



# ПРИВОДЫ И КОМПОНЕНТЫ МАШИН



5

2018

Движущие мир



На вершине машиностроительных технологий

## Дайджест MACHINE DRIVES AND PARTS

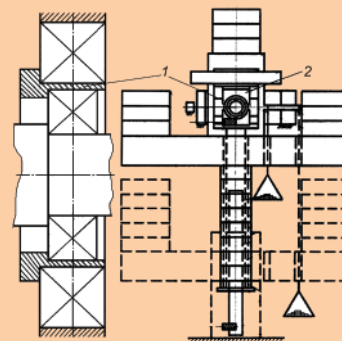
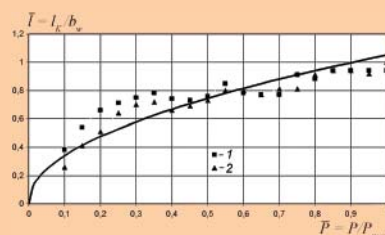
International Engineering Journal

### В номере

Выпуск посвящен 80-летию Института машиноведения  
им. А.А.Благонравова РАН

#### стр. 3

Жесткость косозубого  
колеса при контакте  
с перекосом

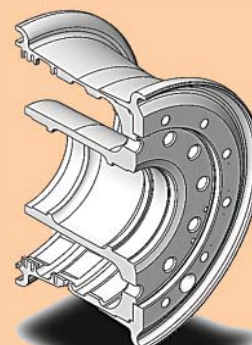


#### стр. 9

Перспективный подшипник  
каткового стенда

#### стр. 13

Диагностика акустико-  
эмиссионным методом



#### стр. 20

Прогнозирование ресурса  
авиационных колес

На острие технического прогресса



## **Инновационные возможности и предложения ИМАШ РАН**

- Комплекс научного оборудования для исследований трения и износа в различных средах
- Ионная технология создания прецизионных канавок на деталях газодинамических бесконтактных торцовых уплотнений для герметизации рабочих объемов центробежных насосов и компрессоров
- Ноу-хау по производству и применению комбинированного металлофторопластового ленточного материала и абсолютно фреттингоустойчивых подшипников из него для работы без смазки при температурах от минус 200 до плюс 300<sup>0</sup>С и при ограниченной смазке, в топливах, воде, растворителях и т.п., в высокоскоростных узлах трения с гидродинамической смазкой с возможностью повышения ресурса работы турбокомпрессорных агрегатов различного назначения в 10 и более раз
- Кинетический экспресс-метод оценки триботехнических свойств и работоспособности покрытий и материалов узлов трения
- Методические материалы по научно-обоснованному выбору материалов и толщины тонких твердых износостойких покрытий триботехнического назначения для узлов трения, работающих в условиях высоких контактных нагрузок
- Технологии лазерного упрочнения поверхностей трения машин и приборов
- Методы и средства виброакустической диагностики
- Методы исследования точности изготовления и жесткости элементов, кинематики и статики планетарных редукторов
- Методы исследования процессов возбуждения колебаний в зубчатых передачах
- Автобалансирующие устройства насосов для добычи нефти, обеспечивающие снижение вибрационных нагрузок и повышение ресурса агрегатов
- Многоканальные специализированные волоконно-оптические системы для измерения гидродинамических нагрузок на поверхности сложных и труднодоступных конструкций трубопроводов, цилиндров и других тел нестандартного профиля, обтекаемых потоками воды или воздуха произвольного направления
- Испытания материалов и модельных образцов с трещинами различных типов в условиях циклического, высокотемпературного стационарного и плазменного воздействий
- Исследования деформационных характеристик композитных материалов с использованием оригинального компактного когерентно-оптического оборудования
- Исследования высокоградиентных полей остаточных напряжений
- Исследования вибрационных характеристик материалов и элементов конструкций методами когерентно-оптической виброметрии
- Моделирование и расчетный анализ колебаний в машинах, вибрационных технологических процессов, динамики роторных систем различного назначения
- Вибрационные испытания различных механических объектов с использованием виброиспытательного комплекса на базе электрогидравлического стенда ЭГВ 10/100 с определением амплитудно-частотных, статических и импедансных характеристик различных механических объектов весом до одной тонны в частотном диапазоне 0-100 Гц
- Лазерный голографический стенд для исследования динамических моделей биомеханики в системе «человек-машина-среда»
- Комплекс теоретических и экспериментальных методов оценки характеристик сопротивления усталости и накопления усталостных повреждений в условиях динамического нагружения и оценки ресурса конструкций с учетом рассеяния характеристик прочности и нагруженности
- Определение технологического потенциала станочного парка
- Расчет затрат времени на изготовление деталей без разработки технологического процесса

