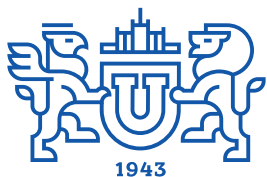


ВЕСТНИК



**ЮЖНО-УРАЛЬСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

**2018
Т. 18, № 4**

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

2018

Vol. 18, no. 4

“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., Nosov Magnitogorsk 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

КУЗНЕЦОВ Ю.С., КАЧУРИНА О.И., МАЛЮТИНА Е.М., ВЯТКИН Г.П., ГОЛЬДШТЕЙН В.Я., ДУКМАСОВ В.Г., ЧАПЛЫГИН Б.А., ПЛАСТИНИН Б.Г. Термодинамический анализ системы $H_2 - O_2 - C$	5
ГАМОВ П.А., ДРОЗИН А.Д., ЧЕРНОБРОВИН В.П., ДУКМАСОВ В.Г., ЧАПЛЫГИН Б.А., ПЛАСТИНИН Б.Г. Математическая модель образования и движения анионных вакансий при восстановлении металлов в комплексных оксидах	21
РИДНЫЙ Я.М., МИРЗОЕВ А.А., МИРЗАЕВ Д.А. Монте-Карло моделирование активности углерода в ОЦК-железе	28
ВЕРХОВЫХ А.В., ОКИШЕВ К.Ю., МИРЗАЕВ Д.А., МИРЗОЕВ А.А. Атомы углерода в междоузлиях кристаллической решётки цементита: ab initio моделирование	34
МИРЗАЕВ Д.А., ОКИШЕВ К.Ю., МИРЗОЕВ А.А., БУЛДАШЕВ И.В. Анализ тетрагональности кристаллической решётки мартенсита сплавов Fe-C в модели жёстких атомов-шаров	46

Литейное производство

ХАРИНА Г.В., КАТЕГОРЕНКО Ю.И., ШИХАЛЕВ И.А. Исследование влияния способа литья на коррозионную стойкость сплава АК12	55
--	----

Металловедение и термическая обработка

ГАМОВ П.А., ЧЕРНОБРОВИН В.П., ДУКМАСОВ В.Г., ЧАПЛЫГИН Б.А., ПЛАСТИНИН Б.Г. Расчет роста кристаллов в аморфном сплаве 5БДСР при термообработке	67
ИЛЬИН С.И., КОРЯГИН Ю.Д., ШАБУРОВА Н.А., СУДАРИКОВ М.В., ВОРОБЬЕВ О.В., ИВАНОВА А.С., СЕМЕНЕНКО Е.О. Влияние характера и степени легирования на склонность к проявлению ликвации литых заготовок деформируемых алюминиевых сплавов	74
ШАБУРОВА Н.А., КИШТЫКОВА М.С., ГОЛЬДШТЕЙН В.Я., РУЩИЦ С.В., ПЛАСТИНИН Б.Г. Исследование дефектов горячекатаного листа из трубной стали и причин их образования	82
РУЩИЦ С.В., АХМЕДЬЯНОВ А.М., МАКОВЕЦКИЙ А.Н., КРАСНОТАЛОВ А.О. Закалка с последующим обогащением углеродом непревращенного аустенита (Q&P обработка) мартенситной коррозионностойкой стали AISI 414	89

Обработка металлов давлением. Технологии и машины обработки давлением

КАСАТКИНА Е.Г., МЕЗИН И.Ю., ГУН И.Г., ЛИМАРЕВ А.С., МИХАЙЛОВСКИЙ И.А., КРАМЗИНА Л.В. Технологические основы повышения качества платинита	98
ТОРГОНИН К.С., ШИРОКОВ В.В., ЧАПЛЫГИН Б.А., ЧЕРНОБРОВИН В.П., ПЛАСТИНИН Б.Г., КОЗЛОВ А.В., ДУКМАСОВ В.Г. Моделирование операций обработки давлением при производстве штамповарных деталей трубопровода	109

Порошковая металлургия и композиционные материалы

САМОДУРОВА М.Н., ОГАРКОВ Н.Н., ПЛАТОВ С.И. Математическое моделирование высокоскоростных процессов обработки давлением композиционных материалов на основе графита	121
--	-----

Сварка, родственные процессы и технологии

ШЕКШЕЕВ М.А., МИХАЙЛИЦЫН С.В., СЫЧКОВ А.Б., ЕМЕЛЮШИН А.Н., ШИРЯЕВА Е.Н. Исследование влияния ультрадисперсных частиц монокарбида вольфрама на структуру наплавленного металла	128
---	-----

