

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор **А. С. ОРЫШЧЕНКО**  
д-р техн. наук, профессор

Зам. главного редактора **В. П. ЛЕОНОВ**  
д-р техн. наук

### Члены редакционной коллегии

А. А. АБРАМОВ, д-р техн. наук  
А. В. АНИСИМОВ, д-р техн. наук  
О. А. БАННЫХ, д-р техн. наук, профессор, акад. РАН  
В. Е. БАХАРЕВА, д-р техн. наук, профессор  
К. В. ГРИГОРОВИЧ, д-р техн. наук, профессор,  
чл.-корр. РАН  
Е. Л. ГЮЛИХАНДАНОВ, д-р техн. наук, профессор  
Э. П. ЗАРУБИН, канд. техн. наук (отв. секретарь)  
А. В. ИЛЬИН, д-р техн. наук  
А. А. КАЗАКОВ, д-р техн. наук, профессор  
Г. П. КАРЗОВ, д-р техн. наук, профессор  
В. А. КАРХИН, д-р техн. наук, профессор  
П. А. КУЗНЕЦОВ, д-р техн. наук  
В. А. МАЛЫШЕВСКИЙ, д-р техн. наук, профессор  
Б. З. МАРГОЛИН, д-р техн. наук, профессор  
Ю. К. ПЕТРЕНЯ, д-р физ.-мат. наук, профессор,  
чл.-корр. РАН  
Е. И. ХЛУСОВА, д-р техн. наук, профессор

Адрес редакции: Россия, 191015,  
Санкт-Петербург, ул. Шпалерная, 49  
НИЦ «Курчатовский институт» –  
ЦНИИ КМ «Прометей»

Факс: (812) 710-3756. Телефон: (812) 274-1032  
E-mail: mail@crism.ru  
Internet site: <http://www.crism-prometey.ru>

Журнал издаётся с сентября 1995 г.,  
выходит четыре раза в год.

Зарегистрирован в Министерстве Российской  
Федерации по делам печати, телерадиовещания и  
средств массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации  
ПИ № 77-13228 от 22 июля 2002 г.

Журнал «Вопросы материаловедения»  
включен в перечень периодических изданий,  
рекомендуемых ВАК РФ для публикации  
трудов соискателей ученых степеней,  
индексируется в базах данных Российского  
индекса научного цитирования (РИНЦ/RSCI),  
Ulrich's Periodicals Directory, входит в состав  
RSCI на платформе Web of Science.

Отдельные статьи журнала переводятся на  
английский язык и публикуются издательст-  
вом “Pleiades Publishing, Ltd.” в журнале “In-  
organic Materials: Applied Research” (ISSN  
PRINT: 2075–1133, ISSN ONLINE: 2075–115X)

Перепечатка материалов из журнала возможна  
при письменном согласовании с редакцией,  
при этом ссылка на журнал обязательна.

© НИЦ «Курчатовский институт» –  
ЦНИИ КМ «Прометей»,  
2017

## THE EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief  
Dr. Sc., prof. **A. S. ORYSHCHENKO**

Associate Editor **Dr. Sc. V. P. LEONOV**

### Members of the Editorial Board

Dr. Sc. A. A. ABRAMOV  
Dr. Sc. A. V. ANISIMOV  
Dr. Sc., Prof., Acad. of the RAS O. A. BANNYKH  
Dr. Sc., Prof. V. Ye. BAKHAREVA  
Dr. Sc., Prof., Corresponding Member of the RAS  
K. V. GRIGOROVITCH  
Dr. Sc., Prof. Ye. L. GULIKHANDANOV  
PhD (Eng) E. P. ZARUBIN (Exec. Secretary)  
Dr. Sc. A. V. ILYIN  
Dr. Sc., Prof. A. A. KAZAKOV  
Dr. Sc., Prof. G. P. KARZOV  
Dr. Sc., Prof. V. A. KARKHIN  
Dr. Sc., P. A. KUZNETSOV  
Dr. Sc., Prof. V. A. MALYSHEVSKY  
Dr. Sc., Prof. B. Z. MARGOLIN  
Dr. Sc., Prof. Corresponding Member of the RAS  
Yu. K. PETRENYA  
Dr. Sc., Prof. E. I. KHLUSOVA

Address of the Editorial Office:  
NRC “Kurchatov Institute” – CRISM “Prometey”,  
49, Shpalernaya Street,  
191015, St Petersburg, RF

Fax: (812) 710 3756. Phone: (812) 274 1032  
E-mail: mail@crism.ru  
Internet site: <http://www.crism-prometey.ru>

Published since September 1995,  
the journal comes out four times a year.

