

ЧЕРНЫЕ МЕТАЛЛЫ

Издательский дом
«Руда и Металлы»

№ 1 (1081), январь 2022 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:

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),
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
Ответственный секретарь: Е. Ю. Рахманова
Редактор: Э.Э. Бабали

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» № 1 (1081), январь 2022 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: 17.02.2022. Формат 60×90/8.
Печ. л. 9,75. 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

ISSN 0132-0890



Подписные индексы:
12985 («Пресса России»)

9 770132 089006 >

СОДЕРЖАНИЕ

90 лет Магнитогорскому металлургическому комбинату

П. С. Семенов, Б. А. Сарычев, А. Р. Хамидуллин, Ф. Г. Березовой. Особенности технологии выплавки стали в 180-тонных дуговых сталеплавильных печах электросталеплавильного цеха ПАО «ММК»	4
А. Д. Картунов, В. В. Аксенов, П. С. Семенов, Д. В. Юречко. Подбор рациональных параметров порошковой проволоки с кальцийсодержащими реагентами при ковшовой обработке стали в электросталеплавильном цехе ПАО «ММК»	7
Б. А. Сарычев, А. В. Изотов, С. С. Масальский, А. Н. Колесный. Определение параметров раскисления металла карбидом кальция на выпуске из конвертера в кислородно-конвертерном цехе ПАО «ММК»	10
Е. П. Лозовский, Ю. М. Желнин, С. Н. Хорин, Ю. В. Чалышев, М. Б. Костяков. Внедрение систем автоматизированной подачи шлакообразующих смесей в кристаллизаторы МНЛЗ ПАО «ММК» ..	12
С. С. Аликулов, А. В. Дегтярев, М. В. Блохин. Совершенствование производства проката из высокоуглеродистых сталей в условиях сортового цеха ПАО «ММК»	17
Д. В. Квасов, Д. В. Юречко, А. А. Краснаярцев, С. Н. Горшков. Производство горячекатаных рулонов в литейно-прокатном комплексе ММК-Metalurji. Опыт освоения, достигнутые результаты, перспективы дальнейшего развития	20
А. Д. Картунов, Н. В. Токарева, А. А. Соколов, С. Е. Клещева. Изучение влияния микроструктуры горячекатаного проката из стали марки 38ХГНМ на формирование структуры и свойств проката при отжиге.	24
М. В. Зайцева, А. Ю. Столяров, М. В. Черевичная. Анализ процесса нанесения цинк-алюминиевого покрытия Galfan при освоении новой технологии горячего цинкования на ОАО «ММК-МЕТИЗ»	28

Обогащение руд

А. Е. Пелевин. Повышение эффективности обогащения железорудного сырья путем применения сепарации в повышенном магнитном поле	31
--	----

Литейное производство

И. О. Леушин, О. С. Кошелев, Л. И. Леушина, А. И. Марков. Производство стержней для стального и чугуна литья из смесей со связующим на основе комбинации неорганических солей	37
---	----

Производство труб

А. Г. Орлов, Ю. Н. Логинов, В. В. Котов. Применение программного комплекса ESI Virtual Performance Solution 16.0 для моделирования технологических испытаний труб.	42
---	----

Нанесение покрытий и защита от коррозии

С. В. Добровольский, Ю. И. Глуховская, А. С. Мякочин, И. В. Подпорин. Влияние прокатки на свойства защитных покрытий, полученных низкотемпературным газодинамическим методом ...	47
--	----

Контроль и технологические измерения

А. В. Удалов, А. А. Удалов. Способ определения истинной твердости сталей.	52
--	----

Металловедение и термообработка

В. Ф. Петрова, А. С. Максимова, Е. А. Пожилова. Исследование влияния скорости закалочного охлаждения на микроструктуру стали 12Х17Г9АН4-Ш.	57
Н. Н. Сафронов, Л. Р. Харисов, З. Т. Загретдинов. Механические свойства интерметаллидных сплавов системы Fe – Al, полученных комбинированным процессом из дисперсных отходов машиностроения.	63

Экономика и финансы

Н. А. Казакова, Е. А. Сергеева. Прогнозирование рисков банкротства компаний черной металлургии с использованием logit-модели	68
--	----

Юбилей

К юбилею Людмилы Михайловны Капуткиной.	75
Виктору Матвеевичу Салганику — 80 лет.	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)

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 Tsirulnikov,
Anatoly Belenky, Wolfgang Bleck (Germany), Yuriy Bobarikin
(Belarus), Oleg Boriskin, Irina Butorina, Nikolay Chichenev,
Mikhail Chukin, 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 Tsirulnikov
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; tsirulnikov@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**90th anniversary of Magnitogorsk Iron and Steel Works**

- E. P. Lozovskiy, Yu. M. Zhelnin, S. N. Khorin, Yu. V. Chalyshev, M. B. Kostyakov.* Implementation of systems for the automated feeding of slag-forming mixtures to the molds of the continuous casting machines of PJSC MMK 12
- S. S. Alikulov, A. V. Degtyarev, M. V. Blokhin.* Improvement of the production of rolled products from high-carbon steels in the conditions of the PJSC MMK section shop 17
- D. V. Kvasov, D. V. Yurechko, A. A. Krasnoyartsev, S. N. Gorshkov.* Production of hot-rolled coils in the casting and rolling complex of MMK Metalurji. Mastering experience, results achieved, prospects for further development 20

Mineral processing

- A.E. Pelevin.* Increasing the efficiency of iron ore raw materials beneficiation by separation in an increased magnetic field 31

Foundry production

- I. O. Leushin, O. S. Koshelev, L. I. Leushina, A. I. Markov.* Production of rods for steel and iron casting from mixtures with a binder based on a combination of inorganic salts 37

Tubemaking

- A. G. Orlov, Yu. N. Loginov, V. V. Kotov.* Application of the ESI Virtual Performance Solution 16.0 software package for simulation of technological tests of pipes 42

Coating application and Corrosion protection

- S. V. Dobrovolsky, Yu. I. Glukhovskaya, A. S. Myakochin, I. V. Podporin.* Influence of rolling on the properties of protective coatings obtained by the low-temperature gas-dynamic method. 47

Control and Technological measurements

- A. V. Udalov, A. A. Udalov.* New method to determine the true hardness of structural steels 52

Metal science and Heat treatment

- V. F. Petrova, A. S. Maksimova, E. A. Pozhilova.* Study of effect of hardening cooling rate on microstructure of 12Kh17G9AN4-Sh steel. 57
- N. N. Safronov, L. R. Kharisov, Z. T. Zagretidinov.* Mechanical properties of intermetallic alloys of the Fe – Al system obtained by a combined process from dispersed wastes of mechanical engineering 63

Economics and Finances

- N. A. Kazakova, E. A. Sergeeva.* Predicting bankruptcy risks for ferrous metallurgy companies using a logit model 68