

# ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

90  
лет

Издается с 1926 г.  
(№ 881)

5. 2016

## «Помни войну!»

**Адмирал Степан Осипович Макаров**  
герой Русско-японской войны, защитник Порт-Артура





# Содержание

---

## Экономика и управление производством

<b>Международный обзор рынка цветных металлов</b> .....	6
---	---

## Обогащение

<b>Иванова Т. А., Чантурия В. А., Зимбовский И. Г., Копорулина Е. В.</b> Цветовая идентификация комплексных соединений флотационных собирателей с металлами в растворах и на минеральной поверхности .....	8
<b>Лапшин Д. А., Простакишин М. Ф., Золотарев В. Н., Воложанинов А. Б.</b> Разработка технологии переработки руд Удоканского месторождения. Часть 3. Полупромышленные испытания технологической схемы .....	17
<b>Егоров А. М., Лаврентьев А. В., Сарычев Г. А., Тананаев И. Г.</b> Технология флотационного обогащения концентратов при переработке отвалов Завитинского литиево-бериллиевого месторождения . . .	23

## Тяжелые цветные металлы

<b>Федосеев И. В., Баркан М. Ш.</b> Совершенствование гидрометаллургической переработки сульфидных медно-никелевых промпродуктов .....	27
<b>Матюхин В. И., Ярошенко Ю. Г., Матюхин О. В., Булатов К. В.</b> Совершенствование тепловой работы шахтных печей при реконструкции воздухоподачи. Часть 1 .....	33

## Легкие металлы, углеродные материалы

<b>Сысоев И. А., Кондратьев В. В., Шахрай С. Г., Карлина А. И.</b> Разработка способа управления энергетическим режимом электролизеров для производства алюминия .....	38
--	----

## Редкие металлы, полупроводники

<b>Гасанов А. А., Семенов А. А., Апанасенко В. В., Юрасова О. В.</b> Расчет полного противоточного экстракционного каскада с обменной промывкой с использованием Excel. ....	44
<b>Алекберов З. М., Матясова В. Е., Коцарь М. Л., Быков А. Д.</b> Исследования распределения бериллия по продуктам плавки медно-бериллиевой лигатуры производства ФГУП «Базальт» .....	50

## Композиционные материалы и многофункциональные покрытия

<b>Богданович В. И., Марьин С. Б., Докукина И. А., Гиорбелидзе М. Г.</b> Разработка состава покрытий и оборудования для восстановления и упрочнения деталей энергетических агрегатов методом плазменного напыления .....	56
--	----

## Материаловедение

<b>Кашапов О. С., Павлова Т. В., Кондратьева А. Р., Калашников В. С.</b> Особенности применения жаропрочного титанового сплава BT8-1 для моноколес компрессора газотурбинных двигателей. ....	63
<b>Горунов А. И.</b> Изучение влияния термической обработки на структуру и свойства образцов, получаемых методом прямого лазерного нанесения. ....	69

## Металлообработка

<b>Мочалин И. В., Горохов Ю. В., Беляев С. В., Губанов И. Ю.</b> Экструдирование медных шин на установке «Конформ» с форкамерой .....	75
<b>Якушин Б. Ф., Бакуло А. В., Шиганов И. Н.</b> Повышение свариваемости термоупрочненных алюминиевых сплавов .....	79

## Автоматизация

<b>Бринза В. В., Филонов М. Р., Логинова В. В., Аникин Ю. А.</b> Анализ и наукометрическое прогнозирование исследований и разработок термоэлектрических материалов .....	85
--	----

## Хроника

К 110-летию Алексея Борисовича Логинова. <b>И. С. Аристов</b> .....	93
<b>ЛАЙНЕР Юрий Абрамович</b> .....	43

\*\*\*

Требования к оформлению статей. ....	4
--------------------------------------	---

---

**Журнал включен в Международные базы данных Scopus, Chemical Abstracts Service**

Пятилетний импакт-фактор **РИНЦ** без самоцитирования (2014) ..... **0,194**

*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).*

---

## FOUNDERS OF “TSVETNYE METALLY” JOURNAL:

“Ore and Metals” Publishing House, “Norilsk Nickel” Mining and Metallurgical Company, National University of Science and Technology “MISIS”.

