошел в такие рейтинги, как *Times Higher Education World University Rankings*, *QS Asia University Rankings*, *U.S.News Best Global Universities Rankings* и *Shanghai Ranking's Academic Ranking of World Universities*.

Обзор деятельности Международной школы материаловедения и инженерного дела

В связи с большой необходимостью реформы национальной системы высшего образования, деятельность Международной школы материаловедения и инженерного дела (далее МШМиИД) УУТ направлена на создание первоклассной инновационной площадки для подготовки высококвалифи-

цированных кадров и инновационного центра знаний материаловедения и инженерного дела.

УУТ – один из ведущих китайских университетов под управлением Министерства образования и один из университетов, приоритетно построенного в рамках государственного проекта «State 211 Project» для китайских высших учебных заведений.

С 1996 года УУТ реализовал изменения в системе подготовки кадров путем проведения пилотных занятий, включая международные программы, программы магистратуры и аспирантуры. МШМиИД была основана в апреле 2014 года и утверждена Департаментом образования провинции Хубэй. В июне 2015 года МШМиИД была внесена в перечень «Сети международных образовательных центров», поддерживаемый Министерством образования КНР и Министерством международного сотрудничества. Деятельность МШМиИД посвящена разработке знаний в области материаловедения и инженерного дела за счет оптимизации высокоуровневых исследований и преподавательского состава, а также основанию инновационной системы подготовки специалистов с целью развития индустрии материалов как технологической платформы и кузницы кадров.

Специальность УУТ «Материаловедение и инженерное дело» вошла в топовые 2% в четвертом рейтинге специальностей Китая

Центр развития китайского академического образования недавно объявил результаты четвертого рейтинга специальностей Китая: специальность УУТ «Материаловедение и инженерное дело» заняла самый высокий уровень – уровень А+ (3 университета занимают этот уровень, образуя топовые 2% в Китае).

Среди оцениваемых специальностей – 4 специальности УУТ (машиностроение, транспортная инженерия, дизайн и теория марксизма) заняли уровень В+ (10–20% верхних позиций рейтинга) и 6 специальностей расположились на уровне В (20–30% верхних позиций рейтинга), а это: прикладная экономика, гражданское строительство, информационные и коммуникационные технологии, теория вычислительных машин и систем, защита окружающей среды и инженерное дело, менеджмент и инженерное дело.

По сравнению с бывшими тремя рейтингами специальностей в Китае позиции УУТ значительно улучшились, поднявшись до верхних 2% практи-





чески с нуля. Вместе с тем, число специальностей, занимающих верхние 10–20% строчек, выросло с 0 до 4, из 20–30% верхних строчек – с 4 до 6. Такие специальности, как материаловедение и инженерное дело, машиностроение, транспортная инженерия, теория марксизма и прикладная экономика, показали заметные результаты.

В связи с тем, что в 2000 году появились три школы в рамках реализации государственных крупномасштабных проектов, таких как «Государственный проект 211» и «985 Инновационная платформа для высших специальностей», значимость специальности «Материаловедение и инженерное дело» в рамках факультета, научных изысканий, подготовки инновационных кадров и международного сотрудничества значительно выросла. За последние несколько лет важность специальности и ее уровень были расширены, подняв ее с 22 места в рейтинге в 2002 году до 5 места в 2012 и до 3 места в текущем году. За 70 лет обучения по этой специальности для страны были подготовлены высококвалифицированные кадры для строительства и индустрии производства строительных материалов и получены более 100 научно-технических достижений. Все это стало историческим вкладом в развитие национальной индустрии стройматериалов, обеспечивая ее стабильный рост для занятия ведущего положения в мировом производстве строительных материалов.

Государственная ключевая лаборатория перспективных технологий синтеза и обработки материалов

Государственная ключевая лаборатория перспективных технологий синтеза и обработки материалов (кратко ГКЛ) – это государственная лаборатория в области передовых материалов, основанная Государственным плановым комитетом в УУТ в 1987 г. ГКЛ находится под руководством Министерства науки и технологий КНР. В настоящий момент научный комитет ГКЛ возглавляет член Китайской академии наук профессор Гу Бинглин и нынешний директор ГКЛ профессор Эфу Дженьги.

Деятельность ГКЛ направлена на передовые достижения в материаловедении и выполнение государственных заказов в этой области. В ГКЛ занимаются созданием высококачественных композитных материалов и разработкой стратегически важных материалов с целью их использования в национальной системе обороны и развивающихся промышленностях для обеспечения политики государства; ГКЛ проводит нестандартные и системные исследования мирового опыта в трансформативных технологиях и новейших материалах, а также в междисциплинарных областях, выполняя международные разработки некоторых ключевых новей-

ших материалов; ГКЛ является ведущей лабораторией по подготовке высококвалифицированных специалистов по материаловедческим специальностям и инженерному делу с научными изысканиями. ГКЛ развивает международную культуру инновационного сотрудничества, проводя совместные межгосударственные исследования для расширения сотрудничества с другими странами, влияния отечественной культуры и ее привлекательности в мире.

Фокусируясь на общих целях и задачах, ГКЛ создает и разрабатывает многокомпонентную, разно- масштабную и многоуровневую теорию проектирования материалов. Она станет важным руководством для разработки технологии градиентных композитных материалов, технологии композитных сборных материалов, технологии нанокомпозитов и интегрированной инновационной платформы в качестве главной опоры. Она также позволит изучать перспективные композитные материалы для улучшения военного оснащения и вооружения, материалы, способствующие рациональному использованию энергетических ресурсов для новых энергоэффективных технологий, нанокомпозитные биоматериалы для медико-биологических наук, функциональные материалы для информационных технологий и трансформационно-ориентированных технологий. ГКЛ определил 5 научных направлений исследований: градиентные композиционные технологии и новые материалы, технологии композитных сборных материалов, нанокомпозитные технологии и новые материалы, преобразующие технологии и передовые материалы, проектирование материалов и основы композитных материалов.

В ГКЛ работают 103 штатных научных сотрудника, 1 академик Китайской академии наук, 2 академика Китайской инженерной академии, 1 академик Бельгийской королевской академии наук и Европейской академии наук, 1 академик Международной академии керамики, 12 почетных иностранных экспертов, 1973 научных руководителей программ, 5 стипендиатов Фонда подготовки талантливой молодежи, 4 ведущих специалиста из Национальной программы десяти тысяч специалистов, 7 победителей премии Pacesetter Engineering in the New Century, 5 стипендиатов премии Чэнг Конг и 18 победителей Проекта поддержки высококлассных

специалистов нового века Министерства образования. Это команда, вдохновленная инновациями и созидательным процессом. ГКЛ мотивирует молодых ученых посещать знаменитые международные университеты или исследовательские институты в целях установления сотрудничества. За последнее время лаборатория отправила более 20 молодых специалистов для участия в совместных исследованиях за границу.

ГКЛ установило взаимовыгодное сотрудничество со всемирно известными научными институтами: Мичиганским университетом, Японским агентством авиакосмических технологий, Институтом металлов университета Тохоку в Японии, Центром материаловедения Оксфордского университета в Великобритании, Научным центром композитных материалов Калифорнийского университета и Национальным институтом исследования топливных элементов в Канаде. На основе ГКЛ Министерство науки и технологий основало Международную лабораторию новых материалов и комплексных технологий, которая стала одним из первых филиалов из 33 международных совместных лабораторий в Китае. Руководство Министерства международного сотрудничества и Министерства образования учредили Базу инноваций и знаний для новых технологий создания композитных материалов и улучшенных функциональных материалов, а также для усовершенствованной технологии производства и разработки инженерных решений новых функциональных тонких пленочных материалов. ГКЛ основал совместную нанолабораторию между УУТ и Гарвардским университетом, совместную лабораторию новых энергоносителей и технологий между УУТ и Мичиганским университетом, комплексную лабораторию разномасштабных технологий композиционных материалов между УУТ и Лабораторией улучшенной композитной керамики Оксфорда. Опираясь на указанные международные исследовательские площадки, ГКЛ приняло участие в целой серии совместных международных проектов.

На площади 25 350 кв.м. ГКЛ расположено необходимое оборудование для синтеза и обработки улучшенных материалов и для проведения структурного анализа материалов, испытаний их эксплуатационных характеристик общей стоимостью около 22 538 млн юаней.

Контактная информация

Address: 122 Luoshi Road, Hongshan District, Wuhan, Hubei, P. R. China
Postal Code: 430070
Supporting Institution: Wuhan University of Technology
Tel: 86-27-87884448; Fax: 86-27-87879466
E-mail: sklwut@whut.edu.cn
Contacts: Zhao Xiang, Zhou Lihua

DOI: 10.15828/2075-8545-2019-11-1-52-71

UDC 678

Oxyalkylated alcohols phthalates

Authors:

Albina R. Maskova,

Associate Professor, Applied and Natural Sciences Department, Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Bashkortostan Republic, Russia, asunasf@mail.ru;

Guliya K. Aminova,

Professor, Applied and Natural Sciences Department, Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Bashkortostan Republic, Russia, aminovagk@inbox.ru;

Lyubov Z. Rolnik,

Professor, General, Analytical and Applied Chemistry Department, Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Bashkortostan Republic, Russia, oax-ugntu@mail.ru;

Galiya F. Faizullina,

Engineer, Applied and Natural Sciences Department, Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Bashkortostan Republic, Russia, galiya.aminova@gmail.com;

Aliya K. Mazitova,

Professor, Head of Applied and Natural Sciences Department, Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Bashkortostan Republic, Russia, elenaasf@yandex.ru

Abstract: Polyvinyl chloride (PVC) is used to obtain a wide range of materials for various purposes. High demand of PVC is explained by possibility to modify polyvinyl chloride and produce broad range of materials with improved properties as well as to have cost efficient ratio: productivity, available raw materials, saving of natural resources. However, under normal temperature polyvinyl chloride is brittle and inelastic, that limits the fields of PVC application. The production of basic PVC compositions is impossible without plasticizers – low-molecular compounds that allow direct regulating physical and mechanical properties of polymer. Production of plasticizers became one of the most important branch of petrochemical industry. Recently, however, the range and production of plasticizers have drastically decreased due to the increased cost, which reduced the competitiveness of plasticized PVC products. Therefore, the expansion of plasticizer variety for PVC is a strategic task of great practical significance.

The present work describes synthesis methods of esters on the basis of oxyalkylated alcohols suggested as polyvinyl chloride plasticizers. Physico-chemical properties of synthesized compounds were studied. Conditions for their production with maximum outcome were selected. The results of experiments in which obtained compounds were tested as additives in the plasticization of PVC showed that the obtained samples of cable plastic, adhesive PVC tapes and multi-layered polyvinyl chloride linoleum satisfy all the technical requirements by the main indicators: cable plastic compound – GOST 5960-72 with amendment 1-9; a PVC adhesive tape – Technical Conditions – 2245-001-00203312-2003; multilayered linoleum – GOST 7251-77.

According to the experimental results, phthalates of oxyalkylated alcohols possess rather high efficiency as plasticizers of polyvinyl chloride and are recommended for use in the above-mentioned industrial PVC recipes.

Keywords: water sorption, soft cable compound, PVC adhesive tape, multilayer linoleum, polyvinyl chloride plasticizers, tensile strain, breaking strength, melt flow index, thermostability, oxyalkylated alcohols phthalates.

Acknowledgements: The performed research has been funded through the government grant «Synthesis and investigation of the modern polyvinyl chloride plasticizers» according to the Decree of the Government of the Republic of Bashkortostan of 07.02.2018 №56 «On providing grants of the Republic of Bashkortostan to young scientists and groups of young researchers in 2018».

For citation: Maskova A.R., Aminova G.K., Rolnik L.Z., Faizullina G.F., Mazitova A.K. Oxyalkylated alcohols phthalates. Nanotekhnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2019, Vol. 11, no. 1, pp. 52–71. DOI: 10.15828/2075-8545-2019-11-1-52-71.

Machine-readable information on CC-licenses (HTML-code) in metadata of the paper

Oxyalkylated alcohols phthalates. by <a xmlns:cc="http://creativecommons.org/ns#" href="Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2019, Vol. 11, no. 1, pp. 52–71. DOI: 10.15828/2075-8545-2019-11-1-52-71" property="cc:attributionName" rel="cc:attributionURL">Maskova A.R., Amanova G.K., Rolnik L.Z., Faizullina G.F., Mazitova A.K. is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.
Based on a work at <a xmlns:dct="http://purl.org/dc/terms/" href="http://nanobuild.ru/en_EN/nanobuild-1-2019/" rel="dct:source">http://nanobuild.ru/en_EN/nanobuild-1-2019.
Permissions beyond the scope of this license may be available at <a xmlns:cc="http://creativecommons.org/ns#" href="asunASF@mail.ru" rel="cc:morePermissions">asunASF@mail.ru.

The paper has been received by editors: 08.12.2018.

The paper has been received by editors after peer-review: 28.12.2018.

The paper has been accepted for publication: 25.01.2019.

Фталаты оксиалкилированных спиртов

Авторы:

Маскова Альбина Рафитовна,

доцент каф. «Прикладные и естественнонаучные дисциплины», ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия, asunASF@mail.ru;

Аминова Гулия Карамовна,

профессор каф. «Прикладные и естественнонаучные дисциплины», ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», Уфа, Республика Башкортостан, Россия, aminovagk@inbox.ru;

Рольник Любовь Зелиховна,

профессор каф. «Общая, аналитическая и прикладная химия», ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия, oax-ugntu@mail.ru;

Файзуллина Галия Фатыховна,

инженер каф. «Прикладные и естественнонаучные дисциплины», ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия, galiya.aminova@gmail.com;

Мазитова Алия Карамовна,

профессор, зав. каф. «Прикладные и естественнонаучные дисциплины», ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия, elenaASF@yandex.ru

Резюме: Поливинилхлорид (ПВХ) используется для получения широкого спектра материалов различного назначения. Высокий спрос на ПВХ связан с возможностью модификации поливинилхлорида и получением большого разнообразия материалов с улучшенными свойствами, а также с экономически обоснованным соотношением затрат – производительностью, доступным сырьем, экономией природных ресурсов. Однако при обычной температуре поливинилхлорид является хрупким и неэластичным, что ограничивает области применения ПВХ. Выпуск основных ПВХ-композиций невозможен без применения пластификаторов – низкомолекулярных соединений, которые позволяют направленно регулировать физико-механические свойства полимера. Производство пластификаторов стало одной из важных отраслей нефтехимической промышленности. Однако в последнее время ассортимент и производство резко сократились из-за возросшей себестоимости, что снизило конкурентоспособность пластифицированных ПВХ-изделий. Поэтому расширение ассортимента пластификаторов для ПВХ является приоритетным направлением и имеет практическую значимость.

В данной работе описаны методы получения сложных эфиров на основе оксиалкилированных спиртов, предложенных в качестве пластификаторов поливинилхлорида. Изучены физико-химические свойства синтезированных соединений. Подобраны условия их получения с максимальным выходом. Результаты испытаний полученных соединений в качестве добавок при пластификации ПВХ показали, что полученные образцы кабельного пластика, ленты ПВХ липкой и многослойного поливинилхлоридного линолеума по основным показателям соответствуют всем техническим требованиям: кабельный пластикат – ГОСТ 5960-72 с изм. 1-9; лента ПВХ липкая – ТУ 2245-001-00203312-2003; многослойный линолеум – ГОСТ 7251-77.

По результатам испытаний фталаты оксиалкилированных спиртов обладают достаточно высокой эффективностью как пластификаторы поливинилхлорида и рекомендуются для использования в вышеуказанных промышленных ПВХ-рецептурах.

Ключевые слова: водопоглощение, кабельный пластикат, лента ПВХ липкая, многослойный линолеум, пластификаторы поливинилхлорида, относительное удлинение, прочность при разрыве, температура текучести расплава, термостабильность, фталаты оксиалкилированных спиртов.

Благодарности: Работа выполнена при поддержке научного гранта «Синтез и исследование современных пластификаторов поливинилхлорида», в соответствии с Постановлением Правительства РБ от 07.02.2018г. № 56 «О выделении в 2018 году грантов Республики Башкортостан молодым ученым и молодежным научным коллективам».

Для цитирования: Маскова А.Р., Аминова Г.К., Рольник Л.З., Файзуллина Г.Ф., Мазитова А.К. Фталаты оксиалкированных спиртов // Нанотехнологии в строительстве. – 2019. – Том 11, № 1. – С. 52-71. – DOI: 10.15828/2075-8545-2019-11-1-52-71.

Machine-readable information on CC-licenses (HTML-code) in metadata of the paper

Oxyalkylated alcohols phthalates. by <a xmlns:cc="http://creativecommons.org/ns#" href="http://creativecommons.org/ns#Nanotekhnologii_v_stroitelstve = Nanotechnologies_in_Construction_2019_Vol_11_no_1_pp_52-71_DOI_10.15828/2075-8545-2019-11-1-52-71" property="cc:attributionName" rel="cc:attributionURL">Maskova A.R., Amanova G.K., Rolnik L.Z., Faizullina G.F., Mazitova A.K. is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.
Based on a work at <a xmlns:dct="http://purl.org/dc/terms/" href="http://nanobuild.ru/en_EN/nanobuild-1-2019/" rel="dct:source">http://nanobuild.ru/en_EN/nanobuild-1-2019.
Permissions beyond the scope of this license may be available at <a xmlns:cc="http://creativecommons.org/ns#" href="asunasf@mail.ru" rel="cc:morePermissions">asunasf@mail.ru.

Статья поступила в редакцию: 08.12.2018.

Статья поступила в редакцию после рецензирования: 28.12.2018.

Статья принята к публикации: 25.01.2019

INTRODUCTION

Polyvinyl chloride (PVC) is the most demanded volume polymer produced both in Russia and abroad. The reason for this is the exceptional ability to be processed by any means into a wide range of materials and products for various purposes. It is commonly known, in recent years there has been a tendency to an increase in the requirements for the operational and technological properties of materials and products obtained on the base of polyvinyl chloride. Therefore, additives must also meet the requirements.

More than 12 million tones of polymeric additives are produced every year in the world. The key role of chemical additives is to facilitate the processing of polymer blends and give necessary properties to finished products. Application of additives allows manufacturing a wide variety of products – from very soft, gel-like, to elastic, hard materials.

Plasticizers have the largest part among additives (more than 50%). Esters of phthalic acid are at the first place in consumption.

The main representative of phthalate plasticizers is diethyl phthalate (DOP), which is considered to be an international standard plasticizer for PVC that meets processing requirements. Its combination of properties is optimal, it is relatively cheap and provides the necessary complex of operational properties, but it belongs to substances of the second hazard class. However, DOP is still the most commonly used ester plasticizer for PVC [1...6].

Therefore, the development of new effective and eco-friendly plasticizers is relevant and has important practical importance.

MAIN PART

The authors are conducting research on the development of new plasticizers [7...17]. This paper describes methods of synthesis, some physic-chemical properties and results of tests of oxyalkylated alcohol phthalates in several PVC-composition for construction purposes, specifically: in the recipes of cable PVC-plastinate O-40 rec. OM-40 (black), PVC adhesive tape and multilayer linoleum.

Target esters with third class of hazard are obtained in two stages. At the first stage oxyalkylated alcohols are synthesized. Then by esterification of oxyalkylated alcohols with phthalic anhydride final products are obtained.

Method of oxyalkylating of alcohols

A four-necked flask equipped with a stirrer, a thermometer, a reflux condenser, and a device for introducing ethylene oxide (propylene) is charged with the calculated amount of alcohol and catalyst – sodium hydroxide. The reactor is heated in an oil bath and blow of with nitrogen to remove air. Then gradually (with the running mixer), ethylene (propylene) oxide is introduced. The rate of ethylene (propylene) oxide feeding is adjusted so that the unreacted oxide condenses in the reflux condenser and flows back into the reactor «without liquid flooding». After feeding of ethylene (propylene) oxide, the reaction mixture is further heated and then cooled to room temperature.

The catalyst is neutralized with a calculated amount of sulfuric acid and the resulting mass is filtered.

Method of esterification of phthalic anhydride

In a three-necked flask equipped with a Dean-Stark trap cooler thermometer and a mechanical stirrer phthalic anhydride, oxyalkylated alcohol and catalyst, p-toluenesulfonic acid (PTSA) or tetrabutoxytitanium are placed. The reaction is carried out until the estimated amount of water is formed in the trap. After completion of the reaction, the catalyst is hydrolyzed with water and the product of esterification is filtered off. In case of using PTSA, an inert gas – carbon dioxide or nitrogen – is bubbled through the reaction mixture to facilitate the removal of water that forms.

The general scheme for obtaining oxyalkylated phthalates of alcohols has the following form:

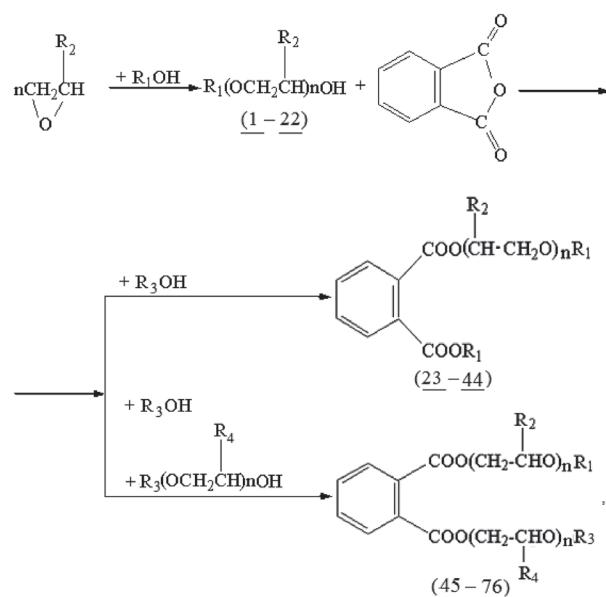


Table 1
Optimum conditions for obtaining chemical additives

Synthesized compounds	Molecular ratio of reagents	Temperature, °C	Note
$\begin{array}{c} \text{R}_2 \\ \\ \text{R}_1(\text{OCH}_2\text{CH})_n\text{OH}, \\ \text{where } \text{R}_1 = \text{C}_4\text{H}_9; \text{R}_2 = \text{H} (1-4), \text{CH}_3 (5-8); \\ \text{R}_1 = \text{C}_8\text{H}_{17}; \text{R}_2 = \text{H} (9-12), \text{CH}_3 (13-16); \\ \text{R}_1 = \text{C}_6\text{H}_5; \text{R}_2 = \text{H} (17), \text{CH}_3 (18); \\ \text{R}_1 = \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2; \text{R}_2 = \text{CH}_3 (19-22). \end{array}$	Alcohol: ethylene (propylene) oxide	1:1-3	110–180 amount of catalyst 0,5–3% (mass. from loading)
$\begin{array}{c} \text{R}_2 \\ \\ \text{COO}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{R}_1 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_4 \\ \\ \text{COOR}_3 \end{array}$ $\text{where } \text{R}_1 = \text{C}_4\text{H}_9; \text{R}_3 = \text{C}_4\text{H}_9; \text{R}_2 = \text{H} (23-26), \text{CH}_3 (27-30); \\ \text{R}_1 = \text{C}_8\text{H}_{17}; \text{R}_3 = \text{C}_8\text{H}_{17}; \text{R}_2 = \text{H} (31-34), \text{CH}_3 (35-38); \\ \text{R}_1 = \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2; \text{R}_3 = \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2; \text{R}_2 = \text{CH}_3 (39-42); \\ \text{R}_1 = \text{C}_8\text{H}_{17}; \text{R}_3 = \text{C}_6\text{H}_5; \text{R}_2 = \text{H} (43), \text{CH}_3 (44).$	Phthalic anhydride: oxyalkylated alcohol	1:1,5	110–140 amount of catalyst 0,1–2% (mass. from loading) + activated carbon in quantity 1% (mass. from weight of loaded components)
$\begin{array}{c} \text{R}_2 \\ \\ \text{COO}(\text{CH}_2\text{CHO})_n\text{R}_1 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_4 \\ \\ \text{COO}(\text{CH}_2\text{CHO})_n\text{R}_3 \\ \\ \text{R}_4 \end{array}$ $\text{where } \text{R}_1 = \text{C}_4\text{H}_9; \text{R}_3 = \text{C}_4\text{H}_9; \text{R}_2 = \text{H} (45-48), \text{R}_4 = \text{CH}_3 (49-52); \\ \text{R}_1 = \text{C}_8\text{H}_{17}; \text{R}_3 = \text{C}_8\text{H}_{17}; \text{R}_2 = \text{H} (53-56), \text{R}_4 = \text{CH}_3 (57-60); \\ \text{R}_1 = \text{C}_6\text{H}_5; \text{R}_3 = \text{C}_4\text{H}_9; \text{R}_2 = \text{H}; \text{R}_4 = \text{H} (61-64); \\ \text{R}_1 = \text{C}_6\text{H}_5; \text{R}_3 = \text{C}_4\text{H}_9; \text{R}_2 = \text{CH}_3; \text{R}_4 = \text{CH}_3 (65-68); \\ \text{R}_1 = \text{C}_6\text{H}_5; \text{R}_3 = \text{C}_4\text{H}_9; \text{R}_2 = \text{H}; \text{R}_4 = \text{CH}_3 (69-72); \\ \text{R}_1 = \text{C}_6\text{H}_5; \text{R}_3 = \text{C}_4\text{H}_9; \text{R}_2 = \text{CH}_3; \text{R}_4 = \text{H} (73-76). \end{array}$	Phthalic anhydride: oxyalkylated alcohol	1:2,5	120–180 amount of catalyst 0,1–2% (mass. from loading) + activated carbon in quantity 1% (mass. from weight of loaded components)

where $R_1 = C_4H_9$; C_8H_{17} ; C_6H_5 ; $C_6H_5CH_2$; $R_2 = H$; CH_3 ; $R_3 = C_4H_9$; C_8H_{17} ; C_6H_5 ; $C_6H_5CH_2$; $R_4 = H$; CH_3 .

The conditions for obtaining plasticizers with a yield of more than 80 % are given in the Table 1.

Physic-chemical properties of synthesized compounds are given in Tables 2, 3.

From Table 2 it can be seen that with an increase in the degree of oxyalkylation, the density and refractive index increase.

From the obtained results it can be seen that with an increase in the degree of oxyalkylation, the refractive index of the esters decreases and the density increases.

Physical and chemical characteristics of plasticizers were analyzed according to GOST 8728-88.

RESULTS AND DISCUSSION

To determine the efficiency of developed plasticizers the changing of Shor A hardness from the concentration of plasticizer were studied (plasticizer:PVC—1:100). On the base of calculation of quantitative substitution factor (SF), which determines the required amount of phthalates of oxyalkylated alcohols compared to DOP and provides the necessary hardness of flexible PVC under room

Table 2
Physic-chemical properties of oxyalkylated alcohols

No compound	n	d^{20}_{4}	n^{20}_D	Ester number, mg KOH/g	Molar mass, found
<i>Oxyethylated butanols</i>					
1	1,5	0,9745	1,4285	790	142
2	2,0	0,9842	1,4333	681	165
3	2,2	0,9875	1,4351	644	173
4	2,4	0,9895	1,4369	615	182
<i>Oxypropylated Butanols</i>					
5	1,5	0,9130	1,4274	693	162
6	2,0	0,9224	1,4289	586	192
7	2,2	0,9253	1,4296	552	203
8	2,4	0,9287	1,4303	522	215
<i>Oxyethylated 2-ethylhexanols</i>					
9	1,5	0,9141	1,4325	568	197
10	2,0	0,9240	1,4490	510	220
11	2,4	0,9309	1,4580	471	238
12	3,0	0,9382	1,4696	422	265
<i>Oxypropylated 2-ethylhexanols</i>					
13	1,3	0,8757	1,4329	538	208
14	1,9	0,8787	1,4342	461	243
15	2,3	0,8841	1,4358	423	265
16	2,7	0,8911	1,4379	386	290
<i>Oxyethylated phenol</i>					
17	1,0	1,1007	1,5314	789	142
<i>Oxypropylated phenol</i>					
18	2,1	1,0773	1,5338	514	218
<i>Oxypropylated phenylcarbinols</i>					
19	1,1	1,0114	1,5216	640	175
20	1,7	1,0136	1,5259	533	210
21	2,4	1,0162	1,5298	448	250
22	2,7	1,0176	1,5318	416	269

Table 3
Physico-chemical properties of oxyalkylated alcohols phthalates

№ compound	n	n_{D}^{20}	d_{4}^{20}	Acid number, mg KOH/g	Ester number, mg KOH/g	Molar mass, found
1	2	3	4	5	6	7
<i>Butylbutoxyethyl phthalates</i>						
23	1,5	1,4889	1,0559	0,10	321	349
24	2,0	1,4883	1,0581	0,10	302	371
25	2,2	1,4879	1,0601	0,10	295	380
26	2,4	1,4874	1,0615	0,10	288	389
<i>Butylbutoxypropyl phthalates</i>						
27	1,5	1,4814	1,0237	0,05	303	370
28	2,0	1,4796	1,0298	0,08	281	399
29	2,2	1,4781	1,0307	0,08	272	412
30	2,4	1,4775	1,0324	0,10	265	422
<i>Octyloctoxyethyl phthalates</i>						
31	1,5	1,4812	0,9875	0,10	242	463
32	2,0	1,4790	0,9930	0,10	231	485
33	2,4	1,4768	0,9986	0,10	222	505
34	3,0	1,4748	1,0097	0,10	213	526
<i>Octyloxytoxypropyl phthalates</i>						
35	1,3	1,4775	0,9681	0,20	237	473
36	1,9	1,4745	0,9738	0,20	220	509
37	2,3	1,4733	0,9776	0,20	210	533
38	2,7	1,4719	0,9813	0,20	201	557
<i>Benzylbenzoxypyropyl phthalates</i>						
39	1,1	1,5189	1,1075	0,20	271	413
40	1,7	1,5178	1,1098	0,15	250	448
41	2,4	1,5168	1,1122	0,20	229	489
42	2,7	1,5163	1,1136	1,15	222	505
<i>Octylphenoxyethyl phthalates</i>						
43	1,0	1,4863	1,0214	0,10	313	358
<i>Octylphenoxypropyl phthalates</i>						
44	2,1	1,4756	1,0098	0,10	232	481
<i>Dibutoxyethyl phthalates</i>						
45	1,5	1,0648	1,4855	0,20	271	413
46	2,0	1,0757	1,4816	0,10	243	461
47	2,2	1,0837	1,4755	0,10	236	475
48	2,4	1,0863	1,4742	0,20	226	496
<i>Dibutoxypropyl phthalates</i>						
49	1,5	1,0286	1,4779	0,30	246	456
50	2,0	1,0296	1,4751	0,40	217	515
51	2,2	1,0299	1,4745	0,30	207	541
52	2,4	1,0304	1,4739	0,30	200	561

Table 3

1	2	3	4	5	6	7
<i>Dioctoxyethyl phthalates</i>						
53	1,5	0,9887	1,4797	0,30	211	531
54	2,0	0,9982	1,4783	0,30	195	574
55	2,4	1,0047	1,4772	0,38	183	612
56	3,0	1,0132	1,4754	0,30	168	667
<i>Dioctoxypropyl phthalates</i>						
57	1,3	0,9642	1,4619	0,30	203	552
58	1,9	0,9978	1,4607	0,40	180	622
59	2,3	1,0253	1,4599	0,30	166	675
60	2,7	1,0429	1,4594	0,50	155	722
<i>Butoxyethylphenoxyethyl phthalate</i>						
61	1,5	1,5190	1,1054	0,20	271	415
62	2,0	1,5183	1,1081	0,20	257	436
63	2,2	1,5180	1,1110	0,20	252	444
64	2,4	1,5176	1,1119	0,20	247	454
<i>Butoxypropylphenoxypropyl phthalate</i>						
65	1,5	1,5184	1,1034	0,20	201	558
66	2,0	1,5178	1,1062	0,20	211	514
67	2,2	1,5175	1,1078	0,20	214	524
68	2,4	1,5172	1,1091	0,20	218	531
<i>Butoxyethylphenoxypropyl phthalate</i>						
69	1,5	1,5184	1,1034	0,20	201	558
70	2,0	1,5178	1,1062	0,20	211	514
71	2,2	1,5175	1,1078	0,20	214	524
72	2,4	1,5172	1,1091	0,20	218	531
<i>Butoxypropylphenoxyethyl phthalates</i>						
73	1,5	1,5187	1,1014	0,20	257	435
74	2,0	1,5183	1,1042	0,20	241	464
75	2,2	1,5178	1,1060	0,20	235	476
76	2,4	1,5174	1,1074	0,20	230	486

conditions, it was found that compounds 24, 29, 31, 35, 39, 44, 47, 50, 53, 57, 61, 62, 67 are very similar to DOP in plasticizing efficiency. These plasticizers are characterized by high-solvency of PVC and a low tendency to migrate from plasticized film, because, as is known, the migration of plasticizer from a material plays a big part in maintaining the properties of PVC materials during operation for a long time [1]. Analysis of plasticizing properties showed that obtained PVC films do not possess visible signs of migration of plasticizer and possess good elastic properties.

Selected samples were tested in some PVC compositions for construction purposes.

Testing of plasticizers in the formulation of cable plastic brand O-40 rec. OM-40 (black)

Samples of cable plastic brand O-40 rec. OM-40 (black) was analyzed according to GOST 5960-72 rev. 1-9 «Polyvinyl chloride plasticate for insulation and protective sheaths of wires and cables». Results of testing are shown in Table 4.

