

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. 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:

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
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
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

Машиностроение и машиноведение

В.П. Радин, В.П. Чирков, Е.В. Позняк, О.В. Новикова Устойчивость стержня с упругим шарниром при нагружении распределенной неконсервативной нагрузкой	3
Г.А. Тимофеев, В.В. Панюхин, Р.М. Киселев Особенности силового нагружения и самоторможения реечных и инверсных реечных передач	14
П.А. Головкин Повышение качества магнитов из сплава ЮНДКТ5БА на этапе литья их заготовок	22
А.М. Кашкевич, Ю.В. Баданина, А.С. Филимонов, А.И. Долгих Верификация программных комплексов на примере статически определимой призматической балки	29
П.А. Никишечкин, В.А. Долгов, С.Н. Григорьев Разработка типовых архитектур цифровых двойников производственно-логистических систем машиностроительных предприятий на разных стадиях их жизненного цикла	37
С.С. Волков, А.С. Панкратов, А.Л. Ремизов, А.В. Коновалов Технологические особенности ультразвуковой сварки разнородных пластмасс	49
В.А. Макаров, А.З. Казарян, Ф.А. Королев Пневмоэлектрические регуляторы на основе эффекта силового действия струи	57
А.В. Трулев, С.Ф. Тимушев, В.О. Ломакин, А.В. Клипов Особенности повышения надежности и эффективности газосепараторов погружных установок электроцентробежных насосов для добычи пластовой жидкости	64
Энергетика и электротехника	
Л.В. Грехов, Н.А. Арсенов, Е.А. Салыкин, Ц. Чжао Расчет и корректировка значений упругих свойств топливных смесей	74
А.Г. Кузнецов, С.В. Харитонов, С.А. Каменских Разработка нейросетевого регулятора для дизеля	90
Авиационная и ракетно-космическая техника	
С.В. Резник, Е.Н. Абрамова Ключевые вопросы создания надувных тормозных устройств для увода вышедших из строя спутников в плотные слои атмосферы. Часть 1. Проектный облик. Движение в разреженной атмосфере	101
С.В. Русских, Ф.Н. Шклярчук Динамика плоского движения космического крана-манипулятора типа руки с учетом изгиба звеньев	112

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.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. Berdavsava
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
Konovalev 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

Mechanical Engineering and Machine Science

V.P. Radin, V.P. Chirkov, E.V. Poznyak, O.V. Novikova Stability of a rod with the elastic joint exposed to distributed non-conservative load	3
G.A. Timofeev, V.V. Panjukhin, R.M. Kiselev Features of force loading and self-braking in the rack and inverse rack gears	14
P.A. Golovkin Improving the quality of magnets made of the Fe-Al-Ni-Co alloy at their workpiece casting	22
A.M. Kashkevich, Yu.V. Badanina, A.S. Filimonov, A.I. Dolgikh Verification of software systems on the example of a statically definable prismatic beam	29
P.A. Nikishechkin, V.A. Dolgov, S.N. Grigoriev Development of the digital twins' typical architecture in the mechanical engineering enterprise production and logistics systems at different stages of their lifecycle	37
S.S. Volkov, A.S. Pankratov, A.L. Remizov, A.V. Konovalev Technological features of the heterogeneous plastics ultrasonic welding	49
V.A. Makarov, A.Z. Kazaryan, F.A. Korolev Pneumoelectric controllers based on the jet force action effect	57
A.V. Trulev, S.F. Timushev, V.O. Lomakin, A.V. Klipov Features of improving the reliability and efficiency of gas separators of submersible installations of electric centrifugal pumps for the reservoir fluid production	64

Energy and Electrical Engineering

L.V. Grekhov, N.A. Arsenov, E.A. Salykin, J. Zhao Calculation and correction of the fuel mixture elastic properties values	74
A.G. Kuznetsov, S.V. Kharitonov, S.A. Kamenskikh On the issue of developing the diesel engine neural network controller	90

Aviation, Rocket and Technology

S.V. Reznik, E.N. Abramova Key issues of creating the inflatable braking devices for removal of the failed satellites into the atmosphere dense layers. Part 1. Conceptual design. Motion in the rarefied atmosphere	101
S.V. Russkikh, F.N. Shklyarchuk Plane motion dynamics of a space-based crane-manipulator of the arm type taking into account the links' bending	112