

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор **А. С. ОРЫЩЕНКО**
д-р техн. наук, профессор,
чл.-корр. РАН
Зам. главного редактора **В. П. ЛЕОНОВ**
д-р техн. наук

Члены редакционной коллегии

А. В. АНИСИМОВ, д-р техн. наук
О. А. БАННЫХ, д-р техн. наук, профессор, акад. РАН
С. А. ВОЛОГЖАНИНА, д-р техн. наук, профессор
С. К. ГОРДЕЕВ, д-р техн. наук
К. В. ГРИГОРОВИЧ, д-р техн. наук, профессор,
акад. РАН
Э. П. ЗАРУБИН, канд. техн. наук (отв. секретарь)
А. В. ИЛЫН, д-р техн. наук
В. А. КАРХИН, д-р техн. наук, профессор
А. Д. КАШТАНОВ, д-р техн. наук
М. В. КОСТИНА, д-р техн. наук
А. В. КУДРЯ, д-р техн. наук, профессор
П. А. КУЗНЕЦОВ, д-р техн. наук
Б. З. МАРГОЛИН, д-р техн. наук, профессор
С. Ю. МУШНИКОВА, д-р техн. наук
О. Л. ПЕРВУХИНА, д-р техн. наук
С. Н. ПЕТРОВ, д-р техн. наук
О. В. ФОМИНА, д-р техн. наук
Е. И. ХЛУСОВА, д-р техн. наук, профессор
В. В. ЦУКАНОВ, д-р техн. наук, профессор
В. Я. ШЕВЧЕНКО, д-р техн. наук, профессор,
акад. РАН

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.

Перепечатка материалов из журнала возможна
при письменном согласовании с редакцией, при
этом ссылка на журнал обязательна.

© НИЦ «Курчатовский институт» –
ЦНИИ КМ «Прометей»,
2024

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.V. ANISIMOV
Dr Sc., Prof., Acad. of the RAS O.A. BANNYKH
Dr Sc., Prof. S.A. VOLOGZHANINA
Dr Sc. S.K. GORDEEV
Dr Sc., Prof., Acad. of the RAS
K.V. GRIGOROVITCH
Cand. Sc. E. P. ZARUBIN (Exec. Secretary)
Dr Sc. A.V. ILYIN
Dr Sc., Prof. V.A. KARKHIN
Dr Sc. A.D. KASHTANOV
Dr Sc. M.V. KOSTINA
Dr Sc., Prof. A.V. KUDRYA
Dr Sc., P.A. KUZNETSOV
Dr Sc., Prof. B.Z. MARGOLIN
Dr Sc. S.Yu. MUSHNIKOVA
Dr Sc. O.L. PERVUKHINA
Dr Sc. S. N. PETROV
Dr Sc. O.V. FOMINA
Dr Sc., Prof. E.I. KHLUSOVA
Dr Sc., Prof. V.V. TSUKANOV
Dr Sc., Prof., Acad. of the RAS
V.YA. SHEVCHENKO

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.

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”,
2024

СОДЕРЖАНИЕ

МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ. МЕТАЛЛУРГИЯ

Кондратьев Н. А., Хлусова Е. И., Анисимов Д. М., Боровская О. Д. Выбор параметров высокоскоростной термомеханической обработки стали Cr–Ni–Mo на основании имитационного моделирования 5

Попова Н. А., Громов В. Е., Порфирьев М. А., Иванов Ю. Ф., Никоненко Е. Л., Невский С. А. Механизмы упрочнения тяжело нагруженных рельсов из заэвтектоидной стали при длительной эксплуатации .. 20

Зисман А. А., Князюк Т. В., Петров С. Н. Оценка структурного состояния бывшего аустенита в горячей-катаной стали по ее текстуре после мартенситного превращения 40

Лукьянова Н. А., Мельников П. В., Грибанова В. Б. Влияние отпуска на структуру и свойства сварного соединения высокопрочной конструкционной стали, выполненного автоматической сваркой под флюсом 50

