

**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@bmstu.ru, https://bmstu.press

**Редакция:**

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

Издаётся 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 2023 г. 70370.  
Подписку можно оформить  
в агентстве «Урал-Пресс»  
+7-495-961-23-62, www.ural-press.ru

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

**Редакционная коллегия:**
**Артемьев Б.В.** д-р техн. наук (Ассоциация «СПЕКТР-ГРУПП»), Россия  
**Бочкарев С.В.** д-р техн. наук (ПНИПУ), 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  
**Девянин С.Н.** д-р техн. наук (РГАУ-МСХА), Россия  
**Демидов К.Е.** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Россия  
**Еникеев Р.Д.** д-р техн. наук (УГАТУ), Россия  
**Еремин Е.Н.** д-р техн. наук (ОмГТУ), Россия  
**Зубков Н.Н.** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Россия  
**Калиакпаров А.Г.** д-р техн. наук (ПГУ им. С. Торайгырова), Республика Казахстан  
**Камалдинов В.Г.** д-р техн. наук (ЮУрГУ), Россия  
**Келлер И.Э.** д-р физ.-мат. наук (ИМСС УрО РАН, Пермь), Россия  
**Коновалов А.В.** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Россия  
**Люминарский И.Е.** 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.** д-р техн. наук (НТУ «ХПИ»), Украина

**Подураев Ю.В.** д-р техн. наук (МГТУ «Станкин»), Россия  
**Пожбелко В.И.** д-р техн. наук (ЮУрГУ), Россия  
**Просунцов 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  
**Саяпин С.Н.** д-р техн. наук (ИМАШ РАН), Россия  
**Серебрянников С.В.** д-р техн. наук (МЭИ), Россия  
**Сильченко П.Н.** д-р техн. наук (СФУ), Россия  
**Сорокин Ф.Д.** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Россия  
**Судник Л.В.** д-р техн. наук (НИИ ИП с ОП), Беларусь  
**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.** 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  
**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  
**Fautrelle Yves** Prof. Dr.-Phys. (Grenoble Institute of Technology), France  
**Shuguo Wang** Prof. (Harbin Institute of technology), China  
**Nguyen Cong Dinh** Dr. Sc. (Eng.), Prof. (Le Quy Don Vietnam State Technical University), Vietnam  
**McMILLAN Alison** Dr. Sc. (Eng.) (Glyndwr University), Great Britain  
**Ceccarelli Marco** Prof. (UNICAS), Italy

 В оформлении использованы  
шрифты Студии Артемия Лебедева

## Содержание

### Механика

**Е.А. Никитин, А.Е. Белкин**

Оптимизация профиля иглы жидкостно-газового амортизатора опоры шасси самолета ..... 3

### Машиностроение и машиноведение

**М.А. Любченко, И.В. Магнитский, С.В. Тащилов, А.Л. Чжан**

Масштабные эффекты в резьбовых деталях из пространственно-армированных углерод-углеродных композиционных материалов ..... 14

**В.И. Пожбелко, Е.Н. Куц**

Теория и практика структурного синтеза новых рычажных механизмов с совмещенными цилиндрическими шарнирами для разных областей техники ..... 23

**А.А. Романов, С.М. Демидов, Л.В. Гаврилина, Р.А. Чернецов, А.Б. Ласточкин**

О некоторых динамических свойствах механизма параллельной структуры типа «трипод» вблизи особых положений ..... 38

**К.А. Шалюхин**

Разработка задатчиков движения для управления роботизированными системами с постоянной точкой ввода инструмента ..... 45

**С.С. Волков, В.М. Неровный, Н.В. Коберник, Ю.А. Михайлова**

Применение пьезокерамических преобразователей для ультразвуковой сварки синтетических тканей. .... 52

**И.О. Стасюк, В.В. Савин, Э.К. Погосян, Л.А. Савина, А. Ример**

О структуре гидравлических потерь при работе многоступенчатых лопастных насосов ..... 61

**А.В. Трулев, С.Ф. Тимушев, В.О. Ломакин, А.В. Клипов, Е.М. Шмидт**

Совершенствование проточной части мультифазных ступеней с использованием мультифазного коэффициента относительной скорости движения дискретных частиц ..... 72

### Энергетика и электротехника

**В.И. Богданов, А.К. Дормидонтов, И.А. Немтырева**

 Анализ концепции роторно-поршневого двигателя с реализацией цикла газотурбинного двигателя  $V = \text{const}$  ... 88

**В.В. Грачев, А.В. Грищенко, Ф.Ю. Базилевский, М.В. Федотов, М.Н. Панченко**

Контроль технического состояния цилиндрической группы тепловозного дизеля в период предпусковой холодной прокрутки ..... 95

### Авиационная и ракетно-космическая техника

**Е.С. Головина, А.Р. Хайруллин**

Типовые технологические операции при ремонте вмятин сотовых конструкций из полимерных композиционных материалов. .... 108

**В.Л. Письменный**

Концепция построения стехиометрического турбореактивного двигателя ..... 116

**П.Н. Хопин**

Оценка ресурса пар трения с твердосмазочными покрытиями при реверсивном движении в условиях вакуума ..... 127

**С.В. Резник, К.В. Михайловский, Е.Н. Абрамова**

Ключевые вопросы создания надувных тормозных устройств для увода вышедших из строя спутников в плотные слои атмосферы. Часть 3. Оценка стойкости оболочки к ударам микрометеороидов и элементов малого космического мусора ..... 135

**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  
https://bmstu.press

**Revision:**  
105005, Moscow, 2<sup>nd</sup> Baumanskaya St., Bldg. 5, Block 1,  
BMSTU  
+7-499-263-63-54, izvuzmash@bmstu.ru  
www.ivzuzmash.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  
BMSTU Journal of Mechanical  
Engineering at 70370.  
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:** N. Berdavyteva  
**Design:** A. Klyucheva

