



ISSN 0135-5910 (Print)  
ISSN 2619-0753 (Online)

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет (научно-исследовательский университет)»

# ЧЕРНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ

---

## БЮЛЛЕТЕНЬ научно-технической и экономической информации

Журнал включен в перечень научных изданий, рекомендованных ВАК РФ для публикации основных результатов диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору  
в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций  
Регистрационный номер ПИ № 77-82438

*Издается с 1944 года, ежемесячно*

**Том 78, № 5**

**2022**

Челябинск,  
ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)»

ISSN 0135-5910 (Print)  
ISSN 2619-0753 (Online)

# ЧЕРНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ

## БЮЛЛЕТЕНЬ научно-технической и экономической информации

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

**Главный редактор** - СМЕРНОВ Л.А., академик РАН (Российская академия наук, ОАО "Уральский институт металлов", Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург)

**Зам. главного редактора** - ВИННИК Д.А., д-р. хим. наук (ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)», г. Челябинск)

**Зам. главного редактора** - БЕССОНОВ А.В., канд. экон. наук (ОАО "Черметинформация", г. Москва)

**Зам. главного редактора** - ЧУМАНОВ И.В., д-р техн. наук (ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)», г. Челябинск)

**Зам. главного редактора** - ГАМОВ П.А., канд. техн. наук (ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)», г. Челябинск)

АКСЕЛЬБРОД Л.М., канд. техн. наук (НИТУ «МИСиС», г. Москва)

АНДРЕЕВ К.П., канд. техн. наук (Уханьский Университет Науки и Технологии (WUST), Ухань, Китай)

БАБЕНКО А.А., д-р техн. наук (Институт металлургии УрО РАН (ИМет УрО РАН), Екатеринбург)

БАБИЧ А.И., д-р техн. наук (университет Ахена, Германия)

БЕЛОВ В.К., канд. физ.-мат. наук (Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск)

БРОДОВ А.А., канд. экон. наук (ФГУП "ЦНИИЧермет им. И.П. Бардина", г. Москва)

БЫХОВСКИЙ Л.З., д-р техн. наук (ФГБУ ВИС, г. Москва)

ВЕДЕНЕЕВ А.В., канд. техн. наук (ОАО "Белорусский металлургический завод – управляющая компания холдинга "Белорусская металлургическая компания", г. Жлобин, Республика Беларусь)

ГОРДОН Я.М., д-р техн. наук (фирма Хатч, г. Торонто, Канада)

ДЕНИСОВ С.В., д-р техн. наук (ОАО ММК, г. Магнитогорск)

ДМИТРИЕВ А.Н., д-р техн. наук (Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург)

ЗОЛОТУХИН Ю.А., канд. техн. наук (АО ВУХИН, г. Екатеринбург)

ЖЕРЕБЦОВ Д.А., д-р. хим. наук (ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)», г. Челябинск)

ИБРАЕВ И.К., д-р техн. наук (Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, Республика Казахстан)

КОВАЛЕК АННА, канд. техн. наук (Ченстоховский технологический университет, г. Ченстохова, Польша)

КОЖЕВНИКОВА И.А., д-р техн. наук (Череповецкий государственный университет, г. Череповец)

КОЗЫРЕВ Н.А., д-р техн. наук (Сибирский государственный университет, г. Новокузнецк)

КОСМАЦКИЙ Я.И., д-р. техн. наук (АО "Русский научно-исследовательский институт трубной промышленности", г. Челябинск)

КУЛАКОВ Б.А., д-р. техн. наук (ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)», г. Челябинск)

ЛЯШЕНКО В.И., канд. техн. наук (ГП "УкрНИПИИпромтехнологии", Украина)

МИХАЙЛОВ Г.Г., д-р. техн. наук (ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)», г. Челябинск)

ОРЛОВ Г.А., д-р техн. наук (Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург)

ПРОТАСОВ А.В., канд. техн. наук

(АО АХК ВНИИМЕТМАШ г. Москва)

РОЩИН В.Е., д-р. техн. наук (ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)», г. Челябинск)

СИДОРОВА Е.Ю., д-р экон. наук (НИТУ «МИСиС», г. Москва)

