

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ «ПРОМЕТЕЙ» имени И. В. ГОРЫНИНА
НАЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА
«КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»

ВОПРОСЫ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

№ 4(96)
октябрь – декабрь

2018

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
В. А. КАРХИН, д-р техн. наук, профессор
Ю. Л. КУЗЬМИН, д-р техн. наук
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 издается с сентября 1995 г.,
выходит четыре раза в год.

Зарегистрирован в Министерстве РФ по делам
печати, телерадиовещания и средств массовых
коммуникаций. Свидетельство о регистрации
ПИ № 77-13228 от 22 июля 2002 г.
Изменения внесены Роскомнадзором,
ПИ № ФС 77-73502 от 31 августа 2018 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»,
2018

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. V. A. KARKHIN
Dr. Sc. Yu. L. KUZMIN
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 RF. Registration certificate

ПИ No 77-13228 dated 22 July 2002.

Changes applied by Roskomnadzor
ПИ No ФС 77-73502 dated 31 August 2018.

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",
2018

СОДЕРЖАНИЕ

МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ. МЕТАЛЛУРГИЯ

Орыщенко А. С., Малышевский В. А., Шумилов Е. А. Моделирование процессов упрочнения стали при термомеханической обработке	7
Сыч О. В. Научно-технологические основы создания хладостойких сталей с гарантированным пределом текучести 315–750 МПа для Арктики. Часть 2. Технология производства, структура и характеристики работоспособности листового проката	14
Казаков А. А., Фомина О. В., Житенев А. И., Мельников П. В. Физико-химические основы управления природой δ-феррита при сварке аустенитно-ферритными материалами	42
Смирнов Л. А., Горбачев И. И., Попов В. В., Пасынков А. Ю., Орыщенко А. С., Калинин Г. Ю. Исследование растворимости азота в аустенитных азотистых сталях при выплавке и последующей кристаллизации с помощью CALPHAD-метода	53
Будниченко М. А., Вайнер Л. М., Березанский Л. Е. Разработка и материаловедческое обоснование технологии холодной гибки деталей корпусов кораблей из высокопрочных сталей и сплавов методом локального деформирования	67
Афанасьева Л. Е. Металлографический анализ гранул быстрорежущей стали М2	78

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Войнов С. И., Железина Г. Ф., Ильичев А. В., Соловьева Н. А. Исследование механических характеристик слоистого металлополимерного композиционного материала на основе листов алюминия и слоев углепластика	86
Сухов Д. И., Неруш С. В., Юрков М. А., Амирджания Г. В. Исследования структуры и свойств металлопорошковых композиций из коррозионно-стойких сталей, полученных газовой атомизацией расплава и предназначенных для изготовления деталей методом селективного лазерного сплавления	97
Князюк Т. В., Мотовилина Г. Д., Бобырь В. В., Рябов В. В. Влияние режимов порошковой лазерной наплавки на структуру и свойства износостойкого покрытия и новой среднеуглеродистой стали с пределом текучести 1500 МПа	107
Васильев А. Ф., Виноградова Т. С., Самоделькин Е. А., Фармаковский Б. В. Исследование влияния высокоскоростной УДА-обработки на свойства рентгеноконтрастных материалов	117
Васильева О. В., Фармаковский Б. В., Хроменков М. В. Технология литья и свойства микропроводов из никеля	124
Фармаковский Б. В. Резистивные литые микропровода на основе систем Ni–Cu и Pd–Cu со знакопеременным температурным коэффициентом сопротивления	130
Веселовский А. А. Нанесение диффузионных никель-кобальтовых покрытий с использованием отвалных конверторных никелевых шлаков	136
Сошина Т. О., Мухамадьярова В. Р. Дефекты эмалевого покрытия	145

ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Могнонов Д. М., Тоневский Ю. В., Аюрова О. Ж., Ильина О. В., Корнопольцев В. Н. Термические характеристики и физико-механические свойства ароматических полиамидинов и материалов на их основе	151
Мельников Д. А., Петрова А. П., Дементьева Л. А., Ильичев А. В. Исследование механических свойств полимерных матриц на основе клеевых связующих	160
Деев И. С., Куршев Е. В., Лонский С. Л., Комарова О. А. Влияние длительного климатического старения на микроструктуру и характер разрушения в объеме эпоксидных углепластиков в условиях силового воздействия (изгиба и сжатия)	170

КОРРОЗИЯ И ЗАЩИТА МЕТАЛЛОВ

Кузьмин Ю. Л., Ставицкий О. А. Электрохимическая защита от коррозии стальной арматуры в железобетоне при эксплуатации в морской воде	185
--	-----

КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОЧНОСТЬ И РАБОТОСПОСОБНОСТЬ МАТЕРИАЛОВ

Марголин Б. З., Гуленко А. Г., Бучатский А. А., Сорокин А. А., Виленский О. Ю., Васильев Б. А. Основные принципы расчета прочности и ресурса оборудования реакторов на быстрых нейтронах типа БН с учетом деградации свойств материалов..... 191

ИСПЫТАНИЯ, ДИАГНОСТИКА И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА МАТЕРИАЛОВ

Кузьмин Ю. Л., Ставицкий О. А., Лацевский В. О., Бобкова Т. И., Яньков А. Л. Контроль величины сцепления платинового покрытия при изготовлении платинониобиевых анодов методом магнетронного напыления 215

