

# ВЕСТНИК

Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова

2023. Т.21, №4

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. По результатам экспертной оценки ВАК журнал отнесен к категории К1. Журнал индексируется в международных и российских базах данных: Ulrich's Periodicals Directory, Crossref, Google Scholar, RSCI, ядро РИНЦ, 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. Колокольников (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), Н.Н. Орехова (Россия),  
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 А.А. Нерода  
Перевод на английский О.Е. Сухих  
Дизайн обложки: А.Д. Григорьев

© ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2023

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: [vestnik@mgtu.ru](mailto:vestnik@mgtu.ru); [rio\\_mgtu@mail.ru](mailto:rio_mgtu@mail.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 25.12.2023. Заказ 400. Тираж 500 экз. Цена свободная.

# VESTNIK

of Nosov Magnitogorsk State Technical University

---

**2023. Vol.21, no.4**

---

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 theses. Following an expert assessment of the Higher Attestation Commission, the journal is classified as category K1. The journal is indexed in international and Russian databases: Ulrich's Periodicals Directory, Crossref, Google Scholar, RSCI, the core of RSCI, VINITI (the All-Russian Institute of Scientific and Technical Information of the Russian Academy of Sciences), and others. Digital versions of the journal are available at the network resource of the Scientific Electronic Library on the Internet.

**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. Khramshin (Russia),  
A.G. Korchunov (Russia), O.S. Logunova (Russia),  
D. Milovanovic (Serbia), K. Mori (Japan),  
I. Musirin (Malaysia), A.B. Naizabekov (Kazakhstan),  
N.N. Orekhova, 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. Khramshin, N.N. Orekhova

Editor N.P. Boyarova

Technical Editor A.A. Neroda

Translated into English O.E. Sukhikh

The cover is designed by A.D. Grigorev

© Federal State Budgetary Institution of Higher Education  
Nosov Magnitogorsk State Technical University, 2023

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.mgtu.ru>  
Email: [vestnik@mgtu.ru](mailto:vestnik@mgtu.ru); [rio\\_mgtu@mail.ru](mailto:rio_mgtu@mail.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: 25.12.2023. Order 400. Circulation: 500. Open price.

## СОДЕРЖАНИЕ

### РАЗРАБОТКА ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ..... 5

**Чебан А.Ю.**

Повышение эффективности разработки  
сложноструктурных пластовых месторождений  
за счет применения модернизированных  
карьерных комбайнов ..... 5

**Ческидов В.И., Гаврилов В.Л.,  
Резник А.В., Немова Н.А.**

Условия и опыт формирования промышленных  
комплексов на базе угольных месторождений  
восточных регионов России ..... 13

### ЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО ..... 23

**Андреев С.М., Колокольцев М.В., Савинов Д.А.,  
Дубровин В.К., Петроченко Е.В.**

Использование искусственных нейронных сетей  
для прогнозирования прочностных свойств  
песчано-глинистых смесей литейных форм ..... 23

### ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ .. 34

**Груба О.Н., Ардашев Д.В.,  
Дегтярева-Кащутина А.С.**

Исследование физико-химических свойств  
электролитов для хромирования титановых деталей ..... 34

**Мальков О.В., Карельский А.С.**

Теоретический расчет составляющих силы резания  
при резьбофрезеровании ..... 44

**Терентьев Д.В., Байгузин М.Р., Платов С.И.,  
Звягина Е.Ю., Тютяряков Н.Ш.**

Математическое моделирование процесса резания  
листового металла параллельными ножами ..... 56

### МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ..... 63

**Алексеев Д.Ю., Емалеева Д.Г., Кузнецова А.С.,  
Гулин А.Е., Адисhev П.Г., Тетюшин К.П.**

Выбор схемы ускоренного охлаждения рулонного  
проката из низколегированной стали на основе  
конечно-элементного моделирования ..... 63

**Сычков А.Б., Нестеренко А.М., Завалищин А.Н.,  
Моллер А.Б., Кулаков Б.А., Шубин И.Г.**

Формирование микроструктуры и механических  
свойств арматурного проката в бунтах из двух-  
и мультифазной стали ..... 70

