

ВЕСТНИК

Магнитогорского государственного технического
университета им. Г.И. Носова

2022. Т.20, №2

Журнал включен в Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук (Перечень ВАК). Сведения о журнале содержатся в международных и российских базах данных: Ulrich's Periodicals Directory, Crossref, Google Scholar, RSCI на платформе Web of Science, ВИНТИ и др. Электронные версии журнала размещаются на сетевом ресурсе Научной Электронной Библиотеки в сети Интернет.

Издается с марта 2003 года

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Председатель редакционной коллегии
В.М. Колокольцев (Россия)

Ж.-Б. Вогт (Франция), С.Е. Гавришев (Россия),
В.Е. Громов (Россия), Я. Грум (Словения),
И.Г. Гун (Россия), М. Дабала (Италия),
Х. Дыя (Польша), Р.О. Дюссан (Индия),
Р. Кавалла (Германия), В.Н. Калмыков (Россия),
Д.Р. Каплунов (Россия), А.Г. Корчунов (Россия),
О.С. Логунова (Россия), Д. Милованович (Сербия),
К. Мори (Япония), И. Мусирин (Малайзия),
А.Б. Найзабеков (Казахстан), М. Пьетшик (Польша),
В.Ф. Рашников (Россия), Г.А. Роджерсон (Великобритания),
В.М. Счастливцев (Россия), О.Н. Тулупов (Россия),
Ю Фенг (Китай), В.Р. Храмшин (Россия),
Р. Цин (Великобритания)

РЕДАКЦИЯ

Главный редактор О.Н. Тулупов

Первый заместитель главного редактора
М.А. Полякова

Заместители главного редактора:

А.Г. Корчунов, О.С. Логунова,
Н.Н. Орехова, В.Р. Храмшин

Редактор Н.П. Боярова

Технический редактор И.В. Ключникова

Перевод на английский О.Е. Сухих

© ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2022

Подписной индекс издания 48603 в объединенном каталоге «Пресса России», том 1.

Также подписку в оперативном режиме можно оформить и оплатить в удобной для Вас форме на подписной страничке сайта Агентства «Книга-Сервис» по ссылке:

код html: <http://www.akc.ru/itm/vestnik-magnitogorskogo-gosudarstvennogo-tehnicheskogo-universiteta-im-gi-nosova/>

Свидетельство о регистрации ПИ №ФС 77-59632 от 10.10.2014 г.

Выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Учредитель – Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова.

(455000, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, д. 38).

16+, в соответствии с Федеральным законом №436-ФЗ от 29.12.2010.

Адрес редакции:

455000, Челябинская обл., г. Магнитогорск,
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»
пр. К. Маркса, 45/2, оф. 402
Тел.: (3519) 22-14-93.
URL: <http://www.vestnik.mgtu.ru>
Email: rio_mgtu@mail.ru; vestnik@mgtu.ru

Адрес издателя:

455000, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. К. Маркса, 45/2,
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», издательский центр

Адрес типографии:

455000, Челябинская обл., г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38,
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», участок оперативной полиграфии
Выход в свет 28.06.2022. Заказ 165. Тираж 500 экз. Цена свободная.

VESTNIK

of Nosov Magnitogorsk State Technical University

2022. Vol.20, no.2

The Journal is included in the List of Russian Peer-Reviewed Scientific Journals which are supposed to publish the major results of doctoral and PhD dissertations (the list issued by the Higher Attestation Commission). Information about the journal can be found in international and Russian databases: Ulrich's Periodicals Directory, Crossref, Google Scholar, RSCI on the Web of Science platform, VINITI (the All-Russian Institute of Scientific and Technical Information of the Russian Academy of Sciences), and others. The digital version of the Journal is available at eLIBRARY.RU.

PUBLISHED SINCE MARCH, 2003

EDITORIAL BOARD MEMBERS

Head of the Editorial Board V.M. Kolokoltsev (Russia)

M. Dabala' (Italy), R.O. Dusane (India),
H. Dyja (Poland), Ye Feng (China),
S.E. Gavrishev (Russia), V.E. Gromov (Russia),
J. Grum (Slovenia), I.G. Gun (Russia),
V.N. Kalmykov (Russia), D.R. Kaplunov (Russia),
R. Kawalla (Germany), V.R. Khrumshin (Russia),
A.G. Korchunov (Russia), O.S. Logunova (Russia),
D. Milovanovic (Serbia), K. Mori (Japan),
I. Musirin (Malaysia), A.B. Naizabekov (Kazakhstan),
M. Pietrzyk (Poland), R. Qin (UK), V.F. Rashnikov (Russia),
G.A. Rogerson (UK), V.M. Schastlivtsev (Russia),
O.N. Tulupov (Russia), J.-B. Vogt (France)

EDITORIAL STAFF

Editor-in-Chief O.N. Tulupov

First Deputy Chief Editor M.A. Polyakova

Deputy Chief Editors:

A.G. Korchunov, O.S. Logunova,
V.R. Khrumshin, N.N. Orekhova

Editor N.P. Boyarova

Technical Editor I.V. Klyunnikova

Translated into English O.E. Sukhikh

© Federal State Budgetary Institution of Higher Education
Nosov Magnitogorsk State Technical University, 2022

Registration certificate PI # FS 77-59632 dated October 10, 2014 is issued by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology, and Mass Media.