Represented data in the table show that the main characteristics – breaking strength, elongation at break, shatter point of obtained cable plastics are not inferior to industrial samples, and such indicators as «Weight loss at 160°C» and «Water absorption» are much lower

Table 4

Results of testing plasticizers in the formulation of cable plastic brand O-40 rec. OM-40 (black)

Characteristics	Plasticizer						
	Norms according to GOST 5960-72 rev. 1-9 (1 st class)	Control sample	№ compound				
			47	50	24	29	
			I	II	III	IV	
Specific insulation resistance at 20°C, Ohm · sm	No less than 1 · 10 ¹⁰	9,0 · 10 ¹²	6,3 · 10 ¹²	4,5 · 10 ¹²	7,5 · 10 ¹²	6,0 · 10 ¹²	
Breaking strength, kg/cm ²	No less than 110	147	140	142	144	140	
Elongation at break, %	No less than 280	385	328	345	336	276	
Shatter point, °C	Not above -40	Stand the test					
Weight loss at 160°C, within 6 h., %	No more than 3,0	2,2	2,0	1,7	1,8	1,6	
Hardness, kg/cm ² , at 20°C at 70°C	No less than 9–20 6–12	12,5 7,3	11,3 7,2	11,8 7,1	12,1 7,3	11,9 7,4	
Water absorption, %	No more than 0,45	0,080	0,040	0,052	0,350	0,053	
Softening temperature, °C	170±10	171	171	172	169	171	
Density, g/cm ³	No more than 1,4	1,38	1,39	1,38	1,39	1,38	
Technological properties							
Thermostability at 180°C, min	GOST 14041-91	2 h. 15 min.	2 h. 16 min.	2 h. 24 min.	2 h. 35 min.	2 h. 12 min.	
Melt flow rate, g/10 min T = 190°C, P = 10 kg/cm ²	GOST 11645-73	103,3	106,3	102,0	98,7	102,4	

Table 5

Results of testing PVC adhesive tape

Characteristics	Plasticizer									
	Norms according to TS 2245-001-00203312-2003	Control sample	№ compound							
			53	57	31	35	62	61	67	39
			V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Breaking strength, kg/cm ²	No less than 50	73	65	71	69	73	65	71	69	70
Tensile strain, %	No less than 280	277	258	262	281	276	258	262	281	276
Shatter point, °C	Not above -30	Stand the test								
Technological properties										
Thermostability at 170°C, min.	GOST 14041-91	2 h. 07 min.	2 h. 05 min.	2 h. 15 min.	2 h. 59 min.	2 h. 06 min.	2 h. 11 min.	2 h. 08 min.	2 h. 27 min.	2 h. 29 min.
Melt flow rate, at T = 180°C, H = 16,6 kgf, g/10 min.	GOST 11645-73	10,5	14,8	12,5	14,2	12,8	14,8	12,5	14,2	13,8
										14,1

specifically when using butylbutoxypropylphthalate and dibutoxyethylphthalate and dibutoxypropylphthalate.

Testing of plasticizers in the formulation of PVC adhesive tape

The obtained samples of PVC adhesive tape were analyzed according to TS 2245-001-00203312-2003 (PVC adhesive tape). Results of analysis are shown in Table 5.

According to the data from the table, PVC adhesive tape meets the technical requirements. It is noted that using the ester compounds obtained by us improves the indicators, specifically: «Breaking strength», «Tensile strain», «Shatter temperature» and «Thermostability». Almost in all cases these samples provide technological and operational characteristics above the level of the DOP serial plasticizer.

Testing of plasticizers in multilayer linoleum

For the manufacture of multilayer baseless linoleum, polyvinyl chloride films were preliminarily obtained: the upper transparent, middle and lower layers, which were analyzed according to the GTP 00203312-100-2006. Results of analysis are shown in Table 6.

The data from the Table 6 show that replacement of dioctyl phthalate with oxyalkylated alcohols phthalates makes it possible to obtain PVC films with high thermal stability and improved melt flow. According to the test results, in all cases of using the prototypes, the main technological characteristics were noticeably better, that indicates facilitated processing of the PVC-compositions. It can be seen that the indicators «Thermalstability time» and «Melt Flow Rate» decrease

Table 6

Testing results of plasticizers in PVC formulations in the upper, middle and lower layers of linoleum

Characteristics	Norms according to CSS 00203312-100-2006	Plasticicer							
		№ compound							
		47	50	24	29	53	57	31	35
		I	II	III	VI	V	VI	VII	VIII
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Industrial formulation of the upper layer of linoleum (Plasticized PVC plasticate transparent with an embossed surface and without embossing)</i>									
Longitudinal strength, kg/cm ² along across	No less than 175 175	270 277	284 258	282 259	287 232	279 241	294 221	285 254	290 227
Breaking elongation, % along across	No less than 100 100	221 293	249 258	256 281	275 269	297 253	318 301	249 266	263 253
Change in linear dimensions , %	No more than 3,0	1,4	1,2	1,5	1,4	2,0	1,3	1,7	1,8
<i>Technological properties</i>									
Thermostability at 180°C, min	Control with DOP 1h. 45 min.	1h. 38 min.	1h. 51 min.	1h. 41 min.	1h. 43 min.	1h. 35 min.	1h. 48 min.	1h. 37 min.	1h. 40 min.
Melt flow rate, g/10 min T = 170°C, P = 16,6 kgf	7,1	8,5	9,3	8,4	8,6	7,5	8,3	8,9	9,1
<i>Industrial formulation of the middle layer of linoleum (Plasticized PVC plasticate filled with natural color)</i>									
Longitudinal strength, kg/cm ² along across	No less than 100 100	149 125	152 136	168 130	162 114	138 105	143 120	163 140	142 124
Breaking elongation, % along across	No less than 100 100	189 242	198 232	252 180	243 192	190 178	200 204	223 217	209 240
Change in linear dimensions, %	No more than 3,0	1,6	1,3	1,0	1,2	1,5	1,0	1,3	1,4
<i>Technological properties</i>									
Thermostability at 180°C, min	Control with DOP 37 min.	31 min.	32 min.	37 min.	34 min.	30 min.	35 min.	39 min.	33 min.
Melt flow rate, g/10 min T = 170°C, P = 16,6 kgf	8,1	9,5	9,7	10,5	9,9	8,4	8,9	10,4	9,2

Table 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Industrial formulation of the lower layer of linoleum (Plasticized PVC plasticate filled)</i>									
Longitudinal strength, kg/cm ² along across	No less than 75 75	116 80	127 91	133 116	136 118	117 85	133 103	129 99	131 100
Breaking elongation, % along across	No less than 100 100	211 151	233 208	209 152	223 163	208 157	231 219	245 252	256 245
Change in linear dimensions, %	No more than 3,0	0,9	0,5	0,5	0,4	0,9	0,4	0,6	0,7
<i>Technological properties</i>									
Thermostability at 180°C, min	Control with DOP 28 min.	20 min.	28 min.	24 min.	25 min.	18 min.	27 min.	21 min.	22 min.
Melt flow rate, g/10 min T = 170°C, P = 16,6 kgf	4,3	5,1	5,4	4,4	4,6	4,0	4,5	4,8	5,1

when moving from oxypropylated to ethoxylated compounds. This is apparently due to the presence of a side methyl group in the alcohol part of the oxypropylated compounds.

At the next stage of producing multi-layer polyvinyl chloride linoleum, the films were connected in a duplication unit which consists of heated drums, rubberized pressure rollers and a cooler conveyor.

Results of testing are shown in Table 7.

As it can be seen from the Table 7, the plasticization of PVC films with oxyalkylated alcohols phthalates positively influence on the performance characteristics – abrasion, change in linear dimensions and absolute deformation set – of multilayer linoleum.

CONCLUSION

Thus, the use of developed plasticizers in PVC materials improves their main physical and mechanical, technological and operational characteristics:

- the indicators «Weight loss at 160°C» and «Water absorption plastics» are improved in soft cable compound;
- the indicators «Breaking strength», «Tensile strain», «Shatter temperature» and «Thermostability» are improved in PVC adhesive tape;
- the indicators «Abrasion», «Change in linear dimensions» and «Absolute deformation set» are at the level of industrial plasticizer DOP in multilayer linoleum.

Table 7
Results of multilayer linoleum testing

Plasticizers used in the preparation of polymer films	Characteristics			
	Change in linear dimensions, % no more than	Surface resistivity, Ohm, no more than	Absolute deformation set, mm, no more than	Abrasion, mem, no more than
Norms according to 7251-77	0,80	$5,0 \cdot 10^{15}$	0,45	90
Control sample	0,71	$17,4 \cdot 10^{12}$	0,42	86
I	0,57	$3,4 \cdot 10^{12}$	0,35	74
II	0,47	$4,2 \cdot 10^{12}$	0,26	44
III	0,52	$3,9 \cdot 10^{12}$	0,34	45
IV	0,42	$4,1 \cdot 10^{12}$	0,32	51
V	0,65	$3,2 \cdot 10^{12}$	0,39	82
VI	0,55	$4,1 \cdot 10^{12}$	0,30	52
VII	0,45	$3,6 \cdot 10^{12}$	0,29	47
VIII	0,50	$3,8 \cdot 10^{12}$	0,27	54

ВВЕДЕНИЕ

Поливинилхлорид (ПВХ) является одним из самых востребованных крупнотоннажных полимеров, производимых как в России, так и за рубежом. Причиной этого является исключительная способность практически любыми способами перерабатываться в значительный ассортимент материалов и изделий различного назначения. Как известно, в последние годы наметилась тенденция к возрастанию требований к эксплуатационным и технологическим свойствам получаемых на основе поливинилхлорида материалов и изделий. Поэтому добавки также должны соответствовать предъявляемым требованиям.

В мире ежегодно производится более 12 млн. тонн полимерных добавок. Главная роль химиков-добавок – облегчение переработки полимерных смесей и приданье готовым изделиям необходимых свойств. Применение добавок позволяет получать самые разнообразные продукты – от очень мягких, гелеобразных, до упругих, жестких материалов [1...4].

Среди добавок наибольшую долю занимают пластификаторы (более 50%). На первом месте по потреблению пластификаторов находятся эфиры фталевой кислоты [4].

Основным представителем фталатных пластификаторов является диоктилфталат (ДОФ), который считается международным стандартным пластификатором ПВХ, удовлетворяющим требованиям переработки. Он имеет оптимальное сочетание свойств, сравнительно дешевый, обеспечивает необходимый комплекс эксплуатационных свойств, но относится к веществам II класса опасности. Тем не менее, ДОФ все еще остается наиболее распространенным сложноэфирным пластификатором ПВХ [1...6].

Поэтому разработка новых эффективных и экологичных пластификаторов является актуальной и имеет важное практическое значение.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Нами проводятся исследования по разработке новых пластификаторов [7...17]. В данной работе приводятся методы синтеза, некоторые физико-химические свойства и результаты испытаний фталатов оксиалкилированных спиртов в некоторых ПВХ-композициях строительного назначения, а именно в рецептурах кабельного ПВХ-пластика марки О-40 рец. ОМ-40 (черный), ленты ПВХ липкой и многослойного линолеума.

Целевые сложные эфиры с 3-м классом опасности получали в два этапа. В первую очередь синтезировали оксиалкилированные спирты. Затем этерификацией их с фталевым ангидридом получали конечные продукты.

Методика оксиалкилирования спиртов

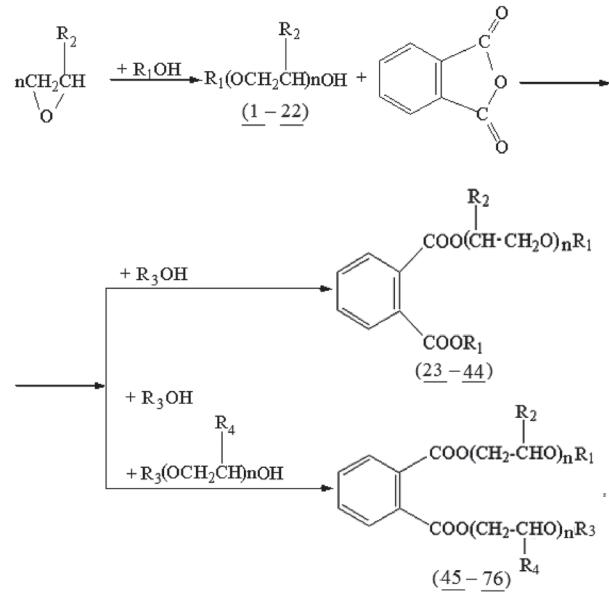
В четырехгорлую колбу, снабженную мешалкой, термометром, обратным холодильником и устройством для ввода оксида этилена (пропилена) загружают расчетное количество спирта и катализатор – едкого натра. Реактор нагревают на масляной бане и продувают азотом для удаления воздуха. Затем постепенно (при работающей мешалке) вводят оксид этилена (пропилена). Скорость подачи окиси этилена (пропилена) регулируют таким образом, чтобы не вступившая в реакцию окись конденсировалась в обратном холодильнике и стекала обратно в реактор «без захлебывания». После подачи оксида этилена (пропилена) реакционную смесь дополнительно нагревают и затем охлаждают до комнатной температуры.

Катализатор нейтрализуют расчетным количеством серной кислоты и полученную массу фильтруют.

Методика этерификации фталевого ангидрида

В трехгорлую колбу, снабженную холодильником с ловушкой Дина-Старка, термометром и механической мешалкой, помещают фталевый ангидрид, оксиалкилированный спирт и катализатор – n-толуолсульфокислоту (ПТСК) или тетрабутоксититан. Реакцию ведут до тех пор, пока в ловушке не образуется расчетное количество воды. По окончании реакции катализатор гидролизуют водой и этерификат отфильтровывают. При использовании ПТСК для облегчения удаления образующейся воды через реакционную смесь барботируют инертный газ – диоксид углерода или азот.

Общая схема получения фталатов оксиалкилированных спиртов имеет следующий вид:



где $R_1 = C_4H_9; C_8H_{17}; C_6H_5; C_6H_5CH_2$; $R_2 = H; CH_3$;
 $R_3 = C_4H_9; C_8H_{17}; C_6H_5; C_6H_5CH_2$; $R_4 = H; CH_3$.

Условия, позволяющие получить пластификаторы с выходом более 80%, приведены в табл. 1.

Физико-химические показатели синтезированных соединений приведены в табл. 2, 3.

Из табл. 2 видно, что с повышением степени оксиалкилирования плотность и показатель преломления растут.

Из полученных результатов видно, что с увеличением степени оксиалкилирования показатель преломления эфиров снижается, а плотность растет. Физико-химические показатели пластификаторов анализировали согласно ГОСТ 8728-88.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Для определения эффективности разработанных пластификаторов было исследовано изменение твердости по Шору А от концентрации пластификатора (пластификатор:ПВХ – 1:100). На основании расчета количественного фактора замещения (Φ_3), определяющего требуемое количество фталатов оксиалкилированных спиртов по сравнению с ДОФ и обеспечивающего необходимую твердость гибкого ПВХ при комнатных условиях, было установлено, что соединения 24, 29, 31, 35, 39, 44, 47, 50, 53, 57, 61, 62, 67 очень схожи с ДОФ по пластифицирующей эффективности. Для этих пластификаторов характерна

Таблица 1
Оптимальные условия для получения химикатов-добавок

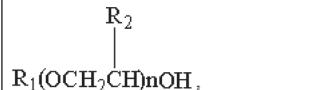
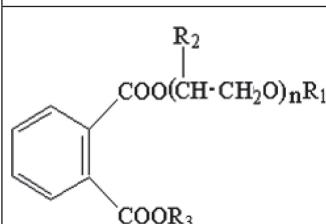
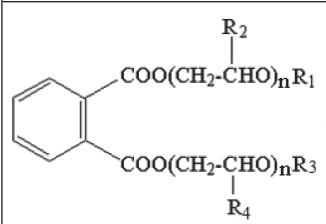
Синтезированные соединения	Мольное соотношение реагентов	Температура, °C	Примечание
 где $R_1 = C_4H_9; R_2 = H$ (1-4), CH_3 (5-8); $R_1 = C_8H_{17}; R_2 = H$ (9-12), CH_3 (13-16); $R_1 = C_6H_5; R_2 = H$ (17), CH_3 (18); $R_1 = C_6H_5CH_2; R_2 = CH_3$ (19-22).	Спирт: оксид этилена (пропилена)	1:1-3	110–180 количество катализатора 0,5–3% (масс. от загрузки)
 где $R_1 = C_4H_9; R_2 = C_4H_9; R_3 = C_4H_9$; $R_2 = H$ (23-26), CH_3 (27-30); $R_1 = C_8H_{17}; R_2 = C_8H_{17}; R_3 = C_8H_{17}$; $R_2 = H$ (31-34), CH_3 (35-38); $R_1 = C_6H_5CH_2; R_2 = C_6H_5CH_2; R_3 = C_6H_5CH_2$; $R_2 = CH_3$ (39-42); $R_1 = C_8H_{17}; R_2 = C_6H_5; R_3 = C_6H_5$; $R_2 = H$ (43), CH_3 (44).	Фталевый ангидрид: оксиалкилированный спирт	1:1,5	110–140 количество катализатора 0,1–2% (масс. от загрузки) + активированный уголь в количестве 1% (масс. от массы загруженных компонентов)
 где $R_1 = C_4H_9; R_3 = C_4H_9; R_2 = H$ (45-48), $R_4 = CH_3$ (49-52); $R_1 = C_8H_{17}; R_3 = C_8H_{17}; R_2 = H$ (53-56), $R_4 = CH_3$ (57-60); $R_1 = C_6H_5; R_3 = C_6H_5; R_2 = H$; $R_4 = H$ (61-64); $R_1 = C_6H_5; R_3 = C_4H_9; R_2 = CH_3; R_4 = CH_3$ (65-68); $R_1 = C_6H_5; R_3 = C_4H_9; R_2 = H; R_4 = CH_3$ (69-72); $R_1 = C_6H_5; R_3 = C_4H_9; R_2 = CH_3; R_4 = H$ (73-76).	Фталевый ангидрид: оксиалкилированный спирт	1:2,5	120–180 количество катализатора 0,1–2% (масс. от загрузки) + активированный уголь в количестве 1% (масс. от массы загруженных компонентов)

Таблица 2
Физико-химические свойства оксиалкилированных спиртов

№ соединения	n	d ₄ ²⁰	n _D ²⁰	Э. ч., мг КОН/г	М. м. найдено
<i>Оксиэтилированные бутанолы</i>					
1	1,5	0,9745	1,4285	790	142
2	2,0	0,9842	1,4333	681	165
3	2,2	0,9875	1,4351	644	173
4	2,4	0,9895	1,4369	615	182
<i>Оксипропилированные бутанолы</i>					
5	1,5	0,9130	1,4274	693	162
6	2,0	0,9224	1,4289	586	192
7	2,2	0,9253	1,4296	552	203
8	2,4	0,9287	1,4303	522	215
<i>Оксиэтилированные 2-этилгексанолы</i>					
9	1,5	0,9141	1,4325	568	197
10	2,0	0,9240	1,4490	510	220
11	2,4	0,9309	1,4580	471	238
12	3,0	0,9382	1,4696	422	265
<i>Оксипропилированные 2-этилгексанолы</i>					
13	1,3	0,8757	1,4329	538	208
14	1,9	0,8787	1,4342	461	243
15	2,3	0,8841	1,4358	423	265
16	2,7	0,8911	1,4379	386	290
<i>Оксиэтилированный фенол</i>					
17	1,0	1,1007	1,5314	789	142
<i>Оксипропилированный фенол</i>					
18	2,1	1,0773	1,5338	514	218
<i>Оксипропилированные фенилкарбинолы</i>					
19	1,1	1,0114	1,5216	640	175
20	1,7	1,0136	1,5259	533	210
21	2,4	1,0162	1,5298	448	250
22	2,7	1,0176	1,5318	416	269

хорошая растворяющая способность ПВХ и низкая склонность к миграции из пластифицированной пленки, ведь, как известно, миграция пластификатора из материала играет большое значение в сохранении свойств ПВХ-материалов при эксплуатации в течение длительного времени [1]. Исследование пластифицирующих свойств показало, что полученные ПВХ-пленки не имеют видимых признаков выпотевания пластификатора и обладают хорошими эластичными свойствами.

Выбранные образцы были испытаны в некоторых ПВХ-композициях строительного назначения.

Испытание пластификаторов в рецептуре кабельного пластика марки О-40 рец. ОМ-40 (ч)

Полученные образцы кабельных пластиков марки О-40 рец. ОМ-40 (черный) анализировали по ГОСТ 5960-72 с изм. 1-9 «Пластикат поливинилхлоридный для изоляции и защитных оболочек проводов и кабелей». Результаты испытаний приведены в табл. 4.

Приведенные в табл. данные показывают, что по основным показателям — прочности при разрыве, относительном удлинении при разрыве, температу-

Таблица 3
Физико-химические свойства фталатов оксиалкилированных спиртов

№ соединения	n	n _D ²⁰	d ₄ ²⁰	К. ч., мг KOH/г	Э. ч., мг KOH/г	М. м. найдено
I	2	3	4	5	6	7
<i>Бутилбутоксиэтилфталаты</i>						
23	1,5	1,4889	1,0559	0,10	321	349
24	2,0	1,4883	1,0581	0,10	302	371
25	2,2	1,4879	1,0601	0,10	295	380
26	2,4	1,4874	1,0615	0,10	288	389
<i>Бутилбутоксипропилфталаты</i>						
27	1,5	1,4814	1,0237	0,05	303	370
28	2,0	1,4796	1,0298	0,08	281	399
29	2,2	1,4781	1,0307	0,08	272	412
30	2,4	1,4775	1,0324	0,10	265	422
<i>Октилоктоксиэтилфталаты</i>						
31	1,5	1,4812	0,9875	0,10	242	463
32	2,0	1,4790	0,9930	0,10	231	485
33	2,4	1,4768	0,9986	0,10	222	505
34	3,0	1,4748	1,0097	0,10	213	526
<i>Октилоктоксипропилфталаты</i>						
35	1,3	1,4775	0,9681	0,20	237	473
36	1,9	1,4745	0,9738	0,20	220	509
37	2,3	1,4733	0,9776	0,20	210	533
38	2,7	1,4719	0,9813	0,20	201	557
<i>Бензилбензоксипропилфталаты</i>						
39	1,1	1,5189	1,1075	0,20	271	413
40	1,7	1,5178	1,1098	0,15	250	448
41	2,4	1,5168	1,1122	0,20	229	489
42	2,7	1,5163	1,1136	1,15	222	505
<i>Октилфеноксиэтилфталаты</i>						
43	1,0	1,4863	1,0214	0,10	313	358
<i>Октилфеноксипропилфталаты</i>						
44	2,1	1,4756	1,0098	0,10	232	481
<i>Дибутоксиэтилфталаты</i>						
45	1,5	1,0648	1,4855	0,20	271	413
46	2,0	1,0757	1,4816	0,10	243	461
47	2,2	1,0837	1,4755	0,10	236	475
48	2,4	1,0863	1,4742	0,20	226	496
<i>Дибутоксипропилфталаты</i>						
49	1,5	1,0286	1,4779	0,30	246	456
50	2,0	1,0296	1,4751	0,40	217	515
51	2,2	1,0299	1,4745	0,30	207	541
52	2,4	1,0304	1,4739	0,30	200	561

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6	7
<i>Диоктексиэтилфталаты</i>						
53	1,5	0,9887	1,4797	0,30	211	531
54	2,0	0,9982	1,4783	0,30	195	574
55	2,4	1,0047	1,4772	0,38	183	612
56	3,0	1,0132	1,4754	0,30	168	667
<i>Диоктексипропилфталаты</i>						
57	1,3	0,9642	1,4619	0,30	203	552
58	1,9	0,9978	1,4607	0,40	180	622
59	2,3	1,0253	1,4599	0,30	166	675
60	2,7	1,0429	1,4594	0,50	155	722
<i>Бутоксиэтилфеноксиэтилфталаты</i>						
61	1,5	1,5190	1,1054	0,20	271	415
62	2,0	1,5183	1,1081	0,20	257	436
63	2,2	1,5180	1,1110	0,20	252	444
64	2,4	1,5176	1,1119	0,20	247	454
<i>Бутоксипропилфеноксипропилфталаты</i>						
65	1,5	1,5184	1,1034	0,20	201	558
66	2,0	1,5178	1,1062	0,20	211	514
67	2,2	1,5175	1,1078	0,20	214	524
68	2,4	1,5172	1,1091	0,20	218	531
<i>Бутоксиэтилфеноксипропилфталаты</i>						
69	1,5	1,5184	1,1034	0,20	201	558
70	2,0	1,5178	1,1062	0,20	211	514
71	2,2	1,5175	1,1078	0,20	214	524
72	2,4	1,5172	1,1091	0,20	218	531
<i>Бутоксипропилфеноксиэтилфталаты</i>						
73	1,5	1,5187	1,1014	0,20	257	435
74	2,0	1,5183	1,1042	0,20	241	464
75	2,2	1,5178	1,1060	0,20	235	476
76	2,4	1,5174	1,1074	0,20	230	486

ре хрупкости – полученные кабельные пластикаты не уступают промышленным образцам, а такие показатели как «Потери в массе при 160°C» и «Водопоглощение» значительно ниже при использовании бутилбутоксипропилфталата, дибутоксиэтилфталата и дибутоксипропилфталата.

Испытание пластификаторов в рецептуре ленты ПВХ липкой

Полученные образцы ленты ПВХ липкой анализировали согласно ТУ 2245-001-00203312-2003 (Лента

поливинилхлоридная липкая). Результаты испытаний приведены в табл. 5.

Согласно табличным данным, лента ПВХ липкая соответствует техническим требованиям. Отмечено, что при использовании полученных нами сложноэфирных соединений улучшаются показатели, а именно: «Прочность при разрыве», «Относительное удлинение», «Температура хрупкости» и «Термостабильность». Практически во всех случаях указанные образцы обеспечивают технологические и эксплуатационные показатели выше уровня серийного пластификатора ДОФ.

Таблица 4

Результаты испытаний пластификаторов в рецептуре кабельного пластика марки О-40 рец. ОМ-40 (ч)

Наименование показателей	Пластификатор						
	Норма по ГОСТ 5960-72 с изм. 1-9 (1 сорт)	Кон-трольный образец	№ соединения				
			47	50	24	29	
			№ образца				
			I	II	III	IV	
Удельное объемное электр. сопротивление при 20°C, Ом · см	Не менее 1 · 10 ¹⁰	9,0 · 10 ¹²	6,3 · 10 ¹²	4,5 · 10 ¹²	7,5 · 10 ¹²	6,0 · 10 ¹²	
Прочность при разрыве, кгс/см ²	Не менее 110	147	140	142	144	140	
Относительное удлинение при разрыве, %	Не менее 280	385	328	345	336	276	
Температура хрупкости, °C	Не выше -40	выдерживают					
Потери в массе при 160°C, в течение 6 ч., %	Не более 3,0	2,2	2,0	1,7	1,8	1,6	
Твердость, кгс/см ² , при 20°C при 70°C	Не менее 9–20 6–12	12,5 7,3	11,3 7,2	11,8 7,1	12,1 7,3	11,9 7,4	
Водопоглощение, %	Не более 0,45	0,080	0,040	0,052	0,350	0,053	
Температура размягчения, °C	170±10	171	171	172	169	171	
Плотность, г/см ³	Не более 1,4	1,38	1,39	1,38	1,39	1,38	
<i>Технологические свойства</i>							
Термостабильность при 180°C, мин.	ГОСТ 14041-91	2 ч. 15 мин.	2 ч. 16 мин.	2 ч. 24 мин.	2 ч. 35 мин.	2 ч. 12 мин.	
ПТР, г/10 мин при 190°C, Р = 10 кгс/см ²	ГОСТ 11645-73	103,3	106,3	102,0	98,7	102,4	

Таблица 5

Результаты испытаний ленты ПВХ липкой

Наименование показателя	Пластификатор										
	Нормы ТУ 2245-001-00203312-2003	Кон-троль-ный образец	№ соединения								
			53	57	31	35	62	61	67	39	
			44	№ образца							
			V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
Прочность при разрыве, кгс/см ²	Не менее 50	73	65	71	69	73	65	71	69	70	72
Относительное удлинение, %	Не менее 280	277	258	262	281	276	258	262	281	276	275
Температура хрупкости, °C	Не выше -30	выдерживают									
<i>Технологические свойства</i>											
Термостабильность при 170°C, мин.	ГОСТ 14041-91	2 ч. 07 мин.	2 ч. 05 мин.	2 ч. 15 мин.	2 ч. 59 мин.	2 ч. 06 мин.	2 ч. 11 мин.	2 ч. 08 мин.	2 ч. 27 мин.	2 ч. 29 мин.	2 ч. 06 мин.
ПТР, при Т = 180°C, Н = 16,6 кгс, г/10 мин.	ГОСТ 11645-73	10,5	14,8	12,5	14,2	12,8	14,8	12,5	14,2	13,8	14,1

Испытание пластификаторов в многослойном линолеуме

Для изготовления многослойного безосновного линолеума предварительно были получены поливинилхлоридные пленки: верхний прозрачный,

средний и нижний слой, которые анализировали согласно СТП 00203312-100-2006. Результаты испытаний приведены в табл. 6.

Из данных табл. 6 видно, что замена диоктилфталата на фталаты оксиалкилированных спиртов позволяет получить ПВХ-пленки с высокой тер-

Таблица 6

Результаты испытаний пластификаторов в ПВХ-рецептурах верхнего, среднего, нижнего слоев линолеума

Наименование показателя	Нормы СТП 00203312-100- 2006	Пластификатор							
		№ соединения							
		47	50	24	29	53	57	31	35
		I	II	III	VI	V	VI	VII	VIII
<i>Промышленная рецептура верхнего слоя линолеума (Пластикат ПВХ пластифицированный прозрачный с тисненой поверхностью и без тиснения)</i>									
Прочность при растяжении, кгс/см ² вдоль поперек	Не менее 175 175	270 277	284 258	282 259	287 232	279 241	294 221	285 254	290 227
Относительное удлинение при разрыве, % вдоль поперек	Не менее 100 100	221 293	249 258	256 281	275 269	297 253	318 301	249 266	263 253
Изменение линейных размеров, %	Не более 3,0	1,4	1,2	1,5	1,4	2,0	1,3	1,7	1,8
<i>Технологические показатели</i>									
Термостабильность при 180°C, мин	Контр. с ДОФ 1ч. 45 мин.	1ч. 38 мин.	1ч. 51 мин.	1ч. 41 мин.	1ч. 43 мин.	1ч. 35 мин.	1ч. 48 мин.	1ч. 37 мин.	1ч. 40 мин.
ПТР, г/10 мин T = 170°C, P = 16,6 кгс	7,1	8,5	9,3	8,4	8,6	7,5	8,3	8,9	9,1
<i>Промышленная рецептура среднего слоя линолеума (Пластикат ПВХ пластифицированный наполненный натурального цвета)</i>									
Прочность при растяжении, кгс/см ² вдоль поперек	Не менее 100 100	149 125	152 136	168 130	162 114	138 105	143 120	163 140	142 124
Относительное удлинение при разрыве, % вдоль поперек	Не менее 100 100	189 242	198 232	252 180	243 192	190 178	200 204	223 217	209 240
Изменение линейных размеров, %	Не более 3,0	1,6	1,3	1,0	1,2	1,5	1,0	1,3	1,4
<i>Технологические показатели</i>									
Термостабильность при 180°C, мин	Контр. с ДОФ 37 мин.	31 мин.	32 мин.	37 мин.	34 мин.	30 мин.	35 мин.	39 мин.	33 мин.
ПТР, г/10 мин T = 170°C, P = 16,6 кгс	8,1	9,5	9,7	10,5	9,9	8,4	8,9	10,4	9,2
<i>Промышленная рецептура нижнего слоя линолеума (Пластикат ПВХ пластифицированный наполненный)</i>									
Прочность при растяжении, кгс/см ² вдоль поперек	Не менее 75 75	116 80	127 91	133 116	136 118	117 85	133 103	129 99	131 100
Относительное удлинение при разрыве, % вдоль поперек	Не менее 100 100	211 151	233 208	209 152	223 163	208 157	231 219	245 252	256 245
Изменение линейных размеров, %	Не более 3,0	0,9	0,5	0,5	0,4	0,9	0,4	0,6	0,7
<i>Технологические показатели</i>									
Термостабильность при 180°C, мин	Контр. с ДОФ 28 мин.	20 мин.	28 мин.	24 мин.	25 мин.	18 мин.	27 мин.	21 мин.	22 мин.
ПТР, г/10 мин T = 170°C, P = 16,6 кгс	4,3	5,1	5,4	4,4	4,6	4,0	4,5	4,8	5,1

Таблица 7
Результаты испытаний многослойного линолеума

Пластификаторы, используемые при получении полимерных пленок	Наименование показателей			
	Изменение линейных размеров, % не более	Удельное поверхностное электрическое сопротивление, Ом, не более	Абсолютная остаточная деформация, мм, не более	Истираемость, мкм, не более
Нормы по ГОСТ 7251-77	0,80	$5,0 \cdot 10^{15}$	0,45	90
Контрольный образец	0,71	$17,4 \cdot 10^{12}$	0,42	86
I	0,57	$3,4 \cdot 10^{12}$	0,35	74
II	0,47	$4,2 \cdot 10^{12}$	0,26	44
III	0,52	$3,9 \cdot 10^{12}$	0,34	45
IV	0,42	$4,1 \cdot 10^{12}$	0,32	51
V	0,65	$3,2 \cdot 10^{12}$	0,39	82
VI	0,55	$4,1 \cdot 10^{12}$	0,30	52
VII	0,45	$3,6 \cdot 10^{12}$	0,29	47
VIII	0,50	$3,8 \cdot 10^{12}$	0,27	54

мостабильностью и улучшенной текучестью расплава. Согласно результатам испытаний, во всех случаях использования опытных образцов основные технологические показатели были заметно лучше, что свидетельствует об облегчении переработки соответствующих ПВХ-композиций. «Время термостабильности» и «Показатель текучести расплава» снижаются при переходе от оксипропилированных оксиэтилированных к соединениям. Это, по-видимому, объясняется наличием боковой метильной группы в спиртовой части оксипропилированных соединений.

