

ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ

Подписные индексы: 71060 (Роспечать)
83869 (ОК «Пресса России»)

10₍₉₃₄₎ • 2020
октябрь

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 **А. В. Сысоев**
Первый зам. главного редактора **В. Н. Бричкин**
Зам. главного редактора **А. Г. Воробьев**

З. С. Абишева, Р. Х. Акчурин, М. В. Астахов (редактор раздела «Наноструктурированные металлы и материалы»), **В. Ю. Бажин, Н. А. Белов** (редактор разделов «Металлообработка», «Материаловедение»), **В. А. Бочаров** (редактор раздела «Обогащение»), **Г. Ю. Боярко, В. А. Брюквин, Г. М. Вольдман** (редактор раздела «Редкие металлы, полупроводники»), **В. В. Генеvски, Л. А. Глазунов, В. Б. Деев, М. И. Дли, В. А. Дмитриев, А. М. Дриц, А. В. Зиновьев, В. А. Игнаткина, М. Г. Исаенкова, В. С. Кальченко, С. С. Киров, Б. Г. Киселёв, П. А. Козлов, С. И. Корнеев** (редактор раздела «Экономика и управление производством»), **Б. А. Котляр, Ю. 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»), **М. А. Меретуков, А. М. Мицик, В. И. Москвитин, С. С. Набойченко, А. И. Николаев, А. М. Птицын, В. К. Румянцев, А. Г. Рыжов, Ф. М. Сафин, А. Н. Селезнёв, Е. Н. Селиванов, А. В. Сулицин, А. В. Тарасов, А. Н. Фёдоров, 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), **Д. Дрейсингер** (Канада), **Е. Жак** (Австралия), **К. Кнуутила** (Финляндия), **Б. Фридрих** (Германия).

РЕДАКЦИЯ:

зам. главного редактора **А. Г. Воробьев**; выпускающий редактор **Н. В. Шаркина**;
ведущий редактор **А. Ю. Слепцова**; редактор **Г. Е. Форысенкова**;
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 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 «Буки Веди»
Адрес типографии: 117246, Москва, проезд
Научный, д. 19, этаж 2, ком. 6д, оф. 202
тел.: 7(495)926-63-96

Подписано в печать с оригинал-макета 02.11.2020.
Формат 60х90 1/8. Печ. л. 12,25. Бумага офсетная.
Печать офсетная.
Тираж 1500 экз. Цена свободная.
Дата выхода в свет 16.11.2020.

ISSN 0372-2929



9 770372 292006 >

Содержание

Приветствия

Вайсберг Л. А.	2 с. обл.
Набойченко С. С.	55

Бричкин В. Н., Воробьев А. Г., Бажин В. Ю. Металлурги Горного института: традиции на службе Отечеству, науке и производству	4
---	---

Обогащение

Лобачева О. Л., Джевага Н. В., Данилов А. С. Изучение закономерностей флотационного и флотоэкстракционного извлечения цветных и редкоземельных металлов из модельных растворов	14
Львов В. В., Читалов Л. С. Современные тенденции подходов к расчету рудоподготовительных процессов аппаратов для переработки руд цветных металлов	20

Легкие металлы, углеродные материалы

Чистяков Д. Г., Голубев В. О., Сизяков В. М., Бричкин В. Н. Влияние состава сырья на параметры производства АО «РУСАЛ Ачинск»	27
Камешков А. В., Кондрашева Н. К., Габдулхаков Р. Р., Рудко В. А. Сравнительная характеристика нефтяных коксующих добавок из различных видов нефтяного сырья	35
Горланов Е. С., Кавалла Р., Поляков А. А. Электролитическое производство алюминия. Обзор. Часть 2. Перспективные направления развития	42
Фещенко Р. Ю., Еремин Р. Н., Ерохина О. О., Дыдин В. М. Повышение окислительной стойкости графитированных блоков для электролитического производства магния методом пропитки фосфатными растворами. Часть 1	49

