

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(100)
октябрь – декабрь

2019

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,
чл.-корр. 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 редакции: 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
Internet site: <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, входит в состав
RSCI на платформе Web of Science.

Отдельные статьи журнала переводятся на
английский язык и публикуются издательст-
вом "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»,
2019

THE EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief Dr. Sc., Prof.,
Corresponding Member of the RAS
A. S. ORYSHCHENKO

Associate 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., Corresponding Member 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

Address of the Editorial Office:
NRC "Kurchatov Institute" – CRISM "Prometey",
49, Shpalernaya Street,
191015, St Petersburg, RF

Fax: (812) 710 3756. Phone: (812) 274 1032
E-mail: mail@crism.ru
Internet site: <http://www.crism-prometey.ru>

Published since September 1995,
the journal comes out four times a year.

It is registered in the Ministry of Press,
Broadcasting and Mass Communications
of RF. 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 aca-
demic degrees, and into the data bases
of the Russian Science Citation Index (RSCI),
within the Web of Science,
and Ulrich's Periodicals Directory.

Selected articles of the journal are translated into
English and issued by the company "Pleiades
Publishing, 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",
2019

СОДЕРЖАНИЕ

МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ. МЕТАЛЛУРГИЯ

<i>Сыч О. В., Хлусова Е. И., Яшина Е. А., Святышева Е. В., Васильева Е. А.</i> Структура и свойства высокопрочной экономнолегированной хладостойкой стали после закалки с прокатного и печного нагрева с отпуском.....	7
<i>Алиев А. А.</i> Исследование материала разрушенных поликлиновых шкивов с целью повышения срока службы перспективных автомобильных генераторов.....	20
<i>Козлова И. Р., Чудаков Е. В., Третьякова Н. В., Маркова Ю. М., Васильева Е. А.</i> Влияние термической обработки на формирование структуры и уровень механических свойств высоколегированного титанового сплава.....	28
<i>Гюлиханов Е. Л., Алексеева Е. Л., Шахматов А. В., Лошаченко А. С., Лапеченков А. А.</i> Структура и свойства сплава ЭП718 на железоникелевой основе в процессе производства полуфабрикатов.....	42

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

<i>Красиков А. В.</i> Синтез нанокмпозиционного покрытия из электроосажденных аморфных слоев системы Ni-P-W.....	53
<i>Марков М. А., Персинин С. А., Красиков А. В., Быкова А. Д., Беляков А. Н., Фадин Ю. А.</i> Особенности формирования антифрикционных покрытий на титане методом электроннолучевого легирования с использованием металлокерамических анодов.....	61
<i>Николаев Г. И., Анисимов А. В., Михайлова М. А., Уварова Е. А., Сенников А. С.</i> Этапы создания необрастающего безбиоцидного покрытия с низкой поверхностной энергией. Предварительные результаты испытаний в натуральных условиях.....	68
<i>Тит М. А., Беляев С. Н.</i> Влияние стехиометрического состава на функциональные характеристики тонкопленочных поверхностных структур на узлах гироскопических приборов.....	78
<i>Самоделькин Е. А., Коркина М. А., Фармаковский Б. В., Земляницын Е. Ю.</i> Получение плакированного порошка на дезинтеграторе с новой конструкцией ротора.....	91
<i>Улин И. В., Фармаковский Б. В., Гюлиханов Е. Л.</i> Использование интерметаллических соединений системы Ti-Al-Nb для аккумуляирования водорода.....	97

ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

<i>Жансакова К. С., Еремин Е. Н., Русских Г. С., Кропотин О. В.</i> Применение нитрида бора для модифицирования резин на основе изопренового каучука.....	105
<i>Воейкова Т. А., Журавлева О. А., Кулигин В. С., Иванов Е. В., Кожухова Е. И., Егоров А. С., Чигорина Е. А., Болотин Б. М., Дебабов В. Г.</i> Природоподобный метод получения полимерных нанокмпозитов и изучение их физико-химических свойств.....	113

СВАРКА И РОДСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ. СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

<i>Леонов В. П., Михайлов В. И., Сахаров И. Ю., Кузнецов С. В.</i> Исследование свариваемости титанового псевдо-β-сплава VST 5553.....	124
<i>Леонов В. П., Михайлов В. И.</i> Особенности защиты сварных соединений от окисления при сварке титановых сплавов.....	132

КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОЧНОСТЬ И РАБОТОСПОСОБНОСТЬ МАТЕРИАЛОВ

<i>Костылев В. И., Марголин Б. З.</i> Сравнительный анализ и верификация инженерных методов учета эффекта коротких трещин при прогнозировании вязкости разрушения материалов корпусов атомных реакторов.....	140
--	-----

РАДИАЦИОННОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

<i>Петровская А. С., Суров С. В., Кладков А. Ю., Цыганов А. Б.</i> Расчет температурных режимов плазменной распылительной ячейки для дезактивации конструктивных элементов ядерных энергетических установок.....	166
<i>Бланк Е. Д., Герасимов В. А., Шарапов М. Г., Водовозов А. Н., Кашистанов А. Д., Щуцкий С. Ю., Плакидин А. Н.</i> Разработка технологии изготовления корпусных конструкций главного циркуляционного насоса РУ БРЕСТ.....	179

<i>Александров Н. В., Бланк Е. Д., Каиштанов А.Д., Степанов В. В., Лемехов, В. В. Лемехов Ю. В., Мельников А. Н. Создание экспериментальной установки со свинцовым теплоносителем</i>	<i>185</i>
---	------------