На следующем этапе получения многослойного поливинилхлоридного линолеума пленки были соединены на установке дублирования, состоящей из обогреваемых барабанов, обрезиненных прижимных валиков и транспортера охладителя. Результаты испытаний приведены в табл. 7.

Как видно из табл. 7, пластификация ПВХ-пленок фталатами оксиалкилированных спиртов оказывает положительное влияние на эксплуатаци-

онные характеристики многослойного линолеума: «Истираемость», «Изменение линейных размеров» и «Абсолютная остаточная деформация».

ВЫВОДЫ

Таким образом, при использовании в ПВХ-материалах разработанных пластификаторов улучшаются их основные физико-механические, технологические и эксплуатационные показатели:

- при получении кабельных пластиков улучшаются показатели «Потеря в массе при 160°C» и «Водопоглощение»;
- при получении ленты ПВХ липкой улучшаются показатели «Прочность при разрыве», «Относительное удлинение», «Температура хрупкости» и «Термостабильность»;
- в многослойном линолеуме показатели «Истираемость», «Изменение линейных размеров» и «Абсолютная остаточная деформация» находятся на уровне промышленного пластификатора ДОФ.

REFERENCES

1. Uilki Ch., Sammers J., Daniels Ch. Polivinilchlorid [Polyvinylchloride]. Saint-Petersburg, Profession, 2007. 728 p. (In Russian).
2. Mazitova A.K., Aminova G.K., Nafikova R.F., Deberdeev R.Ja. Osnovnye polivinilchloridnye kompozicii stroitel'nogo naznachenija [Main polyvinylchloride compositions for building purposes]. Ufa, 2013. 130 p. (In Russian).
3. Tinius K. Plastifikatory [Plasticizers]. Moscow. Chemistry, 1964. 915 p. (In Russian).
4. Barshteyn R.S., Kirilovich V.I., Nosovskiy Y.E. Plastifikatory dlja polimerov [Plasticizers for polymers]. Moscow. Chemistry, 1982. 196 p. (In Russian).

5. Regulation (EC) №1907/2006 of the European Parliament and of the council of 18 December 2006. Official Journal of the European Union. 2007. P. 146: [Electronic source]. URL:<http://eur-lex.europa.eu/oj/2006/12/direct-access.html?ojYear=2016> (Accessed date: 09.11.2016).
6. Mazitova A.K., Nafikova R.F., Aminova G.K. Plastifikatory polivinilchlorida [Plasticizers of polyvinylchloride]. Nauka i jepoha: monografija. Pod obshhej redakcijej professora O.I. Kirikova [Science and epoch: monograph. Under the General editorship of Professor O. I. Kirikova]. Moscow; Voronezh, 2012. pp. 277–297. (In Russian).
7. Mazitova A.K., Aminova G.F. Gabitov A.I., Maskova, A.R., Khusnudinov B.R., Fattakhova A.M. Razrabotka novyh plastifikatorov polivinilchlorida [Development of new plasticizers of polyvinyl chloride]. Jelektronnyj nauchnyj zhurnal «Neftgazovoe delo» [Electronic scientific journal «Oil and gas business】. 2014. no. 12-1. pp. 120–127. (In Russian).
8. Mazitova A.K., Stepanova L.B., Aminova G.F., Maskova A.R. Razrabotka funkcional'nyh dobavok dlja polivinilchloridnyh kompozicij stroitel'nogo naznachenija [Development of functional additives for polyvinylchloride compositions for construction purposes]. Promyshlennoe proizvodstvo i ispol'zovanie elastomerov [Industrial production and use of elastomers]. 2015. no. 2. pp. 27–31. (In Russian).
9. Faizullina G.F., Gabitov A.I., Maskova A.R., Ahmetova I.I. Plastifikacija polivinilchlorida novymi plastifikatorami [Plasticization of polyvinylchloride with new plasticizers]. Neftgazovoe delo [Oil and gas business]. 2017. Vol. 15, no. 3. pp. 106–111. (In Russian).
10. Mazitova A.K., Aminova G.K., Gabitov A.I., Maskova A.R., Rahmatullina R.G. Novye plastifikatory PVH-kompozicij special'nogo naznachenija [New plasticizers of PVC compositions for special purposes]. Bashkir chemical journal. 2015. Vol. 22, no. 3. pp. 23–26. (In Russian).
11. Mazitova A.K., Aminova G.K., Maskova A.R., Sabitov I.N., Nedoseko I.V. New polyvinylchloride plasticizers. Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2017, Vol. 9, no. 6, pp. 168–180. DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2017-9-6-168-180.
12. Mazitova A.K., Aminova G.K., Maskova A.R., Yagafarova G.G., Mazitov R.M. New plasticizers for PVC-compositions in construction. Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2017, Vol. 9, no. 4, pp. 48–63. DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2017-9-4-48-63.
13. Maskova A.R., Aminova G.K., Karimov F.Ch., Sabitov I.N., Timofeev A.A., Mazitova A.K. Stabilization of polyvinyl chloride compounds with 1,2,4-triazine series. Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2018, Vol. 10, no. 6, pp. 112–123. DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2018-10-6-112-123.
14. Maskova A.R., Aminova G.K., Mazitov R.M., Faizullina G.F., Mazitova A.K. Influence of the pentaerythritol ester of oil acid on compatibility of octylphenoxypropyl phthalate with polyvinyl chloride. Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2018, Vol. 10, no. 5, pp. 148–159. DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2018-10-5-148-159.
15. Maskova A.R., Aminova G.K., Faizullina S.R., Faizullina G. F., Mazitova A.K. Production of PVC-films with specific properties. Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2018, Vol. 10, no. 4, pp. 102–115. DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2018-10-4-102-115.
16. Maskova A.R., Mazitova A.K., Aminova G.K., Rolnik L.Z., Faizullina G.F. Investigation of the rheological properties of PVC compositions containing phthalate plasticizers. Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2018, Vol. 10, no. 3, pp. 127–137. DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2018-10-3-127-137.
17. Mazitova A.K., Aminova G.K., Maskova A.R. Research of thermostability of phthalates of oxyalkylated alcohols. Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2018, Vol. 10, no. 2, pp. 157–170. DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2018-10-2-157-170. (In Russian).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уилки Ч., Саммерс Дж., Даниэлс Ч. Поливинилхлорид. – СПб.: Профессия, 2007. – 728 с.
2. Мазитова А.К., Аминова Г.К., Нафикова Р.Ф., Дебердеев Р.Я. Основные поливинилхлоридные композиции строительного назначения. – Уфа, 2013. – 130 с.
3. Тиниус К. Пластификаторы. – М.: Химия, 1964. – 915 с.
4. Барштейн Р.С., Кириллович В.И., Носовский Ю.Е. Пластификаторы для полимеров. – М.: Химия, 1982. – 196 с.
5. Regulation (EC) №1907/2006 of the European Parliament and of the council of 18 December 2006 // Official Journal of the European Union. – 2007. – P. 146 : [Electronic source]. URL:<http://eur-lex.europa.eu/oj/2006/12/direct-access.html?ojYear=2016> (Accessed date: 09.11.2016).
6. Мазитова А.К., Нафикова Р.Ф., Аминова Г.К. Пластификаторы поливинилхлорида / Наука и эпоха: монография; под общей ред. проф. О.И. Кирикова. – Воронеж, 2011. – С. 277–297.
7. Мазитова А.К., Аминова Г.Ф., Габитов А.И., Маскова А.Р., Хуснудинов Б.Р., Фаттахова А.М. Разработка новых пластификаторов поливинилхлорида // Нефтегазовое дело. – 2014. – Т. 12, № 1. – С. 120–127.
8. Мазитова А.К., Степанова Л.Б., Аминова Г.Ф., Маскова А.Р. Разработка функциональных добавок для поливинилхлоридных композиций строительного назначения // Промышленное производство и использование эластомеров. – 2015. – № 2. – С. 27–31.
9. Файзуллина Г.Ф., Габитов А.И., Маскова А.Р., Ахметова И.И. Пластификация поливинилхлорида новыми пластификаторами // Нефтегазовое дело. – 2017. – Т. 15, № 3. – С. 106–111.

10. Мазитова А.К., Аминова Г.К., Габитов А.И., Маскова А.Р., Рахматуллина Р.Г. Новые пластификаторы ПВХ-композиций специального назначения // Башкирский химический журнал. – 2015. – Т. 22, № 3. – С. 23–26.
11. Мазитова А.К., Аминова Г.К., Маскова А.Р., Сабитов И.Н., Недосеко И.В. Новые пластификаторы поливинилхлорида // Нанотехнологии в строительстве. – 2017. – Том 9, № 6. – С. 168–180. – DOI: dx.doi.org/10.15828/20758545-2017-9-6-168-180.
12. Мазитова А.К., Аминова Г.К., Маскова А.Р., Ягафарова Г. Г., Мазитов Р.М. Новые пластификаторы для пвх-композиций строительного назначения // Нанотехнологии в строительстве. – 2017. – Том 9, № 4. – С. 48–63. – DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2017-9-4-48-63.
13. Маскова А.Р., Аминова Г. К., Каримов Ф.Ч., Сабитов И.Н., Тимофеев А.А., Мазитова А.К. Стабилизация поливинилхлоридного пластика соединениями 1,2,4-триазинового ряда // Нанотехнологии в строительстве. – 2018. – Том 10, № 6. – С. 112–123. – DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2018-10-6-112-123.
14. Маскова А.Р., Аминова Г.К., Мазитов Р.М., Файзулина Г.Ф., Мазитова А.К. Влияние пентаэритритового эфира масляной кислоты на совместимость октилфеноксипропилфталата с поливинилхлоридом // Нанотехнологии в строительстве. – 2018. – Том 10, № 5. – С. 148–159. – DOI: dx.doi.org/10.15828/20758545-2018-10-5-148-159.
15. Маскова А.Р., Аминова Г.К., Файзулина С.Р., Файзулина Г.Ф., Мазитова А.К. Получение ПВХ-пленок, обладающих специфическими свойствами // Нанотехнологии в строительстве. – 2018. – Том 10, № 4. – С. 102–115. – DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2018-10-4-102-115.
16. Маскова А.Р., Мазитова А.К., Аминова Г.К., Рольник Л.З., Файзулина Г.Ф. Исследование реологических свойств ПВХ-композиций, содержащих фталатные пластификаторы // Нанотехнологии в строительстве. – 2018. – Том 10, № 3. – С. 127–137. – DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2018-10-3-127-137.
17. Мазитова А.К., Аминова Г.К., Маскова А.Р. Исследование термостабильности фталатов оксиалкилированных спиртов // Нанотехнологии в строительстве. – 2018. – Том 10, № 2. – С. 157–170. – DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-85452018-10-2-157-170.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Albina R. Maskova, PhD in Engineering, Associate Professor, Applied and Natural Sciences Department, Ufa State Petroleum Technological University; Mendeleev St., 195, Ufa, Bashkortostan Republic, Russia, 450080; asunasf@mail.ru;

Gulya K. Aminova, Doctor of Engineering, Professor, Applied and Natural Sciences Department, Ufa State Petroleum Technological University; Mendeleev St., 195, Ufa, Bashkortostan Republic, Russia, 450080; aminovagk@inbox.ru;

Lyubov Z. Rolnik, Doctor of Chemistry, Professor, General, Analytical and Applied chemistry Department, Ufa State Petroleum Technological University; Kosmonavtov St., 1, Ufa, Bashkortostan Republic, Russia, 450062, oax-ugntu@mail.ru;

Galiya F. Faizullina, Engineer, Applied and Natural Sciences Department, Ufa State Petroleum Technological University; Mendeleev St., 195, Ufa, Bashkortostan Republic, Russia, 450080; galiya.aminova@gmail.com;

Aliya K. Mazitova, Doctor of Chemistry, Professor, Head of Applied and Natural Sciences Department, Ufa State Petroleum Technological University; Mendeleev St., 195, Ufa, Bashkortostan Republic, Russia, 450080; elenaasf@yandex.ru.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Маскова Альбина Рафитовна, к.т.н., доц. каф. «Прикладные и естественнонаучные дисциплины», ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»; ул. Менделеева, 195, г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия, 450080, asunasf@mail.ru;

Аминова Гулия Карамовна, д.т.н., проф. каф. «Прикладные и естественнонаучные дисциплины», ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»; ул. Менделеева, 195, г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия, 450080, aminovagk@inbox.ru;

Рольник Любовь Зелиховна, д.х.н., проф. каф. «Общая, аналитическая и прикладная химия», ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»; ул. Космонавтов, 1, г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия, 450062, oax-ugntu@mail.ru;

Файзулина Галия Фатыховна, инженер каф. «Прикладные и естественнонаучные дисциплины», ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»; ул. Менделеева, 195, г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия, 450080, galiya.aminova@gmail.com;

Мазитова Алия Карамовна, д.х.н., проф., зав. каф. «Прикладные и естественнонаучные дисциплины», ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»; ул. Менделеева, 195, г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия, 450080, elenaasf@yandex.ru.

The Electronic Edition

«NANOTECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION: A SCIENTIFIC INTERNET-JOURNAL» NANOBUILD.RU

Electronic edition «Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal» Nanobuild.ru was established in 2009. The main aim of electronic edition «Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal» Nanobuild.ru is to provide information support for the process of invention and application of science intensive technologies (mostly nanotechnological products) in construction, communal and housing services, joint areas (industry, power et al.).

Every issue of electronic edition «Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal» contains the information about advanced materials and technologies which are already in use or are about to appear at the market in the near future. That is of great interest for many specialists.

Therefore the authors and the edition's readers are:

- students, lecturers, post-graduates and people working for doctor's degree;
- scientists and specialists of research institutes and nanotechnological centers;
- heads and specialists of the institutions, organizations and factories from the area of construction and housing and communal services;
- scientists and specialists of the industries which are adjacent to construction;
- managers and experts of the enterprises that manufacture nanoindustrial products.

One of the important quality indicators for journal is its correspondence to international norms and as a result inclusion to international citation systems (data bases).

The electronic edition «Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal» has been included in: CA(pt) (USA); DOAJ (Sweden); EBSCO Publishing (USA); ESCI Web of Science (USA); EZB (Germany); CrossRef (USA); ISSN 2075-8545 (online) (France); Readera (Russia); ResearchBib (Japan); ResearchGate (USA); Scientific Electronic Library (Russia); ProQuest (USA); Ulrich's Periodicals Directory (USA) et al.

Each paper is assigned UDC, DOI, HTML-code. The papers are published in English and Russian.

The editors follow the politics of «open access» for the published materials. To provide maximal access to materials all issues are published at the edition's website http://nanobuild.ru/en_EN/; the papers (information about them) is added to citation systems (data bases).

That allows scientists and specialists all over the world to study journal's materials and to use them in their work, which includes citation.

Distribution of the journal:

1. Every issue of the electronic edition «Nanotechnologies in Construction» is published in free access at the website http://nanobuild.ru/en_EN/
2. The papers and/or the information about them are published in citation systems (databases): EBSCO Publishing (USA), ESCI Web of Science (USA), ResearchBib (Япония), CrossRef (USA), Scientific Electronic Library (Russia), DOAJ (Sweden) etc.
3. The information about new issue which can be viewed and downloaded is sent to companies, research and nanotechnology centers, authors, scientists and specialists all over the world (in total 5000 addresses).
4. Information about published issue is placed at the partners' internet-sources: <http://daaam.info>; <http://www.rilem.org>, <http://ama.com.az>, <http://isit.si/activities/events-news>, <http://info-iae.ru>, <http://www.nanonewsnet.ru>, <http://www.rusnanonet.ru>; <http://www.rae-info.ru> et al.

You can find all issues and requirements to the published materials on the official website http://nanobuild.ru/en_EN/.

If you have any questions, please contact us by e-mail: info@nanobuild.ru

We hope for effective and mutual beneficial cooperation.

*The editors of the electronic edition
«Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal»*



Электронное издание **«НАНОТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ: НАУЧНЫЙ ИНТЕРНЕТ-ЖУРНАЛ»** **NANOBUILD.RU**

Электронное издание «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» Nanobuild.ru было создано в 2009 году. Основной целью электронного издания «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» Nanobuild.ru является информационное обеспечение процесса создания и внедрения наукоёмких технологий (прежде всего – нанотехнологической продукции) в области строительства, жилищно-коммунального хозяйства, смежных отраслей (промышленности, энергетики и др.).

В каждом номере электронного издания «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» публикуется информация о передовых материалах и технологиях, которые уже используются или должны появиться в ближайшее время, а это вызывает большой интерес у специалистов.

Поэтому авторами и читателями издания являются:

- студенты, преподаватели, аспиранты и докторанты вузов;
- ученые и специалисты научно-исследовательских институтов и нанотехнологических центров;
- руководители и специалисты учреждений, организаций и предприятий строительного комплекса и жилищно-коммунального хозяйства;
- ученые и специалисты смежных со строительством отраслей;
- руководители и эксперты фирм-производителей продукции наноиндустрии.

Одним из важнейших показателей качества журнала является соответствие его международным нормам и, как следствие, включение в международные системы цитирования (базы данных).

Интернет-журнал «Нанотехнологии в строительстве» включен в Перечень ВАК РФ, системы цитирования (базы данных): CA(pt) (США); DOAJ (Швеция); EBSCO Publishing (США); ESCI Web of Science (США); EZB (Германия); CrossRef (США); ISSN 2075-8545 (online) (Франция); Научная электронная библиотека (Россия); ResearchBib (Япония); Readera (Россия); ProQuest (США); ResearchGate (США); Ulrich's Periodicals Directory (США) и другие.

Каждой научной статье присваиваются УДК, DOI, а также HTML-код. Статьи издаются на русском и английском языках.

Редакция издания придерживается политики «открытого доступа» к публикуемым материалам. В целях максимальной доступности материалов все номера размещены на сайте издания <http://Nanobuild.ru>; статьи (информация о них) размещается в системах цитирования (базах данных).

Это позволяет ученым и специалистам во всем мире свободно знакомиться с материалами журнала и использовать их в своей деятельности, в т.ч. цитировать в своих статьях.

Распространение журнала:

1. Каждый выпуск электронного издания «Нанотехнологии в строительстве» размещается в открытом доступе на портале <http://nanobuild.ru>.
2. Статьи и/или информация о них размещаются в системах цитирования (базах данных): EBSCO Publishing (США), ESCI Web of Science (США), ResearchBib (Япония), CrossRef (США), Научная электронная библиотека (Россия), DOAJ (Швеция), Readera (Россия) и др.
3. Информация о каждом новом номере журнала, с возможностью ознакомиться (скачать) номер, высыпается в компании, научно-исследовательские и нанотехнологические центры, авторам, ученым и специалистам по всему миру (всего 5000 адресов).
4. Информация о вышедшем номере размещается на интернет-ресурсах партнеров: <http://daaam.info>, <http://ama.com.az>, <http://isit.si/activities/events-news>, <http://info-iae.ru>, <http://www.nanonewsnet.ru>, <http://www.rusnanonet.ru>, <http://www.info-rae.ru> и др.

Тематика статей, а также требования к публикуемым материалам приведены в каждом номере журнала и на сайте <http://nanobuild.ru>.

По всем вопросам просим обращаться по e-mail: info@nanobuild.ru

Надеемся на плодотворное и взаимовыгодное сотрудничество.

Редакция электронного издания

«Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал»



DOI: 10.15828/2075-8545-2019-11-1-76-88

UDC 54.01

Patterns of the block approach for structure analysis of chemical elements and issues in materials science

Authors:

Boris V. Gusev,

Head of the Department of Construction Materials and Technologies at Russian University of Transport,
Moscow, Russia, e-mail: info-rae@mail.ru

Anatoly A. Speransky,

Vice President of RAE, Moscow, Russia, e-mail: vibro-vector@yandex.ru

Abstract: The authors developed a notion of the three-dimensional matrix of chemical elements, which made it possible to eliminate the main disadvantages of tabular forms of the structure of chemical elements developed by D.I. Mendeleev and the international community of IUPAC chemists. The three-dimensional structure is represented as an expanding conic matrix. At the same time, all known chemical elements up to number 118 are combined into four blocks. The block-structure made it possible to substantiate an electron-level formula, even for the proposed new chemical elements of the 5th block E with numbers 119 through 218. This allows for the development of a digital model for calculating interactions of chemical elements and obtaining new types of compounds and materials.

Keywords: chemical elements, tabular forms of the periodic structure, three-dimensional matrix, periodicity mechanisms, orbital models of atom electron shells.

For citation: Gusev B.V., Speransky A.A. Patterns of the block approach for structure analysis of chemical elements and issues in materials science. Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2019, Vol. 11, no. 1, pp. 76–88. DOI: 10.15828/2075-8545-2019-11-1-76-88.

Machine-readable information on CC-licenses (HTML-code) in metadata of the paper

Patterns of the block approach for structure analysis of chemical elements and issues in materials science by <a xmlns:cc="http://creativecommons.org/ns#" href="http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/">Gusev B.V., Speransky A.A. is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License. Based on a work at <a xmlns:dct="http://purl.org/dc/terms/" href="http://nanobuild.ru/en_EN/nanobuild-1-2019/" rel="dct:source">http://nanobuild.ru/en_EN/nanobuild-1-2019/. Permissions beyond the scope of this license may be available at <a xmlns:cc="http://creativecommons.org/ns#" href="info-rae@mail.ru" rel="cc:morePermissions">info-rae@mail.ru.

The paper has been received by editors: 03.01.2019.

The paper has been received by editors after peer-review: 18.01.2019.

The paper has been accepted for publication: 31.01.2019.

Закономерности блочного подхода для анализа структуры химических элементов и проблемы материаловедения

Авторы:

Гусев Борис Владимирович,

зав. кафедрой «Строительные материалы и технологии»

Российского университета транспорта, Москва, Россия, e-mail: info-rae@mail.ru

Сперанский Анатолий Алексеевич,

вице-президент РИА, Москва, Россия, e-mail: vibro-vector@yandex.ru

Резюме: Авторами разработано представление об объемной матрице химических элементов, которое позволило устранить основные недостатки табличных форм структуры химических элементов, разработанных Д.И. Менделеевым и международным сообществом химиков ИЮПАК. Объемная структура представлена в виде расширяющей конусной матрицы. При этом все известные химические элементы до номера 118 объединены в четыре блока. Представление о блочности позволило обосновать электронно-уровневую формулу, в том числе для предполагаемых новых химических элементов 5-го блока Е с номерами 119 по 218. Это позволяет разработать цифровую модель для расчета взаимодействий химических элементов и получения новых видов соединений и материалов.

Ключевые слова: химический элемент, табличные формы периодической структуры, объемная матрица, механизмы периодичности, орбитальные модели электронных оболочек атомов.

Для цитирования: Гусев Б.В., Сперанский А.А. Закономерности блочного подхода для анализа структуры химических элементов и проблемы материаловедения // Нанотехнологии в строительстве. – 2019. – Том 11, № 1. – С. 76–88. – DOI: 10.15828/2075-8545-2019-11-1-76-88.

Machine-readable information on CC-licenses (HTML-code) in metadata of the paper

Patterns of the block approach for structure analysis of chemical elements and issues in materials science by <a xmlns:cc="http://creativecommons.org/ns#" href="Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2019, Vol. 11, no. 1, pp. 76–88. DOI: 10.15828/2075-8545-2019-11-1-76-88" property="cc:attributionName" rel="cc:attributionURL">Gusev B.V., Speransky A.A. is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.
Based on a work at <a xmlns:dct="http://purl.org/dc/terms/" href="http://nanobuild.ru/en_EN/nanobuild-1-2019/" rel="dct:source">http://nanobuild.ru/en_EN/nanobuild-1-2019.
Permissions beyond the scope of this license may be available at <a xmlns:cc="http://creativecommons.org/ns#" href="info-rae@mail.ru" rel="cc:morePermissions">info-rae@mail.ru.

Статья поступила в редакцию: 03.01.2019.

Статья поступила в редакцию после рецензирования: 18.01.2019.

Статья принята к публикации: 31.01.2019.

INTRODUCTION

In January 2019, the World community celebrated the 150th anniversary of one of the greatest discoveries in the field of fundamental scientific knowledge – the publication of the periodic table of chemical elements of D.I. Mendeleev, and it seems relevant to express some considerations related to modern tasks of scientific and technological development.

In the structural materials science, the main task of which is to obtain a substance with high performance characteristics, it is necessary to turn to the scientific basis of natural sciences – the periodic law of D.I. Mendeleev. The author of the law himself repeatedly returned to the issues of its «incompleteness and practical ambiguities, including the reasons for the law of multiple relationships, differences in elements and changes in their atomicity, and at the same time it is necessary to understand what is mass and aggravation» [1]. And, if the first part of the problem is practically solved by the science of matter, then the understanding of the second part is still relevant.

MAIN PART

An important list of questions in terms of improving knowledge about periodicity was voiced by Nobel Prize Laureate Academician N.N. Semyonov in a stage lecture in 1951 to the students of the physics faculty: «The goal is clear – after eliminating shortcomings, new properties and interrelationships of elements will be revealed, which will allow most scientific research at a new, higher level, and solving engineering problems not only to you – engineers-physicists, but to all scientists, engineers and practitioners. So far no one in the world has managed to eliminate these obvious shortcomings! And this is necessary for advancing science, technology, and engineering». The main shortcomings of the periodic table were the following:

1. Rows (the so-called half-periods) in the designated periods have different lengths. The number of free cells is 37.
2. There are only two elements in the first row; moreover, hydrogen does not occupy a permanent place, and these two elements make up a whole period.
3. Lanthanides and Actinides were outside the table.
4. The group of inert gases discovered subsequently by scientists was added.
5. The position introduced later in the long-period table as a whole does not help the issue, the table continues to remain asymmetric. There are 7 periods, and 10 rows, that is, a half-period and a series are different mismatched concepts [2].

Many scientists and practitioners from different countries of the world, from well-known chemists to persistent practitioners, have made efforts to solve the proclaimed problem. From the numerous unsuccessful

attempts to improve the periodic table, there follows the genius of D.I. Mendeleev and the extreme complexity of the task set by Academician Semyonov, the urgency of which is not questioned. At the same time, the universal striving for scientific and technical leadership in mastering the sixth technological order observed in the world economy indicates that informational modernization of the system of chemical elements is a subject of great importance [3].

This article presents a three-dimensional matrix of chemical elements as an identification-analytical tool that allows you to study a wide variety of physicochemical properties of already known and not yet open elements through the construction of dynamic energy models of the electronic shells of the elements themselves and their compounds. The universality of the volume matrix lies in the fact that in addition to the required sequence number and strict coordinate binding of chemical elements (or their cluster formations) to groups, there are wide possibilities for structural analysis of the physicochemical properties of elements, laws and regularities of their interactions using periodic orbital structures [3].

When studying the problems of periodicity, rather obvious assumptions were made. The world is multidimensional and is typically considered in spatial dimensions, and the table is two-dimensional. Furthermore, a more convincing idea was formulated of considering chemical elements from the position of their origin as materials of the Universe (atoms are stellar matter). During the formation and development of the Universe, at the first stage only hydrogen and helium existed and they should be at the head of the table or, more figuratively, of the three-dimensional matrix. Then light elements appeared and only stars with their high temperatures and pressures could synthesize heavy nuclei. The next assumption was that the creation of elements also took place in a spiral, as the Universe develops [4].

The three-dimensional matrix presents the indexes of chemical elements in the form of a continuous series of natural numbers from 1 to 118 and further, evenly distributed in a spiral from top to bottom (Fig. 1). The index number of the element coincides with the value of the nuclear charge and the same total number of energetically balanced electrons in the orbitals. The approach is universal with respect to both the short-term table of D.I. Mendeleev and the long-period IUPAC table.

The 3D-spiral matrix of chemical elements has 4 periodicity blocks [3]:

- in the first block A, the first elements of the emerging Universe are hydrogen and helium;
- the second block B consists of two identical periods of eight elements from lithium to argon;
- in block C, two additional cluster formations appeared: iron, cobalt, nickel and ruthenium, rhodium, palladium;

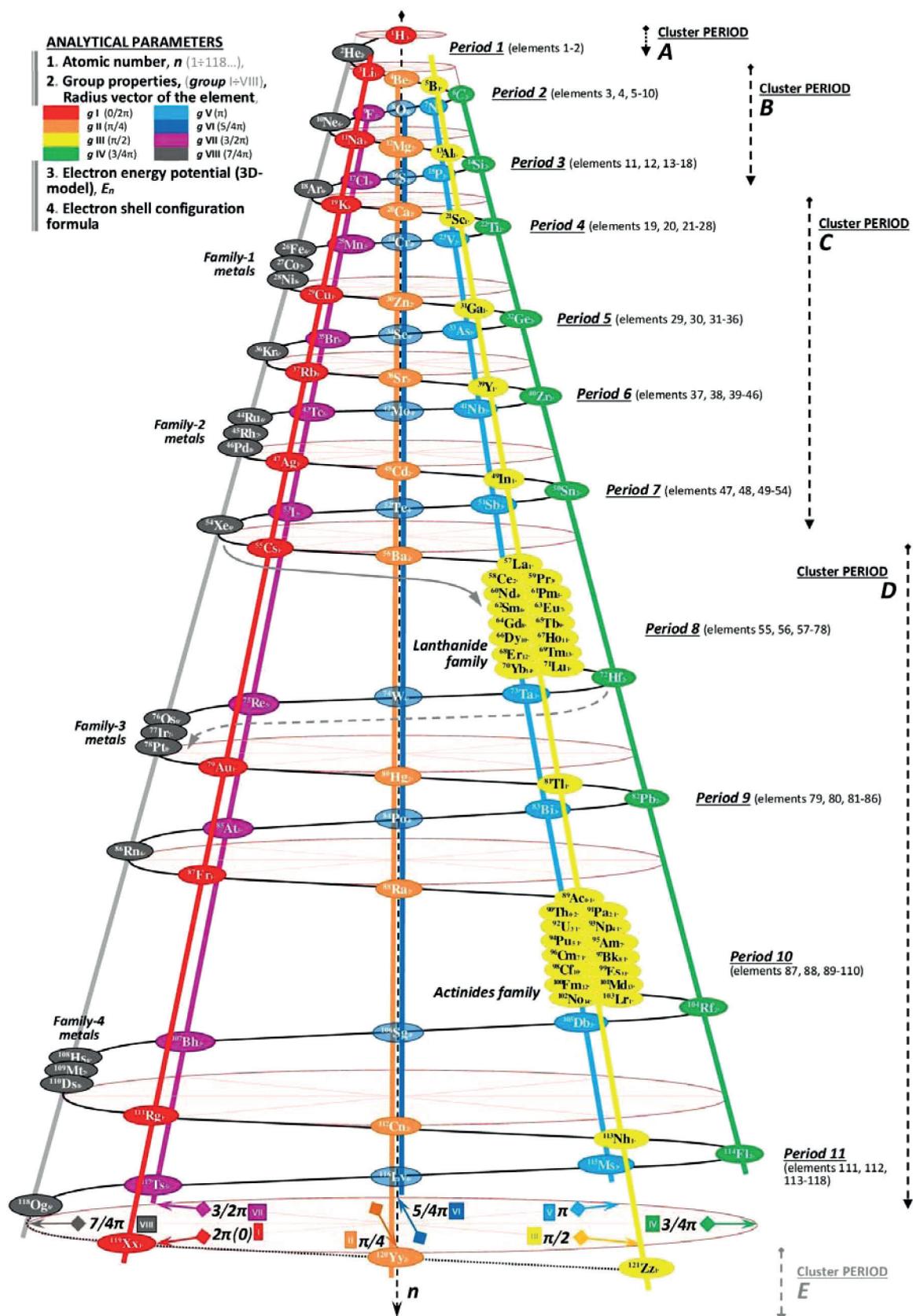


Fig. 1. Three-dimensional periodic matrix of chemical elements

- in block D, the lanthanide and actinide families were additionally included, as well as two clusters: osmium, iridium, platinum, and hassium, maytnerium, and darmstadtium.

The form of the three-dimensional periodic matrix allowed structuring the anomalous families of the third (lanthanides and actinoids) and eighth (metalloids) groups of the third C and fourth D levels of block periodicity. In addition, the level formulas of electronic shells facilitate the formation of a model for studying the system regularities of periodicity, including saturation mechanisms and the interlevel valence transition through the distribution of electrons over different energy levels (orbitals, states) of the electron shells. The consistency of periodicity is relevant to the study of subtle mechanisms of interlevel transitions and stable failures of the synthesis of electronic orbitals.

In connection with the anniversary of the publication of the fundamental discovery of D.I. Mendeleev, it is appropriate to consider four levels of knowledge of the periodic law.

The *first level* corresponds to a generalization of the facts of changes in chemical properties depending on the structure of the nucleus and the increase in atomic masses.

The *second level* of knowledge corresponds to the introduction of the concept of periodicity of electron shell structure of atoms, which energetically balances the nuclear charge and demonstrates the repetition of similar types of electronic configurations of atoms as the atomic number (index number) increases.

The *third level* of knowledge is associated with the development of a periodic structure of electron-level orbitals of shells in the system of atomic energy levels, realized as a model of atomic-energy (valent) interaction.

The *fourth level* will make it possible to form methods and conditions for the formation of models of substances, taking into account the energy interactions of the chemical elements involved in this process.

