



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 79, № 9**

**2023**

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.**, профессор РАН, д-р. хим. наук (ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)», г. Челябинск)

**Зам. главного редактора - БЕССОНОВ А.В.**, канд. экон. наук

**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)

ВЕДЕНЕЕВ А.В., канд. техн. наук (ООО "ТулаЧермет-Сталь", г. Тула)

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

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)

ЖЕРЕБИЦОВ 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)

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)

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

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

ФИЛОСΟΦОВА 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, Ekaterinburg)*

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

**Deputy Editor-in-Chief** - BESSONOV A.V., *PhD (Econ)*

**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 technological 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 "CNIIChermet after I.P. Bardin", Moscow)*

VEDENEEV A.V., *PhD (Tech) (OJSC "TulaChermet-Steel", Tula)*

VYDRIN A.V., *HD (Tech) (FSAEIHE SUSU (NRU), Chelyabinsk)*

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)*

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, Novokuznetsk)*

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

LYASHENKO V.I., *PhD (Tech) (GP "UkrNIPIIpromtehnologii", 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 Technological 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 technical University after G.I. Nosov, Magnitogorsk)*

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

FILIPPOV G.A., *HD (Tech) (FGUP "CNIIChermet 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 Company "Rumelco", Moscow)*

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

STOLYAROV A.M., *HD (Tech) (Magnitogorsk State technical 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>

## ЧЕРНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ.

Бюллетень научно-технической  
и экономической информации.  
2023. Том 79. № 9

## FERROUS METALLURGY.

Bulletin of Scientific, Technical  
and Economic Information,  
2023, Vol. 79, № 9

### СОДЕРЖАНИЕ

#### НА ПРЕДПРИЯТИЯХ И В ИНСТИТУТАХ

##### Аглодоменное производство

Исаенко Г. Е., Андреева Е. А., Путилин Е. А.,  
Фищенко Ю. Ю., Макавецкас А. Р. Влияние ве-  
щественного состава исходной руды на качество  
железородного концентрата

713

##### Сталеплавильное производство

Алексеев Е. Е., Майоров М. И., Сиверин О. О.,  
Бахманов Д. Я., Кутергин А. В., Якуньков Е. А.  
Автоматизированные системы контроля за рас-  
ходом металлошихты на предприятиях пере-  
дельной металлургии

725

Бабенко А. А., Шартдинов Р. Р., Лобанов Д. А.,  
Сметанников А. Н., Уполовникова А. Г. Физико-  
химические свойства шлаков системы  $\text{CaO-SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3\text{-2 \% Cr}_2\text{O}_3\text{-3 \% Al}_2\text{O}_3\text{-8 \% MgO}$

736

Кабаков З. К., Мащенко М. А. Исследование теп-  
ловых процессов при внепечной обработке стали  
с помощью математического моделирования

745

##### Трубное производство

Шербутаев Н. И., Гончарук А. В., Исхаков Р. В.,  
Старичкова О. В. Исследование образования де-  
фектов в виде продольных складок на концах  
черновых труб при прокатке на автоматическом  
стане ТПА

755

##### Металлургическое оборудование и литейное производство

Гафаров М. Ф., Окишев К. Ю., Маковецкий А. Н., Пав-  
лова К. П., Гафарова Е. А. Построение диаграмм  
прокаливаемости сталей с помощью методов ма-  
шинного обучения

761

##### Книжная полка

771

##### Новости зарубежной периодики

773

##### ЭКСПРЕСС-ИНФОРМАЦИЯ

776

##### Статистика

787

### CONTENTS

#### AT ENTERPRISES AND IN INSTITUTES

##### Sintering and Blast Furnace Processes

Isaenko G. E., Andreeva E. A., Putilin E. A.,  
Fishchenko Yu. Yu., Makavetskas A. R. Influence of  
the material composition of the original ore on the  
quality of the iron ore concentrate

##### Steelmaking

Alekseyev E. E., Maiorov M. I., Siverin O. O., Bakh-  
manov D. Ya., Kutergin A. V., Yakun'kov E. A. Au-  
tomated systems for monitoring the consumption of  
metal charge at factories by conversion metallurgy

Babenko A. A., Shartdinov R. R., Lobanov D. A.,  
Smetannikov A. N., Upolovnikova A. G. Physico-  
chemical properties of the  $\text{CaO-SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3\text{-2 \% Cr}_2\text{O}_3\text{-3 \% Al}_2\text{O}_3\text{-8 \% MgO}$  slag system

Kabakov Z. K., Mashchenko M. A. Investigation of  
thermal processes in out-of-furnace treatment of  
steel with the help of mathematical modeling

##### Production of Pipes and Tubes

Sherbutaev N. I., Goncharuk A. V., Iskhakov R. V.,  
Starichkova O. V. Investigation of defect formation  
in the form of longitudinal folds at the ends of semi-  
finished pipes during rolling on an automatic TPA  
mill

##### Metallurgical Equipment and Foundry Practice

Gafarov M. F., Okishev K. Yu., Makovetskii A. N.,  
Pavlova K. P., Gafarova E. A. Modeling of diagrams  
of hardenability of steels with using machine learn-  
ing methods

##### Bookshelf

##### News of the Foreign Periodicals

##### EXPRESS INFORMATION

##### Statistics