With Participation of National Research Nuclear University “MEPhI”, National Research Tomsk Polytechnic University, State Hermitage Museum.

With Assistance of Scientific and Production Association “RIVS”, Navoi Mining & Metallurgy Combinat.

With the support of Scientific and Engineering Union on Mining, Geology and Metallurgy (Republic of Bulgaria).

## Editorial Board:

Chief Editor: **Alexander Putilov**; 1<sup>st</sup> Deputy Chief Editor: **Anatoly Sysoev**; Deputy Chief Editor: **Alexander Vorobev**.  
Editorial Coordinator: **Natalya Sharkina**; Executive Editor: **Anastasia Sleptsova**; Editor: **Anastasia Sharonchikova**; Junior Editor: **Regina Akhmetgareeva**; Responsible for content in English: **Daria Anikina**.

© Designed by: “Ore and Metals” Publishing House,  
journal “Tsvetnye Metally”, 2016  
**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 “Ofset Print” publishing house

## Contents

### ECONOMICS AND MANAGEMENT OF PRODUCTION

*International review of market of non-ferrous metals* ..... 6

### BENEFICATION

**Ivanova T. A., Chanturiya V. A., Zimbovskiy I. G., Koporulina E. V.** Color identification of complex compounds of flotation collectors and metals in solutions and on mineral surface ..... 8

**Lapshin D. A., Prostackishin M. F., Zolotarev V. N., Volozhaninov A. B.** Development of Udokan deposit ore processing technology. Part 3. semi-industrial flowsheet testings ..... 17

**Egorov A. M., Lavrentev A. V., Sarychev G. A., Tananaev I. G.** Technology of flotation beneficiation of concentrates during Zavitsinsk lithium-berillium deposit dumps processing ..... 23

### HEAVY NON-FERROUS METALS

**Fedoseev I. V., Barkan M. Sh.** Improvement of hydrometallurgical processing of sulfide copper-nickel middlings ..... 27

**Matyukhin V. I., Yaroshenko Yu. G., Matyukhin O. V., Bulatov K. V.** Upgrading the thermal performance of shaft furnaces during the air supply reconstruction. Part 1 ..... 33

### LIGHT METALS, CARBON MATERIALS

**Sysoev I. A., Kondratev V. V., Shakhray S. G., Karfina A. I.** Development of the method of electrolyzers' energy mode control for aluminium production ..... 38

### RARE METALS, SEMICONDUCTORS

**Gasanov A. A., Semenov A. A., Apanasenko V. V., Yurasova O. V.** Calculation of complete counter-current extraction cascade with exchange washing using EXCEL ..... 44

**Alekberov Z. M., Matyasova V. E., Kotsar M. L., Bykov A. D.** Investigations of beryllium distribution by copper-beryllium ignature smelting products (Research and Production Association “Bazalt”) ..... 50

### COMPOSITES AND MULTIPURPOSE COATINGS

**Bogdanovich V. I., Marin S. B., Dokukina I. A., Giorbelidze M. G.** Development of coatings composition and equipment for repair and strengthening of power generating unit elements by plasma spraying ..... 56

### MATERIALS SCIENCE

**Kashapov O. S., Pavlova T. V., Kondrateva A. R., Kalashnikov V. S.** Peculiarities of application of heat-resistant titanium alloy VT8-1 (BT8-1) for the bladed integrated disks of gas-turbine engine compressor ..... 63

**Gorunov A. I.** Investigation of the influence of heat treatment on structure and properties of the specimens obtained by direct laser deposition ..... 69

### METAL PROCESSING

**Mochalin I. V., Gorokhov Yu. V., Belyaev S. V., Gubanov I. Yu.** Copper busbars extrusion on “Conform” installation with prechamber ..... 75

**Yakushin B. F., Bakulo A. V., Shiganov I. N.** Improving of weldability of heat-strengthened aluminum alloys ..... 79

### AUTOMATION

**Brinza V. V., Filonov M. R., Loginova V. V., Anikin Yu. A.** Analysis and scientometrical forecasting of investigations and developments of thermoelectric materials ..... 85