

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 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.izvuzmash.bmstu.ru

Главный редактор: С.С. Гаврюшин
д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана)
Ответственный секретарь: Е.Н. Андропова
Верстка: Н.Ф. Бердашева
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. Древалъ 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. Макуш 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. Хрусталеv 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

Ф.Д. Сорокин, Су Чжоу

Конечный элемент в виде витка для расчета частот и форм собственных колебаний пружин с учетом сдвига и инерции вращения 3

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

Расчет параметров герметологических цепей. 12

И.А. Золотов, О.В. Шарков

Экспериментальное исследование радиальной деформации внешней обоймы роликовых механизмов свободного хода 19

С.А. Воронов, Вэйдун Ма

Стохастическая модель процесса абразивной обработки. Динамика плоского шлифования. 26

Транспортное и энергетическое машиностроение

А.М. Покровский, Д.А. Дубин

Анализ трещиностойкости торсионных валов гусеничной машины при эксплуатационных нагрузках 37

Г.А. Арутюнян, А.Б. Карташов

Разработка математической модели разрушения углепластиковых энергопоглощающих элементов несущей системы автомобиля 45

Технология и технологические машины

А.А. Барзов, В.В. Вельтищев, А.Л. Галиновский, Д.Р. Мугла

Кинетический анализ механизма автоколебаний массовой концентрации дисперсно-твердофазных частиц в гидроультраструе 55

С.С. Волков, В.М. Неровный, Л.А. Шестель

Влияние концентрации тепловой энергии на прочность поверхностей при ультразвуковой сварке пластмасс 63

Авиационная и ракетно-космическая техника

С.В. Резник, П.В. Просунцов, А.Д. Новиков

Перспективы повышения размерной стабильности и весовой эффективности рефлекторов зеркальных космических антенн из композиционных материалов 71

П.Н. Хопин

Оценка долговечности пар трения с твердосмазочными покрытиями различных составов отечественного и зарубежного производства 84

Proceedings of Higher Educational Institutions. Machine Building

#1 (694) 2018
January

certificate of registration of mass media PI № FS77-49142 ISSN 0536-1044 DOI 10.18698/0536-1044-2018-1

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

Publisher: Publishing house of BMSTU, 105005, Moscow, 2nd 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, 2nd 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. Berdavtceva

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

F.D. Sorokin, Su Zhou

A Finite Element in the Form of a Single Coil for Calculating Natural Frequencies and Mode Shapes of Springs with Consideration of the Rotational Inertia and Shear 3

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

The Calculation of Hermetic Circuit Parameters 12

I.A. Zolotov, O.V. Sharkov

Experimental Research of Radial Deformation of the Outer Shell of Roller One-Way Clutches 19

S.A. Voronov, Weidong Ma

A Stochastic Model of Abrasive Processing. The Dynamics of Flat Grinding 26

Transportation and Power Engineering

A.M. Pokrovskiy, D.A. Dubin

The Estimation of Fracture Toughness of Torsion Shafts of a Tracked Vehicle under Operational Loads 37

G.A. Arutyunyan, A.B. Kartashov

Development of a Mathematical Fracture Model of Carbon Fiber Energy-Absorbing Elements of a Vehicle Undercarriage 45

Technology and Process Machines

A.A. Barzov, V.V. Veltishchev, A.L. Galinovskiy, D.R. Mugla

Kinetic Analysis of the Mechanism of Self-Induced Vibrations of the Mass Concentration of Dispersed-and-Solidphase Particles into a Hydro-Ultrajet 55

S.S. Volkov, V.M. Nerovnyy, L.A. Shestel

The Effect of Thermal Energy Concentration on the Strength of Welded Surfaces in the Ultrasonic Welding of Plastics 63

Aviation and Rocket-Space Engineering

S.V. Reznik, P.V. Prosuntsov, A.D. Novikov

Prospects of Increasing the Dimensional Stability and the Weight Efficiency of Mirror Space Antenna Reflectors Made of Composite Materials 71

P.N. Khopin

An Assessment of the Durability of Friction Couples with Solid Lubricant Coatings of Various Compositions Produced by Domestic and Foreign Manufacturers 84