

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(122)
апрель – июнь

2025

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

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»,
2025

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
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 Shpalemnaya 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”,
2025

СОДЕРЖАНИЕ

МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ. МЕТАЛЛУРГИЯ

Мотовилина Г. Д., Коротовская С. В., Хлусова Е. И., Голубева М. В., Забавичева Е. В. Структура и свойства листового проката различной толщины высокопрочной мартенситной стали после закалки и отпуска..... 5

Куртева К. Ю., Мотовилина Г. Д., Пазилова У. А., Хлусова Е. И., Яковлева Е. А. Исследование влияния режимов термической обработки на формирование слоя α -фазы с измененной структурой на поверхности листового проката низкоуглеродистой хромоникельмолибденовой стали 15

Поспелов И. Д., Матвеева Д. В. Исследование микроструктуры и твердости горячекатаной конструкционной хромистой стали после различных видов сфероидизирующего отжига 26

Царева И. Н., Кривина Л. А., Бердник О.Б., Разов Е. Н., Москвичев А. А. Исследование микроструктуры жаропрочного монокристаллического сплава после высокотемпературной эксплуатации 35

Иголкин А. И., Лебедева Н. В., Петров С. Н. Оценка качества металла строительных балок XIX века...43

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Гангало А. Н., Мирошниченко С. В. Исследование влияния геометрии рабочего канала на гидростатическое давление в процессе равноканального углового прессования..... 50

Ким А. Э., Мазеева А. К., Разумов Н. Г., Волокитина Е. В., Попович А. А. Высокоэнтропийный магнитный сплав $\text{Fe}_x\text{Co}_6\text{Al}_3\text{Ni}_2\text{Si}$, полученный методом механического легирования и искрового плазменного спекания..... 62

Нестерова Е. Д., Бобкова Т. И., Мухамедзянова Л. В., Хроменков М. В., Сердюк Н. А. Формирование композиционных порошков мультикомпонентных сплавов системы $\text{Al}_x\text{NiCoFeCr}$ методом механохимического синтеза 75

Леонов В. П., Чудаков Е. В., Малинкина Ю. Ю., Гаранина И. М., Другачук С. Д., Маркова Ю. М., Карягин Д. А., Смирнов М. О. Применение метода горячего изостатического прессования для повышения свойств титанового псевдо- α -сплава. 86

ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Сидорова С. А., Хрусталева А. Н., Лосев А. В., Рашутин Н. А. Исследование физико-механических свойств наполненной оксидом алюминия нити для FDM-печати на основе полиэтилентерефталат-гликоля 99

Злобина И. В., Бекренев Н. В., Кондратов Д. В., Анисимов А. В. Исследование влияния наполнителя на кинетику нагрева отвержденных полимерных композиционных материалов в СВЧ электромагнитном поле..... 110

Проценко А. Е., Люхо И. А., Холодов А. С., Петров В. В. Стеклопластики на основе наполнителей, восстановленных в среде пиридина при нормальном давлении..... 119

Малецкий А. В., Исаев Р. Ш., Беличко Д. Р., Волкова Г. К. Влияние нейтронного облучения на агрегатно-и дисперсно-упрочненную структуру ZTA композитной керамики..... 130

СВАРКА И РОДСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ. СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Леонов В. П., Сахаров И. Ю., Кузнецов С. В., Нестеров Д. М. Расчетные исследования остаточных и временных сварочных напряжений в стыковом многопроходном сварном соединении из титанового псевдо- β -сплава..... 153

Затоковенко Н. И., Панихидин Е. А., Лебянкин В. Н. Влияние температуры и продолжительности послесварочного отпуска на свойства металла шва нефтехимического оборудования из стали с содержанием 2,25%Cr и 1,0%Mo 172

КОРРОЗИЯ И ЗАЩИТА МЕТАЛЛОВ

Добротворская А. Н., Добротворский М. А., Зайцев Д. А. Высокотемпературная водородная коррозия стали (обзор)..... 180

КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОЧНОСТЬ И РАБОТОСПОСОБНОСТЬ МАТЕРИАЛОВ

Васильев Н. В., Тимофеев М. Н., Шалыгин А. С., Хомич И. А., Петров В. А., Гуцев Д. Ф., Шитов В. В. Прогнозирование параметров трещиностойкости металла разнородных сварных соединений трубопроводов Ду800 ГЦТ и ГЦН РУ ВВЭР-1000 для обоснования применимости концепции «течь перед разрушением» 201

