

Учредитель и издатель:  
АО «Издательство „Политехника”»  
191023, Санкт-Петербург,  
Инженерная ул., д. 6.  
Тел.: (812) 312-53-90, 312-57-68  
E-mail: mo@polytechnics.ru  
http://www.polytechnics.spb.ru

#### Редакционная коллегия

**Д. В. Васильков**,  
(председатель)  
доктор технических наук, профессор  
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова,  
Санкт-Петербург)  
**Л. Б. Аксенов**,  
доктор технических наук, профессор  
(СПбПУ, Санкт-Петербург)  
**О. И. Драчев**,  
доктор технических наук, профессор  
(ТГУ, Тольятти)  
**В. Н. Иванов**,  
доктор технических наук, профессор  
(ВНИИТВЧ им. В. П. Вологодина,  
Санкт-Петербург)  
**К. М. Иванов**,  
доктор технических наук, профессор  
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова,  
Санкт-Петербург)  
**Н. Г. Колбасников**,  
доктор технических наук,  
профессор (СПбПУ, Санкт-Петербург)  
**В. В. Максarov**,  
доктор технических наук, профессор  
(Санкт-Петербургский горный  
университет, Санкт-Петербург)  
**Юри Ольт**,  
доктор технических наук, профессор  
(Технический институт Эстонского  
университета естественных наук,  
Эстония)  
**Б. П. Саушкин**,  
доктор технических наук, профессор  
(РГТУ им. К. Э. Циолковского, Москва)  
**В. М. Свинин**,  
доктор технических наук, профессор  
(Иркутский национальный  
исследовательский технический  
университет, Иркутск)  
**В. П. Смоленцев**,  
доктор технических наук, профессор  
(ВГТУ, Воронеж)  
**Т. Штеле**,  
доктор технических наук, зам. директора  
(Технический университет Штутгарта,  
Германия)

#### Редакция

**Главный редактор** Д. В. Васильков,  
доктор технических наук, профессор  
**Ответственный секретарь**  
Е. В. Борисова  
**Редактор** М. И. Козицкая  
**Корректор** М. И. Козицкая  
**Верстальщик** Т. М. Каргапольцева  
**Дизайнер** М. Л. Черненко

Журнал зарегистрирован в Министерстве РФ по делам печати, телерадиовещания и СМК.  
Свидетельство о регистрации  
ПИ № 77-3106 от 10 апреля 2000 г.

ISSN 1684-6702

**Перепечатка статей  
возможна только  
с разрешения редакции**

# МЕТАЛЛООБРАБОТКА

## НАУЧНО - ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

### 1 Обработка материалов резанием

Наумов А. Г., Сырбу С. А., Таратанов Н. А., Азовцев А. Г., Митрофанов А. С. Влияние внешнего давления и состава СОТС на процессы лезвийного резания титана и его сплавов ..... 3

### 2 Обработка металлов давлением

Левашова Е. Л., Кошкарёв Д. Г., Радкевич М. М. Повышение качества гнутых деталей из листового металла с использованием полимерных комбинированных матриц ..... 12

### 3 Станки и оборудование

Калугина М. С. Технологическое оборудование азотермоакустической обработки материалов и изделий ..... 20

Голикова В. В., Александров А. С., Васильков Д. В. Критерий виброустойчивости при оценке динамического качества и предельных возможностей металлорежущих станков ..... 28

### 4 Проектирование технологических систем

Исланкин Л. В., Рябов М. С., Белов А. А., Мелехин А. А. Повышение эффективности производства за счет внедрения макропрограмм ..... 38

### 5 Контроль качества и технические измерения

Головкин П. А., Дворецков Р. М. О важности проверки макроплотности прессованных прутков из бескислородной меди для изготовления электровакуумных приборов ..... 46

Яблокова Н. А., Толкачев А. В., Цветков Е. В. Опыт применения различных методик анализа остаточных напряжений для исследования хвостовика монокристаллических лопаток турбины при отработке режимов дробеструйной обработки ..... 53

### 6 Выставки и семинары

Rosmould & 3D-TECH 2024. Международная выставка пресс-форм и штампов, оборудования и технологий для производства изделий. Rosplast 2024. Международная выставка оборудования и материалов для индустрии пластмасс ..... 59

Журнал входит в перечень изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ для публикации основных результатов докторских диссертаций  
**Подписка:** по каталогу АО «Почта России» — № ПП764.  
Журнал выходит каждые 2 месяца.  
Цена свободная.

Подписано в печать 27.06.2024 г. Формат 60х90<sup>1/8</sup>.  
Бумага офсетная. Гарнитура ShoolBook. Печать цифровая.  
Усл. печ. л. 7,75. Уч.-изд. л. 6,5. Тираж 1500 экз. Заказ № 4143.  
Оригинал-макет изготовлен в АО «Издательство „Политехника”».  
191023, Санкт-Петербург, Инженерная ул., д. 6.  
Отпечатано в типографии ООО «Контраст».  
192171, Санкт-Петербург, Железнодорожный пр., д. 20, литера А, пом. 6.

