

# ЧЕРНЫЕ МЕТАЛЛЫ

Издательский дом  
«Руда и Металлы»

№ 6 (1074), июнь 2021 г.

Издается с 1961 г.

Ежемесячный научно-технический и производственный журнал  
по актуальным проблемам металлургии и машиностроения

## Учредители:

Акционерное общество  
«Издательский дом  
«Руда и Металлы»

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
«Национальный исследовательский  
технологический университет «МИСиС»

Федеральное бюджетное автономное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
«Магнитогорский государственный технический  
университет им. Г. И. Носова»

## При участии:

ПАО «ММК»  
ОАО «БМЗ — управляющая компания холдинга «БМК»  
Государственного Эрмитажа  
Журнала «Stahl und Eisen»

Официальный информационный орган  
Федерального УМО  
«Технологии материалов»

## Редакционный совет:

Председатель редакционного совета: О. Н. Сосковец  
Главный редактор: В. М. Колокольцев  
Первый зам. главного редактора: К. Л. Косырев  
Зам. главного редактора: А. Г. Воробьев, Е. В. Цирульников  
А. М. Беленький, В. Блек (Германия), Ю. Л. Бобарикин (Беларусь), О. И. Борискин, И. В. Буторина,  
Р. М. Валеев, Е. П. Волынкина, А. В. Выдрин, С. П. Галкин, Е. А. Голи-Оглу (Дания), Я. М. Гордон (Канада),  
В. Я. Дашевский, Д. Г. Еланский, Н. А. Зюбан, В. П. Иващенко (Украина), И. Е. Илларионов, Л. М. Капуткина,  
А. А. Казаков, А. П. Коликов, А. Г. Корчунов, А. В. Кушнарев, И. О. Леушин, В. А. Луценко (Украина),  
И. П. Мазур, Ю. Ю. Пиотровский, А. Н. Савенок (Беларусь), А. В. Серебряков, И. А. Султангузин,  
С. С. Ткаченко, А. Я. Травянов, Н. А. Чиченев, М. В. Чукин, П. Шеллер (Германия), Е. А. Яценко

## Редакция:

Зам. главного редактора: Е. В. Цирульников  
Редактор Е. Ю. Рахманова

Издатель — АО «Издательский дом «Руда и Металлы»  
Адрес издателя: 119049, Москва, Ленинский просп., 6,  
стр. 2, МИСиС, оф. 622

### Адрес редакции:

• фактический: 119049, Москва, Ленинский проспект 6,  
стр. 2, МИСиС, оф. 617  
• почтовый: 119049, Москва, а/я № 71  
Телефон/факс: (495) 955-01-75  
Эл. почта: chernet@rudmet.ru, tsirulnikov@rudmet.ru

www.rudmet.ru

Ежемесячный научно-технический и производственный журнал  
по актуальным проблемам металлургии и машиностроения  
«Черные металлы» № 6 (1074), июнь 2021 г.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере  
связи, информационных технологий и массовых коммуникаций  
(Свидетельство ПИ № ФС77-48681 от 28.02.2012 г.)

Товарный знак и название «Черные металлы» являются исключительной  
собственностью Издательского дома «Руда и Металлы»

Отпечатано с предоставленных готовых файлов  
в типографии «Канцлер»  
150044, Россия, Ярославль, ул. Полушкина Роща, 16. стр. 66А.  
Тел. (4852) 58-76-33

Дата выхода в свет: 30.06.2021. Формат 60×90/8.

Печ. л. 9. Офсетная печать. Бумага офсетная.

Тираж 1000 экз. Цена свободная

За достоверность рекламной информации ответственность несет рекламодатель  
За достоверность научно-технической информации ответственность несет автор  
Перепечатка материалов возможна только с письменного разрешения редакции  
При перепечатке ссылка на «Черные металлы» обязательна  
«Реклама» — материал публикуется на правах рекламы  
Публикуемые материалы не обязательно отражают точку зрения редакции  
и редсовета журнала



Подписные индексы:  
12985 («Пресса России»)

9 770132 089006

### Подготовка сырьевых материалов

- В. Ю. Голубев, И. У. Аубакирова, Д. А. Пантелеев, К. А. Шумилов.* Исследование влияния антиобледенителя на смерзаемость железорудного концентрата мокрой магнитной сепарации . . . . 4

