

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

№ 2(98)
апрель – июнь

Выпуск посвящается 80-летию со дня основания
ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей»

2019

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
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»,
2019

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. 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",
2019

СОДЕРЖАНИЕ

80 лет на передовых рубежах материаловедения	8
-----------------------------------------------------------	---

МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ. МЕТАЛЛУРГИЯ

<i>Яковлева Е. А., Мотовилина Г. Д., Хлусова Е. И.</i> Влияние режимов старения на механизм разрушения низколегированных сталей с различной структурой.....	11
<i>Милоц В. Г., Цуканов В. В., Павлова А. Г., Смирнова Д. Л.</i> Исследование качества высокопрочной судостроительной стали с высокой концентрацией кальция	20
<i>Кашипов О. С., Павлова Т. В., Калашиников В. С., Попов И. П.</i> О влиянии добавок углерода на механические свойства титанового псевдо- α -сплава	27

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

<i>Беляков А. Н., Быстров Р. Ю., Геращенко Д. А., Бобкова Т. И., Васильев А. Ф., Макаров А. М., Прудников И. С., Фармаковский Б. В.</i> Сплав системы Co–Cr–Si–B на основе кобальта для нанесения защитных покрытий.....	39
<i>Коркина М. А., Самоделкин Е. А., Фармаковский Б. В., Васильева О. В., Кузнецов П. А., Геращенко Е. Ю.</i> Получение композиционного порошка магнитомягкого материала системы ферромагнетик – диамагнетик	44
<i>Скворцова А. Н., Бобкова Т. И., Фармаковский Б. В., Климов В. Н., Дмитрюк А. И.</i> Композиционный сплав на основе системы Co–Cr–Si–Zr–TiB ₂ –BN для получения композитных порошков и функциональных покрытий на их основе	50
<i>Фармаковский Б. В., Соколова Н. А., Бобкова Т. И.</i> Композиционный сплав на основе кобальта для нанесения функциональных покрытий методом гетерофазного переноса	57
<i>Дмитрюк А. И., Фармаковский Б. В., Бобкова Т. И., Геращенко Д. А.</i> Восстановление и ремонт деталей узлов машин с помощью сверхзвукового холодного газодинамического и микроплазменного напыления	64

ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

<i>Подколызина Л. В., Яковлев С. Н., Черныш А. А.</i> Экспериментальное определение модуля внутреннего трения полиуретановых эластомеров при знакопеременном изгибе с вращением.....	71
<i>Могнонов Д. М., Аюрова О. Ж., Ильина О. В., Корнопольцев В. Н., Мангадаев А. М.</i> Термические характеристики и физико-механические свойства полиимидатов.....	79
<i>Железина Г. Ф., Бова В. Г., Войнов С. И., Кан А. Ч.</i> Перспективы использования гибридных тканей на основе углеродных и арамидных волокон в качестве армирующего наполнителя полимерных композиционных материалов.....	86
<i>Нагорная М. Н., Мышляцев А. В., Стрижак Е. А.</i> Влияние окисленного технического углерода на поверхностную энергию резин.....	96

КОРРОЗИЯ И ЗАЩИТА МЕТАЛЛОВ

<i>Бутусова Е. Н., Мишакин В. В.</i> Исследование влияния старения на зарождение трещин коррозионного растрескивания под напряжением малоуглеродистой стали.....	102
<i>Миронович Л. М., Елисеев А. Ю., Елисеева А. Ю.</i> Удаление продуктов коррозии с поверхности элементов теплообменного оборудования из латуни растворами кислот.....	110
<i>Степанов В. В., Кашианов А. Д., Щуцкий С. Ю., Агринский А. Н., Симонов Н. И.</i> Исследование коррозионных свойств керамических материалов для пар трения насоса в среде свинец – висмут	116

КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОЧНОСТЬ И РАБОТОСПОСОБНОСТЬ МАТЕРИАЛОВ

<i>Евстифеева В. В., Литовченко В. Н., Мишакин В. В., Воробьев Р. А.</i> Оценка трещиностойкости конструкционной стали 38ХНЗМФА-Ш по характеристикам изломов и значениям скоростей упругих волн.....	123
<i>Филин В. Ю.</i> Контроль качества сталей для крупногабаритных сварных конструкций арктического шельфа. Применение российских и зарубежных требований	136

РАДИАЦИОННОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Марголин Б. З., Сорокин А. А., Пирогова Н. Е., Потапова В. А., Aki Toivonen, Faiza Sefta, Cédric Pokor. Модель коррозионного растрескивания облученных аустенитных сталей. Часть 1. Анализ механизмов повреждения и формулировка определяющих уравнений 154

Марголин Б. З., Сорокин А. А., Пирогова Н. Е., Потапова В. А., Aki Toivonen, Faiza Sefta, Cédric Pokor. Модель коррозионного растрескивания облученных аустенитных сталей. Часть 2. Определение параметров модели и ее верификация 178

Смирнов В. И., Минкин А. И., Марголин Б. З., Кохонов В. И. Методические особенности исследования кинетики роста коротких и длинных усталостных трещин в облученных реакторных материалах на малоразмерных образцах. Часть 1. Постановка задачи. Исследование влияния остроты исходного надреза на кинетические диаграммы роста усталостных трещин в образцах 191