СМЕРНОВ А.Н., д-р техн. наук (Физико-технологический институт металлов и сплавов НАНУ, г. Киев, Украина)

СТОЛЯРОВ А.М., д-р техн. наук (Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск)

СТРАХОВ В.М., канд. техн. наук (АО ВУХИН, г. Екатеринбург)

ТАНДОН ПУНИТ, д-р философии (технические науки) (Индийский институт информационных технологий, проектирования и производства, Индия, г. Джабалпур)

ФИЛИППОВ Г.А., д-р техн. наук (ФГУП "ЦНИИЧермет им. И.П. Бардина", г. Москва)

ФИЛОСОФОВА Т.Г., д-р экон. наук (Исследовательский университет "Высшая школа экономики" НИУ ВШЭ, г. Москва)

ФРОЛОВ Ю.А., д-р техн. наук (ООО НПП "Уралэлектра", г. Екатеринбург)

ХАРИТОНОВ В.А., канд. техн. наук (Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск)

ЧИЖИКОВА В.М., д-р техн. наук (ООО "Управляющая компания "Румелко", г. Москва)

ШЕШУКОВ О.Ю., д-р техн. наук (Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург)

Ю ХАЙЛЯНГ, д-р философии (технические науки) (Колледж механики и электротехники Центрального Южного университета, г. Чанша, Китай)

**Учредитель:** Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)"

**Адрес редакции:**

454080, Челябинская обл., г. Челябинск, пр-т Ленина, д. 76

**Тел./факс:** +7 (351) 267-91-61

**e-mail:** gamovpa@susu.ru, bessonov@bk.ru

<https://chermetinfo.elpub.ru/jour>

# FERROUS METALLURGY

## BULLETIN of Scientific, Technical and Economic Information

### EDITORIAL BOARD

**Editor-in-Chief** - SMIRNOV L.A., Academician of RAS  
(Russian Academy of Sciences, OJSC "Ural'sky Institute of  
Metals", Institute of Metallurgy Ural Branch of RAS, Ekate-  
rinburg)

**Deputy Editor-in-Chief** - VINNIK D.A., HD (Chem)  
(FSAEIHE SUSU (NRU), Chelyabinsk)

**Deputy Editor-in-Chief** - BESSONOV A.V., PhD (Econ)  
(OJSC "Chermetinformatsia", Moscow)

**Deputy Editor-in-Chief** - CHUMANOV I.V., HD (Tech)  
(FSAEIHE SUSU (NRU), Chelyabinsk)

**Deputy Editor-in-Chief** - GAMOV P.A., PhD (Tech)  
(FSAEIHE SUSU (NRU), Chelyabinsk)

AKSELROD L.M., PhD (Tech) (National Research techno-  
logical University "MISiS", Moscow)

ANDREEV K.P., PhD (Tech.) (Wuhan University of  
Science and Technology (WUST), Wuhan, China)

BABENKO A.A., HD (Tech) (Institute of metallurgy  
Uro RAN (IMet Uro RAN), Ekaterinburg)

BABICH A.I., HD (Tech) (Aachen University, Germany)

BELOV V.K., PhD (Phys and Mathematic) (Magnitogorsk  
State technical University after G.I. Nosov, Magnitogorsk)

BRODOV A.A., PhD (Econ) (FGUP "CNIChermet after  
I.P. Bardin", Moscow)

BYKHOVSKY L.Z., HD (Geo and Mineral) (FGBU VIMS,  
Moscow)

VEDENEV A.V., PhD (Tech) (OJSC "Balarus' steel-  
works – Managing company of Holding "Belarus' metallur-  
gical company", Zhlobin, Balarus')

GORDON Ya.M., HD (Tech) (Hutch, Toronto, Canada)

DENISOV S.V., HD (Tech) (OJSC MMK, Magnitogorsk)

DMITRIEV A.N., HD (Tech) (Institute of Metallurgy Ural  
branch of RAS, Ekaterinburg)

ZOLOTUKHIN Yu.A., PhD (Tech) (JSC VUKHIN, Ekate-  
rinburg)