Founder – Nosov Magnitogorsk State Technical University
(38, pr. Lenina, Magnitogorsk, Chelyabinsk Region, 455000)

16+ in accordance with Federal Law №436-FZ dated 29.12.2010

Editorial office:

402, 45/2 Karl Marks prospekt,
Magnitogorsk, Chelyabinsk region, 455000, Russia
Nosov Magnitogorsk State Technical University
Phone: +7 (3519) 221 493.
URL: <http://www.vestnik.magtu.ru>
Email: rio_mgtu@mail.ru; vestnik@magtu.ru

Publisher office:

45/2 Karl Marks prospekt, Magnitogorsk, Chelyabinsk region, 455000, Russia
Nosov Magnitogorsk State Technical University

Printing office:

38 Lenin prospekt, Magnitogorsk, Chelyabinsk region, 455000, Russia
Nosov Magnitogorsk State Technical University

Publication date: 28.06.2022. Order 165. Circulation: 500. Open price.

СОДЕРЖАНИЕ

Разработка полезных ископаемых	5
<i>Азев В.А., Гартман А.А., Хажиев В.А.</i>	
О технологических параметрах открытой угледобычи пологопадающих месторождений при роботизации автомобильного транспорта.....	5
<i>Grishin I.A., Bochkov V.S., Velikanov V.S., Dyorina N.V., Surovtsov M.M., Moreva Yu.A.</i>	
Implementing a Discharge Slot Width Control System in Cone Crushers	13
<i>Антипин Ю.Г., Барановский К.В., Рожков А.А., Никитин И.В., Соломеин Ю.М.</i>	
Оптимизация параметров подземной геотехнологии отработки подкарьерных запасов рудных месторождений методом экономико- математического моделирования.....	23
<i>Холмский А.В., Фомин С.И.</i>	
Снижение опасного влияния очистных работ на удароопасный массив при отработке Североуральских бокситовых месторождений за счет применения безвзрывной технологии.....	36
Металлургия черных, цветных и редких металлов	44
<i>Ерохин Ю.В., Пономарев В.С.</i>	
Вещественный состав шлаков ферровольфрамового производства Ключевского завода (Средний Урал)	44
Технологии обработки материалов.....	53
<i>Ишметьев М.Е., Назаров Д.А., Левандовский С.А., Моллер А.Б., Тулупов О.Н.</i>	
Пример мини-завода с использованием в качестве сырья вторичной стали	53
<i>Сиротин П.В., Гасанов Б.Г., Исмаилов М.А., Дробязко Н.А.</i>	
Влияние напряженно-деформированного состояния упругодиссипативной подложки на ударно-абразивную износостойкость горячештампованных порошковых конструкционных сталей	62
<i>Щербakov И.Н., Гасанов Б.Г.</i>	
Исследование адгезии антифрикционных композиционных двухслойных коррозионно- стойких никель-фосфорных покрытий, модифицированных MoS ₂	73
Материаловедение и термическая обработка металлов	82
<i>Хусаинов Ю.Г.</i>	
Перспективные способы реализации локального ионного азотирования сталей	82
<i>Полецков П.П., Алексеев Д.Ю., Кузнецова А.С., Гулин А.Е., Емалеева Д.Г.</i>	
Исследование влияния режимов ускоренного охлаждения на структурообразование и свойства рулонного проката	91