The concept of block structure properties, which allows predicting chemical elements beyond the 118th element based on electron-level formulas, should also be at-

Table 1
Energy levels of electron shells of chemical elements

			s - elements	p - elements	d - elements	f - elements	
№, denotation, Name of the elements		Short electron STRUCTURE of energy shell completion in the atoms of chemical elements					
The short block A		<i>1st energy level K</i>					
1	H	Hydrogen	<i>K¹</i>				
2	He	Helium	<i>K² 1st complete energy level K² ≡ 1s²</i>				
Block B		<i>2 energy levels K^sL^{s-p}</i>					
3	Li	Lithium	<i>K²L¹</i>				
4	Be	Berillium	<i>K²L²</i>				
5	B	Boron	<i>K²L²⁻¹</i>				
6	C	Carbon	<i>K²L²⁻²</i>				
7	N	Nitrogen	<i>K²L²⁻³</i>				
8	O	Oxygen	<i>K²L²⁻⁴</i>				
9	F	Fluorine	<i>K²L²⁻⁵</i>				
10	Ne	Neon	<i>K²L²⁻⁶</i>				
		<i>2-й заполненный энергетический уровень L²⁻⁶ ≡ 2s²2p⁶</i>					
		<i>3 энергетических уровня K^sL^{s-p}M^{s-p}</i>					
11	Na	Sodium	<i>K²L²⁻⁶M¹</i>				
12	Mg	Magnesium	<i>K²L²⁻⁶M²</i>				
13	Al	Aluminum	<i>K²L²⁻⁶M²⁻¹</i>				
14	Si	Silicon	<i>K²L²⁻⁶M²⁻²</i>				
15	P	Phosphorus	<i>K²L²⁻⁶M²⁻³</i>				
16	S	Sulphur	<i>K²L²⁻⁶M²⁻⁴</i>				
17	Cl	Chlorine	<i>K²L²⁻⁶M²⁻⁵</i>				
18	Ar	Argon	<i>K²L²⁻⁶M²⁻⁶</i>				
		<i>M²⁻⁶ ≡ 3s²3p⁶</i>					

Continuation of Table 1

Block C			4 energy levels $K^s \cdot L^{s-p} \cdot M^{s-p-d} \cdot N^{s-p}$
19	K	Potassium	$K^2 L^{2-6} M^{2-6} N^1$
20	Ca	Calcium	$K^2 L^{2-6} M^{2-6} N^2$
21	Sc	Scandium	$K^2 L^{2-6} M^{2-6-1} N^2$
			↓
30	Zn	Zinc	$K^2 L^{2-6} M^{2-6-10} N^2$
31	Ga	Gallium	$K^2 L^{2-6} M^{2-6-10} N^{2-1}$
32	Ge	Germanium	$K^2 L^{2-6} M^{2-6-10} N^{2-2}$
33	As	Arsenic	$K^2 L^{2-6} M^{2-6-10} N^{2-3}$
34	Se	Selenium	$K^2 L^{2-6} M^{2-6-10} N^{2-4}$
35	Br	Bromine	$K^2 L^{2-6} M^{2-6-10} N^{2-5}$
36	Kr	Krypton	$K^2 L^{2-6} M^{2-6-10} N^{2-6}$
			$N^{2-6} \equiv 4s^2 4p^6$
5 energy levels $K^s \cdot L^{s-p} \cdot M^{s-p-d} \cdot N^{s-p-d} \cdot O^{s-p}$			
37	Rb	Rubidium	$K^2 L^{2-6} M^{2-6-10} N^{2-6} O^1$
38	Sr	Strontium	$K^2 L^{2-6} M^{2-6-10} N^{2-6} O^2$
39	Y	Yttrium	$K^2 L^{2-6} M^{2-6-10} N^{2-6-1} O^2$
			↓
48	Cd	Cadmium	$K^2 L^{2-6} M^{2-6-10} N^{2-6-10} O^2$
49	In	Indium	$K^2 L^{2-6} M^{2-6-10} N^{2-6-10} O^{2-1}$
50	Sn	Tin	$K^2 L^{2-6} M^{2-6-10} N^{2-6-10} O^{2-2}$
51	Sb	Antimony	$K^2 L^{2-6} M^{2-6-10} N^{2-6-10} O^{2-3}$
52	Te	Tellurium	$K^2 L^{2-6} M^{2-6-10} N^{2-6-10} O^{2-4}$
53	I	Iodine	$K^2 L^{2-6} M^{2-6-10} N^{2-6-10} O^{2-5}$
54	Xe	Xenon	$K^2 L^{2-6} M^{2-6-10} N^{2-6-10} O^{2-6}$
			$O^{2-6} \equiv 5s^2 5p^6$

block D			6 energy levels $K^s \cdot L^{s-p} \cdot M^{s-p-d} \cdot N^{s-p-d-f} \cdot O^{s-p-d} \cdot P^{s-p}$
55	Cs	Cesium	$K^2 L^{2-6} M^{2-6-10} N^{2-6-10} O^{2-6} P^1$
56	Ba	Barium	$K^2 L^{2-6} M^{2-6-10} N^{2-6-10} O^{2-6} P^2$
57	La	Lanthanum	$K^2 L^{2-6} M^{2-6-10} N^{2-6-10} O^{2-6-1} P^2$
			↓
70	Yb	Ytterbium	$K^2 L^{2-6} M^{2-6-10} N^{2-6-10-14} O^{2-6} P^2$
71	Lu	Lutetium	$K^2 L^{2-6} M^{2-6-10} N^{2-6-10-14} O^{2-6-1} P^2$
			↓
80	Hg	Mercury	$K^2 L^{2-6} M^{2-6-10} N^{2-6-10-14} O^{2-6-10} P^2$
81	Tl	Thallium	$K^2 L^{2-6} M^{2-6-10} N^{2-6-10-14} O^{2-6-10} P^{2-1}$
82	Pb	Lead	$K^2 L^{2-6} M^{2-6-10} N^{2-6-10-14} O^{2-6-10} P^{2-2}$
83	Bi	Bismuth	$K^2 L^{2-6} M^{2-6-10} N^{2-6-10-14} O^{2-6-10} P^{2-3}$
84	Po	Polonium	$K^2 L^{2-6} M^{2-6-10} N^{2-6-10-14} O^{2-6-10} P^{2-4}$
85	At	Astatine	$K^2 L^{2-6} M^{2-6-10} N^{2-6-10-14} O^{2-6-10} P^{2-5}$
86	Rn	Radon	$K^2 L^{2-6} M^{2-6-10} N^{2-6-10-14} O^{2-6-10} P^{2-6}$
			$P^{2-6} \equiv 6s^2 6p^6$
7 energy levels $K^s \cdot L^{s-p} \cdot M^{s-p-d} \cdot N^{s-p-d-f} \cdot O^{s-p-d-f} \cdot P^{s-p-d} \cdot Q^{s-p}$			
87	Fr	Francium	$K^2 L^{2-6} M^{2-6-10} N^{2-6-10-14} O^{2-6-10} P^{2-6} Q^1$
88	Ra	Radium	$K^2 L^{2-6} M^{2-6-10} N^{2-6-10-14} O^{2-6-10} P^{2-6} Q^2$
89	Ac	Actinium	$K^2 L^{2-6} M^{2-6-10} N^{2-6-10-14} O^{2-6-10} P^{2-6-1} Q^2$
			↓
103	Lr	Lawrencium	$K^2 L^{2-6} M^{2-6-10} N^{2-6-10-14} O^{2-6-10-14} P^{2-6-1} Q^2$
			↓
112	Cn	Copernicium	$K^2 L^{2-6} M^{2-6-10} N^{2-6-10-14} O^{2-6-10-14} P^{2-6-10} Q^2$
113	Nh	Nihonium	$K^2 L^{2-6} M^{2-6-10} N^{2-6-10-14} O^{2-6-10-14} P^{2-6-10} Q^{2-1}$
114	Fl	Flerovium	$K^2 L^{2-6} M^{2-6-10} N^{2-6-10-14} O^{2-6-10-14} P^{2-6-10} Q^{2-2}$
115	Mc	Moscovium	$K^2 L^{2-6} M^{2-6-10} N^{2-6-10-14} O^{2-6-10-14} P^{2-6-10} Q^{2-3}$
116	Lv	Livermorium	$K^2 L^{2-6} M^{2-6-10} N^{2-6-10-14} O^{2-6-10-14} P^{2-6-10} Q^{2-4}$
117	Ts	Tennessine	$K^2 L^{2-6} M^{2-6-10} N^{2-6-10-14} O^{2-6-10-14} P^{2-6-10} Q^{2-5}$
118	Og	Oganesson	$K^2 L^{2-6} M^{2-6-10} N^{2-6-10-14} O^{2-6-10-14} P^{2-6-10} Q^{2-6}$
			$Q^{2-6} \equiv 7s^2 7p^6$

Continuation of Table 1

block E			8 энергетических уровней $K^s-L^{s-p}-M^{s-p-d-N^{s-p-d-f-O^{s-p-d-f-g-P^{s-p-d-f-q-Q^{s-p-d-X^{s-p}}}}$
119	s-1	s-orbital	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14}P^{2-6-10}Q^{2-6-X^1}$
120	s-2	s-orbital	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14}P^{2-6-10}Q^{2-6-X^2}$
121	g-1	g- orbital	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-1}P^{2-6-10}Q^{2-6-X^2}$
			↓
138	g-18	g- orbital	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10}Q^{2-6-X^2}$
139	f-1	f - orbital	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-1}Q^{2-6-X^2}$
			↓
152	f-14	f - orbital	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-14}Q^{2-6-X^2}$
153	d-1	d- orbital	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-14}Q^{2-6-1X^2}$
			↓
162	d-10	d- orbital	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-14}Q^{2-6-10-X^2}$
163	p-1	p- orbital	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-14}Q^{2-6-10-X^2-1}$
164	p-2	p- orbital	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-14}Q^{2-6-10-X^2-2}$
165	p-3	p- orbital	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-14}Q^{2-6-10-X^2-3}$
166	p-4	p- orbital	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-14}Q^{2-6-10-X^2-4}$
167	p-5	p- orbital	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-14}Q^{2-6-10-X^2-5}$
168	p-6	p- orbital	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-14}Q^{2-6-10-X^2-6}$
9 энергетических уровней $K^s-L^{s-p}-M^{s-p-d-N^{s-p-d-f-O^{s-p-d-f-g-P^{s-p-d-f-q-Q^{s-p-d-X^{s-p}}}}$			9 энергетических уровней $K^s-L^{s-p}-M^{s-p-d-N^{s-p-d-f-O^{s-p-d-f-g-P^{s-p-d-f-q-Q^{s-p-d-X^{s-p}}}}$
169	s-1	s-orbital	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-14}Q^{2-6-10-X^2-Y^1}$
170	s-2	s-orbital	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-14}Q^{2-6-10-X^2-Y^2}$
171	g-1	g- orbital	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-14-1}Q^{2-6-10-X^2-Y^2}$
			↓
188	g-18	g- orbital	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-14-18}Q^{2-6-10-X^2-6-Y^2}$
189	f-1	f - orbital	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-14-18}Q^{2-6-10-X^2-6-Y^2}$
			↓
202	f-14	f - orbital	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-14-18}Q^{2-6-10-14-X^2-6-Y^2}$
203	d-1	d- orbital	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-14-18}Q^{2-6-10-14-X^2-6-1Y^2}$
			↓
212	d-10	d- orbital	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-14-18}Q^{2-6-10-14-X^2-6-10-Y^2}$
213	p-1	p- orbital	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-14-18}Q^{2-6-10-14-X^2-6-10-Y^2-1}$
214	p-2	p- orbital	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-14-18}Q^{2-6-10-14-X^2-6-10-Y^2-2}$
215	p-3	p- orbital	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-14-18}Q^{2-6-10-14-X^2-6-10-Y^2-3}$
216	p-4	p- orbital	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-14-18}Q^{2-6-10-14-X^2-6-10-Y^2-4}$
217	p-5	p- orbital	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-14-18}Q^{2-6-10-14-X^2-6-10-Y^2-5}$
218	p-6	p- orbital	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-14-18}Q^{2-6-10-14-X^2-6-10-Y^2-6}$

tributed to this. Tab. 1 shows the electron-orbital formulas of chemical elements for all blocks, including the fifth E block, which covers elements from 119 to 218.

From the standpoint of physics, it is advisable to consider the result of energy interactions that determine all the properties of a substance. There may be two approaches that define two energy models of the structural representation of matter. One model using electron-orbital formulas (formal) (Table 1), and another model (physical) from the standpoint of structuring based on quantum phenomena and physical constants.

The physical method is different from the formal one in that it is based on the causal correspondence of the energy interactions of the physical fields (cause) of the space-time position of the electrons of the shells of ho-

mogeneous and heterogeneous chemical elements (consequence). This situation is similar to the concepts of classical mechanics and can be determined by a number of constants [4].

CONCLUSION

Further research on the formation of substance structures and the assessment of its influence on all types of interactions are the strong and weak electromagnetic and gravitational fields, which will be characterized by fundamental physical constants. The authors will continue research on the consideration of those constants that affect the processes of structure formation and the creation of new types of structural materials.

ВВЕДЕНИЕ

В январе 2019 года Мировое сообщество отметило 150-летие величайшего открытия в области фундаментальных научных знаний – опубликования периодической таблицы химических элементов Д.И. Менделеева – и представляется актуальным высказать некоторые соображения, связанные с современными задачами научно-технического развития.

В конструкционном материаловедении главной задачей является получение вещества с высокими эксплуатационными характеристиками, и неизбежно приходится обращаться к научной основе естествознания, периодическому закону Д.И. Менделеева. Сам автор выдающегося закона неоднократно возвращался к вопросам его «незавершенности и практических неясностей, в том числе к причинам закона кратных отношений, различия элементов и изменения их атомности, и в то же время нужно понять, что такое масса и тяготение» [1]. И если первая часть задачи наукой о веществе практически решена, то понимание второй её части актуально до сих пор.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Важный перечень вопросов в плане совершенствования знаний о периодичности озвучил лауреат Нобелевской премии академик Н.Н. Семёнов в постановочной лекции 1951 года перед студентами Физтеха: «Цель ясна – после устранения недостатков обнаружатся новые свойства и взаимосвязи элементов, что позволит проводить большинство научных исследований на новом, более высоком уровне и решать стоящие инженерные задачи не только вам – инженерам-физикам, а всем ученым, инженерам и практикам. Устранить эти очевидные недостатки пока никому в мире не удалось! А это необходимо для продвижения науки, технологий, техники и инженерии вперед». Озвучены главные недостатки периодической таблицы:

1. Ряды (так называемые полупериоды) в обозначенных периодах имеют разную длину. При этом число свободных мест – клеток 37.
2. В первом ряду элементов всего два; к тому же водород не занимает постоянного места, а эти два элемента составляют целый период.
3. Лантаноиды и Актиноиды оказались за пределами таблицы.
4. Добавилась открытая впоследствии учеными группа инертных газов.
5. Введенная позже длиннопериодная таблица положения в целом не спасает, таблица продолжает оставаться асимметричной. Периодов 7, а рядов 10, то есть полупериод и ряд – разные несовпадающие понятия [2].

К разрешению провозглашенной проблемы приложили усилия многие ученые и практики из разных стран мира, от известных химиков до настойчивых практиков. Из многочисленных безуспешных попыток усовершенствовать периодическую таблицу следует гениальность Д.И. Менделеева и чрезвычайная сложность поставленной академиком Н.Н. Семёновым задачи, актуальность которой никто не ставит под сомнение. Вместе с тем, наблюдаемое в мировой экономике всеобщее стремление к научно-техническому лидерству в освоении VI-го технологического уклада свидетельствует о том, что информационная модернизация системы химических элементов является предметом большой значимость [3].

В настоящей статье представлена объемная матрица химических элементов в качестве идентификационно – аналитического инструмента, который позволяет изучать большое многообразие физико-химических свойств уже известных и еще не открытых элементов через построение динамических энергетических моделей электронных оболочек собственно элементов и их соединений. Универсальность объемной матрицы состоит в том, что помимо обязательного порядкового номера и строгой координатной привязки химических элементов (либо их кластерных образований) к группам имеются широкие возможности структурного анализа физико-химических свойств элементов, законов и закономерностей их взаимодействий с использованием орбитальных структур периодичности [3].

При изучении проблем периодичности в качестве идеи были сформулированы достаточно очевидные положения. Мир многомерен и, как правило, рассматривается в пространственных измерениях, а таблица – двухмерная. Далее была сформулирована более убедительная идея рассмотрения химических элементов с позиции их происхождения в качестве материалов Вселенной (атомы – это звездная материя). При образовании и развитии Вселенной на первом этапе существовали только водород и гелий, и они должны быть во главе таблицы или, что более образно, объемной матрицы. Затем возникли легкие элементы, и только звезды с их высокими температурами и давлениями могли синтезировать тяжелые ядра. В качестве следующего предположения было принято, что создание элементов так же происходило по спирали, как развивается Вселенная [4].

На объемно-каркасной матрице представлены номера химических элементов в виде непрерывного ряда натуральных чисел от 1 до 118 и далее, равномерно распределенных по спирали сверху вниз (рис. 1). Порядковый номер элемента совпадает с величиной заряда ядра и таким же суммарным количеством энергетически уравновешивающих электронов на орбиталях оболочек. Подход универсален как по

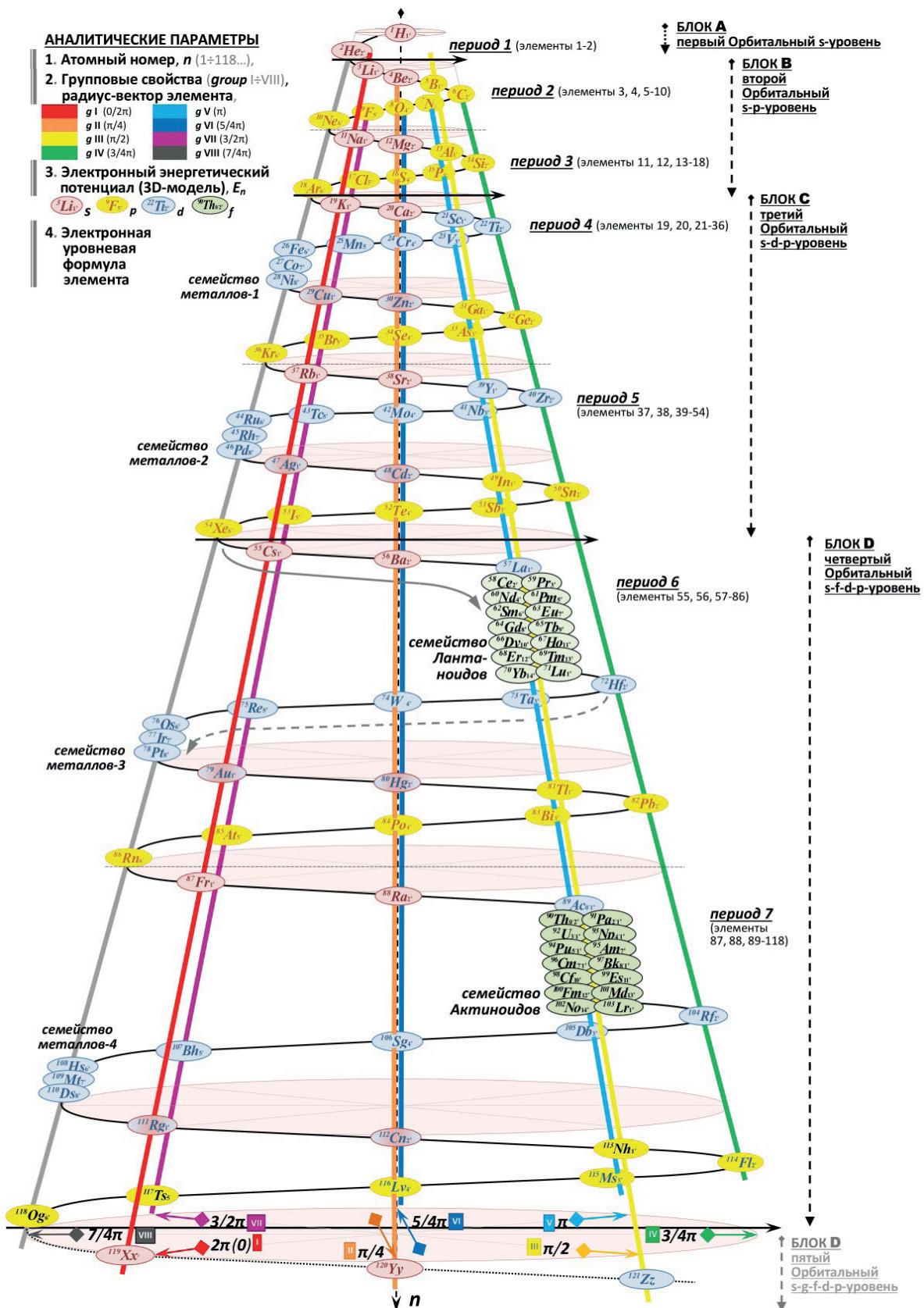


Рис.1. Объемная периодическая матрица химических элементов

отношению к короткопериодной таблице Д.И. Менделеева, так и длиннопериодной таблице IUPAK.

3D-спирально пространственная расходящаяся система каркаса матрицы химических элементов имеет 4 блока периодичности [3]:

- в первом блоке А представлены первые элементы народившейся Вселенной, водород и гелий;
- второй блок В образуют два одинаковых периода из восьми элементов от лития до аргона;
- в блоке С появились два дополнительных кластерных образования: железо, кобальт, никель и рутений, родий, палладий;
- в блоке D дополнительно включились семейства лантаноидов и актиноидов, а также два кластера: осмий, иридий, платина и хассий майтнерий, дармштадтий.

Пространственная форма объемной периодической матрицы позволила структурировать аномальные семейства III-й (лантаноиды и актиноиды) и VIII-й (металлоиды) групп третьего С и четвертого D уровней блочной периодичности, а уровневые формулы электронных оболочек облегчают формирование модели изучения системных закономерностей периодичности, включая механизмы насыщения и межуровневого перехода валентности через распределение электронов по разным энергетическим уровням (орбитали, состояния) электронных

оболочек. Системность периодичности актуальна при изучении тонких механизмов межуровневых переходов и устойчивых сбоев процесса синтеза электронных орбиталей.

В связи с международным юбилеем опубликования фундаментального открытия Д.И. Менделеева уместно рассматривать четыре уровня познания периодического закона.

Первый уровень соответствует обобщению фактов изменения химических свойств в зависимости от структуры ядра и возрастания атомных масс.

Второму уровню познания отвечает введение понятия о периодичности структуры электронной оболочки ядра атома, энергетически уравновешивающей заряд ядра и демонстрирующей повторение сходных типов электронных конфигураций атомов по мере увеличения атомного номера (порядкового номера элемента).

Третий уровень познания связан с разработкой периодической структуры электронно-уровневых орбиталей оболочек в системе энергетических уровней атома, реализующих в виде модели атомно-энергетического (валентного) взаимодействия.

Четвертый уровень позволит сформировать методы и условия формирования моделей веществ с учетом энергетических взаимодействий химических элементов, участвующих в этом процессе.

Таблица 1
Энергетические уровни электронных оболочек атомов химических элементов

			5 - элементы	p - элементы	d - элементы	f - элементы				
№, химический знак, название элемента		краткая электронная СТРУКТУРА заполнения энергетических уровней электронных оболочек атомов химических элементов								
блок А короткий		1 энергетический уровень K°								
1	H	Водород	K¹							
2	He	Гелий	K² 1-й заполненный энергетический уровень K² ≡ 1s²							
блок В		2 энергетических уровня K¹⁸ L¹⁶								
3	Li	Литий	K¹⁸ L¹							
4	Be	Бериллий	K¹⁸ L²							
5	B	Бор	K¹⁸ L²·¹							
6	C	Углерод	K¹⁸ L²·²							
7	N	Азот	K¹⁸ L²·³							
8	O	Кислород	K¹⁸ L²·⁴							
9	F	Фтор	K¹⁸ L²·⁵							
10	Ne	Неон	K¹⁸ L²·⁶							
		2-й заполненный энергетический уровень L²·⁶ ≡ 2s² 2p⁶								
		3 энергетических уровня K¹⁸ L¹⁶ M¹⁰								
11	Na	Натрий	K¹⁸ L²·⁶ M¹							
12	Mg	Магний	K¹⁸ L²·⁶ M²							
13	Al	Алюминий	K¹⁸ L²·⁶ M²·¹							
14	Si	Кремний	K¹⁸ L²·⁶ M²·²							
15	P	Фосфор	K¹⁸ L²·⁶ M²·³							
16	S	Сера	K¹⁸ L²·⁶ M²·⁴							
17	Cl	Хлор	K¹⁸ L²·⁶ M²·⁵							
18	Ar	Аргон	K¹⁸ L²·⁶ M²·⁶							
		M¹⁰ ≡ 3s² 3p⁶								

Продолжение таблицы 1

блок C			4 энэргетических уровня $K^{s-p} L^{s-p} M^{s-p-d} N^{s-p}$	
19	K	Калий	$K^2 L^{2-8} M^{2-8} N^1$	
20	Ca	Кальций	$K^2 L^{2-8} M^{2-8} N^2$	
21	Sc	Скандий	$K^2 L^{2-8} M^{2-8-1} N^2$	
			↓	
30	Zn	Цинк	$K^2 L^{2-8} M^{2-8-10} N^2$	3-й заполненный уровень $M^{2-8-10} \equiv 3s^2 3p^6 3d^{10}$
31	Ga	Галлий	$K^2 L^{2-8} M^{2-8-10} N^{2-1}$	
32	Ge	Германий	$K^2 L^{2-8} M^{2-8-10} N^{2-2}$	
33	As	Мышьяк	$K^2 L^{2-8} M^{2-8-10} N^{2-3}$	
34	Se	Селен	$K^2 L^{2-8} M^{2-8-10} N^{2-4}$	
35	Br	Бром	$K^2 L^{2-8} M^{2-8-10} N^{2-5}$	
36	Kr	Криптон	$K^2 L^{2-8} M^{2-8-10} N^{2-6}$	$N^{2-6} \equiv 4s^2 4p^6$
5 энэргетических уровней $K^{s-p} L^{s-p} M^{s-p-d} N^{s-p-d} O^{s-p}$				
37	Rb	Рубидий	$K^2 L^{2-8} M^{2-8-10} N^{2-6} O^1$	
38	Sr	Стронций	$K^2 L^{2-8} M^{2-8-10} N^{2-6} O^2$	
39	Y	Иттрий	$K^2 L^{2-8} M^{2-8-10} N^{2-6-1} O^2$	
			↓	
48	Cd	Кадмий	$K^2 L^{2-8} M^{2-8-10} N^{2-8-10} O^2$	$N^{2-6-10} \equiv 4s^2 4p^6 4d^{10}$
49	In	Индий	$K^2 L^{2-8} M^{2-8-10} N^{2-8-10} O^{2-1}$	
50	Sn	Олово	$K^2 L^{2-8} M^{2-8-10} N^{2-8-10} O^{2-2}$	
51	Sb	Сурьма	$K^2 L^{2-8} M^{2-8-10} N^{2-8-10} O^{2-3}$	
52	Te	Теллур	$K^2 L^{2-8} M^{2-8-10} N^{2-8-10} O^{2-4}$	
53	I	Йод	$K^2 L^{2-8} M^{2-8-10} N^{2-8-10} O^{2-5}$	
54	Xe	Ксенон	$K^2 L^{2-8} M^{2-8-10} N^{2-8-10} O^{2-6}$	$O^{2-6} \equiv 5s^2 5p^6$

блок D			6 энэргетических уровней $K^{s-p} L^{s-p} M^{s-p-d} N^{s-p-d-f} O^{s-p-d} P^{s-p}$	
55	Cs	Цезий	$K^2 L^{2-8} M^{2-8-10} N^{2-8-10} O^{2-8} P^1$	
56	Ba	Барий	$K^2 L^{2-8} M^{2-8-10} N^{2-8-10} O^{2-8} P^2$	
57	La	Лантан	$K^2 L^{2-8} M^{2-8-10} N^{2-8-10} O^{2-8-1} P^2$	
			↓	
70	Yb	Иттербий	$K^2 L^{2-8} M^{2-8-10} N^{2-8-10-14} O^{2-8} P^2$	$N^{2-8-10-14} \equiv 4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^{14}$
71	Lu	Лютесций	$K^2 L^{2-8} M^{2-8-10} N^{2-8-10-14} O^{2-8-1} P^2$	
			↓	
80	Hg	Ртуть	$K^2 L^{2-8} M^{2-8-10} N^{2-8-10-14} O^{2-8-10} P^2$	$O^{2-8-10} \equiv 5s^2 5p^6 5d^{10}$
81	Tl	Таллий	$K^2 L^{2-8} M^{2-8-10} N^{2-8-10-14} O^{2-8-10} P^{2-1}$	
82	Pb	Свинец	$K^2 L^{2-8} M^{2-8-10} N^{2-8-10-14} O^{2-8-10} P^{2-2}$	
83	Bi	Висмут	$K^2 L^{2-8} M^{2-8-10} N^{2-8-10-14} O^{2-8-10} P^{2-3}$	
84	Po	Полоний	$K^2 L^{2-8} M^{2-8-10} N^{2-8-10-14} O^{2-8-10} P^{2-4}$	
85	At	Астат	$K^2 L^{2-8} M^{2-8-10} N^{2-8-10-14} O^{2-8-10} P^{2-5}$	
86	Rn	Радон	$K^2 L^{2-8} M^{2-8-10} N^{2-8-10-14} O^{2-8-10} P^{2-6}$	$P^{2-6} \equiv 6s^2 6p^6$
7 энэргетических уровней $K^{s-p} L^{s-p} M^{s-p-d} N^{s-p-d-f} O^{s-p-d-f} P^{s-p-d} Q^{s-p}$				
87	Fr	Франций	$K^2 L^{2-8} M^{2-8-10} N^{2-8-10-14} O^{2-8-10} P^{2-6} Q^1$	
88	Ra	Радий	$K^2 L^{2-8} M^{2-8-10} N^{2-8-10-14} O^{2-8-10} P^{2-6} Q^2$	
89	Ac	Актиний	$K^2 L^{2-8} M^{2-8-10} N^{2-8-10-14} O^{2-8-10} P^{2-6-1} Q^2$	
			↓	
103	Lr	Лоуренсий	$K^2 L^{2-8} M^{2-8-10} N^{2-8-10-14} O^{2-8-10-14} P^{2-6-1} Q^2$	
			↓	
112	Cn	Коперниций	$K^2 L^{2-8} M^{2-8-10} N^{2-8-10-14} O^{2-8-10-14} P^{2-6-10} Q^2$	$P^{2-6-10} \equiv 6s^2 6p^6 6d^{10}$
113	Nh	Нихоний	$K^2 L^{2-8} M^{2-8-10} N^{2-8-10-14} O^{2-8-10-14} P^{2-6-10} Q^{2-1}$	
114	Fl	Флеровий	$K^2 L^{2-8} M^{2-8-10} N^{2-8-10-14} O^{2-8-10-14} P^{2-6-10} Q^{2-2}$	
115	Mc	Московий	$K^2 L^{2-8} M^{2-8-10} N^{2-8-10-14} O^{2-8-10-14} P^{2-6-10} Q^{2-3}$	
116	Lv	Ливерморий	$K^2 L^{2-8} M^{2-8-10} N^{2-8-10-14} O^{2-8-10-14} P^{2-6-10} Q^{2-4}$	
117	Ts	Теннессин	$K^2 L^{2-8} M^{2-8-10} N^{2-8-10-14} O^{2-8-10-14} P^{2-6-10} Q^{2-5}$	
118	Og	Оганесон	$K^2 L^{2-8} M^{2-8-10} N^{2-8-10-14} O^{2-8-10-14} P^{2-6-10} Q^{2-6}$	$Q^{2-6} \equiv 7s^2 7p^6$

Окончание таблицы 1

блок Е			8 энергетических уровней $K^s-L^{s-p}-M^{s-p-d}-N^{s-p-d-f}-O^{s-p-d-i-g}-P^{s-p-d-f}-Q^{s-p-d}-X^{s-p}$
119	s-1	s-орбиталь	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14}P^{2-6-10}Q^{2-6}X^1$
120	s-2	s-орбиталь	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-8-10-14}P^{2-6-10}Q^{2-6}X^2$
121	g-1	g- орбиталь	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-8-10-14-1}P^{2-6-10}Q^{2-6}X^2$
			↓
138	g-18	g- орбиталь	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10}Q^{2-6}X^2$
139	f-1	f - орбиталь	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-1}Q^{2-6}X^2$
			↓
152	f-14	f - орбиталь	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-14}Q^{2-6}X^2$
153	d-1	d - орбиталь	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-14}Q^{2-6}X^2$
			↓
162	d-10	d- орбиталь	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-14}Q^{2-6}X^2$
163	p-1	p- орбиталь	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-14}Q^{2-6}X^{2-1}$
164	p-2	p- орбиталь	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-14}Q^{2-6}X^{2-2}$
165	p-3	p- орбиталь	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-14}Q^{2-6}X^{2-3}$
166	p-4	p- орбиталь	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-14}Q^{2-6}X^{2-4}$
167	p-5	p- орбиталь	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-14}Q^{2-6}X^{2-5}$
168	p-6	p- орбиталь	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-14}Q^{2-6}X^{2-6}$
9 энергетических уровней $K^s-L^{s-p}-M^{s-p-d}-N^{s-p-d-f}-O^{s-p-d-i-g}-P^{s-p-d-f}-Q^{s-p-d}-X^{s-p-d}-Y^{s-p}$			
169	s-1	s-орбиталь	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-14}Q^{2-6}X^{2-6}Y^1$
170	s-2	s-орбиталь	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-14}Q^{2-6}X^{2-6}Y^2$
171	g-1	g- орбиталь	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-14-1}Q^{2-6}X^{2-6}Y^2$
			↓
188	g-18	g- орбиталь	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-14-18}Q^{2-6-10}X^{2-6}Y^2$
189	f-1	f - орбиталь	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-14-18}Q^{2-6-10-1}X^{2-6}Y^2$
			↓
202	f-14	f - орбиталь	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-14-18}Q^{2-6-10-14}X^{2-6}Y^2$
203	d-1	d - орбиталь	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-14-18}Q^{2-6-10-14}X^{2-6}Y^2$
			↓
212	d-10	d- орбиталь	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-14-18}Q^{2-6-10-14}X^{2-6}Y^2$
213	p-1	p- орбиталь	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-14-18}Q^{2-6-10-14}X^{2-6}Y^{2-1}$
214	p-2	p- орбиталь	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-14-18}Q^{2-6-10-14}X^{2-6}Y^{2-2}$
215	p-3	p- орбиталь	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-14-18}Q^{2-6-10-14}X^{2-6}Y^{2-3}$
216	p-4	p- орбиталь	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-14-18}Q^{2-6-10-14}X^{2-6}Y^{2-4}$
217	p-5	p- орбиталь	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-14-18}Q^{2-6-10-14}X^{2-6}Y^{2-5}$
218	p-6	p- орбиталь	$K^2L^{2-6}M^{2-6-10}N^{2-6-10-14}O^{2-6-10-14-18}P^{2-6-10-14-18}Q^{2-6-10-14}X^{2-6}Y^{2-6}$

К этому же следует отнести понятие о свойствах блочной парности структур, позволяющее на основе электронно-уровневых формул прогнозировать химические элементы за пределами 118-го элемента. В табл. 1 представлены электронно-орбитальные формулы химических элементов для всех блоков, в том числе 5 блока Е, включающего элементы со 119 по 218.