ZHEREBTSOV D.A., HD (Chem) (FSAEIHE SUSU (NRU),  
Chelyabinsk)

IBRAEV I.K., HD (Tech) (Eurasia National University after  
L.N. Gumilev, Astana, Republic of Kazakhstan)

KAWALEK ANNA, PhD (Tech.) (Czestochowa University  
of Technology, Czestochowa, Poland)

KOZHEVNIKOVA I.A., HD (Tech) (Cherepovets State  
University, Cherepovets)

KOZYREV N.A., HD (Tech) (Siberian State University, No-  
vokuznetsk)

KOSMATSKY Ya.I., HD (Tech) (JSC "Russia Research  
and development Institute of Pipe Industry", Chelyabinsk)

KULAKOV B.A., HD (Tech) (FSAEIHE SUSU (NRU),  
Chelyabinsk)

LYASHENKO V.I., PhD (Tech) (GP "UkrNIPromtech-  
nologii", Ukraine)

MIKHAILOV G.G., HD (Tech) (FSAEIHE SUSU (NRU),  
Chelyabinsk)

ORLOV G.A., HD (Tech) (Ural Federal University after the  
First President of Russia B.N. El'tsin, Ekaterinburg)

PROTASOV A.V., PhD (Tech) (JSC AKhK BNIIMET-  
MASH, Moscow)

ROSHCHIN V.E., HD (Tech) (FSAEIHE SUSU (NRU),  
Chelyabinsk)

SIDOROVA E.Y., HD (Econ.) (National Research Techno-  
logical University "MISiS", Moscow)

SMIRNOV A.N., HD (Tech) (Physico-Technology Institute  
of Metals and Alloys of NANU, Kiev, Ukraine)

STOLYAROV A.M., HD (Tech) (Magnitogorsk State tech-  
nical University after G.I. Nosov, Magnitogorsk)

STRAKHOV Yu.A., PhD (Tech) (JSC VUKHIN, Ekaterin-  
burg)

PUNEET TANDON, PhD (Indian Institute of Information  
Technology, Design and Manufacturing, Jabalpur, India)

FILIPPOV G.A., HD (Tech) (FGUP "CNIChermet after  
I.P. Bardin", Moscow)

FILOSOFOVA T.G., HD (Econ.), (Research University  
"The Highest School of Economics" – NIU VShE, Moscow)

FROLOV Yu.A., HD (Tech) (OJSC NPP "Uralelectra",  
Ekaterinburg)

KHARITONOV V.A., PhD (Tech) (Magnitogorsk State  
Technical University after G.I. Nosov, Magnitogorsk)

CHIZHIKOVA V.M., HD (Tech) (OJSC "Managing Com-  
pany "Rumelco", Moscow)

SHESHUKOV O.Yu., HD (Tech) (Ural Federal University af-  
ter the First President of Russia B.N. El'tsin, Ekaterinburg)

STOLYAROV A.M., HD (Tech) (Magnitogorsk State techni-  
cal University after G.I. Nosov, Magnitogorsk)

YU HAILIANG, PhD (Tech.) (College of Mechanical and  
Electrical Engineering, Central South University, Changsha,  
China)

**Founders:** Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education  
"South Ural State University (national research university)"

**Editorial Addresses:** 76, Lenin Avenue, Chelyabinsk, Russia, 454080

**Tel/fax:** +7 (351) 267-91-61

**e-mail:** gamovpa@susu.ru, bessonov@bk.ru

<https://chermetinfo.elpub.ru/jour>

## СОДЕРЖАНИЕ

### НА ПРЕДПРИЯТИЯХ И В ИНСТИТУТАХ

#### Аглодомненное производство

- Хреева С.Н., Кучин В.Ю., Деткова Т.В., Елисеев А.А.*  
Оптимизация технологических параметров процесса спекания на основе экспериментально-статистических моделей горячей прочности и восстановимости агломерата 389

#### Сталеплавильное производство

- Макровец Л.А.* Термодинамический анализ фазовых равновесий в стали, легированной марганцем и хромом 395

