

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

№ 1(101)
январь – март

2020

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор **А. С. ОРЫШЧЕНКО**
д-р техн. наук, профессор,
чл.-корр. РАН
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,
акад. 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
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
<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 издательством
“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»,
2020

THE EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief Dr Sc., Prof.,
Corresponding Member of the RAS
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., Acad. of the RAS
K.V. GRIGOROVITCH
Dr Sc., Prof. Ye. L. GULIKHANDANOV
Cand. Sc. 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. 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, Russian Federation

Fax: (812) 710 3756. Phone: (812) 274 1032
E-mail: mail@crism.ru

Internet site: <http://www.crism-prometey.ru>

The journal comes out four times a year
since September 1995

It is registered in the Ministry of Press,
Broadcasting and Mass Communications
of the Russian Federation. 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 academic 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 Pleiades Publish-
ing, 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”,
2020

СОДЕРЖАНИЕ

МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ. МЕТАЛЛУРГИЯ

<i>Князюк Т. В., Новоскольников Н. С., Зисман А. А., Хлусова Е. И.</i> Влияние микролегирования ниобием на кинетику статической и динамической рекристаллизации при горячей прокатке среднеуглеродистых высокопрочных сталей	5
<i>Коротковская С. В., Сыч О. В., Хлусова Е. И.</i> Исследование взаимосвязи характеристик работоспособности и структуры зоны термического влияния в сталях ферритно-бейнитного класса ...	16
<i>Оленин М. И., Горынин В. И., Махорин В. В.</i> Повышение хладостойкости стали марки 09Г2С за счет программного упрочнения, совмещенного с дополнительным среднетемпературным отпуском	27
<i>Тимофеев М. Н., Галаткин С. Н., Самойленко Р. И., Маркова Ю. М.</i> Исследование структуры сварного соединения стали типа 15Х2МФА, выполненного с малоуглеродистой наплавкой без термической обработки	35
<i>Оспенникова О. Г., Мин П. Г., Роголев А. М., Вадеев В. Е.</i> Исследование химического состава, структуры и механических свойств сплава ЭП648, полученного методами деформации, литья по выплавляемым моделям и селективного лазерного сплавления	44
<i>Сергеева А. М., Ловизин Н. С., Соснин А. А.</i> Влияние совмещения непрерывного литья с одновременной деформацией металла в твердожидком состоянии на структуру и свойства металлоизделий из сплава В95	55
<i>Савченко А. М., Коновалов Ю. В., Лаушкин А. В.</i> Первый и второй законы термодинамики: взаимосвязь, «несогласованность», скрытые эффекты	63

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

<i>Воробьева М. В., Перфилов С. А., Поздняков А. А., Ломакин Р. Л., Бланк В. Д.</i> Новые возможности породоразрушающего инструмента, оснащенного алмазно-твердосплавными режущими элементами	74
<i>Щегольков А. В., Парфимович И. Д., Комаров Ф. Ф., Щегольков А. В., Туголуков Е. Н.</i> Оптически регулируемые нанокондитные электрохромные пленки WO ₃ /rGO для управления светопропусканием и защиты от электромагнитного излучения	85
<i>Геращенко Е. Ю., Васильев А. Ф., Самоделькин Е. А., Фармаковский Б. В.</i> Технология получения композиционного наноструктурированного порошка для нанесения защитных покрытий	97
<i>Бобкова Т. И., Васильев А. Ф., Самоделькин Е. А., Фармаковский Б. В.</i> Нанокондитционное покрытие с высокой микротвердостью на основе агломерированной порошковой системы сплав Х20Н80–WC 104	
<i>Красиков А. В., Быкова А. Д., Меркулова М. В., Марков М. А.</i> Исследование технологии электрохимического нанесения нанокристаллических покрытий никель – вольфрам из цитратного электролита ..	111
<i>Алеутдинова М. И., Фадин В. В.</i> Износ металлических материалов при сухом скольжении с токосъемом по молибдену	118

ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

<i>Колпачков Е. Д., Курносое А. О., Петрова А. П., Раскутин А. Е.</i> Гибридные полимерные композиционные материалы для авиации на основе волокнистых наполнителей (Обзор)	126
<i>Трясунов В. С., Лишевич И. В., Николаев Г. И., Шульцева Е. Л., Баруев В. Е., Маханько А. В.</i> К вопросу определения характеристик пожаробезопасности трехслойных полимерных композиционных материалов для судовых корпусных конструкций	139
<i>Примаченко Б. М., Строккин К. О.</i> Теоретические и экспериментальные исследования композиционных материалов, армированных углеродными тканями. Часть 5. Моделирование и экспериментальные исследования деформации структуры углеродной ткани	148

