

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(114)
апрель – июнь

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. 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. ИЛЬИН, 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»,
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.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”,
2023

СОДЕРЖАНИЕ

МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ. МЕТАЛЛУРГИЯ

Оленин М. И., Романов О. Н., Бушуев С. В., Кашианов А. Д., Афанасьев С. Ю., Бережко Б. И., Шахьян С. А., Апинов Ж. Э. Оценка влияния гомогенизационного отжига на критическую температуру хрупкости кованных заготовок из стали марки 15Х2МФА-А.....	5
Никитина В. Р., Пазилова У. А., Хлусова Е. И. Влияние ванадия и ниобия на фазовые превращения в хромоникельмолибденовой судостроительной стали.....	15
Милуц В. Г., Бадаев А. В., Цуканов В. В., Левагин Е. Ю., Бызов Д. П., Воробьев А. Б. Влияние расхода и содержания кальция на качество стали 10ХСНД, изготовленной из непрерывно-литых слябов.....	27
Коротовская С. В., Сыч О. В., Хлусова Е. И., Забавичева Е. В. Влияние содержания хрома в низкоуглеродистых сталях бейнитно-мартенситного класса на характеристики работоспособности	36
Овсепян С. В., Ахмедзянов М. В., Лукина Е. А., Расторгуева О. И. Влияние термической обработки на структуру и свойства жаропрочного никелевого сплава на основе Ni-Fe-Co-Nb-Ti-Ta.....	48
Базылева О. А., Аргинбаева Э. Г., Чабина Е. Б., Раевских А. Н. Исследование структурно-фазовых превращений в литейном конструкционном сплаве на основе интерметаллида Ni ₃ Al после высокотемпературных выдержек и в процессе наработки сплава в качестве сопловой лопатки	60
Иголкин А. И., Лебедева Н. В., Максименко И. А. Структура и свойства тавровых соединений титанового сплава BT6C в процессе диффузионной пайки	71

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Гошкодеря М. Е., Сердюк Н. А., Бобкова Т. И., Каширина А. А., Старицын М. В., Нестерова Е. Д. Исследование зависимости свойств титановых покрытий от технологических режимов напыления на микроплазменной установке УГНП-7/225054	80
Майоров Д. В., Копкова Е. К. Влияние замещения магния на цинк в составе слоистых двойных гидроксидов алюминия на их физико-химические свойства	87
Жаров М. В. Построение математической модели процесса охлаждения и кристаллизации металлических капель при гранулировании центрифугированием расплава.....	98
Дорошенко Е. М., Ким Е. Д., Рассказова А. В., Ри Э. Х. Исследование фазового состава промежуточного продукта обогащения с последующим моделированием составов солей калия и натрия для разложения арсенопирита.....	113

ПОЛИМЕРНЫЕ КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Дворянцев Д. Д., Саргсян А. С., Анисимов А. В., Лишевич И. В. Получение высокопрочного углепластика на основе полифениленсульфида с помощью метода ATL с лазерным нагревом	125
--	-----

КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОЧНОСТЬ И РАБОТОСПОСОБНОСТЬ МАТЕРИАЛОВ

Марголин Б. З., Гуленко А. Г. Метод расчета усталостного повреждения при циклическом сложном нагружении с учетом влияния скорости деформирования	136
--	-----

КОРРОЗИЯ И ЗАЩИТА МЕТАЛЛОВ

Мирмухамедов М. М., Джобиров У. Р., Ганиев И. Н., Обидов З. Р. Анодное поведение и окисление сплава Zn ₂₂ Al, легированного скандием	147
---	-----

РАДИАЦИОННОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Кудрявцев А. С. О выборе конструкционного материала для парогенератора реакторной установки с натриевым теплоносителем.....	155
Марголин Б. З., Юрченко Е. В. Дозовые зависимости для материалов корпусов реакторов ВВЭР и их опорных конструкций	166
Саркисов С. Э., Юсим В. А. Радиационные эффекты воздействия γ -облучения на кристаллы флюорита с примесью трехвалентных редкоземельных ионов.....	195

Научно-технический журнал «Вопросы материаловедения». Оформление статей.

