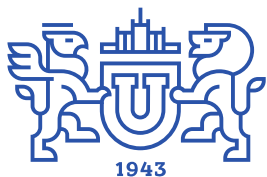


ВЕСТНИК



**ЮЖНО-УРАЛЬСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

**2019
Т. 19, № 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.

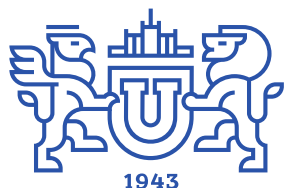
Редакционная коллегия:

Винник Д.А., к.т.н. (Челябинск);
Выдрин А.В., д.т.н., проф. (Челябинск);
Квон С.С., к.т.н., доц. (Караганда, Казахстан);
Корягин Ю.Д., д.т.н., проф. (Челябинск);
Кулаков Б.А. (*заместитель главного редактора*), д.т.н., проф. (Челябинск);
Ладеранта Э.М., проф. физики (Лаппеэнранта, Финляндия);
Михайлов Г.Г. (*главный редактор*), д.т.н., проф. (Челябинск);
Нива Р., д-р естеств. наук, проф. (Штутгарт, ФРГ);
Труханов А.В., к.ф.-м.н. (Минск, Беларусь);
Широков В.В. (*ответственный секретарь*), к.т.н. (Челябинск).

Редакционный совет:

Белов В.Д., д.т.н., проф. (Москва);
Бескачко В.П., д.ф.-м.н. (Челябинск);

Вдовин К.Н., д.т.н., проф. (Магнитогорск);
Галевский Г.В., д.т.н., проф. (Новокузнецк);
Гольдштейн В.Я., д.т.н., проф. (Челябинск);
Дубровин В.К., д.т.н., проф. (Челябинск);
Еланский Г.Н., д.т.н., профессор (Москва);
Звонарев Д.Ю., к.т.н. (Челябинск);
Знаменский Л.Г., д.т.н., проф. (Челябинск);
Иванов М.А., к.т.н., доц. (Челябинск);
Коваль Г.И., д.т.н. проф. (Челябинск);
Кулагин Н.М., к.х.н., проф. (Новокузнецк);
Лыкасов А.А., д.х.н., проф. (Челябинск);
Мысик Р.К., д.т.н., проф. (Екатеринбург);
Найзабеков А.Б., д.т.н., проф. (Рудный, Казахстан);
Рощин В.Е., д.т.н., проф. (Челябинск);
Фраге Наум, проф. (Беэр-Шева, Израиль);
Храмков Е.В., к.т.н. (Челябинск);
Чуманов И.В., д.т.н., проф. (Челябинск);
Шао Вэньчжу, профессор (Харбин, КНР);
Яковлева И.Л., д.т.н. (Екатеринбург).



BULLETIN

OF THE SOUTH URAL
STATE UNIVERSITY

SERIES

2019

Vol. 19, no.3

“METALLURGY”

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:

Vinnik D.A. Cand. of Sci. (Eng.), South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation;
Vydrin A.V., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., JSC “The Russian Research Institute of the Tube and Pipe Industries”, Chelyabinsk, Russian Federation;
Kvon S.S., Cand. of Sci. (Eng.), Ass. Prof., Karaganda State Technical University, Karaganda, Republic of Kazakhstan;
Koryagin Yu.D., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation;
Kulakov B.A. (*deputy editor-in-chief*), Dr. of Sci. (Eng.), Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation;
Lahderanta E.M., Prof. of Physics, Lappeenranta University of Technology, Lappeenranta, Republic of Finland;
Mikhailov G.G. (*editor-in-chief*), Dr. of Sci. (Eng.), Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation;
Niewa R., Dr. rer. nat., Prof., University of Stuttgart, Stuttgart, Federal Republic of Germany;
Trukhanov A.V., Cand. of Sci. (Phys. and Math.), Scientific-Practical Materials Research Centre of NAS of Belarus, Minsk, Republic of Belarus;
Shirokov V.V. (*executive secretary*), Cand. of Sci. (Eng.), 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., Novosibirsk State Technical University, Magnitogorsk, Russian Federation;
Galevskiy G.V., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russian Federation;
Gol'dshcheyn V.Ya., Dr. of Sci. (Eng.), South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation;
Dubrovinn V.K., Dr. of Sci. (Eng.), South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation;
Elanskii G.N., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., Interregional Social Organization “Association of Steelmakers”, Moscow, Russian Federation;
Zvonarev D.Yu., Cand. of Sci. (Eng.), JSC “The Russian Research Institute of the Tube and Pipe Industries”, Chelyabinsk, Russian Federation;
Znamenskii L.G., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation;
Ivanov M.A., Cand. of Sci. (Eng.), Ass. Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation;
Koval' G.I., 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., 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;
Khramkov E.V., Cand. of Sci. (Eng.), JSC “The Russian Research Institute of the Tube and Pipe Industries”, Chelyabinsk, Russian Federation;
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