С позиции физики целесообразно рассмотреть результат энергетических взаимодействий, определяющих все свойства вещества. При этом могут быть два подхода, которые определяют две энергетические модели структурного представления вещества. Одна модель с использованием электронно-орбитальных формул (ЭОФ) (табл. 1), другая модель физическая с позиций структурирования на основе квантовых явлений и физических констант (ФК).

Физический метод по сравнению с формальным отличается тем обстоятельством, что он основан на

причинно-следственном соответствии энергетических взаимодействий физических полей (причина) пространственно-временного положения электронов оболочек однородных и разнородных химических элементов (следствие). Это положение аналогично представлениям классической механики и может быть определено рядом констант [4].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дальнейшие исследования по формированию структуры вещества в направлении оценки влияния всех видов взаимодействия: сильные и слабые электромагнитные и гравитационные поля, которые будут характеризоваться фундаментальными физическими константами. Авторы продолжат исследования по рассмотрению тех констант, которые влияют на процессы структурообразования и создание новых видов конструкционных материалов.

REFERENCES

1. Mendeleev D.I. Osnovy himii [The Fundamentals of Chemistry]. Moscow. Leningrad. Gosudarstvennoe nauchno-tehnicheskoe izd-vo himicheskoy literature [State scientific and technical publishing house of chemical literature]. In 2 volumes. 13th edition. 1947. V. 1, 624 p. V. 2, 708 p. (In Russian).
2. Gusev B.V., Speransky A.A. Obiomnaya periodicheskaya matrica himicheskikh ehlementov [Three-dimensional periodic matrix of chemical elements]. Tekhnika i tekhnologiya silikatov [Technology and engineering of silicates]. Vol. 25, No. 2. 2018, 34–38 p. (In Russian).
3. Gusev B.V., Speransky A.A. et al. Matrichnoe predstavlenie periodichnosti sistemy himicheskikh ehlementov [Matrix representation of periodicity of the system of chemical elements]. Russkij inzhener [Russian engineer]. № 4, 52–57 p. (In Russian).
4. Reese. M. Vsego 6 chisel: glavnye sily, formiruyushchie Vselennuyu [Just Six Numbers: The Deep Forces that Shape the Universe]. Transl. from Eng. Moscow, Alpina Ion Fiction, 2018, 226 p. (In Russian).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Менделеев Д.И. Основы химии. М.-Л.: Государственное научно-техническое изд-во химической литературы. В 2-х томах. 13-е издание. – 1947. – Т. 1 – 624 с.; Т. 2 – 708 с.
2. Гусев Б.В., Сперанский А.А. Объемная периодическая матрица химических элементов. Техника и технология силикатов. – 2018. – Том 25, № 2. – 34–38 с.
3. Гусев Б.В., Сперанский А.А. и др. Матричное представление периодичности системы химических элементов. Русский инженер. – № 4, 52 – 57 с.
4. Рис М. Всего 6 чисел: главные силы, формирующие Вселенную / Мартин Рис, пер. с англ. – М., Альпина ион-фикашн. – 2018. – 226 с.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Boris V. Gusev, Doctor of technical sciences, Prof., Corresponding Member of the RAS, RAE Acad., head of the Department of Construction Materials and Technologies at Russian University of transport, Moscow, Russia, e-mail: info-rae@mail.ru

Anatoly A. Speransky, PhD in Expertise, Professor, IAE and RAE Academician, Vice President of RAE, Moscow, Russia, e-mail: vibro-vector@yandex.ru

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Гусев Борис Владимирович, д-р техн. наук, проф., член-корр. РАН, акад. РИА, зав. кафедрой «Строительные материалы и технологии» Российского университета транспорта, Москва, Россия, e-mail: info-rae@mail.ru

Сперанский Анатолий Алексеевич, докт. экспертизы, профессор, академик МИА и РИА, вице-президент РИА, Москва, Россия, e-mail: vibro-vector@yandex.ru

CONTACTS / КОНТАКТЫ

e-mail: info-rae@mail.ru

The monograph «Surface Nanostructuring» has been released

A.M. Pashayev, A.Kh. Janahmadov

SURFACE NANOSTRUCTURING

*Scientific Editor: Acad. **Boris Gusev**, President of the International Academy of Engineering,
Winner of State Prizes of the USSR and the Russian Federation*



The book outlines the principles of nanostructuring of surface layers and coating. Some examples of the implementation of nanotechnological approaches are given and the advantages of their use in practice are shown. New methods of hardening materials by nanostructuring their surface layers, applying nanostructured coatings, and forming submicrocrystalline structures at internal interfaces are considered.

The approaches of the fractal method of modeling the film growth on metal surfaces are developed, the kinetics of corrugation is analyzed, and the numerical simulation of the film growth is provided.

The book is intended for science and technical experts in the field of mechanics and physics of plasticity and strength of solids, physical materials science, and can also be useful for teachers, graduate students and senior students of higher educational institutions.

https://azertag.az/ru/xeber/Vyshla_v_svet_monografiya_Nanostruktirovanie_poverhnostei-1244535

Вышла в свет монография «Наноструктурирование поверхностей»



Азербайджанские ученые – ректор Национальной академии авиации, академик Национальной академии наук Азербайджана **Ариф Пашаев** и заведующий кафедрой транспортной механики Национальной академии авиации, вице-президент Азербайджанской инженерной академии, доктор технических наук, профессор **Ахад Джанахмедов** – подготовили и издали монографию «Наноструктурирование поверхностей». Книга состоит из 4 разделов, в общем объеме 320 страниц. Научным редактором монографии является президент Международной инженерной академии, лауреат Государственных премий СССР и Российской Федерации академик **Борис Гусев**.

В книге изложены принципы наноструктурирования поверхностных слоев и нанесения покрытий. Приводятся некоторые примеры осуществления нанотехнологических подходов и показаны преимущества их использования на практике. Рассмотрены новые методы упрочнения материалов путем наноструктурирования их поверхностных слоев, нанесения наноструктурных покрытий, формирования на внутренних границах раздела субмикрокристаллической структуры.

Развиты подходы фрактального метода моделирования роста пленок на поверхности металлов, анализируется кинетика гофрирования и приводится численное моделирование роста пленок.

Книга предназначена для научно-технических специалистов в области механики и физики пластичности и прочности твердых тел, физического материаловедения, а также может быть полезна для преподавателей, аспирантов и студентов старших курсов высших учебных заведений.

https://azertag.az/ru/xeber/Vyshla_v_svet_monografiya_Nanostruktirovanie_poverhnosti-1244535

DOI: 10.15828/2075-8545-2019-11-1-91-101

UDC 608; 69.001.5

The inventions in nanotechnologies as practical solutions. Part I

Authors:

Leonid A. Ivanov,

Vice President, the International Academy of Engineering, Moscow, Russia,
L.a.ivanov@mail.ru

Oksana N. Borisova,

Ph.D. in Engineering, Assistant Professor, Higher School of Service, Russian State University of Tourism and Service;
Cherkizovo, Moscow region, Russian Federation, borisova-on@bk.ru

Svetlana R. Muminova,

Ph.D. in Engineering, Assistant Professor, Russian State University of Tourism and Service;
Cherkizovo, Moscow region, Russian Federation, it.rguts@mail.ru

Abstract: A brief review of patents is given. The research performed by scientists, engineers and specialists in the area of nanotechnologies and nanomaterials result in increased efficiency of construction, housing sector and adjacent fields of economy. The invention «A method of introduction of single-shell and/or double-shell and/or multi-shell carbon nanotubes in adhesive additive composition for asphalt coating and application of single-shell and/or double-shell and/or multi-shell carbon nanotubes as a part of adhesive additive composition» refers to construction, in particular, to the materials used in road, airdrome and civil construction. Concentration (content) of single-shell and/or double-shell and/or multi-shell carbon nanotubes varies from 0,01% to 15% of volume of asphalt covering. The invention «A method to produce nanocomposite material» based on aluminium refers to powder metallurgy, in particular to production of metal and carbon composite materials and articles of them in different shapes and can be used in auto industry, shipbuilding, aircraft engineering and instrument manufacture and other areas. The invention «A method of low temperature application of nanocrystal coating of alpha-oxide aluminium» refers to method of production nanocrystal coating of alpha-oxide aluminium with high rate under low temperature. Coatings of aluminium oxide are characterized by high thermal resistance, chemical inaction, hardness, compression resistance, heat-insulation capacity and is widely used for protection the products exposed to high temperatures and aggressive environments.

The specialists can also be interested in the following inventions in the area of nanotechnologies: device and method for production of powder materials based on nano- and microparticles through electric explosion of wire; vacuum machine for application of nanostructured coating made of material with shape memory effect on the detail surface; hierarchically reinforced heteromodular extrudable solid lubricant nanocomposite based on UHMW PE and a method to produce it; hydrogen-accumulating materials and a method to produce them et al.

Keywords: nanotechnologies in construction, carbon nanotubes, nanocomposite material, nanostructured coating, nano- and microparticles, nanocrystal coating.

For citation: Ivanov LA., Borisova O.N., Muminova S.R. The inventions in nanotechnologies as practical solutions. Part I. Nanotekhnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2019, Vol. 11, no. 1, pp. 91–101. DOI: 10.15828/2075-8545-2019-11-1-91-101.

Machine-readable information on CC-licenses (HTML-code) in metadata of the paper

The inventions in nanotechnologies as practical solutions. Part I. by <a xmlns:cc="http://creativecommons.org/ns#" href="Nanotekhnologii_v_stroitel'stve = Nanotechnologies_in_Construction.2019.Vol.11,no.1,pp.91-101.DOI:10.15828/2075-8545-2019-11-1-91-101" property="cc:attributionName" rel="cc:attributionURL">Ivanov LA., Borisova O.N., Muminova S.R. is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.
Based on a work at <a xmlns:dct="http://purl.org/dc/terms/" href="http://nanobuild.ru/en_EN/nanobuild-1-2019/" rel="dct:source">http://nanobuild.ru/en_EN/nanobuild-1-2019/.
Permissions beyond the scope of this license may be available at <a xmlns:cc="http://creativecommons.org/ns#" href="L.a.ivanov@mail.ru" rel="cc:morePermissions">L.a.ivanov@mail.ru.

The paper has been received by editors: 19.12.2018.

The paper has been received by editors after peer-review: 10.01.2019.

The paper has been accepted for publication: 24.01.2019.

Изобретения в области нанотехнологий, направленные на решение практических задач. Часть I

Авторы:

Иванов Леонид Алексеевич,
вице-президент, Международная инженерная академия,
г. Москва, Россия, L.a.ivanov@mail.ru

Борисова Оксана Николаевна,
доцент, Российский государственный университет туризма и сервиса,
пос. Черкизово, Московская область, Россия, borisova-on@bk.ru

Муминова Светлана Рашидовна,
доцент, Российский государственный университет туризма и сервиса,
пос. Черкизово, Московская область, Россия, it.rguts@mail.ru

Резюме: В реферативной форме проводится обзор изобретений. Результаты творческой деятельности ученых, инженеров и специалистов, в т.ч. и изобретения, которые в области нанотехнологий и наноматериалов позволяют в строительстве, жилищно-коммунальном хозяйстве, смежных отраслях экономики добиться значительного эффекта. Изобретение «Способ введения одностенных и/или двустенных и/или многостенных углеродных нанотрубок в состав адгезионных добавок для асфальтового покрытия и применение одностенных и/или двустенных и/или многостенных углеродных нанотрубок в составе адгезионных добавок» относится к строительной отрасли, в частности, к материалам, используемым в дорожном, аэродромном и гражданском строительстве. Концентрация (содержание) одностенных и/или двустенных и/или многостенных углеродных нанотрубок составляет от 0,01 до 15% от объема асфальтового покрытия и обеспечивает наилучшее качество и адгезивные свойства асфальтового покрытия. Изобретение «Способ получения нанокомпозитного материала на основе алюминия» относится к области порошковой металлургии, в частности, к получению металлоуглеродных композитных материалов и деталей из них различной формы и может быть использовано в автомобилестроении, судостроении, авиастроении, приборостроении и других отраслях. Изобретение «Способ низкотемпературного нанесения нанокристаллического покрытия из альфа-оксида алюминия» – покрытия из оксида алюминия характеризуются высокой термостойкостью, химической инертностью, твердостью, прочностью при сжатии, теплоизоляционной способностью и широко применяются для защиты изделий, эксплуатирующихся в условиях высоких температур или воздействия агрессивных сред.

Также представляют интерес для специалистов следующие изобретения в области нанотехнологий: устройство и способ для получения порошковых материалов на основеnano- и микрочастиц путем электрического взрыва проволоки; вакуумная установка для нанесения наноструктурированного покрытия из материала с эффектом памяти формы на поверхности детали; иерархически армированный гетеромодульный экструдируемый твердосмазочный нанокомпозит на основе СВМПЭ и способ его получения; водород-аккумулирующие материалы и способ их получения и др.

Ключевые слова: нанотехнологии в строительстве, углеродные нанотрубки, нанокомпозитный материал, наноструктурированное покрытие, нано- и микрочастицы, нанокристаллическое покрытие.

Для цитирования: Иванов Л.А., Борисова О.Н., Муминова С.Р. Изобретения в области нанотехнологий, направленные на решение практических задач. Часть I // Нанотехнологии в строительстве. – 2019. – Том 11, № 1. – С. 91–101. – DOI: 10.15828/2075-8545-2019-11-1-91-101.

Machine-readable information on CC-licenses (HTML-code) in metadata of the paper

The inventions in nanotechnologies as practical solutions. Part I. by <a xmlns:cc="http://creativecommons.org/ns#" href="Nanotchnologii_v_stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2019, Vol. 11, no. 1, pp. 91–101. DOI: 10.15828/2075-8545-2019-11-1-91-101" property="cc:attributionName" rel="cc:attributionURL">Ivanov LA., Borisova O.N., Muminova S.R. is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.
Based on a work at <a xmlns:dct="http://purl.org/dc/terms/" href="http://nanobuild.ru/en_EN/nanobuild-1-2019/" rel="dct:source">http://nanobuild.ru/en_EN/nanobuild-1-2019/.
Permissions beyond the scope of this license may be available at <a xmlns:cc="http://creativecommons.org/ns#" href="L.a.ivanov@mail.ru" rel="cc:morePermissions">L.a.ivanov@mail.ru.

Статья поступила в редакцию: 19.12.2018.

Статья поступила в редакцию после рецензирования: 10.01.2019.

Статья принята к публикации: 24.01.2019.

INTRODUCTION

The practical application of the results achieved by scientists, engineers and specialists can become efficient tool to increase number of import-substituting goods and to rise labor productivity. An invention is known to be a new, with distinctive characteristics technical solution with proved efficiency (new technologies, structures or new substances). The paper reviews the essence, technical result and practical value of some inventions concerning nanotechnologies.

MAIN PART

A method of introduction of single-shell and/or double-shell and/or multi-shell carbon nanotubes in adhesive additive composition for asphalt coating and application of single-shell and/or double-shell and/or multi-shell carbon nanotubes as a part of adhesive additive composition (RU 2675515 C1)

The invention refers to construction, in particular, to the materials used in road, airdrome and civil construction [1]. The method is based on introduction of single-shell and/or double-shell and/or multi-shell carbon nanotubes through mixing in grinding mills. Concentration (content) of single-shell and/or double-shell and/or multi-shell carbon nanotubes varies from 0,01% to 15% of volume of asphalt covering, i.e. final product. It is this interval that provides the best quality and adhesive properties of asphalt covering. This is due to lower concentration (0%) doesn't lead to this effect and the higher one can cause improper quality.

The application of single-shell and/or double-shell and/or multi-shell carbon nanotubes as a part of adhesive additives for asphalt coating with road bitumen and polymer binders improves adhesive properties of adhesive additives for asphalt coatings and increase lifetime and quality of asphalt coatings.

Ceramic material based on zirconium dioxide of tetragonal modification with low sintering temperature (RU 2675391 C1)

The invention refers to production of highly dense ceramics on the basis of tetragonal zirconium dioxide and can be used as wear-resistant article, cutting tool, ceramic ball bearing as well as implants for replacement of bone defects [2]. Ceramic material is produced from furnace charge that contains mass. %, 2–5 sodium silicate, 0,5–2 ferrous oxide and 93–97,5 tetragonal zirconium dioxide stabilized with yttrium oxide. The material is characterized with nanocrystal structure in which the size of crystals is 50–100 nm, open porosity no more 0,01% and high mechanical parameters: cross-breaking strength is at least

400 MPa. The technical result of the invention: increased service life of materials sintered to dense state under low temperature 1250°C, that is possible due to simultaneous use of sodium silicate additives and ferrous oxide additives.

Device and method for production of powder materials based on nano- and microparticles through electric explosion of wire (RU 2675188 C1)

The invention refers to powder metallurgy in particular to production of powder materials with content of mixture of nano- and microparticles as well as to production of powder materials of heatproof, heat-resistant, corrosion-resistant alloys for additive technologies for complex system detail synthesis [3]. The method consists of electric explosion of metal wire in reactor and separation of particles by size. Forced circulation of gas environment is provided in reactor under condition that speed of gas flow at the entrance in reactor is from 1,5 m/c to 2,5 m/c. Electric explosion of wire is performed when pressure of gas environment in reactor is from 1 to 3 atm and energy supplied to wire is from 0,6 to 0,9 of metal wire sublimation. The particles of produced powder are finely fractionated; their size is less than 5 mkm. The efficient separation of particles in gas flow into two fractions is provided.

Multilayer wear-resistant coating on steel base (RU 2674795 C1)

The invention refers to wear-resistant multilayer coatings with diamond-like carbon and can be used in metal working, mechanical engineering, chemical industry to increase performance of articles with different functionality [4]. Multilayer wear-resistant coating on steel base includes a layer that contains titanium carbide and a layer of diamond-like carbon. Thickness of the coating is 200–2500 nm and mentioned above two types of layers are interchanged, thus the number of each type varies from 10 to 100. Thickness of layer of each type is 20–25 nm and a layer with titanium carbide is made in the form of nanocomposite of titanium carbide and amorphous carbon with total carbon content 25–60 mas.%. This provides increased wear-resistant of the coating.

Modern mechanical engineering widely uses tools and parts of mechanical systems which working surfaces are covered with nanostructured coatings. Application of protective coatings on process tools significantly increases their service life.

Vacuum machine for application of nanostructured coating made of material with shape memory effect on the detail surface (RU 2674532 C1)

The invention refers to mechanical engineering and metallurgy, in particular to machines of combined meth-

ods for application of coating of materials with shape memory effect on the detail surface [5]. Vacuum machine contains a frame with installed on it vacuum camera. The camera is connected to vacuum pump. The machine also includes a detail fastening mechanism, gas flame burner, supplier of powder material to burner, technological unit for ion treatment of processed detail, pyrometer, two magnetrons with power supply device and a supplier of ion metal implanting with power-unit. Control unit is connected with gas flasks. Detail fastening mechanism is made in the form of three-jaw patron installed on positioner table in vacuum camera. The table is connected to electric motor. Gas flame burner is fastened in rotating mechanism equipped with pyrometer and laser scanner. The mechanism provides 30–150 degree rotation motion in vertical area respect to machine screw assembly. Rotating mechanism is installed in screw-and-nut fastened in bottom part of vacuum camera and connected to electric motor. Technical result provides even and accurate application of coatings on detail surface and increased level of process automation.

Hierarchically reinforced heteromodular extrudable solid lubricant nanocomposite based on UHMW PE and a method to produce it (RU 2674258 C1)

The invention refers to production of extra-strong, wear-resistant and extrudable polymer nanocomposites on the basis of ultra-high molecular polyethylene for tribonodes including one operating under extremal conditions in Far North [6]. Hierarchically reinforced heteromodular extrudable solid lubricant nanocomposite based on UHMW PE and a method to produce it were developed. Technical result of the invention is production of nanocomposite with high durability and tribological properties and sufficient flow behavior for additive manufacturing technologies. Hierarchically reinforced heteromodular extrudable solid lubricant nanocomposite based on UHMW PE includes, weight %: carbon fibers of nanosize 0.3–0.5, carbon fibers of millimeter size 2–5, copolymer of ethylene of high density HDPE-g-SMA 5–10, UHMW PE – the rest. A method of production of nanocomposite includes a stage of mixing basic components and production of nanocomposite sample by means of hot pressing under pressure 10 ± 0.5 MPa and temperature $200 \pm 5^\circ\text{C}$ with rate of further cooling $200 \pm 5^\circ\text{C}/\text{min}$.

A method to produce nanocomposite material based on aluminium (RU 2676117 C2)

The invention refers to powder metallurgy, in particular to production of metal and carbon composite materials and articles of them in different shapes and can be used in auto industry, shipbuilding, aircraft engineering and instrument manufacture and other areas [7]. The method

is based on preparation of furnace-charge through application of metal-catalyst nitrate solution on the surface of aluminium particles and drying it, thermal decomposition of metal-catalyst nitrate into metal-catalyst oxide, deoxidization of metal-catalyst oxide into metal in hydrogen environment, grow of carbon nanostructures on surface of aluminium particles coated with metal-catalyst from gas phase of hydrocarbon gas and sintering of obtained furnace-charge with hot pressing. The aluminium particles are precooled to the temperature no less than -100°C and then are heated in vacuum to the temperature no less than 300°C within no less than 180 min. Aqueous solution of cobaltous and ferrous nitrate mixtures or nickel and ferrous nitrate mixtures (content of nitrates in aqueous solution is 0,1–10 mas.%) are applied on the surface of aluminium particles as a solution of metal-catalyst nitrate. And carbon nanostructures in the form of nanofibers are grown on the surface of aluminium particles coated with metal-catalyst. This provides increased quality and longer carbon nanostructures as well as isotropy of mechanical and thermophysical properties of nanocomposite.

The articles made of composite materials on the basis of metal matrix and with content of carbon nanofibers are characterized with low specific gravity, increased strength, thermal resistance, hardness and varying thermal conductivity. In particular, these properties can be used to rise hardness and durability of instrument cases, to protect electric elements of device from negative frost impact as well as to protect accumulators and batteries from drastic volume fall and damages under frost conditions.

Hydrogen-accumulating materials and a method to produce them (RU 2675882 C2)

The invention refers to hydrogen technologies and energy, in particular to search and development of new materials for compact and safe storage of hydrogen in bound state and method to produce it [8]. Hydrogen-accumulating materials contain following components, mass.%: 97–75 MgH₂ and 3–25 nickel-graphene hydrogenation catalyst, that is 10 or 25 mass.% Ni nanoparticles which size is 1–10 nm, evenly fixed on graphene surface. The materials are manufactured by means of mechanical and chemical treatment of metal magnesium with nickel-graphene hydrogenation catalyst under room temperature and hydrogen pressure 10–30 atm. Produced hydrogen-accumulating materials contain in large quantities reversible hydrogen and possess high cycling stability and at the same time content and size of nickel nanoparticles is reduced.

Hydrogen-accumulating materials can be used to create compact and safe metal-hydride accumulators of reusable hydrogen that can be employed in hydrogen technologies as well as the use of hydrogen as a chemical reagent, disoxidating environment, for hydrate dispersion,

for fuel elements, as highly efficient energy carrier, for hydrogen system of backup supply and energy conservation. Such systems are needed to provide continuous running of telecommunication equipment, computers, transport infrastructure, autonomous electric energy consumers, security systems et al.

A method of low temperature application of nanocrystal coating of alpha-oxide aluminium (RU 2676719 C1)

The invention refers to method of production nanocrystal coating of alpha-oxide aluminium with high rate under low temperature [9]. The method includes the following stages: application of isostructural chrome oxide underlay on the product surface, heating of the product, melting and evaporation of aluminium and coating deposition on the product surface in oxyargon discharge plasma under ion bombarding. Concentration of oxyargon plasma and aluminium evaporation rate are controlled independently and in a broad range by changing distribution of current between anode-crucible, in which melting and evaporation of aluminium run, and hole anode-ionizer through which oxygen is supplied. Formation of coatings with alpha-oxide aluminium structure for the specified aluminium evaporation rate is achieved by setting displacement potential on the product and current in the chain of anode-ionizer that provide required conductance and ion energy on the surface of growing coating for formation of nanocrystal alpha-phase of aluminium oxide.

Coatings of aluminium oxide are characterized by high thermal resistance, chemical inaction, hardness, compression resistance, heat-insulation capacity and is widely used for protection the products exposed to high

temperatures and aggressive environments. Considering all characteristics, one can select heat-proof rhombohedral phase of aluminium oxide (aluminium alpha-oxide) as the most appropriate for practical use. Its hardness is 25 GPa and melting temperature 2044°C.

These are inventions in nanotechnological area that can be interesting for specialists:

- Protection system for city buildings and a method to erect it [10];
- Increase of durability of basalt fibre concrete by means of nanostructures additives [11];
- A method to prepare strengthen mortar [12];
- A method to store natural gas by means of adsorption in industrial gas balloons [13];
- A method to treat superficial and ground water from titanium and its compounds with carbon nanotubes and ultrasound [14,20];
- A method to produce a web of composite reinforcement [15];
- A method to increase water-proof properties of felt materials with hydrophobic nanoparticles of silica dioxide [16].
- A method to enrich and recycle of municipal waste [17–19].

CONCLUSION

The innovative economy of any country cannot be developed without intellectual property which partially consists of patents. This is why much attention should be given to promotion and support of researches in different scientific areas. And the results of these works could be startpoint for efficient solutions of practical tasks.

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях использование изобретений ученых, инженеров и специалистов может способствовать эффективному решению задач импортозамещения и повышения производительности труда. Как известно, изобретение – это новое, обладающее существенными отличиями решение технической задачи, обеспечивающее положительный эффект (новые технологии, конструкции, новые вещества). В статье рассмотрены сущность, технический результат, практическая значимость некоторых изобретений, относящихся к области нанотехнологий.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Способ введения одностенных и/или двустенных и/или многостенных углеродных нанотрубок в состав адгезионных добавок для асфальтового покрытия и применение одностенных и/или двустенных и/или многостенных углеродных нанотрубок в составе адгезионных добавок (RU 2675515 C1)

Изобретение относится к строительной отрасли, в частности, к материалам, используемым в дорожном, аэродромном и гражданском строительстве [1]. Способ заключается в введении одностенных и/или двустенных и/или многостенных углеродных нанотрубок посредством размешивания на измельчающих мельницах. Концентрация (содержание) одностенных и/или двустенных и/или многостенных углеродных нанотрубок составляет от 0,01 до 15% от объема асфальтового покрытия, т.е. от объема готового продукта. Именно этот интервал обеспечивает наилучшее качество и адгезивные свойства асфальтового покрытия. Это обусловлено тем, что более низкой концентрации (0%) требуемый эффект не будет достигать, а более высокая концентрация может привести к нарушению качества продукта.

Применение одностенных и/или двустенных и/или многостенных углеродных нанотрубок в составе адгезионных добавок для асфальтового покрытия, содержащего дорожные битумы и полимербитумные вяжущие, приводит к повышению адгезионных свойств адгезионных добавок для асфальтовых покрытий и к повышению качества и долговечности асфальтовых покрытий.

Керамический материал с низкой температурой спекания на основе диоксида циркония тетрагональной модификации (RU 2675391 C1)

Изобретение относится к области получения высокоплотной керамики на основе тетрагонального диоксида циркония и может быть использо-

вано в качестве износостойких изделий, режущего инструмента, керамических подшипников, а также имплантатов для замещения костных дефектов [2]. Керамический материал получают из шихты, содержащей масс. % 2–5 силиката натрия, 0,5–2 оксида железа и 93–97,5 тетрагонального диоксида циркония, стабилизированного оксидом иттрия. Полученный материал характеризуется нанокристаллической структурой с размером кристаллов 50–100 нм, открытой пористостью не более 0,01% и высокими механическими характеристиками: прочностью при изгибе не менее 400 МПа. Технический результат изобретения – увеличение прочности материалов, спекающихся до плотного состояния при низкой температуре 1250°C, что стало возможным в результате совместного использования добавок силиката натрия и оксида железа.

Устройство и способ для получения порошковых материалов на основеnano- и микрочастиц путем электрического взрыва проволоки (RU 2675188 C1)

Изобретение относится к порошковой металлургии, а именно к получению порошковых материалов, содержащих смесь nano- и микрочастиц, в частности для получения порошковых материалов из жаропрочных, жаростойких, коррозионностойких сплавов для аддитивных технологий синтеза деталей сложных систем [3]. Способ включает электрический взрыв металлической проволоки в реакторе и сепарацию частиц по размерам. В реакторе обеспечивают принудительную циркуляцию газовой среды при скорости газового потока на входе в реактор в интервале от 1,5 до 2,5 м/с. Электрический взрыв проволоки ведут при давлении газовой среды в реакторе от 1 до 3 атм и величине энергии, введенной в проволоку, в интервале от 0,6 до 0,9 энергии сублимации металла проволоки, а сепарацию полученных частиц порошка ведут с выделением мелкой фракции с размерами частиц менее 5 мкм. Обеспечивается эффективное разделение частиц в газовом потоке на две фракции.

Многослойное износостойкое покрытие на стальной подложке (RU 2674795 C1)

Изобретение относится к износостойким многослойным покрытиям с алмазоподобным углеродом и может быть использовано в металлообработке, машиностроении, химической промышленности для повышения эксплуатационных характеристик изделий функционально различного назначения [4]. Многослойное износостойкое покрытие на стальной подложке включает слой, содержащий карбид титана, и слой из алмазоподобного углерода. Упомянутое

покрытие выполнено толщиной 200–2500 нм с чередованием упомянутых двух слоев в количестве от 10 до 100. Толщина каждого слоя составляет 20–25 нм, а слой, содержащий карбид титана, выполнен в виде нанокомпозита из карбида титана и аморфного углерода с общим содержанием углерода 25–60 мас.%. Обеспечивается повышение износостойкости покрытия.

В современном машиностроении широко применяется инструмент и детали механических систем, на рабочую поверхность которых нанесеныnanoструктурные покрытия. Нанесение защитных покрытий на обрабатывающие инструменты и детали машин значительно увеличивает их срок службы.

Вакуумная установка для нанесения nanoструктурированного покрытия из материала с эффектом памяти формы на поверхности детали (RU 2674532 C1)

Изобретение относится к области машиностроения и металлургии, в частности к установкам для комбинированных способов нанесения покрытия из материалов с эффектом памяти формы на поверхности детали [5]. Вакуумная установка содержит раму с установленной на ней вакуумной камерой. Камера соединена с вакуумным насосом. Установка также содержит механизм закрепления детали, газопламенную горелку, механизм подачи порошкового материала в газопламенную горелку, технологический модуль для ионной очистки обрабатываемой детали, пиrometer, два магнетрона с источником питания и источник для ионной имплантации металлов с блоком питания. Блок управления соединен с баллонами с газом. Механизм закрепления детали выполнен в виде трехкулачкового патрона, размещенного на установленном в вакуумной камере поворотном столе. Стол соединен с электродвигателем. Газопламенная горелка закреплена в оснащенном пиromетром и лазерным сканером и обеспечивающим ее поворот 30–150 градусов в вертикальной плоскости относительно оси винта поворотном механизме. Поворотный механизм установлен в передаче винт-гайка, закрепленной в нижней части вакуумной камеры и связанной с электродвигателем. Технический результат заключается в обеспечении равномерности и точности нанесения покрытий на поверхности детали и повышении степени автоматизации процесса.

Иерархически армированный гетеромодульный экструдируемый твердосмазочный нанокомпозит на основе СВМПЭ и способ его получения (RU 2674258 C1)

Изобретение относится к области получения высокопрочных, износостойких и экструдируемых

полимерных нанокомпозитов на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена для трибоузлов, в том числе работающих в экстремальных условиях Крайнего Севера [6]. Предложен иерархически армированный гетеромодульный экструдируемый твердосмазочный нанокомпозит на основе СВМПЭ и способ его получения. Техническим результатом изобретения является получение нанокомпозита с высокими прочностными и трибологическими свойствами и удовлетворительной текучестью для аддитивных технологий получения изделий. Указанный технический результат достигается тем, что иерархически армированный гетеромодульный экструдируемый твердосмазочный нанокомпозит на основе СВМПЭ включает, вес.%: углеродные волокна на нанометровой размерности 0,3–0,5, углеродные волокна миллиметровой размерности 2–5, сополимер этилена высокой плотности HDPE-g-SMA 5–10, СВМПЭ – остальное. Способ получения нанокомпозита заключается в смешивании исходных компонентов и получении образца нанокомпозита горячим прессованием при давлении $10 \pm 0,5$ МПа, температуре $200 \pm 5^\circ\text{C}$ со скоростью последующего охлаждения $3\text{--}4^\circ\text{C}/\text{мин}$.

