

# ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ

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

8<sup>(932)</sup> • 2020  
август

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**; мл. редактор **П. А. Володина**;  
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 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 01.09.2020.  
Формат 60х90 1/8. Печ. л. 11,5. Бумага офсетная.  
Печать офсетная.  
Тираж 1500 экз. Цена свободная.  
Дата выхода в свет 08.09.2020.

ISSN 0372-2929



9 770372 292006 >

# Содержание

## Экономика и управление производством

<b>Международный обзор рынка цветных металлов</b> .....	4
---	---

## Тяжелые цветные металлы

<b>Кожухметов С. М., Квятковский С. А., Семенова А. С., Байсанов А. С.</b> Исследование процесса совместной плавки богатых по меди высококремнистых и высокосернистых концентратов .....	6
<b>Рогожников Д. А., Захарьян С. В., Дизер О. А., Каримов К. А.</b> Азотнокислотное выщелачивание акжальского сульфидного мышьяковистого медьсодержащего концентрата .....	11
<b>Марченко Н. В., Ковтун О. Н.</b> Разработка технологии переработки тонких пылей медеплавильных заводов .....	17
<b>Набойченко С. С., Королев А. А., Мальцев Г. И., Тимофеев К. Л.</b> Комплексная переработка свинецсодержащих промпродуктов вакуумной дистилляцией .....	24

## Научно-технические разработки АО «Кольская ГМК»

<b>Сухарева Т. А., Ершов В. В., Исаева Л. Г., Шкондин М. А.</b> Оценка состояния северотаежных лесов в условиях снижения атмосферных выбросов комбинатом «Североникель» .....	33
<b>Батов А. А., Задворный В. А., Голубев Д. Г., Хавалиц С. Д.</b> Обеспечение сохранности продукции АО «Кольская ГМК», содержащей цветные и драгоценные металлы .....	41

## Легкие металлы, углеродные материалы

<b>Яценко С. П., Скачков В. М., Пасечник Л. А.</b> Получение богатых алюминиевых лигатур, содержащих скандий, иттрий и цирконий, для цветной и черной металлургии .....	49
<b>Исаева Л. А., Михалев Ю. Г., Жаринова Н. Ю.</b> Динамика образования и свойства криолитоглиноземных корок .....	56

## Композиционные материалы и многофункциональные покрытия

<b>Шорстов С. Ю., Сорокин М. Н., Размахов М. Г., Мараховский П. С.</b> Исследование алмазных поликристаллов, полученных методом инфильтрации с использованием натуральных и синтетических алмазных порошков .....	62
---	----

## Материаловедение

<b>Беспалов В. М., Сидельников С. Б., Белокопытов В. И., Ворошилов Д. С.</b> Влияние параметров совмещенной обработки и волочения на структуру и свойства проводниковых полуфабрикатов из сплавов системы Al – Zr .....	68
<b>Никитин К. В., Никитин В. И., Деев В. Б., Тимошкин И. Ю.</b> Влияние структуры лигатур AlFe <sub>5</sub> , полученных из рециклируемых стальных отходов, на свойства алюминиевых сплавов .....	75

## Металлообработка

<b>Муканов С. К., Кудряшов А. Е., Наумова Е. А., Петржик М. И.</b> Реакционное фазообразование при электроискровой обработке сплава ЭП741НП легкоплавким Al – Si-электродом .....	82
---	----

## Наши юбиляры

<b>КАЛАШНИКОВОЙ Марии Игоревне</b> — 60 лет .....	32
<b>ПОЛЯКОВУ Петру Васильевичу</b> — 85 лет .....	90
<b>ШЕХИРЕВУ Дмитрию Витальевичу</b> — 60 лет .....	91

## Хроника

<b>Коллеги</b> — о плодотворном сотрудничестве .....	31
<b>Уникальный автоклав имени Н. В. Воробьева-Десятовского. Арямова В. А.</b> .....	47
<b>Рецензия на монографию Касиков А. Г., Арешина Н. С. Утилизация и комплексная переработка продуктов и отходов газоочистки медно-никелевого производства. Абишева З. С.</b> .....	92
***	
<b>Требования к оформлению статей</b> .....	61

**Журнал включен в Международные базы данных Scopus (2-й квартиль, 2019, 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 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**; 1<sup>st</sup> Deputy Chief Editor: **Vaycheslav Brichkin**; Deputy Chief Editor: **Alexander Vorobev**.  
Executive Editor: **Natalya Sharkina**; Leading Editor: **Anastasia Sleptsova**; Editor: **Galina Forysenkova**; Junior Editor: **Polina Volodina**.

© 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 “Kancler” Printing House

## Contents

### HEAVY NON-FERROUS METALS

- Kozhakhmetov S. M., Kvyatkovskiy S. A., Semenova A. S., Baysanov A. S.** Understanding the process of smelting copper-rich high-silicon concentrates in combination with copper-rich high-sulphur concentrates . . . 6
- Rogozhnikov D. A., Zakharian S. V., Dizer O. A., Karimov K. A.** Nitric acid leaching of the copper-bearing arsenic sulphide concentrate of Akzhal . . . . . 11
- Marchenko N. V., Kovtun O. N.** Developing a technique for processing fine copper smelter dusts . . . . . 17
- Naboychenko S. S., Korolev A. A., Maltsev G. I., Timofeev K. L.** Complex processing of lead-containing industrial products by vacuum distillation . . . . . 24

### SCIENTIFIC AND TECHNICAL DEVELOPMENTS OF THE KOLA MMC JSC

- Sukhareva T. A., Ershov V. V., Isaeva L. G., Shkondin M. A.** Analyzing the status of northern taiga forests amid reduced Severonikel emissions . . . . . 33

### LIGHT METALS AND CARBON MATERIALS

- Yatsenko S. P., Skachkov V. M., Pasechnik L. A.** Production of rich aluminum master alloys containing scandium, yttrium and zirconium for non-ferrous and ferrous metallurgy . . . . . 49
- Isaeva L.A., Mikhalev Yu. G., Zharinova N. Yu.** Dynamics of formation and properties of cryolite-alumina crusts . . . . . 56

### COMPOSITES AND MULTIPURPOSE COATINGS

- Shorstov S. Yu., Sorokin M. N., Razmakhov M. G., Marakhovskiy P. S.** Study of polycrystalline diamonds produced by infiltration method using natural and synthetic diamond powders . . . . . 62

### MATERIALS SCIENCE

- Bespalov V. M., Sidelnikov S. B., Belokopytov V. I., Voroshilov D. S.** Understanding the effect produced by combined processing and drawing on the structure and properties of conductive semi-finished products made of Al – Zr alloys . . . . . 68
- Nikitin K. V., Nikitin V. I., Deev V. B., Timoshkin I. Yu.** The structure of AlFe<sub>5</sub> master alloys produced from recyclable scrap steel and its effect on the properties of aluminium alloys . . . . . 75

### METAL PROCESSING

- Mukanov S. K., Kudryashov A. E., Naumova E. A., Petrzhik M. I.** Reactive phase formation during electrospark treatment of the EP741NP alloy with fusible Al – Si electrode . . . . . 82