

**Учредитель:** 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  
 press@bmtu.ru, www.baumanpress.ru

**Редакция:**

 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1  
 +7-499-263-63-54, izvuzmash@bmtu.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, EBSCO

При использовании материалов ссылка на журнал обязательна

 Подписной индекс журнала «Известия высших учебных заведений. Машиностроение» на 2019 г. 70370 в объединенном каталоге «Пресса России» www.pressa-rg.ru  
 Подписку также можно оформить в агентстве «Урал-Пресс» +7-495-961-23-62, www.ural-press.ru

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

**Редакционная коллегия:**
**Алешин Н.П.** академик РАН, д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Россия  
**Артемов Б.В.** д-р техн. наук (Ассоциация «СПЕКТР-ГРУПП»), Россия  
**Ваулин С.Д.** д-р техн. наук (ЮУрГУ), Россия  
**Галиновский А.Л.** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Россия  
**Глазунов В.А.** д-р техн. наук (ИМАШ РАН), Россия  
**Грибин В.Г.** д-р техн. наук (МЭИ), Россия  
**Григорьянц А.Г.** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Россия  
**Грубый С.В.** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Россия  
**Демихов К.Е.** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Россия  
**Захаров М.Н.** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Россия  
**Зубков Н.Н.** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Россия  
**Коновалов А.В.** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Россия  
**Котиев Г.О.** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Россия  
**Лесков А.Г.** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Россия  
**Леонтьев А.И.** Академик РАН, д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Россия  
**Марков В.А.** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Россия  
**Марченко А.П.** академик Академии Высшей школы Украины, д-р техн. наук (НТУ «ХПИ»), Украина  
**Подураев Ю.В.** д-р техн. наук (МГТУ «Станкин»), Россия  
**Поляков С.А.** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Россия  
**Просурцов П.В.** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Россия

**Резник С.В.** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Россия  
**Русин М.Ю.** д-р техн. наук (НПК РТО), Россия  
**Серебрянников С.В.** д-р техн. наук (МЭИ), Россия  
**Тимофеев Г.А.** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Россия  
**Тимошенко В.П.** д-р техн. наук (ОАО НПО «Молния»), Россия  
**Тимушев С.Ф.** д-р техн. наук (МАИ), Россия  
**Туркин И.К.** д-р техн. наук (МАИ), Россия  
**Хрусталева Б.М.** академик НАН Беларуси, д-р техн. наук (БНТУ), Беларусь  
**Чернышев А.В.** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Россия  
**Шалай В.В.** д-р техн. наук (ОМГТУ), Россия  
**Шатров М.Г.** д-р техн. наук (МАДИ), Россия  
**Шахматов Е.В.** д-р техн. наук (Самарский университет), Россия  
**Шелюфаст В.В.** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Россия  
**Шиганов И.Н.** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Россия  
**Щерба В.Е.** д-р техн. наук (ОМГТУ), Россия  
**Юша В.Л.** д-р техн. наук (ОМГТУ), Россия  
**Yves Fautrelle** Dr.-Phys., Prof. (Grenoble Institute of Technology), France  
**Wang Shuguo** Prof. (Harbin Institute of technology), China  
**Nguyen Cong Dinh** Dr. Sc. (Eng.), Prof. (Le Quy Don Vietnam State Technical University), Vietnam  
**Alison McMillan** Dr. Sc. (Eng.), Prof. (Glyndwr University), Great Britain  
**Marco Ceccarelli** Prof. (UNICAS), Italy

В оформлении использованы шрифты Студии Артемия Лебедева

## Содержание

### Машиностроение и машиноведение

**В.П. Радин, В.П. Чирков, А.В. Щугорев, В.Н. Щугорев**

Методы определения критических значений неконсервативных нагрузок в задачах устойчивости механических систем ..... 3

**Е.Ю. Матасова, Д.В. Виноградов**

Корректировка подачи при фрезеровании криволинейных поверхностей ..... 14

**С.С. Волков, В.М. Неровный, Г.А. Бигус**

Влияние материала и геометрической формы волноводов на процесс ультразвуковой сварки пластмасс ..... 25

**Б.П. Тимофеев, Н.Т. Данг**

Повышение коэффициента перекрытия в упругой модели модифицированной зубчатой передачи ..... 33

### Энергетическое, металлургическое и химическое машиностроение

**Ю.Б. Галеркин, А.Ф. Рекстин, О.А. Соловьева**

Выбор размеров безлопаточного диффузора центробежной компрессорной ступени на стадии первичного проектирования ..... 43

**Н.А. Райковский, В.Л. Юша, А.В. Третьяков, В.А. Захаров**

Теоретическая оценка тепловых деформаций несмазываемых подшипниковых узлов малорасходных турбокомпрессорных агрегатов ..... 58

**Н.Л. Великанов, В.А. Наумов**

Моделирование характеристик водокольцевых вакуумных насосов ..... 70

**В.Е. Щерба, Е.Ю. Носов, А.С. Тегжанов, А.М. Парамонов, В.Н. Блинов, В.И. Суриков**

Экспериментальное исследование бескрейцкопфной поршневой гибридной энергетической машины объемного действия с интенсивным охлаждением компримируемого газа ..... 78

### Авиационная и ракетно-космическая техника

**М.А. Комков, Ю.В. Баданина**

Проектирование и технология намотки криволинейных трубопроводов из спекаемой полиимидно-фторопластовой пленки ..... 86

**Е.В. Нескоромный, Д.С. Марков**

Методика определения живучести и стойкости воздушных винтов летательных аппаратов к ударному воздействию посторонних предметов ..... 93

