

# ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ

ТЕХНОЛОГИЯ • ОБОРУДОВАНИЕ • ИНСТРУМЕНТЫ

№ 3 (64) июль—сентябрь 2014 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, ректор 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

*Республика Беларусь:* **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:* **Анисименко Г.Е.**, директор производственно-технической фирмы «Сигма-инструмент», 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, **Герасенко А.Н.**, директор ООО НПКФ «Машсервисприбор», г. Новосибирск, **Иванцовский В.В.**, доктор техн. наук, доцент, НГТУ, г. Новосибирск, **Кирсанов С.В.**, доктор техн. наук, профессор, ТПУ, г. Томск, **Коротков А.Н.**, доктор техн. наук, профессор, академик РАЕ, КузГТУ, г. Кемерово, **Кудряшов Е.А.**, доктор техн. наук, профессор, Засл. деятель науки РФ, ЮЗГУ, г. Курск, **Макаров А.В.**, доктор техн. наук, с.н.с., ИМАШ УрО РАН, г. Екатеринбург, **Овчаренко А.Г.**, доктор техн. наук, профессор, БТИ АлтГТУ, г. Бийск, **Рахимьянов Х.М.**, доктор техн. наук, профессор, НГТУ, г. Новосибирск, **Сараев Ю.Н.**, доктор техн. наук, профессор, ИФПМ СО РАН, г. Томск, **Смольников Н.Я.**, доктор техн. наук, профессор, ВолгГТУ, г. Волгоград, **Суслов А.Г.**, доктор техн. наук, профессор, Засл. деятель науки и техники РФ, МГИУ, г. Москва, **Татаркин Е.Ю.**, доктор техн. наук, профессор, АлтГТУ, г. Барнаул, **Янюшкин А.С.**, доктор техн. наук, профессор, БрГУ, г. Братск.

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 (решение Президиума Высшей аттестационной комиссии Минобрнауки России от 2 марта 2012 года № 8/13)

### СОУЧРЕДИТЕЛИ

ОАО НПП и ЭИ «Оргстанкинпром»  
ФГБОУ ВПО «Новосибирский государственный  
технический университет»  
ООО НПКФ «Машсервисприбор»

### ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

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

### ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

**Атапин Владимир Григорьевич** – профессор,  
доктор технических наук

**Буров Владимир Григорьевич** – профессор,  
доктор технических наук  
(технология, материаловедение)

**Скиба Вадим Юрьевич** – доцент, кандидат технических наук  
(оборудование, инструменты)

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

### ИЗДАЕТСЯ С 1999 г.

Периодичность – 4 номера в год

### ИЗДАТЕЛЬ

ФГБОУ ВПО «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 05.04.2006 г. Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия. Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-23961

Индекс: **70590** («РОСПЕЧАТЬ»)

### Адрес редакции:

630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20, Новосибирский государственный технический университет (НГТУ), корп. 5, к. 274, Атапин В.Г.

Тел. (383) 346-17-77

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

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

[www.nstu.ru](http://www.nstu.ru) (раздел «Научная и инновационная деятельность»; научные издания)

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.

# СОДЕРЖАНИЕ

## МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

|  |    |
|--|----|
| <b>Пугачева Н.Б., Лебедь А.В.</b> Анализ равномерности распределения зерен $\alpha$ -фазы по сечению трубных заготовок из сплава 58Cu-34Zn-3Mn-2Al.....  | 6  |
| <b>Сизова О.В., Колубаев А.В., Колубаев Е.А., Заикина А.А., Рубцов В.Е.</b> Разрушение стыковых соединений алюминиево-магниевого сплава, выполненных способом сварки трением с перемешиванием..... | 14 |
| <b>Шевцова Л.И.</b> Структура и механические свойства интерметаллида Ni3Al, полученного по технологии искрового плазменного спекания механически активированной порошковой смеси «Ni-Al».....      | 21 |
| <b>Ложкин В.С., Ложкина Е.А., Мали В.И., Есиков М.А.</b> Структура и механические свойства многослойного композита, сформированного сваркой взрывом тонколистовых сталей 12X18H10T и H18K9M5T..... | 28 |
| <b>Захарченко К.В., Капустин В.И., Ларичкин А.Ю.</b> О влиянии керамического покрытия на деформационные характеристики алюминиевого сплава Д16АТ.....  | 37 |

