

**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 2017 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)  
**С.Г. Фалько** д-р экон. 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. Королева)  
**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

**В.А. Макаров, А.В. Макаров, Р.Е. Тютяев**

Анализ работы проточных элементов при контроле герметичности. .... 3

### Транспортное и энергетическое машиностроение

**А.Г. Кузнецов, С.В. Харитонов**

Исследование работы дизеля по тепловозной характеристике ..... 11

**В.А. Луцко, Р.Р. Хасанов, А.Х. Хайруллин, В.М. Гуреев**

Исследование работы элементов турбокомпрессора двигателя внутреннего сгорания ..... 20

### Технология и технологические машины

**А.Ф. Третьяков**

Исследование влияния конструктивных и технологических параметров на удельную прочность пористых сетчатых материалов ..... 30

**С.С. Волков, А.Л. Ремизов, Л.А. Шестель**

Разработка систем автоматического управления процессом ультразвуковой сварки пластмасс. .... 37

**С.И. Каратушин, Д.А. Храмова, В.А. Пехов**

Эффект Баушингера при различных видах пластической деформации ..... 45

**С.С. Гаврюшин, К.Д. Нгуен, Х.М. Данг, В.Б. Фунг**

Автоматизация поддержки принятия решений при многокритериальном проектировании пильного блока лесопильного станка ..... 51

### Авиационная и ракетно-космическая техника

**Д.В. Архипов, Р.З. Тумашев**

Расширение диапазона устойчивой работы осевого компрессора изменением параметров решеток в концевых областях лопаточных венцов ..... 66

**Р.О. Луковкин, Г.А. Щеглов**

Моделирование процесса посадки космического аппарата на посадочном устройстве с краш-опорами .... 77

**Д.Е. Дьяков, А.В. Великанов, Д.В. Лиховидов, О.В. Рачинский**

Малогабаритный буксировщик воздушных судов для реализации способа обеспечения максимального тягового усилия ..... 88

**В.А. Нелюб, В.А. Тарасов, В.А. Романенков, М.А. Комков, Р.В. Боярская**

Обоснование технологических режимов многократной пропитки—сушки и последующей автоклавной обработки для обеспечения требуемого состава материала теплозащитного покрытия и минимального времени его изготовления. .... 94

# Proceedings of Higher Educational Institutions. Machine Building

#12 (693) 2017  
December

certificate of registration of mass media PI № FS77-49142 ISSN 0536-1044 DOI 10.18698/0536-1044-2017-12

**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.ivuzmash.bmstu.ru; www.ivuzmash.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.ivuzmash.bmstu.ru

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

**Executive Secretary:** E. Andronova

**Layout:** N. Berdadvceva

**Design:** A. Klyucheva

**Editorial Board:**

**I. Amonov** Cand. Sc. (Eng.) (Research of Tadzhiik 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)

**S. Falko** Dr. Sc. (Econ.) (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

**V.A. Makarov, A.V. Makarov, R.E. Tyutyayev**

An Analysis of the Operation of Flow Elements When Monitoring Leakage..... 3

### Transportation and Power Engineering

**A.G. Kuznetsov, S.V. Kharitonov**

A Study of Diesel Engine Operation with the Focus on Locomotive Characteristics..... 11

**V.A. Lushcheko, R.R. Khasanov, A.Kh. Khairullin, V.M. Gureev**

Research into the Operation of Turbocharger Components in an Internal Combustion Engine..... 20

### Technology and Process Machines

**A.F. Tretyakov**

Research into the Influence of Design and Technological Parameters on the Strength-to-Weight Ratio of Porous Net Materials ..... 30

**S.S. Volkov, A.L. Remizov, L.A. Shestel**

Developing Systems for Automatic Control of the Process of Ultrasonic Welding of Plastic Materials..... 37

**S.I. Karatushin, D.A. Khramova, V.A. Pekhov**

The Bauschinger Effect for Various Types of Plastic Deformation..... 45

**S.S. Gavryushin, C.D. Nguyen, H.M. Dang, V.B. Phung**

Automation of Decision-Making When Designing the Saw Unit of a Multirip Bench Using the Multiple-Criteria Approach ..... 51

### Aviation and Rocket-Space Engineering

**D.V. Arkhipov, R.Z. Tumashev**

The Extension of the Range of Stable Operation of an Axial Compressor by Changing the Parameters of the Grids in the Terminal Zone of Blading ..... 66

**R.O. Lukovkin, G.A. Shcheglov**

Simulation of a Spacecraft Landing Using a Landing Device with Crash Legs..... 77

**D.E. Dyakov, A.V. Velikanov, D.V. Likhovidov, O.V. Rachinskiy**

Compact Tow Tractors for Aircraft that Provide Maximum Traction ..... 88

**V.A. Nelyub, V.A. Tarasov, V.A. Romanenkov, M.A. Komkov, R.V. Boyarskaya**

Justification of the Technological Modes of Repeated Impregnation-Drying and the Subsequent Autoclave Processing to Provide the Required Composition of the Thermal Protection Material and its Minimal Production Time..... 94