

ОАО «Центральный научно-исследовательский институт информации
и технико-экономических исследований черной металлургии»

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 за соблюдением
законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия
Регистрационный номер ПИ № 77-18479

Издается с 1944 года, ежемесячно

Том 77, № 5

2021

Москва,
ОАО «Черметинформация»

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

Зам. главного редактора - КУРГАНОВ В.А., д-р техн. наук (ОАО "Черметинформация", г. Москва)

АКСЕЛЬРОД Л.М., канд. техн. наук (Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС", г. Москва)

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

БАБЕНКО А.А., канд. экон. 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 ВИМС, г. Москва)

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

ГАРБЕР Э.А., д-р техн. наук (Череповецкий государственный университет, г. Череповец)

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)

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

КАЛИАКПАРОВ А.Г., д-р техн. наук (ТОО "Научно-исследовательский центр ERG", г. Аксу, Республика Казахстан)

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

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

КОСМАЦКИЙ Я.И., канд. техн. наук (ОАО "Российский научно-исследовательский институт трубной промышленности", г. Челябинск)

ЛЯШЕНКО В.И., канд. техн. наук (ГП "УкрНИПИИ-промтехнологии", Украина)

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)

СИДОРОВА Е.Ю., д-р экон. наук (Национальный исследовательский технологический университет "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)

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)

ЧИЧКО А.Н., д-р техн. наук (Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь)

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

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

Учредитель: Центральный научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований черной металлургии

Адрес редакции:

117218, Москва, ул. Кржижановского, д. 14, корп. 3

Тел.: +7 (495) 718-07-10, +7(495) 719-07-38

Тел./факс: +7 (499) 125-78-44

e-mail: main@chermetinfo.com, bessonov@chermetinfo.com

<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 - BESSONOV A.V., *PhD (Econ) (OJSC "Chermetinformatsia", Moscow)*

Deputy Editor-in-Chief - KURGANOV B.A., *HD (Tech) (OJSC "Chermetinformatsia", Moscow)*

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 "CNIChermet after I.P. Bardin", Moscow)*

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

VEDENEEV A.V., *PhD (Tech) (OJSC "Balarus' steel-works – Managing company of Holding "Belarus' metallurgical company", Zhlobin, Balarus')*

GARBER E.A., *HD (Tech) (Cherepovets State University, Cherepovets)*

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, Ekaterinburg)*

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

KALIAKPAROV A.G., *HD (Tech) (Research and Development Center ERG, Ltd, Aksu, Republic of Kazakhstan)*

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

KOZYREV N.A., *HD (Tech) (Siberian State University, Novokuznetsk)*

KOSMATSKY Ya.I., *PhD (Tech) (OJSC "Russia Research and development Institute of Pipe Industry", Chelyabinsk)*

LYASHENKO V.I., *PhD (Tech) (GP "UkrNIPIIpromtehnologii", Ukraine)*

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)*

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)*

STRAKHOV Yu.A., *PhD (Tech) (JSC VUKHIN, Ekaterinburg)*

TANDON PUNET, *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 Company "Rumelco", Moscow)*

CHICHKO A.N., *HD (Tech) (Institute of Heat- and Mass Exchange after A.V. Lykov NAN of Balarus', Minsk, Belarus')*

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: Central Information and Techno-Economic Research Institute for Iron and Steel Industry

Editorial Addresses: 117218, Moscow, Krzhizhanovskogo str., 14, build. 3

Tel: +7 (495) 718-07-10, +7(495) 719-07-38

Tel/fax: +7(499)125-78-44

e-mail: main@chermetinfo.com, bessonov@chermetinfo.com

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

СОДЕРЖАНИЕ

Аноприенко А.Я. Столетний юбилей Донецкого национального технического университета (ДонНТУ) 511

НА ПРЕДПРИЯТИЯХ И В ИНСТИТУТАХ

Горнорудное производство

Журавлев А.Г., Глебов И.А., Семенкин А.В., Чендырев М.А. Перспективные технологии транспортирования для глубоких карьеров 518

Аглодоменное производство

Рыбенко И.А., Нохрина О.И., Рожихина И.Д., Ходосов И.Е., Страхов В.М., Голодова М.А. Термодинамическое исследование составов оксидной фазы при восстановлении железорудного концентрата месторождения Бапы углями месторождения Каражыра 529

Сталеплавильное производство

Еронько С.П., Стародубцев Б.И., Понамарева Е.А., Цыхмистро Е.С. Разработка новой конструкции и модельные исследования функционирования катапульты для ковшового затвора 540

