

# ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ТЕХНОЛОГИЯ ОБОРУДОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТЫ

ISSN 1994-6309 (Print)

ISSN 2541-819X (Online)

Том 26 № 4 2024 г.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Председатель совета

**Пустовой Николай Васильевич** – доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ, член Национального комитета по теоретической и прикладной механике, президент НГТУ, г. Новосибирск (Российская Федерация)

#### Члены совета

*Федеративная Республика Бразилия:* **Альберто Морейра Хорхе**, профессор, доктор технических наук, Федеральный университет, г. Сан Карлос

*Федеративная Республика Германия:* **Монико Грайф**, профессор, доктор технических наук, Высшая школа Рейн-Майн, Университет прикладных наук, г. Рюссельсхайм, **Томас Хассел**, доктор технических наук, Ганноверский университет Вильгельма Лейбница, г. Гарбсен, **Флориан Нюрнбергер**, доктор технических наук, Ганноверский университет Вильгельма Лейбница, г. Гарбсен

*Испания:* **Чувилин А.Л.**, кандидат физико-математических наук, профессор, научный руководитель группы электронной микроскопии «CIC nanoGUNE», г. Сан-Себастьян

*Российская Федерация:* **Пантелеенко Ф.И.**, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент НАН Беларуси, Заслуженный деятель науки Республики Беларусь, Белорусский национальный технический университет, г. Минск

*Украина:* **Ковалевский С.В.**, доктор технических наук, профессор, проректор по научно-педагогической работе Донбасской государственной машиностроительной академии, г. Краматорск

*Российская Федерация:* **Атапин В.Г.**, доктор техн. наук, профессор, НГТУ, г. Новосибирск, **Балков В.П.**, зам. ген. директора АО «ВНИИинструмент», канд. техн. наук, г. Москва, **Батаев В.А.**, доктор техн. наук, профессор, НГТУ, г. Новосибирск, **Буров В.Г.**, доктор техн. наук, профессор, НГТУ, г. Новосибирск, **Коротков А.Н.**, доктор техн. наук, профессор, академик РАН, КузГТУ, г. Кемерово, **Лобанов Д.В.**, доктор техн. наук, доцент, ЧГУ, г. Чебоксары, **Макаров А.В.**, доктор техн. наук, член-корреспондент РАН, ИФМ УрО РАН, г. Екатеринбург, **Овчаренко А.Г.**, доктор техн. наук, профессор, БТИ АлтГТУ, г. Бийск, **Сараев Ю.Н.**, доктор техн. наук, профессор, ИФТПС СО РАН, г. Якутск, **Яношкин А.С.**, доктор техн. наук, профессор, ЧГУ, г. Чебоксары



Журнал «Обработка металлов (технология • оборудование • инструменты)» индексируется в крупнейших в мире реферативно-библиографических наукометрических базах данных Web of Science и Scopus.

WEB OF SCIENCE



Журнал входит в «Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук».



Полный текст журнала «Обработка металлов (технология • оборудование • инструменты)» теперь можно найти в базах данных компании EBSCO Publishing на платформе EBSCOhost. EBSCO Publishing является ведущим мировым агрегатором научных и популярных изданий, а также электронных и аудиокниг.

#### СОУЧРЕДИТЕЛИ

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный  
технический университет»  
ООО НПКФ «Машсервисприбор»

#### ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

**Батаев Анатолий Андреевич** – профессор,  
доктор технических наук,  
ректор НГТУ

#### ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

**Иванцовский Владимир Владимирович** – доцент,  
доктор технических наук

**Скиба Вадим Юрьевич** – доцент, кандидат технических наук

**Ложкина Елена Алексеевна** – редактор перевода текста  
на английский язык,  
кандидат технических наук

#### ИЗДАЕТСЯ С 1999 г.

Периодичность – 4 номера в год

#### ИЗДАТЕЛЬ

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет»

Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВИНТИ. Сведения о журнале ежегодно публикуются в международной справочной системе по периодическим и продолжающимся изданиям «Ulrich's Periodicals Directory»

Журнал награжден в 2005 г. Большой Золотой Медалью Сибирской Ярмарки за освещение новых технологий, инструмента, оборудования для обработки металлов

Журнал зарегистрирован 01.03.2021 г. Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия. Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-80400

Индекс: **70590** по каталогу ООО «УП УРАЛ-ПРЕСС»

#### Адрес редакции и издателя:

630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20, Новосибирский государственный технический университет (НГТУ), корп. 5.