Правила для авторов.....	203
--------------------------	-----

CONTENTS

METALS SCIENCE. METALLURGY

<i>Olenin M.I., Romanov O.N., Bushuev S.V., Kashtanov A.D., Afanasiev S.Yu., Berezhko B.I., Shakhkhan S.A., Apinov Zh.E.</i> Evaluation of the influence of homogenization annealing on the critical brittle temperature of forged blanks from steel 15Kh2MFA-A.....	5
<i>Nikitina V.R., Pazilova U.A., Khlusova E.I.</i> Effect of vanadium and niobium on phase transformations in chromium-nickel-molybdenum shipbuilding steel.....	15
<i>Milyuts V.G., Badaev A.V., Tsukanov V.V., Levagin E.Yu., Byzov D.P., Vorobyov A.B.</i> Influence of calcium consumption and content on the quality of 10KhSND steel made from continuously cast slabs	27
<i>Korotovskaya S.V., Sych O.V., Khlusova E.I., Zabavicheva E.V.</i> Influence of the content of chromium in low-carbon bainitic-martensitic steels on the efficiency	36
<i>Ovsepyan S.V., Akhmedzyanov M.V., Lukina E.A., Rastorgueva O.I.</i> The effect of heat treatment on the structure and properties of a heat-resistant nickel alloy based on Ni-Fe-Co-Nb-Ti-Ta	48
<i>Bazyleva O.A., Arginbaeva E.G., Chabina E.B., Raevskikh A.N.</i> Investigation of structural-phase transformations in a foundry structural alloy based on Ni ₃ Al intermetallic compound after high-temperature exposures and during the operation of the alloy as a nozzle blade.....	60
<i>Igolkin A.I., Lebedeva N.V., Maksimenko I.A.</i> Structure and properties of the t-joints made of titanium alloy VT6S during diffusion brazing.....	71

FUNCTIONAL MATERIALS

<i>Goshkoderya M.E., Serdyuk N.A., Bobkova T. I., Kashirina A.A., Staritsin M. V., Nesterova E.D.</i> Studying the dependence of the properties of titanium coatings on the technological modes of microplasma sputterer UGNP-7/2250.....	80
<i>Mayorov D.V., Kopkova E.K.</i> Effects of substitution of Mg for Zn IN the composition of layered double aluminum hydroxides on their physico-chemical properties.....	87
<i>Zharov M.V.</i> On a mathematical model of the cooling and crystallization of metal drops during centrifugal granulation.....	98
<i>Doroshenko E.M., Kim E.D., Rasskazova A.V.</i> Investigation of the phase composition of the middlings with subsequent simulation of the compositions of potassium and sodium salts for the decomposition of arsenopyrite.....	113

POLYMER STRUCTURAL MATERIALS

<i>Dvoryantsev D.D., Sargsyan A.S., Anisimov A.V., Lishevich I.V.</i> Obtaining high-strength carbon fiber based on polyphenylene sulfide by ATL method with laser heating.....	125
---	-----

STRUCTURAL INTEGRITY AND SERVICEABILITY OF MATERIALS

<i>Margolin B.Z., Gulenko A.G.</i> Calculation of fatigue damage under cyclic complex loading considering the effect of the strain rate	136
---	-----

CORROSION AND PROTECTION OF METALS

<i>Mirmukhamedov M.M., Jobirov U.R., Ganiev I.N., Obidov Z.R.</i> Anode behavior and oxidation of Zn ₂₂ Al alloy doped with scandium	147
---	-----

RADIATION MATERIALS SCIENCE

<i>Kudriavtsev A. S.</i> Structural materials selection for the sodium-cooled reactor plant steam generator	155
<i>Margolin B.Z., Yurchenko E.V.</i> Dose dependences for materials of vver pressure vessels and their support structures	166
<i>Sarkisov S.E., Yusim V.A.</i> Effects of γ -radiation on fluorite crystals with a trivalent rare-earth ions	195
Guidelines for authors of the scientific and technical journal “Voprosy Materialovedeniya”. Manuscript requirements.....	203