

**Учредитель:** ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана» (МГТУ им. Н.Э. Баумана)

**Издатель:**  
Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана  
105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1  
+7 499 263-69-50, 263-60-45, факс: +7 499 261-45-97  
press@bmstu.ru, www.baumanpress.ru

**Редакция:**  
105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1  
+7 499 263-63-54, izvuzmash@bmstu.ru  
www.ivuzmash.bmstu.ru; www.ivuzmash.ru

Издается с 1958 г. Выходит ежемесячно

Журнал входит в перечень утвержденных ВАК РФ изданий для публикаций трудов соискателей ученых степеней

Журнал включен в систему РИНЦ, Russian Science Citation Index на платформе Web of Science

При использовании материалов ссылка обязательна

Подписной индекс журнала  
«Известия высших учебных заведений. Машиностроение» на 2018 г. 70370  
в объединенном каталоге «Пресса России»  
www.pressa-rr.ru

Подписку также можно оформить:

• в агентстве «Урал-Пресс»  
+7 495 961-23-62, www.ural-press.ru

• в редакции журнала  
+7 499 263-63-54, izvuzmash@bmstu.ru  
www.ivuzmash.bmstu.ru

**Главный редактор:** С.С. Гаврюшин  
д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана)  
**Ответственный секретарь:** Е.Н. Андропова  
**Верстка:** Н.Ф. Бердацева  
**Дизайн:** А.С. Ключева

## Редакционная коллегия:

**И.Т. Амонов** канд. техн. наук  
(Таджикский технический университет им. академика М.С. Осими)  
**Б.В. Артемьев** д-р техн. наук, исполн. директор Ассоциации «СПЕКТР-ГРУПП»  
**А.С. Васильев** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана)  
**С.Д. Ваулин** д-р техн. наук (Южно-Уральский государственный университет)  
**В.А. Глазунов** д-р техн. наук (ИМАШ РАН)  
**А.К. Григорян** канд. физ.-мат. наук (Ереванский государственный университет)  
**Ю.И. Димитриенко** д-р физ.-мат. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана)  
**А.Е. Древал** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана)  
**Т.Б. Дуйшеналиев** д-р физ.-мат. наук (Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова)  
**Г.О. Котиев** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана)  
**С.Д. Кугультинов** д-р техн. наук (Ижевский государственный технический университет)  
**А.И. Леонтьев** д-р техн. наук, академик РАН (МГТУ им. Н.Э. Баумана)  
**С.Б. Макыш** д-р экон. наук, профессор (Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева)

**А.П. Марченко** академик Академии Высшей школы Украины, д-р техн. наук (Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»)  
**Ю.В. Подураев** д-р техн. наук (МГТУ «Станкин»)  
**О.А. Ряховский** д-р техн. наук, профессор (МГТУ им. Н.Э. Баумана)  
**С.В. Серебрянников** д-р техн. наук (Московский энергетический институт (технический университет))  
**Г.А. Тимофеев** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана)  
**Б.М. Хрусталева** академик НАН Беларуси, д-р техн. наук (Белорусский национальный технический университет)  
**Е.В. Шахматов** д-р техн. наук (Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королёва)  
**Yves Fautrelle** Dr.-Phys., Prof. (Grenoble Institute of Technology)  
**Wang Shuguo** Prof., President of Harbin Institute of Technology  
**Nguyen Cong Dinh** Dr. Sc. (Eng.), Prof. (Le Quy Don Vietnam State Technical University)  
**Alison McMillan** Prof., Wrexham, Great Britain  
**Marco Ceccarelli** Prof., Director of the Laboratory of Robotics and Mechatronics at the Cassino University

Отпечатано в ООО «Книга по требованию»  
107078, Москва, Мясницкий пр.-д. д. 4, стр. 1

В оформлении использованы  
шрифты Студии Артемия Лебедева

## Содержание

### Расчет и конструирование машин

#### С.В. Грубый

Расчет сил резания при обработке пластичных материалов в широком диапазоне толщин срезаемого слоя ..... 3

