

Учредитель: МГТУ им. Н.Э. Баумана

Издатель:

 Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана
105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, к. 1
+7-499-263-69-50, 263-60-45
press@bmstu.ru, https://bmstu.press

Редакция:

 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, к. 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 2022 г. 70370.
Подписку 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: Н.Ф. Бердацева
Дизайн: А.С. Ключева

Редакционная коллегия:
Алёшин Н.П. Академик РАН, д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Россия
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
Воробьев Е.И. д-р техн. наук (ИМАШ РАН), 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
Демихов 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
Камалтдинов В.Г. д-р техн. наук (ЮУрГУ), Россия
Коновалов А.В. 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
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
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
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

Машиностроение и машиноведение

Е.А. Дудоров, В.В. Кудюкин, К.А. Котова Робототехнические комплексы обслуживания подвижного состава российских железных дорог.	3
В.Л. Заковоротный, Э.О. Фесенко, В.Е. Гвинджилия Влияние процесса резания на динамические свойства приводов исполнительных элементов станка	16
Д.А. Ронжин, А.Г. Григорьянц, А.А. Холопов Влияние технологических параметров на структуру металла изделий, полученных методом прямого лазерного выращивания из титанового порошка ВТ6.	30
А.Г. Шишов Динамическая диагностическая 3D-модель шпинделя шлифовального станка. Гибридный способ моделирования	43
П.А. Ларюшкин Определение обобщенных реакций в механизмах параллельной структуры	54

Энергетическое, металлургическое и химическое машиностроение

Д.А. Ожерельев, В.В. Шалай, И.А. Ридель Исследование эффективности центробежных сепараторов для подготовки газа	63
А.В. Трулев, В.О. Ломакин, И.В. Клиндух, В.С. Удовицкий, С.Ф. Тимушев Конструктивные особенности лопастных решеток рабочих колес, перекачивающих газожидкостные смеси, позволяющие снизить объем газовых каверн.	73

Авиационная и ракетно-космическая техника

Ф.В. Пелевин, А.В. Пономарев, И.В. Лоханов Двухконтурный рекуперативный теплообменный аппарат с межканальным движением теплоносителя в металлических сетчатых материалах.	85
Д.С. Боярский, В.А. Тарасов, М.А. Бабуринов, В.Д. Баскаков, Р.В. Боярская Численный анализ эволюции процесса гофрообразования при косом обжатии пластины в условиях гибки уголкового детали	92
А.В. Сальников, М.С. Французов, К.А. Виноградов, К.Р. Пятунин, А.С. Никулин Верификация и валидация компьютерных моделей.	100
Н.О. Борщев, А.Е. Белявский, О.А. Юранев Оценка времени захлаживания криогенного бака азотной парожидкостной смесью	116

Founder: "Bauman Moscow State Technical University"

Publisher: Bauman Press,
105005, Moscow, 2nd Baumanskaya St., Bldg. 5, Block 1
+ 7-499-263-69-50, 263-60-45
press@bmstu.ru
https://bmstu.press

Revision:
105005, Moscow, 2nd Baumanskaya St., Bldg. 5, Block 1,
BMSTU
+7-499-263-63-54, izvuzmash@bmstu.ru
www.ivvuzmash.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:
Aleshin N.P. Academician, Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia
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
Vorobyev E.I. Dr. Sc. (Eng.) (IMASH RAN), 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
Eremine 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
Kamaltidinov V.G. Dr. Sc. (Eng.) (SUSU), Russia
Konovalov A.V. Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia
Leontiev A.I. Academician, 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
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
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

Mechanical Engineering and Machine Science

E.A. Dudorov, V.V. Kudyukin, K.A. Kotova Robotic Systems for Servicing Russian Railway Rolling Stock	3
V.L. Zakovorotniy, E.O. Fesenko, V.E. Gvindzhiliya Effect of the Cutting Process on the Dynamic Properties of Machine Actuator Drives	16
D.A. Ronzhin, A.G. Grigoryants, A.A. Kholopov Effect of Operational Parameters on Metal Structure in Products Manufactured by Direct Laser Deposition from VT6 Titanium Powder	30
A.G. Shirshov Dynamic Diagnostic 3D Simulation of a Grinding Machine Spindle. Hybrid Simulation Method	43
P.A. Laryushkin Determining Generalised Contact Forces in Parallel Mechanisms	54

Power, Metallurgic and Chemical Engineering

D.A. Ozherelev, V.V. Shalay, I.A. Ridel Investigating Efficiency Of Centrifugal Separators For Gas Treatment.	63
A.V. Trulev, V.O. Lomakin, I.V. Klindukh, V.S. Udovitskiy, S.F. Timushev Design Features of Impeller Vane Cascades to Pump Gas and Liquid Mixtures Conducive to Reducing Gas Cavern Magnitudes	73

Aviation, Rocket and Technology

F.V. Pelevin, A.V. Ponomarev, I.V. Lokhanov Dual-Circuit Recuperator Featuring Interchannel Coolant Movement within Metal Meshes	85
D.S. Boyarskiy, V.A. Tarasov, M.A. Baburin, V.D. Baskakov, R.V. Boyarskaya Numerical Analysis of Corrugation Development during Oblique Compression of a Plate When Manufacturing Angle Metal Parts	92
A.V. Salnikov, M.S. Frantsuzov, K.A. Vinogradov, K.R. Pyatunin, A.S. Nikulin Digital Simulation Verification and Validation	100
N.O. Borshchev, A.E. Belyavskiy, O.A. Yuranev Estimating Cryogenic Tank Cooling Time for a Nitrogen Vapour-Liquid Mixture	116