Гангало А. Н., Бурховецкий В. В. Влияние температуры горячего прессования составных медно-титановых заготовок на формирование интерметаллидного слоя на границе раздела материалов 60

Ганиев И. Н., Холмуродов Ф., Сафаров А. Г., Нуров Н. Р., Якубов У. Ш. Влияние добавки висмута на теплофизические свойства и термодинамические функции алюминиевого сплава AlFe₅Si₁₀..... 67

Зареченский Д. А., Воробьев В. В., Шевченко В. А. Исследование зоны сплавления композиционного сплава релит – марганцевый мельхиор при наплавке деталей металлургического оборудования печным способом 79

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Леонов В. П., Малинкина Ю. Ю., Другачук С. Д., Хачатурян И. М., Чудаков Е. В. Сравнительный анализ технологических свойств и микроструктуры порошков из титановых сплавов различных классов . 86

Гордеев С. К. Алмазкарбидокремниевые композиционные материалы АКК «Скелетон» 99

Жуков А. С., Кузнецов П. А. Влияние гранулометрического состава порошков сталей и прецизионных сплавов и режимов их сплавления методом СЛС на пористость 117

Шевченко В. Я., Долгин А. С., Сычев М. М., Балабанов С. В. Обзор критериев и методов оценки свойств керамических материалов, предназначенных для защиты от воздействия ударных нагрузок 127

Макаров А. М., Геращенко Д. А., Быстров Р. Ю., Попова Е. А., Бобырь В. В., Каширина А. А., Яковлева Н. В. Исследование влияния параметров лазерного излучения на рост наноразмерного карбида вольфрама в покрытии системы Ni–Ti–WC 143

Кузенов С. Р., Буснюк А. О., Алимов В. Н., Лившиц А. И., Передистов Е. Ю. Влияние термической обработки ниобиевой подложки на термостабильность защитно-каталитического покрытия из палладия 149

ПОЛИМЕРНЫЕ КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Злобина И. В., Бекренев Н. В., Егоров А. С., Анисимов А. В. Влияние ультразвуковой обработки отвержденного монослоя, сформированного путем трехмерной печати из препрега, армированного непрерывным углеродным волокном, на сопротивление воздействию потока твердых частиц 159

РАДИАЦИОННОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Марголин Б. З., Фоменко В. Н., Швецова В. А., Юрченко Е. В. Радиационное и термическое охрупчивание корпусных реакторных сталей: связь механизмов охрупчивания и разрушения с характеристиками зарождения и распространения микротрещин. Часть 1. Стратегия, программа и методы экспериментальных и расчетных исследований..... 173

Марголин Б. З., Фоменко В. Н., Швецова В. А., Юрченко Е. В. Радиационное и термическое охрупчивание корпусных реакторных сталей: связь механизмов охрупчивания и разрушения с характеристиками зарождения и распространения микротрещин. Часть 2. Характеристики прочности и пластичности 195

Марголин Б. З., Беляева Л. А., Сорокин А. А., Юрченко Е. В., Григорьев М. Н. Корреляционные зависимости между упрочнением в терминах предела текучести и микротвердости для аустенитных и ферритно-мартенситных сталей 210

Научно-технический журнал «Вопросы материаловедения». Оформление статей. Правила для авторов 227

