



ВЕСТНИК

**ЮЖНО-УРАЛЬСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

**2016
Т. 16, № 3**

ISSN 1990-8482 (Print)
ISSN 2411-0906 (Online)

СЕРИЯ

«МЕТАЛЛУРГИЯ»

Решением ВАК России включен в Перечень рецензируемых научных изданий

**Учредитель – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»**

В журнале публикуются статьи в области физической химии металлургических систем, физики металлов, металловедения и термической обработки металлов и сплавов, теории и технологии процессов производства металлов и сплавов, устройства металлургических агрегатов, литейного производства, металлургической теплотехники, обработки металлов давлением, а также родственных областей науки и техники.

Редакционная коллегия:

Корягин Ю.Д., д.т.н., профессор;
Кулаков Б.А., д.т.н., профессор;
Михайлов Г.Г., д.т.н., профессор
(ответственный редактор);
Окишев К.Ю., д.ф.-м.н.
(ответственный секретарь);
Шеркунов В.Г., д.т.н., профессор.

Редакционный совет:

Белов В.Д., д.т.н., профессор (Москва);
Бескачко В.П., д.ф.-м.н.;
Вдовин К.Н., д.т.н., профессор
(Магнитогорск);
Выдрин А.В., д.т.н. (Челябинск);
Дрозин А.Д., д.т.н., профессор;
Дубровин В.К., д.т.н., профессор;

Еланский Г.Н., д.т.н., профессор (Москва);
Иванов М.А., к.т.н., доцент;
Знаменский Л.Г., д.т.н., профессор;
Кулагин Н.М., к.х.н., профессор
(Новокузнецк);
Лыкасов А.А., д.х.н., профессор
(председатель);
Мысик Р.К., д.т.н., профессор
(Екатеринбург);
Найзабеков А.Б., д.т.н., профессор
(Рудный, Казахстан);
Рощин В.Е., д.т.н., профессор;
Фраге Наум, профессор (Беэр-Шева,
Израиль);
Чуманов И.В., д.т.н., профессор;
Шао Вэньчжу, профессор (Харбин, КНР);
Яковлева И.Л., д.т.н. (Екатеринбург).



BULLETIN

OF THE SOUTH URAL
STATE UNIVERSITY

SERIES

“METALLURGY”

2016
Vol. 16, no. 3

ISSN 1990-8482 (Print)
ISSN 2411-0906 (Online)

Vestnik Yuzhno-Ural'skogo Gosudarstvennogo Universiteta.
Seriya “Metallurgiya”

South Ural State University

The journal publishes papers in the fields of physical chemistry of metallurgical systems, metal physics and physical metallurgy, heat treatment of metals and alloys, theory and technology of production processes of metals and alloys, metallurgical equipment, metal casting, metallurgical heat engineering, metal forming as well as related areas of science and technology.

Editorial Board:

Koryagin Yu.D., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation;
Kulakov B.A., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation;
Mikhailov G.G., Dr. of Sci. (Eng.), Prof. (*executive editor*), South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation;
Okishev K.Yu., Dr. of Sci. (Phys. and Math.) (*executive secretary*), South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation;
Sherkunov V.G., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation.

Editorial Council:

Belov V.D., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., National University of Science and Technology «MISIS», Moscow, Russian Federation;
Beskachko V.P., Dr. of Sci. (Phys. and Math.), South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation;
Vdovin K.N., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russian Federation;
Vydrin A.V., Dr. of Sci. (Eng.), Russian Research Institute of the Tube and Pipe Industries, Chelyabinsk, Russian Federation;
Drozin A.D., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation;
Dubrovin V.K., Dr. of Sci. (Eng.), South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation;
Elanskii G.N., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., Moscow State University of Mechanical Engineering (MAMI), Moscow, Russian Federation;
Ivanov M.A., Cand. of Sci. (Eng.), Ass. Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation;
Znamenskii L.G., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation;
Kulagin N.M., Cand. of Sci. (Chem.), Prof., Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russian Federation;
Lykasov A.A., Dr. of Sci. (Chem.), Prof. (*chairman*), South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation;
Mysik R.K., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., Ural Federal University, Ekaterinburg, Russian Federation;
Naizabekov A.B., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., Rudny Industrial Institute, Rudny, Kazakhstan;
Roshchin V.E., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation;
Frage N., Prof., Ben-Gurion University of the Negev, Beer Sheva, Israel;
Chumanov I.V., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation;
Shao Wenzhu, Prof., Harbin Institute of Technology, Harbin, China;
Yakovleva I.L., Dr. of Sci. (Eng.), M.N. Mikheev Institute of Metal Physics, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russian Federation.