КОРРОЗИЯ И ЗАЩИТА МЕТАЛЛОВ

<i>Бутусова Е. Н., Мишакин В. В.</i> Оценка ранних стадий разрушения при коррозионном растрескивании под напряжением трубных сталей вихретоковым методом	154
<i>Вагапов Р. К., Запелов Д. Н., Ибатуллин К. А.</i> Оценка коррозионной стойкости материалов в условиях конденсации влаги и наличия диоксида углерода	163
Научно-технический журнал «Вопросы материаловедения». Оформление статей. Правила для авторов	176

CONTENTS

METALS SCIENCE. METALLURGY

<i>Knyazyuk T.V., Novoskoltsev N.S., Zisman A.A., Khlusova E.I.</i> Influence of niobium microalloying on the kinetics of static and dynamic recrystallization during hot rolling of medium-carbon high-strength steels.....	5
<i>Korotovskaya S.V., Sych O.V., Khlusova E.I.</i> Studying the interrelation of operating characteristics and structure zones of thermal influence in steels of ferrite-bainitic class.....	16
<i>Olenin M.I., Gorynin V.I., Makhurin V.V.</i> Improvement of the cold resistance of the 09G2S steel by programmed hardening combined with additional medium-temperature tempering.....	27
<i>Timofeev M.N., Galyatkin S.N., Samoylenko R.I., Markova Yu.M.</i> Structure of welded joints of 15Kh2MFA steel completed with low carbon surfacing without heat treatment.....	35
<i>Ospennikova O.G., Min P.G., Rogalev A.M., Vadeev V.E.</i> On the chemical composition, structure and mechanical properties of alloy EP648 fabricated by deformation, project die casting and selective laser melting.....	44
<i>Sergeeva A.M., Lovizin N.S., Sosnin A.A.</i> Effect of combining continuous casting and simultaneous solid-liquid metal deformation on the structure and properties of alloy V95 products	55
<i>Savchenko A.M., Konovalov Yu.V., Laushkin A.V.</i> First and second laws of thermodynamics: relationship, “inconsistency”, hidden effects.....	63

FUNCTIONAL MATERIALS

<i>Vorobieva M.V., Perfilov S.A., Pozdnyakov A.A., Lomakin R.L., Blank V.D.</i> New features of rock-cutting tools equipped with diamond-carbide cutting elements	74
<i>Shchegolkov A.V., Parfimovich I.D., Komarov F.F., Shchegolkov A.V., Tugolukov E.N.</i> Optically adjustable nanocomposite electrochromic film WO ₃ /rGO to control light transmission and protection from electromagnetic radiation.....	85
<i>Geraschenkova E.Yu., Vasiliev A.F., Samodelkin E.A., Farmakovskiy B.V.</i> Technology for producing composite nanostructured powder for protective coatings.....	97
<i>Bobkova T.I., Vasiliev A.F., Samodelkin E.A., Farmakovskiy B.V.</i> Nanocomposite coating with high micro-hardness based on the agglomerated Kh20N80-WC powder system	104
<i>Krasikov A.V., Bykova A.D., Merkulova M.V., Markov M.A.</i> Electrochemical deposition of nanocrystalline Ni-W coatings from citrate electrolytes	111
<i>Aleutdinova M.I., Fadin V.V.</i> Wear behaviour of metals in dry sliding against molybdenum with current collection	118

POLYMER COMPOSITE MATERIALS

<i>Kolpachkov E.D., Kurnosov A.O., Petrova A.P., Raskutin A.E.</i> Fiber-based hybrid polymer composites for aviation: A review	126
<i>Tryasunov V.S., Lishevich I.V., Nikolaev G.I., Shultseva E.L., Baruev V.E., Makhanko A.V.</i> On the definition of fire-safety characteristics for three-layer composite polymers in shipbuilding structures.....	139
<i>Primachenko B.M., Strokin K.O.</i> Theoretical and experimental studies of composite materials reinforced by carbon fabrics. Part 5: Simulation and experimental research of deformation of the carbon fabric structure	148

CORROSION AND PROTECTION OF METALS

<i>Butusova Ye.N., Mishakin V.V.</i> Estimate of early stages of destruction during stress corrosion cracking of pipe steels by eddy current method	154
<i>Vagapov R.K., Zapevalov D.N., Ibatullin K.A.</i> Evaluation of corrosion resistance of materials under conditions of moisture condensation in the presence of carbon dioxide	163
Guidelines for authors of the scientific and technical journal “Voprosy Materialovedeniya”. Manuscript requirements.....	176