

www.rudmet.ru

ISSN 0372-2929

# ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

Издается с 1926 г.

(№ 927)

3. 2020

Научно-технические разработки  
АО «Кольская ГМК» (с. 15)

# Содержание

---

## Экономика и управление производством

<b>Международный обзор рынка цветных металлов</b> . . . . .	4
<b>Саркисов С. С., Ломоносова Н. В., Золкина А. В., Саркисов Т. С.</b> Интеграция цифровых технологий в горно-металлургической промышленности . . . . .	7

## Научно-технические разработки АО «Кольская ГМК»

<b>Копылов В. В., Нестеров К. В., Курбатов Е. А., Молодцев М. С.</b> Опыт эффективной переработки труднообогатимых руд на обогатительной фабрике АО «Кольская ГМК» . . . . .	15
<b>Ласкина Н. Я., Никитина Л. Н.</b> Научно-техническая библиотека Кольской ГМК — центр притяжения металлургов . . . . .	22

## Тяжелые цветные металлы

<b>Лихникевич Е. Г., Курков А. В., Ануфриева С. И., Рогожин А. А.</b> Гидрометаллургические процессы селективного вскрытия минерального сырья . . . . .	27
<b>Комков А. А., Каряев В. И., Соколов В. А., Кузнецов А. В.</b> Поведение молибдена при окислительной плавке медных молибденсодержащих концентратов на штейн . . . . .	31

## Благородные металлы и их сплавы

<b>Петров Г. В., Бодуэн А. Я., Фокина С. Б., Зотова И. Е.</b> Особенности поведения комплексов иридия и рутения при сорбции в серноокислой среде . . . . .	39
<b>Федоров В. К., Шнеерсон Я. М., Афанасьев А. В., Клементьев М. В., Фоменко И. В.</b> Краткие итоги первого года работы Покровского автоклавно-гидрометаллургического комплекса . . . . .	43

## Легкие металлы, углеродные материалы

<b>Иванов М. А., Божко Г. Г., Медведев А. С., Тарасов В. П.</b> Разработка технологии солянокислотного выщелачивания каолиновой глины Трошковского месторождения . . . . .	48
<b>Лапаев И. И., Половников В. Е., Константинов А. М., Белянин В. Е.</b> Материальный баланс процесса прокаливания нефтяного кокса во вращающихся печах . . . . .	56
<b>Лысенко А. П., Шевченко Е. А.</b> Использование комплексной технологии переработки шлаков алюминиевой промышленности для последующего раскисления стали . . . . .	63
<b>Яценко С. П., Скачков В. М., Пасечник Л. А., Овсянников Б. В.</b> Цикл производства алюмоскандиевой лигатуры и сплавов . . . . .	68

## Редкие металлы, полупроводники

<b>Егоров С. А., Блохин А. А., Мурашкин Ю. В., Татарников А. В.</b> Сорбционное извлечение родия из многокомпонентных хлоридных растворов . . . . .	74
<b>Беликов М. Л., Локшин Э. П.</b> Эффективные и доступные способы очистки различных вод от фторсодержащих неорганических примесей . . . . .	79

## Материаловедение

<b>Исаенкова М. Г., Перлович Ю. А., Крымская О. А., Жук Д. И.</b> Учет двойникования при моделировании пластической деформации $\alpha$ -циркония . . . . .	86
---	----

## Металлообработка

<b>Негодин Д. А., Харьковский Д. Н., Дудихин Д. В.</b> Освоение промышленного производства фольги из гафния марки ГФЭ-1 . . . . .	92
---	----

## Хроника

<b>ПРОСКУРИН Иван Ефимович</b> . . . . .	91
--	----

---

*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**; Deputy Chief Editor: **Alexander Vorobev**.  
Executive Editor: **Anastasia Sleptsova**; Leading Editor: **Natalya Sharkina**; 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 “Buki Vedi” LLC

## Contents

### **ECONOMICS AND MANAGEMENT OF PRODUCTION**

**Sarkisov S. S., Lomonosova N. V., Zolkina A. V., Sarkisov T. S.** Integration of digital technology in mining and metallurgy industries. . . . . 7

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

**Kopylov V. V., Nesterov K. V., Kurbatov E. A., Molodtsev M. S.** The efficient practice of processing refractory ores at Kola MMC’s concentrator plant . . . . . 15

### **HEAVY NON-FERROUS METALS**

**Likhnikovich E. G., Kurkov A. V., Anufrieva S. I., Rogozhin A. A.** Hydrometallurgical processes of selective mineral liberation. . . . . 27

**Komkov A. A., Karyaev V. I., Sokolykh V. A., Kuznetsov A. V.** Behaviour of molybdenum during matte smelting of molybdenum-bearing copper concentrates . . . . . 31

### **NOBLE METALS AND ALLOYS**

**Petrov G. V., Boduen A. Ya., Fokina S. B., Zotova I. E.** Behaviour of iridium and ruthenium complexes during sorption in sulphuric acid medium. . . . . 39

**Fedorov V. K., Shneerson Ya. M., Afanasiev A. V., Klementiev M. V., Fomenko I. V.** Short summary of first year of the Pokrovskiy pressure oxidation hub operation . . . . . 43

### **LIGHT METALS, CARBON MATERIALS**

**Ivanov M. A., Bozhko G. G., Medvedev A. S., Tarasov V. P.** Developing a process for hydrochloric acid leaching of the Troshkovskiy kaolin clay. . . . . 48

**Lapaev I. I., Polovnikov V. E., Konstantinov A. M., Belyanin V. E.** Petroleum coke calcination in rotary kilns: material balance of the process. . . . . 56

**Lysenko A. P., Shevchenko E. A.** A technique for comprehensive processing of aluminium slags and its application for further steel deoxidization . . . . . 63

**Yatsenko S. P., Skachkov V. M., Pasechnik L. A., Ovsyannikov B. V.** Cycle of production of aluminum-scandium alloys and alloys. . . . . 68

### **RARE METALS, SEMICONDUCTORS**

**Egorov S. A., Blokhin A. A., Murashkin Yu. V., Tatarnikov A. V.** Extraction of rhodium from multicomponent chloride solutions by sorption . . . . . 74

**Belikov M. L., Lokshin E. P.** Effective and affordable methods of cleaning a variety of water sources from the fluorine-containing inorganic impurities. . . . . 79

### **MATERIALS SCIENCE**

**Isaenkova M. G., Perlovich Yu. A., Krymskaya O. A., Zhuk D. I.** Accounting for twinning when modelling plastic deformation of  $\alpha$ -zirconium . . . . . 86

### **METAL PROCESSING**

**Negodin D. A., Kharkovskiy D. N., Dudikhin D. V.** Commercial production of foil made of the GFE-1 grade hafnium . . . . . 92