Тел. +7 (383) 346-17-75

Сайт журнала [http://journals.nstu.ru/obrabotka\\_metallor](http://journals.nstu.ru/obrabotka_metallor)

E-mail: [metal\\_working@mail.ru](mailto:metal_working@mail.ru); [metal\\_working@corp.nstu.ru](mailto:metal_working@corp.nstu.ru)

Цена свободная

Перепечатка материалов из журнала «Обработка металлов» возможна при обязательном письменном согласовании с редакцией журнала; ссылка на журнал при перепечатке обязательна.  
За содержание рекламных материалов ответственность несет рекламодатель.

16+

## СОДЕРЖАНИЕ

### ТЕХНОЛОГИЯ

Маниканта Д.Э., Амбхор Н., Шамкувар С., Гураджала Н.К., Дакарапу С.Р. Исследование влияния гибридных наножидкостей на растительной основе на производительность обработки при токарной обработке с минимальным количеством СОЖ.....	6
Дама Й.Б., Джоги Б.Ф., Паведе Р., Кулкарни А.П. Влияние направления печати на характер износа PLA-биоматериала, полученного методом FDM: исследование для имплантата тазобедренного сустава.....	19
Гриненко А.В., Чумаевский А.В., Сидоров Е.А., Утяганова В.Р., Амиров А.И., Колубаев Е.А. Искривление геометрии, окисление кромки, структурные изменения и морфология поверхности реза листового проката толщиной 100 мм из алюминиевых, медных и титановых сплавов при плазменной резке на токе обратной полярности.....	41
Соматкар А., Дживеди Р., Чинчаникар С. Сравнительная оценка накатывания роликом сплава Al6061-T6 в условиях сухого трения и в условиях смазки минимальным количеством наножидкости.....	57
Карлина Ю.И., Конюхов В.Ю., Опарина Т.А. Оценка качества и механических свойств получаемых слоев металла из низкоуглеродистой стали методом WAAM с использованием дополнительной механической и ультразвуковой обработки.....	75

### ОБОРУДОВАНИЕ. ИНСТРУМЕНТЫ

Юсубов Н.Д., Аббасова Х.М. Систематика многоинструментных наладок на станках токарной группы.....	92
Тошов Дж.Б., Фозилов Д.М., Елемесов К.К., Рузиев У.Н., Абдуллаев Д.Н., Басканбаева Д.Д., Бекирова Л.Р. Повышение стойкости зубьев буровых долот за счет изменения технологии их изготовления.....	112
Поспелов И.Д. Исследование распределения нормальных контактных напряжений в очагах деформации при горячей прокатке полос из конструкционных низколегированных сталей для повышения стойкости рабочих валков.....	125
Абляз Т.Р., Блохин В.Б., Шлыков Е.С., Муратов К.Р., Осинников И.В. Изготовление электродов-инструментов с оптимизированной конфигурацией для копировально-прошивной электроэрозионной обработки методом быстрого прототипирования.....	138

### МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Шуберт А.В., Коновалов С.В., Панченко И.А. Обзор исследований высокоэнтропийных сплавов, их свойств, методов создания и применения.....	153
Сюсюка Е.Н., Аминев Е.Х., Кабиров Ю.В., Пруцакова Н.В. Анализ изменения микроструктуры компрессионных колец вспомогательного судового двигателя.....	180
Дударева А.А., Бушуева Е.Г., Тюрин А.Г., Домаров Е.В., Насенник И.Е., Шикалов В.С., Скороход К.А., Легкодымов А.А. Влияние горячей пластической деформации на структуру и свойства поверхностно модифицированных слоев после вневауумной электронно-лучевой наплавки на сталь 12X18H9T с применением порошковой смеси состава 10Cr-30V.....	192
Болтрушевич А.Е., Мартюшев Н.В., Козлов В.Н., Кузнецова Ю.С. Структура заготовок из сплава инконель 625, полученных электродуговой наплавкой и наплавкой с помощью электронного луча.....	206
Саблина Т.Ю., Панченко М.Ю., Зятиков И.А., Пучикин А.В., Коновалов И.Н., Панченко Ю.Н. Исследование гидрофильности поверхности металлических материалов, модифицированных ультрафиолетовым лазерным излучением.....	218

<b>МАТЕРИАЛЫ РЕДАКЦИИ</b>	234
---------------------------	-----

<b>МАТЕРИАЛЫ СОУЧЕРЕДИТЕЛЕЙ</b>	243
---------------------------------	-----

Корректор *Е.Е. Татарникова*  
Художник-дизайнер *А.В. Ладыжская*  
Компьютерная верстка *Н.В. Гаврилова*

Налоговая льгота – Общероссийский классификатор продукции  
Издание соответствует коду 95 2000 ОК 005-93 (ОКП)

Подписано в печать 05.12.2024. Выход в свет 16.12.2024. Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная.  
Усл. печ.л. 30,5. Уч.-изд. л. 56,73. Изд. № 165. Заказ 231. Тираж 300 экз.

