

Официальный информационный орган Федерального УМО «Технологии материалов»

УЧРЕДИТЕЛИ ЖУРНАЛА:

АО «Издательский дом «Руда и Металлы», федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС».

Журнал выпускается при участии: ПАО «ГМК «Норильский никель», ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», ФГБУК «Государственный Эрмитаж»;

при содействии: ГП «Навоийский горно-металлургический комбинат», Научно-технического союза по горному делу, геологии и металлургии (Республика Болгария)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор **В. Ю. Бажин**

Первый зам. главного редактора **В. Н. Бричкин**

Первый зам. главного редактора **В. Б. Деев**

Р. Х. Акчурин, А. А. Басов, Н. А. Белов (редактор разделов «Металлообработка», «Материаловедение»), **Н. В. Белоусова, Г. Ю. Боярко, Г. М. Вольдман** (редактор раздела «Редкие металлы, полупроводники»), **А. Г. Воробьев** (зам. главного редактора), **В. В. Геневики, В. Б. Деев, К. Деделянова, М. И. Длин, В. А. Дмитриев, А. М. Дриц, А. В. Зиновьев, В. А. Игнаткина, М. Г. Исаенкова, С. С. Киров, Б. Г. Киселёв, С. И. Корнеев** (редактор раздела «Экономика и управление производством»), **Б. А. Котляр, В. А. Крюковский** (редактор раздела «Легкие металлы, углеродные материалы»), **А. Б. Лебедь, Е. А. Левашов** (редактор раздела «Композиционные материалы и multifunctional материалы»), **Ю. В. Левинский, Г. С. Макаров, Н. Е. Мальцев** (редактор раздела «Автоматизация»), **С. В. Мамяченков, Т. Н. Матвеева, М. А. Меретуков, А. Ю. Можайский, Н. В. Немчинова, А. И. Николаев, А. М. Птицын, В. К. Румянцев, А. Г. Рыжов, Ф. М. Сафин, А. Н. Селезнёв, И. Б. Сергеев, А. В. Сулицин, А. Г. Сырков, А. П. Тюкин, Л. Ш. Цемехман, Л. Б. Цымбулов** (редактор раздела «Тяжелые цветные металлы»), **И. И. Чернов, М. Р. Шапировский, В. И. Щёголев**.

Зарубежные члены редколлегии: **Ж. Баатархуу** (Монголия), **В. В. Геневики** (Болгария), **Е. Жак** (Австралия), **К. Кнуути** (Финляндия), **Б. Фридрих** (Германия).

РЕДАКЦИЯ:

зам. главного редактора **А. Г. Воробьев**; выпускающий редактор **Г. Е. Форысенкова**;
редакционный координатор **Н. В. Шаркина**; редактор **Е. Ю. Рахманова**;
ответственная за предпечатную подготовку издания **О. Ю. Жукова**.

Издатель — АО «Издательский дом «Руда и Металлы»
Адрес издателя: 119049, Москва, а/я № 71

Адрес редакции: Москва, Ленинский просп., д. 6,
стр. 2, НИТУ «МИСиС», комн. 624
Почтовый адрес: 119049, Москва, а/я № 71
Тел./факс: (495) 955-01-75; моб.: 8-926-504-89-75
Эл. почта: tsvetmet@rudmet.ru; интернет: www.rudmet.ru

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе
по надзору в сфере связи, информационных
технологий и массовых коммуникаций (Роском-
надзор)

(Свидетельство ПИ № ФС77-69818 от 29.05.2017 г.).
Товарный знак и название «Цветные металлы»
являются исключительной собственностью
Издательского дома «Руда и Металлы».

Материалы, отмеченные «Реклама», публикуются
на правах рекламы.

За достоверность рекламной информации
ответственность несет рекламодатель.

Все публикуемые материалы научно-технического
характера проходят обязательную стадию рецензи-
рования.

За достоверность научно-технической информации
ответственность несет автор.

За сроки размещения метаданных опубликованных
статей в базе данных Scopus редакция ответствен-
ности не несет.

Перепечатка, все виды копирования
и воспроизведение материалов, публикуемых
в журнале, возможна только с письменного
разрешения редакции.

При перепечатке ссылка на журнал «Цветные
металлы» обязательна.