## ТЕХНОЛОГИЯ

|  |     |
|--|-----|
| <b>Скворцов В.Ф., Цыганков Р.С., Бознак А.О., Федотов В.С.</b> Остаточные напряжения при дорновании отверстий в толстостенных цилиндрах по схемам сжатия и растяжения.....                       | 45  |
| <b>Рахимьянов А.Х., Рахимьянов Х.М., Красильников Б.А.</b> Технологические особенности раскроя биметаллического соединения «СТАЛЬ Ст3 + СТАЛЬ 12X18H10T» при тонкоструйной плазменной резке..... | 51  |
| <b>Медведева О.И., Янюшкин А.С., Попов В.Ю.</b> Влияние параметров электроалмазного шлифования твердых сплавов на величину растворенного слоя.....   | 68  |
| <b>Леонов С.Л., Татаркин Е.Ю., Анзыряев Р.А.</b> Стохастическая оптимизация при подготовке основы под нанесение покрытия.....  | 76  |
| <b>Кречетов А.А.</b> Развитие метода конечных элементов для решения контактной задачи взаимодействия инструмента и обрабатываемой детали.....  | 82  |
| <b>Скиба В.Ю., Пушкин В.Н., Ерохин И.А., Корнев Д.Ю.</b> Анализ напряженно-деформированного состояния материала при высокоэнергетическом нагреве токами высокой частоты.....                     | 90  |
| Рекомендации по написанию научной статьи .....   | 103 |
| Подготовка аннотации .....   | 105 |
| Правила для авторов .....  | 107 |

Корректор *Л.Н. Ветчакова*  
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 02.09.2014. Выход в свет 15.09.2014. Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная.  
Усл. печ.л. 13,5. Уч.-изд. л. 25,11. Изд. № 169. Заказ 989. Тираж 1000 экз.

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

# ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ

## METAL WORKING and MATERIAL SCIENCE

ISSN 1994-6309

Journal no. 3 (64) July – September 2014

## EDITORIAL BOARD

## EDITOR-IN-CHIEF:

**Anatoliy A. Bataev**, D.Sc. (Engineering), Professor,  
Vice Rector for Academic Affairs,  
Head, Department of Material Science in Mechanical Engineering,  
Novosibirsk State Technical University,  
Novosibirsk, Russian Federation

## DEPUTIES EDITOR-IN-CHIEF:

**Vladimir G. Atapin**, D.Sc. (Engineering), Professor,  
Department of Aircraft Strength,  
Novosibirsk State Technical University,  
Novosibirsk, Russian Federation

**Vladimir G. Burov**, D.Sc. (Engineering), Professor,  
Dean, Faculty of Mechanical Engineering and Technologies,  
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 magazine is issued since 1999

Publication frequency – 4 numbers a year

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

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

Tel.: (383) 3461777

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

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

[www.nstu.ru](http://www.nstu.ru) (the section «Scientific and innovative activity»; scientific editions)

# EDITORIAL COUNCIL

## CHAIRMAN:

**Nikolai V. Pustovoy**, D.Sc. (Engineering), Professor,  
Rector, 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 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:*

**Gennadiy E. Anisimenko**, Director,  
Scientific and Production company «Sigma-instrument», *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*;

**Aleksandr N. Gerasenko**, Director,  
Scientific and Production company «Mashservispribor», *Novosibirsk*;

**Vladimir V. Ivancivsky**, D.Sc. (Engineering), Associate Professor,  
Novosibirsk State Technical University, *Novosibirsk*;