CONTENTS

Mining.....	5
<i>Azev V.A., Gartman A.A., Khazhiev V.A.</i>	
Technology Parameters of Open-Pit Coal Mining of Flat Dipping Deposits Using Robotization of Road Transport	5
<i>Grishin I.A., Bochkov V.S., Velikanov V.S., Dyorina N.V., Surovtsov M.M., Moreva Yu.A.</i>	
Implementing a Discharge Slot Width Control System in Cone Crushers	13
<i>Antipin Yu.G., Baranovsky K.V., Rozhkov A.A., Nikitin I.V., Solomein Yu.M.</i>	
Optimization of Underground Geotechnology Parameters for the Mining of Under-Pit Reserves of ore Deposits by the Method of Economic and Mathematical Modeling	23
<i>Kholmiskiy A.V., Fomin S.I.</i>	
Reducing the Effect of Stopping on the Bump Hazardous Massif Using the Blast-Free Technology, when Developing the North Urals Bauxite Deposits	36
Metallurgy of Ferrous, Non-Ferrous and Rare Metals.....	44
<i>Erokhin Yu.V., Ponomarev V.S.</i>	
Material Composition of Slags from the Ferrotungsten Production Process at the Klyuchevskoy Plant (the Middle Urals)	44
Material Process Engineering	53
<i>Ishmetev M.E., Nazarov D.A., Levandovskiy S.A., Moller A.B., Tulupov O.N.</i>	
An Example of a Mini-Plant Using Secondary Steel as a Raw Material	53
<i>Sirotin P.V., Gasanov B.G., Ismailov M.A., Drobyazko N.A.</i>	
Influence of the Stress-Strain State of an Elastic-Dissipative Substrate on Impact-Abrasive Wear Resistance of Hot-Stamped Powder Structural Steels	62
<i>Shcherbakov I.N., Gasanov B.G.</i>	
Research on the Adhesion of Antifriction Composite Double-Layer Corrosion-Resistant Nickel-Phosphorous Coatings Modified with MoS ₂	73
Materials Science and Heat Treatment of Metals.....	82
<i>Khusainov Yu.G.</i>	
Promising Methods for Local Ion Nitriding of Steels	82
<i>Poletskov P.P., Alekseev D.Yu., Kuznetsova A.S., Gulina A.E., Emaleeva D.G.</i>	
Study on the Influence of Accelerated Cooling Modes on the Structure Formation and Properties of Coils	91

Наноматериалы и нанотехнологии98

*Теплоухов А.А., Полещенко К.Н.,
Несов С.Н., Семенюк Н.А., Серопян Г.М.,
Сычев С.А., Ласица А.М., Чуранкин В.Г.*
Особенности структурно-фазовых
и морфологических изменений поверхности
топокомпозита на основе политетрафторэтилена
при ионно-плазменном и лазерном воздействии98

*Коротаев Д.Н., Тарасов Е.Е.,
Полещенко К.Н., Теплоухов А.А.,
Семенюк Н.А., Орлов П.В.,
Чуранкин В.Г., Ласица А.М.*
Совершенствование технологии послойного
формирования наноструктурных топокомпозитов
методами ионно-вакуумной обработки на основе
структурно-термодинамического подхода107

**Энергетика металлургии, энергосбережение
и электротехнические комплексы120**

*Николаев А.А., Тулупов П.Г.,
Рыжевол С.С., Ивекеев В.С.*
Разработка усовершенствованной системы
автоматического управления инжекторами
углеродосодержащего материала дуговой
сталеплавильной печи120

Экология металлургической отрасли133

*Расулмухамедов Э.А., Волкова Е.А.,
Перятинский А.Ю., Тулупов О.Н.,
Муртазин Р.А.*
Экопост-Магнитогорск:
итоги первого года работы133

**Экономика, управление
и рынок продукции140**

*Майорова Т.В., Пономарева О.С.,
Павлова И.Е.*
Устойчивое развитие предприятий
металлургической отрасли:
аспекты, критерии, индикаторы140

Рагимов Ш.Р., Мамедов Дж.Ф.
Экспериментальное исследование
процесса управления активных элементов
гибких производственных систем
в условиях неопределенности148

Nanomaterials and Nanotechnologies 98

*Teploukhov A.A., Poleshchenko K.N.,
Nesov S.N., Semenyuk N.A., Seropyan G.M.,
Sychev S.A., Lasitsa A.M., Churankin V.G.*
Features of Structural Phase
and Morphological Changes of the Surface
of PTFE-Based Topocomposites Exposed
to Ion-Plasma and Laser 98

*Korotaev D.N., Tarasov E.E.,
Poleshchenko K.N., Teploukhov A.A.,
Semenyuk N.A., Orlov P.V.,
Churankin V.G., Lasitsa A.M.*
Improving the Technology of the Layer-by-Layer
Formation of Nanostructured Topocomposites
by Ion-Vacuum Treatment Methods Based
on a Structural-Thermodynamic Approach 107

**Metallurgical Power Engineering,
Energy Saving and Electrical Systems 120**

*Nikolaev A.A., Tulupov P.G.,
Ryzhevov S.S., Ivekeev V.S.*
Development of an Improved
Automated Control System
for Carbon Injectors of an Electric
Arc Furnace 120

Industrial Ecology in Metallurgy 133

*Rasulmukhamedov E.A., Volkova E.A.,
Peryatinskiy A.Yu., Tulupov O.N.,
Murtazin R.A.*
Ecopost-Magnitogorsk:
Results of the First Year of Operation 133

**Economics, Management
and Product market 140**

*Maierova T.V., Ponomareva O.S.,
Pavlova I.E.*
Sustainable Development
of Metallurgical Enterprises:
Aspects, Criteria, Indicators 140

Ragimov Sh.R., Mamedov Dzh.F.
Experimental Study on the Control
Process of Active Elements
of Flexible Manufacturing Systems
Under Uncertainty 148