

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»,
2022

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”,
2022

СОДЕРЖАНИЕ

МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ. МЕТАЛЛУРГИЯ

Федосеев М. Л., Петров С. Н., Николаев Д. И., Бескровный А. И., Лычагина Т. А. Методические аспекты исследования высокопрочной стали при помощи рентгеновской и нейтронной дифракции	7
Китаев Н. И., Пичхидзе С. Я. Расчет и исследование напряженно-деформированного состояния азотированного зубчатого колеса	16
Михайлов В. И., Козлова И. Р., Кузнецов С. В., Маркова Ю. М., Васильева Е. А. Термическая обработка сварных соединений опытного высоколегированного сплава титана	26
Леонов В. П., Молчанова Н. Ф., Воропаев А. А., Шальнова С. А., Чудаков Е. В., Иксанов М. В. Исследование свойств, структуры и качества металла заготовок титанового сплава Ti-4,25Al-2V, полученных методом прямого лазерного выращивания	40
Медведев П. Н., Кашапов О. С., Решетило Л. П. Исследование поверхностных слоев титанового сплава ВТ41 после механической обработки	54

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Щегольков А. В., Липкин М. С., Щегольков А. В., Семенкова А. Применение углеродных нанотрубок, полученных CVD-методом, для суперконденсаторов с электролитом на основе LiPF_6	64
Васильев А. Ф., Гюлиханов Е. Л., Климов В. Н., Макаров А. М., Самоделкин Е. А., Фармаковский Б. В. Исследование процесса активированной пайки металла со стеклом.	77
Бобкова Т. И., Быстров Р. Ю., Васильев А. Ф., Геращенко Д. А., Макаров А. М., Гюлиханов Е. Л., Гошкодеря М. Е., Фармаковский Б. В. Разработка технологии нанесения защитных функционально-градиентных покрытий из диборида титана с помощью магнетронного напыления	83
Бобкова Т. И., Быстров Р. Ю., Васильев А. Ф., Геращенко Д. А., Гошкодеря М. Е., Марголин В. И., Фармаковский Б. В. Разработка технологии магнетронного напыления композиционных наноструктурированных покрытий из сплава системы V-Ti-Cr-TiC	89
Бобкова Т. И., Быстров Р. Ю., Васильев А. Ф., Геращенко Д. А., Гошкодеря М. Е., Макаров А. М., Фармаковский Б. В. Функционально-градиентные покрытия системы $\text{HfB}_2\text{-Si}_3\text{N}_4$ с высокой стойкостью к износу, полученные с помощью технологии сверхзвукового холодного газодинамического напыления	96
Раевских А. Н., Чабина Е. Б., Филонова Е. В. Исследование влияния характеристик исходного порошка на микрорельефные особенности сплава ЖС6К, полученного методом селективного лазерного сплавления	101
Бобкова Т. И., Геращенко Д. А., Гошкодеря М. Е., Макаров А. М., Марголин В. И., Фармаковский Б. В. Композиционные наноструктурированные порошковые системы нитинол – ZrC для получения покрытий с высокими физико-механическими свойствами	120

ПОЛИМЕРНЫЕ КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Ли Сяньшунь, Седакова Е. Б. Применение метода молекулярно-динамического моделирования для анализа износостойкости композита в сравнении с исходной полимерной матрицей	126
Колпачков Е. Д., Щур П. А., Куршев Е. В., Черняева И. Ю., Шведов А. В. Влияние ионно-плазменной обработки армирующих наполнителей на комплекс свойств ПКМ	134
Трясунов В. С., Шульцева Е. Л., Баганик А. М., Полякова Ю. В. Свойства стеклопластиков на основе огнестойких полиэфирных смол российского производства марок Аркпол 40 М и Полимер 3088 ТА	147

РАДИАЦИОННОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Самойленко Р. И., Тимофеев М. Н., Галяткин С. Н., Маркова Ю. М., Анисимов Д. М., Королев С. А., Гуркин С. В. Исследование структурно-фазовых превращений в металле монтажных сварных соединений реакторных установок атомных ледоколов	157
Марголин Б. З., Юрченко Е. В., Морозов А. М., Варовин А. Я. Исследование влияния пострadiaционного отжига на восстановление свойств материалов опорных конструкций корпусов реакторов ВВЭР-440. Часть 1. Постановка задачи и результаты испытаний	169
Марголин Б. З., Юрченко Е. В., Морозов А. М., Варовин А. Я., Рогожский С. В., Никитин А. А. Исследование влияния пострadiaционного отжига на восстановление свойств материалов опорных конструкций корпусов реакторов ВВЭР-440. Часть 2. Анализ особенностей влияния отжига материала после низкотемпературного облучения	184

<i>Курский Р. А., Рожков А. В., Забусов О. О., Мальцев Д. А., Скундин М. А., Бандура А. П., Васильева Е. А., Шишкин А. А.</i> Влияние термомеханического воздействия на структуру гидридов в облученных оболочечных трубах из сплава Э110 в условиях длительного «сухого» хранения отработавшего ядерного топлива	199
---	-----

ХРОНИКА

Академик РАН Евгений Николаевич Каблов (к 70-летию со дня рождения)	215
---	-----

Научно-технический журнал «Вопросы материаловедения». Оформление статей. Правила для авторов	218
---	-----

