

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

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. Н. МАЛЫШЕВ, 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
ФГУП «Центральный научно-исследователь-
ский институт конструкционных материалов
«Прометей»»
Факс: (812) 710-3756
Телефон: (812) 274-1032
E-mail: mail@crism.ru
Internet site: <http://www.crism-prometey.ru>

Журнал издается 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»
входит в перечень периодических изданий,
рекомендуемых ВАК РФ для публикации
трудов соискателей ученых степеней,
включен в базу данных Российского
индекса научного цитирования (РИНЦ) и базу
данных Ulrich's Periodicals Directory.
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.

© Федеральное государственное
унитарное предприятие
«ЦНИИ КМ «Прометей»», 2015

THE EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief Dr. A. S. ORYSHCHENKO

Associate Editor Dr. V. P. LEONOV

Members of the Editorial Board

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

Address of the Editorial Office:
The Central Research Institute
of Structural Materials «Prometey», FSUE,
49 Shpalernaya Street,
St. Petersburg, 191015, Russia
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 N 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 academic
degrees, and into the data base of the Russian
Science Citation Index (RSCI) 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.

© The Federal State
Unitary Enterprise
CRISM «Prometey», 2015

СОДЕРЖАНИЕ

МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ. МЕТАЛЛУРГИЯ

| | |
|--|----|
| Дуканов В. В., Зиза А. И. Совершенствование режимов термообработки стали марок 35ХНЗМФА и 38ХНЗМФА с целью повышения сопротивляемости хрупкому разрушению. 2. Применение двукратного отпуска | 7 |
| Сагарадзе В. В., Катаева Н. В., Мушеникова С. Ю., Калинин Г. Ю., Харьков О. А., Костин С. К. Парменова О. Н. Структура и свойства плакированной двухслойной стали для корпусов арктических судов | 14 |
| Гринберг Е. М., Алексеев А. А. Рентгенографическое исследование низкотемпературного распада мартенсита закаленной среднеуглеродистой стали | 26 |
| Громов В. Е., Перегудов О. А., Иванов Ю. Ф., Морозов К. В., Алсараева К. В. Эволюция структуры и свойств поверхностного слоя рельсов при длительной эксплуатации | 30 |
| Кудрявцев А. С., Охупкин К. А., Трапезников Ю. М., Артемьева Д. А., Ковалев П. В. Повышение служебных характеристик стали марки 08Х16Н1МЗ за счет оптимизации системы легирования | 38 |
| Алеутдинова М. И., Фадин В. В. Износостойкость углеродистых сталей под воздействием трения и электрического тока высокой плотности | 47 |
| Пустовалов Д. А., Мокрицкий Б. Я., Коннова Г. В., Григорьева А. Л., Коновалова Н. С. Сравнительная оценка свойств инструментальных материалов по площади следа индентирования при маятниковом скрайбировании | 54 |
| Шаболдо О. П., Виторский Я. М., Мазуров С. А., Тихонова А. М., Филиппова Н. А. Разработка термомеханических режимов изготовления тонкой ленты из титанового β -сплава марки ТС6 | 63 |
| Оспенникова О. Г., Петрушин Н. В., Тренингов И. А., Тимофеева О. Б. Фазовые и структурные превращения в жаропрочном интерметаллидном сплаве на основе никеля | 69 |

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

| | |
|--|-----|
| Бобкова Т. И., Фармаковский Б. В., Богданов С. П. Создание композиционных наноструктурированных поверхностно-армированных порошковых материалов на основе систем Ti/WC и Ti/TiCN для напыления покрытий повышенной твердости | 80 |
| Тарасенко Ю. П., Царева И. Н., Леванов Ю. К., Кривина Л. А., Бердник О. Б., Ильичев В. А. О возможности получения защитного покрытия интерметаллидного состава методом газодинамического порошкового напыления | 91 |
| Геращенко Д. А., Орыщенко А. С. Алюмоматричные функциональные покрытия с высокой микротвердостью, полученные из композиционных порошков системы Al-Sn + Al ₂ O ₃ методом холодного газодинамического напыления | 100 |
| Масайло Д. В., Ковалева А. А., Фармаковский Б. В. Повышение прочности литых микропроводов после их получения | 108 |
| Урханова Л. А., Лхасаранов С. А., Миняева А. А., Семенов А. П., Смирнягина Н. Н. Влияние углеродного наномодификатора на изменение фазового состава, структуры и свойств цементных композитов | 114 |
| Каменева А. Л. Влияние способа осаждения и его ассистирования на эволюцию структуры поликристаллических пленок в низкотемпературной зоне I | 122 |

ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

| | |
|---|-----|
| Седлецкий Р. В. Особенности оценки эксплуатационного ресурса сферопластиков как материала элементов плавучести глубоководных аппаратов | 133 |
| Деев И. С., Старцев О. В., Никишин Е. Ф. Фрактографический анализ углепластика КМУ-4л после 12 лет экспозиции на внешней поверхности международной космической станции и последующих испытаний на изгиб | 140 |
| Душин М. И., Платонов А. А., Караваев Р. Ю., Меркулова Ю. И. Параметры, определяющие режимы пропитки армирующих наполнителей ПКМ связующими | 150 |

СВАРКА И РОДСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ. СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

| | |
|---|-----|
| Беляев С. Н., Щербак А. Г. Влияние твердофазных взаимодействий на формирование соединений при диффузионной сварке узлов точного приборостроения | 160 |
|---|-----|

КОРРОЗИЯ И ЗАЩИТА МЕТАЛЛОВ

| | |
|---|-----|
| Кузьмин Ю. Л., Лацевский В. О., Калинин Г. Ю. Влияние катодной поляризации в морской воде на механические характеристики высокопрочной азотсодержащей стали | 167 |
|---|-----|

Кузьмин Ю. Л., Медяник Т. Е., Мушеникова С. Ю., Парменова О. Н. Электрохимическая протекторная защита от питтинговой, язвенной и щелевой коррозии в морской воде судостроительных нержавеющих сталей и их сварных соединений, в том числе в условиях обрастания 173

РАДИАЦИОННОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Марголин Б. З., Варовин А. Я., Минкин А. И., Сорокин А. А., Пиминов В. А., Евдокименко В. В., Федосовский М. Е., Шерстобитов А. Е., Овчинников А. Г., Ерак Д. Ю., Бобков А. В., Тимофеев А. М., Тимохин В. И., Якушев С. В., Васильев В. Г. Определение изменения геометрии выгородки реактора ВВЭР-1000 в процессе эксплуатации: расчет и измерение 182

КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОЧНОСТЬ И РАБОТОСПОСОБНОСТЬ МАТЕРИАЛОВ

Садкин К. Е., Ильин А. В., Лаврентьев А. А. Исследование циклической трещиностойкости высокопрочных сталей для оценки ресурса конструкций глубоководной техники 197

ИСПЫТАНИЯ, ДИАГНОСТИКА И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА МАТЕРИАЛОВ

Мокрицкий Б. Я., Пустовалов Д. А., Алтухова В. В., Кваща В. Ю. Экспресс-метод сравнительной оценки и прогнозирования свойств составных фрез 209

Рефераты публикуемых статей 215

Авторский указатель 229

Научно-технический журнал «вопросы материаловедения». Оформление статей. Правила для авторов 231

CONTENTS

METALS SCIENCE. METALLURGY

| | |
|--|----|
| <i>Tsukanov V. V., Ziza A. I.</i> Improving of heat treatment modes for 35KhN3MFA and 38KhN3MFA steel grades to increase resistance to brittle fracture. 2. Double tempering | 7 |
| <i>Sagaradze V. V., Kataeva N. V., Mushnikova S. Yu., Kalinin G. Yu., Kharkov O. A., Kostin S. K., Parmenova O. N.</i> Structure and properties of two-layer steel used for Arctic vessels' hulls building. | 14 |
| <i>Grinberg E. M., Alekseev A. A.</i> X-ray studies on low-temperature martensite decomposition in hardened medium-carbon steel. | 26 |
| <i>Gromov V. E., Peregudov O. A., Ivanov Yu. F., Morozov K. V., Alsaraeva K. V.</i> Evolution of rails surface structure and properties over a long-running operation | 30 |
| <i>Kudryavtsev A. S., Okhapkin K. A., Trapeznikov Yu. M., Artemyeva D. A., Kovalev P. V.</i> Improving the 08Kh16N11M3 steel characteristics by optimizing its alloying system | 38 |
| <i>Aleutdinova M. I., Fadin V. V.</i> Wear resistance of carbon steels under impact of friction and electric current of high density..... | 47 |
| <i>Pustovalov D. A., Mokritskii B. J., Konnova G. V., Grigorieva A. S., Konovalova N. S.</i> Comparative evaluation of the properties of cutting tool materials by the area of indentation for oscillation scribing..... | 54 |
| <i>Shaboldo O. P., Vitorsky Ya. M., Mazurov S. A., Tikhonova A. M., Filippova N. A.</i> Thermomechanical modes for thin tapes manufacturing of TS6 titanium β -alloy | 63 |
| <i>Ospennikova O. G., Petrushin N. V., Trenienkov I. A., <u>Timofeeva O. B.</u></i> Phase and structural transformations in heat resistant intermetallide nickel-based alloy..... | 69 |