САМОЙЛОВА О.В., МАКРОВЕЦ Л.А. Термодинамический анализ взаимодействия хрома с кислородом в жидком железе	5
--	---

Металлургия чёрных, цветных и редких металлов

ТЯГУНОВ Г.В., БАРЫШЕВ Е.Е., ВАНДЫШЕВА И.В., ЗАЙЦЕВА Н.А., ХОМЕНКО А.О. Структура и свойства жидкого железа	13
ЛЕБЕДЕВ А.Б., УТКОВ В.А. Взаимодействия расплавленного шлака с твердой фазой красного шлака	24
НИЁЗОВ О.Х., ГАНИЕВ И.Н., САФАРОВ А.Г., МУЛЛОЕВА Н.М., ЯКУБОВ У.Ш. Температурная зависимость теплоемкости и изменение термодинамических функций свинцового сплава ССуЗ с кальцием	33

Литейное производство

ИСАГУЛОВ А.З., КОВАЛЁВА Т.В., КВОН Св.С., КУЛИКОВ В.Ю., ЩЕРБАКОВА Е.П. Использование вторичного полистирола в качестве компонента материала для изготовления моделей при ЛГМ	44
ГАЙНЦЕВА Е.С., ГОРЮХИН А.С., ГАНИЕВ Р.Р., ДЕМЕНКО О.Б., КУЛАКОВ Б.А. Теоретические основы повышения пространственной геометрической точности литых охлаждаемых лопаток ГТД	53

Обработка металлов давлением.

Технологии и машины обработки давлением

ИВАНОВ В.А., СТРУГОВ С.С., АВРАМЕНКО А.А., ТАРКАЛЕНКО М.Д. Исследование энергосиловых параметров процесса малоотходной безуклонной горячей объемной штамповки на основе комбинированной схемы деформации «раздача-выдавливание»	59
---	----

Нанотехнологии и наноматериалы

ЖЕРЕБЦОВ Д.А. Синтез наноматериалов с использованием ПАВ	66
--	----

CONTENTS

Physical Chemistry and Physics of Metallurgical Systems

SAMOYLOVA O.V., MAKROVETS L.A. Thermodynamic Analysis of the Interaction between Chromium and Oxygen in the Liquid Iron	5
---	---

Metallurgy of Ferrous, Non-Ferrous and Rare Metals

TYAGUNOV G.V., BARYSHEV E.E., VANDYSHEVA I.V., ZAYTSEVA N.A., KHOMENKO A.O. Structure and Properties of Liquid Iron	13
LEBEDEV A.B., UTKOV V.A. The Interaction of Molted Slag with Solid Phase of Red Sludge ...	24
NIYOZOV O.H., GANIEV I.N., SAFAROV A.G., MULLOEVA N.M., YAKUBOV U.Sh. The Temperature Dependence of Calorific Capacity and Thermodynamic Function Changes for the Composition of Lead-Antimony-3 Alloy and Calcium	33

Casting

ISSAGULOV A.Z., KOVALYOVA T.V., KVON Sv.S., KULIKOV V.Yu., CHSHERBAKOVA E.P. Use of Secondary Polystyrene as the Material Component for Production of Models under LFC	44
GAYNTSEVA E.S., GORUKHIN A.S., GANIEV R.R., DEMENOK O.B., KULAKOV B.A. Theoretical Bases of Increasing the Spatial Geometric Accuracy of Cast Cooled GTE Blades	53

Metal Forming. Technology and Equipment of Metal Forming

IVANOV V.A., STRUGOV S.S., AVRAMENKO A.A., TARKALENKO M.D. Research of Power Parameters of the Low-Waste Draftless Hot Die Forging Process on the Basis of the Combined Strain Pattern of “Expansion-Extrusion”	59
---	----

Nanotechnologies and Nanomaterials

ZHEREBTSOV D.A. Nanomaterials Synthesis with the Use of Surfactants	66
---	----