

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(113)
январь – март

2023

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
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. ИЛЫН, 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 учредителя и издателя: 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, EBSCO, входит
в состав RSCI на платформе Web of Science.

Отдельные статьи журнала переводятся на
английский язык и публикуются издатель-
ством «Pleiades Publishing, Ltd.» в журнале
“Inorganic 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»,
2023

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., 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

Founder & Editor Address:
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, EBSCO,
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”,
2023

СОДЕРЖАНИЕ

МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ. МЕТАЛЛУРГИЯ

Князюк Т. В., Новоскольников Н. С., Хлусова Е. И., Зисман А. А. Влияние ванадия, ниобия и бора на кинетику рекристаллизации аустенита сталей различного уровня прочности в условиях горячей деформации	5
Сыч О. В., Коротовская С. В., Новоскольников Н. С., Хлусова Е. И. Особенности структурообразующих процессов в экономнолегированной судостроительной стали с бейнитно-мартенситной структурой уровня прочности 890 при микролегировании ванадием	15
Быстров Р. Ю., Геращенко Д. А., Геращенко Е. Ю., Кузнецов П. А. Исследование конструкционной стали арктического класса в паре трения со льдом	29
Адашкин А. М., Бутрим В. Н., Кубаткин В. С. К вопросу о механизме упрочнения и разрушения двухфазного хромоникелевого сплава	36
Бердник О. Б., Царева И. Н. Влияние высокотемпературного старения на структуру и свойства литого никелевого сплава	45

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Бобкова Т. И., Васильев А. Ф., Гошкодеря М. Е., Климов В. Н., Кубанцев В. И., Марголин В. И., Самоделкин Е. А., Фармаковский Б. В., Шакиров И. В. Разработка технологии получения наноструктурированных композиционных порошков методом высокоскоростного механосинтеза	54
Геращенко Д. А., Удалов Ю. П. Расчет и исследование фазового состава композиционного интерметаллидного слоя, синтезированного на поверхности титанового сплава ВТ6 из порошков Cu-SiC и Al-SiC при лазерной обработке	62
Шадрин Н. В., Федорова А. Ф., Давыдова М. Л., Федоров А. Л. Исследование стойкости бутадиенитрильной резины к термоциклированию в углеводородной среде	72

ПОЛИМЕРНЫЕ КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Яковлева С. И., Далин М. А., Крупнина О. А., Крупенников В. А. Исследование причин затухания ультразвуковых колебаний в 3D-тканом композиционном материале ортогонального плетения	83
Седакова Е. Б., Ли Сяньшунь, Жаров В. Е., Бреки А. Д., Поздняков А. О., Смирнов А. А. Способность полимеров к самосмазыванию в металлополимерных парах трения	94

КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОЧНОСТЬ И РАБОТОСПОСОБНОСТЬ МАТЕРИАЛОВ

Ильин А. В., Лаврентьев А. А., Мотовилина Г. Д., Забавичева Е. В., Петров С. Н. О корреляции статической трещиностойкости высокопрочной среднелегированной стали с параметрами структурного состояния и стандартными механическими свойствами	103
Болобов В. И., Петкова А. П., Попов Г. Г., Злотин В. А., Латипов И. У., Шерстнева А. О., Жуйков И. В. Сравнительный анализ потерь компримированного водорода при транспортировке по трубопроводам из различных материалов	124

РАДИАЦИОННОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Гурович Б. А., Фролов А. С., Кулешова Е. А., Федотов И. В. Влияние длительных высокотемпературных выдержек на механические свойства и структуру сплава 42ХНМ после нейтронного облучения в составе ВВЭР-1000. Часть 1. Механические испытания	134
Гурович Б. А., Фролов А. С., Кулешова Е. А., Мальцев Д. А., Федотов И. В., Сафонов Д. В. Влияние длительных высокотемпературных выдержек на механические свойства и структуру сплава 42ХНМ после нейтронного облучения в составе ВВЭР-1000. Часть 2. Структурные исследования	150
Юрченко Е. В., Тимофеев М. Н., Марголин Б. З., Галяткин С. Н. Исследование сопротивления деформированию и разрушению металла сварных швов корпуса ВВЭР	174

ХРОНИКА

Орыщенко А. С., Фомина О. В., Цуканов В. В., Савичев С. А. Становление броневоего производства в России. Производство корабельной брони в конце XIX – начале XX вв.	189
--	-----