Способ получения нанокомпозитного материала на основе алюминия (RU 2676117 C2)

Изобретение относится к области порошковой металлургии, в частности, к получению металлоуглеродных композитных материалов и деталей из них различной формы и может быть использовано в автомобилестроении, судостроении, авиастроении и приборостроении и других отраслях [7]. Способ включает приготовление шихты путем нанесения раствора нитрата металла-катализатора на поверхность частиц алюминия и его сушки, термического разложения нитрата металла-катализатора до оксида металла-катализатора, восстановления оксида металла-катализатора до металла в среде водорода, выращивания углеродных nanoструктур на поверхностях, покрытых металлом-катализатором частиц алюминия из газовой фазы газообразных углеводородов, и спекания полученной шихты горячим прессованием. Частицы алюминия предварительно охлаждают до температуры не менее 100°C и затем нагревают в вакууме до температуры не менее 300°C в течение не менее 180 мин. На поверхность частиц алюминия наносят в качестве раствора нитрата металла-катализатора водный раствор смеси нитратов кобальта и железа или нитратов никеля и железа при содержании нитратов в водном растворе 0,1–10 мас.%, а на поверхностях, покрытых металлом-катализатором частиц алюминия, выращивают углеродные на-

ноструктуры в виде нановолокон. При этом обеспечивается повышение качества и увеличение длины углеродных наноструктур, а также изотропность механических и теплофизических свойств нанокомпозита.

Детали, выполненные из композитных материалов на основе металлической матрицы и содержащие в своем составе углеродные нановолокна, характеризуются низким удельным весом, повышенной прочностью, термической стойкостью, твердостью и варьируемой теплопроводностью. В частности, данные свойства могут быть использованы для повышения твердости и прочности корпусов электроприборов, для защиты электронных компонентов прибора от негативного воздействия холода, а также для защиты аккумуляторов и батарей от резкого уменьшения емкости и повреждений под воздействием холода.

Водород-аккумулирующие материалы и способ их получения (RU 2675882 C2)

Изобретение относится к водородным технологиям и водородной энергетике, а именно к поиску и разработке новых материалов для компактного и безопасного хранения водорода в связанном состоянии и способу их получения [8]. Водород-аккумулирующие материалы содержат следующие компоненты, мас.%: 97–75 MgH₂ и 3–25 никель-графенового катализатора гидрирования, представляющего собой 10 или 25 мас.% наночастиц Ni размером 1–10 нм, равномерно закрепленных на графеновой поверхности. Указанные материалы получают механохимической обработкой металлического магния с никель-графеновым катализатором гидрирования при комнатной температуре и давлении водорода 10–30 атм. Полученные водород-аккумулирующие материалы обладают большим содержанием обратимого водорода и высокой циклической стабильностью при уменьшении содержания и размеров наночастиц никеля.

Водород-аккумулирующие композиционные материалы могут быть использованы для создания компактных и безопасных металлогидридных аккумуляторов водорода многократного действия, которые могут быть востребованы для водородных технологий, в том числе при использовании водорода в качестве химического реагента, восстановливающей среды, для гидридного диспергирования, для обеспечения питанием топливных элементов, таких как высокоэффективного энергоносителя, для водородных систем резервного электропитания и аккумулирования электроэнергии. Такие системы нужны для обеспечения непрерывной работы

телекоммуникационного оборудования, компьютерной техники, транспортной инфраструктуры, автономных объектов электропотребления, систем безопасности и т.д.

Способ низкотемпературного нанесения нанокристаллического покрытия из альфа-оксида алюминия (RU 2676719 C1)

Изобретение относится к способу получения нанокристаллического покрытия из альфа-оксида алюминия с высокой скоростью при пониженной температуре [9]. Способ включает нанесение на поверхность изделия изоструктурного подслоя из оксида хрома, нагрев изделия, плавление и испарение алюминия и осаждение покрытия на поверхность изделия в кислородно-argonовой плазме разряда в условиях ионной бомбардировки. Концентрация аргон-кислородной плазмы и скорость испарения алюминия регулируют независимо и в широких пределах изменением распределения тока между анодом-тиглем, в котором происходит плавление и испарение алюминия, и полым анодом-ионизатором, через который напускают кислород. Формирование покрытий со структурой альфа-оксида алюминия достигают тем, что при заданном значении скорости испарения алюминия устанавливают величину потенциала смещения на изделиях и ток в цепи анода-ионизатора, при которых обеспечивается требуемая для формирования нанокристаллической альфа-фазы оксида алюминия плотность тока и энергия ионов на поверхности растущего покрытия.

Покрытия из оксида алюминия характеризуются высокой термостойкостью, химической инертностью, твердостью, прочностью при сжатии, теплоизоляционной способностью и широко применяются для защиты изделий, эксплуатирующихся в условиях высоких температур или воздействия агрессивных сред. По совокупности характеристик наибольший интерес для практического использования представляет термостабильная ромбоэдрическая фаза оксида алюминия (альфа-оксид алюминия), твердость которой достигает 25 ГПа, а температура плавления 2044°C.

Также представляют интерес для специалистов следующие изобретения в области нанотехнологий:

- Устройство защитной системы городской застройки и способ ее возведения [10].
- Повышение долговечности базальтофибробетона наноструктурными добавками [11].
- Способ приготовления укрепляющего раствора [12].

- Способ хранения природного газа при помощи адсорбции в промышленных газовых баллонах [13].
- Способ очистки поверхностных и подземных вод от титана и его соединений с помощью углеродных нанотрубок и ультразвука [14, 20].
- Способ изготовления сетки из композитной арматуры [15].
- Способ повышения водоотталкивающих свойств войлочных материалов гидрофобными наночастицами диоксида кремния [16].
- Способ обогащения и переработки твердых коммунальных отходов [17–19].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Известно, что именно популяризация и внедрение изобретений является важным фактором успеха многих преусспевающих компаний. Например, General Electric, которая вошла в мировую историю как одна из самых инновационных компаний 20 века, является компанией, которая изначально попала в список индекса Доу-Джонса в 1896 году и до сих пор там находится. Поэтому надеемся, что публикуемая в данной рубрике информация будет востребованной и полезной для специалистов.

REFERENCES

- Slavov I.A., Shvarzman D.I. A method of introduction of single-shell and/or double-shell and/or multi-shell carbon nanotubes in adhesive additive composition for asphalt coating and application of single-shell and/or double-shell and/or multi-shell carbon nanotubes as a part of adhesive additive composition. RF Patent 2675515 C1. 2018. Bulletin № 35.
- Barinov S.M., Gol'dberg M.A., Kochanov G.P., Krylov A.I., Smirnov V.V., Smirnov S.V. Ceramic material based on zirconium dioxide of tetragonal modification with low sintering temperature. RF Patent 2675391 C1. 2018. Bulletin № 35.
- Pervikov A.V., Lerner M.I., Glazkova E.A. Device and method for production of powder materials based on nano and microparticles through electric explosion of wire. RF Patent 2675188 C1. 2018, Bulletin № 35.
- Rubshtejn A.P., Vladimirov A.B., Plotnikov S.A., Yugov V.A. Multilayer wear-resistant coating on steel base. RF Patent 2674795. 2018. Bulletin № 35.
- Balaev EH.YU.O., Bleldnova ZH.M., Borovec O.I. Vacuum machine for application of nanostructured coating made of material with shape memory effect on the detail surface. RF Patent 2674532 C1. 2018, Bulletin № 35.
- Panin S.V., Kornienko L.A., Ivanova L.R., Alekseenko V.O., Buslovich D.G. Hierarchically reinforced heteromodular extrudable solid lubricant nanocomposite based on UHMW PE and a method to produce it. RF Patent 2674258 C1. 2018, Bulletin № 34.
- Kidalov S.V., Kol'cova T.S., Tolochko O.V., Voznyakovskij A.A. A method to produce nanocomposite material based on aluminium. получения нанокомпозитного материала на основе алюминия. RF Patent 2676117 C2. 2018, Bulletin № 36.
- Arbuzov A.A., Mozhzhuhin S.A., Volodin A.A., Fursikov P.V., Tarasov B.P. Hydrogen-accumulating materials and a method to produce them. RF Patent 2675882 C2. 2018, Bulletin № 36.
- Gavrilov N.V., Kameneckih A.S., Tretnikov P.V. A method of low temperature application of nanocrystal coating of alpha-oxide aluminium. RF Patent 2676719 C1. 2018, Bulletin № 1.
- Ivanov L.A., Muminova S.R. Nanotechnologies and nanomaterials: review of inventions. Part 1 // Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2017, Vol. 9, no. 1, pp. 88–106. DOI: 10.15828/2075-8545-2017-9-1-88-106.
- Ivanov L.A. Results of the theses research in the area of nanotechnologies and nanomaterials. Bulletin of science and education of North-West of Russia. 2016, Vol. 2, no. 4 pp. 1–6. Access mode: <http://vestnik-nauki.ru/wp-content/uploads/2016/12/2016-N4-Ivanov.pdf>. (date of access: 5.12.18).
- Ivanov L.A., Muminova S.R. New technical solutions in nanotechnology. Part 5. Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2016, Vol. 8, no. 6, pp. 65–82. DOI: 10.15828/2075-8545-2016-8-6-65-82.
- Ivanov L.A. Scientific and engineering inventions designed to solve practical problems // Innovations and investments. Scientific and analytical magazine. 2017. № 5. pp. 164–167.
- Ivanov L.A., Muminova S.R. New technical solutions in nanotechnology. Part 1. Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2016, Vol. 8, no. 2, pp. 52–70. DOI: 10.15828/2075-8545-2016-8-2-52-70.
- Ivanov L.A. New technical solutions in different economic sectors. Part 1 // Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2017, № 2. pp. 1–11. URL: ivdon.ru/magazine/archive/N2y2017/4194/.
- Ivanov L.A., Muminova S.R. New technical solutions in nanotechnology. Part 2. Nanotechnologies in Construction. 2016, Vol. 8, no. 3, pp. 74–91. DOI: 10.15828/2075-8545-2016-8-3-74-91.
- Grechishkin V. S., Borisova O. N. Practice of solid waste processing and technology development trends. In Proc. Modern problems of tourism and service Materials of the all-Russian scientific conference of postgraduates and young scientists. 2013. P. 128–132.
- Shubov L.Ya., Borisova O.N. Disposal of valuable components of municipal solid waste. Housing and public utilities. 2013. No. 8. P. 59–64.

19. Shubov L.Ya., Borisova O.N. Extraction of biodegradable fraction from waste: modern methods. Municipal solid waste. 2013. № 2 (80). P. 26–31.
20. Shubov L.Ya., Borisova O.N., Doronkina I.G. Wastewater technologies (hydrosphere engineering protection). Scientific and technical aspects of environmental protection. 2010. No. 6. P. 2–128.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Славов И.А., Шварцман Д.И. Патент 2675515 РФ МПК C1. Способ введения одностенных и/или двустенных и/или многостенных углеродных нанотрубок в состав адгезионных добавок для асфальтового покрытия и применение одностенных и/или двустенных и/или многостенных углеродных нанотрубок в составе адгезионных добавок / 2018. Бюл. № 35.
2. Баринов С.М., Гольдберг М.А., Кочанов Г.П., Крылов А.И., Смирнов В.В., Смирнов С.В. Патент 2675391 РФ МПК C1. Керамический материал с низкой температурой спекания на основе диоксида циркония тетрагональной модификации / 2018, Бюл. № 35.
3. Первиков А.В., Лернер М.И., Глазкова Е.А. Патент 2675188 РФ МПК C1. Устройство и способ для получения порошковых материалов на основеnano- и микрочастиц путем электрического взрыва проволоки / 2018, Бюл. № 35.
4. Рубштейн А.П., Владимиров А.Б., Плотников С.А., Югов В.А. Патент 2674795 РФ МПК C1. Многослойное износостойкое покрытие на стальной подложке / 2018, Бюл. № 35.
5. Балаев Э.Ю.О., Бледнова Ж.М., Боровец О.И. Патент 2674532 РФ МПК C1. Вакуумная установка для нанесения nanostructured покрытия из материала с эффектом памяти формы на поверхности детали / 2018, Бюл. № 35.
6. Панин С.В., Корниенко Л.А., Иванова Л.Р., Алексенко В.О., Буслович Д.Г. Патент 2674258 РФ МПК C1. Иерархически армированный гетеромодульный экструдируемый твердосмазочный нанокомпозит на основе СВМПЭ и способ его получения / 2018, Бюл. № 34.
7. Кидалов С.В., Кольцова Т.С., Толочко О.В., Возняковский А.А. Патент 2676117 РФ МПК C2. Способ получения нанокомпозитного материала на основе алюминия / 2018, Бюл. № 36.
8. Арбузов А.А., Можжухин С.А., Володин А.А., Фурсиков П.В., Тарапов Б.П. Патент 2675882 РФ МПК C2. Водород-аккумулирующие материалы и способ их получения / 2018, Бюл. № 36.
9. Гаврилов Н.В., Каменецких А.С., Третников П.В. Патент 2676719 РФ МПК C1. Способ низкотемпературного нанесения нанокристаллического покрытия из альфа-оксида алюминия / 2018, Бюл. № 1.
10. Иванов Л.А., Муминова С.Р. Нанотехнологии и наноматериалы: обзор новых изобретений. Часть 1 // Нанотехнологии в строительстве. – 2017. – Том 9, № 1. – С. 88–106. – DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2017-9-1-88-106.
11. Иванов Л.А. О результатах диссертационных исследований в области нанотехнологий и наноматериалов // Вестник науки и образования Северо-Запада России 2016. – Том 2, № 4. – С. 1–6. – Режим доступа: http://vestnik-nauki.ru/wp-content/uploads/2016/12/2016-N4-Ivanov.pdf. (дата обращения: 5.12.18).
12. Иванов Л.А., Муминова С.Р. Новые технические решения в области нанотехнологий. Часть 5 // Нанотехнологии в строительстве. – 2016. – Том 8, № 6. – С. 65–82. – DOI: 10.15828/2075-8545-2016-8-6-65-82.
13. Иванов Л.А. Изобретения ученых и инженеров, направленные на решение практических задач // Инновации и инвестиции. Научно-аналитический журнал. – 2017. – № 5. – С. 164–167.
14. Иванов Л.А., Муминова С.Р. Новые технические решения в области нанотехнологий. Часть 1 // Нанотехнологии в строительстве. – 2016. – Том 8, № 2. – С. 52–70. – DOI: 10.15828/2075-8545-2016-8-2-52-70.
15. Иванов Л.А. Новые решения технических задач в различных отраслях экономики. Часть 1 // Инженерный вестник Дона. – 2017. – № 2. – С. 1–11. URL: ivdon.ru/magazine/archive/N2y2017/4194/.
16. Иванов Л.А., Муминова С.Р. Новые технические решения в области нанотехнологий. Часть 2 // Нанотехнологии в строительстве. – 2016. – Том 8, № 3. – С. 74–91. – DOI: 10.15828/2075-8545-2016-8-3-74-91.
17. Гречишкун В.С., Борисова О.Н. Практика переработки твердых бытовых отходов и тенденции развития технологий // В сборнике: Современные проблемы туризма и сервиса. Материалы Всероссийской научной конференции аспирантов и молодых ученых. – 2013. – С. 128–132.
18. Шубов Л.Я., Борисова О.Н. Утилизация ценных компонентов твердых бытовых отходов // ЖКХ. – 2013. – № 8. – С. 59–64.
19. Шубов Л.Я., Борисова О.Н. Извлечение биоразлагаемой фракции из отходов: современные методы // Твердые бытовые отходы. – 2013. – № 2 (80). – С. 26–31.
20. Шубов Л.Я., Борисова О.Н., Доронкина И.Г. Технологии сточных вод (инженерная защита гидросферы) // Научные и технические аспекты охраны окружающей среды. – 2010. – № 6. – С. 2–128.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Leonid A. Ivanov, Ph.D. in Engineering, Vice President of the International Academy of Engineering, Member of the International Journalist Federation; Gazetny per., block 9, bld.4, Moscow, Russia, 125009, e-mail: L.a.ivanov@mail.ru

Oksana N. Borisova, Ph.D. in Engineering, Assistant Professor, Высшая школа сервиса, Russian State University of Tourism and Service; Glavnaya str., 99, Cherkizovo, Moscow region, Russian Federation, 141221, borisova-on@bk.ru

Svetlana R. Muminova, Ph.D. in Engineering, Assistant Professor, Russian State University of Tourism and Service; Glavnaya str., 99, Cherkizovo, Moscow region, Russian Federation, 141221, it.rguts@mail.ru

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Иванов Леонид Алексеевич, канд. техн. наук, вице-президент Международной инженерной академии, член Международной федерации журналистов; Газетный пер., д. 9, стр. 4, г. Москва, Россия, 125009, e-mail: L.a.ivanov@mail.ru

Борисова Оксана Николаевна, канд. техн. наук, доцент, Высшая школа сервиса, Российский государственный университет туризма и сервиса; ул. Главная, 99, пос. Черкизово, Московская область, Россия, 141221, borisova-on@bk.ru

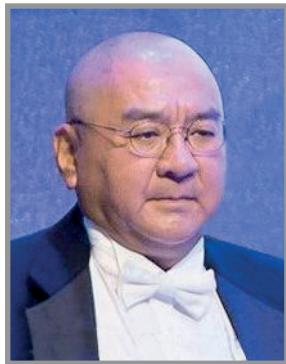
Муминова Светлана Рашидовна, канд. техн. наук, доцент, Высшая школа сервиса, Российский государственный университет туризма и сервиса; ул. Главная, 99, пос. Черкизово, Московская область, Россия, 141221, it.rguts@mail.ru

CONTACTS / КОНТАКТЫ

e-mail: L.a.ivanov@mail.ru

About the international Tang Prize

The international Tang Prize was established in Taiwan in 2012. The Tang Prize is the highest scientific and social award for the outstanding contributions and achievements in the following nominations: «Sustainable development», «Biopharmaceutical Science», «Sinology», «Rule of law» and it keeps the traditions of such events as Olympic movement, Nobel Prize and other international rewards.



The founder of the Tang Prize
is Doctor Samuel Yen-Liang Yin



The CEO of the Tang Prize Foundation
is Professor Jenn-chuan Chern



Tang Prize ceremony in 2018



The Tang Prize Medal.

The Tang Prize Medal, designed by Japanese designer Fukasawa Naoto, is a single piece of 214 g., 99,99 pure gold. The spiral curves imply the structure of DNA, a spiral galaxy, an image of a dragon, in addition to speaking of one's life force and expressing a dynamism of movement. Although the spiral curves are based on a circular structure, they never return to the same position. What they express is a sense of infinity that applies to our history, growth, and life.



2018 Tang Prize Diploma Design Concept

Tang Prize Diploma is a token for recognizing the contribution of the laureates. 2018 Tang Prize Diploma design has been commissioned to the world renowned Dutch book designer Irma Boom. Abstract and original, the diploma design is paper art in its simplicity, reflecting the philosophy of the Tang Prize. Vivid green, yellow, red, and blue represent the four prize categories, Sustainable Development, Biopharmaceutical Science, Sinology, and Rule of Law, respectively.



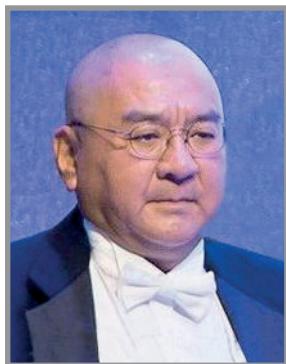
The Prize has been given every two years since 2014. The fund of each nomination is about 1 360 000 USD, and additional grants for further research are about 340 000 USD, the total amount for winner is about 1,7 million USD.

For more detailed information see website
www.tang-prize.org

R

О международной премии Тан

Международная премия Тан учреждена в 2012 г. на Тайване. Премия Тан является высшей научной и общественной наградой за выдающиеся достижения и заслуги в номинациях: «Устойчивое развитие», «Биомедицина», «Синология», «Юриспруденция», и продолжает традиции, которые имеются в мировой практике, такие как Олимпийское движение, Нобелевская премия и другие международные конкурсы.



Основатель Премии Тан –
доктор Самуэл Иен-Лян Ин



Руководитель Фонда премии –
профессор Дженн-Чуан Черн



Торжественная церемония
вручения Премии Тан в 2018 году



Медаль премии Тан

Медаль разработана японским дизайнером Наото Фукасава и представляет цельный кусок 214 г чистого золота 99,99 пробы, выполненный в виде спирали. Спираль подразумевает собой структуру ДНК, спиральные галактики, образ дракона, говорит о силе жизни и выражает динамизм движения. Хотя спирали имеют не кольцевую структуру, они никогда не возвращаются на ту же позицию. Они выражают бесконечность, что относится и к нашей истории, к тенденции роста нашей жизни.



Диплом Премии Тан 2018 является знаком признания выдающихся достижений лауреатов. Диплом Премии Тан 2018 разработал всемирно известный голландский книжный дизайнер Ирма Бум. Абстрактный и оригинальный дизайн диплома – это искусство совмещения на бумаге простых цветовых сочетаний, отражающих философию Премии Тан. Ярко-зеленый, желтый, красный и синий представляют четыре призовые категории: «Устойчивое развитие», «Биомедицина», «Синология» и «Юриспруденция», соответственно.



Премия вручается раз в два года, начиная с 2014. Ее размер в каждой из номинаций составляет около 1 360 000 долл. США, а также дополнительные гранты около 340 000 долл. на проведение дальнейших исследований, итого около 1,7 млн долл. США для победителя.

Более подробная информация на сайте
www.tang-prize.org

R

Research of effectiveness of natural and modified sorbents for wastewater treatment based on mica quartzite treatment waste

Authors:

Lyasan Kh. Araslanova,

Assistant of the Department «Environmental Protection and Prudent Exploitation of Natural Resources», Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Bashkortostan Republic, Russia, oosripr@rusoil.net;

Elina R. Salmanova,

Engineer of the Department «Environmental Protection and Prudent Exploitation of Natural Resources», Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Bashkortostan Republic, Russia, oosripr@rusoil.net;

Elena A. Solovyeva,

Associate Professor of the Department «Machines and apparatus of food production», Bashkir Institute of technology and Management Branch of the Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky, Meleuz, Bashkortostan Republic, Russia, solovyva25@yandex.ru;

Alfia A. Larkina,

Post-graduate Student, Senior Lecturer of the Department «Machines and apparatus of food production», Bashkir Institute of Technology and Management Branch of the Moscow State University of Technology and Management named after K. G. Razumovsky, Meleuz, Bashkortostan Republic, Russia, alfiaais@mail.ru;

Iren O. Tuktarova,

Head of the Department «Environmental Protection and Prudent Exploitation of Natural Resources», Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Bashkortostan Republic, Russia, umrko@mail.ru;

Alexey M. Nazarov,

Professor of the Department «Environmental Protection and Prudent Exploitation of Natural Resources», Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Bashkortostan Republic, Russia, oosripr@rusoil.net

Abstract: Results of a research of efficiency of sorbents on the basis of the waste of production and processing of micaceous quartzites (MQ), montmorillonite clays (MC) modified by humic connections (HC), received by extraction of waste brown coal are shown.

Chemical composition of mica quartzite processing waste depending on the fraction size was previously investigated: element structure by method of the power-dispersive X-ray fluorescent analysis and mineral structure by method of X-ray phase analysis, for purpose of interrelation establishment between the structure of fraction and adsorptive properties of the received composite sorbents and also for the purpose of an exception as a part of MQ and, respectively, a sorbent of dangerous and toxic substances I-III of hazard classes.

The efficiency of adsorption of the obtained sorbents was studied, an increase in sorption activity was found depending on composition of sorbent and method of modification (preliminary temperature processing and drawing on a surface of a sorbent of HC nano- and a microdimensional layer). It is determined that the greatest efficiency of adsorption of ions of heavy metals is observed for the sorbent which underwent temperature modification at 800°C and then HC covered with a layer up to 1% of masses.

Use of waste of MQ containing 40–60% of quartz (SiO_2) in composition with MC and with further modification of a surface (up to 1% of masses.) humic connections will allow receiving highly effective, universal and inexpensive sorbents for sewage treatment from heavy metals and other pollutants.

The offered composite sorbents will allow to solve several ecologically important problems in a complex: to carry out effective purification of industrial sewage (machine and instrument-making, metallurgical, petrochemical and other enterprises) of heavy metals ions and to utilize waste of micaceous quartz processing of and brown coal extraction.

Keywords: waste, micaceous quartzite, montmorillonite clays, humic connections, surface modifying, sewage treatment, heavy metals ions.

For citation: Araslanova L.Kh., Salmanova E.R., Solovyeva E.A., Larkina A.A., Tuktarova I.O., Nazarov A.M. Research of effectiveness of natural and modified sorbents for wastewater treatment based on mica quartzite treatment waste. Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2019, Vol. 11, no. 1, pp. 106–116. DOI: 10.15828/2075-8545-2019-11-1-106-116.

Machine-readable information on CC-licenses (HTML-code) in metadata of the paper

Research of effectiveness of natural and modified sorbents for wastewater treatment based on mica quartzite treatment waste by <a xmlns:cc="http://creativecommons.org/ns#" href="Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2019, Vol. 11, no. 1, pp. 106–116. DOI: 10.15828/2075-8545-2019-11-1-106-116" property="cc:attributionName" rel="cc:attributionURL">Araslanova L.Kh., Salmanova E.R., Solovyeva E.A., Larkina A.A., Tuktarova I.O., Nazarov A.M. is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.
Based on a work at <a xmlns:dct="http://purl.org/dc/terms/" href="http://nanobuild.ru/en_EN/nanobuild-1-2019/" rel="dct:source">http://nanobuild.ru/en_EN/nanobuild-1-2019.
Permissions beyond the scope of this license may be available at <a xmlns:cc="http://creativecommons.org/ns#" href="umrko@mail.ru" rel="cc:morePermissions">umrko@mail.ru.

The paper has been received by editors: 18.12.18.

The paper has been received by editors after peer-review: 14.01.19.

The paper has been accepted for publication: 29.01.19.

Исследование эффективности природных и модифицированных сорбентов для очистки сточных вод на основе отходов обработки слюдистых кварцитов

Авторы:

Арасланова Ляйсан Хадисовна,

ассистент каф. «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов»

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия, oosrip@rusoil.net;

Сальманова Элина Равилевна,

инженер каф. «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов»,

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия, oosrip@rusoil.net;

Соловьева Елена Анатольевна,

доцент каф. «Машины и аппараты пищевых производств», Башкирский институт технологий и управления филиал ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского», г. Мелеуз, Республика Башкортостан, Россия, solovyva25@yandex.ru;

Ларькина Альфия Алпыспаевна,

аспирант, ст.преподаватель каф. «Машины и аппараты пищевых производств», Башкирский институт технологий и управления филиал ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского», г. Мелеуз, Республика Башкортостан, Россия, alfiaais@mail.ru;

Туктарова Ирэн Ольвертовна,

зав. каф. «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов»,

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»; г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия, umrko@mail.ru;

Назаров Алексей Михайлович,

профессор каф. «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов»,

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»; г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия, oosrip@rusoil.net

Резюме: Показаны результаты исследования эффективности сорбентов на основе отходов добычи и обработки слюдистых кварцитов (СК), монтмориллонитовых глин (МГ), модифицированных гуминовыми соединениями (ГС), полученных путем экстракции отходов добычи бурого угля.

Предварительно был исследован химический состав отходов обработки слюдистого кварцита в зависимости от размеров фракции: элементный состав методом энерго-дисперсионного рентгено-флуоресцентного анализа и минеральный состав методом рентгенофазового анализа, с целью установления взаимосвязи между составом фракции и адсорбционными свойствами полученных композиционных сорбентов, а также с целью исключения в составе СК и, соответственно, сорбента опасных и токсичных веществ I–III классов опасности.

Изучена эффективность адсорбции полученных сорбентов, обнаружено увеличение сорбционной активности в зависимости от состава сорбента и метода модификации (предварительная температурная обработка и нанесение на поверхность сорбента ГС нано- и микроразмерным слоем). Установлено, что наибольшая эффективность адсорбции ионов тяжелых металлов наблюдается для сорбента, прошедшего температурную модификацию при 800°C и затем покрытого слоем ГС до 1% масс.

Использование отходов СК, содержащих 40–60% кварца (SiO_2) в композиции с МГ, и с дальнейшей модификацией поверхности (до 1% масс.) гуминовыми соединениями позволит получить высокоэффективные, универсальные и недорогие сорбенты для очистки сточных вод от тяжелых металлов и других загрязнителей.

Предложенные композиционные сорбенты позволят комплексно решить несколько экологически важных проблем: осуществлять эффективную очистку промышленных сточных вод (машино- и приборостроительных, металлургических, нефтехимических и других предприятий) от ионов тяжелых металлов и утилизировать отходы обработки слюдистого кварца и добычи бурого угля.

Ключевые слова: отходы, слюдистый кварцит, монтмориллонитовые глины, гуминовые соединения, модификация поверхности, очистка сточных вод, ионы тяжелых металлов.

Для цитирования: Арасланова Л.Х., Сальманова Э.Р., Соловьева Е.А., Ларькина А.А., Туктарова И.О., Назаров А.М. Исследование эффективности природных и модифицированных сорбентов для очистки сточных вод на основе отходов обработки слюдистых кварцитов // Нанотехнологии в строительстве. – 2019. – Том 11, № 1. – С. 106–116. – DOI: 10.15828/2075-8545-2019-11-1-106-116.

Machine-readable information on CC-licenses (HTML-code) in metadata of the paper

Research of effectiveness of natural and modified sorbents for wastewater treatment based on mica-quartzite treatment waste by <a xmlns:cc="http://creativecommons.org/ns#" href="Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2019, Vol. 11, no. 1, pp. 106–116. DOI: 10.15828/2075-8545-2019-11-1-106-116" property="cc:attributionName" rel="cc:attributionURL">Araslanova L.H., Salmanova E.R., Solov'yeva E.A., Larkina A.A., Tuktarova I.O., Nazarov A.M. is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.
Based on a work at <a xmlns:dct="http://purl.org/dc/terms/" href="http://nanobuild.ru/en_EN/nanobuild-1-2019/" rel="dct:source">http://nanobuild.ru/en_EN/nanobuild-1-2019.
Permissions beyond the scope of this license may be available at <a xmlns:cc="http://creativecommons.org/ns#" href="umrko@mail.ru" rel="cc:morePermissions">umrko@mail.ru.

Статья поступила в редакцию: 18.12.18.

Статья поступила в редакцию после рецензирования: 14.01.19.

Статья принята к публикации: 29.01.19.

ВВЕДЕНИЕ

Сточные воды нефтехимических, металлургических, машино- и приборостроительных отраслей промышленности содержат большое количество ионов тяжелых металлов. Для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов применяют различные методы, в том числе и сорбционные [1, 2]. Используют сорбенты на основе активированных углей, полимерных и других материалов, однако эти материалы имеют высокую стоимость и требуют использования природных ресурсов [3–5].

Использование отходов горно-обогатительных комбинатов (ГОК) [6], а также отходов и отвалов нерудных материалов [7–10] позволит получать недорогие и высокоэффективные сорбенты для очистки сточных вод.

Для модификации полученных сорбционных материалов применяются физические и химические методы активации.

Целью данной работы является разработка технологии получения композиционного сорбента на основе отходов добычи и обработки слюдистого кварцита и монтмориллонитовой глины, а также

исследование их адсорбционной эффективности в зависимости от состава и температурного режима подготовки сорбентов.

Химический состав кварцитов характеризуется высоким содержанием кремнекислоты, входящей в состав кварца, в меньшей степени силикатов. Окислы железа связаны с магнетитом, меньшая часть — с гематитом и силикатами. В качестве второстепенных примесей присутствуют Al_2O_3 , CaO , K_2O , Na_2O .

В научной литературе приводятся результаты исследований сорбентов на основе природных материалов, содержащих кварц [11], а также патенты, в которых предложены способы получения сорбентов на основе кремнисто-цеолитовой руды, содержащей до 24% цеолита и до 28% кварцита [12, 13], и магнетитового кварца в сочетании с цеолитами [14]. Однако данные материалы для очистки сточных вод от тяжелых металлов малоэффективны.

Глинистые минералы уступают по адсорбционным характеристикам цеолитам [15–17], однако в связи с высокими вяжущими и пластифицирующими свойствами их можно применять в качестве компонентов для получения промышленных адсорбентов [18–22].

Глинистые природные сорбенты представляют собой полимерные высокодисперсные системы со сложным химическим составом: 40–72% SiO_2 ; 5–33% Al_2O_3 ; 1,2–15% Fe_2O_3 ; до 8% MgO ; 4–5% оксидов щелочных и других металлов, соответственно [14]. Для глинистых минералов, так же, как и для цеолитов, наряду с ионным обменом характерна физическая и молекулярная сорбция.

Известно, что ГС — биополимеры, образующиеся в почве, водоемах, земной коре, каустобиолитах. Благодаря наличию в составе ГС функциональных

групп (карбоксильные, фенольные и спиртовые гидроксили, метоксильные, хиноидные, лактонные, енольные, сложноэфирные, альдегидные, кетонные группы, мостиковый и гетероциклический кислород и т.д.) они являются эффективными комплексообразователями тяжелых металлов [23].

Использование ГС, полученных из отходов добычи бурого угля, позволяет получить высокоэффективные модифицированные поверхности сорбентов на основе отходов СК и МГ.

