

## СОДЕРЖАНИЕ

### Авиационная и ракетно-космическая техника

<b>Белоногов О.Б.</b> Экспериментальные исследования истечения и безразмерных параметров течения потоков жидкости в дроссельных окнах золотниковых гидрораспределителей с вращающимися гильзами .....	4
<b>Золотов А.А., Нуруллаев Э.Д.</b> Прогнозирование числа отказов программного обеспечения космических аппаратов .....	24
<b>Пье Пху Маунг, Малышева Г.В.</b> Моделирование кинетики процесса пропитывания при производстве рефлекторов зеркальных космических антенн из углепластиков .....	38
<b>Морозов А.С., Кротов А.С., Каськов С.И.</b> Оценка применимости термоэлектрической холодильной машины для термостабилизации фотоприемного устройства дистанционного зондирования Земли .....	48
<b>Корянов В.В., Нгуен К.Т, Нгуен В.Т.</b> Множественная регрессия для аэродинамической модели беспилотных летательных аппаратов по экспериментальным данным .....	59

### Машиностроение и машиноведение

<b>Тимофеев Г.А., Тарабарин В.Б.</b> Расчет заклинивания при упоре вершин зубьев колес в волновой передаче .....	68
--	----

### Механика

<b>Цветков С.В., Кулиш Г.Г., Смердов А.А., Барышев А.Н., Тащилов С.В., Магнитский И.В., Пономарёв К.А.</b> Методика и экспериментальные исследования материалов при трехосном растяжении .....	76
--	----

### Энергетическое, металлургическое и химическое машиностроение

<b>Демихов К.Е., Очков А.А.</b> Определение эффективного диапазона давлений газа на стороне всасывания турбомолекулярного вакуумного насоса .....	89
<b>Марков В.А., Шатров В.И.</b> Системы автоматического управления и регулирования теплоэнергетических установок и тенденции их совершенствования .....	96

### Металлургия и материаловедение

<b>Базалеева К.О., Цветкова Е.В., Балакирев Э.В.</b> Процессы рекристаллизации аустенитного сплава, полученного методом селективного лазерного плавления .....	117
<b>Захаров Б.М., Буреєв И.А.</b> Усовершенствование технологии нанесения теплозащитного покрытия на лопатки турбины .....	128

## CONTENTS

### Aviation, Rocket and Space Engineering

<b>Belonogov O.B.</b> Discharge and Non-Dimensional Parameters of Fluid Flows in Throttles of Spool Hydraulic Valves of Electro Hydraulic Amplifiers .....	4
<b>Zolotov A.A., Nurullaev E.D.</b> Forecasting the Number of Spacecraft Software Failures .....	24
<b>Pyi Phy Maung, Malysheva G.V.</b> Modeling of the Kinetics of Impregnation Process in the Production of Reinforced Carbon-Fiber Reflectors for Space Antennas .....	38
<b>Morozov A.S., Krotov A.S., Kas'kov S.I.</b> Feasibility Assessment of Thermally Stabilizing the Photodetector for Earth Remote Sensing with Thermoelectrical Cooler .....	48
<b>Koryanov V.V., Nguen K.T., Nguen V.T.</b> Multiple Regression for UAV Aerodynamic Model based on Experimental Data .....	59

### Mechanical Engineering and Machine Science

<b>Timofeev G.A., Tarabarin V.B.</b> Calculations of Jamming when Wheel Teeth Tops Stop in the Wave Gear .....	68
--	----

### Mechanics

<b>Tsvetkov S.V., Kulish G.G., Smerdov A.A., Baryshev A.N., Tashchilov S.V., Magnitskiy I.V., Ponomarev K.A.</b> Experimental Research of Materials in Triaxial Tension .....	76
---	----

### Power, Metallurgical and Chemical Engineering

<b>Demikhov K.E., Ochkov A.A.</b> Effective Range of Gas Pressure at the Suction Side of the Turbomolecular Vacuum Pump .....	89
<b>Markov V.A., Shatrov V.I.</b> Automatic Control Systems for Heat and Power Installations and Ways to Improve Them .....	96

### Metallurgy and Material Science

<b>Bazaleeva K.O., Tsvetkova E.V., Balakirev E.V.</b> Processes of Recrystallization in Austenitic Alloy Obtained by Methods of Selective Laser Melting .....	117
<b>Zakharov B.M., Bureev I.A.</b> Improved Technology for Heat-Shielding Coating Application onto Turbine Blades .....	128

# ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИСТЕЧЕНИЯ И БЕЗРАЗМЕРНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТЕЧЕНИЯ ПОТОКОВ ЖИДКОСТИ В ДРОССЕЛЬНЫХ ОКНАХ ЗОЛОТНИКОВЫХ ГИДРОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ С ВРАЩАЮЩИМИСЯ ГИЛЬЗАМИ

О.Б. Белоногов

obelonogoff@mail.ru  
post@rsce.ru

Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С.П. Королёва, г. Королёв,  
Московская обл., Российская Федерация

## Аннотация

Приведены результаты экспериментальных исследований параметров потоков жидкости (коэффициента расхода и числа Рейнольдса) в наливных и сливных дроссельных окнах прямоугольной и сегментной форм золотниковых гидрораспределителей электрогидравлических усилителей с вращающимися гильзами. В основу исследований положены  $\pi$ -теорема размерностей Букингема, а также разработанный автором способ определения этих параметров. На экспериментальной установке получены значения давлений в камерах нагнетания, слива и золотникового гидрораспределителя, перемещений золотникового плунжера и расходов жидкости на выходах соответственно рабочей или сливной камер. С помощью компьютерной программы по полученным экспериментальным значениям идентифицированы условные углы истечения и безразмерные параметры течения потоков жидкости. Предложен итерационный метод расчета безразмерных параметров течения потоков жидкости в дроссельных окнах золотниковых гидрораспределителей электрогидравлических усилителей с вращающимися гильзами

## Ключевые слова

*Электрогидравлический усилитель, золотник, метод идентификации, безразмерный параметр, поток жидкости*

Поступила в редакцию 24.06.2015  
© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016

Основной конструктивной особенностью электрогидравлических усилителей (ЭГУ) рулевых машин (РМ) [1] является известное в ракетостроении размещение золотниковых плунжеров в полых вращающихся осях шестеренных насосов РМ [2], исполняющих роль гильз золотниковых гидрораспределителей (ЗГР).

Вследствие этой конструктивной особенности рабочие процессы ЭГУ РМ существенно отличаются от рабочих процессов традиционных гидроприводов, имеющих ЭГУ со стационарными гильзами. Вращение гильз ЗГР в значительной степени влияет на демпфирование золотниковых плунжеров, на гидродинамические силы, действующие на золотниковые плунжеры в процессе функционирования РМ, а также на пропускную способность их дроссельных окон, что приводит к дополнительным потерям энергии потоков [2]. Сходные про-