



# ПРИВОДЫ И КОМПОНЕНТЫ МАШИН



На вершине машиностроительных технологий

## MACHINE DRIVES AND PARTS

International Engineering Journal

В номере

*Дайджест*

стр. 2

Возможности и области применения разновидности пневмодвигателей - пневмомускулов

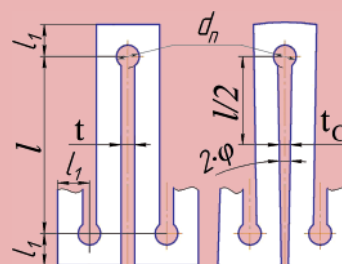
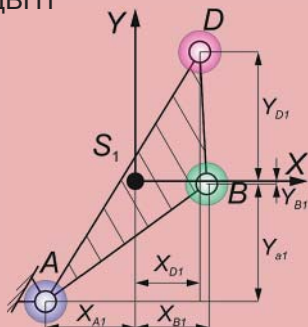


стр. 7

Стенд для исследования привода на основе неустойчивой газостатической опоры

стр. 16

Уравновешивание ромбического механизма ДВПТ



стр. 20

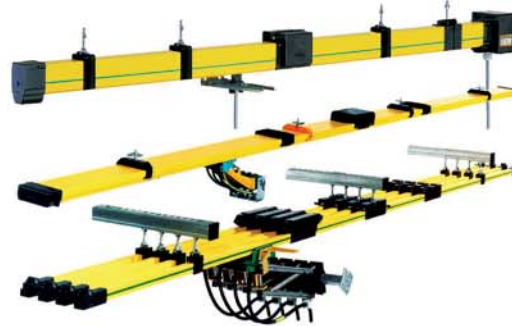
Конструкция и расчет патронов с разрезными цангами

На острие технического прогресса

Комплексные решения подачи электроэнергии к кранам,  
грузовым тележкам кранов, к исполнительным механизмам.

## Изолированные шинопроводы

Лёгкие – от 35А  
Средние – до 400А  
Тяжёлые – до 1250А



## Системы подвесных кабеленесущих тележек

Лёгкие серии - по с-образному профилю  
Средние и тяжёлые – по двутавру



## Пружинные и приводные кабельные барабаны



**ОБОРУДОВАНИЕ СО СКЛАДА И НА ЗАКАЗ.**

ООО «КОНДАКТИКС-ВАМПФЛЕР»  
МОСКВА, ТВЕРСКАЯ, 16  
ТЕЛ 8 499 922 24 06  
Email [info.ru@conductix.com](mailto:info.ru@conductix.com)  
[www.conductix.ru](http://www.conductix.ru)



3-4.2017  
(25)

**УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ**  
ООО Научно-производственное  
предприятие «ПОДЪЕМТРАНССЕРВИС»  
Свидетельство о регистрации  
ПИ № ФС77-43681 от 28.01.2011 г.