В слюдистых кварцитах, добываемых на Урале, в том числе в Республике Башкортостан, наблюдается высокое содержание кварца (до 60%), что позволяет использовать отходы добычи и переработки данной породы при производстве сорбентов для эффективной очистки сточных вод.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В настоящей работе использовались опытные образцы отходов добычи и обработки слюдистого кварцита (СК) Темясовского месторождения, а также монтмориллонитовая глина (МГ) Куганакского месторождения Республики Башкортостан, отходы бурого угля Тюльганского месторождения.

Фракционный состав отходов добычи и обработки слюдистого кварцита следующий: с размерами фракций более 0,1 мм — 72%; 0,1–0,3 мм — 15%; 0,3–0,5 мм — 4,5% и более 0,9 мм — 8,5%.

Фракции размером более 0,9 мм были использованы после высушивания без предварительной подготовки. Мелкие фракции размером менее 0,9 мм объединяли (91,5%), затем смешивали с монтмориллонитовой глиной в пропорции 1:1 (с добавлением 30–40% воды), гранулировали, высушивали при 200°C. Затем просеивали через сито, отбирали основ-

Таблица 1
Минеральный состав опытных образцов СК

Наименование минерала	Содержание минерала, %	
	Размеры фракции 0,3–0,5 мм	Размеры фракции более 0,9 мм
Кварц	41,8	60,3
Лилит	23,3	13,1
Мусковит	2,8	5,0
Альбит С-1	5,02	-
Анорит	6,4	2,6
Микроклимин	4,7	16,4
Сандин	3,1	5,6
Натролит	4,1	-

ную фракцию размером более 0,9 мм и подвергали термической обработке при различных температурах (400, 600 и 800°C) в течение 1 часа.

Нанесение на поверхность сорбентов ГС проводили по методике [6].

Минеральный состав опытных партий СК был исследован методом рентгенофазового анализа (РФА), результаты которого приведены в табл. 1.

Следует отметить, что содержание кварца SiO_2 при переходе от более мелких фракций возрастает от 41 до 60,3%.

Элементный состав (в пересчете на оксиды) образцов отходов СК определялся методом рентгенофлуоресцентного энергодисперсионного анализа (РФЭД): SiO_2 – 65,5%; Al_2O_3 – 15,9%; K_2O – 6,7%; Fe_2O_3 – 7,0%; Na_2O – 1,6%; MgO – 0,94%; SO_3 – 1,36%; MnO – 0,112%; ZrO_2 – 0,116%; V_2O_5 – 0,055%; ZnO – 0,027%; Rb_2O_3 – 0,029%; Y_2O_3 – 0,018%.

На основании полученных данных можно отметить, что при переходе к более мелким фракциям общее содержание кремния и оксида алюминия несколько увеличивается, а оксида железа – снижается.

Кроме того, данные РФА и РФЭД-анализов свидетельствуют об отсутствии в составе СК токсичных и опасных веществ (I–III классов опасности).

Опытные образцы составов сорбентов на основе отходов СК и МГ исследовали на эффективность адсорбции при очистке модельных сточных вод, содержащих соли Fe(III) с концентрацией 0,7 мг/л (пределно допустимая концентрация железа в питьевой воде 0,3 мг/л) и Cr(VI) с концентрацией 0,1 мг/л (пределно допустимая концентрация хрома в питьевой воде 0,05 мг/л). Было установлено, что крупные фракции СК размером более 0,9 мм достаточно эффективно поглощают тяжелые металлы (рис. 1), а мелкие фракции размером менее 0,9 мм использовать в чистом виде было невозможно из-за низкой пропускной способности при обычном давлении. Поэтому для получения сорбента был использован не чистый отход СК, а его композиция с МГ, которая подвергалась нагреву при температурах 400, 600 и 800°C в течение 1 часа. Кроме того, как было показано в работе [6], гуматы приводят к повышению адсорбционной эффективности в процессе очистки сточных вод от тяжелых металлов, поэтому в ряде экспериментов были исследованы образцы, модифицированные ГС микро- и наноразмерным слоем.

Концентрации ионов железа и хрома определялись по известным методикам с применением комплексонометрии и спектро-фотометрии [24, 25]. Исследование процесса очистки модельных сточных вод от ионов железа и хрома проводилось при комнатной температуре в проточном режиме: в колонку диаметром 10 мм и высотой 200 мм загружали сорбент, через который пропускалась модельная сточная вода со скоростью 0,3–0,5 дм³/ч [26].

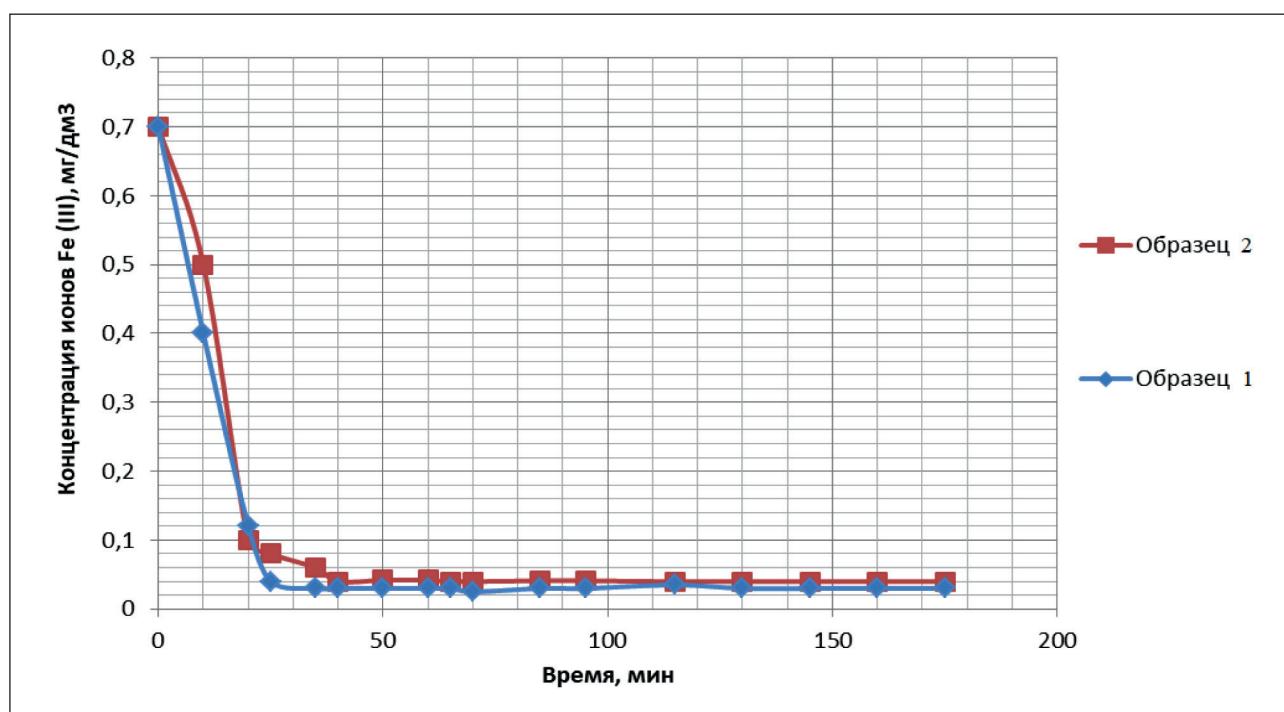


Рис. 1. Кинетические кривые снижения концентрации ионов железа (III) в модельном растворе сточных вод в процессе пропускания через образцы 1 и 2

Исследования проводились с использованием сорбентов различного состава:

- образец 1 – «СК» (использовалась фракция СК размером более 0,9 мм, без прокаливания);
- образцы 2, 2-1 и 2-2 – «СК+МГ» (фракция размером менее 0,9 мм, прокаленная при 800, 600 и 400°C, соответственно);

- образец 3 – «СК» (фракция размером более 0,9 мм, без прокаливания, с нанесением ГС (1%));
- образец 4 – «СК+МГ» (использовалась фракция размером менее 0,9 мм, прокаленная при 800°C, с последующим нанесением ГС (1%)).

Кинетические кривые зависимости концентрации ионов железа и хрома в модельных растворах

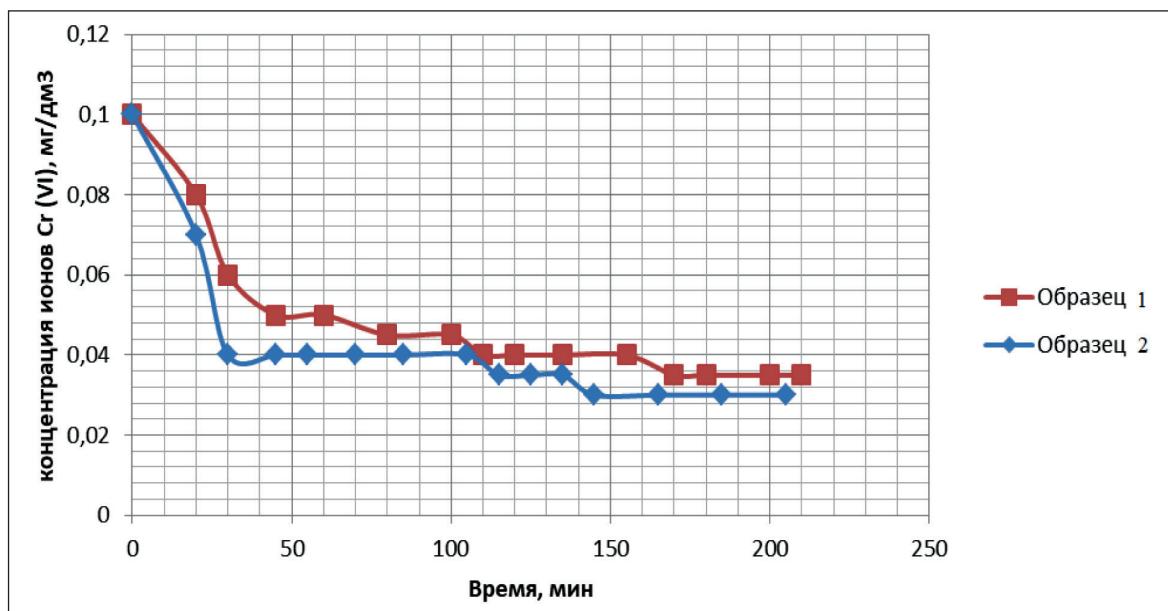


Рис. 2. Кинетические кривые снижения концентрации ионов хрома (VI) в модельном растворе сточных вод в процессе пропускания через образцы 1 и 2

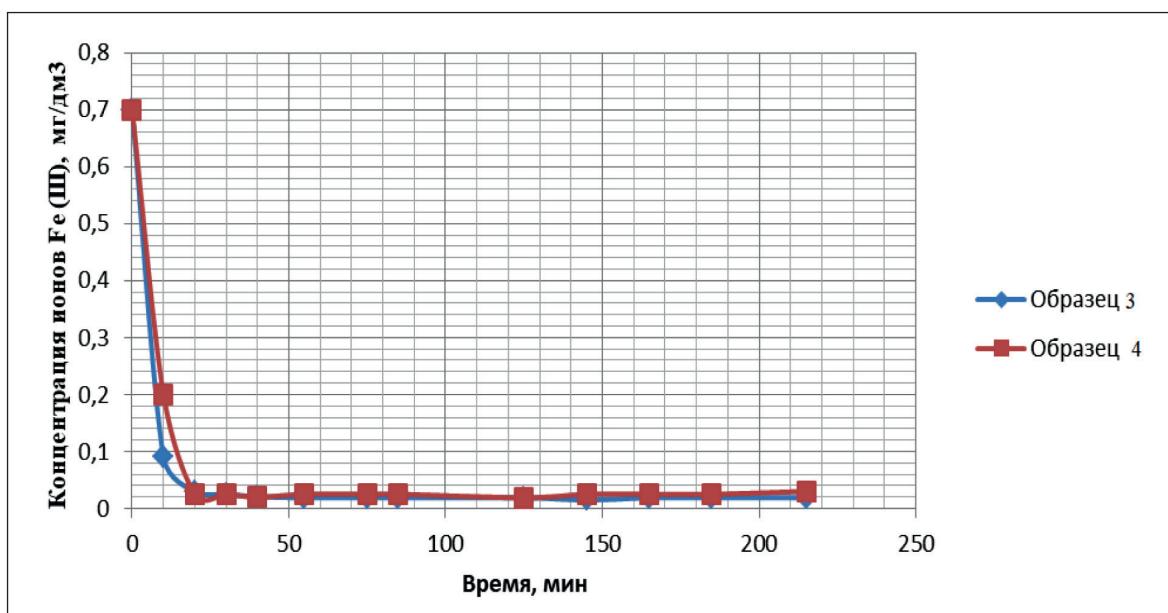


Рис. 3. Кинетические кривые снижения концентрации ионов железа (III) в модельном растворе сточных вод в процессе пропускания через образцы 3 и 4

Таблица 2

Эффективность очистки модельных сточных вод с применением сорбентов на основе отходов СК и МГ

Условия получения сорбентов			Исходная концентрация ионов тяжелых металлов в модельной сточной воде			
Размер фракций сорбента, мм	Содержание МГ в сорбенте, % вес.	Температура модификации сорбента, °C	0,7 мг/л ионов Fe		0,1 мг/л ионов Cr	
			Содержание ГС в сорбенте после их модификации гуматами, % вес.			
			0	1	0	1
			Эффективность очистки от ионов тяжелых металлов (α), %			
более 0,9	0	20	99,0	99,5	65,0	—
менее 0,9	50	400	57,1	—	—	—
		600	88,5	—	—	—
		800	94,3	97,3	70,0	—

сточных вод после пропускания их через композиционные сорбенты на основе отходов СК приведены на рис. 1–3.

Эффективность сорбции или степень поглощения (α) определялась по формуле:

$$\alpha = (C_{\text{исх}} - C) \cdot 100 / C_{\text{исх}},$$

где $C_{\text{исх}}$ и C – исходная и равновесная концентрации ионов тяжелых металлов в растворе, соответственно, мг/дм³.

Экспериментальные данные по изучению зависимости эффективности сорбции и степени поглощения (α) от фракционного состава отходов СК и условий модификации сорбентов приведены в табл. 2.

Анализируя полученные данные, можно отметить, что образец 1 показал эффективность сорбции ионов железа 99% и ионов хрома – 65 %, соответственно.

Композиции на основе СК (фракция размером менее 0,9 мм) и МГ, подвергшиеся термической обработке при температурах 400 и 600°C, показали эффективность 57,1 и 88,5%, соответственно. Наибольшая степень очистки модельных сточных вод была установлена для образца 2 (прокаленного при 800°C) – 94,3%.

Образцы сорбентов с нанесенными на их поверхность гуминовыми соединениями (1%), полученными методом щелочной экстракции отходов добычи бурого угля, показывают максимальную эффективность: наблюдается рост при переходе от образца 1 к образцу 3 – 99 и 99,5%, а от образца 2 к образцу 4 – 94,3 и 97,3%, соответственно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Показано, что композиционные сорбенты, полученные на основе отходов добычи и обработки слюдистого кварцита и монтмориллонитовых глин, модифицированные двумя методами (предварительная термическая обработка гранулированного кварцита при температурах 400–800°C и нанесение ГС на поверхность сорбента микро- и наноразмерным слоем) могут быть использованы для эффективной очистки сточных вод промышленных предприятий от тяжелых металлов (на примере ионов Fe(III), Cr(VI)).

Изучена зависимость эффективности сорбентов от их химического и фракционного состава, от влияния температуры модификации и нанесения ГС на поверхность микро- и наноразмерным слоем.

Установлено, что наибольшая эффективность адсорбции наблюдается для образцов 1 и 3.

REFERENCES

1. Voronov Yu.V., Alekseev E.V., Salomeev V.P., Pugachev E.A. Vodootvedenie [Water disposal]. Moscow, INFRA, 2007. 261 p. (In Russian).
2. Burenin V.V. Ochistka i obezvrezhivanie stochnyh vod promyshlenniy predpriyatiy [Cleaning and neutralization of sewage of the industrial enterprises]. Himicheskaya tekhnika [Chemical equipment]. 2009. no. 7. pp. 37–41. (In Russian).
3. Zhukov A.I., Mongajt I.L., Rodziller I.D. Metody ochistki proizvodstvennyh stochnyh vod: spravochnoe posobie [Methods of purification of production sewage: handbook]. Moscow, Strojizdat, 1977. 111 p. (In Russian).
4. Tuktarova I.O., Malikova T.Sh., Tuktarova I.F. Ocenna vozdejstviya na okruzhayushchuyu sredu i ekologicheskaya ekspertiza: uchebno-metodicheskoe posobie po provedeniyu prakticheskikh zanyatij [Environmental impact assessment and environmental assessment: an educational and methodical grant on carrying out a practical training]. Ufa, UGUES, 2015. 71 p. (In Russian).
5. Ismagilov Z.R. Sovremennye problemy glubokoj pererabotki uglya i uglekhimii [Modern problems of deep processing of coal and coal chemistry]. Trudy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Kompleksnyj podhod k ispol'zovaniyu i pererabotke uglya» [Works of the International scientific and practical conference «Integrated Approach to Use and Processing of Coal】. Dushanbe. 2013. pp. 15–16. (In Russian).
6. Nazarov A.M., Latypova F.M., Araslanova L.Kh., Sal'manova E.R., Tuktarova I.O. Research of efficiency of natural and modified sorbents for purification of industrial sewage from heavy metal ions. Nanotekhnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2018, Vol. 10, no. 5, pp. 125–143. DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2018-10-5-125-143. (In Russian).
7. Latypova F.M., Araslanova L.X., Garankov I.N., Smolova I.N. Adsorbcionnaya ochistka stochnyh vod na prirodnnyh sorben-tah [Adsorptive sewage treatment on natural sorbents]. Sbornik nauchnyh statej Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Strategiya Respubliki Bashkortostan – 2030: priority ekonomiceskogo rosta» [Collection of scientific articles of the All-Russian scientific and practical conference «The Strategy of the Republic of Bashkortostan – 2030: priorities of economic growth». Ufa: USPTU, 2017. pp. 189–191. (In Russian).
8. Izyumov Yu.A., Chernenko Yu.V. Ochistka stochnyh vod s pomoshch'yu promyshlennyyh othodov [Sewage treatment by means of industrial wastes]. Sovershenstvovanie metodov gidravlicheskih raschetov vodopropusknih i ochistnyh sooruzhenij [Improvement of methods of hydraulic calculations of water throughput and treatment facilities. Ecology of industrial production]. 2016. Vol. 1, no. 1 (42). pp. 106–112. (In Russian).
9. Stepanov S.V., Panfilova O.N., Abdugaffarova K.K. Doochistka stochnyh vod ot ionov tyazhelyh metallov novym sorben-tom na osnove modifitsirovannyh glin [Removing heavy metal ions from wastewater in the process of tertiary treatment with a new sorbent based on modified clays]. Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika [Water supply and the sanitary equipment]. 2018. no. 1. pp. 46–50. (In Russian).
10. Vinogradov S.S. Ekologicheski bezopasnoe gal'vanicheskoe proizvodstvo [Ecologically safe galvanic production]. M.: Production and publishing enterprise «Globus», 1998. 302 p. (In Russian).
11. Godymchuk A.Yu. Tekhnologiya izgotovleniya silikatno-karbonatnyh sorbentov dlya ochistki vody ot kationitov tyazhelyh metallov: PhD thesis. [Manufacturing techniques of silicate and carbonate sorbents for water purification from cation exchangers of heavy metals: diss. ... cand. tech. sci.]. Tomsk. 2003. 192 p. (In Russian).
12. Malkin P. Wastewater treatment from heavy metal ions using nanoactivated complexes of natural zeolite and diatomite. Nanotekhnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2018, Vol. 10, no. 2, pp. 21–41. DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2018-10-2-21-41. (In Russian).
13. Rys'ev O.A., Shirokova Z.V. Sposob sorbcionnoj ochistki pit'evoj vody [Way of sorption cleaning of drinking water]. Patent RF 2074120 [Patent of the Russian Federation 2074120]. 1995. (In Russian).
14. Osadchenko I.M., Gorlov I.F., Spivak M.E., Dikusarov V.G. Sposob poluchenija sorbenta na mineral'noj osnove [Sposob of receiving a sorbent on a mineral basis]. Patent RF 2311955 [Patent of the Russian Federation 2311955]. 2007. (In Russian).
15. Greg S., Sing K. Adsorbciya, udel'naya poverhnost', poristost' [Adsorption, specific surface, porosity]. Moscow, Mir, 1984. 36 p. (In Russian).
16. Museev T.S., Soldatov K.V. Analiz sovremennyh sorbentov, na osnove materialov organicheskogo proiskhozhdeniya [The analysis of modern sorbents, on the basis of materials of organic origin]. Aktual'nye problemy gumanitarnyh i estestvennyh nauk [Current problems of humanitarian and natural sciences]. 2017. no. 1-1. pp. 69–73. (In Russian).
17. Latypova F.M., Araslanova L.H., Lukmanov I.I., Garankov I.N. Issledovanie adsorbciionnyh svojstv prirodnih sorbentov dlya ochistki stochnyh vod [Study of adsorption properties of natural sorbents for wastewater treatment]. Materialy II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Bulatovskie chteniya» [Materials II of the International scientific and practical conference «Bulatovsky Readings】. Tom 5 [Vol. 5]. Krasnodar: «Izdatel'skij Dom – Yug». 2018. pp. 155–158. (In Russian).
18. Zhumurat M.S., Ahmetova A.B. Vybor prirodnih sorbentov dlya ochistki stochnyh vod [Choice of natural sorbents for sewage treatment]. Aktual'nye nauchnye issledovaniya v sovremennom mire [Relevant scientific research in the modern world]. 2017. no. 1–3 (21). pp. 116–125. (In Russian).
19. Stepanov S.V., Panfilova O.N. Analiz sovremennoj tekhnologij doochistki stochnyh vod ot ionov tyazhelyh metallov [The analysis of modern technologies of tertiary treatment of sewage from ions of heavy metals]. Tradicii i innovacii v stroitel'stve i arhitekture. Stroitel'nye tekhnologii: sbornik statej [Traditions and an innovation in construction and architecture. Construction technologies: collection of articles]. Samara: SGASU, 2015. pp. 282–287. (In Russian).

20. Dudina S.N. Modificirovanie sorbentov na osnove prirodnyh glinistyh materialov [The modification of sorbents based on natural clay materials]. Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki [Belgorod State University Scientific Bulletin. Series: Natural sciences] 2013. no. 24 (167). pp. 131–134. (In Russian).

21. Araslanova L.H., Biktasheva L.F., Tuktarova I.F., Bikbaeva E.M. Prirodnye sorbenty dlya očistki stochnyh vod mashinostroitel'nyh predpriyatiij [Natural sorbents for the purification of wastewater engineering enterprises] Devyataya Vserossijskaya konferenciya molodyh uchenyh i specialistov «Budushchee mashinostroeniya Rossii»: sbornik dokladov. [Ninth All-Russian conferences of young scientists and experts «The future of mechanical engineering of Russia»: collection of reports.]. Moscow, MSTU publishing house of N.E. Bauman, 2016. pp. 597–601. (In Russian).

22. Bikbaeva E.R., Smolova I.N., Tuktarova I.F. Prirodnye sorbenty dlya očistki stochnyh vod ot tyazhelyh metallov [Natural sorbents for sewage treatment from heavy metals]. Trudy X Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii molodyh uchenyh «Aktual'nye problemy nauki i tekhniki» [Works X of the International scientific and practical conference of young scientists «Current problems of science and technology】. Ufa, USPTU, 2017. pp. 192–193. (In Russian).

23. Popov A.I. Guminovye veshchestva: svojstva, stroenie, obrazovanie [Humic substances: properties, the building, education]. Pod red. E.I. Ermakova [Under editorship of E.I. Ermakov]. SPb., Publishing house SPb.: S.-Peterb. university. 2004. 325 p. (In Russian).

24. PNDF 14.1:2.50-96. Metodika vypolneniya izmerenij massovoj koncentracii obshchego zheleza v prirodnyh i stochnyh vodah fotometricheskim metodom s sul'fosalicilovoj kislotoj [A technique of performance of measurements of mass concentration of the general iron in natural and sewage by a photometric method with sulfosalicylic acid]. – Moscow, Gosstandart of Russia: Prod. standards, 2004. 16 p. (In Russian).

25. PNDF 14.1:2.52-96. Kolichestvennyj himicheskij analiz vod. Metodika vypolneniya izmerenij massovoj koncentracii ionov hroma v prirodnyh i stochnyh vodah fotometricheskim metodom s difenilkarbazidom [Quantitative chemical analysis of waters. A technique of performance of measurements of mass concentration of ions of chrome in natural and sewage by a photometric method with difenilkarbazid]. Moscow, Gosstandart of Russia: Prod. standards, 2004. 10 p. (In Russian).

26. Garankov I.N., Salmanova E.R., Araslanova L.H., Nazarov A.M. Ispol'zovanie othodov dolomita v kachestve sorbentov tyazhelyh metallov [Use of waste of dolomite as sorbents of heavy metals]. Stat'i i tezisy VII Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchenyh «Vodosnabzhenie, vodoootvedenie i sistemy zashchity okruzhayushchej sredy» [Articles and theses of the VII International scientific and technical conference of students, graduate students and young scientists «Water supply, water disposal and systems of environment protection»]. Ufa, USPTU, 2018. pp. 96–98. (In Russian).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воронов Ю.В. Водоотведение / Ю.В. Воронов, Е.В. Алексеев, В.П. Саломеев, Е.А. Пугачев. – М.: ИНФРА, 2007. – 261 с.
2. Буренин В.В. Очистка и обезвреживание сточных вод промышленных предприятий // Химическая техника. – 2009. – № 7. – С. 37–41.
3. Жуков А.И. Методы очистки производственных сточных вод: справочное пособие / А.И. Жуков, И.Л. Монгайт, И.Д. Родзиллер. – М.: Стройиздат, 1977. – 111 с.
4. Туктарова И.О., Маликова Т.Ш., Туктарова И.Ф. Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза: учебно-методическое пособие по проведению практических занятий. – Уфа: УГУЭС, 2015. – 71 с.
5. Исмагилов З.Р. Современные проблемы глубокой переработки угля и углехимии // Труды Международной научно-практической конференции «Комплексный подход к использованию и переработке угля». – Душанбе, 2013. – С. 15–16.
6. Назаров А.М., Латыпова Ф.М., Арсланова Л.Х., Сальманова Э.Р., Туктарова И.О. Исследование эффективности природных и модифицированных сорбентов для очистки промышленных сточных вод от ионов тяжелых металлов // Нанотехнологии в строительстве. – 2018. – Том 10, № 5. – С. 125–143. – DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2018-10-5-125-143.
7. Латыпова Ф.М., Арсланова Л.Х., Гараньков И.Н., Смолова И.Н. Адсорбционная очистка сточных вод на природных сорбентах // Сборник научных статей Всероссийской научно-практической конференции «Стратегия Республики Башкортостан - 2030: приоритеты экономического роста». – Уфа: УГНТУ, 2017. – С. 189–191.
8. Изюмов Ю.А., Черненко Ю.В. Очистка сточных вод с помощью промышленных отходов // Совершенствование методов гидравлических расчетов водопропускных и очистных сооружений. – 2016. – Том 1, № 1 (42). – С. 106–112.
9. Степанов С.В., Панфилова О.Н., Абдугаффарова К.К. Доочистка сточных вод от ионов тяжелых металлов новым сорбентом на основе модифицированных глин // Водоснабжение и санитарная техника. – 2018. – № 1. – С. 46–50.
10. Виноградов С.С. Экологически безопасное гальваническое производство. – М.: Производственно-издательское предприятие «Глобус», 1998. – 302 с.
11. Годымчук А.Ю. Технология изготовления силикатно-карбонатных сорбентов для очистки воды от катионитов тяжелых металлов: дис. ... канд. техн. наук. – Томск, 2003. – 192 с.
12. Малкин П. Очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов с помощью наноактивированных комплексов природного цеолита и диатомита // Нанотехнологии в строительстве. – 2018. – Том 10, № 2. – С. 21–41. – DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2018-10-2-21-41.

13. Рысьев О.А., Широкова З.В. Способ сорбционной очистки питьевой воды // Патент РФ 2074120. – 1995.
14. Осадченко И.М., Горлов И.Ф., Спивак М.Е., Дикиусаров В.Г. Способ получения сорбента на минеральной основе // Патент РФ 2311955. – 2007.
15. Греч С. Адсорбция, удельная поверхность, пористость / С. Греч, К. Синг. – М.: Мир, 1984. – 36 с.
16. Мусеев Т.С., Солдатов К.В. Анализ современных сорбентов, на основе материалов органического происхождения // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2017. – № 1–1. – С. 69–73.
17. Латыпова Ф.М., Арасланова Л.Х., Лукманов И.И., Гараньков И.Н. Исследование адсорбционных свойств природных сорбентов для очистки сточных вод // Материалы II Международной научно-практической конференции «Булатовские чтения». – Краснодар: «Издательский Дом - Юг», 2018. – Том 5. – С. 155–158.
18. Жумамурат М.С., Ахметова А.Б. Выбор природных сорбентов для очистки сточных вод // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2017. – № 1–3 (21). – С. 116–125.
19. Степанов С.В., Панфилова О.Н. Анализ современных технологий доочистки сточных вод от ионов тяжелых металлов // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительные технологии: сборник статей. – Самара: СГАСУ, 2015. – С. 282–287.
20. Дудина С.Н. Модифицирование сорбентов на основе природных глинистых материалов // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2013. – № 24 (167). – С. 131–134.
21. Арасланова Л.Х., Бикташева Л.Ф., Туктарова И.Ф., Бикбаева Э.М. Природные сорбенты для очистки сточных вод машиностроительных предприятий // Девятая Всероссийская конференция молодых ученых и специалистов «Будущее машиностроения России»: сборник докладов. – Москва: Издательство МГТУ имени Н.Э. Баумана, 2016. – С. 597–601.
22. Бикбаева Э.Р., Смолова И.Н., Туктарова И.Ф. Природные сорбенты для очистки сточных вод от тяжелых металлов / Труды X Международной научно-практической конференции молодых ученых «Актуальные проблемы науки и техники». – Уфа: УГНТУ, 2017. – С. 192–193.
23. Попов А.И. Гуминовые вещества: свойства, строение, образование / Под ред. Е.И. Ермакова. – СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2004. – 325 с.
24. ПНДФ 14.1:2.50-96. Методика выполнения измерений массовой концентрации общего железа в природных и сточных водах фотометрическим методом с сульфосалициловой кислотой. – М.: Госстандарт России: Изд. стандартов, 2004. – 16 с.
25. ПНДФ 14.1:2.52-96. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации ионов хрома в природных и сточных водах фотометрическим методом с дифенилкарбазидом. – М.: Госстандарт России: Изд. стандартов, 2004. – 10 с.
26. Гараньков И.Н., Сальманова Э.Р., Арасланова Л.Х., Назаров А.М. Использование отходов доломита в качестве сорбентов тяжелых металлов // Статьи и тезисы VII Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Водоснабжение, водоотведение и системы защиты окружающей среды». – Уфа: УГНТУ, 2018. – С. 96–98.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Araslanova Lyaisan Khadisovna, Assistant of the Department «Environmental Protection and Prudent Exploitation of Natural Resources», Ufa State Petroleum Technological University; Kosmonavtov St., 1, Ufa, Bashkortostan Republic, Russia, 450062, oosripr@rusoil.net;

Salmanova Elina Ravilevna, Engineer of the Department «Environmental Protection and Prudent Exploitation of Natural Resources», Ufa State Petroleum Technological University; Kosmonavtov St., 1, Ufa, Bashkortostan Republic, Russia, 450062, oosripr@rusoil.net;

Solovyeva Elena Anatolievna, Ph.D. in Engineering, associate Professor of the Department «Machines and apparatus of food production», Bashkir Institute of technology and management branch of the Moscow state University of technology and management named after K.G. Razumovsky», Meleuz, Bashkortostan Republic, Russia, 453850, solovyva25@yandex.ru;

Larkina Alfia Alpyspaevna, Post-graduate student, senior lecturer of the Department «Machines and apparatus of food production», Bashkir Institute of technology and management branch OF the Moscow state University of technology and management named after K. G. Razumovsky», Meleuz, Bashkortostan Republic, Russia, 453850, alfiaais@mail.ru;

Tuktarova Iren Olvertovna, Ph.D. in Engineering, Professor, Head of the Department «Environmental Protection and Prudent Exploitation of Natural Resources», Ufa State Petroleum Technological University; Kosmonavtov St., 1, Ufa, Bashkortostan Republic, Russia, 450062, umrko@mail.ru;

Nazarov Alexey Mikhaylovich, Doctor of Chemistry, Professor of the Department «Environmental Protection and Prudent Exploitation of Natural Resources», Ufa State Petroleum Technological University; Kosmonavtov St., 1, Ufa, Bashkortostan Republic, Russia, 450062, oosripr@rusoil.net

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Арасланова Ляйсан Хадисовна, ассистент каф. «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов», ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»; ул. Космонавтов, 1, г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия, 450062, oosripr@rusoil.net;

Сальманова Элина Равилевна, инженер каф. «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов», ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»; ул. Космонавтов, 1, г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия, 450062, oosripr@rusoil.net;

Соловьева Елена Анатольевна, канд. техн. наук, доцент каф. «Машины и аппараты пищевых производств», Башкирский институт технологий и управления филиал ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского», ул. Смоленская, 34, г. Мелеуз, Республика Башкортостан, Россия, 453850, solovyva25@yandex.ru;

Ларькина Альфия Алпыспаевна, аспирант, ст. преподаватель каф. «Машины и аппараты пищевых производств», Башкирский институт технологий и управления филиал ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского», ул. Смоленская, 34, г. Мелеуз, Республика Башкортостан, Россия, 453850, alfiaais@mail.ru;

Туктарова Ирэн Ольвертовна, канд. техн. наук, доц., зав. каф. «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов», ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»; ул. Космонавтов, 1, г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия, 450062, umrko@mail.ru;

Назаров Алексей Михайлович, д-р хим. наук, проф. каф. «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов», ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»; ул. Космонавтов, 1, г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия, 450062, oosripr@rusoil.net

CONTACTS / КОНТАКТЫ

e-mail: umrko@mail.ru

Composite materials «NCC» have been used to repair aerotanks «Yaroslavsky broiler»



«**N**anotechnological center of composites» («NCC») which stockholder is Fund of infrastructural and educational programs by RUSNANO developed and launched production of special composite handrails made of glass-fiber composite. The pilot project has been performed on poultry plant «Yaroslavsky broiler» (Yaroslavl) in the course of modernization of aerotanks of waste treatment facilities.

