

ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ

Подписной индекс:
83869 (ОК «Пресса России»)

7⁽⁹⁵⁵⁾ • 2022

ИЮЛЬ

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

Журнал основан в 1926 г.

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. Генеvски, В. Б. Деев, М. И. Дли, 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 многофункциональные покрытия»), **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, А. В. Сулицин, 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. Генеvски** (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 **Э. Э. Бабали**; мл. редактор **А. И. Карташева**;
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 (Роскомнадзор)

(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 рецензирования.

За достоверность научно-технической информации ответственность несет автор.

За сроки размещения метаdанных опубликованных статей в базе данных Scopus редакция ответственности 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 «Вива Стар»
Адрес типографии: 107023, Москва, ул. Электровзаводская, д. 20, стр. 3,

Подписано в печать с оригинал-макета 03.08.2022.
Формат 60х90 1/8. Печ. л. 15,5. Бумага офсетная.
Печать офсетная.
Тираж 800 экз. Цена свободная.
Дата выхода в свет 09.08.2022.

ISSN 0372-2929



9 770372 292006 >

© Фото для обложки предоставлены Санкт-Петербургским горным университетом

© Оформление. АО «Издательский дом «Руда и Металлы», «Цветные металлы», 2022

Содержание

Экономика и управление производством

- Рудник С. Н., Самыловская Е. А. Петр I и развитие металлургии в России 5
- Сизяков В. М., Поляков П. В., Бажин В. Ю. Современные тенденции и стратегические задачи в области производства алюминия и его сплавов в России 16

Благородные металлы и сплавы

- Бодуэн А. Я., Поперечникова О. Ю., Залесов М. В., Григорьева В. А. Экспериментальное опробование технологий переработки упорного золотосодержащего сырья 24

Легкие металлы и углеродные материалы

- Бричкин В. Н., Фёдоров А. Т. Расчет и экспериментальное определение равновесного состава растворов в частных разрезах системы $\text{Na}_2\text{O} - \text{K}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{H}_2\text{O}$ 33
- Пириайнен В. Ю., Михайлов А. В., Баринкова А. А. Современный взгляд на решение проблем экологии Уральского алюминиевого завода 39
- Габдулхаков Р. Р., Рудко В. А., Ефимов И. И., Спекторук А. А. Оценка качества игольчатого кокса для производства графитированных электродов металлургических печей 46

Композиционные материалы и многофункциональные покрытия

- Ковальская К. В., Горланов Е. С. Лигатуры Al – Ti – В: структурообразование в модифицированных сплавах 57
- Новиков Н. А., Сакулин А. В., Скурихин В. В., Коваленко А. А. Нестандартный подход к проектированию огнеупорной продукции для алюминиевой промышленности (на правах рекламы) 65

Наноструктурированные металлы и материалы

- Жилина Е. М., Красиков С. А., Кузнецов И. В., Каленова М. Ю. Термодинамическая оценка отделения ультрадисперсных частиц оксидов урана от циркониевых сплавов в переплавных процессах с фторидными и оксидными шлаками 73

Материаловедение

- Шахназаров К. Ю., Вологжанина С. А. Система оценки аномалий физико-механических и технологических свойств цветных сплавов на основании анализа диаграмм фазового равновесия 77

Металлообработка

- Максаров В. В., Кексин А. И., Филипенко И. А. Влияние процесса магнитно-абразивной обработки на шероховатость плоских изделий из алюминиевого сплава марки АМц 82
- Пряхин Е. И., Трошина Е. А. Деградация после термического и химического воздействия матричных кодов, сформированных с помощью лазеров на изделиях из латуни и алюминиевого сплава 87
- Петкова А. П., Ганзуленко О. Ю. Особенности технологии лазерной маркировки изделий из цветных металлов и сплавов с использованием матричных ультраплотных штрихкодов 92

Из истории металлургии

- Микешин М. И. Металлургическая наука в виртуальном мире 98
- Ведерников В. В. Группа никеля и ее роль в становлении цветной металлургии СССР 104
- Бажин В. Ю., Горлёнков Д. В., Поваров В. Г., Ведерников В. В. Состав, структура и свойства последних серебряных рублей Российской империи 1895–1915 гг.: продолжение петровских традиций монетного дела 112

ПРОФЕССОРА-ЮБИЛЯРЫ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА

- Виктору Михайловичу СИЗЯКОВУ — 85 лет 15
- Вячеславу Николаевичу БРИЧКИНУ — 70 лет 32
- Владимиру Юрьевичу БАЖИНУ — 60 лет 111

Хроника

К 80-летию со дня рождения Муслима Магомаева.