ХРОНИКА

Орыщенко А. С., Цуканов В. В., Савичев С. А., Милейковский А. Б., Нигматулин О. Э. Гомогенная броня в СССР в период 1920–1947 гг. 221

Перечень статей, опубликованных в научно-техническом журнале «Вопросы материаловедения» в 2018 году..... 240

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

CONTENTS

METALS SCIENCE. METALLURGY

<i>Oryshchenko A. S., Malyshevsky V. A., Shumilov E. A.</i> Modeling of steel hardening process at thermal and mechanical treatment	7
<i>Sych O. V.</i> Scientific and technological bases for creation of cold-resistant steel with a guaranteed yield strength of 315–750 MPa for the Arctic. Part 2. Technology of production, structure and properties of sheet hire performance	14
<i>Kazakov A.A., Fomina O.V., Zhitnev A.I., Melnikov P.V.</i> Basic physical and chemical concepts for controlling δ -ferrite content when welding with austenite-ferrite materials	42
<i>Smirnov L. A., Gorbachev I. I., Popov V. V., Pasynkov A. Yu., Oryshchenko A. S., Kalinin G. Yu.</i> Researching nitrogen solubility in nitrogen-containing austenitic steels at melting and recrystallization by CALPHAD method.....	53
<i>Budnichenko M. A., Vainer L. M., Berezansky L. E.</i> Technology development and material science substantiation of cold bending for ship hulls parts of high-strength steels and alloys by local deformation	67
<i>Afanasieva L. E.</i> Metallographic analysis of M2 high speed steel granules	78

FUNCTIONAL MATERIALS

<i>Voinov S. I., Zhelezina G. F., Ilichev A. V., Solovieva N. A.</i> Studying mechanical characteristics of fiber-metal laminate based on aluminum sheets and layers of carbon fiber reinforced plastics	86
<i>Sukhov D. I., Nerush S. V., Yurkov M. A., Amirdzhanyan G. V.</i> Researching structure and properties of metal-powdered compositions made of corrosion-resistant steels obtained by gas atomization of alloy and intended for detail production by selective laser alloying.....	97
<i>Knyazyuk T. V., Motovilina G. D., Bobyr V. V., Ryabov V. V.</i> Effect of powdered laser surfacing modes on structure and properties of wear-resistant coating and new medium carbon steel with yield strength 1500 MPa	107
<i>Vasiliev A. F., Vinogradova T. S., Samodelkin E. A., Farmakovskiy B. V.</i> Studying the influence of high-speed disintegrator activation on the properties of radiocontrast agents.....	117
<i>Vasilieva O. V., Farmakovskiy B. V., Khromenkov M. V.</i> Technology of casting and properties of nickel microwires	124
<i>Farmakovskiy B. V.</i> Resistive alloyed microwires based on Ni–Cu and Pd–Cu systems with alternating temperature coefficient of resistance	130
<i>Veselovsky A. A.</i> Applying nickel-cobalt diffusion coatings from dump converter slag.....	136
<i>Soshina T. O., Mukhamadyarova V. R.</i> On the defects of enamel coatings.....	145

POLYMER COMPOSITE MATERIALS

<i>Mognonov D. M., Tonevitsky Yu. V., Ayurova O. Zh., Ilyina O. V., Kornopoltsev V. N.</i> Thermal characteristics and physical and mechanical properties of aromatic polyamides and materials based on them.....	151
<i>Melnikov D. A., Petrova A. P., Dementieva L. A., Ilichev A. V.</i> Investigation of the mechanical properties of polymer matrices based on adhesive binders	160
<i>Deev I. S., Kurshev E. V., Lonsky S. L., Komarova O. A.</i> Effect of long climatic aging on microstructure and fracture features of epoxy carbon-fiber-reinforced plastics under bending and compression load.....	170

CORROSION AND PROTECTION OF METALS

<i>Kuzmin Yu. L., Stavitsky O. A.</i> Electrochemical protection against corrosion for steel bars in reinforced concrete structures exposed to seawater.....	185
--	-----

STRUCTURAL-WORKING STRENGTH AND SERVICEABILITY OF MATERIALS

<i>Margolin B. Z., Gulenko A. G., Buchatsky A. A., Sorokin A. A., Vilensky O. Yu., Vasilev B. A.</i> Basic principles for structural integrity and lifetime assessment of BN-type fast reactors components with regard for material degradation.....	191
--	-----

TESTS, DIAGNOSIS AND QUALITY CONTROL OF MATERIALS

Kuzmin Yu. L., Stavitsky O. A., Lashchevsky V. O., Bobkova T. I., Yankov A. L. Adhesion control of platinum coatings at manufacturing platinized niobium anodes by magnetron sputtering..... 215

NEWS, EVENTS, MEMORIS

Oryshchenko A. S., Tsukanov V. V., Savichev S. A., Mileikovsky A. B., Nigmatulin O. E. Rolled homogeneous armour in the USSR in the period of 1920–1947 221

A list of articles published in the scientific and technical journal “Voprosy Materialovedeniya” in 2018 year..... 240

Instructions for authors of the scientific and technical journal “Voprosy Materialovedeniya”. Manuscript requirements..... 245