Редкие металлы, полупроводники

Пягай И. Н., Кремчеев Э. А., Пасечник Л. А., Яценко С. П. Карбонизационный способ переработки отходов глиноземного производства – альтернативная технология извлечения редких металлов	56
--	----

Автоматизация

Шклярский Я. Э., Скамьин А. Н., Шклярский А. Я. Влияние высших гармоник на учет электрической энергии в сетях металлургического предприятия	64
Васильева Н. В., Федорова Э. Р. Анализ качества управления технологическим процессом	70

Из истории металлургии

Липин В. А., Микитюк В. П. «Во всех углах горного мира» (династия металлургов Иоссов). Часть 1	77
Липин В. А., Микитюк В. П. «Во всех углах горного мира» (династия металлургов Иоссов). Часть 2.	82
Бажин В. Ю., Шенк Й., Коновалов Г. В., Косовцева Т. Р. От изобретения Генри Бессемера до комплексного решения проблем конвертерного процесса.	88

Хроника

В Диссертационном совете «Химические технологии органических и неорганических веществ» ГУ № 212.224.15	76
Научная школа «Комплексная переработка сырья цветных, благородных и редких металлов»	3-я с. обл.

Экономика и управление производством

Международный обзор рынка цветных металлов	96
--	----

Журнал включен в Международные базы данных Scopus (2-й квартиль, 2019, по версии SCIMAGO), а также Chemical Abstracts Service

Журнал по решению ВАК Минобразования 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 Polytechnic 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: **Anatoly Sysoev**; 1st Deputy Chief Editor: **Vaycheslav Brichkin**; Deputy Chief Editor: **Alexander Vorobev**.
Leading Editor: **Natalya Sharkina**; Executive Editor: **Anastasia Sleptsova**; Editor: **Galina Forysenkova**.

© Designed by: “Ore and Metals” Publishing House,
journal “Tsvetnye Metally”, 2020

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 “Buki Vedi” LLC

Contents

Brichkin V. N., Vorobiev A. G., Bazhin V. Yu. Mining Institute’s metallurgists: a tradition serving the Country, science and production industry 4

BENEFICATION

Lobacheva O. L., Dzhevaga N. V., Danilov A. S. Understanding the regularities of recovering non-ferrous and rare earth metals from standard test solutions by flotation and solvent sublation 14

Lvov V. V., Chitalov L. S. Modern trends in the design of comminution processes and equipment for non-ferrous metals ores 20

LIGHT METALS AND CARBON MATERIALS

Chistyakov D. G., Golubev V. O., Sizyakov V. M., Brichkin V. N. Raw material composition at Rusal Achinsk and its impact on the production indicators 27

Kameshkov A. V., Kondrasheva N. K., Gabdulkhakov R. R., Rudko V. A. Comparison of coking additives obtained from different types of oil stock 35

Gorlanov E. S., Kawalla R., Polyakov A. A. Electrolytic production of aluminium. Review. Part 2. Development prospects 42

Feshchenko R. Yu., Eremin R. N., Erokhina O. O., Dydin V. M. Phosphate solution wetting of graphite blocks for magnesium electrolysis to enhance their oxidation resistance. Part 1 49

RARE METALS, SEMICONDUCTORS

Pyagay I. N., Kremcheev E. A., Pasechnik L. A., Yatsenko S. P. Carbonization processing of bauxite residue as an alternative rare metal recovery process 56

AUTOMATION

Shklyarskiy Ya. E., Skamyin A. N., Shklyarskiy A. Ya. Effect of higher harmonics on electric power metering in a steel maker’s power networks 64

Vasilieva N. V., Fedorova E. R. Process control quality analysis 70

FROM THE HISTORY OF METALLURGY

Bazhin V. Yu., Schenk J., Kononov G. V., Kosovtseva T. R. From Henry Bessemer’s invention to comprehensive converter process optimization 88