ИСПЫТАНИЯ, ДИАГНОСТИКА И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА МАТЕРИАЛОВ

<i>Смирнов В. И., Минкин А. И., Марголин Б. З., Балакин С. М. Методические особенности исследования кинетики роста коротких и длинных усталостных трещин в облученных реакторных материалах на малоразмерных образцах. Часть 2. Разработка и апробация методики построения полных кинетических диаграмм роста усталостных трещин</i>	<i>193</i>
--	------------

Перечень статей, опубликованных в научно-техническом журнале «Вопросы материаловедения» в 2019 году	206
--	------------

Научно-технический журнал «Вопросы материаловедения». Оформление статей. Правила для авторов	210
---	------------

CONTENTS

METALS SCIENCE. METALLURGY

<i>Sych O. V., Khlusova E. I., Yashina E. A., Svyatysheva E. V., Vasilyeva E. A.</i> Structure and properties of high strength low alloyed cold-resistant steel after reheat and direct quenching with tempering.....	7
<i>Aliev A. A.</i> Research of material of damaged poly-V pulleys for increasing the service life of promising automotive generators.....	20
<i>Kozlova I. R., Chudakov E. V., Tretyakova N. V., Markova Yu. M., Vasilieva E. A.</i> The influence of heat treatment on the formation of the structure and the level of mechanical properties of high-alloyed titanium alloy.....	28
<i>Gyulikhandanov E. L., Alekseeva E. L., Shakhmatov A. V., Loshachenko A. S., Lapechenkov A. A.</i> Structure and properties of nickel-based alloy EP718 in the process of manufacturing.....	42

FUNCTIONAL MATERIALS

<i>Krasikov A. V.</i> Synthesis of nanocomposite coating of electrodeposited amorphous layers of the Ni-P-W system.....	53
<i>Markov M. A., Persinin S. A., Krasikov A. V., Bykova A. D., Belyakov A. N., Fadin Yu. A.</i> Formation of anti-friction coatings on titanium by electrospark alloying with metal ceramic anodes.....	61
<i>Nikolaev G. I., Anisimov A. V., Mikhailova M. A., Uvarova E. A., Sennikov A. S.</i> On the antifouling non-biocide coating with low surface energy. Preliminary results of testing under natural conditions.....	68
<i>Tit M. A., Belyaev S. N.</i> Stoichiometric composition of thin-film surface structures and its influence on the functional characteristics as regards gyroscopic devices.....	78
<i>Samodelkin E. A., Korkina M. A., Farmakovskiy B. V., Zemlyanitsyn E. Yu.</i> Producing clad powder by disintegrator with new rotor design.....	91
<i>Ulin I. V., Farmakovskiy B. V., Gyulikhandanov E. L.</i> Intermetallic compounds of the Ti-Al-Ni system suitable for hydrogen accumulation.....	97

POLYMER COMPOSITE MATERIALS

<i>Zhansakova K. S., Eremin E. N., Russkikh G. S., Kropotin O. V.</i> Boron nitride for modification of rubber based on isoprene elastomer.....	105
<i>Voeikova T. A., Zhuravleva O. A., Kuligin V. S., Ivanov E. V., Kozhukhova E. I., Egorov A. S., Chigorina E. A., Bolotin B. M., Debabov V. G.</i> Production of polymeric nanocomposites by nature-like method and study of their physical and chemical properties.....	113

WELDING AND RELATED PROCESSES. WELDING MATERIALS AND TECHNOLOGIES

<i>Leonov V. P., Mikhaylov V. I., Sakharov I. Yu., Kuznetsov S. V.</i> Research of weldability of titanium pseudo- β -alloy VST 5553.....	124
<i>Leonov V. P., Mikhaylov V. I.</i> Protection of welded joints from oxidation at welding of titanium alloys.....	132

STRUCTURAL INTEGRITY AND SERVICEABILITY OF MATERIALS

<i>Kostylev V. I., Margolin B. Z.</i> Comparative analysis and verification of engineering methods of shallow cracks effect for fracture toughness prediction for reactor pressure vessels.....	140
---	-----

RADIATION MATERIALS SCIENCE

<i>Petrovskaya A. S., Surov S. V., Kladkov A. Yu., Tsyganov A. B.</i> Calculation of temperature conditions of a plasma sputtering cell for decontamination of nuclear power plant constructions.....	166
<i>Blank E. D., Guerasimov V. A., Sharapov M. G., Vodovozov A. N., Kashtanov A. D., Shchutsky S. Yu., Plakidin A. N.</i> Technology for producing vessel structures of the main circulation pump for BREST reactor.....	179
<i>Aleksandrov N. V., Blank Ye. D., Kashtanov A. D., Stepanov V. V., Lemekhov V. V., Lemekhov Yu. V., Melnikov A. N.</i> On the experimental lead-cooled installation.....	185

TESTS, DIAGNOSIS AND QUALITY CONTROL OF MATERIALS

<i>Smirnov V. I., Minkin A. J., Margolin B. Z., Balakin S. M.</i> Methodical approach for studying kinetics of short and long fatigue cracks growth for irradiated reactor materials. Part 2. Construction of fatigue propagation rate diagram on the basis of test of precracked charpy specimens.....	193
---	-----

A list of articles published in the scientific and technical journal “Voprosy Materialovedeniya” in 2019 year.....	206
Guidelines for authors of the scientific and technical journal “Voprosy Materialovedeniya”. Manuscript requirements.....	210