Научно-технический журнал «Вопросы материаловедения». Оформление статей. Правила для авторов	205
--	-----

CONTENTS

METALS SCIENCE. METALLURGY

<i>Knyazyuk T.V., Novoskoltsev N.S., Khlusova E.I., Zisman A.A.</i> Influence of vanadium, niobium and boron on kinetics of austenite recrystallization of steels with different strength levels under hot deformation conditions	5
<i>Sych O.V., Korotovskaya S.V., Novoskoltsev N.S., Khlusova E.I.</i> Structure forming processes in economically alloyed shipbuilding steel of 890 MPa yield strength level with a bainite-martensite structure when microalloyed with vanadium	15
<i>Bystrov R.Yu., Gerashchenkov D.A., Gerashchenkova E.Yu., Kuznetsov P.A.</i> Study of structural arctic steel in a friction pair with ice.....	29
<i>Adaskin A. M., Butrim V. N., Kubatkin V. S.</i> On the mechanism of chromium-nickel two-phase alloy strengthening and fracture	36
<i>Berdnik O.B., Tsareva I.N.</i> Study of high temperature aging of cast nickel alloy structure and properties	45

FUNCTIONAL MATERIALS

<i>Bobkova T. I., Vasiliev A.F., Goshkoderya M.E., Klimov V.N., Kubantsev V.I., Margolin V.I., Samodelkin E.A., Farmakovskiy B.V., Shakirov I.V.</i> Development of technology for obtaining nanostructured composite powders by high-speed mechanosynthesis	54
<i>Gerashchenkov D.A., Udalov Yu.P.</i> Calculation and investigation of the phase composition of a composite intermetallic layer synthesized on the surface of VT6 titanium alloy from Cu-SiC and Al-SiC powders	62
<i>Shadrinov N.V., Fedorova A.F., Davydova M.L., Fedorov A.L.</i> Study of the resistance of nitrile butadiene rubber to thermal cycling in a hydrocarbon medium.....	72

POLYMER STRUCTURAL MATERIALS

<i>Yakovleva S.I., Dalin M.A., Krupnina O.A., Krupennikov V.A.</i> Study of the attenuation of ultrasonic oscillations in 3D-orthogonal woven composite.....	83
<i>Sedakova E.B., Li Syanshun, Zharov V.E., Breki A.D., Pozdnyakov A.O., Smirnov A.A.</i> On the ability of polymers to self-lubrication in metal – polymer friction pairs	94

STRUCTURAL INTEGRITY AND SERVICEABILITY OF MATERIALS

<i>Ilyin A.V., Lavrentiev A.A., Motovilina G.D., Zabavicheva E.V., Petrov S.N.</i> Correlation of fracture toughness with microstructural parameters and standard mechanical properties of high-strength medium-alloy steel...	103
<i>Bolobov V.I., Petkova A.P., Popov G.G., Zlotin V.A., Latipov I.U., Sherstneva A.O., Zhuikov I.V.</i> Comparative analysis of compressed hydrogen losses during its transportation through the pipelines from different materials	124

RADIATION MATERIALS SCIENCE

<i>Gurovich B. A., Frolov A.S., Kuleshova E. A., Fedotov I.V.</i> Long-term high-temperature exposure effects on mechanical properties and structure of the 42XNM alloy after neutron irradiation in the VVER-1000. Part 1. Mechanical tests	134
<i>Gurovich B.A., Frolov A.S., Kuleshova E.A., Maltsev D.A., Fedotov I.V., Safonov D.V.</i> Long-term high-temperature exposure effects on mechanical properties and structure of the 42XNM alloy after neutron irradiation in the VVER-1000. Part 2. Structural studies	150
<i>Yurchenko E.V., Timofeev M.N., Margolin B.Z., Galyatkin S.N.</i> Study of mechanical properties and brittle fracture resistance for weld metal of WWER RPV	174

NEWS AND EVENTS

<i>Oryshchenko A.S., Fomina O.V., Tsukanov V.V., Savichev S.A.</i> The formation of armor production in Russia. Ship armor manufacturing in the late 19 th – early 20 century.....	189
Guidelines for authors of the scientific and technical journal “Voprosy Materialovedeniya”. Manuscript requirements.....	205