#### В.В. Иванников, Ф.Д. Сорокин, Су Чжоу

Численное исследование динамики вращающейся изогнутой пружины с использованием конечного элемента в форме одного витка ..... 11

#### В.Б. Тарабарин, З.И. Тарабарина

Исследование геометрии и качественных показателей шестеренных насосов с внутренним эвольвентным зацеплением ..... 23

### Транспортное и энергетическое машиностроение

#### Г.А. Арутюнян, А.Б. Карташов

Оценка эффективности применения композиционных материалов для энергопоглощающих зон автомобильных несущих систем ..... 32

### Технология и технологические машины

#### А.Ф. Третьяков

Механические свойства тканых металлических сеток, применяемых для изготовления пористых сетчатых материалов из стали 12Х18Н10Т ..... 42

#### С.С. Волков, В.М. Неровный, И.В. Станкевич

Ультразвуковая сварка рабочих колес центробежных насосов из капролона В ..... 50

#### С.А. Зайдес, Као Кыонг Нго

Влияние новой кинематики обкатного ролика на качество упрочненного слоя при поверхностном пластическом деформировании ..... 58

#### С.И. Каратушин, Д.А. Храмова, П.Н. Бокучава

Моделирование контактных нагрузок в среде ANSYS для неэвольвентных зацеплений ..... 68

#### Е.А. Кудряшов, И.М. Смирнов

Создание рациональных условий хрупким сверхтвердым режущим элементам для точения поверхности из разнородных конструкционных материалов ..... 75

### Авиационная и ракетно-космическая техника

#### А.В. Голубек

Сближение ракеты-носителя с каталогизированными космическими объектами в процессе выведения на орбиты с низким наклоном ..... 86

# Proceedings of Higher Educational Institutions. Machine Building

#2 (695) 2018  
February

certificate of registration of mass media PI № FS77-49142 ISSN 0536-1044 DOI 10.18698/0536-1044-2018-2

**Founder:** «Bauman Moscow State Technical University» (BMSTU)

**Publisher:** Publishing house of BMSTU, 105005, Moscow, 2<sup>nd</sup> Baumanskaya St., Bldg. 5, Block 1 + 7 499 263-69-50, 263-60-45, fax: +7 499 261-45-97 press@bmstu.ru www.baumanpress.ru

**Revision:**

105005, Moscow, 2<sup>nd</sup> Baumanskaya St., Bldg. 5, Block 1, BMSTU +7 499 263-63-54, izvuzmash@bmstu.ru www.izvuzmash.bmstu.ru; www.izvuzmash.ru Published since 1958 Issued monthly

Journal is included into the list of periodicals approved by RF Higher Attestation Commission for publication of competitors works for scientific degrees

The journal is included in RISC, platform Russian Science Citation Index Web of Science

Using materials reference is obligatory

Subscription index of the journal «Proceedings of Higher Educational Institutions. Machine Building» at 70370

in the United catalogue «Press of Russia» www.pressa-rf.ru

The subscription also can be issued:

• at the Agency «Ural-Press» +7 495 961-23-62, www.ural-press.ru  
• in magazine edition +7 499 263-63-54, izvuzmash@bmstu.ru www.izvuzmash.bmstu.ru

**Editor-in-Chief:** S.Gavryushin Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU)

**Executive Secretary:** E. Andronova

**Layout:** N. Berdaveva

**Design:** A. Klyucheva

**Editorial Board:**

**I. Amonov** Cand. Sc. (Eng.) (Research of Tadzhik Technical University Named after Academician M.S. Osimi)

**B. Artemjev** Dr. Sc. (Eng.) Executive Director of Association SPECTR-GROUP

**A. Vasiljev** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU)

**S. Vaulin** Dr. Sc. (Eng.) (Research of South Ural State University)

**V. Glazunov** Dr. Sc. (Eng.) (IMASH RAN)

**A. Grigoryan** Cand. Sc. (Phys. & Math.)

(Research of Yerevan State University)

