

# ВЕСТНИК

Магнитогорского государственного технического  
университета им. Г.И. Носова

2022. Т.20, №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 (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), 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 А.А. Нерода

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](mailto:rio_mgtu@mail.ru); [vestnik@mgtu.ru](mailto: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 22.12.2022. Заказ 294. Тираж 500 экз. Цена свободная.

# VESTNIK

of Nosov Magnitogorsk State Technical University

---

**2022. Vol.20, 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 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. Khrashin (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. Khrashin, N.N. Orekhova

Editor N.P. Boyarova

Technical Editor A.A. Neroda

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](mailto:rio_mgtu@mail.ru); [vestnik@mgtu.ru](mailto: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: 22.12.2022. Order 294. Circulation: 500. Open price.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Разработка полезных ископаемых.....</b>	<b>5</b>
<i>Великанов В.С., Дёрина Н.В., Кочержинская Ю.В., Мамай Н.В., Логунова Т.В.</i>	
Применение задачи о брахистохроне в исследовании траектории спуска сосуда на открытых горных работах .....	5
<i>Сергеев В.В., Герасименко Т.Е., Евдокимов С.И., Герасименко Н.П.</i>	
Анализ технических решений для повышения эффективности проветривания глубоких карьеров.....	15
<b>Технологии переработки и утилизации техногенных образований и отходов .....</b>	<b>26</b>
<i>Лавриненко А.А., Гольберг Г.Ю., Хамзина Т.А.</i>	
Состояние процессов обезвоживания угольных флотационных концентратов .....	26
<i>Фадеева Н.В., Орехова Н.Н., Колодежная Е.В., Нигматова Н.Н.</i>	
Исследование физико-химических закономерностей процесса флотации графитовой спели.....	37
<b>Обработка металлов давлением .....</b>	<b>47</b>
<i>Сидельников С.Б., Берсенева А.С., Горбунов Ю.А., Загиров Н.Н., Лопатина Е.С., Ворошилов Д.С., Дурнопьянов А.В.</i>	
Разработка и исследование процесса бесслитковой прокатки-прессования прутков из алюминиевого сплава 6082 .....	47
<i>Соломонов К.Н., Тишук Л.И., Бахаев К.В.</i>	
Анализ схемы течения металла в процессах деформирования плоской заготовки.....	58
<b>Технологии обработки материалов.....</b>	<b>67</b>
<i>Серебряков И.С., Латфулина Ю.С., Напримерова Е.Д., Мясоедов В.А., Самодурова М.Н.</i>	
Исследование механических и технологических свойств покрытия медь-карбид кремния.....	67
<b>Стандартизация, сертификация и управление качеством.....</b>	<b>83</b>
<i>Казанцева Т.В., Казанцева Н.К., Полякова М.А., Пиджакова Е.Н., Александров В.А.</i>	
Применение алфавитного подхода для определения количества информации, содержащейся в стандартах .....	83
<i>Голубчик Э.М., Чикишев Д.Н.</i>	
Разработка нового показателя оценки качества металлопроката для эмалирования и методики его определения.....	95
<b>Моделирование металлургических процессов....</b>	<b>102</b>
<i>Полецков П.П., Алексеев Д.Ю., Кузнецова А.С., Гулин А.Е., Емалеева Д.Г., Адисhev П.Г.</i>	
Анализ схем охлаждения листового проката на основе компьютерного моделирования.....	102
<i>Дегтярева-Кашутина А.С., Болдырев И.С.</i>	
Апробация температурной модели круглого врезного шлифования с использованием метода конечных элементов.....	110