**Главный редактор Н.И. Ивашков**

**РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:**

**Бережной С.Б.** д-р техн. наук профессор, Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар; **Бозров В.М.** канд. техн. наук, Институт машиноведения (ИМАШ) им. А.А. Благонравова РАН, г. Москва; **Вавилов А.В.** д-р техн. наук профессор, Белорусский национальный технический университет, г. Минск (Беларусь); **Гаврюшин С.С.** д-р техн. наук профессор, Московский государственный технический университет (МГТУ) им. Н.Э. Баумана; **Григорьев О.В.** д-р техн. наук профессор, Харьковский национальный технический университет (Украина); **Гуськов А.М.** д-р техн. наук профессор, МГТУ им. Н.Э. Баумана, Научно-исследовательский центр «Курчатовский институт»; **Ивашков Н.И.** канд. техн. наук, Научно-производственное предприятие «Подъемтранссервис», Московская область; **Костромин А.Д.** канд. техн. наук, Союз изобретателей и рационализаторов, г. Бендеры (Молдова); **Красовский А.Б.** д-р техн. наук профессор, МГТУ им. Н.Э. Баумана; **Лагерев А.В.** д-р техн. наук профессор, Брянский государственный университет им. И.Г. Петровского; **Малащенко В.А.** д-р техн. наук профессор, Национальный университет «Львовская политехника» (Украина); **Матвиенко Ю.Г.** д-р техн. наук профессор, ИМАШ им. А.А. Благонравова РАН, г. Москва; **Мисюрин С.Ю.** д-р физ.-мат. наук, ИМАШ им. А.А. Благонравова РАН, г. Москва; **Осипов О.И.** д-р техн. наук профессор, Научно-исследовательский университет МЭИ, г. Москва; **Попов Е.В.** канд. техн. наук, ООО «Кранэлектродрифт», г. Москва; **Сморгонский А.В.** д-р физ.-мат. наук, Акционерная компания «Ригель», г. Санкт-Петербург; **Сушинский В.А.** канд. техн. наук доцент, Инженерный центр «Строймашавтоматизация», Московская область; **Тимофеев Г.А.** д-р техн. наук профессор, МГТУ им. Н.Э. Баумана (председатель); **Храмшин В.Р.** д-р техн. наук, профессор, Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова.

**РЕДАКЦИЯ:**

**Авиев А.В.**, научный редактор, ответственный секретарь  
**Апраксина Ю.Н.**, менеджер по распространению и рекламе  
**Бобкова А.Я.**, менеджер по развитию  
**Израйлевич М.Л.**, научный обозреватель

Выходит шесть раз в год.

Адрес для переписки: 141231, Московская обл.,  
Пушкинский р-н, пос. Лесной, ул. Мичурина, 9  
Тел/факс: (495) 967-69-83, 993-10-25  
E-mail: ptd@npp-pts.ru, pikmash@yandex.ru

Отпечатан с оригинал-макета заказчика в типографии  
ФГБНУ «Росинформатротех». 141261, пос. Правдинский  
Московской обл. ул. Лесная, 60      Заказ

При перепечатке или цитировании материалов ссылка на журнал обязательна. Позиция редакции не обязательно совпадает с мнением авторов публикаций. Редакция не несет ответственности за содержание и достоверность информации, предоставленной рекламодателями.

Подписные индексы журнала по каталогам:  
Агентства «Урал-Пресс» и «Пресса России» - 13174,  
Агентства «Роспечать» - 79420.

Международный инженерный журнал

# ПРИВОДЫ И КОМПОНЕНТЫ МАШИН

Издается с 2011 года

## MACHINE DRIVES AND PARTS

Информационный партнер Подъемно-транспортного  
научно-технического общества. Региональные  
объединения специалистов



Подготовка журнала осуществляется при поддержке  
Института машиноведения им. А.А. Благонравова  
Российской Академии наук



Включен Высшей аттестационной комиссией в Перечень изданий  
для публикации результатов докторских и кандидатских диссертаций

## СОДЕРЖАНИЕ

### 2 гидро- и пневмоприводы

Пневмомускулы - основные характеристики, методы расчета и  
области применения ..... 2

Стенд для исследования привода нового типа на основе эффекта  
"пределный пневмомолот" в газостатическом автоколебательном  
устройстве ..... 7

### 12 механические передачи

Влияние величины радиальных зазоров на частоту обкатки  
статора вращающимся ротором.  
Часть 1: статическая сторона задачи ..... 12

Уравновешивание асимметричного ромбического механизма  
двигателя с внешним подводом теплоты ..... 16

### 20 технологическое оборудование и оснастка

Патроны с разрезной цангой, прорезанной в шахматном порядке  
протяженными пазами от обоих торцов ..... 20

### 24 информация

Abstracts of published articles ..... 24

## АННОТАЦИИ ОПУБЛИКОВАННЫХ СТАТЕЙ

### ПНЕВМОМУСКУЛЫ – ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, МЕТОДЫ РАСЧЕТА И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

В.И. ИВЛЕВ, канд. техн. наук, старший научный сотрудник

А.В. ЛУНЕВ, младший научный сотрудник

Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, Москва, Россия.