Металлургическая теплотехника и теплоэнергетика

ЯЧИКОВ И.М., РАДИОНОВ А.А., КАРАНДАЕВ А.С., КАРАНДАЕВА О.И. Сравнение эффективности радиаторов воздушного охлаждения для подовых электродов дуговой печи постоянного тока	137
---	-----

CONTENTS

Physical Chemistry and Physics of Metallurgical Systems

KUZNETSOV Yu.S., KACHURINA O.I., MALYUTINA E.M., VYATKIN G.P., GOL'D-SHTEYN V.Ya., DUKMASOV V.G., CHAPLYGIN B.A., PLASTININ B.G. Thermodynamic Analysis of H_2-O_2-C System	5
GAMOV P.A., DROZIN A.D., CHERNOBROVIN V.P., DUKMASOV V.G., CHAPLYGIN B.A., PLASTININ B.G. Mathematical Model of Anionic Vacancy Formation and Motion during Reduction of Metals from Complex Oxides	21
RIDNYI Ya.M., MIRZOEV A.A., MIRZAEV D.A. Monte Carlo Simulation of Carbon Activity in BCC Iron	28
VERKHOVYKH A.V., OKISHEV K.Yu., MIRZAEV D.A., MIRZOEV A.A. Carbon Atoms in Interstitial Sites of the Cementite Crystal Lattice: <i>Ab Initio</i> Modelling	34
MIRZAEV D.A., OKISHEV K.Yu., MIRZOEV A.A., BULDASHEV I.V. Analysis of the Tetragonality of the Crystal Lattice of Martensite of Fe-C Alloys in the Hard-Sphere Model	46

Casting

KHARINA G.V., KATEGORENKO Yu.I., SHIHALEV I.A. How the Casting Method Affects the Corrosion Resistance of AS12 Alloy	55
--	----

Physical Metallurgy and Heat Treatment

GAMOV P.A., CHERNOBROVIN V.P., DUKMASOV V.G., CHAPLYGIN B.A., PLASTININ B.G. Calculation of Crystal Growth in 5BDSR Amorphous Alloy during Heat Treatment	67
ILYIN S.I., KORYAGIN Yu.D., SHABUROVA N.A., SUDARIKOV M.V., VOROBIOV O.V., IVANOVA A.S., SEMENENKO E.O. Influence of the Character and Degree of Alloying on the Tendency to Segregation in Cast Billets of Deformable Aluminum Alloys	74
SHABUROVA N.A., KISHTYKOVA M.S., GOLDSTEIN V.Ya., RUSHCHITS S.V., PLASTININ B.G. Study of the Defects of a Hot-Rolled Tube Steel Sheet and the Causes of Their Creation ..	82
RUSHCHITS S.V., AKHMEDIANOV A.M., MAKOVETSKIY A.N., KRASNOTALOV A.O. Quenching and Partitioning (Q&P) Processing of Martensitic Stainless Steels AISI 414	89

Metal Forming. Technology and Equipment of Metal Forming

KASATKINA E.G., MEZIN I.Yu., GUN I.G., LIMAREVA S., MIKHAILOVSKY I.A., KRAMZINA L.V. Technology Behind Improving the Platinite Quality	98
TORGONIN K.S., SHIROKOV V.V., CHAPLYGIN B.A., CHERNOBROVIN V.P., PLASTININ B.G., KOZLOV A.V., DUKMASOV V.G. Modeling of Pressure Shaping during Manufacturing of Stamp-Welded Pipe Joints	109

Powder Metallurgy and Composite Materials

SAMODUROVA M.N., OGARKOV N.N., PLATOV S.I. Mathematical Modeling of High-Energy Pressing Process of Graphite-Plastic Composition	121
--	-----

Welding and Related Processes

SHEKSHEYEV M.A., MIKHAYLITSYN S.V., SYCHKOV A.B., EMELYUSHIN A.N., SHIRYAYEVA E.N. How Ultrafine Particles of Tungsten Monocarbide Affect the Welded-Metal Structure	128
--	-----

Metallurgical Heat and Power Engineering

YACHIKOV I.M., RADIONOV A.A., KARANDAYEV A.S., KARANDAYEVA O.I. Comparing the Efficiency of Air-Cooled Heat Exchangers for Bottom Electrodes of DC Arc Furnaces	137
---	-----