## CONTENTS

<b>Mining.....</b>	<b>5</b>
<i>Velikanov V.S., Dyorina N.V., Kocherzhinskaya Yu.V., Mamay N.V., Logunova T.V.</i>	
The Brachistochrone Problem Applied in the Study on a Conveyance Descending Trajectory in Open Pit Mining.....	5
<i>Sergeev V.V., Gerasimenko T.E., Evdokimov S.I., Gerasimenko N.P.</i>	
Analysis of Technical Solutions for Increasing Efficiency of Ventilation of Deep Open Pits .....	15
<b>Recycling of Man-Made Mineral Formations and Waste .....</b>	<b>26</b>
<i>Lavrinenko A.A., Golberg G.Yu., Khamzina T.A.</i>	
Coal Froth Concentrate Dewatering Processes.....	26
<i>Fadeeva N.V., Orekhova N.N., Kolodezhnaya E.V., Nigmatova N.N.</i>	
Study on the Physical and Chemical Regularities of the Kish Graphite Flotation Process .....	37
<b>Metal Forming .....</b>	<b>47</b>
<i>Sidelnikov S.B., Bersenev A.S., Gorbunov Yu.A., Zagirov N.N., Lopatina E.S., Voroshilov D.S., Durnopyanov A.V.</i>	
Developing and Studying the Process of Direct Extruding of Rods from Aluminum Alloy 6082 .....	47
<i>Solomonov K.N., Tishchuk L.I., Bakhaev K.V.</i>	
Analysis of the Metal Flow Diagram in Flat Bar Forming Processes .....	58
<b>Material Process Engineering .....</b>	<b>67</b>
<i>Serebriakov I.S., Latfulina Yu.S., Naprimerova E.D., Myasoedov V.A., Samodurova M.N.</i>	
Study of Mechanical and Technological Properties of Copper-Silicon Carbide Coatings .....	67
<b>Standardization, Certification and Quality Management.....</b>	<b>83</b>
<i>Kazantseva T.V., Kazantseva N.K., Polyakova M.A., Pidzhakova E.N., Aleksandrov V.A.</i>	
Applying an Alphabetical Approach to Determine the Amount of Information Contained in Standards .....	83
<i>Golubchik E.M., Chikishev D.N.</i>	
Development of a New Indicator for Assessing the Quality of Rolled Steel Products for Enameling and Methods for Its Determination .....	95
<b>Modelling of Metallurgical Processes.....</b>	<b>102</b>
<i>Poletskov P.P., Alekseev D.Yu., Kuznetsova A.S., Gulin A.E., Emaleeva D.G., Adishchev P.G.</i>	
Analysis of Simulated Plate Cooling Schedules .....	102
<i>Degtyareva-Kashutina A.S., Boldyrev I.S.</i>	
Testing a Temperature Model of Cylindrical Plunge Grinding Using the Finite Element Method.....	110

<b>Новые технологические процессы и оборудование.....</b>	<b>120</b>
<i>Пашков А.Е., Пашков А.А., Самойленко О.В.</i> Исследование начальных напряжений процесса обработки дробью .....	120
<i>Козлов А.В., Дерябин И.П., Верещагин В.С., Платов С.И., Кургузов С.А., Терентьев Д.В., Звягина Е.Ю.</i> Повышение точности формы отверстий в составных деталях .....	129
<b>Строительные материалы и строительные технологии в металлургии.....</b>	<b>137</b>
<i>Кришан А.Л., Песин А.М., Локотунина Н.М., Матвеев С.В., Пивоварова К.Г.</i> Новое конструктивное решение виброзащиты стыкового соединения железобетонного перекрытия с использованием самозаклинивающихся структур.....	137
<b>Стратегия развития, подготовка и обучение специалистов.....</b>	<b>144</b>
<i>Красносельская Д.Х., Тимирьянова В.М.</i> Оценка полицентричности систем расселения: чувствительность к методам, количеству наблюдений и уровню агрегирования данных.....	144

<b>New Technological Processes and Equipment.....</b>	<b>120</b>
<i>Pashkov A.E., Pashkov A.A., Samoylenko O.V.</i> Development of Initial Stresses During Shot Peening .....	120
<i>Kozlov A.V., Deryabin I.P., Vereshchagin V.S., Platov S.I., Kurguzov S.A., Terentev D.V., Zvyagina E.Yu.</i> Improvement of Hole Shape Accuracy in Composite Parts.....	129
<b>Construction Materials and Construction Engineering in Metallurgy .....</b>	<b>137</b>
<i>Krishan A.L., Pesin A.M., Lokotunina N.M., Matveev S.V., Pivovarova K.G.</i> A New Construction Solution for Vibration Protection of the Butt Joint of Reinforced Concrete Floors Using Interlocking Structures.....	137
<b>Development Strategy, Specialist Education and Professional Training .....</b>	<b>144</b>
<i>Krasnoselskaya D.Kh., Timiryanova V.M.</i> Estimate of Settlement Systems' Polycentricity: Sensitivity to Methods, Number of Observations and a Level of Data Aggregation .....	144