

**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@bmtu.ru, www.baumanpress.ru

**Редакция:**

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

При использовании материалов ссылка  
на журнал обязательна

Подписной индекс журнала  
«Известия высших учебных заведений.  
Машиностроение» на 2019 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

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

**Редакционная коллегия:**

**Алешин 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  
**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  
**Демихов К.Е.** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Россия  
**Захаров М.Н.** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Россия  
**Зубков Н.Н.** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Россия  
**Коновалов А.В.** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Россия  
**Котиев Г.О.** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Россия  
**Лесков А.Г.** 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  
**Марков В.А.** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Россия  
**Марченко А.П.** академик Академии Высшей школы Украины, д-р техн. наук (НТУ «ХПИ»), Украина  
**Подураев Ю.В.** д-р техн. наук (МГТУ «Станкин»), Россия  
**Поляков С.А.** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана), 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  
**Серебрянников С.В.** д-р техн. наук (МЭИ), Россия  
**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.** академик НАН Беларуси, 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  
**Шелюфаст В.В.** д-р техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана), 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  
**Yves Fautrelle** Dr.-Phys., Prof. (Grenoble Institute of Technology), France  
**Wang Shuguo** Prof. (Harbin Institute of technology), China  
**Nguyen Cong Dinh** Dr. Sc. (Eng.), Prof. (Le Quy Don Vietnam State Technical University), Vietnam  
**Alison McMillan** Dr. Sc. (Eng.), Prof. (Glyndwr University), Great Britain  
**Marco Ceccarelli** Prof. (UNICAS), Italy

В оформлении использованы  
шрифты Студии Артемия Лебедева

## Содержание

### Машиностроение и машиноведение

**С.В. Грубый, П.А. Чаевский**

Обоснование стойкости и прочности резцов при точении канавок в заготовках из конструкционной стали повышенной твердости. .... 3

**Б.Б. Пономарев, Ши Хьен Нгуен**

Влияние ориентации инструмента на силы резания при концевом фрезеровании. .... 11

**С.С. Волков, С.А. Королев, Л.А. Шестель**

Разработка технологии и оборудования для ультразвуковой контурной сварки изделий из полиэтилена ... 21

**А.Е. Шупенев, Н.С. Панкова, И.С. Коршунов, А.Г. Григорьянц**

Анализ разрушающих методов измерения и контроля толщины тонких пленок. .... 31

**М.Л. Иоффе**

Об аналитическом подходе к выбору центроид в плоском зубчатом зацеплении. .... 40

### Энергетическое, металлургическое и химическое машиностроение

**А.Д. Хлопов, М.С. Французов**

Результаты численного моделирования двухфазного течения жидкость/газ при постоянных и реальных теплофизических свойствах жидкости в ударно-струйной форсунке ..... 51

### Авиационная и ракетно-космическая техника

**К.В. Михайловский, С.В. Барановски**

Учет обледенения поверхности крыла из полимерных композиционных материалов при проектных расчетах ..... 61

# Proceedings of Higher Educational Institutions. Machine Building

#3(708) 2019  
March

certificate of registration of mass media PI № FS77-49142 ISSN 0536-1044 doi: 10.18698/0536-1044-2019-3

**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  
www.baumanpress.ru

**Revision:**  
105005, Moscow, 2<sup>nd</sup> Baumanskaya St., Bldg. 5, Block 1,  
BMSTU  
+7-499-263-63-54, 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, EBSCO

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

**Editor-in-Chief:** S.Gavryushin  
Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU)

**Executive Secretary:** E. Andronova  
**Layout:** N. Berdavtceva  
**Design:** A. Klyucheva

## Editorial Board:

**Aleshin N.P.** Academician, Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU),  
Russia

**Artemiev B.V.** Dr. Sc. (Eng.) (Association “SPECTR-  
GROUP”), 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

**Grubyi S.V.** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia

**Demikhov K.E.** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia

**Zakharov M.N.** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia

**Zubkov N.N.** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia

**Kononov A.V.** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia

**Kotiev G.O.** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia

**Leskov A.G.** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia

**Leontiev A.I.** Academician, Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU),  
Russia

**Markov V.A.** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia

**Marchenko A.P.** Dr. Sc. (Eng.) (NTU “KhPI”), Russia

**Poduraev Yu.V.** Dr. Sc. (Eng.) (MSTU “Stankin”), Russia

**Polyakov S.A.** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), 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

**Serebryannikov S.V.** Dr. Sc. (Eng.) (MPEI), Russia

**Timofeev G.A.** D.Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia

**Timoshenko V.P.** Dr. Sc. (Eng.) (Center for ground  
testing and experimental studies 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 State  
Aerospace University Named after Academician S.P.  
Korolev), Russia

**Shelofast V.V.** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia

**Shiganov I.N.** Dr. Sc. (Eng.) (BMSTU), Russia

**Sherba V.E.** Dr. Sc. (Eng.) (OmSTU), Russia

**Yusha V.L.** Dr. Sc. (Eng.) (OmSTU), Russia

**Yves Fautrelle** Dr.-Phys., Prof. (Grenoble Institute of  
Technology), France

**Wang Shuguo** Prof. (Harbin Institute of Technology),  
China

**Nguyen Cong Dinh** PhD, Prof. (Le Quy Don VSTU),  
Vietnam

**Alison McMillan** PhD, Prof. (Glyndwr University),  
Great Britain

**Marco Ceccarelli** Prof. (UNICAS), Italy

Used in the design fonts Lebedev Studio

## Contents

### Mechanical Engineering and Machine Science

**S.V. Grubyi, P.A. Chaevskiy**

Justification of Tool Life and Strength of Cutters when Turning Grooves in Workpieces Made of Structural Steel with Increased Hardness ..... 3

**B.B. Ponomarev, Nguyen Sy Hien**

The Influence of Tool Orientation on Cutting Forces during End Milling ..... 11

**S.S. Volkov, S.A. Korolev, L.A. Shestel**

Development of Technology and Equipment for Ultrasonic Planimetric Welding of Polyethylene Products. .... 21

**A.E. Shupenev, N.S. Pankova, I.S. Korshunov, A.G. Grigoryants**

An Analysis of Destructive Methods of Thin Films Thickness Measurement. .... 31

**M.L. Ioffe**

On the Analytical Approach to the Selection of a Centroid in a Flat Gearing ..... 40

### Power, Metallurgic and Chemical Engineering

**A.D. Khlopov, M.C. Frantsuzov**

The Results of Numerical Simulation of Two-Phase Liquid-Gas Flow with Constant and Real Thermodynamics Properties of the Liquid in a Shock-Jet Nozzle ..... 51

### Aviation, Rocket and Technology

**K.V. Mikhailovskiy, S.V. Baranovski**

Accounting for Icing in the Design Analysis of Polymer Composite Wings ..... 61