

ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

Издается с 1926 г.
(№ 990)

6.2025



НОРНИКЕЛЬ

Содержание

Обогащение

Дациев М. С., Петрунова-Лесникова Л. С., Дзарданов Б. К., Сисина А. Н. Исследования применения метода магнитной сепарации для обогащения малоникелистого пирротина и его комбинаций с флотационным обогащением	5
Петрунова-Лесникова Л. С., Дациев М. С., Лихачева Т. А., Ниязова К. А. К вопросу унификации технологии флотационного разделения медно-никелевых концентратов для типов руд единого генезиса	12
Акулова Т. А., Лебедок А. В., Ананко И. А., Павлов А. А. Перспективы применения флотации струйного типа с интенсивным напорным перемешиванием трехфазной пульпы в условиях Норильской обогатительной фабрики ООО «Медвежий ручей»	19
Захарова И. В., Янбекова О. Ю., Велюжинец Г. А., Дзансолов И. В. Исследования обогащения отвальных металлургических шлаков ЗФ ПАО «ГМК Норильский никель» методом радиоизотопной сепарации	24

Пирометаллургия

Крупнов Л. В., Севагин С. В., Фомичев А. С., Миличенко В. П. Оптимизация аэродинамических характеристик печи взвешенной плавки с использованием CFD-моделирования	32
Малахов П. В., Градюшко С. Б., Озеров С. С., Новожилова О. С. Изучение форм потерь цветных металлов со шлаками печей Ванюкова Медного завода	42
Муравьев В. В., Моргослеп В. И., Бородин А. Д., Педанов М. А. Применение альтернативных источников сырья в качестве флюсового материала в пирометаллургическом производстве Заполярного филиала ПАО «ГМК «Норильский никель»	49
Девочкин А. И., Салимжанова Е. В., Шмакова Д. И., Карымов Д. М. Основные аспекты выбора и реализации технологии утилизации серосодержащих технологических газов пирометаллургического производства Надеждинского металлургического завода	56

Гидрометаллургия

Новикова Д. Д., Большакова О. В., Воронин К. Е., Тюленев С. О. Повышение качества катодной меди Медного завода путем частичной замены тиомочевина на гидролизированный полиакрилонитрил (ГПАН) марки Poly Mud FL 1	67
Беззубенкова И. С., Литвяк М. А., Жигалкин Р. Ю., Терещенко Е. И. Применение альтернативных реагентов-восстановителей в технологии получения технического селена в металлургическом цехе Медного завода	75
Новикова Д. Д., Большакова О. В., Арбузов Д. А., Глибовец М. В. Разработка эффективного коллоидного режима при электрорафинировании медных анодов на высоких плотностях тока	84

Автоматизация

Матюшин К. Р., Батралиев Р. Ш., Арыштаев А. Г., Боциев Р. М. Опыт применения промышленного искусственного интеллекта в Заполярном филиале ПАО «ГМК «Норильский никель»	94
Глибовец М. В., Боциев Р. М., Миллер А. А., Запорожцев И. Ф. Система оптимизации производства на основе искусственного интеллекта для задач управления флотацией: опыт Талнахской обогатительной фабрики	102
Паймушкин П. Г., Харин А. Д., Пироженов К. Ю., Доронин Р. Д. Оптический контроль процесса конвертирования медно-никелевых штейнов с помощью спектрометрии отходящих газов	112

Редакция журнала «Цветные металлы» выражает благодарность П. В. Малахову за большую организационную работу по подготовке номера.

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 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: **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 “Viva-Star” Printing House

Contents

BENEFICATION

- Datsiev M. S., Petrunova-Lesnikova L. S., Dzardanov B. K., Sisina A. N.** Research of application of magnetic separation method for purifying of low-nickel pyrrhotite and its combinations with flotation concentration 5
- Petrunova-Lesnikova L. S., Datsiev M. S., Likhacheva T. A., Niyazova K. A.** On the issue of unification of flotation separation technology of copper-nickel concentrates for ore types of the same genesis 12
- Akulova T. A., Lebedok A. V., Ananko I. A., Pavlov A. A.** Prospects for the application of jet flotation with intensive pressure mixing of three-phase pulp in the conditions of the Medvezhy Ruchey Norilsk concentrator ... 19
- Zakharova I. V., Yanbekova O. Yu., Velyuzhinets G. A., Dzansolov I. V.** Research of concentration of waste metallurgical slags of the MMC Norilsk Nickel Polar Division by radioisotope separation 24

PYROMETALLURGY

- Krupnov L. V., Sevagin S. V., Fomichev A. S., Milichenko V. P.** Optimization of aerodynamic characteristics of a flash smelting furnace using CFD modeling 32
- Malakhov P. V., Gradyushko S. B., Ozerov S. S., Novozhilova O. S.** Study of forms of losses of non-ferrous metals with slags of Copper Plant’s Vanukov furnaces 42
- Muravyov V. V., Morgoslep V. I., Borodin A. D., Pedanov M. A.** Use of alternative raw material sources as flux material in pyrometallurgical production of the MMC Norilsk Nickel Polar Division. 49
- Devochkin A. I., Salimzhanova E. V., Shmakova D. I., Karymov D. M.** The main aspects of technology selection and implementation for the disposal of sulfur-containing process gases of the Nadezhdinski Metallurgical Plant pyrometallurgical production. 56

HYDROMETALLURGY

- Novikova D. D., Bolshakova O. V., Voronin K. E., Tyulenev S. O.** Improving the quality of cathode copper at the Copper Plant by partially replacing thiourea with Poly Mud FL1 hydrolyzed polyacrylonitrile (HPAN) 67
- Bezzubenkova I. S., Litvyak M. A., Zhigalkin R. Yu., Tereshchenko E. I.** Application of alternative reducing reagents in the technology of technical selenium production in the Copper Plant’s metallurgical shop 75
- Novikova D. D., Bolshakova O. V., Arbuzov D. A., Glibovets M. V.** Development of an effective colloidal regime for the electrorefining of copper anodes at high current densities 84

AUTOMATION

- Glibovets M. V., Botsiev R. M., Miller A. A., Zaporozhtsev I. F.** AI-based production optimization system for flotation control tasks: Talnakh Concentrator’s experience. 102
- Paymushkin P. G., Kharin A. D., Pirozhenko K. Yu., Doronin R. D.** Optical control of the copper-nickel matte conversion process using exhaust gas spectrometry 112