**Подробная информация – на сайте ИМАШ РАН <http://www.imash.ru/expert-work/>**



5.2018  
(29)

**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:**

**Албагачиев А.Ю.** д-р техн. наук профессор, Институт машиноведения (ИМаш) им. А.А. Благонравова РАН, г. Москва, Московский технологический университет (МГУПИ); **Бережной С.Б.** д-р техн. наук профессор, Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар; **Бозров В.М.** канд. техн. наук, ИМаш им. А.А. Благонравова РАН; **Буяновский И.А.** д-р техн. наук, доцент, ИМаш им. А.А. Благонравова РАН, Московский государственный технический университет (МГТУ) им. Н.Э. Баумана; **Вавилов А.В.** д-р техн. наук профессор, Белорусский национальный технический университет, г. Минск (Беларусь); **Гаврюшин С.С.** д-р техн. наук профессор, МГТУ им. Н.Э. Баумана; **Григорьев О.В.** д-р техн. наук профессор, Харьковский национальный технический университет (Украина); **Гринчар Н.Г.** д-р техн. наук, доцент, Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва; **Грозовский Г.И.** д-р техн. наук, профессор, ОАО НТЦ «Промышленная безопасность», г. Москва; **Гуськов А.М.** д-р техн. наук профессор, МГТУ им. Н.Э. Баумана, ИМаш им. А.А. Благонравова РАН; **Густов Ю.И.** д-р техн. наук профессор, Московский государственный строительный университет; **Зарецкий А.А.** д-р техн. наук, профессор, МРОО «РОСПТО»; **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); **Котельников В.С.** д-р техн. наук профессор, ОАО НТЦ «Промышленная безопасность», г. Москва; **Красовский А.Б.** д-р техн. наук профессор, МГТУ им. Н.Э. Баумана; **Лагерева 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; **Мисюрин С.Ю.** д-р физ.-мат. наук, ИМаш им. А.А. Благонравова РАН; **Осипов О.И.** д-р техн. наук профессор, Научно-исследовательский университет МЭИ, г. Москва; **Попов Е.В.** канд. техн. наук, ООО «Кранэлектродпривод», 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:**

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

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 «Росинформагротех». 141261, пос. Правдинский  
Московской обл. ул. Лесная, 60      Заказ

При перепечатке или цитировании материалов ссылка  
на журнал обязательна. Позиция редакции может не  
совпадать 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

Выходит 6 раз в год.

## СОДЕРЖАНИЕ

### 3 исследования, конструирование, расчеты

Жесткость косозубого колеса при контакте в условиях перекоса ... 3

Триботехнические характеристики углеродных материалов  
тормозных дисков при попадании на поверхности трения  
антигололедной жидкости ..... 5

Буксовый подшипник каткового стенда для исследования  
триботехнических характеристик оборудования высокоскоростных  
железных дорог ..... 9

### 13 эксплуатация, диагностика, ресурс

Диагностика разрушений и повреждений акустико-эмиссионным  
методом ..... 13

Прогнозирование ресурса авиационных колес на основе  
модифицированного уравнения подобия усталостного  
разрушения ..... 20

### 26 страницы истории

Трибология: исторические аспекты развития ..... 26

### 31 информация

Сборник статей по приводной технике ..... 31

Abstracts of published articles ..... 32

1938  
-  
2018

## Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук



Институту машиноведения им. А.А. Благонравова (ИМАШ) РАН исполнилось 80 лет. За прошедшие годы им внесен большой вклад в мировую и отечественную науку о машинах. С дней основания в 1938 году институт под руководством первого директора академика Е.А. Чудакова начал исследования по теории механизмов и машин, трению и износу в машинах, расчету и конструированию машин и их деталей, холодной обработке металлов резанием. Основой опережающего развития машиноведения как фундаментальной науки о машинах, стала деятельность научного учреждения в области создания и развития методов расчета деталей машин на прочность и износостойкость, теории синтеза схем построения сложных механизмов, системы стандартизации и унификации элементов машин и механизмов и др.

В период Великой Отечественной войны ИМАШ выполнил важнейшие научные разработки по совершенствованию авиационной техники, увеличению выпуска и повышению качества военной продукции. Сотрудники института Е.А. Чудаков, А.К. Дьячков, П.Е. Дьяченко, А.А. Бочвар, В.А. Цукерман, М.М. Хрущев и другие внесли огромный вклад в улучшение и эффективное использование военной техники.