Отпечатано в типографии Новосибирского государственного технического университета  
630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20

# ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ

## METAL WORKING & MATERIAL SCIENCE

ISSN 1994-6309 (Print)

ISSN 2541-819X (Online)

**Volume 26 No.4 2024 SCIENTIFIC, TECHNICAL AND INDUSTRIAL JOURNAL**

### EDITORIAL BOARD

#### EDITOR-IN-CHIEF:

**Anatoliy A. Bataev**, D.Sc. (Engineering), Professor, Rector,  
Novosibirsk State Technical University,  
Novosibirsk, Russian Federation

#### DEPUTIES EDITOR-IN-CHIEF:

**Vladimir V. Ivancivsky**, D.Sc. (Engineering), Associate Professor,  
Department of Industrial Machinery Design,  
Novosibirsk State Technical University,  
Novosibirsk, Russian Federation

**Vadim Y. Skeebe**, Ph.D. (Engineering), Associate Professor,  
Department of Industrial Machinery Design,  
Novosibirsk State Technical University,  
Novosibirsk, Russian Federation

#### Editor of the English translation:

**Elena A. Lozhkina**, Ph.D. (Engineering),  
Department of Material Science in Mechanical Engineering,  
Novosibirsk State Technical University,  
Novosibirsk, Russian Federation

The journal is issued since 1999

Publication frequency – 4 numbers a year



Data on the journal are published in  
«Ulrich's Periodical Directory»

Journal “Obrabotka Metallov” (“Metal Working and Material Science”) has been Indexed in Clarivate Analytics Services.



Journal “Obrabotka Metallov – Metal Working and Material Science” is indexed in the world's largest abstracting bibliographic and scientometric databases Web of Science and Scopus.



Journal “Obrabotka Metallov” (“Metal Working & Material Science”) has entered into an electronic licensing relationship with EBSCO Publishing, the world's leading aggregator of full text journals, magazines and eBooks. The full text of JOURNAL can be found in the EBSCOhost™ databases.

Novosibirsk State Technical University, Prospekt K. Marksa, 20,  
Novosibirsk, 630073, Russia

Tel.: +7 (383) 346-17-75

[http://journals.nstu.ru/obrabotka\\_metallov](http://journals.nstu.ru/obrabotka_metallov)

E-mail: [metal\\_working@mail.ru](mailto:metal_working@mail.ru); [metal\\_working@corp.nstu.ru](mailto:metal_working@corp.nstu.ru)

# EDITORIAL COUNCIL CHAIRMAN:

**Nikolai V. Pustovoy**, D.Sc. (Engineering), Professor,  
President, Novosibirsk State Technical University,  
*Novosibirsk*, Russian Federation

## MEMBERS:

*The Federative Republic of Brazil:*

**Alberto Moreira Jorge Junior**, Dr.-Ing., Full Professor;  
Federal University of São Carlos, *São Carlos*

*The Federal Republic of Germany:*

**Moniko Greif**, Dr.-Ing., Professor,  
Hochschule RheinMain University of Applied Sciences, *Russelsheim*

**Florian Nürnberger**, Dr.-Ing.,  
Chief Engineer and Head of the Department “Technology of Materials”,  
Leibniz Universität Hannover, *Garbsen*;

**Thomas Hassel**, Dr.-Ing.,  
Head of Underwater Technology Center Hanover,  
Leibniz Universität Hannover, *Garbsen*

*The Spain:*

**Andrey L. Chuvilin**, Ph.D. (Physics and Mathematics),  
Ikerbasque Research Professor,  
Head of Electron Microscopy Laboratory “CIC nanoGUNE”,  
*San Sebastian*

*The Republic of Belarus:*

**Fyodor I. Panteleenko**, D.Sc. (Engineering), Professor,  
First Vice-Rector, Corresponding Member of National Academy of Sciences of Belarus,  
Belarusian National Technical University, *Minsk*

*The Ukraine:*

**Sergiy V. Kovalevskyy**, D.Sc. (Engineering), Professor,  
Vice Rector for Research and Academic Affairs,  
Donbass State Engineering Academy, *Kramatorsk*

*The Russian Federation:*

**Vladimir G. Atapin**, D.Sc. (Engineering), Professor,  
Novosibirsk State Technical University, *Novosibirsk*;

**Victor P. Balkov**, Deputy general director,  
Research and Development Tooling Institute “VNIINSTRUMENT”, *Moscow*;

**Vladimir A. Bataev**, D.Sc. (Engineering), Professor,  
Novosibirsk State Technical University, *Novosibirsk*;

**Vladimir G. Burov**, D.Sc. (Engineering), Professor,  
Novosibirsk State Technical University, *Novosibirsk*;

**Aleksandr N. Korotkov**, D.Sc. (Engineering), Professor,  
Kuzbass State Technical University, *Kemerovo*;

**Dmitry V. Lobanov**, D.Sc. (Engineering), Associate Professor,  
I.N. Ulianov Chuvash State University, *Cheboksary*;

**Aleksey V. Makarov**, D.Sc. (Engineering), Corresponding Member of RAS,  
Head of division, Head of laboratory (Laboratory of Mechanical Properties)  
M.N. Miheev Institute of Metal Physics,