### Прокатка и термообработка

- П. И. Полухин* и его роль в создании научной школы обработки металлов давлением (к 110-й годовщине со дня рождения) . . . . . 9
- Е. В. Ковалевич, Ф. А. Нуралиев, К. Л. Косырев, Н. С. Гущин.* Исследование остаточных литейных напряжений в чугуновых прокатных валках. . . . . 10
- Е. А. Максимов, Р. Л. Шаталов.* Математическая модель расчета параметров правки сортовых профилей на роликовой правильной машине . . . . . 14
- Роману Львовичу Шаталову — 75 лет . . . . . 19
- О. Б. Крючков, А. В. Крохалев, А. А. Белов, П. И. Маленко.* Влияние расположения заготовок в камерных печах на время их нагрева и перепад температуры по сечению при холодном и горячем посяде . . . . . 20

### Производство труб

- А. С. Алещенко, Нгуен Куанг.* Исследование износа цилиндрических оправок раскатного стана винтовой прокатки . . . . . 27
- В. В. Науменко, А. В. Мунтин, Е. С. Мурсенков, С. В. Ковтунов.* Обеспечение стойкости против водородного растрескивания труб, сваренных токами высокой частоты из конструкционной стали. . . . . 32

### Металловедение и металлография

- А. З. Исагулов, Св. В. Квон, В. Ю. Куликов, А. А. Алина.* Влияние состава раскислителя на микроструктуру и прочностные свойства стали 30ХН2МА . . . . . 38
- С. И. Губенко, Э. В. Парусов, О. В. Парусов.* Роль границ «включение — матрица» в процессах разрушения сталей . . . . . 42

### Химические технологии

- И. В. Скворцова, Е. А. Елисеева, А. И. Карнюшкин, В. С. Болдырев.* Влияние сульфат- и нитрат-ионов на кинетику растворения гидроксида хрома (III)  $\alpha$ -CrOOH. . . . . 48

### Экология и рециклинг

- О. В. Голубев, Г. В. Торохов, Д. А. Ермаков, П. И. Черноусов.* Анализ возможностей рециклинга вышедших из употребления стальных изделий путем их перекалки . . . . . 53
- С. В. Ващенко, А. Ю. Худяков, К. В. Баюл, Ю. С. Семенов.* Метод прогнозирования прочностных характеристик брикетов, полученных из сухих мелкофракционных материалов . . . . . 59

### Машиностроительные технологии

- В. Д. Кухарь, В. А. Коротков, С. С. Яковлев, А. А. Шишкина.* Формообразование сетки спиральных клиновых выступов на внутренней поверхности стальной оболочки локальным пластическим деформированием . . . . . 65
- Рецензия на монографию *С. В. Давыдова* «Диаграмма состояния сплавов системы железо – карбид  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>C . . . . . 69
- Геннадий Николаевич Еланский. . . . . 71

Журнал «Черные металлы» по решению ВАК Министерства образования и науки 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 металлургии

Журнал «Черные металлы» включен в Международную базу данных Chemical Abstracts Service

Журнал «Черные металлы» включен в Международную базу данных Scopus, II квартиль (2020)

(по версии SCIMAGO)

**Founders**

- “Ore and Metals” Publishing House
- National University of Science and Technology  
“Moscow Institute of Steel and Alloys”
- Nosov Magnitogorsk State Technical University

**With participation of**

- Magnitogorsk Iron and Steel Works
- Byelorussian Steel Works — Management Company  
of “Byelorussian Metallurgical Company” holding
- The State Hermitage museum
- «Stahl und Eisen» journal