После смерти Е.А. Чудакова ИМАШ в 1954 году возглавил академик А.А. Благонравов. Под руководством А.А. Благонравова получили развитие новые научные направления в машиноведении: робототехника, акустическая динамика машин, виброзащита человека-оператора, разработка теории виброударных процессов и др. В знак признания выдающихся заслуг в области науки и техники А.А. Благонравова, руководившего ИМАШ более двух десятилетий, в 1975 году институту было присвоено его имя.

С 1975 по 2007 год директором института был академик К.В. Фролов. За это время ИМАШ стал ведущим научным центром машиноведения в стране. По инициативе К.В. Фролова и под его руководством были организованы филиалы института в ряде промышленных регионов страны, создано новое направление машиноведения, связанное с исследованиями комплексной системы «человек-машина-среда», началось издание 40-томной энциклопедии «Машиностроение», вышло в свет более 30 томов книжной серии «Безопасность России».

В трудный для института период после кончины К.В. Фролова исполнявшему обязанности директора ИМАШ профессору Г.В. Москвитину удалось сохранить уникальный кадровый потенциал института. Возглавившим институт видным ученым, основателем научной школы нелинейной волновой механики, академиком Р.Ф. Ганиевым в период с 2009 по 2013 годы была проведена масштабная реорганизация ИМАШ. В состав института вошел руководимый им Научный Центр нелинейной волновой механики и технологий, что позволило создать мощную базу для решения фундаментальных проблем науки и техники, повышения научной результативности проводимых исследований и развития исследований в области машиноведения и волновой механики машин.

В современный период институтом успешно развивается перспективное направление теории механизмов и машин – теория пространственных механизмов. Разработаны и защищены десятками патентов пространственные механизмы для применения в авиационной технике, медицинской практике, в различных технологических процессах и т.п.

В разное время в ИМАШ РАН работали выдающиеся деятели науки И.И. Артоболевский, А.А. Благонравов, Н.С. Акулов, А.А. Бочвар, Н.Г. Бруевич, В.И. Дикушин, В.О. Кононенко, В.П. Линник, А.А. Микулин, В.П. Никитин, Ю.Н. Работнов, Н.Н. Рыкалин, Е.А. Чудаков, С.В. Серенсен, К.В. Фролов, А.И. Целиков, Ф.М. Диментберг, А.Е. Кобринский, Б.М. Ровинский, М.М. Генкин, И.В. Крагельский и многие другие, составившие подлинную славу страны.

В выпуске журнала «Приводы и компоненты машин», посвященном 80-летию ИМАШ РАН, собраны статьи ученых и специалистов института, отражающие результаты работ последних лет в области машиноведения и машиностроения. Надеемся, что публикуемые материалы будут интересны читателям журнала, станут побудительным мотивом к развитию взаимовыгодного сотрудничества с нашим институтом. Желаю читателям и авторам издания творческих успехов на пути развития отечественного машиностроения!

**Д-р техн. наук, д-р филос. наук профессор В.А. ГЛАЗУНОВ**  
директор Института машиноведения им. А.А. Благонравова РАН





## СБОРНИК СТАТЕЙ ПО ПРИВОДНОЙ ТЕХНИКЕ

По материалам прошедшего в апреле 2018 года в Институте машиноведения им. А.А. Благоднарова РАН (ИМАШ РАН) 4-го Московского международного симпозиума «Приводная техника и компоненты машин» [1] Подъемно-транспортным научно-техническим обществом МРОО РОСПТО выпущен сборник статей [2]. В сборнике представлены работы участников симпозиума, ученых и специалистов ИМАШ РАН, МГТУ им. Н.Э. Баумана, Кубанского государственного технологического университета и ряда других организаций, пред-

приятый и вузов России, Украины и Грузии. Тематика статей, посвященных развитию приводной техники, отражает актуальные проблемы машиноведения и машиностроения, охватывает многие вопросы улучшения конструкций, повышения качества и надежности машин и оборудования.

Приобрести книгу можно в МРОО РОСПТО.

Адрес: 141231 Московская обл. Пушкинский р-н пос. Лесной ул. Мичурина дом 9. Справки по тел/факс: +7 495 9931025, +7 495 9930613/14; e-mail: rf@rospto.ru.

## АННОТАЦИИ ОПУБЛИКОВАННЫХ СТАТЕЙ

### ЖЕСТКОСТЬ КОСОЗУБОГО КОЛЕСА ПРИ КОНТАКТЕ В УСЛОВИЯХ ПЕРЕКОСА

Ф.Г. НАХАТАКЯН, д-р техн. наук, ведущий научный сотрудник  
Институт машиноведения им. А.А. Благоднарова РАН, г. Москва

Предложен расчетный метод определения параметров контакта косоугольного зубчатого зацепления при перекосе. Для указанных передач в условиях перекоса получены аналитические выражения для определения контактной деформации, контактной жесткости, длины площадки контакта и максимального контактного напряжения.