It is registered in the Ministry of Press,  
Broadcasting and Mass Communications  
of Russian Federation.

Registration certificate  
ПИ No 77-13228 dated 22 July 2002.

The “Voprosy Materialovedeniya” journal  
is included into the list of periodicals approved  
by VAK RF (High Attestation Committee)  
for publication works of competitors for aca-  
demic degrees, and into the data bases  
of the Russian Science Citation Index (RSCI),  
within the Web of Science,  
and Ulrich's Periodicals Directory.

Selected articles of the journal are translated into  
English and issued by the company “Pleiades  
Publishing, Ltd.” in the “Inorganic Materials:  
Applied Research” (ISSN PRINT: 2075–1133,  
ISSN ONLINE: 2075–115X).

No part of this publication may be reproduced  
without prior written consent of the editor,  
a reference to the journal is mandatory.

© NRC “Kurchatov Institute” –  
CRISM “Prometey”,  
2017

## СОДЕРЖАНИЕ

Памяти выдающегося ученого-материаловеда Георгия Павловича Карзова .....	7
--	---

### МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ. МЕТАЛЛУРГИЯ

Оленин М. И., Горынин В. И. Влияние среднетемпературного дополнительного отпуска на глубину азотированного слоя деталей из стали 38ХЗМ1Ф1А.....	11
Алиев А. А. Исследование и разработка низкоуглеродистой стали с заданной структурой и свойствами для статоров автомобильных генераторов с целью повышения их выходных характеристик .....	22
Гурьев В. В., Шавкин С. В., Иродова А. В., Круглов В. С. Особенности фазового расслоения сильно текстурированной ленты из сплава Ti – 33 ат. % Nb в результате искусственного старения .....	29

### ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Геращенко Д. А., Аскинази А. Ю. Особенности тепловых эффектов при термическом нагружении покрытий, полученных методом холодного газодинамического напыления .....	37
Фармаковский Б. В. Литые микропровода с высоким значением термоЭДС.....	47
Прибытков Г. А., Криницын М. Г., Фирсина И. А., Дураков В. Г. Твердость и абразивная износостойкость электронно-лучевых покрытий карбид титана – титановая связка, наплавленных синтезированными композиционными порошками .....	52
Лю Сян Яо. Ионнообменный способ получения частиц гидроксида алюминия микронных размеров.....	62
Злобина И. В., Бекренев Н. В., Павлов С. П. Влияние СВЧ электромагнитного поля на микроструктуру изделий, сформированных путем трехмерной печати из неметаллических композиционных материалов .....	71

### ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Павловский К. А., Серкова Е. А., Мельников Д. А., Гуняева А. Г. Производство изделий из полимерных композиционных материалов методом пултрузии для гражданских отраслей промышленности .....	81
Петрова П. Н., Маркова М. А., Готовцева М. Е. Разработка материалов триботехнического назначения на основе политетрафторэтилена и углеродных волокон марки УВИС-АК-П.....	90
Бахарева В. Е., Никитина И. В., Саргсян А. С., Аристов В. Ф., Вихров И. А. Теплостойкие электроизоляционные стеклопластики в судостроении.....	100
Анисимов А. В., Трясунов В. С., Шульцева Е. Л., Соколов Ю. В., Мудрый Ф. В. Эпоксивинилэфирное связующее для огнестойких стеклопластиков судостроительного назначения .....	120