Отпечатано в типографии «Канцлер»
Адрес типографии: 150044, Россия, Ярославль,
ул. Полущина Роша, д. 16, стр. 66А,
тел.: 8(4852)58-76-33

Подписано в печать с оригинал-макета 04.10.2022.
Формат 60х90 1/8. Печ. л. 12. Бумага офсетная.
Печать офсетная.
Тираж 800 экз. Цена свободная.
Дата выхода в свет 18.10.2022.

ISSN 0372-2929



9 770372 292006 >

Содержание

Экономика и управление производством

Международный обзор рынка цветных металлов	4
---	---

Научные разработки РХТУ имени Д. И. Менделеева

Кораблева Е. А., Харитонов Д. В., Лемешев Д. О., Жуков Д. Ю. Синтез наноструктурных керамических материалов из ZrO_2 , выдерживающих термоудар при погружении в расплавы сталей	8
Сенина М. О., Лемешев Д. О., Протасов А. С., Жуков Д. Ю. Исследование влияния добавки фторида лития на свойства плотной керамики из алюмомагниевого шпинели, полученной спеканием без давления	18
Абрашов А. А., Григорян Н. С., Алешина В. Х., Шлома О. А. Получение черных защитно-декоративных молибденсодержащих покрытий на оцинкованной стали	22
Жукова А. И., Чуклина С. Г., Фионов Ю. А., Осауленко Д. А. Медьсодержащие катализаторы алюминия и циркония $Cu/(Zr+Ce)O_2 - Al_2O_3$ в процессе превращения этанола: влияние состава катализатора и концентрации этанола	27
Василенко О. А., Мазурова Д. В., Чуднова Т. А., Оршанский А. В. Химические никельсодержащие черные покрытия на сталях	33
Соломатина В. А., Гришечкин М. Б., Зыкова М. П., Аветисов И. Х. Получение высокочистого оксида цинка для технологий фотоники	39
Кузин Е. Н. Оценка возможности использования комплексных титансодержащих коагулянтов в процессах очистки сточных вод от соединений меди	44
Магжанов Р. Х., Яровая О. В., Аверина Ю. М., Меньшова И. И. Стабилизация частиц металлического никеля, полученного методом химического восстановления в водной среде, путем введения высокомолекулярных соединений на стадии синтеза	50
Елисеева Е. А., Березина С. Л., Горичев И. Г., Болдырев В. С. Влияние кислотно-основных свойств диоксида циркония на кинетику растворения	56

Кольская ГМК: по пути устойчивого развития

Волков В. В., Щербakov С. В., Хомякова И. Н., Жукова В. Е. Повышение селективности концентратов металлов платиновой группы в химико-металлургическом цехе АО «Кольская ГМК»	64
Тюкин А. П., Смирнов А. В. Эффективный проектный менеджмент — основа динамичного научно-технического развития предприятия	72

Композиционные материалы и многофункциональные покрытия

Басов А. А., Козинер Ю. Д., Кравцов Д. А., Мальцев И. Е., Пожидаев А. А. Направленная ультразвуковая очистка малодоступных внутренних поверхностей теплообменных устройств, изготовленных методами аддитивных технологий	78
---	----

Материаловедение

Белов Н. А., Короткова Н. О., Дорошенко В. В., Аксенов А. А. Влияние кальция на электросопротивление и фазовый состав сплава $Al - 1,5 \% Mn$	85
--	----

Автоматизация

Кашин Д. А., Кульчицкий А. А. Оптический контроль качества брикетированной металлошхты	92
---	----

Наши юбиляры

К юбилею Елены Александровны Павловой	3-я обл.
--	----------

Хроника

Символы сотрудничества Издательского дома «Руда и Металлы» и Владимирского государственного университета	84
--	----

Реклама

РХТУ имени Д. И. Менделеева	15, 16

Требования к статьям	62

Журнал включен в Международные базы данных Scopus (2-й квартиль, 2021, по версии SCIMAGO),
а также Chemical Abstracts Service

Журнал по решению ВАК Минобрнауки РФ включен в «Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук» по разработке месторождений твердых полезных ископаемых, по металлургии, по экономике, по химии.

Статьи всех авторов, в том числе аспирантов, публикуются в порядке общей очереди бесплатно
(за исключением статей рекламного характера).

