

# ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

Издается с 1926 г.  
(№ 978)

6.2024





# Содержание

<b>Экономика и управление производством</b>	
<b>Международный обзор рынка цветных металлов</b> .....	4
<b>Кольская ГМК: по пути устойчивого развития</b>	
<b>Щербаков С. В.</b> Эффекты здесь и сейчас. Внедрение принципов постоянного совершенствования операционной деятельности Кольской компании и достигнутые результаты .....	8
<b>Обогащение</b>	
<b>Федотов Е. Н., Уразова Ю. В., Тиунов М. Ю., Бурдонов А. Е.</b> Переработка литийсодержащих рудных отвалов с получением высококачественных сподуменовых концентратов .....	11
<b>Тяжелые цветные металлы</b>	
<b>Лях С. И., Фоменко И. В., Варганов М. С., Загребин С. А.</b> Исследования технологии прямого атмосферного выщелачивания цинкового концентрата .....	18
<b>Благородные металлы и их сплавы</b>	
<b>Алымов М. И., Левинский Ю. В., Вершинина Е. В.</b> $p - T - x$ -диаграмма состояния системы Au - Zn .....	28
<b>Редкие металлы, полупроводники</b>	
<b>Конькова Т. В., Гайдукова А. М., Либерман Е. Ю., Стоянова А. Д.</b> Перспективы переработки дезактивированного Co - Mo/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -катализатора гидроочистки дизельного топлива .....	34
<b>Санжанова С. С., Плюснин А. М.</b> Концентрирование цветных и редкоземельных металлов из жидких отходов переработки вольфрамовых руд .....	40
<b>Композиционные материалы и многофункциональные покрытия</b>	
<b>Козик Е. С., Свиденко Е. В.</b> Влияние упрочнения на механические свойства твердого сплава марки VK8 .....	47
<b>Материаловедение</b>	
<b>Наумова Е. А., Васина М. А., Финогеев С. А., Бобрышева А. О.</b> Исследование влияния цинка на фазовый состав и структуру сплавов системы Al - Ca - Ce .....	53
<b>Жаров М. В.</b> Процессы уплотнения и формирования твердофазного соединения при использовании разных схем брикетирования и последующей термокомпрессионной обработки стружки титановых сплавов .....	61
<b>Дорошенко В. В., Аксенов А. А., Стрекалина Д. М., Горлов Л. Е.</b> Влияние кальция на фазовый состав, структуру и упрочнение деформируемого сплава Al - 3,3 % Mg - 0,7 % Mn .....	70
<b>Металлообработка</b>	
<b>Халимоненко А. Д., Шмакова Ю. Р., Адмакина О. Н., Куфаев В. Г.</b> Особенности высокоскоростного торцевого фрезерования деформируемых алюминиевых сплавов .....	81
<b>Хроника</b>	
<b>К 200-летию «Горного журнала» и 100-летию журнала «Цветные металлы»</b>	
<b>Петров И. М.</b> Забытые авторы «Горного журнала»: Л. П. Семяников, Б. Н. Померанцев, Н. К. Лессиг .....	89
<b>Юбиляры</b>	
<b>ГЕНЕВСКИ Владимиру Ветовичу — 90 лет</b> .....	3-я с. обл.

*Журнал «Цветные металлы» по решению ВАК Министерства науки и высшего образования РФ включен в «Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий для публикации основных научных результатов диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук» по следующим научным специальностям:*

- 2.5.8. Сварка, родственные процессы и технологии (технические науки)
- 2.6.1. Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов (технические науки)
- 2.6.2. Металлургия черных, цветных и редких металлов (технические науки)
- 2.6.3. Литейное производство (технические науки)
- 2.6.4. Обработка металлов давлением (технические науки)
- 2.6.5. Порошковая металлургия и композиционные материалы (технические науки)
- 2.6.6. Нанотехнологии и наноматериалы (технические науки)
- 2.6.8. Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов (технические науки)
- 2.6.13. Процессы и аппараты химических технологий (технические науки)
- 2.6.17. Материаловедение (технические науки)
- 2.8.9. Обогащение полезных ископаемых (технические науки)

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, S. P. Korolev Rocket and Corporation Energia, 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).

Information coordinator of the topics on technological provision of mineral processing of raw materials – JSC “Design & Survey and Research & Development Institute of Industrial Technology” (“Rosatom” State Corporation)

### Editorial Board:

Acting Chief Editor: **Vladimir Bazhin**; 1<sup>st</sup> Deputy Chief Editor: **Vaycheslav Brichkin**; **Vladislav Deev**; Deputy Chief Editor: **Alexander Vorobei**; Executive Editor: **Nataliya Sharkina**; Editors: **Tatiana Jukova**, **Elena Rakhmanova**, **Vera Smiltina**.

© Designed by: “Ore and Metals” Publishing House,  
journal “Tsvetnye Metally”, 2024  
**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

**Fedotov E. N., Urazova Yu. V., Tiunov M. Yu., Burdonov A. E.** Processing of lithium-containing ore waste piles, producing high-quality spodumene concentrates ..... 11

### HEAVY NON-FERROUS METALS

**Lyakh S. I., Fomenko I. V., Varganov M. S., Zagrebin S. A.** Study on the technology of direct atmospheric leaching of a zinc concentrate ..... 18

### NOBLE METALS AND ALLOYS

**Alymov M. I., Levinskiy Yu. V., Vershinina E. V.**  $p - T - x$ -diagram of the Au - Zn system ..... 28

### RARE METALS, SEMICONDUCTORS

**Konkova T. V., Gaydukova A. M., Liberman E. Yu., Stoyanova A. D.** Prospects for processing deactivated Co - Mo/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> catalyst of diesel hydrotreating ..... 34

**Sanzhanova S. S., Plyusnin A. M.** Concentration of non-ferrous and rare earth metals from liquid waste from tungsten ore processing ..... 40

### COMPOSITES AND MULTIPURPOSE COATINGS

**Kozik E. S., Svidenko E. V.** Influence of hardening on mechanical properties of hard alloy VK8 ..... 47

### MATERIALS SCIENCE

**Naumova E. A., Vasina M. A., Finogeev S. A., Bobrysheva A. O.** Study on the effect of zinc on the phase composition and the structure of Al - Ca - Ce alloys ..... 53

**Zharov M. V.** Processes of compacting and forming a solid phase combination, when using various schemes of briquetting and subsequent thermocompression treatment of titanium alloy swarf ..... 61

**Doroshenko V. V., Aksenov A. A., Strekalina D. M., Gorlov L. E.** The influence of calcium on phase composition, structure and strengthening of the wrought Al - 3.3 Mg - 0.7 Mn alloy ..... 70

### METAL PROCESSING

**Khalimonenko A. D., Shmakova Yu. R., Admakina O. N., KufaeV V. G.** High-speed face milling features of deformable aluminum alloys ..... 81