

ЧЕРНЫЕ МЕТАЛЛЫ

Издательский дом
«Руда и Металлы»

№ 9 (1077), сентябрь 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» № 9 (1077), сентябрь 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: 30.09.2021. Формат 60×90/8.

Печ. л. 9,5. 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»)

9 770132 089006

Производство стали и непрерывная разливка

К. Л. Косырев, Д. Г. Еланский, М. А. Бараненко. Итоги XVI Международного конгресса сталеплавильщиков	4
А. В. Чайкин, В. А. Чайкин, В. В. Колпаков, [К. Н. Вдовин]. Внедрение инноваций при выплавке стали для ответственных отливок тележек грузовых вагонов в целях повышения их эксплуатационной надежности	9
А. В. Макаров, А. Е. Кудряшов, А. А. Владимиров, М. А. Баранов. Повышение стойкости роликов МНЛЗ методом электродуговой наплавки с применением перспективных наплавочных материалов. Часть 1. Структура, фазовый состав и свойства наплавленных слоев	15

Литейное производство и металловедение

Ю. С. Волобуев, С. И. Феклистов, А. А. Ершов, Г. А. Биленко. Моделирование тепловых полей и структурного состояния металла ремонтных заварок литья и поковок большой толщины из сталей перлитного класса	20
Л. И. Леушина. Инновационные решения в металлургии и заготовительных производствах машиностроения (по материалам научно-практического семинара в Нижегородском ГТУ им. Р. Е. Алексеева)	25

Прокатка

А. Е. Севидов, А. В. Мунтин, А. В. Румянцев. Исследование коэффициента трения при установившемся процессе непрерывной горячей прокатки стальных полос в условиях промышленного стана 1950	29
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Производство труб

В. А. Топоров, О. А. Панасенко, А. О. Халезов, Д. Ш. Нухов. Компьютерное моделирование непрерывной прокатки труб на длинной удерживаемой оправке.	36
В. Н. Шинкин. Учет кривизны бесконтактной зоны стальной трубной заготовки при изгибе на прессе предварительной формовки с несимметричным коромыслом линии ТЭСА 1020.	41

Металловедение и металлография

А. А. Казаков, В. А. Мурысев, Д. В. Киселев. Интерпретация природы неметаллических включений при оценке качества металлопродукции в условиях заводской практики.	47
С. В. Давыдов. Фазовые равновесия в карбидной области диаграммы «железо — углерод». Часть 1. Физико-химическая идентификация карбидных фаз	55
Н. И. Синицин, О. А. Чикова, Д. С. Чезганов, Е. А. Пашнина. Влияние разрушения микрогетерогенности на микроструктуру и кристаллическое строение слитков сплава Fe-12% Mn-1% C.	62

Юбилей

Константину Всеволодовичу Григоровичу — 70 лет.	69
------------------------------------------------------	----

Машиностроительные технологии

О. В. Пантюхин, С. А. Васин. Применение цифровых двойников на этапах жизненного цикла изделий специального назначения	70
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Подготовка специалистов и кадровая политика

В. М. Колокольцев, Э. Ю. Мещеряков. Вопросы профессионального и инженерного образования в интересах развития горно-металлургической отрасли в постиндустриальной России (Часть 2)	75
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

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 Tsirulnikov,
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 Travnyanov, 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: chernet@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**Steel Making and Continuous Casting**

- A. V. Chaikin, V. A. Chaikin, V. V. Kolpakov, K. N. Vdovin. Introduction of innovations in steel smelting for critical castings of freight wagon bogies in order to increase their operational reliability 9
- A. V. Makarov, A. E. Kudryashov, A. A. Vladimirov, M. A. Baranov. Increase of durability of CCM rollers by electric arc surfacing method with use of promising surfacing materials. Part 1. Structure, phase composition and properties of deposited layers 15

Casting and Metal science

- V. G. Volobuev, S. I. Feklistov, A. A. Ershov, G. A. Bilenko. Modeling of thermal fields and structural condition of metal for repair welding of large-thickness castings and forgings from pearlitic steels 20
- L. I. Leushina. Innovative engineering solutions in metallurgy and blank production of mechanical engineering (based on proceedings of the scientific-practical seminar in Nizhny Novgorod STU named after R.E. Alekseev)..... 25

Rolling

- A. E. Sevidov, A. V. Muntin, A. V. Rumyantsev. Study of the friction coefficient during the steady-state process of continuous hot rolling of steel strips in conditions of the 1950 industrial mill 29

Tubemaking

- V. A. Toropov, O. A. Panasenko, A. O. Khalezov, D. Sh. Nukhov. Computer simulation of continuous rolling of tubes on a long retained mandrel 36
- V. N. Shinkin. Taking into account the curvature of non-contact zone of steel pipe billet at its bending on the pre-forming press with non-asymmetrical rocking arm of TESA 1020 line. 41

Metal science and Metallography

- A. A. Kazakov, V. A. Murysev, D. V. Kiselev. Interpretation of nature of non-metallic inclusions in assessing the quality of metal products in the industrial conditions 47
- S. V. Davydov. Phase equilibria in the carbide area of the «iron-carbon» diagram. Part 1. Physico-chemical identification of carbide phases. 55
- N. I. Sinitsyn, O. A. Chikova, D. S. Chezganov, E. A. Pashnina. Influence of microheterogeneity destruction on microstructure and crystal structure of Fe-12% Mn-1%C alloy ingots 62

Machine-building technologies

- O. V. Pantyukhin, S. A. Vasin. Application of digital twins at the life cycle stages of special purpose products..... 70

Personnel training and HR policy

- 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 2) 75