### НАНОМАТЕРИАЛЫ И НАНОТЕХНОЛОГИИ ..... 81

**Щегольков А.В., Щегольков А.В., Земцова Н.В.,  
Комаров Ф.Ф., Парфимович И.Д.**

Влияние микроразмерных металлических  
наполнителей на тепло- и электрофизические  
свойства наномодифицированных эластомеров ..... 81

### СТАНДАРТИЗАЦИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ..... 93

**Рябчиков М.Ю., Рябчикова Е.С., Чута А.С.,  
Васильева Е.И., Емельяшин А.Н.**

Влияние скорости движения и натяжения стальной  
полосы на дефекты продукции агрегатов  
непрерывного горячего оцинкования ..... 93

## CONTENTS

### MINING ..... 5

**Cheban A.Yu.**

Increasing the Efficiency of Mining  
of Complex-Structured Bedded  
Deposits by Using Modernized  
Surface Miners ..... 5

**Cheskidov V.I., Gavrilov V.L.,  
Reznik A.V., Nemova N.A.**

Conditions and Experience of Establishing  
Industrial Complexes at Coal Deposits  
in the Eastern Regions of Russia ..... 13

### FOUNDRY ENGINEERING ..... 23

**Andreev S.M., Kolokoltsev M.V., Savinov D.A.,  
Dubrovin V.K., Petrochenko E.V.**

The Usage of Artificial Neural Networks  
for Predicting Strength Properties of Sand-Clay  
Mixtures for Casting Molds ..... 23

### MATERIAL PROCESS ENGINEERING ..... 34

**Gruba O.N., Ardashev D.V.,  
Degtyareva-Kashutina A.S.**

Physical and Chemical Properties of Electrolytes  
for Chromium Plating of Titanium Parts ..... 34

**Malkov O.V., Karelskiy A.S.**

Theoretical Calculation of the Components  
of Thread Milling Cutting Forces ..... 44

**Terentyev D.V., Baiguzin M.R., Platon S.I.,  
Zvyagina E.Yu., Tyuteryakov N.Sh.**

Mathematical Modeling of the Process of Cutting  
Sheet Metal with Parallel Knives ..... 56

### MATERIALS SCIENCE AND HEAT TREATMENT OF METALS ..... 63

**Alekseev D.Yu., Emaleeva D.G., Kuznetsova A.S.,  
Gulin A.E., Adishchev P.G., Tetyushin K.P.**

Selecting an Accelerated Cooling Schedule  
for Low-Alloy Steel Coils Based  
on Finite Element Modeling ..... 63

**Sychkov A.B., Nesterenko A.M., Zavalishchin A.N.,  
Moller A.B., Kulakov B.A., Shubin I.G.**

Formation of a Microstructure and Mechanical  
Properties of Dual- and Multi-Phase Reinforcing  
Steel in Coils ..... 70

### NANOMATERIALS AND NANOTECHNOLOGIES ..... 81

**Shchegolkov A.V., Shchegolkov A.V., Zemtsova N.V.,  
Komarov F.F., Parfimovich I.D.**

Influence of Microsized Metal Fillers on Thermal  
and Electrophysical Properties of Nanomodified  
Elastomers ..... 81

### STANDARDIZATION, CERTIFICATION AND QUALITY MANAGEMENT ..... 93

**Ryabchikov M.Yu., Ryabchikova E.S., Chuta A.S.,  
Vasilyeva E.I., Emelyushin A.N.**

Influence of Steel Strip Speed and Tension  
on Product Defects on Continuous Hot-Dip  
Galvanizing Lines ..... 93

**Запорожцев А. В., Хазова Вер. И., Хазова Вик. И.**  
Ключевые аспекты создания цифрового двойника  
процесса системы менеджмента качества..... 105

**Извеков Ю.А., Рамазанов К.Н., Гончарова Е.А.,  
Каримова Д.Ф., Шубин И.Г., Смирнова Л.В.**  
Управление качеством эксплуатации  
металлургических кранов на основе метода  
псевдосостояний..... 117