FUNCTIONAL MATERIALS

| | |
|---|-----|
| <i>Bobkova T. I., Farmakovskiy B. V., Bogdanov S. P.</i> Composite nanostructured surface-reinforced powder materials based on systems Ti/WC and Ti/TiCN used for coatings with enhanced hardness..... | 80 |
| <i>Tarasenko Yu. P., Tsareva I. N., Levanov Yu. K., Krivina L. A., Berdnik O. B., Ilyichev V. A.</i> On obtaining intermetallide coatings by gas dynamic powder spraying..... | 91 |
| <i>Gerashchenkov D. A., Oryshchenko A. S.</i> Aluminium matrix functional coatings with high microhardness prepared from composite powders of Al-Sn + Al ₂ O ₃ systems by cold gas dynamic spraying | 100 |
| <i>Masaylo D. V., Kovalev A. A.</i> Increasing of cast microwires strength after production..... | 108 |
| <i>Urkanova L. A., Lkhasaranov S. A., Minyaeva A. A., Semenov A. P., Smirnyagina N. N.</i> Influence of carbon nanomodifier on changing phase composition, structure and properties of cement composites..... | 114 |
| <i>Kameneva A. L.</i> Evolution of the film structure formed by magnetron sputtering and arc evaporation in the low temperature zone 1 | 122 |

POLYMERIC COMPOSITE MATERIALS

| | |
|---|-----|
| <i>Sedletsy R. V.</i> Service-life assessment of spheroplasts as materials for deepwater submersibles | 133 |
| <i>Deev I. S., Startsev O. V., Nikishin E. F.</i> Fractographic analysis of KMu-4l carbon fiber reinforced plastic after 12 years of exposure to space environment of the International Space Station and the subsequent bending tests..... | 140 |
| <i>Dushin M. I., Platonov A. A., Karavaev R. Y., Merkulova Y. I.</i> Parameters defining modes of impregnation of reinforcing fillers of composites binding..... | 150 |

WELDING AND RELATED PROCESSES. WELDING MATERIALS AND TECHNOLOGIES

| | |
|--|-----|
| <i>Belyaev S. N., Scherbak A. G.</i> Influence of solid-phase interactions on joints forming by diffusion welding for precision instrument making units..... | 160 |
|--|-----|

CORROSION AND PROTECTION OF METALS

| | |
|--|-----|
| <i>Kuzmin L. Yu., Laschevsky V. O., Kalinin G. Yu.</i> Effect of cathodic polarization on the mechanical characteristics of high-strength nitrogen-containing steels in sea water | 167 |
| <i>Kuzmin Yu. L., Medyanik T. E., Mushnikova S. Yu., Parmenova O. N.</i> Electrochemical protection of ship-building stainless steels and welding joints against pitting and crevice corrosion in sea water, fouling conditions included. | 173 |

RADIATION MATERIALS SCIENCE

| | |
|---|--|
| <i>Margolin B. Z., Varovin A. Ya., Minkin A. J., Sorokin A. A., Piminov V. A., Evdokimenko V. V., Fedosovsky M. E., Sherstobitov A. E., Ovchinnikov A. G., Erak D. Yu., Bobkov A. V., Timofeev A. M., Timokhin V. I.,</i> | |
|---|--|

| | |
|---|-----|
| <i>Yakushev S. V., Vasiliev V. G.</i> Determination of in-service change in the geometry of WWER-1000 core baffle: calculations and measurements | 182 |
| STRUCTURAL-WORKING STRENGTH AND SERVICEABILITY OF MATERIALS | |
| <i>Sadkin K. E., Ilyin A. V., Lavrentyev A. A.</i> Cyclic crack resistance of high-strength steels for estimating service life of constructions for deepwater equipment | 197 |
| TESTS, DIAGNOSTIC AND QUALITY CONTROL OF MATERIALS | |
| <i>Mokritsky B. Ya., Pustovalov D. A., Altukhova V. V., Kvasha V. Yu.</i> Assessment of carbide cutters operational properties | 209 |
| Abstracts of published articles | 215 |
| Index of authors | 229 |
| Instructions for authors of the scientific and technical journal “Voprosy Materialovedeniya”. Manuscript requirements | 231 |