



ВЕСТНИК

**ЮЖНО-УРАЛЬСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

**2017
Т. 17, № 1**

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

2017

Vol. 17, no. 1

“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:

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., Interregional Social Organization “Association of Steelmakers”, 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

ЕЛАНСКИЙ Г.Н. Железо в неживой и живой природе	5
САМОЙЛОВА О.В., МИХАЙЛОВ Г.Г., МАКРОВЕЦ Л.А. Термодинамическое описание фазовых равновесий в системе $\text{Cu}_2\text{O}-\text{CeO}_2-\text{Ce}_2\text{O}_3-\text{La}_2\text{O}_3$	16
ДРОЗИН А.Д. Математическая модель кинетики движения переходной зоны при нагреве цилиндрического тела из трехкомпонентного сплава	24
ВЕРХОВЫХ А.В., ОКИШЕВ К.Ю., МИРЗОЕВ А.А., МИРЗАЕВ Д.А. Ab initio моделирование межфазной границы феррит/цементит	35

Металлургия чёрных, цветных и редких металлов

ЧЕРНОБРОВИН В.П. Состояние хромовой промышленности России	44
---	----

Литейное производство

КУЛАКОВ Б.А., ДУБРОВИН В.К., КАРПИНСКИЙ А.В., КАРКАРИН А.М. Экзотермический разогрев прибылей в литье по газифицируемым моделям	49
ЗНАМЕНСКИЙ Л.Г., ИВОЧКИНА О.В., ВАРЛАМОВ А.С., ФРАНЧУК А.Н., ЮЖАКОВА А.А. Отечественные краски для литья по газифицируемым моделям	58

Металловедение и термическая обработка

КОРЯГИН Ю.Д., ИЛЬИН С.И. Особенности рекристаллизации деформируемых алюминий-магниевого сплавов со скандием	65
ДАНИЛОВ С.В., РЕЗНИК П.Л., ЛОБАНОВ М.Л., ГОЛОВНИН М.А., ЛОГИНОВ Ю.Н. Влияние горячей прокатки на анизотропию механических свойств алюминиевого сплава 6061	73

Обработка металлов давлением. Технологии и машины обработки давлением

ИЛЬИЧЕВ В.Г., ЗАЛАВИН Я.Е. Экспериментальное исследование фрикционных сил на границе инструмента и заготовки в условиях экспандирования труб большого диаметра	81
--	----

Краткие сообщения

BARKOV L.A., KAMENSHCHIKOV Yu.I., SAMODUROVA M.N., LATFULINA Yu.S. Porous Material Deformability in Four-Roll Pass Rolling	89
--	----

Научная и образовательная деятельность

РОЩИН В.Е., ЧЕРНОБРОВИН В.П. Научная школа южно-уральских пирометаллургов: 65 лет кафедре пирометаллургических процессов	93
--	----

CONTENTS

Physical Chemistry and Physics of Metallurgical Systems

ELANSKII G.N. Iron in Animate and Inanimate Nature	5
SAMOYLOVA O.V., MIKAILOV G.G., MAKROVETS L.A. Thermodynamic Description of Phase Equilibria in the $\text{Cu}_2\text{O}-\text{CeO}_2-\text{Ce}_2\text{O}_3-\text{La}_2\text{O}_3$ System	16
DROZIN A.D. Mathematical Model of the Transition Zone Motion During Heating of the Three-Component Cylindrical Object	24
VERKHOVYKH A.V., OKISHEV K.Yu., MIRZOEV A.A., MIRZAEV D.A. <i>Ab Initio</i> Modelling of the Ferrite/Cementite Interface	35

Metallurgy of Ferrous, Non-Ferrous and Rare Metals

CHERNOBROVIN V.P. Current State of Chrome Industry in Russia	44
--	----

Casting

KULAKOV B.A., DUBROVIN V.K., KARPINSKIY A.V., KARKARIN A.M. Exothermic Heating-Up of the Heads in the Lost Foam Casting	49
ZNAMENSKII L.G., IVOCHKINA O.V., VARLAMOV A.S., FRANCHUK A.N., YUZHAKOVA A.A. Domestic Paints for Lost Foam Casting	58

Physical Metallurgy and Heat Treatment

KORYAGIN Yu.D., IL'IN S.I. Recrystallization Features of Deformable Aluminium-Magnesium Alloys with Scandium	65
DANILOV S.V., REZNIK P.L., LOBANOV M.L., GOLOVNIN M.A., LOGINOV Yu.N. Influence of Hot Rolling on Mechanical Properties Anisotropy of 6061 Aluminum Alloy	73

Metal Forming. Technology and Equipment of Metal Forming

IL'ICHEV V.G., ZALAVIN Ya.E. Experimental Study of Frictional Forces at the Boundary Between Tool and Workpiece During Expansion of Large Diameter Pipes	81
--	----

Brief Reports

BARKOV L.A., KAMENSHCHIKOV Yu.I., SAMODUROVA M.N., LATFULINA Yu.S. Porous Material Deformability in Four-Roll Pass Rolling	89
--	----

Science and Education

ROSHCHIN V.E., CHERNOBROVIN V.P. Scientific School of South Ural Pyrometallurgists: 65 Years of the Department of Pyrometallurgical Processes	93
---	----