Фотографии на обложке предоставлены:

<a href="https://ru.freepik.com/free-photo/arc-welding-steel-construction-site\_5672955.htm#fromview=search&page=1&position=6&from\_view=search&from\_view=search">Изображение от BalashMirzabey на Freepik</a>  
<a href="https://ru.freepik.com/free-photo/steel-wrenches-tools\_8538118.htm#fromview=search&page=1&position=12&from\_view=search">Изображение от Racool\_studio на Freepik</a>

**Publisher and founder:**  
JSC "Polytechnika" Publishing House  
191023, St. Petersburg,  
Inzhenernaya Str., 6.  
Office phone: (812) 312-53-90,  
312-57-68  
E-mail: mo@polytechnics.ru  
http://www.polytechnics.spb.ru

#### Editorial board

**D. V. Vasil'kov**,  
(Chief of Editorial Board)  
Doctor of Technical Sciences, Professor,  
(BSTU «VOENMEH» D. F. Ustinov,  
St. Petersburg)  
**L. B. Aksenov**,  
Doctor of Technical Sciences, Professor,  
(SPbPU, St. Petersburg)  
**O. I. Drachev**,  
Doctor of Technical Sciences, Professor, TSU,  
Togliatti  
**V. N. Ivanov**,  
Doctor of Technical Sciences,  
Professor, (VNITVCH V. P. Vologdin,  
St. Petersburg)  
**K. M. Ivanov**,  
Doctor of Technical Sciences, Professor  
(BSTU «Voenmeh» D. F. Ustinov,  
St. Petersburg)  
**N. G. Kolbasnikov**,  
Doctor of Technical Sciences,  
Professor (SPbPU, St. Petersburg)  
**V. V. Maksarov**,  
Doctor of Technical Sciences, Professor  
(St. Petersburg Mining university,  
St. Petersburg)  
**J ri Oit**,  
Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Technical Institute of Estonia  
University of Life Sciences, Estonia  
**B. P. Saushkin**,  
Doctor of Technical Sciences, Professor,  
(RSTU named after K.E. Tsiolkovsky,  
Moscow)  
**V. M. Svinin**,  
Doctor of Technical Sciences, Professor,  
(Irkutsk National Research Technical  
University, Irkutsk)  
**V. P. Smolentsev**,  
Doctor of Technical Sciences, Professor  
(VSTU, Voronezh)  
**Thomas Stehle**,  
Dr.-Ing. Stellv. Institutsleiter, Institut für  
Werkzeugmaschinen (IfW),  
Der Universität Stuttgart, Germany

#### Editorship

**Chief Editor D. V. Vasilkov**,  
Doctor of Technical Sciences, Professor  
**Executive Secretary: E. V. Borisova**  
**Editor M. I. Kozitskaya**  
**Corrector M. I. Kozitskaya**  
**DTP engineer T. M. Kargapoltseva**  
**Designer M. L. Chernenko**

The journal is registered with the Ministry  
of Russian Federation for Press, Television  
and Radio Broadcasting and Mass Media.  
Registration certificate of the print medium  
No 77-3106 dated April 10, 2000

ISSN 1684-6702

**Reprint of articles only possible with  
the permission of the publisher**

© "Polytechnika" Publishing House, 2024

# METALWORKING

## SCIENTIFIC AND PRODUCTION JOURNAL

### 1 Material cutting

**Naumov A. G., Syrbu S. A., Taratanov N. A., Azovtsev A. G., Mitrofanov A. S.** External pressure and composition of lubricants and coolants influence on the processes of blade cutting of titanium and its alloys ..... 3

### 2 Metal forming

**Levashova E. L., Koshkarev D. G., Radkevich M. M.** Improving the quality of bent sheet metal parts using polymer composite dies ..... 12

### 3 Machines and equipment

**Kalugina M. S.** Technological equipment for aerothermoacoustic processing of materials and products ..... 20  
**Golikova V. V., Alexandrov A. S., Vasilkov D. V.** The criterion of vibration resistance in assessing the dynamic quality and limiting capabilities of metal-cutting machines ..... 28

### 4 Design of technological systems

**Iskankin L. V., Ryabov M. S., Belov A. A., Melekhin A. A.** Increasing production efficiency through the introduction of macro programs ..... 38

### 5 Quality control and measurement technology

**Golovkin P. A., Dvoretsov R. M.** The importance of checking the macrodensity of pressed oxygen-free copper rods for the manufacture of electrovacuum devices ..... 46  
**Yablokova N. A., Tolkachev V. A., Tsvetkov E. V.** Experience in using various residual stress analysis techniques to study the tail of monocrystalline turbine blades when testing shot peening modes ..... 53

### 6 Exhibitions and seminars

Exhibition, conferences Rosmould & 3D-TECH and Rosplast 2024. .... 59

The journal is included in the list of titles recommended by HAC  
of the Ministry of Education of the Russian Federation for publication  
of the principal results of doctoral theses

**Subscription:** according to the Russian Post No PP764,  
according to the «Press of Russia» integrated catalog.

The journal is published every 2 months.  
Open price.

Authorized for printing 27.06.2024. Format 60x90<sup>1</sup>/<sub>8</sub>.

Offset paper. Schoolbook typeface. Digital printing.

Conv. printed sheets 7,75. Published sheets 6,5. Circulation 1500 copies. Order N 4143.

The comprehensive layout was prepared at JSC "Polytechnika" Publishing House.  
191023, St. Petersburg, Inzhenernaya str., 6.

Printed at the printing house of the «Contrast».  
192171, St. Petersburg, Zheleznodorozhnyi pr., 20, lit. A.