**Мусабирова Л.А., Галимов Ф.М.**  
Апробация метода «SERVQUAL» при оценке  
качества услуг в области обеспечения единства  
измерений ..... 124

#### **МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ..... 132**

**Пивоварова К.Г., Матвеев С.В., Песина С.А.,  
Могильных А.Е., Пустовойтова О.В., Федосеев С.А.**  
Моделирование процесса изгиба  
сталеалюминиевого композита с волнообразной  
границей раздела ..... 132

**Федулов А.А., Беляев С.Ю.,  
Булганина М.Ю., Раскатов Е.Ю.**  
Моделирование процесса обкатки дефектных  
концов горячедеформированных труб  
при производстве на установках  
с автоматическим станом ..... 140

**Бодров Е.Г., Серебряков И.С., Латфулина Ю.С.,  
Напримерова Е.Д., Мясоедов В.А., Самодурова М.Н.**  
Математическое моделирование процесса холодного  
газодинамического напыления порошковых  
цветных металлов..... 148

#### **НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ..... 157**

**Маслов Д.А., Овсянников В.Е.,  
Кулемина А.А., Ковенский И.М.**  
Повышение эффективности изготовления  
монокристаллического режущего инструмента в условиях  
мелких серий на основе экспресс-испытаний..... 157

**Сергеев Ю.С., Платов С.И., Гузев В.И., Сергеев С.В.**  
Применение виброприводов с модулирующими  
свойствами в дробилках хрупких материалов  
для управления фракционным составом  
дисперсной фазы ..... 164

#### **ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ И РЫНОК ПРОДУКЦИИ ..... 176**

**Прыткова Е.А., Давыдов В.М.**  
Особенности реинжиниринга технологических  
процессов на промышленных предприятиях ..... 176

**Zaporozhtsev A.V., Khazova Ver.I., Khazova Vik.I.**  
Key Aspects of Creating a Digital Twin  
of the Quality Management System Process..... 105

**Izvekov Yu.A., Ramazanov K.N., Goncharova E.A.,  
Karimova D.F., Shubin I.G., Smirnova L.V.**  
Quality Management of Operation  
of Metallurgical Cranes Based on a Method  
of Pseudostates ..... 117

**Musabirova L.A., Galimov F.M.**  
Evaluating the SERVQUAL Method in Assessing  
the Quality of Services in the Field of Ensuring  
Uniformity of Measurements..... 124

#### **MODELLING OF METALLURGICAL PROCESSES..... 132**

**Pivovarova K.G., Matveev S.V., Pesina S.A.,  
Mogilnykh A.E., Pustovoitova O.V., Fedoseev S.A.**  
Simulation of the Bending Process  
of a Steel-Aluminum Composite  
with a Wave-Shaped Interface ..... 132

**Fedulov A.A., Belyaev S.Yu.,  
Bulganina M.Yu., Raskatov E.Yu.**  
Simulation of a Burnishing Process  
for Defective Ends of Hot-Deformed Tubes,  
when Producing Them on Facilities  
with an Automatic Rolling Mill ..... 140

**Bodrov E.G., Serebriakov I.S., Latfulina Yu.S.,  
Naprimerova E.D., Myasoedov V.A., Samodurova M.N.**  
Mathematical Modeling of the Process  
of Cold Gas Dynamic Spraying  
of Powder Non-Ferrous Metals..... 148

#### **NEW TECHNOLOGICAL PROCESSES AND EQUIPMENT ..... 157**

**Maslov D.A., Ovsyannikov V.E.,  
Kulemina A.A., Kovensky I.M.**  
Increased Efficiency of Manufacturing  
Monolithic Cutting Tools in Small Batches  
Based on Express Tests..... 157

**Sergeev Yu.S., Platov S.I., Guzev V.I., Sergeev S.V.**  
Application of Vibration Drives with Modulating  
Properties in Crushers of Brittle Materials  
to Control the Fractional Composition  
of the Dispersed Phase ..... 164

#### **ECONOMICS, MANAGEMENT AND PRODUCT MARKET ..... 176**

**Prytkova E.A., Davydov V.M.**  
Features of Reengineering of Technological Processes  
at Industrial Enterprises ..... 176