### СВАРКА И РОДСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ. СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Тимофеев М. Н., <u>Карзов Г. П.</u> , Галяткин С. Н., Михалева Э. И., Литвинов С. Г., Александрин А. Г., Бабулин Д. Л., Шубин О. В. Повышение служебных характеристик металла монтажных сварных соединений транспортных атомных энергетических установок из теплоустойчивых сталей. Часть 1. Технология сварки теплоустойчивых сталей углеродистыми сварочными материалами в условиях отсутствия термической обработки и опыт применения сварочных материалов .....	131
Тимофеев М. Н., Галяткин С. Н., Михалева Э. И., Шубин О. В. Повышение служебных характеристик металла монтажных сварных соединений транспортных атомных энергетических установок из теплоустойчивых сталей. Часть 2. Исследование механических свойств металла «силовых» малоуглеродистых наплавов в зависимости от технологических параметров сварки .....	140
Тимофеев М. Н., Галяткин С. Н., Михалева Э. И. Повышение служебных характеристик металла монтажных сварных соединений транспортных атомных энергетических установок из теплоустойчивых сталей. Часть 3. Исследование влияния легирующих элементов в наплавленном металле на его характеристики применительно к выполнению «силовых» малоуглеродистых наплавов и монтажных сварных швов энергетических установок атомных ледоколов.....	149

### КОРРОЗИЯ И ЗАЩИТА МЕТАЛЛОВ

Кузьмин Ю. Л., Трощенко В. Н. Электрохимические характеристики протекторных сплавов в морской воде и других агрессивных средах, содержащих сероводород .....	162
--	-----

## **КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОЧНОСТЬ И РАБОТОСПОСОБНОСТЬ МАТЕРИАЛОВ**

*Луценко А. Н., Гриневич А. В., Скрипачев С. Ю., Баканов А. В.* К вопросу определения расчетных характеристик авиационных металлических материалов с учетом воздействия коррозионной среды..... 169

## **РАДИАЦИОННОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ**

*Воеводин В. Н., Ожигов Л. С., Митрофанов А. С., Василенко Р. Л., Рыбальченко Н. Д., Гоженко С. В., Крайнюк Е. А.* Эволюция микроструктуры металла главного циркуляционного трубопровода реактора ВВЭР-1000 в процессе его длительной эксплуатации..... 183

*Марголин Б. З., Пирогова Н. Е., Потапова В. А., Сорокин А. А., Бардашова Н. В., Петров С. Н., Михайлов М. С.* Исследование механизмов коррозионного растрескивания стали для ВКУ ВВЭР на основе имитационных испытаний ..... 193

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

*Муслиенко А. Ю., Леонов В. П., Козлова И. Р., Петров С. Н.* Математическое моделирование напряженно-деформированного состояния в титановых сплавах с учетом микроструктуры и результатов измерений кристаллографических ориентировок методом EBSD-анализа ..... 219

## **ХРОНИКА**

Конференции 2018 ..... 235

**Перечень статей, опубликованных в научно-техническом журнале «Вопросы материаловедения» в 2017 году** ..... 241

**Научно-технический журнал «Вопросы материаловедения». Оформление статей. Правила для авторов** ..... 245

## CONTENTS

### METALS SCIENCE. METALLURGY

<b>Gueorgui P. Karzov in memoriam: Remembering a great scientist .....</b>	<b>7</b>
<i>Olenin M. I., Gorynin V. I.</i> Influence of medium-temperature additional tempering on the depth of nitrated layer of the spare parts manufactured of 38Kh3M1F1A steel .....	11
<i>Aliiev A. A.</i> Investigation and development of low-carbon steel with designed structure and properties for automobile stators improving its output characteristics .....	22
<i>Guryev V. V., Shavkin S. V., Irodova A. V., Kruglov V. S.</i> Phase separation caused by accelerated aging in strongly textured strip of Ti–33Nb (at. %) alloy due to accelerated aging .....	29

### FUNCTIONAL MATERIALS

<i>Gerashchenkov D. A., Askinazi A. Yu.</i> Particular thermal effects features of coatings fabricated by cold gas dynamic spraying under thermal load .....	37
<i>Farmakovskiy B. V.</i> Cast microwire with high value of thermoelectromotive force .....	47
<i>Pribytkov G. A., Krinitsyn M. G., Firsina I. A., Durakov V. G.</i> Hardness and wear-resistance of electron beam coatings surfaced with titanium carbide – titanium matrix synthesized composite powders .....	52
<i>Liu Xiang Yao.</i> Ion exchange method for producing aluminum hydroxide particles of micron size .....	62
<i>Zlobina I. V., Bekrenev N. V., Pavlov S. P.</i> Influence of the microwave electromagnetic field on the microstructure of products designed by three-dimensional printing from non-metallic composite materials .....	71