**Sergey V. Kirsanov**, D.Sc. (Engineering), Professor,  
National Research Tomsk Polytechnic University, *Tomsk*;

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

**Evgeniy A. Kudryashov**, D.Sc. (Engineering), Professor,  
Southwest State University, *Kursk*;

**Aleksey V. Makarov**, D.Sc. (Engineering), Senior Researcher,  
Institute of Engineering Science,  
Russian Academy of Sciences (Ural Branch), *Yekaterinburg*

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

**Kharis M. Rakhimyanov**, D.Sc. (Engineering), Professor,  
Novosibirsk State Technical University, *Novosibirsk*;

**Yuriy N. Saraev**, D.Sc. (Engineering), Professor,  
Institute of Strength Physics and Materials Science,  
Russian Academy of Sciences (Siberian Branch), *Tomsk*;

**Nikolay Ya. Smolnikov**, D.Sc. (Engineering), Professor,  
Volgograd State Technical University, *Volgograd*;

**Anatoliy G. Suslov**, D.Sc. (Engineering), Professor,  
Moscow State Industrial University, *Moscow*

**Evgeniy Yu. Tatarkin**, D.Sc. (Engineering), Professor,  
I.I. Polzunov Altai State Technical University, *Barnaul*

**Alexander S. Yanyushkin**, D.Sc. (Engineering), Professor,  
Bratsk State University, *Bratsk*

## CONTENTS

### MATERIAL SCIENCE

|   |    |
|---|----|
| <b>Pugacheva N.B., Lebed A.V.</b> Analysis of $\alpha$ -grain uniformly distributed over the cross section of pipe billets 58Cu-34Zn-3Mn-2Al alloy.....   | 6  |
| <b>Sizova O.V., Kolubaev A.V., Kolubaev E.A., Zaikina A.A., Rubtsov V.E.</b> Fracture of friction stir welded butt joints structure of aluminum-magnesium alloy.....  | 14 |
| <b>Shevtsova L.I.</b> Structure and mechanical properties of Ni3Al intermetallic, fabricated by spark plasma sintering of mechanically activated «Ni - Al» powder mixtures.....                                       | 21 |
| <b>Lozhkin V.S., Lozhkina E.A., Mali V.I., Esikov M.A.</b> Structure and mechanical properties of multilayered composite material, formed by explosive welding of steel 12X18H10T and steel H18K9M5T thin plates..... | 28 |
| <b>Zakharchenko K.V., Kapustin V.I., Larichkin A.Yu.</b> About the influence of ceramic coatings on the stress-strain characteristics of the alloy Д16АТ (Al-Cu-Mg).....  | 37 |

### TECHNOLOGY

|  |     |
|--|-----|
| <b>Skvortsov V.F., Tsygankov R.S., Boznak A.O., Fedotov V.S.</b> Residual stresses in compression and tension mandrelling of thick-walled cylinders.....                                 | 45  |
| <b>Rakhimyanov A.Kh., Rakhimyanov Kh.M., Krasilnikov B.A.</b> Technological features of the bimetallic joints «steel CT3 + steel 12X18H10T» layout by high-precision plasma cutting..... | 51  |
| <b>Medvedeva O.I., Yanyushkin A.S., Popov V.Y.</b> An influence of hard alloys electro-diamond grinding parameters on the amount of dissolved material.....                              | 68  |
| <b>Leonov S.L., Tatarkin E.Y., Anzyryaev R.A.</b> Stochastic optimization during preparation of the basis for thecoating.....  | 76  |
| <b>Krechetov A.A.</b> Development of the finite element method for solution of the contact problem of interaction between the tool and workpiece.....                                    | 82  |
| <b>Skeeba V.Yu., Pushnin V.N., Erohin I.A., Kornev D.Yu.</b> Analysis of the stress-strain state of the material under high-energy heating by high frequency currents.....               | 90  |
| Guidelines for Writing a Scientific Paper .....  | 103 |
| Abstract requirements .....  | 105 |
| Rules for authors .....  | 107 |