

www.rudmet.ru

ISSN 0372-2929

ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

Издается с 1926 г.
(№ 996)

12.2025



С Новым годом!



Содержание

Экономика и управление производством	
<i>Международный обзор рынка цветных металлов</i>	4
Обогащение	
Курбатов А. Ю., Желтоухова И. В., Астахов П. С. Использование метода гидродинамической обработки для флотации медьсодержащих сточных вод.	7
Антропова И. Г., Гуляшинов П. А., Будаева А. Д., Дашиев И. П., Хомоксонова Д. П., Палеев П. Л. Комбинированные методы обогащения труднообогатимых окисленных свинцово-цинковых руд на примере месторождений Бурятии	12
Тяжелые цветные металлы	
Шубин Ю. П., Шумилов И. Х. Экспериментальная реконструкция древней плавки сульфосолей Донбасса. ...	21
Очилдиев К. Т., Мухаметджанова Ш. А., Маткаримов С. Т., Носирхуджаев С. К. Совершенствование технологии плавки сульфидных медных концентратов в АО «Алмалыкский ГМК»	28
Благородные металлы и их сплавы	
Ёкубов О. М., Хасанов А. С., Якубов М. М., Максудходжаева М. С. Перспективы пирометаллургического извлечения золота из упорных руд и техногенного сырья при плавке медного сульфидного концентрата в АО «Алмалыкский ГМК»	36
Меретуков М. А. Практика цианидно-аммиачного SART-процесса при переработке медно-золотых руд. Обзор	42
Композиционные материалы и многофункциональные покрытия	
Аборкин А. В. Трение и износ газодинамических покрытий системы $AMg6 - Al_2O_3$	48
Материаловедение	
Курынцев С. В., Евлампьев А. В., Дробышев С. В., Шигапов А. И. Методика исследования гетерофазных систем, полученных сварочными и родственными технологиями	55
Злотников Е. Г., Дзюба А. А. Влияние структуры заэвтектического алюминиево-кремниевого сплава АК21МЗН1 на износ режущего инструмента.	61
Ткачева А. В., Евстигнеева А. А., Евстигнеев А. Н. Напряженное состояние оболочковых форм при прокаливании и заливке жидким металлом в литье по выплавляемым моделям	68
Автоматизация	
Зайцева А. Д., Кузин Е. Н. Применение метода атомно-эмиссионной спектроскопии с СВЧ-плазмой для контроля технологических растворов переработки диопсида	74
Из истории металлургии	
Шилов В. В. 100-летие открытия Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей	81
Хроника	
Коллеги – о плодотворном сотрудничестве.	54
Селиванов Евгений Николаевич (07.11.1950–12.01.2021).	93
Требования к оформлению статей.	80

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. Маталловедение 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: +7-495-245-53-91

Internet: www.rudmet.com; e-mail: tsvetmet@rudmet.com

Printed in “Kancler” Printing House

Contents

BENEFICIATION

- Kurbatov A. Yu., Zheltoukhova I. V., Astakhov P. S.** Using the hydrodynamic treatment method for flotation of copper-containing wastewater 7
- Antropova I. G., Gulyashinov P. A., Budaeva A. D., Dashiev I. P., Khomoksonova D. P., Paleev P. L.** Combined methods for enrichment of refractory oxidized lead-zinc ores on the example of Buryatia deposits 12

HEAVY NON-FERROUS METALS

- Shubin Yu. P., Shumilov I. Kh.** Experimental reconstruction of the ancient smelting of Donbas sulfosalts 21
- Ochildiev K. T., Mukhametdzhanova Sh. A., Matkarimov S. T., Nosirkhudzhaev S. K.** Improving the technology of smelting sulfide copper concentrates in JSC Almalyk MMC 28

NOBLE METALS AND ALLOYS

- Yoqubov O. M., Khasanov A. S., Yakubov M. M., Maksudkhodjaeva M. S.** Prospects of pyrometallurgical extraction of gold from refractory ores and man-made raw materials during smelting of copper sulfide concentrate at JSC Almalyk MMC. 26
- Meretukov M. A.** Practice of the cyanide-ammonia SART process in the copper-gold ores processing. Review. 42

COMPOSITES AND MULTIPURPOSE COATINGS

- Aborkin A. V.** Friction and wear of gas-dynamic coatings of the AMg6 – C₆₀ – Al₂O₃ system. 48

MATERIALS SCIENCE

- Kuryntsev S. V., Evlampev A. V., Drobyshchev S. V., Shigapov A. I.** Methodology for the study of heterophase systems obtained by welding and related technologies 55
- Zlotnikov E. G., Dzyuba A. A.** Influence of the structure of the hypereutectic aluminum-silicon alloy AK21M3N1 on the wear of the cutting tool 61
- Tkacheva A. V., Evstigneeva A. A., Evstigneev A. N.** The stress state of shell molds during calcination and molten metal casting in die casting. 68

AUTOMATION

- Zaitseva A. D., Kuzin E. N.** Application of microwave plasma atomic emission spectroscopy to control the process solutions of diopside processing 74

CHRONICLE

- Shilov V. V.** 100th anniversary of the discovery of the Verkhnekamskoye deposit of potassium and magnesium salt 81