

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(108)
октябрь – декабрь

2021

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 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 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»,
2021

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

Founder & EditorAddress:
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”,
2021

СОДЕРЖАНИЕ

МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ. МЕТАЛЛУРГИЯ

Костина М. В., Блинов В. М., Калинин Г. Ю., Фомина О. В., Мушеникова С. Ю. Высокопрочная аустенитная Mn-Ni-Cu-V-C дисперсионно-твердеющая сталь	7
Фомина О. В., Зисман А. А., Вихарева Т. В. Исследование механизмов формирования зародыша рекристаллизации в аустенитной азотсодержащей стали в процессе ВТМО	23
Коротковская С. В., Сыч О. В., Хлусова Е. И., Анисимов Д. М. Формирование аустенита в ферритно-бейнитных, бейнитно-мартенситных и мартенситных судостроительных сталях и его влияние на превращенную структуру	37
Цуканов В. В., Смирнова Д. Л., Ефимов С. В. Научно-методические основы выбора режимов накопления и предварительной термической обработки при производстве поковок из среднеуглеродистых среднелегированных сталей	49
Чегуров М. К., Чезрова М. Н., Гориунов М. Г., Бердник О. Б. Оценка влияния структурного состояния на механические свойства стали 14X17H2	65
Крюков Р. Е., Козырев Н. А., Громов В. Е., Иванов Ю. Ф., Шлярова Ю. А. Структурно-фазовое состояние и дефектная субструктура сварных швов из низкоуглеродистой стали	74
Висик Е. М., Рассохина Л. И., Ечин А. Б., Гамазина М. В. О некоторых аспектах повышения качества литых турбинных лопаток ГТД из жаропрочных никелевых сплавов	82

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Царева И. Н., Кривина Л. А., Бердник О. Б., Разов Е. Н. Плазменное защитное керамическое покрытие системы Al_2O_3 -Ni из плакированной порошковой смеси	99
Герасенкова Е. Ю., Бобкова Т. И., Герасенков Д. А., Быстров Р. Ю., Макаров А. М., Фармаковский Б. В. Получение защитных покрытий на основе композиции NbCo ₂ -Zr-WC	108
Царева И. Н., Кривина Л. А., Бердник О. Б., Разов Е. Н. Исследование высокотемпературного поведения теплозащитного покрытия диоксида циркония методом лазерного нагрева	115
Майоров Д. В., Копкова Е. К. Влияние поверхностного натяжения внутрипоровой жидкости на физико-химические свойства слоистых двойных гидроксидов магния и алюминия, полученных методом твердофазного синтеза	128
Герасенков Д. А., Быстров Р. Ю., Кузнецов П. А., Герасенкова Е. Ю., Макаров А. М., Маркова Ю. М., Анисимов А. В. Получение высоколегированного никелем слоя на поверхности низкоуглеродистой стали с использованием монометаллических порошков и лазерной обработки	138

ПОЛИМЕРНЫЕ КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Лебедев В. Л., Косильников В. Ю., Серый П. В., Трошкин С. Н., Анисимов А. В. Прогнозирование гидростатической прочности сферопластиков	149
Курносоев А. О., Вавилова М. И., Гуляев И. Н., Ахмадиева К. Р. Безрастворная технология изготовления препрега на основе высокотемпературного порошкового фталонитрильного связующего	165

КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОЧНОСТЬ И РАБОТОСПОСОБНОСТЬ МАТЕРИАЛОВ

Филин В. Ю., Мизецкий А. В., Виноградов О. П., Садкин К. Е., Назарова Е. Д., Порошков А. В., Пышкин Д. А. Расчетные оценки эффективности мероприятий для обеспечения равномерного роста усталостной трещины при испытании на трещиностойкость образцов полной толщины	179
Сухов Д. И., Ходинев И. А., Монин С. А., Рыжков П. В. Высокотемпературная малоцикловая усталость жаропрочного сплава системы Co-Cr-Ni-W-Ta, полученного с помощью аддитивных технологических процессов	189

РАДИАЦИОННОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Ерак Д. Ю., Чернобаева А. А., Медведев К. И., Журко Д. А., Кочкин В. Н., Скундин М. А., Бубякин С. А., Паль Н. В., Решетников А. А. Исследование металла необлучаемого сварного шва корпуса реактора ВВЭР-440 после эксплуатации в течение 45 лет	202
Воскобойников Р. Е. Исследование первичного дефектообразования в каскадах смещений в титане	216
Неустроев В. С., Маркелов Д. Е., Обухов А. В., Марголин Б. З., Пирогова Н. Е. Исследование микроструктуры основного металла и металла сварного шва стали 08X18H10T после низкотемпературного облучения в реакторе БОР-60 в интервале повреждающих доз от 40 до 100 смещений на атом	233

ХРОНИКА

Академик РАН Олег Александрович Банных (к 90-летию со дня рождения).....	244
Академик РАН Николай Тимофеевич Кузнецов (к 90-летию со дня рождения).....	247
Академик РАН Константин Всеволодович Григорович (к 70-летию со дня рождения).....	249
Перечень статей, опубликованных в научно-техническом журнале «Вопросы материаловедения» в 2021 году.....	251
Научно-технический журнал «Вопросы материаловедения». Оформление статей. Правила для авторов	255

