

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 2016 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. 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. Королева)
Yves Fautrelle Dr.-Phys., Prof. (Grenoble Institute of Technology)
Wang Shuguo Prof., President of Harbin Institute of Technology
Nguyen 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

Г.А. Тимофеев, Ф.И. Фурсяк

Анализ влияния ошибок изготовления деталей волновой зубчатой передачи на ее кинематическую погрешность. 3

Д.С. Пелупесси, М.В. Жавнер

Пружинные аккумуляторы с выходным поворотным звеном для шаговых перемещений. 9

О.А. Ряховский, В.С. Сыромятников

Экспериментальное определение коэффициентов трения в болтовом соединении. 18

М.Е. Лустенков

Силовой анализ передач с промежуточными телами качения 26

О.Н. Тушев, А.В. Маркианов

Анализ влияния высокочастотных случайных вибраций на нелинейную модель конструкции 32

Транспортное и энергетическое машиностроение

В.В. Беляков, Д.В. Зезюлин, В.С. Макаров, А.А. Куркин

Разработка шасси многоосного вездеходного транспортного средства с гидрообъемной трансмиссией 39

Технология и технологические машины

Ю.Г. Кабалдин, Д.А. Шатагин, И.Л. Лаптев, Д.А. Сидоренков

Разработка динамического паспорта станка на основе нейросетевого моделирования его рабочего пространства с использованием технологии nVidia CUDA и подходов глубокого обучения. 49

В.А. Макаров, Ю.С. Асадова, Р.Е. Тютяев

Частотные методы калибровки средств контроля герметичности 57

В.И. Пронякин

Диагностические признаки в оценке технического состояния машин и механизмов. 64

П.Г. Тимофеев, А.Г. Ягопольский

Роль и значение PDM-систем при разработке технологического оборудования. 73

С.С. Гаврюшин, Х.М. Данг

Многокритериальное управление жизненным циклом процесса металлообработки 82

Авиационная и ракетно-космическая техника

А.Г. Андреев, Г.В. Казаков, В.В. Корянов

Информационная устойчивость автоматизированной системы управления полетом космического аппарата как интегральное свойство, определяющее ее качество 96

Proceedings of Higher Educational Institutions. Machine Building

#10 (679) 2016
October

certificate of registration of mass media PI № FS77-49142 ISSN 0536-1044 DOI 10.18698/0536-1044-2016-10

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 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. 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 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

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

G.A. Timofeev, F.I. Fursyak

The Estimation of the Influence of Manufacturing Faults in a Harmonic Drive on the Kinematic Error 3

D.S. Pelupessy, M.V. Zhavner

Spring-Loaded Accumulators with the Output Rotary Link for Step Movements 9

O.A. Ryakhovskiy, V.S. Syromyatnikov

The Experimental Determination of the Coefficients of Friction in Bolted Joints 18

M.E. Lustenkov

Load Analysis of Transmission Drives with Intermediate Rolling Bodies 26

O.N. Tushev, A.V. Markianov

The Analysis of Influence of High-Frequency Vibrations on the Nonlinear Model of a Construction 32

Transportation and Power Engineering

V.V. Belyakov, D.V. Zezyulin, V.S. Makarov, A.A. Kurkin

The Development of a Multi-Axle All-Terrain Vehicle with a Hydrostatic Transmission 39

Technology and Process Machines

Y.G. Kabaldin, D.A. Shatagin, I.L. Laptev, D.A. Sidorenkov

The Development of the Machine-Tool Dynamic Passport Based on Neural Network Modeling of its Working Space Using nVidia CUDA Technology and Deep Learning Approaches 49

V.A. Makarov, Y.S. Asadova, R.E. Tyutyaev

Frequency Methods for Calibrating Leak Detectors 57

V.I. Pronyakin

Diagnostic Features in the Assessment of the Technical Condition of Machines and Mechanisms 64

P.G. Timofeev, A.G. Jagopolsky

The Role and Significance of PDM Systems in the Development of Manufacturing Equipment 73

S.S. Gavriushin, H.M. Dang

Multi-Criteria Management of the Life Cycle of Metal Cutting Process 82

Aviation and Rocket-Space Engineering

A.G. Andreev, G.V. Kazakov, V.V. Koryanov

Information Stability of an Automated Flight Control System for Spacecraft as an Integrated Property Defining its Quality 96