Композитные материалы «НЦК» использованы для ремонта аэротенков «Ярославского бройлера»



«Нанотехнологический центр композитов» («НЦК»), акционером которого является Фонд инфраструктурных и образовательных программ РОСНАНО, разработал и начал производство специальных композитных перильных ограждений из стеклопластика. Пилотный проект реализован в Ярославле на птицефабрике «Ярославский бройлер» в ходе реконструкции аэротенков очистных сооружений.

Конструкция перильных ограждений и композитный материал разработаны с учетом постоянной эксплуатации в химически агрессивных условиях, быстро разрушающих металлические конструкции. Стеклопластиковый профиль, использованный при производстве ограждений, не подвержен коррозии, превосходит стальные аналоги по ряду прочностных характеристик, способен эксплуатироваться в течение 30 лет, не требует окраски.

Композитные перильные ограждения традиционно применяются как замена металлических на мостовых сооружениях. В отличие от металлических, композитные перила производства ООО «НЦК» имеют ряд значительных преимуществ: малый вес, коррозионную стойкость, долговечность, фактическое отсутствие затрат на обслуживание в период эксплуатации и простоту замены элементов конструкции. По желанию заказчика, материалу можно изначально придать любой цвет, в дальнейшем покраска не потребуется.

Стеклопластиковый профиль, как альтернатива традиционному металлическому, наиболее эффективен в условиях агрессивных сред, высокой влажности, например, на ГРЭС, ТЭЦ, АЭС. В итоге, хотя это ограждение на 10% дороже обычного металлического, за счет зна-

чительного удлинения межремонтных сроков, минимальных эксплуатационных расходов, простоты ремонта композитные материалы оказываются экономически более выгодными.

«Легкость конструкции, может быть, не всегда нужна. Но долговечность эксплуатации – неопровергимое преимущество композитных материалов, – убежден директор по научно-техническим вопросам проектной деятельности УК «РОСНАНО» **Владимир Скляр**. – Композитные материалы могут заменить все металлических ограждения на открытом воздухе, в агрессивных средах. Рынок всегда немного консервативен. Но для потребителей, которым важны не только капитальные, но и эксплуатационные расходы, выбор в пользу стеклопластика должен быть очевиден. Их не нужно красить, это хороший диэлектрик, не требуется изолировать. Со временем композиты займут десятки процентов нынешнего рынка металлического профиля – конструкционного материала, имеющего широчайшее применение. Особенно актуально это для городского строительства. «Умный город» должен в том числе включать умные и низкозатратные при эксплуатации конструкционные материалы».

С уважением,
пресс-служба Фонда инфраструктурных
и образовательных программ

Пр-т 60-летия Октября, д. 10А, Москва, 117036
Т.: +7 495 988-53-88, доб. 1631
www.rusnano.com



ON THE OBSERVANCE OF PUBLISHING ETHICS BY THE EDITORS OF ELECTRONIC EDITION «NANOTECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION: A SCIENTIFIC INTERNET-JOURNAL» AND THE STATEMENT OF PREVARICATION ABSENCE.

ON THE USE OF THE CONTENT IN ACCORDANCE WITH CREATIVE COMMONS CC-BY «ATTRIBUTION».

DECLARATION OF THE OPEN ACCESS JOURNAL.

General statements

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

1. The paper publication in the journal is free of charge.
2. No plagiarism is allowed. That concerns the case when the author submits published or unpublished paper by other authors under his name as well as the case when the author misappropriates one's ideas. If the author uses the fragments borrowed from other sources in his paper, he should make a reference to these sources. The examples of the references are given in the section «For the authors».
3. The editors publish the papers of the authors from all countries and of all nationalities who deal with the problem determined by the editorial policy.
4. The editors don't cooperate with the authors who have ever been caught in plagiarism in his papers submitted to the electronic edition «Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal» or other editions if this fact will be revealed.
5. The editors use software to reveal plagiarism related to the papers available in Internet.
6. The editors will be grateful to the readers for any information concerning revealed elements of plagiarism and breaking of ethical rules by the authors. This information will be published in the edition.
7. The editors undertake obligations not to publish papers appealing for terrorism and containing xenophobia and offences of other authors or citizenry.
8. Blind peer review procedure is applied to all manuscripts. At least three outer experts review each paper.
9. Among the requirements to be met by the reviewers there is plagiarism elements disclosure. The reviewers' duties are given in the section «For the reviewers».
10. Unreviewed papers or editorial materials are marked by proper references.
11. The journal allows authors to keep author's rights and their rights on publication without restrictions.
12. The authors of the materials published in the journal permit using their content according to the license Creative Commons CC-BY «Attribution». This kind of license allows other people to distribute, edit, correct and base on the work of the authors, even with commercial purpose, while the authors mention them as co-authors. The license is recommended to distribute widely and use licensed materials. More details about the license Creative Commons CC-BY are available here <http://creativecommons.ru/>.
13. Declaration of the Open Access journal. The editors follow the politics of «open access» for the published materials. According to the Budapest Open Access Initiative (BOAI) the editors consider free access to the published materials in Internet and the right of each user to read, download, copy, distribute, print, search or link to the full text papers, search with indexer robot, enter them as data in software or use them for other legal purpose without financial, law or technical obstacles excluding those that regulate access to the Internet itself. The only restriction for reproduction and distribution and the only condition of copyright in this area must be the author's right to control the entity of his work and obligatory links to his name when his work is used and cited. More information about the Budapest Open Access Initiative is available here <http://www.budapestopenaccessinitiative.org/boai-10-translations/russian>.

The full texts (parts or metadata) of the papers published in the journal «Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal» are free accessed in Internet at the official website of the edition (www.nanobuild.ru), Scientific electronic library eLIBRARY.RU, citation systems (data bases): ISSN, Russian Index of Scientific Citation, Ulrich's Periodicals Directory, DOAJ, CA(pt), Compendex, Scopus, Web of Science, EBSCO Publishing, ResearchBib, CrossRef et al.

Every paper must contain the following information: place of work (university (institute), enterprise and other types of organizations, city, and country), position, academic degree, academic title, full postal address and email that allows scientists and specialists from different countries to contact authors.

Each paper is assigned UDC, DOI and metadata of the paper contains machine-readable information on CC-licenses (HTML-code), other identifiers of the materials.

14. The detailed information about publication ethics, the material reviewing procedure, license principles, declaration of Open Access journal, observance of author and joint rights to follow is presented in international standards, laws of the Russian Federation, professional codes, and guidelines. One of them is International standards of the Committee on Publication Ethics (COPE), licenses Creative Commons, Budapest Open Access Initiative, the guidelines for Elsevier's reviewers, Civil Code of Russian Federation (item IV), the law of RF «On mass media», the law of RF «On the advertisement», Code of the journalist professional ethics, Code of scientific publication ethics etc.

For the editor-in-chief

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

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

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

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

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

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

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

For the reviewers

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

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

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

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

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

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

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

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

For the authors

1. The authors submit to the editors:

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

The authors of the materials published in the journal permit using their content according to the license Creative Commons CC-BY «Attribution»; agree that each paper is assigned UDC, DOI and that metadata of the paper contains machine-readable information on CC-licenses (HTML-code) and another identifiers of the materials; agree to publish full texts (parts or metadata) of the paper in free access in Internet at the official website of the edition (www.nanobuild.ru), Scientific electronic library eLIBRARY.RU, citation systems (data bases): ISSN, Russian Index of Scientific Citation, Ulrich's Periodicals Directory, DOAJ, CA(pt), Compendex, Scopus, Web of Science, EBSCO Publishing, ResearchBib, CrossRef, ProQuest et al.

All that authors indicate in the cover letter. More details about the license Creative Commons CC-BY are available here <http://creativecommons.ru/>.

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

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

3. The editors, the editorial council or the editorial board may ask the authors to present all firstprimary sources and materials relating to the submitted paper. Materials must be kept for 1 year after the paper has been published.

4. Every paper published in the journal is peer-reviewed to confirm its originality and correspondence to paper format guidelines. The use of other scientists' results and thoughts must be done in a proper form. No plagiarism is allowed. The authors must confirm the fact that the paper is published for the first time or they ask to publish it for the second time.

5. The information obtained in informal way, for example, in private discussion or correspondence, cannot be presented in the paper without written permission of the source of information. The information which source is a private activity, in particularly, reviewing of manuscripts or grant applications, cannot be used in the paper without written permission of the authors.

6. Republication of the paper on the editorial council's (or editorial council's) own initiative is made in agreement with the authors, editors and holder of the intellectual property right on the paper. In the case of the paper republication the publisher is to make a statement on that.

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

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

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

7. The contact author must provide reading and approval of the final version of the paper by all co-authors, as well as their approval to the publication.

8. In the case of conflict of interests including potential one the author or co-authors must inform the editors as soon as possible. When a principle mistake or inaccuracies have been revealed in the issued paper by the author himself, he must urgently inform the executive editor and render editor-in-chief efficient assistance to publish disproof or correction. If the editor-in-chief gets the information on the serious mistake contained in the paper from the third person, the author must present urgent disproof of that at the same time producing proofs of his rightfulness to the executive editor (or to the editor-in-chief) and provide necessary changes.

9. The authors should be aware of the fact that the editors, the editorial council and the editorial board of the electronic edition «Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal» take the responsibility for the assistance to scientific community to observe all aspects of publishing ethics, particularly in the cases of paper duplication or plagiarism.

10. The authors of the published materials are responsible for the reliability of the given information and the use of the data which are not to be issued in public. The editors have the right to make corrections. The editors' opinion can be different from the authors' opinion; the materials are published to discuss the problems of current importance. The editors are not responsible for any information contained in advertisement.

11. Having reviewed the submitted materials, the editors notify the authors of their decision by email. If the paper has been rejected, the editors send reasoned refusal to the author.

12. Any full or partial reprinting of the materials is allowed only by the written permission of the editors.

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

Appendix 1

The paper format guidelines

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

1. The body of the paper

- The number of pages in the paper – more than 3 but less than 10 pages in A4 format.
- Margins: left and right – 2 cm, bottom and upper – 2,5 cm.
- The body of the paper is performed in Word.
- The font of the body – Times New Roman.
- The font size of the text is 14 pt, the factor of line-to-line spacing – 1,15.
- To keep the style uniform, don't use font effects (italics, underlined etc).
- Indention – 1 cm.
- Complex formulas are performed by the means of MS Equation 3.0. contained in WinWord.
- Formulas are placed in the center of the column (page) without indentation, their numbers are given in round brackets and are placed in the column (page) with right justification. If there is only one formula in the paper, it is not numbered. Above and at the bottom of the text formulas are not separated by additional space.
- To make the reference to the formula in the text use round brackets (1), to make reference to the bibliographical source use square brackets [1].
- The size of the references is 12 pt.

2. Graphical design of the paper

- Illustrations are stored in vector format eps or in any other design applications of MS Office 97, 98 or 2000.
- After the first mentioning of the diagrams, pictures and photos in the text, they are inserted in the form which is suitable for the authors.
- The legends (12 pt, normal) are placed under the figures in the center after reduced word Fig. and number (12 pt, bold) of the figure. If there is only one figure, it is not numbered.
- Between the legend and the following text – one line-to-line spacing.
- All pictures and photos must be contrast and the resolution of the pictures and photos must be no less than 300 dpi. Illustrations are desirable to be coloured.
- The lines of the diagrams must not be thin (the line width – no less than 0,2 mm).
- Copies and figures scanned from the books and journals of a low quality and resolution are not accepted.
- The word Table and the number of the table are placed with right justification. The heading of table is on the next line (center adjustment without indentation). Between table and the text – one line-to-line spacing. If there is only one table, it is not numbered.

3. The format of the modules

- Modules must be contrast and the resolution of the modules must be no less than 300 dpi (format .jpg).
- The size of the modules, mm:
1/1 – 210 (width) x 297 (height);
1/2 – 170 (width) x 115 (height).

Appendix 2

The Topics of Published Materials

- Nanostructured systems strength and penetrability formation theory development.
- Mathematical quantum and other types of models for nanomaterials characteristic research.
- The problems of nanomaterials and nanotechnologies implementation in construction and building materials.
- Technological principles of nanostructures creation (liquid melts, sol and gel synthesis).
- Creation of new functional materials in construction.
- Development of transition principles «disorder-order» when creating composites with the use of synergetic and other approaches.
- Study of different technological principles when creating nanosystems in industrial production.
- Diagnostics of building systems nanostructures and nanomaterials.
- The problems of obtaining of high-density and high-durability building materials (concretes, ceramics etc.).
- Technologies of mineral particles grinding to nanodimensional levels.
- Technology of blending mixtures with nanodispersed particles and methods to activate them.
- Hydrodynamic methods and other methods of aqueous suspensions and solutions activation.
- Modification of aqueous solution of different nanodimensional additives used in construction.
- Research in the area of powder nanomaterials toxicity.
- Metal reinforcement modified by nanodimensional materials in production process.
- Carbonic, basalt and aramid fibers and other types of fibers of small diameters with nanodimensional structural characteristics.
- Cement and other binders with mineral and organic additives.
- Concretes and solutions modified by nanodimensional additives.
- Mineral particles suspensions used for laques, paints as well as for modifiers for concretes and solutions; properties, fabrication method and durability.
- Organic materials dispersions used in laques and paints production as well as to manufacture additives for concretes and solutions; activation methods and durability of these dispersions.
- Use of nanopowder of different nature to modify building materials properties.
- New characteristics of building materials based on nanosystems.
- Modification of building materials with nanofibers.
- Disperse composite materials with nanocoating.
- Formation of nanostructure coatings by means of laser sputtering.
- Development of the methods aimed at studying materials nanostructure on the basis of disperse systems, including studying of vacuum nanoobjects in porous systems.
- Technologies aimed at studying nanomaterial properties.
- The systems of teaching the fundamentals of nanotechnologies.

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

Appendix 3

The structure of the paper

SECTION (In English) / **SECTION** (In Russian)

DOI

UDC

Title (In English)

Author(s):

Place of employment for each author (university (institute), enterprise or other companies, city, country), position (In English), email of each author

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

Keywords: (In English)

Acknowledgements: (if available) (In English)

For citation: (In English)

Machine-readable information on CC-licenses (HTML-code) in metadata of the paper

The paper has been received by editors:

The paper has been received by editors after peer-review:

The paper has been accepted for publication:

Title (In Russian)

Author(s): Place of employment for each author (university (institute), enterprise or other companies, city, country), position, (In Russian), email of each author

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

Keywords: (In Russian)

Acknowledgements: (if available) (In Russian)

For citation: (In Russian)

Text of the paper: (In English)

- INTRODUCTION
- MAIN PART
- CONCLUSION

Text of the paper: (In Russian)

- INTRODUCTION
- MAIN PART
- CONCLUSION

References: (In English)

References: (In Russian)

Information about the author(s): (In English)

Information about the author(s): (In Russian)

Contacts:

Appendix 4

Reference Formats (according to guidelines of VINITI RAN)

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

Description of a Paper from Electronic Journal:

Falikman V.R., Vainer A.Y. Photocatalytic Cementitious Composites Containing Mesoporous Titanium Dioxide Nanoparticles. Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2014, Vol. 6, no. 1, pp. 14–26. Available at: http://nanobuild.ru/en_EN/ (Accessed _____.). (In Russian).

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

Description of a Paper from Journal:

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

Description of a Paper from Ongoing Edition (Proceedings):

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

Description of a Paper with DOI:

Korolev E.V., Smirnov V.A., Evstigneev A.V. Nanostructure of matrices for sulfur constructional composites: methodology, methods and research tools. Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2014, Vol. 6, no. 6, pp. 106–148. DOI: [dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2014-6-6-106-148](https://doi.org/10.15828/2075-8545-2014-6-6-106-148).

Description of Conference Proceedings:

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

Description of Book (Monograph, Collection):

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

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

Description of Translated Book:

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

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

Description of Internet Source:

APA Style (2011). Available at: <http://www.apastyle.org/apa-style-help.aspx> (accessed 5 February 2013).
Pravila Tsitirovaniya Istochnikov (Rules for the Citing of Sources)
Available at:
<http://www.scribd.com/doc/1034528/> (accessed 7 February 2013).

Description of Thesis or Abstract of Thesis:

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

Description of State Standard (GOST):

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

Description of Patent:

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

Description of Unpublished Document:

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



О СОБЛЮДЕНИИ РЕДАКЦИЕЙ ЭЛЕКТРОННОГО ИЗДАНИЯ НАНОТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ: НАУЧНЫЙ ИНТЕРНЕТ- ЖУРНАЛ» ИЗДАТЕЛЬСКОЙ ЭТИКИ И ЗАЯВЛЕНИЕ ОБ ОТСУТСТВИИ ЗЛОУПОТРЕБЛЕНИЯ СЛУЖЕБНЫМ ПОЛОЖЕНИЕМ.

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КОНТЕНТА В СООТВЕТСТВИИ С ЛИЦЕНЗИЕЙ CREATIVE COMMONS CC-BY «ATTRIBUTION».

ДЕКЛАРАЦИЯ OPEN ACCESS ЖУРНАЛА

Общие положения

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

1. Публикация статей в журнале бесплатна.
2. Недопустимым является плагиат, в какой бы то ни было форме. Это касается как представления к публикации под своим именем прежде опубликованных или неопубликованных работ других авторов, так и присвоения чужих идей. В случае заимствования фрагментов чужих работ автор должен указать источник. Примеры библиографических ссылок приведены в разделе «Авторам».
3. Редакция публикует статьи авторов всех стран и национальностей, которые исследуют проблематику, определенную редакционной политикой.
4. Редакция не сотрудничает с авторами, которые когда-либо допустили случаи плагиата в статьях, представленных в электронное издание «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» или других изданиях, если таковое станет известным.
5. Редакция использует программные средства и обеспечение для выявления плагиата из работ, имеющихся в Интернете.
6. Редакция будет с признательностью принимать информацию от читателей относительно выявленных ими элементов плагиата и нарушения авторами моральных норм и публиковать ее на страницах журнала.
7. Редакция берет на себя обязательства не публиковать статьи, которые содержат призывы к терроризму, проявления ксенофобии, оскорблений других авторов или граждан.
8. В редакции журнала проводится внешнее рецензирование статей, для рецензирования каждой статьи привлекается не менее 3 экспертов.
9. Среди требований, предъявляемых к рецензентам, есть определение наличия элементов плагиата. Обязанности рецензентов приведены в разделе «Рецензентам».
10. Структура рецензированных статей приведена в Приложении 3.
11. Журнал позволяет сохранять авторам авторские права без ограничений, а также сохранять авторам права на публикации без ограничений.
12. Авторы публикуемых в журнале материалов допускают использование контента в соответствии с лицензией Creative Commons CC-BY «Attribution» («Атрибуция»). Эта лицензия позволяет другим распространять, редактировать, поправлять и брать за основу произведение авторов, даже коммерчески, до тех пор, пока они указывают ваше авторство. Лицензия рекомендована для максимального распространения и использования лицензированных материалов. Подробно о лицензии Creative Commons CC-BY смотрите здесь <http://creativecommons.ru/>.
13. Декларация Open Access журнала. Редакция издания придерживается политики «открытого доступа» к публикуемым материалам. Под «открытым доступом» в соответствии с Будапештской инициативой «Открытый доступ» (БИОД) редакция подразумевает свободный доступ к публикуемым в журнале материалам через публичный Интернет и право каждого пользователя читать, загружать, копировать, распространять, распечатывать, искать или делать ссылки на полнотекстовые статьи, проводить поиск роботами-индексаторами, вводить их как данные в программное обеспечение или использовать для других законных целей при отсутствии

финансовых, правовых и технических преград, за исключением тех, которые регулируют доступ к собственно Интернету. Единственным ограничением на воспроизведение и распространение и единственным условием копирайта в этой области должно быть право автора контролировать целостность своей работы и обязательные ссылки на его имя при использовании работы и ее цитировании. Подробно о Будапештской инициативе «Открытый доступ» смотрите здесь <http://www.budapestopenaccessinitiative.org/boai-10-translations/russian>.

В открытом доступе размещаются полные тексты статей из журнала «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» (их составные части или метаданные) в Интернете на сайте издания (www.nanobuild.ru), Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU, в системах цитирования (базах данных): ISSN, Российский индекс научного цитирования, Ulrich's Periodicals Directory, DOAJ, CA(pt), Compendex, Scopus, Web of Science, EBSCO Publishing, ResearchBib, CrossRef, ProQuest и др.

В каждой научной статье у авторов обязательно указываются: место работы (университет (институт), предприятие и другие организации, город, страна), должность, ученая степень, ученое звание, полный почтовый адрес и электронный адрес, что обеспечивает возможность непосредственно общаться ученым и специалистам из разных стран с авторами.

Каждой статье присваивается UDC, DOI, в метаданных статьях размещается машиночитаемая информация о CC-лицензии (HTML-код), другие идентификаторы материалов.

14. Более подробная информация о соблюдении издательской этики, порядке рецензирования материалов, принципах лицензирования, декларации Open Access журнала, соблюдении авторского и смежных правах, которыми нужно руководствоваться, содержится в международных стандартах, законах Российской Федерации, профессиональных кодексах, руководствах. Среди них – Международные стандарты Комитета по этике публикаций (Committee on Publication Ethics – COPE), Лицензии Creative Commons, Будапештская инициатива «Открытый доступ», Руководство для рецензентов издательства Elsevier, Гражданский кодекс РФ ч. IV, Закон РФ «О средствах массовой информации», Закон РФ «О рекламе», Кодекс профессиональной этики журналиста, Кодекс этики научных публикаций и др.

Главному редактору

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

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

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

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

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

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

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

Рецензентам

Рецензирование помогает главному редактору при принятии решения об опубликовании работы, а благодаря замечаниям и предложениям рецензентов может также помочь автору улучшить его работу. Редакция электронного издания «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» привлекает рецензентов из числа внешних экспертов. Рецензирование должно обеспечить оценку научной значимости и оригинальности представленной рукописи. Авторы рукописей, представленных к опубликованию, признают целесообразность и необходимость рецензирования. Соглашаясь на рецензирование, будущий рецензент берет на себя следующие обязательства.

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

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

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

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

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

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

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

Авторам

1. Авторы представляют в редакцию:

- рукописи в электронном виде (по электронной почте info@nanobuild.ru) в соответствии с правилами оформления текстовых и графических материалов, приведенными в **Приложении 1**. Тематика публикуемых материалов должна соответствовать заявленной редакцией электронного издания «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» в **Приложении 2**. Представляемые статьи должны соответствовать структуре, приведенной в **Приложении 3**.
- сопроводительное письмо (редакция высыпает авторам образец по их предварительному запросу).

Авторы публикуемых в журнале материалов допускают использование контента в соответствии с лицензией Creative Commons CC-BY «Attribution» («Атрибуция»); согласны с присвоением каждой статье UDC, DOI, с размещением машиночитаемой информации о CC-лицензии (HTML-код) в метаданных статьях, других идентификаторов материалов; согласны с размещением в открытом доступе полных текстов статей (их составных частей или метаданных) в Интернете на сайте издания (www.nanobuild.ru), Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU, в системах цитирования (базах данных): ISSN, Российский индекс научного цитирования, Ulrich's Periodicals Directory, DOAJ, CA(pt), Compendex, Scopus, Web of Science, EBSCO Publishing, ResearchBib, CrossRef и др. Об этом авторы указывают в сопроводительном письме. Подробно о лицензии Creative Commons CC-BY смотрите здесь <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

2. В статье должны содержаться результаты оригинальных исследований и прослеживаться связь с предыдущими исследованиями, выполненными лично автором и другими учеными. Последнее должно быть представлено как в основном тексте, так и в форме ссылок на предыдущие источники. В случае использования материалов из работ других авторов статья должна содержать соответствующие ссылки.



Библиографический список приводится после текста статьи. Примеры оформления библиографических ссылок даны в **Приложении 4**.

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

3. Редакция, редакционный совет или редакционная коллегия могут попросить авторов предоставить все первоисточники и материалы, имеющие отношение к написанию публикуемой статьи. Материалы должны храниться в течение 1 года после публикации.

4. Каждая статья, публикуемая в журнале, рецензируется экспертами на предмет оригинальности и соответствия правилам оформления. Использование трудов или мыслей других ученых должно быть оформлено надлежащим образом. Недопустим плагиат в любой форме. Авторы должны подтвердить, что публикуют свою статью впервые или просят осуществить ее повторную публикацию.

5. Информация, полученная неофициально, например, в частном обсуждении или переписке, не может быть представлена в статье без письменного разрешения со стороны источника информации. Информация, источником которой является конфиденциальная деятельность, в частности рецензирование рукописей или заявок на получение грантов, не может быть использована в статье без письменного согласия авторов.

6. Переиздание статьи по инициативе редакционного совета (редакционной коллегии) журнала осуществляется с согласия авторов, редакции и обладателя права интеллектуальной собственности на статью. В случае повторной публикации статьи издатель делает соответствующее сообщение об этом.

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

7. Автор-корреспондент должен обеспечить прочтение и одобрение всеми соавторами окончательной версии статьи, а также их согласие на публикацию.

8. При наличии конфликта интересов, в том числе и потенциального, автор или соавторы должны информировать издателя как можно раньше. При выявлении принципиальных ошибок или неточностей в своей уже опубликованной работе автор обязан срочно сообщить об этом шеф-редактору и оказать максимальное содействие главному редактору журнала для публикации опровержения либо исправлений. В случае получения главным редактором информации от третьих лиц о содержащейся в опубликованной работе существенной ошибке автор обязан представить срочное опровержение с предоставлением главному редактору (шеф-редактору) доказательств своей правоты или необходимые исправления.

9. Авторы должны осознавать, что редакция, редакционный совет и редакционная коллегия электронного издания «Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал» берут на себя обязательства помочь научному сообществу в соблюдении всех аспектов издательской этики, особенно в случаях подозрения по поводу дублирования статьи или плагиата.

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

11. После рассмотрения материалов редакция уведомляет авторов о своем решении электронным письмом. В случае если статья не подлежит публикации, редакция направляет автору мотивированный отказ.

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

Уважаемые авторы!

**Просьба в целях экономии времени следовать
правилам оформления статей в журнале.**

Приложение 1

Правила оформления материалов

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

1. Текст статьи.

- Объем статьи – не менее 3 и не более 10 страниц формата А4.
- Поля: слева и справа – по 2 см, снизу и сверху – по 2,5 см.
- Основной текст статьи набирается в редакторе Word.
- Шрифт основного текста – Times New Roman.
- Текст набирается 14 кг, межстрочный 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 eps 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 межстрочный 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 межстрочный 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 – 210 (ширина) x 297 (высота);
1/2 – 170 (ширина) x 115 (высота).

Приложение 2

Тематика публикуемых материалов

- Разработка теории формирования прочности и непроницаемостиnanoструктурированных систем.
- Математические квантовые и другие виды моделей для исследования свойств наноматериалов.
- Проблемы применения наноматериалов и нанотехнологий в строительстве и строительных материалах.
- Технологические принципы создания nanoструктур (расплавы, золь-гелевый синтез и др.).
- Создание новых функциональных материалов в строительстве.
- Разработка принципов перехода «беспорядок-порядок» при создании композитов с использованием синергетики.
- Изучение различных технологических принципов при создании наносистем в промышленном производстве.
- Диагностика nanoструктур и наноматериалов строительных систем.
- Проблемы получения высокоплотных и высокопрочных строительных материалов (бетоны, керамика и др.).
- Технологии измельчения минеральных частиц до наноразмерных уровней.
- Технология перемешивания смесей с нанодисперсными частицами и методы их активации.
- Гидродинамические и другие методы активации водных суспензий и растворов.
- Модификация водных растворов различных наноразмерных добавок, используемых в строительстве.
- Исследование в области токсичности порошковых наноматериалов.
- Металлическая арматура, модифицированная в процессе изготовления наноразмерными материалами.
- Волокна углеродные, базальтовые, арамидные и другие волокна малых диаметров с наноразмерными структурными характеристиками.
- Цементные и другие вяжущие с минеральными и органическими добавками.
- Бетоны и растворы, модифицированные наноразмерными добавками.
- Суспензии минеральных и органических добавок, используемые для лаков, красок, а также модификаторов к бетонам и растворам; свойства, технология их приготовления и живучесть.
- Применение нанопорошков различной природы для модификации свойств строительных материалов.
- Новые свойства строительных материалов на основе наносистем.
- Модифицирование строительных материалов нановолокнами.
- Дисперсные композиционные материалы с нанопокрытием.
- Формирование nanoструктурных покрытий лазерным напылением.
- Разработка методов исследования nanoструктуры материалов на основе дисперсных систем, в том числе исследования нанообъектов пустоты в пористых системах.
- Технологии исследования свойств наноматериалов.
- Системы преподавания основ нанотехнологий.

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

Приложение 3

Структура статьи

РУБРИКА (на английском языке) /
РУБРИКА (на русском языке)

DOI
УДК

Заглавие (на английском языке)

Автор(ы): обязательное указание места работы каждого автора (университет (институт), предприятие и другие организации, город, страна), должности (на английском языке), электронный адрес

Резюме: независимый от статьи источник информации, который позволяет российским и зарубежным специалистам сделать вывод о качестве и содержании статьи (резюме должны быть информационными, оригинальными, содержать основные результаты исследований, структурированными, компактными – укладываться в 200–250 слов) (на русском языке)

Ключевые слова: (на английском языке)

Благодарности: (при наличии) (на английском языке)

Для цитирования: (на английском языке)

Машиночитаемая информация о СС-лицензиях (HTML-код) в метаданных статьи

Статья поступила в редакцию:
Статья поступила в редакцию после рецензирования:
Статья принята к публикации:

Заглавие (на русском языке)

Автор(ы): обязательное указание места работы каждого автора (университет (институт), предприятие и другие организации, город, страна), должности (на русском языке), электронный адрес

Резюме: независимый от статьи источник информации, который позволяет российским и зарубежным специалистам сделать вывод о качестве и содержании статьи (резюме должны быть информационными, оригинальными, содержать основные результаты исследований, структурированными, компактными – укладываться в 200–250 слов) (на русском языке)

Ключевые слова: (на русском языке)

Благодарности: (при наличии) (на русском языке)

Для цитирования: (на русском языке)

Текст статьи (на английском языке)

- ВВОДНАЯ ЧАСТЬ (ВВЕДЕНИЕ)
- ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ
- ЗАКЛЮЧЕНИЕ (ВЫВОДЫ)

Текст статьи (на русском языке)

- ВВОДНАЯ ЧАСТЬ (ВВЕДЕНИЕ)
- ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ
- ЗАКЛЮЧЕНИЕ (ВЫВОДЫ)

Список литературы: (на английском языке)

Список литературы: (на русском языке)

Информация об авторе(ах): (на английском языке)

Информация об авторе(ах): (на русском языке)

Контакты:

Приложение 4

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

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

Описание статьи из электронного журнала:

Фаликман В.Р., Вайнер А.Я. Фотокаталитические цементные композиты, содержащие мезопористые наночастицы диоксида титана // Нанотехнологии в строительстве. 2014. – Том 6, № 1. – С. 14–26. URL: http://nanobuild.ru/ru_RU (дата обращения: _____).

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

Описание статьи из журналов:

Загуренко А.Г., Коротовских В.А., Колесников А.А., Тимонов А.В., Кардымон Д.В. Технико-экономическая оптимизация дизайна гидроразрыва пласта // Нефтяное хозяйство. – 2008. – № 11. – С. 54–57.

Описание статьи из продолжающегося издания (сборника трудов):

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

Описание статьи с DOI:

Королев Е.В., Смирнов В.А., Евстигнеев А.В. Наноструктура матриц серных строительных композитов: методология, методы, инструментарий // Нанотехнологии в строительстве. – 2014. – Том 6, № 6. – С. 106–148. DOI: [dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2014-6-6-106-148](https://doi.org/10.15828/2075-8545-2014-6-6-106-148)

Описание материалов конференций:

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

Описание книги (монографии, сборники):

Линдфорд Л.С., Мамиконянц Л.Г. Эксплуатация турбогенераторов с непосредственным охлаждением. – Москва: Изд. Энергия, 1972. – 352 с.

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

Описание переводной книги:

Тимошенко С.П., Янг Д.Х., Уэвер У. Колебания в инженерном деле. – 4-е изд. – Нью-Йорк: Уайли, 1974. – 521 с. (Рус. изд.: Тимошенко С.П., Янг Д.Х., Уэвер У. Колебания в инженерном деле. – Москва: Изд. Машиностроение, 1985. – 472 с.).

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

Описание Интернет-ресурса:

Стиль APA (2011) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.apastyle.org/apa-style-help.aspx> (дата обращения: 5.02.13).

Правила цитирования источников [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.scribd.com/doc/1034528/> (дата обращения: 7.02.13)

Описание диссертации или автореферата диссертации:

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

Описание ГОСТа:

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

Описание патента:

Палкин М.В. Способ ориентирования по крену летательного аппарата с оптической головкой самонаведения // Патент РФ № 2280590. – 2006.

Описание неопубликованного документа:

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