CONTENTS

METALS SCIENCE. METALLURGY

<i>Kostina M.V., Blinov V.M., Kalinin G.Yu., Fomina O.V., Mushnikova S.Yu.</i> Structure and mechanical properties of high strength austenitic Mn–Ni–Cu–V–C dispersionally hardened steel	7
<i>Fomina O.V., Zisman A.A., Vikhareva T.V.</i> On the formation of recrystallization nuclei in austenitic nitrogen-containing steel under hot deformation	23
<i>Korotovskaya S.V., Sych O.V., Khlusova E.I., Anisimov D.M.</i> Formation of austenite in ferrite-beinite, beinite-martensite and martensitic shipbuilding steels and its influence on the transformed structure	37
<i>Tsukanov V.V., Smirnova D.L., Efimov S.V.</i> Methodology of scientific selection of accumulation modes and preliminary heat treatment of forgings made of medium carbon medium alloy steels	49
<i>Chegurov M.K., Cheerova M.N., Gorshunov M.G., Berdnik O.B.</i> Estimation of the influence of the structural state on the mechanical properties of steel 14Kh17N2	65
<i>Kryukov R.E., Kozyrev N.A., Gromov V.E., Ivanov Yu.F., Shliarova Yu.A.</i> Structural-phase state and defective sub-structure of low-carbon steel welds	74
<i>Visik E.M., Rassokhina L.I., Echin A.B., Gamazina M.V.</i> Some aspects of improving the quality of GTE cast turbine blades of nickel superalloys	82

FUNCTIONAL MATERIALS

<i>Tsareva I.N., Krivina L.A., Berdnik O.B., Razov E.N.</i> Plasma protective ceramic coating of the Al_2O_3 –Ni system from clad powder mixture.....	99
<i>Gerashchenkova E.Yu., Bobkova T.I., Gerashchenkov D.A., Bystrov R.Yu., Farmakovskiy B.V.</i> Obtaining protective coatings based on $NbCo_2$ –Zr–WC composition.....	108
<i>Tsareva I.N., Krivina L.A., Berdnik O.B., Razov E.N.</i> Study of high-temperature behavior of a heat-protective coating of zirconium dioxide by laser heating.....	115
<i>Mayorov D.V., Kopkova E.K.</i> Effect of surface tension of interstitial fluid on the physicochemical properties of layered double magnesium and aluminum hydroxides obtained by solid-phase synthesis.....	128
<i>Gerashchenkov D.A., Bystrov R.Yu., Kuznetsov P.A., Gerashchenkova E. Yu., Makarov A.M., Markov Yu.M.</i> Obtaining a high-nickel-alloyed layer on the surface of low-carbon steel using monometallic powders and laser processing.....	138

POLYMER COMPOSITE MATERIALS

<i>Lebedev V.L., Kosulnikov V.Yu., Sery P.V., Troshkin S.N., Anisimov A.V.</i> Prediction of hydrostatic strength of spheroplastics.....	149
<i>Kurnosov A.O., Vavilova M.I., Gulyaev I.N., Akhmadieva K.R.</i> Solution-free technology of prepreg production based on high-temperature powder phthalonitrile binding	165

STRUCTURAL INTEGRITY AND SERVICEABILITY OF MATERIALS

<i>Filin V.Yu., Mizetsky A.V., Vinogradov O.P., Sadkin K.E., Nazarova E.D., Poroshkov A.V., Pyshkin D.A.</i> FEM assessment of the procedures providing for a uniform crack shape in specimens for fracture toughness tested in full thickness.....	179
<i>Suhov D.I., Hodinev I.A., Monin S.A., Ryzhkov P.V.</i> High-temperature low-cycle fatigue of a heat-resistant alloy of the Co–Cr–Ni–W–Ta system obtained by additive manufacturing.....	189

RADIATION MATERIALS SCIENCE

<i>Erak D.Yu., Chernobaeva A.A., Medvedev K.I., Zhurko D.A., Kochkin V.N., Skundin M.A., Bubyakin S.A., Pal N.V., Reshetnikov A.A.</i> Study of the metal of the irradiated weld of the WVER-440 reactor body after 45 years of operation.....	202
<i>Voskoboinikov R.E.</i> A study of primary damage formation in collision cascades in titanium.....	216
<i>Neustroev V.S., Markelov D.E., Obukhov A.V., Margolin B.Z., Pirogova N.E.</i> Investigation of the microstructure of the base and weld metal of steel Fe–0.08C–18Cr–10Ni–Ti after low-temperature irradiation in the BOR-60 reactor in the range of damage doses from 40 to 101 displacements per atom.....	233

NEWS AND EVENTS

Academician of the Russian Academy of Sciences Oleg Bannykh (on the occasion of his 90th birthday)	244
Academician of the Russian Academy of Sciences Nikolai Kuznetsov (on the occasion of his 90th birthday).....	247

Academician of the Russian Academy of Sciences Konstantin Grigorovich (on the occasion of his 70th birthday).....	249
A list of articles published in the scientific and technical journal “Voprosy Materialovedeniya” in 2021	251
Guidelines for authors of the scientific and technical journal “Voprosy Materialovedeniya”. Manuscript requirements.....	255