Еронько С.П. 90 лет служения высшей школе и науке 547

Прокатное производство

Шильев П.В., Денисов С.В., Стеканов П.А., Корнилов В.Л., Капцан Ф.В., Урцев В.Н., Шмаков А.В., Хабибулин Д.М., Горностырев Ю.Н., Счастливцев В.М., Сыч О.В., Платов С.И. Развитие научных представлений о фазовых и структурных превращениях в сталях различного назначения 552

Бирюков А.Б. Методики для теплового расчета и выбора рациональных параметров эксплуатации регенеративных горелок 564

Трубное производство

Тихонцева Н.Т., Савченко И.П., Битюков С.М., Варнак О.В., Софрыгина О.А. Исследование коррозионной стойкости насосно-компрессорных труб из феррито-перлитной стали под воздействием углекислотных сред 572

Производство и применение огнеупоров

Тимофеева А.С., Кожухов А.А., Федина В.В. Исследование влияния гранулометрического состава заполнителя и содержания вяжущего на свойства огнеупорного бетона 580

Металлургическое оборудование и литейное производство

Гаджиев М.Х., Тюфтяев А.С., Куликов Ю.М., Саргсян М.А., Юсупов Д.И., Демиров Н.А., Сон Э.Е. Генератор низкотемпературной плазмы для эффективной обработки материалов 587

Экология и ресурсосбережение

Серебрянский Д.А., Королев М.Н., Антонов М.В., Тяпкова И.О. Инновационные комплексные решения по очистке отходящих газов в черной металлургии. Технические решения для очистки запыленных газовых потоков 593

Булатов К.В., Газалеева Г.И., Сопина Н.А., Мушкетов А.А. Разработка и внедрение технологии обогащения шламовых хвостов Магнитогорского металлургического комбината 602

Модернизация оборудования и реконструкция заводов черной металлургии за рубежом 610

Новости зарубежной периодики 617

ЭКСПРЕСС-ИНФОРМАЦИЯ 619

Статистика 628

CONTENTS

Anoprienko A.Ya. Centenary jubilee of Donetsk National Technical University (DonNTU) 511

AT ENTERPRISES AND IN INSTITUTES

Ore-Mining Industry

Zhuravlev A.G., Glebov I.A., Seminkin A.V., Chendyrev M.A. Perspective transporting technologies for deep open pits 518

Sintering and Blast Furnace Processes

Rybenko I.A., Nokhrina O.I., Rozhikhina I.D., Khodosov I.E., Strakhov V.M., Golodova M.A. Thermodynamic study of oxide phase compositions at reducing iron ore concentrate of Bapy deposit by coals of Karazhyra deposit 529

Steelmaking

Eron'ko S.P., Starodubtsev B.I., Ponomareva E.A., Tsykhmistro E.S. Development of a new design and model study of functioning of catapult for ladle sliding gate 540

Eron'ko S.P. 90 years of service to high school and science 547

Rolling Mill Practice

Shilyaev P.V., Denisov S.V., Stekanov P.A., Kornilov V.L., Kaptsan F.V., Urtsev V.N., Shmakov A.V., Khabibulin D.M., Gornostyrev Yu.N., Schastlivtsev V.M., Sych O.V., Platov S.I. Development of scientific ideas on phase and structural transformations in steels for different application 552

Biryukov A.B. Methodologies of heat calculation and selection of rational parameters of regenerative burners operation 564

Production of Pipes and Tubes

Tikhon'tseva N.T., Savchenko I.P., Bityukov S.M., Varnak O.V., Sofrygina O.A. Study of corrosion resistance of pump-compressor pipes made of ferrite-pearlite steel under the action of carbon dioxide mediums 572

Production and Application of Refractories

Timofoeva A.S., Kozhukhov A.A., Fedina V.V. Investigation of the influence of granulometric composition of the aggregate and the content of the binder on the properties of refractory concrete 580

Metallurgical Equipment and Foundry Practice

Gadzhiev M.Kh., Tyuftayev A.S., Kulikov Yu.M., Sargsyan M.A., Yusupov D.I., Demirov N.A., Son E.E. Low-temperature plasma generator for effective processing of materials 587

Ecology and Resource-Saving

Serebryanskii D.A., Korolev M.N., Antonov M.V., Tyapkova I.O. Innovation comprehensive solutions for off-gases cleaning in steel industry. Technical solutions for dusty gas flows cleaning 593

Bulatov K.V., Gazaleeva G.I., Sopina N.A., Mushketov A.A. Elaboration and implementation technology of concentration of Magnitogorsk steel-works slime tailings 602

Modernization of Equipment and Reconstruction of the Steel works abroad 610

News of the Foreign Periodicals 617

EXPRESS INFORMATION 619

Statistics 628