

# ВЕСТНИК



**ЮЖНО-УРАЛЬСКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО  
УНИВЕРСИТЕТА**

**2021  
Т. 21, № 2**

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.

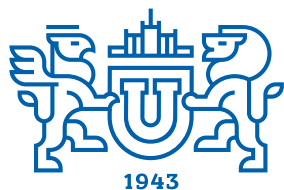
**Редакционная коллегия:**

**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

2021

Vol. 21, no. 2

“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

### Металлургия чёрных, цветных и редких металлов

РЯЗАНОВ А.Г., КАЗБЕКОВА К.К., БАРЫШЕВ И.С., СЕНИН А.В., МИХАЙЛОВ Г.Г. Исследование процесса воздействия электромагнитного поля СВЧ на нагрев цинксо- держащих продуктов .....	5
РЯЗАНОВ А.Г., МИХАЙЛОВ Г.Г., СЕНИН А.В., СОКОРОВ Д.И. Эффективность удаления хлоридов из цинксо- держащих продуктов в зависимости от параметров прокаливания элек- тромагнитным полем СВЧ .....	18

### Металловедение и термическая обработка

РУЩИЦ С.В., АХМЕДЬЯНОВ А.М., ПЕРЕВОЗЧИКОВ Д.В., МАКОВЕЦКИЙ А.Н., ЕРЕ- МИН В.Н. Моделирование горячей деформации стали 08X18H10T (AISI 321) одноосным сжатием .....	30
--	----

### Обработка металлов давлением.

#### Технологии и машины обработки давлением

КУЗНЕЦОВ В.И., КРАСИКОВ А.В., ВЫДРИН А.В., ПАШНИНА Е.Ю., СОКОЛОВ Д.К., ЖУКОВ А.С. Смазочно-дезоксирующие материалы и оборудование для их подачи в ли- ниях ТПА с непрерывными станами .....	42
ВЫДРИН А.В., ЗАЛАВИН Я.Е. Деформационные и кинематические параметры вальцевой формовки .....	51
ТОРГОНИН К.С., БАТАЛОВ Г.С., ШИРОКОВ В.В., РАДИОНОВА Л.В. Исследование схо- димости результатов моделирования в различных программных комплексах при производ- стве тройников штамповарных .....	58
ПЕЛЛЕНЕН А.П. Исследование минимальной толщины полосы при несимметричной про- катке .....	70
ЕРЕМИН В.Н., ПЕРЕВОЗЧИКОВ Д.В., МАКОВЕЦКИЙ А.Н., ШАКИРОВА Л.И., РУЩИЦ С.В. Формирование структуры стали 08X18H10T в условиях пилигримовой прокатки и после- дующего отжига .....	78
ЯЧИКОВ И.М., ПАНФЕРОВ В.И., ФЕОКТИСТОВ Н.А., ЧЕРНОВ В.П. Математическое моделирование прочности шпилечного соединения сборных плит кристаллизатора МНЛЗ .....	87

## CONTENTS

### **Metallurgy of Ferrous, Non-Ferrous and Rare Metals**

RYAZANOV A.G., KAZBEKOVA K.K., BARYSHEV I.S., SENIN A.V., MIKHAYLOV G.G. Investigation of the Process of Heating Zinc-Containing Products by Microwave Radiation .....	5
RYAZANOV A.G., MIKHAYLOV G.G., SENIN A.V., SOKOROV D.I. Efficiency of Chlorides Removal from Zinc-Containing Products Depending on the Parameters of Calcination by Microwave Electromagnetic Field .....	18

### **Physical Metallurgy and Heat Treatment**

RUSHCHITS S.V., AKHMED'YANOV A.M., PEREVOZCHIKOV D.V., MAKOVETSKIY A.N., EREMIN V.N. Modelling of Hot Deformation of Steel 08H18N10T (AISI 321) under Uniaxial Compression Test .....	30
---	----

### **Metal Forming. Technology and Equipment of Metal Forming**

KUZNETSOV V.I., KRASIKOV A.V., VYDRIN A.V., PASHNINA E.Yu., SOKOLOV D.K., ZHUKOV A.S. Lubricating & Deoxidizing Materials and Equipment for Their Injection in Pipe-Rolling Plant Equipped with Continuous Mills .....	42
VYDRIN A.V., ZALAVIN Ya.E. Deformation and Kinematic Parameters of Roll Forming .....	51
TORGONIN K.S., BATALOV G.S., SHIROKOV V.V., RADIONOVA L.V. Study of the Simulation Results Convergence in Various Software Complexes in the Production of Stamp Welded Tee .....	58
PELLENEN A.P. Study of the Minimum Strip Thickness for Non-Symmetric Rolling .....	70
EREMIN V.N., PEREVOZCHIKOV D.V., MAKOVETSKIY A.N., SHAKIROVA L.I., RUSHCHITS S.V. Formation of the structure of steel 08KH18N10T during pilgrim rolling and following annealing .....	78
YACHIKOV I.M., PANFEROV V.I., FEOKTISTOV N.A., CHERNOV V.P. Mathematical Modeling of the Strength of the Stud Connection of Assembly Plates of the Crystallizer of CCM .....	87