

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, 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. Геневики** (Болгария), **Е. Жак** (Австралия), **К. Кнуутила** (Финляндия), **Б. Фридрих** (Германия).

РЕДАКЦИЯ:

зам. главного редактора **А. Г. Воробьев**; выпускающий редактор **Н. В. Шаркина**;

ведущий редактор **Г. Е. Форысенкова**; 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 метаданных 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 «Канцлер»
Адрес типографии: 150044, Россия, Ярославль, ул. Полушкина Роща, д. 16, стр. 66А,
тел.: 8(4852)58-76-33

Подписано в печать с оригинал-макета 07.09.2022.
Формат 60х90 1/8. Печ. л. 12. Бумага офсетная.
Печать офсетная.
Тираж 800 экз. Цена свободная.
Дата выхода в свет 20.09.2022.

ISSN 0372-2929



9 770372 292006 >

Содержание

Экономика и управление производством

<u>Международный обзор рынка цветных металлов</u>	4
--	---

Обогащение

Митрофанова Г. В., Марчевская В. В., Перункова Т. Н. Совершенствование режимов нефелиновой флотации из складированных отходов обогащения апатит-нефелиновых руд хибинских месторождений	8
--	---

Легкие металлы, углеродные материалы

Бурдонов А. Е., Зелинская Е. В., Немчинова Н. В., Новиков Ю. В. Переработка глиноземсодержащего смета для использования в производстве первичного алюминия	15
---	----

Редкие металлы, полупроводники

Егоров С. А., Турцева И. А., Блохин А. А., Михайленко М. А. Ионнообменное извлечение родия из растворов с высокой концентрацией хлорида аммония	27
Шопперт А. А., Чайкин Л. И., Логинова И. В., Напольских Ю. А. Селективное извлечение скандия из пыли электрофильтров печи спекания бокситов кислыми растворами сульфата магния	34
Белоусов О. В., Белоусова Н. В., Борисов Р. В. Особенности растворения порошков металлического иридия в окислительных солянокислых средах	40
Занавескин К. Л. Влияние химического и гранулометрического состава кварц-лейкоксового концентрата на его переработку в тетрахлорид титана в реакторах кипящего слоя	45
Сарсембеков Т. К., Чепуштанова Т. А. Распределение ниобия и ванадия в промпродуктах при производстве тетрахлорида титана	55

Композиционные материалы и многофункциональные покрытия

Апакшев Р. А., Хазин М. Л., Валиев Н. Г. Гибридный метод получения функциональных алюмоматричных композиционных материалов	61
---	----

Материаловедение

Партыко Е. Г., Косович А. А., Деев В. Б., Беляев С. В. Совершенствование пробоотбора расплава для анализа на содержание водорода с применением компьютерного моделирования	67
Дорошенко К. В., Ким Е. Д., Ри Хосен, Ри Э. Х. Структурообразование, ликвационные процессы и свойства высоколегированных алюминиевых сплавов системы Al – Ti – V – Ni	72

Металлообработка

Фам Вьет Хоанг, Шаталов Р. Л., Чан Ву Куанг, Хуинь Суан Хоанг. Исследование эффективности применения смазки валков при прокатке лент из алюминиевого сплава АД33 на промышленном двухвалковом стане 175×300	78
--	----

Наши юбиляры

МАМЯЧЕНКОВУ Сергею Владимировичу — 60 лет	85
--	----

Хроника

<u>Навстречу 200-летию «Горного журнала» и 100-летию журнала «Цветные металлы»</u>	
Бобков В. А. Проблема обеспечения промышленности цветными металлами для выполнения оборонных заказов в поздней имперской России	86

Институт «Гипроникель» собрал обогатителей	7
Символы сотрудничества Издательского дома «Руда и Металлы» и Тверского государственного технического университета	23
О переименовании СоюзЦМА	93
<u>Памяти товарища</u>	
Геннадий Петрович Ермаков — инженер, исследователь, организатор производства. Цемехман Л. Ш.	95

Реклама

ООО «Минерал Консалтинг»	24
АО «Союзцветметавтоматика им. Топчаева В. П.»	26, 3-я с. обл.
5-й Международный семинар «Новые средства и системы автоматизации в горно-обогатительном производстве, металлургии и экологии»	84

Требования к статьям	96

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: **Nataliya Sharkina**; Leading Editor: **Galina Forysenkova**; 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 “Kancler” Printing House

Contents

BENEFICIATION

Mitrofanova G. V., Marchevskaya V. V., Perunkova T. N. Optimized regimes of nepheline flotation using stockpiled apatite-nepheline processing waste (the Khibiny deposits) 8

LIGHT METALS, CARBON MATERIALS

Burdonov A. E., Zelinskaya E. V., Nemchinova N. V., Novikov Yu. V. Recycling of alumina-containing sweepings for use in primary aluminium production 15

RARE METALS, SEMICONDUCTORS

Egorov S. A., Turtseva I. A., Blokhin A. A., Mikhaylenko M. A. Ion exchange recovery of rhodium from strong ammonium chloride solutions 27

Shoppert A. A., Chaikin L. I., Loginova I. V., Napol'skikh Yu. A. Selective recovery of scandium with acid solutions of magnesium sulphate from ESP dust generated by bauxite sintering plants 34

Belousov O. V., Belousova N. V., Borisov R. V. Dissolution of metallic iridium powders in hydrochloric acid oxidizing media 40

Zanaveskin K. L. Influence of the chemical and granulometric composition of quartz-leucoxene concentrate on its processing into titanium tetrachloride in fluidized bed reactors 45

Sarsembekov T. K., Chepushtanova T. A. Distribution of niobium and vanadium in titanium tetrachloride production middlings 55

COMPOSITES AND MULTIPURPOSE COATINGS

Apakashev R. A., Khazin M. L., Valiev N. G. A hybrid method for producing functional aluminium-matrix composites 61

MATERIALS SCIENCE

Partyko E. G., Kosovich A. A., Deev V. B., Belyaev S. V. Melt sampling for hydrogen analysis optimized with the help of computer simulation 67

Doroshenko K. V., Kim E. D., Ri Hosen, Ri E. H. Structure, segregation and properties of high-alloy Al – Ti – V – Ni alloys 72

METAL PROCESSING

Pham Viet Hoang, Shatalov R. L., Chan Wu Kuang, Huong Xuan Hoang. Understanding the efficiency of roll lubrication when rolling AD33 aluminium alloy bands in industrial twin mill 175×300 78

As we approach the 200th anniversary of Gornyi Zhurnal and the 100th anniversary of Tsvetnye Metally

Bobkov V. A. Problem of sufficiency of non-ferrous metals for the defence industry of late Imperial Russia 86