CONTENTS

METALS SCIENCE. METALLURGY

<i>Fedoseev M.L., Petrov S.N., Nikolaev D.I., Beskrovny A.I., Lychagina T.A.</i> X-ray and neutron diffraction study of high-strength steel. Methodological aspects.....	7
<i>Kitaev N.I., Pichkhidze S.Ya.</i> Calculation and investigation of the stress-strain state of a nitrided gear wheel	16
<i>Mikhaylov V.I., Kozlova I.R., Kuznetsov S.V., Markova Yu.M., Vasilieva E.A.</i> Heat treatment of welded joints of experimental highly-doped titanium alloy	26
<i>Leonov V.P., Molchanova N.F., Voropaev A.A., Shalnova S.A., Chudakov E.V., Iksanov M.V.</i> Investigation of the properties, structure and quality of the alloy Ti-4.25Al-2V blanks produced by direct laser deposition ...	40
<i>Medvedev P.N., Kashapov O.S., Reshetilo L.P.</i> Study of surface layers of VT41 titanium alloy after mechanical treatment.....	54

FUNCTIONAL MATERIALS

<i>Alexandr V. Shchegolkov, Lipkin M.S., Aleksei V. Shchegolkov, Semenkova A.</i> Application of carbon nanotubes produced by CVD-method for supercapacitor with LiPF ₆ -based electrolyte	64
<i>Vasiliev A.F., Gyulikhhandanov E.L., Klimov V.N., Makarov A.M., Samodelkin E.A., Farmakovskiy B.V.</i> Research of the process of activated soldering for glass/metal.....	77
<i>Bobkova T.I., Bystrov R.Yu., Vasiliev A.F., Gerashchenkov D.A., Makarov A. M., Gyulikhhandanov E. L., Goshkoderya M.E., Farmakovskiy B.V.</i> Development of a technology of protective functional gradient coatings of titanium diboride by magnetron sputtering	83
<i>Bobkova T.I., Bystrov R.Yu., Vasiliev A.F., Gerashchenkov D.A., Makarov A. M., Goshkoderya M.E., Margolin V.I., Farmakovskiy B.V.</i> Development of a technology for magnetron sputtering of composite nanostructured coatings from an alloy of the V-Ti-Cr-TiC system	89
<i>Bobkova T.I., Bystrov R.Yu., Vasiliev A.F., Gerashchenkov D.A., Goshkoderya M.E., Makarov A. M., Farmakovskiy B.V.</i> Functional-gradient coatings of the HfB ₂ -Si ₃ N ₄ system with high wear resistance obtained by supersonic cold gas-dynamic spraying	96
<i>Raevskikh A.N., Chabina E.B., Filonova E.V.</i> The influence of the ZhS6K powder Initial characteristics on the alloy microrelief features after selective laser melting.....	101
<i>Bobkova T.I., Gerashchenkov D.A., Goshkoderya M.E., Makarov A. M., Margolin V.I., Farmakovskiy B.V.</i> Composite nanostructured powders of the nitinol-ZrC system for obtaining coatings with high physical and mechanical properties	120

POLYMER COMPOSITE MATERIALS

<i>Li Xianshun, Sedakova E.B.</i> Molecular-dynamic modeling applied for analysis of composite wear resistance increasing as compared with the original polymer matrix	126
<i>Kolpachkov E.D., Shchur P.A., Kurshev E. V., Chernyaeva I.Yu., Shvedov A.V.</i> Influence of Ion-plasma treatment of reinforcing fillers on the complex of PCM properties.....	134
<i>Tryasunov V.S., Shultseva E.L., Baganik A.M., Polyakova Y.V.</i> Properties of the fiberglass based on the fire-resistant polyester resins of Russian brands Arkpol 40 M and Polymer 3088 TA	147

RADIATION MATERIALS SCIENCE

<i>Samoylenko R.I., Timofeev M.N., Galyatkin S.N., Markova Yu.M., Anisimov D.M., Korolev S.A., Gurkin S.V.</i> Investigation of structural-phase transformations in metal of welded joints of reactor plants for nuclear ice-breakers	157
<i>Margolin B.Z., Yurchenko E.V., Morozov A.M., Varovin A.Ya.</i> Post-radiation annealing influence on the evolution of the materials properties of the supporting structures of WWER-440 reactor vessels. Part 1: Problem statement and test results.....	169
<i>Margolin B.Z., Yurchenko E.V., Morozov A.M., Varovin A.Ya., Rogozhkin S.V., Nikitin A.A.</i> Post-radiation annealing influence on the evolution of the materials properties of the supporting structures of WWER-440 reactor vessels. Part 2: Analysis of the influence of material annealing after low temperature irradiation	184

Kursky R.A., Rozhkov A.V., Zabusov O.O., Maltsev D.A., Skundin M.A., Bandura A.P., Vasilieva E.A., Shishkin A.A. Influence of thermomechanical exposure on the structure of hydrides in irradiated E110 alloy cladding pipes under the conditions of long-term dry storage of spent nuclear fuel..... 199

NEWS AND EVENTS

Academician of the RAS Eugeny Kablov (on the occasion of his 70th birthday)..... 215

Guidelines for authors of the scientific and technical journal “Voprosy Materialovedeniya”.
Manuscript requirements..... 218