**Editorial Board**

Chairman of Editorial Board: Oleg Soskovets  
Chief Editor: Valeriy Kolokoltsev  
1st Deputy chief editor: Konstantin Kosyrev  
Deputy chief editors: Alexandr Vorobiev, Evgeny Tsurulnikov,  
Anatoly Belenky, Wolfgang Bleck (Germany), Yuriy Bobarikin  
(Belarus), Oleg Boriskin, Irina Butorina, Nikolay Chichenev,  
Mikhail Chukin, Viktor Dashevsky, Dmitry Elansky, Sergey Galkin,  
Evgeny Goly-Oglu (Denmark), Yakov Gordon (Canada), Ilya Illarionov,  
Valery Ivashchenko (Ukraine), Ludmila Kaputkina, Alexandr Kazakov,  
Alexandr Kolikov, Alexey Korchunov, Alexey Kushnarev, Igor Leushin,  
Vladislav Lutsenko (Ukraine), Igor Mazur, Yuriy Piotrovsky,  
Piotr Scheller (Germany), Anatoly Savenok (Belarus),  
Andrey Serebryakov, Ildar Sultanguzin, Stanislav Tkachenko,  
Andrey Travyanov, Rafael Valeev, Ekaterina Volynkina,  
Alexandr Vydrin, Elena Yatsenko, Nikolay Zyuban

**Editorial Staff**

Deputy chief editor Evgeny Tsurulnikov  
Responsible secretary: Elena Rakhmanova

**Editorial Address**

Actual address: Moscow, Leninsky prospekt 6 bld. 2, office 617  
Mailing address: 119049, Russia, Moscow, P.O. Box # 71  
Phone/fax: +7-495-955-01-75  
E-mail: chermet@rudmet.ru; tsurulnikov@rudmet.ru  
Internet: www.rudmet.com

Printed: “Kancler” Printing house  
Russia, Yaroslavl, ulitsa Polushkina Roshcha, 16, str. 66A  
Publisher: “Ore and Metals” publishing house  
Phone/fax: +7-495-638-45-18  
E-mail: rim@rudmet.ru

**CONTENTS****Mineral Processing**

- V. O. Golubev, I. U. Aubakirova, D. A. Panteleev, K. A. Shumilov.* Study of effect of anti-icing agent on freezing capacity of iron ore concentrate of wet magnetic separation. .... 4

**Rolling and Heat Treatment**

- E. V. Kovalevich, F. A. Nuraliev, K. L. Kosyrev, N. S. Gushchin.* Study of residual casting stresses in cast iron rolling rolls. .... 10
- E. A. Maksimov, R. L. Shatalov.* Mathematical model for calculating the parameters of straightening section profiles on a roller straightening machine. .... 14
- O. B. Kryuchkov, A. V. Krokhaliev, A. A. Belov, P. I. Malenko.* Influence of the location of billets in chamber furnaces on time of their heating and temperature drop over the section at cold and hot charging. .... 20

**Tubemaking**

- A. S. Aleshchenko, Nguen Kuang.* Study of wear of cylindrical plugs of a helical rolling mill. .... 27
- V. V. Naumenko, A. V. Muntin, E. S. Mursenkov, S. V. Kovtunov.* Ensuring the resistance against hydrogen induced cracking of pipes welded from structural steel using high-frequency currents. .... 32

**Metal Science and Metallography**

- A. Z. Isagulov, Sv. S. Kvon, V. Yu. Kulikov, A. A. Alina.* Effect of the deoxidizer composition on microstructure and strength properties of 30KhN2MA steel. .... 38
- S. I. Gubenko, E. V. Parusov, O. V. Parusov.* The role of inclusion-matrix boundaries in steels fracture processes. .... 42

**Chemical Technologies**

- I. V. Skvortsova, E. A. Eliseeva, A. I. Karnyushkin, V. S. Boldyrev.* Influence of sulfate and nitrate ions on kinetics of dissolution of chromium (III)  $\alpha$ -CrOOH hydroxide. .... 48

**Ecology and Recycling**

- O. V. Golubev, G. V. Torokhov, D. A. Ermakov, P. I. Chernousov.* Analysis of recycling possibilities for out-of-use steel products by rolling. .... 53
- S. V. Vashchenko, A. Yu. Khudiyakov, K. V. Bayul, Yu. S. Semenov.* Method to predict strength characteristics of briquettes obtained from dry fine-grained materials. .... 59

**Machine-building technologies**

- V. D. Kukhar, V. A. Korotkov, S. S. Yakovlev, A. A. Shishkina.* Formation of a mesh of spiral wedge protrusions on the inner surface of a steel shell by local plastic deformation. .... 65