СОДЕРЖАНИЕ

Физическая химия и физика металлургических систем

МИХАЙЛОВ Г.Г., МАКРОВЕЦ Л.А., СМЕРНОВ Л.А. Термодинамика процессов взаимодействия магния, алюминия, углерода и иттрия с кислородом в расплаве на основе железа	5
МИХАЙЛОВ Г.Г., МАКРОВЕЦ Л.А., САМОЙЛОВА О.В. Термодинамическое описание фазовых равновесий в системе Cu–Al–Zr–O в условиях существования металлического расплава	11
МИРЗАЕВ Д.А., МИРЗОЕВ А.А., ДУНАЕВ А.С. Термодинамический стимул мартенситного превращения в сплавах Fe–C	18
РИДНЫЙ Я.М., МИРЗОЕВ А.А., МИРЗАЕВ Д.А. Влияние энергий взаимодействия между атомами углерода в ГЦК-железе на концентрационную зависимость активности углерода	24
ВЕРХОВЫХ А.В., ОКИШЕВ К.Ю., МИРЗОЕВ А.А., МИРЗАЕВ Д.А. Исследование взаимодействия водорода с границами зерен в α -Fe	32

Металлургия чёрных, цветных и редких металлов

ПЯТЫГИН Д.А., ЧУМАНОВ И.В. Обзор способов получения полых заготовок электрошлаковым переплавлением. Часть I	39
ПЯТЫГИН Д.А., ЧУМАНОВ И.В. Обзор способов получения полых заготовок электрошлаковым переплавлением. Часть II	49
ФОКИН И.В., ГУДИМ Ю.А. Механизм и причины образования глубоких поверхностных дефектов на сляках при непрерывной разливке нержавеющей стали, легированных титаном	56
САВЧЕНКО И.А., СМЕРНОВ А.Н., ТУРЧИН М.Ю. Подготовка высокомагнезистых сидеритов Бакальского рудного поля к металлургическому производству методами пиро- и гидрометаллургии	63

Литейное производство

ГАНЕЕВ А.А., ДЕМЕНОК А.О., БАКЕРИН С.В., КУЛАКОВ Б.А., МУХАМАДЕЕВ И.Р., ГАРИПОВ А.Р. Расчет физико-химического взаимодействия титановых сплавов с материалами литейной формы	70
АНТОШКИНА Е.Г., СМОЛКО В.А. Показатель работоспособности литейных форм и стержней из синтетических песчаных смесей с учетом физических параметров	79

Металловедение и термическая обработка

ЖИЖКИНА Н.А., МЕДВЕДЕВ А.Н. Освоение технологии термической обработки центробежно-литых валков с рабочим слоем из хромоникельмолибденового чугуна	83
ТИХОМИРОВА Л.Б., ИЛЬИНЫХ А.С., ГАЛАЙ М.С., СИДОРОВ Э.С. Исследование структуры и механических свойств алюминотермитных сварных соединений рельсов	90

Обработка металлов давлением. Технологии и машины обработки давлением

ШИТОВ М.В., СОЛОВЬЁВ А.Г. Анализ критериев эффективности для оценки редуцирования сляка по ширине	96
ШУМЕЙКО В.П., ГОРЯЧЕВ Е.А. Исследование параметров холодной прокатки ультрамелкозернистого титана	104
АЛЮШКАЕВ Е.А., КОСМАЦКИЙ Я.И., ШУМЕЙКО В.П. Оценка возможности повышения точности геометрических размеров труб за счет совмещения процессов бокового прессования и редуцирования	111

Порошковая металлургия и композиционные материалы

BARKOV L.A., SAMODUROVA M.N., MYMRIN S.A., LATFULINA Yu.S. Properties of Tungsten Wire in Powder Metallurgical Processing with Ultrafine Powder	117
BARKOV L.A., CHESKIDOV P.A., SAMODUROVA M.N., LATFULINA Yu.S. Computer Modeling of Hot Isostatic Pressing Process of Porous Blank	122

Металлургия техногенных и вторичных ресурсов

ТИМОФЕЕВ К.Л., МАЛЫЦЕВ Г.И., МУСИН А.Т. Термодинамический анализ пирометаллургической переработки вторичных пылей медеплавильных предприятий	127
--	-----

Нанотехнологии и наноматериалы

ГОЙХЕНБЕРГ Ю.Н., РОЦИН В.Е., ИЛЬИН С.И. Особенности кристаллизации и формирования магнитных свойств аморфных сплавов при нагреве	134
--	-----

