

# ЧЕРНЫЕ МЕТАЛЛЫ

Издательский дом  
«Руда и Металлы»

№ 7 (1075), июль 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. Кушнарв, 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  
Ответственный за предпечатную подготовку издания: Д. И. Воробьева

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» № 7 (1075), июль 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: 30.07.2021. Формат 60×90/8.  
Печ. л. 10,5. 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»)



## СОДЕРЖАНИЕ

### 60 лет журналу «Черные металлы» От издательства

Приветствие от шеф-редактора издательства А. Г. Воробьева .....	4
<i>Е. В. Цирульников.</i> Журнал «Черные металлы» – анализ 60-летнего развития .....	5

### Опыт сотрудничества с партнерами — университетами, научными центрами и металлургическими форумами

<i>М. В. Чукин, Е. В. Цирульников, О. Н. Тулупов, М. В. Андросенко.</i> Научно-информационный портал горно-металлургической отрасли: опыт и перспективы эффективного сотрудничества МГТУ им. Г. И. Носова с журналом «Черные металлы» .....	12
Поздравление от ген. директора АО «РусНИТИ» И.Ю. Пышминцева .....	18
<i>А. В. Выдрин.</i> Журнал «Черные металлы» и АО «РусНИТИ»: 10 лет плодотворного сотрудничества (к юбилею журнала) .....	19
Поздравление от президента Ассоциации сталеплавильщиков К.Л. Косырева .....	22
<i>К. Л. Косырев, А. Е. Семин, М. А. Бараненко.</i> Итоги первой международной конференции «Чистая сталь: от руды до проката-2020» .....	23

### Подготовка специалистов и кадровая политика

<i>В. М. Колокольцев, Э. М. Мещеряков.</i> Вопросы профессионального и инженерного образования в интересах развития горно-металлургической отрасли в постиндустриальной России. Часть 1 .....	26
---	----

### Металлургия

<i>И. О. Леушин, А. Г. Панов.</i> Современные тренды производства чугунного литья .....	32
<i>А. П. Коликов, С. О. Ти, Т. Ю. Сидорова.</i> Экспериментальные и математические методы расчета остаточных напряжений при производстве сварных труб .....	41
<i>Е. А. Голи-Оглу.</i> Производство проката толщиной до 100 мм из конструкционных сталей для ветроэнергетики и мостостроения по технологии ТМО с ускоренным охлаждением. Часть 2 .....	50

### Металловедение

<i>Л. М. Капуткина, Д. Е. Капуткин, И. В. Смарыгина, В. Э. Киндоп.</i> Лазерная сварка новых аустенитных криогенных коррозионностойких сталей, легированных азотом .....	56
<i>А. А. Казаков, Д. В. Киселев, Е. И. Казакова.</i> Методические особенности оценки микроструктурной неоднородности по толщине листового проката .....	63
<i>О. И. Борискин, Г. А. Нуждин, И. В. Муравьева.</i> Методы быстрой идентификации металлов, сплавов и примесного состава промышленной воды в производственных условиях .....	70

### Экология

<i>И. В. Буторина, М. В. Буторина.</i> Современные способы очистки выбросов предприятий черной металлургии .....	76
--	----

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 квартал (2020)

(по версии SCIMAGO)

Monthly scientific-technical journal on the actual problems of metallurgy and machine-building

**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, Yury Piotrovsky, Piotr Scheller (Germany), Anatoly Savenok (Belarus), Andrey Serebryakov, Ildar Sultanguzin, Stanislav Tkachenko, Andrey Travnyanov, Rafael Valeev, Ekaterina Volynkina, Alexandr Vydrin, Elena Yatsenko, Nikolay Zyuban

**Editorial Staff**

Deputy chief editor Evgeny Tsurulnikov

Editor: 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: chernet@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. M. Kolokoltsev, E. Yu. Meshcheryakov.* Issues of vocational and engineering education for development of the mining and metallurgical industry in post-industrial Russia (Part 1) ..... 26

**Metallurgy**

- I. O. Leushin, A. G. Panov.* Current trends in cast iron production ..... 32
- A.P. Kolikov, S. O. Ti, T. Yu. Sidorova.* Experimental and mathematical methods for calculation of residual stresses in production of welded pipes ..... 41
- E. A. Goli-Oglu.* Production of structural steel heavy plates up to 100 mm by TMCP with final accelerated cooling for wind generators and bridgebuilding. Part 2 ..... 50

**Metal Science and Metallography**

- L. M. Kaputkina, D. E. Kaputkin, I. V. Smarygina, V. E. Kindop.* Laser welding of new austenitic cryogenic corrosion-resistant steels alloyed with nitrogen ..... 56
- A. A. Kazakov, D. V. Kiselev, E. I. Kazakova.* Methodological features of microstructural heterogeneity estimation by the thickness of steel plates ..... 63
- O. I. Boriskin, G. F. Nuzhdin, I. V. Muravyeva.* Methods for rapid identification of metals, alloys and impurity composition of industrial water in production conditions ..... 70

**Ecology and Recycling**

- I. V. Butorina, M. V. Butorina.* Modern methods for purification of emissions from ferrous metallurgy enterprises ..... 76