

ВЕСТНИК

Магнитогорского государственного технического
университета им. Г.И. Носова

2022. Т.20, №1

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. Колокольников (Россия)

Ж.-Б. Вогт (Франция), В.Е. Громов (Россия),
Я. Грум (Словения), 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
Ответственный секретарь М.В. Шубина
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 25.03.2022. Заказ 75. Тираж 500 экз. Цена свободная.

VESTNIK

of Nosov Magnitogorsk State Technical University

2022. Vol.20, no.1

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),
V.E. Gromov (Russia), J. Grum (Slovenia),
V.N. Kalmykov (Russia), D.R. Kaplunov (Russia),
R. Kawalla (Germany), V.R. Khrushin (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. Khrushin, N.N. Orekhova

Executive Secretary M.V. Shubina

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.mgtu.ru>

Email: rio_mgtu@mail.ru; vestnik@mgtu.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: 25.03.2022. Order 75. Circulation: 500. Open price.

СОДЕРЖАНИЕ

Разработка полезных ископаемых	5
<i>Чебан А.Ю.</i>	
Обоснование способа выемки ценного минерального сырья, содержащегося в весьма тонких рудных залежах	5
<i>Богатырев Д.М., Петров Г.В., Цымбулов Л.Б.</i>	
Пирометаллургические технологии переработки сульфидных медно-никелевых руд с высоким содержанием металлов платиновой группы: современное состояние и перспективы развития.....	14
Технологии переработки и утилизации техногенных образований и отходов	25
<i>Ляшенко В.И., Воробьев А.Е., Хоменко О.Е., Дудар Т.В.</i>	
Развитие технологий и технических средств для снижения воздействия на окружающую среду в зоне влияния хвостохранилища	25
Обработка металлов давлением	42
<i>Колчин С.А., Горохов Ю.В., Ковалева А.А., Базан Д.А., Божко Д.Н.</i>	
Технология изготовления дамасской стали ковкой многослойных пакетов	42
Стандартизация, сертификация и управление качеством.....	50
<i>Наркевич М.Ю., Логунова О.С., Корниенко В.Д., Калитаев А.Н., Суровцов М.М., Луганская Д.А., Чернышева А.С.</i>	
Интеллектуальная система принятия решений при оценке качества зданий и сооружений на опасных производственных объектах: определение траектории движения беспилотного летательного аппарата	50
<i>Кунаков Е.П.</i>	
Применение новых подходов к циклу Деминга	61
Новые технологические процессы и оборудование.....	71
<i>Филяков А.Д., Романов Д.А., Будовских Е.А.</i>	
Влияние биоинертных электровзрывных покрытий на распределение напряжений на границе раздела имплант-кость.....	71
<i>Сафаров Д.Т., Чех А.В.</i>	
Идентификация наладочных смещений штампового оборудования для управления геометрической точностью поковок коленчатых валов большегрузных автомобилей	83
<i>Акинцева А.В., Переверзев П.П.</i>	
Моделирование изменения глубины резания в разных сечениях обрабатываемой поверхности в цифровом двойнике операции круглого врезного шлифования с ЧПУ	95

CONTENTS

Mining.....	5
<i>Cheban A.Yu.</i>	
Substantiation of a Method for Processing Valuable Mineral Raw Materials Contained in Very Thin Ore Deposits.....	5
<i>Bogatyrev D.M., Petrov G.V., Tsymbulov L.B.</i>	
Pyrometallurgical Technologies for Processing Sulfide Copper-Nickel Ores with a High Content of Platinum Group Metals: Current State and Prospects of Development.....	14
Recycling of Man-Made Mineral Formations and Waste.....	25
<i>Lyashenko V.I., Vorobiev A.E., Khomenko O.E., Dudar T.V.</i>	
Development of Technologies and Technical Facilities to Reduce the Environmental Impact in the Area of Influence of the Tailings Dam.....	25
Metal Forming	42
<i>Kolchin S.A., Gorokhov Yu.V., Kovaleva A.A., Bazan D.A., Bozhko D.N.</i>	
Damascus Steel Manufacturing Technology by Forging Multi-Layer Packages.....	42
Standardization, Certification and Quality Management.....	50
<i>Narkevich M.Yu., Logunova O.S., Kornienko V.D., Kalitaev A.N., Surovtsov M.M., Luganskaya D.A., Chernysheva A.S.</i>	
An Intelligent Decision Support System for Assessing the Quality of Buildings and Structures at Hazardous Industrial Facilities: Determining the Trajectory of the Unmanned Aircraft	50
<i>Kunakov E.P.</i>	
Applying New Approaches to the Deming Cycle	61
New Technological Processes and Equipment.....	71
<i>Filyakov A.D., Romanov D.A., Budovskikh E.A.</i>	
The Effect of Bioinert Electroexplosive Coatings on Stress Distribution near the Dental Implant-Bone Interface.....	71
<i>Safarov D.T., Chekh A.V.</i>	
Identifying Adjustment Offsets of Metal-Forming Equipment to Control Geometrical Accuracy of Crankshaft Forgings for Heavy Trucks	83
<i>Akintseva A.V., Pereverzev P.P.</i>	
Modeling the Cutting Depth Change in Different Sections of the Processed Surface in the Digital Twin of the Circular Plunge CNC Grinding Operation	95

<i>Некрасов И.И., Паршин В.С., Федулов А.А.</i>	
Выбор рациональных параметров геометрии рычагов радиально-ковочной машины	105
Надежность и долговечность металлургического оборудования	112
<i>Кондрашова Ю.Н., Третьяков А.М., Шалимов А.В.</i>	
Оценка влияния разработки регламентов технического обслуживания и ремонта производственного оборудования с целью минимизации затрат и убытков предприятия черной металлургии	112

<i>Nekrasov I.I., Parshin V.S., Fedulov A.A.</i>	
Choosing Rational Geometry Parameters of Levers for a Radial Forging Machine	105
Reliability and Durability of Metallurgical Equipment	112
<i>Kondrashova Yu.N., Tretiakov A.M., Shalimov A.V.</i>	
Assessment of the Impact of Developing Production Equipment Maintenance and Repair Schedules in Order to Minimize Costs and Losses of the Ferrous Metallurgy Enterprise	112