

ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ

Подписной индекс:
83869 (ОК «Пресса России»)

1 (937) • 2021
Январь

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. Генецкий, Л. А. Глазунов, В. Б. Деев, М. И. Длин, 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. Лебедев, 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. Генецкий** (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**;
ответственные 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 «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 26.01.2021.
Формат 60х90 1/8. Печ. л. 11,5. Бумага офсетная.
Печать офсетная.
Тираж 1000 экз. Цена свободная.
Дата выхода в свет 02.02.2021.

ISSN 0372-2929



9 770372 292006 >

Содержание

Экономика и управление производством

<u>Международный обзор рынка цветных металлов</u>	4
Котляр Б. А., Окуньков А. М. Цифровизация и взаимодействие с коллективом предприятия: как улучшить результаты	7

Обогащение

Кузин Е. Н., Кручинина Н. Е. Получение комплексных коагулянтов на основе крупнотоннажных отходов и продуктов промышленных производств	13
---	----

Тяжелые цветные металлы

<u>Научные разработки института «Гипроникель»</u>	
Платонов О. И., Цемехман Л. Ш. Резервы десульфуризации сернистого газа печей Ванюкова Медного завода.	19
Власов В. А., Платонов О. И., Терентьев А. О., Цемехман Л. Ш. Испытания процесса каталитической конверсии восстановленного сернистого газа	25

Благородные металлы и их сплавы

Санакулов К., Фузайлов О. У. Микроволновая энергия в переработке золотосодержащих руд	33
--	----

Редкие металлы, полупроводники

Соколова Ю. В., Богатырева Е. В. Исследование кинетики выщелачивания молибдата кальция растворами карбоната натрия	40
Касимцев А. В., Левинский Ю. В., Юдин С. Н. Кальциетермические процессы получения порошков редких металлов и интерметаллидов.	47

Материаловедение

Яшин В. В., Латушкин И. А., Арышенский Е. В., Читнаева Е. С. Изучение кинетики рекристаллизации алюминиевого сплава 15654 с низкой степенью проработки литой структуры	58
--	----

Металлообработка

Лисунец Н. Л., Жигулев Г. П., Хоанг Мань Жой, Нгуен Чыонг Ан. Исследование особенностей процесса штамповки контактов предохранителей из алюминиевого проката.	65
---	----

Автоматизация

Мартынов С. А., Бажин В. Ю., Петров П. А. Цифровая система управления рудно-термической печью при производстве металлургического кремния	70
--	----

Из истории металлургии

<u>К 250-летию Санкт-Петербургского горного университета.</u>	
<u>160 лет со дня рождения академика Н. С. Курнакова — профессора Горного института</u>	
Сырков А. Г., Прокопчук Н. Р., Воробьев А. Г., Бричкин В. Н. Академик Н. С. Курнаков как основоположник физико-химического анализа – научного фундамента для разработки новых металлических сплавов и материалов	77

Наши юбиляры

ФИЛИППОВУ Юрию Александровичу — 75 лет.	32
--	----

Хроника

Поздравляем Бориса Александровича Котляра с награждением Почетной грамотой Российского союза промышленников и предпринимателей!	7
Коллеги о плодотворном сотрудничестве	38

СЕЛИВАНОВ Евгений Николаевич	83
---	----

Памяти товарища. ШАШМУРИН Владимир Аркадьевич	84
--	----

Годовое содержание.	85
--------------------------------------	----

**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**.
Executive Editor: **Natalya Sharkina**; Leading Editor: **Anastasia Sleptsova**; Editor: **Galina Forsenkova**.

© Designed by: "Ore and Metals" Publishing House,
journal "Tsvetnye Metally", 2021

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

Kuzin E. N., Kruchinina N. E. Complex coagulants produced from bulk waste and industrial products. 13

HEAVY NON-FERROUS METALS

Platonov O. I., Tsemekhman L. Sh. Potential copper plant Vanyukov furnace gas desulphurization capacity 19

NOBLE METALS AND ITS ALLOYS

Sanakulov K. S., Fuzaylov O. U. Microwave energy for gold ore processing 33

RARE METALS, SEMICONDUCTORS

Sokolova Yu. V., Bogatyreva E. V. Study of the kinetics of calcium molybdate leaching
with sodium carbonate solutions 40

Kasimtsev A. V., Levinskiy Yu. V., Yudin S. N. Calcium thermic production of rare metal
and intermetallic powders 47

MATERIALS SCIENCE

Yashin V. V., Latushkin I. A., Aryshensky E. V., Chitnaeva E. S. Study of recrystallization kinetics
of aluminium alloy 1565ch with low degree of cast structure conditioning 58

METAL PROCESSING

Lisunets N. L., Zhigulev G. P., Hoang Man Goyi, Nguyen Truong An. Understanding the process
of making fuse contacts by upsetting of aluminium bars 65

AUTOMATION

Martynov S. A., Bazhin V. Yu., Petrov P. A. A digital control system designed for ore thermal
furnaces producing metallurgical silicon. 70

METALLURGICAL HISTORY

Syrkov A. G., Prokopchuk N. R., Vorobiev A. G., Brichkin V. N. Academician N. S. Kurnakov
as the founder of physico-chemical analysis – the scientific base for the development of new metal
alloys and materials 77