

# Известия высших учебных заведений. Машиностроение

#8 (677) 2016  
август

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-49142 ISSN 0536-1044 DOI 10.18698/0536-1044-2016-8

**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.izvuzmash.bmstu.ru; www.izvuzmash.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 2016 г. 70370

в объединенном каталоге «Пресса России»

www.pressa-rf.ru

Подпиську 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.izvuzmash.bmstu.ru

**Главный редактор (и.о.):** С.С Гаврюшин  
д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана)

**Ответственный секретарь:** Е.Н. Андронова

**Верстка:** Н.Ф. Бердавцева

**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. Древаль** 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 им. Н.Э. Баумана)

**О.А. Ряховский** д-р техн. наук, профессор

(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

**С.В. Серебряников** д-р техн. наук (Московский  
энергетический институт (технический университет))

**Г.А. Тимофеев** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана)

**С.Г. Фалько** д-р экон. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана)

**Б.М. Хрусталев** академик НАН Беларусь,

д-р техн. наук (Белорусский национальный  
технический университет)

**Е.В. Шахматов** д-р техн. наук (Самарский  
государственный аэрокосмический университет  
им. академика С.П. Королева)

**Yves Fautrelle** Dr.-Phys., Prof. (Grenoble Institute  
of Technology)

**Wang Shuguo** Prof., President of Harbin Institute  
of Technology

**Nguen Kong Din** 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

#### А.Е. Белкин, И.З. Дашибиев, А.В. Костромицких

Определение параметров упругости полиуретана при больших деформациях по результатам испытаний образцов на кручение и растяжение ..... 3

#### В.М. Утенков, Е.Г. Полканов, А.В. Чиркин, П.А. Быков

Расчет следа обработки с учетом погрешностей станка с ЧПУ и инструмента ..... 11

#### С.А. Бурцев

Анализ путей повышения эффективности трубы Леонтьева ..... 19

### Транспортное и энергетическое машиностроение

#### Г.И. Скотников

Проверка адекватности математической модели криволинейного движения автопоезда ..... 29

#### В.И. Рязанцев

Устройство для измерения сил в системе управления схождением колес автомобиля ..... 38

#### В.И. Баловнев, Р.Г. Данилов, Н.Д. Селиверстов

Исследование работы агрегатов ресайклера методом физического масштабного моделирования ..... 45

### Технология и технологические машины

#### А.Ю. Боташев, Р.С. Малсугенов, Н.У. Бисилов, Р.А. Байрамуков

Исследование процесса нагрева заготовки при газовой формовке с противодавлением ..... 51

#### Н.Н. Зубков, К.В. Барсков

Повышение эффективности термосифонных радиаторов отопления структурированием наружной поверхности греющей трубы ..... 60

### Авиационная и ракетно-космическая техника

#### Ю.А. Гришин, А.В. Бузин, В.С. Семенчукова

Профилюирование входного патрубка турбокомпрессора авиадвигателя ..... 70

#### А.С. Дударев

Исследование усадки просверленных отверстий в полимерных композиционных материалах ..... 77

# Proceedings of Higher Educational Institutions. Machine Building

certificate of registration of mass media PI № FS77-49142 ISSN 0536-1044 DOI 10.18698/0536-1044-2016-8

#8 (677) 2016  
August**Founder:** «Bauman Moscow State Technical University» (BMSTU)**Publisher:** Publishing house of BMSTU,  
105005, Moscow, 2<sup>nd</sup> Baumanskaya, 5, 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-nd Baumanskaya, 5, 1, BMSTU  
+7 499 263-63-54, izvuzmash@bmstu.ru  
www.izvuzmash.bmstu.ru; www.izvuzmash.ruPublished since 1958  
Issued monthlyJournal is included into the list of periodicals  
approved by RF Higher Attestation Commission  
for publication of competitors works for scientific  
degreesThe 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 2016in 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. Berdavtceva**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. Dujshebaev** 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. Makaysh** 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)**S. Falko** Dr. Sc. (Econ.) (BMSTU)**B. Khrustalev** Academician of National  
Academy of Sciences of Belarus, Dr. Sc. (Eng.)  
(Belarusian National Technical University)**E. Shakhamatov** 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

**Nguen Kong Din** 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 UniversityPrinted in the company «Book on demand»  
107078, Moscow, Myasnitskii Alley, Bldg. 4,  
Blok 1Used in the design fonts  
Lebedev Studio

## Contents

### Calculation and Design of Machinery

**A.E. Belkin, I.Z. Dashtiev, A.V. Kostromitskikh**

Determining Polyurethane Elastic Parameters at Large Strains Using Torsion and Tensile Test Results ..... 3

**V.M. Utenkov, E.G. Polkanov, A.V. Chirkin, P.A. Bykov**

The Calculation of Tool Marks Taking into Account Errors of CNC Machines and Tools ..... 11

**S.A. Burtsev**

Analyzing Ways to Improve the Efficiency of the Leontiev Tube ..... 19

### Transportation and Power Engineering

**G.I. Skotnikov**

Verification of the Mathematical Model of Curvilinear Motion of a Semi-Trailer Truck ..... 29

**V.I. Ryazantsev**

The Device for Measuring Forces in the Toe-In Control System of a Vehicle ..... 38

**V.I. Balovnev, R.G. Danilov, N.D. Seliverstov**

The Study of Recycler Unit Operation Using Physical Scale Modeling ..... 45

### Technology and Process Machines

**A.Y. Botashev, R.S. Malsugenov, N.U. Bisilov, R.A. Bayramukov**

The Study of the Workpiece Heating Process during Gas Forming with Back-Pressure ..... 51

**N.N. Zoubkov, K.V. Barskov**

Improving the Efficiency of Thermosiphon Radiators by Structuring the Outer Surface of the Heating Tube ... 60

### Aviation and Rocket-Space Engineering

**Y.A. Grishin, A.V. Buzin, V.S. Semenchukova**

Profiling of the Turbo Compressor Inlet Nozzle of an Aircraft Engine ..... 70

**A.S. Dudarev**

The Study of Shrinkage of Drilled Holes in Polymer Composite Materials ..... 77