

www.rudmet.ru

ISSN 0372-2929

# ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

Издается с 1926 г.  
(№ 878)

2. 2016



**Навоийский ГМК** (с. 9–32)





# Содержание

---

## Экономика и управление производством

**Международный обзор рынка цветных металлов** ..... 6

## Разработки сотрудников Навоийского горно-металлургического комбината

Поздравляем с наградой К. С. Санакулова! ..... 2-я стр. обложки

**Санакулов К. С., Мустакимов О. М., Эргашев У. А., Ахатов Н. А.** О целесообразности применения комбинированных технологий для переработки особо упорных золотосульфидных руд ..... 9

**Музафаров А. М., Ослоповский С. А., Саттаров Г. С.** Радиометрические исследования техногенных объектов ..... 15

**Исмагилов М. М., Хужакулов Н. Б., Гафуров К.** Исследование пространственно-объемного распределения золота в лежалых хвостах ГМЗ-3 ..... 20

**Музафаров А. М., Василенок О. П., Нарбадалов Ш. И., Саттаров Г. С.** Оценка возможности использования некондиционных вод в гидрометаллургическом производстве ..... 27

## Обогащение

**Малышев В. П., Бектурганов Н. С., Макашева А. М., Зубрина Ю. С.** Вероятностная модель измельчения материалов как оператор самоорганизации и аттрактор процесса ..... 33

## Тяжелые цветные металлы

**Теляков Н. М., Дарьин А. А., Теляков А. Н., Петухов А. А.** Влияние специфики состава железомарганцевых конкреций Тихого океана и Балтийского моря на технологические показатели извлечения ценных компонентов ..... 40

## Благородные металлы и их сплавы

**Бобоев Ф. Ш., Бобоев И. Р., Стрижко Л. С., Рябова А. В.** Совершенствование практики кучного выщелачивания золота в суровых климатических условиях ..... 46

## Легкие металлы, углеродные материалы

**Шахрай С. Г., Скуратов А. П., Кондратьев В. В., Ершов В. А.** Утилизация теплоты анодных газов алюминиевого электролизера ..... 52

**Таланов А. А., Коцарь М. Л., Коншин Р. С., Киверин В. Л.** Процессы дистилляции кальция в модернизированном оборудовании увеличенной производительности ..... 57

## Редкие металлы, полупроводники

**Копкова Е. К., Муждабаева М. А., Громов П. Б., Кузнецов В. Я.** Низкотемпературное неводное разложение пирохлора органическим растворителем ..... 62

**Гуро В. П., Юсупов Ф. М., Сафаров Е. Т., Рахматкариева Ф. Г.** Выбор оптимального связующего для гранулирования молибденитового концентрата ..... 68

**Блохин А. А., Плешков М. А., Мурашкин Ю. В., Шнеерсон Я. М.** Оценка возможности применения некоторых слабоосновных анионитов для конверсии вольфрамата натрия в вольфрамат аммония ..... 74

## Композиционные материалы и многофункциональные покрытия

**Ракоч А. Г., Стрекалина Д. М., Гладкова А. А.** Износостойкие покрытия на титановом сплаве ВТ6, получаемые методом плазменно-электролитического оксидирования ..... 80

**Бабкин В. Г., Терентьев Н. А., Чубарова Н. Е.** Армирующие лигатуры для производства термически неупрочняемых композиционных сплавов на основе алюминия ..... 85

## Металлообработка

**Кондратьев Д. А., Ковалевский А. В.** Сплавообразование при диффузионном насыщении никеля и кобальта неодимом в расплаве  $LiCl - KCl - NdCl_3$  ..... 92

## Наши юбиляры

**РЮМИНУ Александру Александровичу — 60 лет.** ..... 5

---

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

Пятилетний импакт-фактор РИНЦ без самоцитирования ..... 0,155

---

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: **Alexandra Atmadzhidi**; 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 “Tiso Print” publishing house

## Contents

### ECONOMICS AND MANAGEMENT OF PRODUCTION

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

### BENEFICATION

**Sanakulov K. S., Mustakimov O. M., Ergashev U. A., Akhatov N. A.** About the expediency of application of combined technologies for processing of high refractory gold-sulfide ores ..... 9

**Muzafarov A. M., Oslopovskiy S. A., Sattarov G. S.** Radiometric investigations of technogenic objects ..... 15

**Ismagilov M. M., Khuzhakulov N. B., Gafurov K.** Research of spatial-volumetric distribution of gold in the stale tailings of Hydrometallurgical Plant No. 3. .... 20

**Muzafarov A. M., Vasilenok O. P., Narbadalov Sh. I., Sattarov G. S.** Assessment of the possibility of the off-spec water application in hydrometallurgical production ..... 27

\*\*\*

**Malyshev V. P., Bekturganov N. S., Makasheva A. M., Zubrina Yu. S.** Probabilistic model of material grinding as a self-organization operator and process attractor ..... 33

### HEAVY NON-FERROUS METALS

**Telyakov N. M., Darin A. A., Telyakov A. N., Petukhov A. A.** Influence of the specific character of the content of iron-manganese concretions of the Pacific Ocean and Baltic sea on technological indicators of valuable component extraction ..... 40

### NOBLE METALS AND ALLOYS

**Boboev F. Sh., Boboev I. R., Strizhko L. S., Ryabova A. V.** Improvement of the practice of heap leaching of gold in severe climatic conditions ..... 46

### LIGHT METALS, CARBON MATERIALS

**Shakhray S. G., Skuratov A. P., Kondratev V. V., Ershov V. A.** Heat recovery of anode gases of aluminium electrolyzer ..... 52

**Talanov A. A., Kotsar M. L., Konshin R. S., Kiverin V. L.** Calcium distillation processes in modernized equipment with increased productivity ..... 57

### RARE METALS, SEMICONDUCTORS

**Kopkova E. K., Muzhdabaeva M. A., Gromov P. B., Kuznetsov V. Ya.** Low-temperature nonaqueous decomposition of chalcocyanite by organic solvent. .... 62

**Guro V. P., Yusupov F. M., Safarov E. T., Rakhmatkarieva F. G.** The choice of optimal binder for molybdenite concentrate granulation ..... 68

**Blokhin A. A., Pleshkov M. A., Murashkin Yu. V., Shneerson Ya. M.** Assessment of the possibility of application of some weakly basic anionites for conversion of sodium tungstate into ammonium tungstate ..... 74

### COMPOSITES AND MULTIPURPOSE COATINGS

**Rakoch A. G., Strekalina D. M., Gladkova A. A.** Wear-resistant coatings on titanium alloy VT6 (BT6), obtained by plasma-electrolytic oxidation method ..... 80

**Babkin V. G., Terentev N. A., Chubarova N. E.** Reinforcing base metals for the production of non-heat-treatable composite aluminium-based alloys. .... 85

### METAL PROCESSING

**Kondratev D. A., Kovalevskiy A. V.** Alloy-formation during the diffusion saturation of nickel and cobalt with neodymium in the smelt LiCl – KCl – NdCl<sub>3</sub> ..... 92