ХРОНИКА

К 90-летию выдающегося ученого-кораблестроителя Олега Марковича Палия 205

Научно-технический журнал «Вопросы материаловедения». Оформление статей. Правила для авторов 211

CONTENTS

80 years on the forefront of materials science (on the 80th anniversary of the foundation of CRISM “Prometey”)	8
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---

METALS SCIENCE. METALLURGY

<i>Yakovleva E. A., Motovilina G. D., Khlusova E. I.</i> Effects of strain aging on fracture of low-alloy steels with different structure	11
<i>Miliuts V. G., Tsukanov V. V., Pavlov A. G., Smirnova D. L.</i> Research of quality of high-strength shipbuilding steel with high concentration of calcium	20
<i>Kashapov O. S., Pavlova T. V., Kalashnikov V. S., Popov I. P.</i> Carbon additives influence on mechanical properties of titanium near-alpha alloy	27

FUNCTIONAL MATERIALS

<i>Belyakov A. N., Bystrov R. Yu., Gerashchenkov D. A., Vasilyev A. F., Bobkova T. I., Makarov A. M., Prudnikov I. S., Farmakovskiy B. V.</i> Application of cobalt-based alloys of Co–Cr–Si–B system for protective coatings	39
<i>Korkina M. A., Samodelkin E. A., Farmakovskiy B. V., Vasilyeva O. V., Kuznetsov P. A., Gerashchenkova E. Yu.</i> Obtaining soft magnetic powder composites of the system ferromagnetic – diamagnetic	44
<i>Skvortsova A. N., Bobkova T. I., Farmakovskiy B. V., Klimov V. N., Dmitryuk A. I.</i> Composite alloy based on Co–Cr–Si–Zr–TiB ₂ –BN system for nanostructured powders and functional coatings	50
<i>Farmakovskiy B. V., Sokolova N. A., Bobkova T. I.</i> Composite cobalt-based alloy for functional coatings deposition using heterophase transfer	57
<i>Dmitryuk A. I., Farmakovskiy B. V., Bobkova T. I., Gerashchenkov D. A.</i> Restoration and repair of equipment by supersonic cold gas-dynamic and micro-plasma spraying	64

POLYMER COMPOSITE MATERIALS

<i>Podkolzina L. V., Yakovlev S. N., Chernysh A. A.</i> Researching internal friction module of polyurethane elastomers under alternating bending with rotation	71
<i>Mogonov D. M., Ayurova O. Zh., Ilyina O. V., Kornopoltsev V. N., Mangadaev A. M.</i> Thermal characteristics and physicomechanical properties of polyimides	79
<i>Zhelezina G. F., Bova V. G., Voinov S. I., Kan A. Ch.</i> Promising hybrid fabrics based on carbon and aramid fibers as a reinforcing filler for polymer composites	86
<i>Nagornaya M. N., Myshlyavtsev A. V., Strizhak E. A.</i> Effect of oxidized technical carbon on surface energy of rubber	96

CORROSION AND PROTECTION OF METALS

<i>Butusova E. N., Mishakin V. V.</i> Studying the influence of ageing on the stress corrosion cracking initiation of low-carbon steels	102
<i>Mironovich L. M., Eliseev A. Yu., Eliseeva A. Yu.</i> Aqueous acid-aided corrosion products removal from the surface of the brass elements of heat exchangers	110
<i>Stepanov V. V., Kashtanov A. D., Shchutsky S. U., Agrinsky A. N., Simonov N. I.</i> On corrosion properties of ceramic materials for pump friction pairs in lead – bismuth environment	116

STRUCTURAL INTEGRITY AND SERVICEABILITY OF MATERIALS

<i>Evstifeeva V. V., Litovchenko V. N., Mishakin V. V., Vorobyev R. A.</i> Evaluation of crack resistance of 38KhN3MFA–Sh structural steel by fracture properties and elastic wave velocities	123
<i>Filin V. Yu.</i> Quality control of steel for large-sized welded structures of Arctic shelf. Application of Russian and foreign requirements	136

RADIATION MATERIALS SCIENCE

<i>Margolin B. Z., Sorokin A. A., Pirogova N. E., Potapova V. A., Aki Toivonen, Faiza Sefta, Cédric Pokor.</i> Model of corrosion cracking of irradiated austenitic steels. Part 1. Analysis of damage mechanisms and formulation of the defining equations	154
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

<i>Margolin B. Z., Sorokin A. A., Pirogova N. E., Potapova V. A., Aki Toivonen, Faiza Sefta, Cédric Pokor.</i> Model of corrosion cracking of irradiated austenitic steels. Part 2. Determination of model parameters and its verification	178
<i>Smirnov V. I., Minkin A. J., Margolin B. Z., Kokhonov V. I.</i> Methodical approach for studying kinetics of short and long fatigue cracks growth for irradiated reactor materials. Part 1. Statement of problem. The effect of the initial notch acuity on the fatigue crack rate on small-sized specimens.....	191
NEWS, EVENTS, MEMORIES	
To the memory of outstanding scientist and shipbuilder Oleg Markovich Paliy in honor of his 90th birthday	205
Guidelines for authors of the scientific and technical journal “Voprosy Materialovedeniya”. Manuscript requirements	211