Краткие сообщения

ВЛАСОВ Е.А. Ремонт и восстановление кристаллизаторов МНЛЗ	143
---	-----

От редакционной коллегии

Памяти Александра Георгиевича Тюрина (1953–2015)	149
--	-----

CONTENTS

Physical Chemistry and Physics of Metallurgical Systems

MIKHAILOV G.G., MAKROVETS L.A., SMIRNOV L.A. Thermodynamics of Magnesium, Aluminium, Carbon and Yttrium Interaction with Oxygen in the Molten Iron-Based Metal	5
MIKHAILOV G.G., MAKROVETS L.A., SAMOYLOVA O.V. Thermodynamic Description of Phase Equilibria in the Cu–Al–Zr–O System under the Condition of Metal Melt Existence	11
MIRZAEV D.A., MIRZOEV A.A., DUNAEV A.S. Thermodynamic Stimulus of Martensitic Transformation in Fe–C Alloys	18
RIDNYI Ya.M., MIRZOEV A.A., MIRZAEV D.A. Influence of Interaction Energies Between Carbon Atoms in FCC Iron on Concentration Dependence of Carbon Activity	24
VERKHOVYKH A.V., OKISHEV K.Yu., MIRZOEV A.A., MIRZAEV D.A. Study of the Interaction of Hydrogen with Grain Boundaries in α -Fe	32

Metallurgy of Ferrous, Non-Ferrous and Rare Metals

PYATYGIN D.A., CHUMANOV I.V. Review of Methods of Obtaining Hollow Bar by Electroslag Remelting. Part I	39
PYATYGIN D.A., CHUMANOV I.V. Review of Methods of Obtaining Hollow Bar by Electroslag Remelting. Part II	49
FOKIN I.V., GUDIM Yu.A. Mechanism and Reasons of Deep Surface Defect Formation on Continuously Cast Slabs of Stainless Steels with Titanium	56
SAVCHENKO I.A., SMIRNOV A.N., TURCHIN M.Yu. Preparation of High-Magnesium Siderites of the Bakal Ore Field for Metallurgical Production by Methods of Pyro- and Hydrometallurgy	63

Casting

GANEV A.A., DEMENOK A.O., BAKERIN S.V., KULAKOV B.A., MUKHAMADEEV I.R., GARIPOV A.R. Calculation of Physical-Chemical Interaction of Titanium Alloys with the Materials of the Mold	70
SMOLKO V.A., ANTOSHKINA E.G. An Indicator of Working Capacity of Casting Molds and Cores Made of Synthetic Sand Mixtures with Account of Physical Parameters	79

Physical Metallurgy and Heat Treatment

ZHIZHKINA N.A., MEDVEDEV A.N. Development of Heat Treatment Technology of Centrifugally Cast Rolls with Working Layer of Chromium-Nickel-Molybdenum Cast Iron	83
TIKHOMIROVA L.B., IL'INYKH A.S., GALAY M.S., SIDOROV E.S. Investigation of Structure and Mechanical Properties Aluminothermic Welded Joints of Rails	90

Metal Forming. Technology and Equipment of Metal Forming

SHITOV M.V., SOLOV'EV A.G. Analysis of Efficiency Criteria for Evaluation of Slab Widthwise Reduction	96
SHUMEYKO V.P., GORYACHEV E.A. Investigation of Cold Rolling Parameters of Ultrafine Grained Titanium	104
ALYUSHKAEV E.A., KOSMATSKII Ya.I., SHUMEYKO V.P. Assessment of Possibility to Increase the Accuracy of the Geometric Dimensions of Pipes by Combining the Processes of Side Extrusion and Reduction	111

Powder Metallurgy and Composite Materials

BARKOV L.A., SAMODUROVA M.N., MYMRIN S.A., LATFULINA Yu.S. Properties of Tungsten Wire in Powder Metallurgical Processing with Ultrafine Powder	117
BARKOV L.A., CHESKIDOV P.A., SAMODUROVA M.N., LATFULINA Yu.S. Computer Modeling of Hot Isostatic Pressing Process of Porous Blank	122

Metallurgy of Recycled and Secondary Resources

TIMOFEEV K.L., MAL'TSEV G.I., MUSIN A.T. Thermodynamic Analysis of Pyrometallurgical Processing of Secondary Copper Smelter Dusts	127
---	-----

Nanotechnologies and Nanomaterials

GOYKHENBERG Yu.N., ROSHCHIN V.E., IL'IN S.I. Peculiarities of Crystallization and Formation of Magnetic Properties of Amorphous Alloys in Heating	134
---	-----

Brief Reports

VLASOV A.E. Repair and Restoration of Crystallizers of Continuous Casting Machines	143
--	-----

From the Editorial Board

In memory of Aleksandr Georgievich Tyurin (1953–2015)	149
---	-----