Приводится краткий обзор основных конструкций пневмомускулов и их сравнение с пневмоцилиндрами. Даны примеры совершенствования пневмомускульных устройств в свете развития концепции «гибких роботов». Рассматриваются методы расчета статических и динамических характеристик, схемы и алгоритмы управления движением пневмомускулов, наиболее перспективные области применения.

Ключевые слова: пневмомускулы, McKibben мускулы, биомеханика.

### СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИВОДА НОВОГО ТИПА НА ОСНОВЕ ЭФФЕКТА «ПРЕДЕЛЬНЫЙ ПНЕВМОМОЛОТ» В ГАЗОСТАТИЧЕСКОМ АВТОКОЛЕБАТЕЛЬНОМ УСТРОЙСТВЕ

И.С. ТКАЧЕВ, аспирант,

И.В. ТИЩЕНКО, канд. техн. наук, доцент,

Ю.В. ПЕШТИ, д-р техн. наук, профессор

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Россия

Представлен стенд для исследования нового типа привода, основанного на использовании эффекта вращения вала, возникающего в режиме «предельный пневмомолот» в газостатическом автоколебательном устройстве. Рассмотрены условия возникновения этого эффекта, определены возможные области применения нового типа привода. Приводятся конструктивные особенности привода и стенда для исследования вращательного движения вала.

Ключевые слова: газостатический подшипник, пневмомолот, привод, стенд, испытание.

### ВЛИЯНИЕ ВЕЛИЧИНЫ РАДИАЛЬНЫХ ЗАЗОРОВ НА ЧАСТОТУ ОБКАТКИ СТАТОРА ВРАЩАЮЩИМСЯ РОТОРОМ. Часть I: статическая сторона задачи

К.В. КРЕСТНИКОВСКИЙ, аспирант

А.Н. НИКИФОРОВ, канд. техн. наук, старший научный сотрудник

Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, Москва, Россия

Предлагается математическая модель обратного безотрывного движения (качения) в статоре по жесткому подшипнику вращающегося в нем с зазором несимметричного гибкого ротора при близком к нулю коэффициенте контактного трения. Ротор вращается с постоянной угловой скоростью, сбалансирован, не нагружен постоянной силой. При этих допущениях впервые показано, что частота соответствующей обратной прецессии ротора поддается аналитическому

расчету. Она определяется рядом факторов: частотой вращения и отношением радиуса ротора к радиальному зазору в месте первоначального контакта с подшипником, частотой собственных колебаний опирающегося и неопирающегося на статор ротора, в меньшей степени его гироскопическими моментами и в большей - изгибом ротора или радиальным зазором вне места первоначального контакта. Статья публикуется с продолжением в следующих номерах журнала.

Ключевые слова: ротор, статор, вращение, прецессия, контакт, касание, опирание.

### УРАВНОВЕШИВАНИЕ АСИММЕТРИЧНОГО РОМБИЧЕСКОГО МЕХАНИЗМА ДВИГАТЕЛЯ С ВНЕШНИМ ПОДВОДОМ ТЕПЛОТЫ

Г.А. ТИМОФЕЕВ, д-р техн. наук, профессор,

Е.О. ПОДЧАСОВ, ассистент,

И.З. КАТАЕВ, магистрант

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Россия

Рассмотрено уравнивание асимметричного ромбического механизма с развитым кривошипом, применяемого в двигателях с внешним подводом теплоты. Приведены основные зависимости для определения корректирующих масс (противовесов) и их положения. Получены условия полного уравнивания ромбического механизма с развитым кривошипом.

Ключевые слова: двигатель с внешним подводом теплоты, асимметричный ромбический механизм, уравнивание, корректирующие массы.