# Proceedings of Higher Educational Institutions. Machine Building

#10(715) 2019  
October

certificate of registration of mass media PI № FS77-49142 ISSN 0536-1044 doi: 10.18698/0536-1044-2019-10

**Founder:** "Bauman Moscow State Technical University"

**Publisher:** Bauman Press,  
105005, Moscow, 2<sup>nd</sup> Baumanskaya St., Bldg. 5, Block 1  
+ 7-499-263-69-50, 263-60-45  
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.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, EBSCO

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

**Editor-in-Chief:** S.Gavryushin  
Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU)  
**Executive Secretary:** E. Andronova  
**Layout:** A. Uralova  
**Design:** A. Klyucheva

## Editorial Board:

**Aleshin N.P.** Academician, Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia  
**Artemiev B.V.** Dr. Sc. (Eng.) (Association "SPECTR-GROUP"), Russia  
**Vaulin S.D.** Dr. Sc. (Eng.) (SUSU), Russia  
**Galinovskii A.L.** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia  
**Glazunov V.A.** Dr. Sc. (Eng.) (IMASH RAN), Russia  
**Gribin V.G.** Dr. Sc. (Eng.) (MPEI), Russia  
**Grigoryants A.G.** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia  
**Grubyi S.V.** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia  
**Demikhov K.E.** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia  
**Zakharov M.N.** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia  
**Zubkov N.N.** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia  
**Konovalov A.V.** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia  
**Kotiev G.O.** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia  
**Leskov A.G.** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia  
**Leontiev A.I.** Academician, Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia  
**Markov V.A.** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia  
**Marchenko A.P.** Dr. Sc. (Eng.) (NTU "KhPI"), Russia  
**Poduraev Yu.V.** Dr. Sc. (Eng.) (MSTU "Stankin"), Russia  
**Polyakov S.A.** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia  
**Prosuntsov P.V.** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia  
**Reznik S.V.** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia

**Rusin M.Yu.** Dr. Sc. (Eng.) (NPK RTO), Russia  
**Serebryannikov S.V.** Dr. Sc. (Eng.) (MPEI), Russia  
**Timofeev G.A.** D.Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia  
**Timoshenko V.P.** Dr. Sc. (Eng.) (Center for ground testing and experimental studies Molniya), Russia  
**Timushev S.F.** Dr. Sc. (Eng.) (MAI), Russia  
**Turkin I.K.** Dr. Sc. (Eng.) (MAI), Russia  
**Khrustalev B.M.** Dr. Sc. (Eng.) (BNTU), Belarus  
**Chernyshev A.V.** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia  
**Shalay V.V.** Dr. Sc. (Eng.) (OmSTU), Russia  
**Shatrov M.G.** Dr. Sc. (Eng.) (MADI), Russia  
**Shakhmatov E.V.** Dr. Sc. (Eng.) (Samara State Aerospace University Named after Academician S.P. Korolev), Russia  
**Shelofast V.V.** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia  
**Shiganov I.N.** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia  
**Sherba V.E.** Dr. Sc. (Eng.) (OmSTU), Russia  
**Yusha V.L.** Dr. Sc. (Eng.) (OmSTU), Russia  
**Yves Fautrelle** Dr.-Phys., Prof. (Grenoble Institute of Technology), France  
**Wang Shuguo** Prof. (Harbin Institute of Technology), China  
**Nguyen Cong Dinh** PhD, Prof. (Le Quy Don VSTU), Vietnam  
**Alison McMillan** PhD, Prof. (Glyndwr University), Great Britain  
**Marco Ceccarelli** Prof. (UNICAS), Italy

Used in the design fonts Lebedev Studio

## Contents

### Mechanical Engineering and Machine Science

<b>V.P. Radin, V.P. Chirkov, A.V. Shchugorev, V.N. Shchugorev</b> Methods of Determination of Critical Values of Nonconservative Loads In Problems Of Stability Of Mechanical Systems .....	3
<b>E.N. Matasova, D.V. Vinogradov</b> Feed adjustment when milling curved surfaces .....	14
<b>S.S. Volkov, V.M. Nerovniy, G.A. Bigus</b> The Effect of the Material and the Geometric Shape of the Waveguides on the Process of Ultrasonic Welding of Plastics .....	25
<b>B.P. Timofeev, N.T. Dang</b> Increasing the Overlap Factor in the Elastic Model of the Modified Gear .....	33

### Power, Metallurgic and Chemical Engineering

<b>Yu.B. Galerkin, A.F. Rekstin, O.A. Solovyeva</b> Vaneless Diffuser of the Centrifugal Compressor Stage: Sizes, Calculation at the Primary Design .....	43
<b>N.A. Raykovskiy, V.L. Yusha, A.V. Tretyakov, V.A. Zakharov</b> Theoretical Estimation of Thermal Deformations of Non-Lubricated Bearings of Low-Flow Turbocharger Units .....	58
<b>N.L. Velikanov, V.A. Naumov</b> Modeling of Characteristics of Water-Ring Vacuum Pumps .....	70
<b>V.E. Shcherba, E.Y. Nosov, A.S. Tegzhanov, A.M. Paramonov, V.N. Blinov, V.I. Surikov</b> Experimental Study of a Crossheadless Piston Hybrid Energy Machine of Volumetric Action with Intensive Cooling of the Compressed Gas .....	78

### Aviation, Rocket and Technology

<b>M.A. Komkov, Y.V. Badanina</b> Design and technology of winding of curved pipelines from sintered polyimide-fluoroplastic film .....	86
<b>E.V. Neskorumnyy, D.S. Markov</b> Methodology for determining the survivability and resistance of aircraft propellers to the impact of foreign objects .....	93