CONTENTS

METALS SCIENCE. METALLURGY

| | |
|--|----|
| <i>Kondratiev N.A., Khlusova E.I., Anisimov D.M., Borovskaya O.D.</i> Selection of parameters of high-speed thermodeformation processing of Cr–Ni–Mo steel on the basis of imitation modeling..... | 5 |
| <i>Popova N.A., Gromov V.E., Porfiriev M.A., Ivanov Yu.F., Nikonenko E.L., Nevsky S.A.</i> Mechanisms of hardening of heavily-loaded rails made of hypereutectoid steel during long-term operation..... | 20 |
| <i>Zisman A.A., Kniazyuk T.V., Petrov S.N., Fedoseev M. L., Novoskoltsev N. S.</i> Assessment of former austenite structure in hot rolled steel in terms of its texture after martensitic transformation | 40 |
| <i>Lukyanova N.A., Melnikov P.V., Gribanova V.B.</i> Influence of tempering on structure and properties of welded joints of high-strength structural steel achieved by submerged arc welding..... | 50 |
| <i>Gangalo A.N., Burkhovetsky V.V.</i> Influence of hot pressing temperature of composite copper-titanium billets on the formation of intermetallide layer at the material interface..... | 60 |
| <i>Ganiev I.N., Kholmurodov F., Safarov A.G., Nurov N.R., Yakubov U.Sh.</i> Effect of bismuth additives on the thermophysical properties and thermodynamic functions of aluminum alloy AlFe5Si10..... | 67 |
| <i>Zarechensky D.A., Vorobyov V.V., Shevchenko V.A.</i> Research of the melting zone of the relit – cupronickel composite alloy when surfacing metallurgical equipment parts using the furnace method | 79 |

FUNCTIONAL MATERIALS

| | |
|--|-----|
| <i>Leonov V.P., Malinkina Yu.Yu., Drugachuk S.D., Khachaturyan I.M., Chudakov E.V.</i> Comparative analysis of technological properties and microstructure of titanium powders of different classes of alloys..... | 86 |
| <i>Gordeev S.K.</i> “Skeleton”, diamond-silicon carbide composite material..... | 99 |
| <i>Zhukov A.S., Kuznetsov P.A.</i> The influence of the granulometric composition of powders of steels and precision alloys and their melting modes by LPBF on porosity | 117 |
| <i>Shevchenko V.Ya., Dolgin A.S., Sychev M.M., Balabanov S.V.</i> Review of criteria and methods for evaluating properties of ceramic materials designed for impact load protection..... | 127 |
| <i>Makarov A.M., Gerashchenkov D.A., Popova E.A., Bobyr V.V., Kashirina A.A., Yakovleva N.V., Bystrov R.Yu.</i> Implications of the impact of laser explosion parameters on the growth of nano-sized wolfram carbidium in Ni–Ti–WC system coatings | 143 |
| <i>Kuzenov S.R., Busnyuk A.O., Alimov V.N., Livshits A.I., Peredistov E.Yu.</i> Influence of thermal treatment of niobium substrate on thermal stability of palladium protective-catalytic coating..... | 149 |

POLYMER STRUCTURAL MATERIALS

| | |
|--|-----|
| <i>Zlobina I.V., Bekrenev N.V., Egorov A.S., Anisimov A.V.</i> The effect of ultrasonic treatment of a cured monolayer formed by three-dimensional printing from a prepreg reinforced with continuous carbon fiber on the resistance to the flow of solid particles..... | 159 |
|--|-----|

RADIATION MATERIALS SCIENCE

| | |
|--|-----|
| <i>Margolin B.Z., Fomenko V.N., Shvetsova V.A., Yurchenko E.V.</i> Radiation and thermal embrittlement of RPV steels: the links of embrittlement mechanisms, fracture modes and microcrack nucleation and propagation properties. Part 1. Strategy, program and methods of experimental and numerical studies..... | 173 |
| <i>Margolin B.Z., Fomenko V.N., Shvetsova V.A., Yurchenko E.V.</i> Radiation and thermal embrittlement of RPV steels: the links of embrittlement mechanisms, fracture modes and microcrack nucleation and propagation. Part 2. Strength and plasticity properties..... | 195 |
| <i>Margolin B.Z., Belyaeva L.A., Sorokin A.A., Yurchenko E.V., Grigoriev M.N.</i> Correlation dependences between hardening in terms of yield strength and microhardness for austenitic and ferritic-martensitic steels..... | 210 |

| | |
|--|------------|
| Guidelines for authors of the scientific and technical journal “Voprosy Materialovedeniya”. Manuscript requirements | 227 |
|--|------------|