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

CONTENTS

METALS SCIENCE. METALLURGY

<i>Motovilina G.D., Korotovskaya S.V., Khlusova E.I., Golubeva M.V., Zabavicheva E.V.</i> Structure and properties of varying thickness rolling made of high-strength martensitic steel after hardening and tempering.....	5
<i>Kurteva K.Yu., Motovilina G.D., Pazilova U.A., Khlusova E.I., Yakovleva E.A.</i> Study of the influence of heat treatment modes on the formation of an α -phase layer with a modified structure on the surface of a sheet made of low-carbon Cr–Ni–Mo steel	15
<i>Pospelov I.D., Matveeva D.V.</i> Microstructure and hardness of hot-rolled structural chromium steel after various types of spheroidizing annealing	26
<i>Tsareva I.N., Krivina L.A., Berdnik O.B., Razov E.N., Moskvichev A.A.</i> Study of the microstructure of a heat-resistant monocrystal alloy after high-temperature operation	35
<i>Igolkin A.I., Lebedeva N.V., Petrov S.N.</i> Metal quality of the 19th-century construction beams.....	43

FUNCTIONAL MATERIALS

<i>Gangalo A.N., Miroshnichenko S.V.</i> Influence investigation of the die geometry on hydrostatic pressure in the equal channel angular pressing.....	50
<i>Kim A.E., Mazeeva A.K., Razumov N.G., Volokitina E.V., Popovich A.A.</i> High-entropy magnetic alloy $\text{Fe}_x\text{Co}_6\text{Al}_3\text{Ni}_2\text{Si}$, produced by mechanical alloying and spark plasma sintering	62
<i>Nesterova E.D., Bobkova T.I., Mukhamedzyanova L.V., Khromenkov M.V., Serdyuk N.A.</i> Formation of composite powders of multicomponent alloys of the $\text{Al}_x\text{NiCoFeCr}$ system obtained by mechanosynthesis	75
<i>Leonov V.P., Chudakov E.V., Malinkina Yu.Yu., Garanina I.M., Drugachuk S.D., Markova Yu.M., Karyagin D.A.</i> , Application of hot isostatic pressing to increase the properties of titanium pseudo- α -alloy	86

POLYMER STRUCTURAL MATERIALS

<i>Sidorova S.A., Khrustalev A.N., Losev A.V., Rashutin N.A.</i> Study of the physical and mechanical properties of aluminum oxide filament based on polyethylene terephthalate glycol for FDM-printing	99
<i>Zlobina I.V., Bekrenev N.V., Kondratov D.V., Anisimov A.V.</i> Study of the influence of filler on the heating kinetics of cured polymer composite materials in a microwave electromagnetic field	110
<i>Protsenko A.E., Lyukho I.A., Kholodov A.S., Petrov V.V.</i> Fiberglass reinforced plastics based on fillers recovered in pyridine under normal pressure	119
<i>Maletsky A.V., Isaev R.Sh., Belichko D.R., Volkova G.K.</i> Effects of neutron irradiation on aggregate- and dispersion-hardened structure of ZTA composite ceramics.....	130

WELDING, WELDING MATERIALS AND TECHNOLOGIES

<i>Leonov V.P., Sakharov I.Yu., Kuznetsov S.V., Nesterov D.M.</i> Computational studies of residual and temporary welding stresses in a multiple-pass butt welded joint made of titanium pseudo- β -alloy	153
<i>Zatokovenko N.I., Panikhidin E.A., Ledyankin V.N.</i> Influence of temperature and duration of post-weld tempering on the welded joints of petrochemical equipment made of 2.25%Cr and 1.0%Mo steel	172

CORROSION AND PROTECTION OF METALS

<i>Dobrotvorskaya A.N., Dobrotvorsky M.A., Zaitsev D.A.</i> High-temperature hydrogen corrosion of steel: a review.....	180
---	-----

STRUCTURAL INTEGRITY AND SERVICEABILITY OF MATERIALS

<i>Vasiliev N.V., Timofeev M.N., Shalygin A.S., Khomich I.A., Petrov V.A., Gusev D.F., Shitov V.V.</i> Forecasting the parameters of crack resistance of dissimilar welded joints of Du800 MCP and MCP pipelines of WWER-1000 reactor to substantiate the applicability of the “leak before break” concept.....	201
---	-----

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