### ПАТРОНЫ С РАЗРЕЗНОЙ ЦАНГОЙ, ПРОРЕЗАННОЙ В ШАХМАТНОМ ПОРЯДКЕ ПРОТЯЖЕННЫМИ ПАЗАМИ ОТ ОБОИХ ТОРЦОВ

А.Г. ВАРОЧКО, д-р эконом. наук, директор и главный конструктор,

О.В. ЕГОРОВ, канд. техн. наук, первый заместитель директора и главного конструктора,

А.С. НОСОВ, мастер участка ЧПУ

Филиал ФГУП «ЦЭНКИ» – «КБ «Мотор», Москва, Россия

Д.С. БЛИНОВ, д-р техн. наук, профессор

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Россия

Механизмы с разрезными цангами различных конструкций находят широкое применение в машиностроении. Для некоторых их видов отсутствуют методики расчета и конструирования. Разработана приближенная методика расчета патронов с разрезными цангами, имеющими наружную коническую поверхность и внутреннюю базовую цилиндрическую поверхность. Цанга прорезана в шахматном порядке с обоих торцов пазы почти вдоль всей своей длины.

Ключевые слова: разрезная цанга, паз, сочленение, стержень, разжим, деформация, податливость.

## ABSTRACTS OF PUBLISHED ARTICLES

### PNEUMATIC MUSCLES – BASIC CHARACTERISTICS, CALCULATION METHODS AND FIELD OF APPLICATION<sup>1</sup>

Vladimir I. IVLEV, Cand.Tech.Sci., Senior researcher,

Aleksandr V. LUNEV, Junior researcher

Blagonravov Mechanical Engineering Research Institute of RAS,

Moscow, Russia

The article gives a brief overview of the basic designs of pneumatic muscles in comparison with pneumatic cylinders. Calculation methods of static and dynamic characteristics, schemes and algorithms for control, most promising areas of application are considered. Some examples of

further development of pneumatic muscles devices, as in flexible robots concept, are presented.

Keywords: pneumatic muscles, McKibben muscles, biomechanics.

#### STAND FOR RESEARCH OF NEW ACTUATOR BASED ON THE «ULTIMATE AIR HAMMER» EFFECT IN SELF-OSCILLATING GASOSTATIC DEVICE<sup>2</sup>

Ivan S. TKACHEV, Post-graduate student,  
Igor V. TISHCHENKO, Cand.Tech.Sci., Associate professor,  
Yuly V. PESHTI, Dr.Tech.Sci., Professor  
Bauman Moscow State Technical University (BMSTU), Russia

Article presents stand for research of new actuator based on the shaft rotation effect occurring in the "ultimate air hammer" in self-oscillating gasostatic device. Conditions of appearance "ultimate air hammer" effect and possible applications of new drive type are given. Design features of self-oscillating gasostatic device and research stand for rotational motion of the shaft are defined.

Keywords: gasostatic bearing, air hummer, drive, stand, test.

#### EFFECT OF RADIAL CLEARANCES ON THE ROLLING FREQUENCY OF STATOR BY ROTATING ROTOR.

##### Part I: Static Aspect of Problem<sup>3</sup>

Konstantin V. KRESTNIKOVSKIY, Post-graduate student,  
Andrey N. NIKIFOROV, Cand.Tech.Sci., Senior researcher  
Blagonravov Mechanical Engineering Research Institute of RAS,  
Moscow, Russia

We propose a mathematic model of reverse unseparated motion (rolling) of rotating rotor on rigid bearing in the stator when contact friction coefficient is close to zero. Rotor rotates with constant angular velocity and is balanced, not loaded by constant force, asymmetric and flexible. With these assumptions it is shown that frequency of the backward rotor precession can be calculated analytically. The frequency is determined by following parameters: rotational speed; ratio of rotor radius and radial clearance in the place of initial contact with the bearing; natural frequencies of rotor supported or unsupported by the stator; gyroscopic moments; rotor bending and radial clearance outside the place of initial contact. The article is to be continued in next issues.

Keywords: rotor, stator, rotation, precession, contact, touch, support.