**Y. Dimitrienko** Dr. Sci. (Phys. Math.) (BMSTU)

**A. Dreval** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU)

**T. Dujshenaliev** Dr. Sc. (Phys. & Math.)

(Kyrgyz State Technical University

Named after I. Razzakov)

**G. Kotiev** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU)

**S. Kugultinov** Dr. Sc. (Eng.)

(Izhevsk State Technical University)

**A. Leontiev** Dr. Sc. (Eng.), Academician (BMSTU)

**S. Makysh** Dr. Sc. (Econ.), Professor (L.N. Gumilyov Eurasian National University)

**A. Marchenko** Academician of Academy of Sciences of Higher School of Ukraine, Dr. Sc. (Eng.)

(Research of National Technical University

«Kharkov Polytechnic Institute»)

**Y. Poduraev** Dr. Sc. (Eng.)

(Research of MSTU «Stankin»)

**O. Ryakhovsky** Dr. Sc. (Eng.), Professor (BMSTU)

**S. Serebryannikov** Dr. Sc. (Eng.) (Moscow Power Engineering Institute (Technical University))

**G. Timofeev** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU)

**B. Khrustalev** Academician of National Academy of Sciences of Belarus, Dr. Sc. (Eng.) (Belarusian National Technical University)

**E. Shakhmatov** Dr. Sc. (Eng.)

(Samara State Aerospace University Named after Academician S.P. Korolev)

**Yves Fautrelle** Dr.-Phys., Prof.

(Grenoble Institute of Technology)

**Wang Shuguo** Prof., President

of Harbin Institute of Technology

**Nguyen Cong Dinh** Dr. Sc. (Eng.), Prof.

(Le Quy Don Vietnam State Technical University)

**Alison McMillan** Prof., Wrexham, Great Britain

**Marco Ceccarelli** Prof., Director of the Laboratory of Robotics and Mechatronics at the Cassino University

Printed in the company «Book on demand» 107078, Moscow, Myasnitskii Alley, Bldg. 4, Blok 1

Used in the design fonts  
Lebedev Studio

## Contents

### Calculation and Design of Machinery

**S.V. Grubyi**

Calculation of the Cutting Forces When Processing Plastic Materials with a Wide Range of Thicknesses of the Cutting Layer ..... 3

**V.V. Ivannikov, F.D. Sorokin, Su Zhou**

A Numerical Study of the Dynamics of a Rotating Curved Spring Using a Single Coil as a Finite Element ..... 11

**V.B. Tarabarin, Z.I. Tarabarina**

The Research of Geometry and Qualitative Indicators of a Gear Pump with Internal Involute Gearing ..... 23

### Transportation and Power Engineering

**G.A. Arutyunyan, A.B. Kartashov**

The Estimation of Efficiency of Composite Materials in Energy-Absorbing Zones of Automotive Body Structures ..... 32

### Technology and Process Machines

**A.F. Tretyakov**

Mechanical Properties of Woven Metal Mesh Used for Manufacturing Porous Net Materials from 12Kh18N10T Steel ..... 42

**S.S. Volkov, V.M. Nerovnyy, I.V. Stankevich**

Ultrasonic Welding of Caprolon B Centrifugal Pump Impellers ..... 50

**S.A. Zaides, Ngo Cao Cuong**

The Influence of New Kinematics of the Rolling Roller on the Quality of the Hardened Layer Under Surface Plastic Deformation ..... 58

**S.I. Karatushin, D.A. Khranova, P.N. Bokuchava**

Simulation of Contact Loads in the ANSYS Environment for Non-Involute Meshing ..... 68

**E.A. Kudryashov, I.M. Smirnov**

Creating Rational Conditions for Turning Surfaces of Dissimilar Structural Materials by Brittle Superhard Cutters ..... 75

### Aviation and Rocket-Space Engineering

**A.V. Golubek**

Launch Vehicle Rendezvous with Cataloged Space Objects During Insertion into Orbits with Low Inclination. .... 86