

www.rudmet.ru

ISSN 0372-2929

ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

Издается с 1926 г.
(№ 992)

8.2025



Содержание

<i>Международный обзор рынка цветных металлов</i>	4
Кольская ГМК: по пути устойчивого развития	
Крайнюченко Я. В., Батц Е. А., Санников Д. О., Щербаков С. В. Применение искусственного интеллекта в управлении металлургическим производством	8
Обогащение	
Кондратьев С. А., Гаврилова Т. Г. Роль физической сорбции в повышении извлечения и селективности выделения полезного компонента в пенной флотации	13
Благородные металлы и их сплавы	
Акименко А. А., Белоусов О. В., Белоусова Н. В., Борисов Р. В. Растворение родия и родий-иридиевых сплавов в титановом автоклавном оборудовании.	22
Редкие металлы, полупроводники	
Кордик В. О., Соколова Ю. В. Выщелачивание смеси катодных материалов отработанных литий-ионных аккумуляторов	28
Композиционные материалы и многофункциональные покрытия	
Дворник М. И., Михайленко Е. А., Бурков А. А., Черняков Е. В. Возможность использования неразъемной испаряемой пластиковой формы, полученной методом 3D-печати, для формования твердосплавной фрезы	36
Деев В. Б., Прусов Е. С., Ри Э. Х., Мей Шунчи. Влияние литья на структурообразование при кристаллизации литых алюмоматричных композиционных материалов	42
Ермаков С. Б., Ермаков Б. С., Швецов О. В., Вологжанина С. А. Применение плазменной атомизации для получения порошков цветных металлов	50
Автоматизация	
Курилин С. П., Федотов В. В. Исследование характеристик безредукторного электропривода конвейерной машины для обжига окатышей в цветной металлургии	57
Материаловедение	
Песин А. М., Разинкин А. В., Замараев В. А., Пустовойтов Д. О. Деформационное поведение алюминий-литиевого сплава 1441 в интервале температур горячей прокатки	66
Наумова Е. А., Бобрышева А. О., Бочвар С. Г., Предко П. Ю. Теплостойкость сплавов эвтектического типа системы Al – Ca – Ce, легированных La, Ni, Mn, Zr и C.	73
Из истории металлургии	
Детков П. Г., Дробот Д. В. История открытия редкоземельных элементов. Элемент 61	82
Требования к оформлению статей.	92

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:

- 2.6.2. Металлургия черных, цветных и редких металлов (технические науки)*
- 2.8.9. Обогащение полезных ископаемых (технические науки)*
- 2.5.8. Сварка, родственные процессы и технологии (технические науки)*
- 2.6.1. Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов (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, химические науки)*
- 2.6.13. Процессы и аппараты химических технологий (технические науки, химические науки)*
- 2.6.17. Материаловедение (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 Nuclear University “MEPhI”, National Research Tomsk State University, State Hermitage Museum.

With Assistance of 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: **Vladislav Deev**; 1st Deputy Chief Editor: **Vaycheslav Brichkin**; **Igor Sergeev**; Deputy Chief Editor: **Alexander Vorobev**; Executive Editor: **Nataliya Sharkina**; Editors: **Elena Rakhmanova**, **Vera Smiltina**.

© Designed by: “Ore and Metals” Publishing House,
journal “Tsvetnye Metally”, 2025

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

Kondratyev S. A., Gavrilova T. G. The role of physical sorption in increasing the extraction and selectivity of the useful component in foam flotation13

NOBLE METALS AND ITS ALLOYS

Akimenko A. A., Belousov O. V., Belousova N. V., Borisov R. V. Dissolution of rhodium and rhodium-iridium alloy dissolution in titanium autoclave equipment.22

RARE METALS, SEMICONDUCTORS

Kordik V. O., Sokolova Yu. V. Leaching of a mixture of cathode materials from spent lithium-ion batteries28

COMPOSITES AND MULTIPURPOSE COATINGS

Dvornik M. I., Mikhailenko E. A., Burkov A. A., Chernyakov E. V. The possibility of using an evaporable plastic block mold made by 3D printing for forming a hard alloy milling cutter36

Deev V. B., Prusov E. S., Ri E. Kh., Shunchi Mei. The effect of lithium on structure formation during crystallization of cast aluminum matrix composite materials42

Ermakov S. B., Ermakov B. S., Shvetsov O. V., Vologzhanina S. A. Application of plasma atomization for obtaining non-ferrous metal powders50

AUTOMATION

Kurilin S. P., Fedotov V. V. Study of characteristics of a gearless electric drive for a conveyor machine for roasting pellets in non-ferrous metallurgy57

MATERIALS SCIENCE

Pesin A. M., Razinkin A. V., Zamaraev V. A., Pustovoytov D. O. Deformation behavior of 1441 aluminum-lithium alloy in the hot rolling temperature range66

Naumova E. A., Bobrysheva A. O., Bochvar S. G., Predko P. Yu. Heat resistance of eutectic alloys of the Al – Ca – Ce system doped with La, Ni, Mn, Zr and Cr73

HISTORY OF METALLURGY

Detkov P. G., Drobot D. V. History of the discovery of rare earth elements. Element 6182