Russian Academy of Sciences (Ural Branch), *Yekaterinburg*;

**Aleksandr G. Ovcharenko**, D.Sc. (Engineering), Professor,  
Biysk Technological Institute, *Biysk*;

**Yuriy N. Saraev**, D.Sc. (Engineering), Professor,  
V.P. Larionov Institute of the Physical-Technical Problems  
of the North of the Siberian Branch of the RAS, *Yakutsk*;

**Alexander S. Yanyushkin**, D.Sc. (Engineering), Professor,  
I.N. Ulianov Chuvash State University, *Cheboksary*

## CONTENTS

### TECHNOLOGY

<b>Manikanta J.E., Ambhore N., Shamkuwar S., Gurajala N.K., Dakarapu S.R.</b> Investigation of vegetable-based hybrid nanofluids on machining performance in MQL turning.....	6
<b>Dama Y.B., Jogi B.F., Pawade R., Kulkarni A.P.</b> Impact of print orientation on wear behavior in FDM printed PLA Biomaterial: Study for hip-joint implant.....	19
<b>Grinenko A.V., Chumaevsky A.V., Sidorov E.A., Utyaganova V.R., Amirov A.I., Kolubaev E.A.</b> Geometry distortion, edge oxidation, structural changes and cut surface morphology of 100mm thick sheet product made of aluminum, copper and titanium alloys during reverse polarity plasma cutting.....	41
<b>Somatkar A., Dwivedi R., Chinchanikar S.</b> Comparative evaluation of roller burnishing of Al6061-T6 alloy under dry and nanofluid minimum quantity lubrication conditions.....	57
<b>Karlina Yu.I., Konyukhov V.Yu., Oparina T.A.</b> Assessment of the quality and mechanical properties of metal layers from low-carbon steel obtained by the WAAM method with the use of additional using additional mechanical and ultrasonic processing.....	75

### EQUIPMENT. INSTRUMENTS

<b>Yusubov N.D., Abbasova H.M.</b> Systematics of multi-tool setup on lathe group machines.....	92
<b>Toshov J.B., Fozilov D.M., Yelemessov K.K., Ruziev U.N., Abdullayev D.N., Baskanbayeva D.D., Bekirova L.R.</b> Increasing the durability of drill bit teeth by changing its manufacturing technology.....	112
<b>Pospelov I.D.</b> Investigation of the distribution of normal contact stresses in deformation zone during hot rolling of strips made of structural low-alloy steels to increase the resistance of working rolls.....	125
<b>Ablyaz T.R., Blokhin V.B., Shlykov E.S., Muratov K.R., Osinnikov I.V.</b> Manufacturing of tool electrodes with optimized configuration for copy-piercing electrical discharge machining by rapid prototyping method.....	138

### MATERIAL SCIENCE

<b>Shubert A.V., Konovalov S.V., Panchenko I.A.</b> A review of research on high-entropy alloys, its properties, methods of creation and application.....	153
<b>Syusyuka E.N., Amineva E.H., Kabirov Yu.V., Prutsakova N.V.</b> Analysis of changes in the microstructure of compression rings of an auxiliary marine engine.....	180
<b>Dudareva A.A., Bushueva E.G., Tyurin A.G., Domarov E.V., Nasennik I.E., Shikalov V.S., Skorokhod K.A., Legkodymov A.A.</b> The effect of hot plastic deformation on the structure and properties of surface-modified layers after non-vacuum electron beam surfacing of a powder mixture of composition 10Cr-30B on steel 0.12 C-18 Cr-9 Ni-Ti.....	192
<b>Boltrushevich A.E., Martyshev N.V., Kozlov V.N., Kuznetsova Yu.S.</b> Structure of Inconel 625 alloy blanks obtained by electric arc surfacing and electron beam surfacing.....	206
<b>Sablina T.Y., Panchenko M.Yu., Zyatikov I.A., Puchikin A.V., Konovalov I.N., Panchenko Yu.N.</b> Study of surface hydrophilicity of metallic materials modified by ultraviolet laser radiation.....	218

<b>EDITORIAL MATERIALS</b>	234
----------------------------	-----

<b>FOUNDERS MATERIALS</b>	243
---------------------------	-----