Official information organ of the Federal Education and Methodics Association “Technology of metals”

Publisher: “Ore and Metals” publishing house, Moscow
The journal has been published since 1926

FOUNDERS OF “TSVETNYE METALLY” JOURNAL:

“Ore and Metals” Publishing House, National University of Science and Technology “MISIS”.

With Participation of “Norilsk Nickel” Mining and Metallurgical Company, National Research Tomsk Politechnic University, National Research Nuclear University “MEPhI”, State Hermitage Museum.

With Assistance of Navoi Mining & Metallurgy Combinat, Scientific and Engineering Union on Mining, Geology and Metallurgy (Republic of Bulgaria).

Editorial Board:

Acting Chief Editor: **Vladimir Bazhin**; 1st Deputy Chief Editor: **Vaycheslav Brichkin**; **Vladislav Deev**; Deputy Chief Editor: **Alexander Vorobev**; Executive Editor: **Galina Forsenkova**; Leading Editor: **Nataliya Sharkina**; Editor: **Elena Rakhmanova**.

© Designed by: “Ore and Metals” Publishing House,
journal “Tsvetnye Metally”, 2022

Mailing address: Russia, 119049, Moscow, P. O. Box # 71

Phone/fax: +7-495-955-01-75

Internet: www.rudmet.com; e-mail: tsvetmet@rudmet.com

Printed in “Kancler” Printing House

Contents

SCIENTIFIC DEVELOPMENTS OF THE D. MENDELEEV UNIVERSITY OF CHEMICAL TECHNOLOGY OF RUSSIA

- Korableva E. A., Kharitonov D. V., Lemeshev D. O., Zhukov D. Yu.** Nanostructured ceramic materials synthesized from ZrO_2 that can withstand thermal shock when immersed in molten steels. 8
- Senina M. O., Lemeshev D. O., Protasov A. S., Zhukov D. Yu.** Understanding the effect of lithium fluoride additive on the properties of pressureless sintered magnesium aluminate spinel ceramics. 18
- Abrashov A. A., Grigoryan N. S., Aleshina V. Kh., Shloma O. A.** Black protective molybdate coatings obtained on galvanized steel. 22
- Zhukova A. I., Chuklina S. G., Fionov Yu. A., Osaulenko D. A.** Copper catalysts $Cu - (Zr + Ce)O_2 - Al_2O_3$ as carrier in the process of ethanol conversion: effect of catalyst composition and ethanol concentration. 27
- Vasilenko O. A., Mazurova D. V., Chudnova T. A., Orshanskiy A. V.** Chemical black nickel coatings on steels. 33
- Solomatina V. A., Grishechkin M. B., Zykova M. P., Avetisov I. Kh.** Producing high-purity zinc oxide for photonics technologies. 39
- Kuzin E. N.** Assessing the potential use of composite titanium-containing coagulants, when treating wastewater from copper compounds. 44
- Magzhanov R. Kh., Yarovaya O. V., Averina Yu. M., Menshova I. I.** Stabilization of metallic nickel particles obtained by chemical reduction in liquid by introducing high-molecular compounds at synthesis stage. 50
- Eliseeva E. A., Berezina S. L., Gorichev I. G., Boldyrev V. S.** Effect of acid-base properties of zirconium dioxide on dissolution kinetics. 56

KOLA MINING AND METALLURGICAL COMPANY: ON THE WAY OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

- Volkov V. V., Shcherbakov S. V., Khomyakova I. N., Zhukova V. E.** Enhanced selectivity of platinum group metals concentrates at Kola MMC’s chemical and metallurgical shop. 64

COMPOSITES AND MULTIPURPOSE COATINGS

- Basov A. A., Koziner Yu. D., Kravtsov D. A., Maltsev I. E., Pozhidaev A. A.** Directed ultrasonic cleaning of poorly accessible internal surfaces of additive manufactured heat exchangers. 78

MATERIALS SCIENCE

- Belov N. A., Korotkova N. O., Doroshenko V. V., Aksenov A. A.** Effect of calcium on electrical resistance and phase composition of Al – 1.5 % Mn alloy. 85

AUTOMATION

- Kashin D. A., Kulchitskiy A. A.** Image-based quality monitoring of metallurgical briquettes. 92