- Валиев Н. Г., Воробьев А. Г., Бажин В. Ю. Знаем, любим и помним. Частное мнение 122
- Вышла в свет книга о З. С. Абишевой 103
- Коллеги — о плодотворном сотрудничестве 14
- 5-й Международный семинар «Новые средства и системы автоматизации в горно-обогательном производстве, металлургии и экологии» 124
- Гимн Санкт-Петербургского горного университета 3-я обл.

Редакция журнала «Цветные металлы» выражает особую благодарность главному редактору докт. техн. наук В. Ю. Бажину и первому зам. главного редактора докт. техн. наук В. Н. Бричкину за нестандартные решения, принятые при подготовке номера к печати, а также за чуткость и гибкость, проявленные в ходе непростой организационной работы над номером.

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: **Elvina Babali**; Junior Editor: **Anastasia Kartasheva**.

© 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 “Viva Star” Printing House

Contents

ECONOMICS AND PRODUCTION MANAGEMENT

Rudnik S. N., Samylovskaya E. A. Peter I and the history of Russian metallurgy 5

NOBLE METALS AND ITS ALLOYS

Boduen A. Ya., Poperechnikova O. Yu., Zalesov M. V., Grigoryeva V. A. Experimental testing of technologies for processing refractory gold-bearing raw materials 24

LIGHT METALS, CARBON MATERIALS

Brichkin V. N., Fedorov A. T. Calculation and experimental determination of equilibrium composition of liquors in certain instances of the $\text{Na}_2\text{O} - \text{K}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{H}_2\text{O}$ System 33

Piirainen V. Yu., Mikhaylov A. V., Barinkova A. A. The concept of modern ecosystem for the Ural Aluminium Smelter 39

Gabdulkhakov R. R., Rudko V. A., Efimov I. I., Spektoruk A. A. Quality assessment of needle coke used in the production of graphite electrodes for metallurgical furnaces 46

COMPOSITES AND MULTIPURPOSE COATINGS

Kovalskaya K. V., Gorlanov E. S. Al – Ti – B master alloys: structure formation in modified alloys 57

NANOSTRUCTURED METALS AND MATERIALS

Zhilina E. M., Krasikov S. A., Kuznetsov I. V., Kalenova M. Yu. Separation of ultrafine uranium oxide particles from zirconium alloys in remelting processes with fluoride and oxide slags: thermodynamic analysis 73

MATERIALS SCIENCE

Shakhnazarov K. Yu., Vologzhanina S. A. A system for analyzing abnormal physico-mechanical properties and processability of non-ferrous alloys based on equilibrium diagrams 77

METAL PROCESSING

Maksarov V. V., Keksan A. I., Filipenko I. A. Influence of magnetic-abrasive processing on roughness of flat products made of AMts grade aluminum alloy 82

Pryakhin E. I., Troshina E. Yu. Degradation Induced by thermal and chemical impacts on matrix codes installed on brass and aluminium alloy parts by laser 87

Petkova A. P., Ganzulenko O. Yu. Laser marking of non-ferrous metal and alloy products using ultradense barcodes: process features 92

FROM THE HISTORY OF METALLURGY

Mikeshin M. I. Metallurgical science in a virtual reality 98

Vedernikov V. V. Nickel Group and Its role in the history of soviet non-ferrous metals industry 104

Bazhin V. Yu., Gorlenkov D. V., Povarov V. G., Vedernikov V. V. Composition, structure and properties of the last silver rubles of the Russian Empire in 1895–1915: continuation of the Petrine traditions of coinage 112