#### Прокатное производство

- Колесников А.Г., Комиссарчук Ю.С., Филатов А.А.*  
Анализ методов резки горячих стальных заготовок крупных сечений 403
- Новожилов И.С., Рубцов В.Ю., Полуэктов Д.А., Шевченко О.И., Непряхин С.О.* Моделирование способа двухручьевого прокатки рельсов 412
- Юрьев А.Б., Козырев Н.А., Шевченко Р.А., Михно А.Р., Хренова А.В.* Изучение процессов формирования структуры при электроконтактной сварке железнодорожных рельсов 420
- Парыгина С.А.* Построение математической модели дефекта коррозии на холоднокатаном прокате в зависимости от влияния производственных факторов 426

#### Производство и применение огнеупоров

- Матушкин И.Ю., Глинин А.А., Дегай Д.А.* Повышение стойкости огнеупорных изделий на агрегатах ЭСПЦ «Железный Озон 32» как способ снижения производственных затрат. Краткое сообщение 431

#### Металлургическое оборудование и литейное производство

- Рыбин В.С., Щербakov И.А.* Модель сварочных тепловых процессов с ограниченным рядом фиктивных точечных источников 435
- Шикова И.И., Кайчева Н.А., Михайлов Г.Г.* Оптимизация структуры гранул керамического флюса 445

#### Экономика, управление и организация производства, инвестиции

- Яценко Б.Н.* О способах привлечения финансирования российскими компаниями в текущих реалиях. Краткое сообщение 452

### ВЫСТАВКИ, КОНФЕРЕНЦИИ, СИМПОЗИУМЫ

- Спирин Н.А., Казяев М.Д., Киселев Е.В.* Актуальные проблемы в области разработки и внедрения ресурсо- и энергосберегающих технологий, экологически безопасных конструкций и режимов работы нагревательных, термических и плавильных печей (по материалам научно-практической конференции) 456

#### Модернизация оборудования и реконструкция заводов черной металлургии за рубежом

461

#### ЭКСПРЕСС-ИНФОРМАЦИЯ

467

#### Статистика

473

## CONTENTS

### AT ENTERPRISES AND IN INSTITUTES

#### Sintering and Blast Furnace Processes

- Khreeva S.N., Kuchin V.Yu., Detkova T.V., Eliseev A.A.*  
Optimization of technological parameters of the sintering process based on experimental and statistical models of hot strength and recovery of sinter

#### Steelmaking

- Makrovets L.A.* Thermodynamic modeling of phase equilibria at steel alloyed with manganese and chrome

#### Rolling Mill Practice

- Kolesnikov A.G., Komissarchuk Yu.S., Filatov A.A.*  
Analysis of cutting methods for large section hot steel billets
- Novozhilov I.S., Rubtsov V.Yu., Poluektov D.A., Shevchenko O.I., Nepryakhin S.O.* Simulation of duplex-pass rolling of railway rails
- Yur'ev A.B., Kozyrev N.A., Shevchenko R.A., Mikhno A.R., Khrenova A.V.* Processes of welded joint structure formation during electric resistance welding of railway rails
- Parygina S.A.* Construction of a mathematical model of the corrosion defect on cold-rolled steel depending on the production factors

#### Production and application of refractories

- Matushkin I.Yu., Glinin A.A., Degai D.A.* Increasing the refractory materials service life of EAF units at "Iron Ozone 32" as a way to reduce the production costs. Brief report

#### Metallurgical equipment and foundry practice

- Rybin V.S., Shcherbakov I.A.* A model of welding thermal processes with a limited number fictitious of point sources
- Shikova I.I., Kaicheva N.A., Mikhailov G.G.* Optimization of the structure of ceramic flux granules

#### Economics, Management, and Organization of Production, Investments

- Yatsenko B.N.* How to raise finance by Russian companies in the current situation. Brief report

### EXPOSITIONS, CONFERENCES, SYMPOSIA

- Spirin N.A., Kazyaev M.D., Kiselev E.V.* Current issues in the field of development and implementation of resource- and energy-saving technologies, environmentally safe designs and modes of operation of heating and smelting furnaces (on materials of scientific and practical conference)

#### Modernization of Equipment and Reconstruction of the Steel works abroad

#### EXPRESS INFORMATION

#### Statistics