#### BALANCING OF ASYMMETRICAL RHOMBIC ENGINE MECHANISM WITH EXTERNAL SUPPLY OF HEAT<sup>4</sup>

Gennady A. TIMOFEEV, Dr.Tech.Sci., Professor,  
Evgeny O. PODCHASOV, Assistant,  
Inal Z. KATAEV, Undergraduate student  
Bauman Moscow State Technical University (BMSTU), Russia

Article considers balancing of asymmetrical rhombic mechanism with a strong crank, used in engines with external supply of heat. The basic relations for determination of the correction mass (balances) and their positions are defined. Conditions for full balancing of rhombic mechanism with a strong crank are obtained.

Keywords: engine with external supply of heat, asymmetric rhombic mechanism, balancing, correction mass.

#### CHUCKS WITH SPLIT COLLET SLOTTED IN A STAGGERED-ORDER WITH SLOTS FROM DIFFERENT BUTTS ALMOST ALONG ALL ITS LENGTH<sup>5</sup>

Aleksey G. VAROCHKO, Dr.Econom.Sci., Director and Chief Constructor,  
Oleg V. EGOROV, Cand.Tech.Sci., first Deputy Director and Chief Designer,  
Aleksandr S. NOSOV, CNC master,  
«Motor» Design Bureau, «TsENKI» Federal State Unitary Enterprise affiliate, Russia  
Dmitry S. BLINOV, Dr.Tech.Sci., Professor  
Bauman Moscow State Technical University (BMSTU), Russia

Mechanisms with split collets come in various designs and are widely used in a wide variety of engineering industries. For some designs methods for calculating and designing have not been developed. The approximate method of calculation of chucks with split collets with the outer conical and inner cylindrical surface is presented. The collet is slotted in a checkerboard pattern at both ends of the grooves almost along all its length.

Keywords: split collet, notch, joint, rod, clench, deformation, pliability.

1 - p. 2; 2 - p. 7; 3 - p. 12; 4 - p. 16; 5 - p. 20.



## ООО НПП «ПОДЪЕМТРАНССЕРВИС»

### ТОРМОЗА ДЛЯ КРАНОВЫХ МЕХАНИЗМОВ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ И ПОВОРОТА

ТКГ-160-1, ТКГ-200-1  
и ТКГ-300-1



По установочным размерам унифицированы с тормозами ТКГ-160, ТКГ-200 и ТКГ-300.

Обеспечивают плавное ступенчатое торможение механизмов благодаря регулируемому демпфирующему устройству электрогидравлического толкателя ТЭ-30РД.

Согласно РД 24.010.102-01 рекомендованы Ростехнадзором в качестве средства защиты кранов от ветровых воздействий.

Тел./факс: (495) 993-06-13, 993-06-14; 993-10-25

E-mail: pts@npp-pts.ru



ПЕТЕРБУРГСКАЯ  
ТЕХНИЧЕСКАЯ  
ЯРМАРКА



ufi  
Approved  
Event

# 20–22 марта 2018

## Санкт-Петербург ЭКСПОФОРУМ

### ТЕМАТИКА ВЫСТАВОЧНОЙ ЭКСПОЗИЦИИ:

- ⚙️ Обработка металлов (MP expo)
- ⚙️ Машиностроение
- ⚙️ Металлургия. Литейное дело
- ⚙️ Крепёж. Метизы. Инструмент
- ⚙️ Автоматизация промышленных предприятий

**NEW!** Пластмассы, каучуки, РТИ

**NEW!** Автокомплект. Автосервис

**NEW!** Подъемно-транспортное оборудование

**NEW!** Охрана труда и средства индивидуальной защиты

### БИРЖА ДЕЛОВЫХ КОНТАКТОВ

Выставка «Высокие технологии.  
Инновации. Инвестиции (Hi-Tech)»



## ВАШ СТЕНД ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ЦЕНЕ – [ptfair.ru](http://ptfair.ru)

ОРГАНИЗАТОР:



СВЯЖИТЕСЬ С НАМИ:

+7 (812) 320 96 76, 320 80 94  
[ptcomp@restec.ru](mailto:ptcomp@restec.ru)

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНФОПАРТНЕР:

СТАНОВОЧНЫЙ  
ПАРК