### POLYMER COMPOSITE MATERIALS

<i>Pavlovsky K.A., Serkova E.A., Melnikov D.A., Gunyaeva A.G.</i> Polymer composites for civil engineering fabricated by pultrusion process .....	81
<i>Petrova P. N., Markova M. A., Gotovtseva M. E.</i> Development of tribotechnical materials based on polytetrafluoroethylene and UVIS-AK-P carbon fibers .....	90
<i>Bakhareva V. E., Nikitina I. V., Sargsian A. S., Aristov V. F., Vikhrov I. A.</i> Heat resistant electric insulation glass fiber plastics for shipbuilding .....	100
<i>Anisimov A. V., Tryasunov V. S., Shultceva E. L., Sokolov Ju. V., Mudry F. V.</i> Epoxyvinylester binder for fire resistant marine fiberglass plastics .....	120

### WELDING AND RELATED PROCESSES. WELDING MATERIALS AND TECHNOLOGIES

<i>Timofeev M. N., <u>Karzov G. P.</u>, Galiatkin S. N., Mikhaleva E. I., Litvinov S. G., Aleksandrin A. G., Shubin O. V.</i> Improving service properties of welded joints for transport nuclear power units made of heat-resistant steels. Part 1. Technology of heat-resistant steels welding by carbon materials without thermal treatment and application of welding materials .....	131
<i>Timofeev M. N., Galiatkin S. N., Mikhaleva E. I., Shubin O. V.</i> Improving service properties of welded joints for transport nuclear power units made of heat-resistant steels. Part 2. Investigation of mechanical properties of metal reinforced low-carbon surfacing depending on technological welding parameters .....	140
<i>Timofeev M. N., Galiatkin S. N., Mikhaleva E. I.</i> Improving service properties of welded joints for transport nuclear power units made of heat-resistant steels. Part 3. Influence of alloying elements on the surfacing metal characteristics as regards the assembly welds of power plants equipment for nuclear icebreakers .....	149

### CORROSION AND PROTECTION OF METALS

<i>Kuzmin Yu. L., Troshchenko V. N.</i> Electrochemical characteristics of protective alloys in sea water and other aggressive environments containing hydrogen sulfide .....	162
---	-----

### STRUCTURAL-WORKING STRENGTH AND SERVICEABILITY OF MATERIALS

<i>Lutsenko A. N., Grinevich A. V., Skripachev S. Yu., Bakanov V. S.</i> On the estimated performance of aviation materials considering the impact of corrosion environment .....	169
---	-----

### RADIATION MATERIALS SCIENCE

<i>Voevodin V. N., Ozhigov L. S., Mitrofanov A. S., Vasilenko R. L., Rybalchenko N. D., Gozhenko S. V., Krayniuk E. A.</i> Evolution of metal microstructure of the main circulation pipeline of the WWER-1000 reactor at long-term operation .....	183
---	-----

<i>Margolin B. Z., Pirogova N. E., Potapova V. A., Sorokin A. A., Bardashova N. V., Petrov S. N., Mikhailov M. S.</i> Investigation of stress corrosion cracking mechanisms typical for WWER internals steel by testing of modeled material.....	193
--	-----

#### MODELING OF MATERIALS AND TECHNOLOGICAL PROCESSES

<i>Musienko A. Yu., Leonov V. P., Kozlova I. R., Petrov S. N.</i> Mathematical modeling of stress-strain state in titanium alloys considering the microstructure and crystal orientation measured by EBSD analysis .....	219
--	-----

#### NEWS AND EVENTS

Upcoming conferences 2018 .....	235
---------------------------------	-----

<b>A list of articles published in the scientific and technical journal “Voprosy Materialovedeniya” in 2017 year</b> .....	241
--	-----

<b>Instructions for authors of the scientific and technical journal “Voprosy Materialovedeniya”. Manuscript requirements</b> .....	245
--	-----