## Editorial Board:

**Artemiev B.V.** Dr. Sc. (Eng.) (SPECTR-GROUP), Russia  
**Bochkarev S.V.** Dr. Sc. (Eng.) (PNRPU), 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  
**Grubiy S.V.** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia  
**Devyanin S.N.** Dr. Sc. (Eng.) (RSAU – MTAA), Russia  
**Demikhov K.E.** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia  
**Enikeev R.D.** Dr. Sc. (Eng.) (USATU), Russia  
**Eremín E.N.** Dr. Sc. (Eng.) (OmSTU), Russia  
**Zubkov N.N.** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia  
**Kaliakparov A.G.** Dr. Sc. (Eng.) (S. Toraihyrov Pavlodar State University), Kazakhstan  
**Kamaltudinov V.G.** Dr. Sc. (Eng.) (SUSU), Russia  
**Keller I.E.** Dr. of Physical and Mathematical Sciences (IMSS Uro RAS, Perm), Russia  
**Kononov A.V.** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia  
**Lyuminarsky I.E.** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia  
**Markov V.A.** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia  
**Marchenko A.P.** Dr. Sc. (Eng.) (NTU «KhPI»), Ukraine  
**Poduraev Yu.V.** Dr. Sc. (Eng.) (MSTU «Stankin»), Russia  
**Pozhbelko V.I.** Dr. Sc. (Eng.) (SUSU), 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  
**Sayapin S.N.** Dr. Sc. (Eng.) (IMASH RAN), Russia  
**Serebryannikov S.V.** Dr. Sc. (Eng.) (MPEI), Russia  
**Silchenko P.N.** Dr. Sc. (Eng.) (SFU), Russia  
**Sorokin F.D.** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia  
**Sudnik L.V.** Dr. Sc. (Eng.), (Pulse Processes with Pilot Production), Belarus,  
**Timofeev G.A.** D.Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia  
**Timoshenko V.P.** Dr. Sc. (Eng.) (NPO 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 University), Russia  
**Shiganov I.N.** Dr.Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia  
**Shcherba V.E.** Dr. Sc. (Eng.) (OmSTU), Russia  
**Yusha V.L.** Dr. Sc. (Eng.) (OmSTU), Russia  
**Fautrelle Yves** Prof., Dr.-Phys. (Grenoble Institute of Technology), France  
**Shuguo Wang** Prof. (Harbin Institute of technology), China  
**Nguyen Cong Dinh** Dr. Sc. (Eng.), Prof. (Le Quy Don Vietnam State Technical University), Vietnam  
**McMILLAN Alison** Dr. Sc. (Eng.) (Glyndwr University), Great Britain  
**Ceccarelli Marco** Prof. (UNICAS), Italy

Used in the design fonts Lebedev Studio

## Contents

### Mechanics

**E.A. Nikitin, A.E. Belkin**

Optimization of the gas-liquid damper pin in the aircraft landing gear..... 3

### Mechanical Engineering and Machine Science

**M.A. Lyubchenko, I.V. Magnitsky, S.V. Tashchilov, A.L. Zhang**

Scaling effects in the threaded pieces made of the spatially reinforced carbon-carbon composite materials .... 14

**V.I. Pozhbelko, E.N. Kuts**

Theory and application of structural synthesis of the new lever mechanisms with the multiple cylinder joints for different technology areas ..... 23

**A.A. Romanov, S.M. Demidov, L.V. Gavriline, R.A. Chernetsov, A.B. Lastochkin**

Certain dynamic features of the "tripod" type parallel structure mechanisms at the singular positions ..... 38

**K.A. Shalyukhin**

Design and development of motion generators for controlling the robotic systems with a constant tool insertion point..... 45

**S.S. Volkov, V.M. Nerovniy, N.V. Kobernik, J.A. Mikayilova**

Piezo-ceramic transducer introduction in the synthetic fabrics ultrasonic welding ..... 52

**I.O. Stasyuk, V.V. Savin, E.K. Pogosyan, L.A. Savina, A. Rimer**

On structure of the hydraulic energy losses during the multistage vane pump operation..... 61

**A.V. Trulev, S.F. Timushev, V.O. Lomakin, A.V. Klipov, E.M. Shmidt**

Improving the multiphase stages flow path using the multiphase coefficient of the discrete particles relative speed ..... 72

### Energy and Electrical Engineering

**V.I. Bogdanov, A.K. Dormidontov, I.A. Nemtyreva**

Analysis of the rotor-piston engine concept with the implemented GTE cycle at the constant volume ..... 88

**V.V. Grachev, A.V. Grischenko, F.Y. Bazilevsky, M.V. Fedotov, M.N. Panchenko**

Monitoring the locomotive diesel cylinder-piston group technical condition during the pre-start cold cranking .. 95

### Aviation, Rocket and Technology

**E.S. Golovina, A.R. Khairullin**

Typical technological operations in repairing dents on the PCM honeycomb structures ..... 108

**V.L. Pismennyi**

The concept of constructing a stoichiometric turbojet engine ..... 116

**P.N. Khopin**

Evaluation of the friction pairs service life with solid lubricant coatings at the reverse motion in the vacuum conditions ..... 127

**S.V. Reznik, K.V. Mikhaylovskiy, E.N. Abramova**

Key issues in creating inflatable braking devices for removal of the failed satellites into the atmosphere dense layers. Part 3. Assessment of the shell resistance to impacts of micrometeorites and elements of small space debris ..... 135