Ключевые слова: косоугольная передача, угол перекоса, контактная деформация зубьев, жесткость косоугольного зацепления при перекосе, контактные напряжения зубьев при перекосе, эквивалентное колесо.

### ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ТОРМОЗНЫХ ДИСКОВ ПРИ ПОПАДАНИИ НА ПОВЕРХНОСТИ ТРЕНИЯ АНТИГОЛОЛЕДНОЙ ЖИДКОСТИ

А.Ю. АЛБАГАЧИЕВ, д-р техн. наук, заведующий отделом  
Институт машиноведения им. А.А. Благоднарова РАН, г. Москва

Рассмотрены порядок и результаты испытаний образцов фрикционных композиционных материалов на фрикционную теплостойкость при работе их в «сухом» и «мокром» (смоченных антигололедной жидкостью) состояниях. Определены коэффициенты трения, значения максимальной температуры на дискретной поверхности трения и другие параметры, характеризующие работоспособность материалов. Сделаны заключения о степени влияния на нее технических жидкостей и наиболее подверженных этому парам трения.

Ключевые слова: самолеты, многодисковые тормоза, фрикционные композиционные материалы, антигололедная жидкость, испытания образцов, фрикционно-износные, температурные и вибрационные характеристики.

### БУКСОВЫЙ ПОДШИПНИК КАТКОВОГО СТЕНДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБОРУДОВАНИЯ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

П.Д. ЧХЕТИАНИ, научный сотрудник  
Институт машиноведения им. А.А. Благоднарова РАН, г. Москва

Рассмотрена конструкция трёхколёсного радиального шарикоподшипника, у которого при достижении валом некоторой частоты вращения начинается вращение среднего кольца, в результате чего, последнее функционирует в более благоприятных условиях, предполагающих повышение ресурса и быстроходности подшипника. Определены экспериментальные зависимости коэффициентов трения от частоты вращения внутреннего кольца подшипника. Показано,

что при вращающемся среднем кольце трение в таком подшипнике ~ на 30% и более выше трения в традиционном. Подшипник может быть использован в перспективном катковом стенде для длительных исследований триботехнических характеристик узлов и материалов для высокоскоростных железных дорог, концепция которого разработана в ИМАШ РАН.

Ключевые слова: трение, коэффициент трения, трёхколёсный радиальный шарикоподшипник, колебания и перемещения корпуса машины трения, вязкость масла, частота вращения, основные собственные частоты.

### ДИАГНОСТИКА РАЗРУШЕНИЙ И ПОВРЕЖДЕНИЙ АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫМ МЕТОДОМ

Ю.Г. МАТВИЕНКО, д-р техн. наук, профессор, заведующий отделом,  
И.Е. ВАСИЛЬЕВ, канд. техн. наук, старший научный сотрудник,  
Д.В. ЧЕРНОВ, младший научный сотрудник  
Институт машиноведения им. А.А. Благоднарова РАН, Москва

Рассмотрены акустико-эмиссионный метод диагностики повреждений в материалах и результаты мониторинга акустической эмиссии при циклическом нагружении испытываемой конструкции, которые наглядно отразили динамику повреждений и деградации структуры материала на этапах развития усталостной трещины, позволили определить зоны наиболее интенсивного накопления повреждений и точку перехода усталостной трещины от нестабильной латентной стадии развития к стадии критического роста. Разработанные в ИМАШ РАН на основе структурно-феноменологического подхода методики и критерии дают возможность регистрировать процессы накопления повреждений и разрушения структурных связей на микро-, мезо- и макромасштабном уровне, обеспечить высокую эффективность выделения «полезных» сигналов из шумовых массивов и получение корректных результатов диагностики.

Ключевые слова: акустическая эмиссия, критериальные параметры, весовые параметры, частотные характеристики, привод подъёмного механизма, деградация материала, усталостная трещина.

### ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕСУРСА АВИАЦИОННЫХ КОЛЕС НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО УРАВНЕНИЯ ПОДОБИЯ УСТАЛОСТНОГО РАЗРУШЕНИЯ

А.В. ЗИНИН, канд. техн. наук, доцент  
Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)  
Н.С. АЗИКОВ, д-р техн. наук, профессор, заместитель директора  
Институт машиноведения им. А.А. Благоднарова РАН, Москва  
В.Н. ЗУБАНЬ, аспирант  
Авиационная корпорация «Рубин», г. Балашиха, Московская

область

Разработан метод расчетной оценки ресурса авиационных колес на стадии проектирования на основе методологии прогнозирования характеристик усталости конструкций и модифицированного уравнения подобия. Выполнена верификация расчетной методики оценки ресурса путем натурных испытаний авиационных колес на усталость и сравнения расчетного и экспериментального значений долговечности колес.

Ключевые слова: ресурс, авиационные колеса, усталостное разрушение, теория подобия, накопление повреждений, модифицированное уравнение подобия.

#### ТРИБОЛОГИЯ: ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ

И.А. БУЯНОВСКИЙ, д-р техн. наук, главный научный сотрудник  
Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, г. Москва

## ABSTRACTS OF PUBLISHED ARTICLES

### THE STIFFNESS OF THE HELICAL GEARS IN CONTACT IN CONDITION OF SKEW<sup>1</sup>

Filaret G. NAKHATAKYAN, DSc, Leading Research Fellow,  
Blagonravov Mechanical Engineering Research Institute (MERI) of  
Russian Academy of Sciences (RAS), Moscow

A calculation method for determining the parameters of the contact of the helical gearing in a skew is proposed. For these transmissions under skewed conditions, analytical expressions are obtained for determining the contact deformation, contact stiffness, the length of the contact area and the maximum contact stresses.

Key words: helical gear; angle of skew; contact deformation of teeth; stiffness of helical gearing when skewing; contact tensions of the teeth with a skew, equivalent wheel.

### TRIBOTECHNICAL CHARACTERISTICS OF CARBON MATERIALS OF BRAKE DISCS WHEN AROUND ANTI-ICING LIQUID ON THE SURFACE OF FRICTION<sup>2</sup>

Ali YU. ALBAGACHIEV, DSc, Head of Department  
Blagonravov MERI of RAS, Moscow

The procedure and results of testing samples of friction composite materials for frictional heat resistance when operating in «dry» and «wet» (moistened with anti-icing liquid) conditions are considered. The friction coefficients, the values of the maximum temperature on a discrete friction surface, and other parameters characterizing the performance of materials are determined. Conclusions have been made about the degree of influence of technical fluids on it and the friction pairs most susceptible to this.

Key words: airplanes, multidisk brakes, friction composite materials, anti-icing liquid, sample testing, friction-wear, temperature and vibration characteristics.

### BEARING OF THE ROLLER STAND FOR RESEARCH OF TRIBOTECHNICAL CHARACTERISTICS OF EQUIPMENT OF HIGH SPEED RAILWAYS<sup>3</sup>

Pavel D. CHKHETIANI, Scientific Researcher  
Blagonravov MERI of RAS, Moscow

The design of a three-ring radial ball bearing is considered, in which, when the shaft reaches a certain rotational speed, the middle ring starts to rotate, as a result of which the latter functions in more favorable conditions, which imply an increase in the life and speed of the bearing. The experimental dependences of the friction coefficients on the rotational

Предлагаемая статья представляет собой краткий очерк истории развития трибологии, основанный на принципе персонификации авторов проводимых в этой области исследований. Даже при беглом изложении, не претендуя на полное и систематическое изложение всех вопросов трибологии как науки, зарождение которой относится к доисторическим временам, статья может дать представление об основных этапах этой истории.

Ключевые слова: трение, износ, смазка, трибология, история развития.

#### СБОРНИК СТАТЕЙ ПО ПРИВОДНОЙ ТЕХНИКЕ

А.В. АВИБЕВ, ИМАШ РАН

Представлены материалы, размещенные в выпуске трудов 4-го Московского международного симпозиума «Приводная техника и компоненты машин», проведенного в ИМАШ РАН в апреле текущего года.

speed of the inner ring of the bearing are determined. It is shown that with a rotating middle ring, the friction in such a bearing is ~ 30% or more higher than the friction in the traditional one. The bearing can be used in a promising roller stand for long-term studies of tribological characteristics of nodes and materials for high-speed railways, the concept of which was developed at the MERI of RAS.

Key words: friction, friction coefficient, three-ring radial ball bearing, oscillations and movements of the machine body of friction, oil viscosity, rotation frequency, main natural frequencies.

### DIAGNOSTICS OF DESTRUCTION AND DAMAGE BY ACOUSTIC-EMISSION METHOD<sup>4</sup>

YURIY G. MATVIENKO, Doctor of Science, Professor, Head of  
Department,

IGOR E. VASIL'EV, Candidate of Science, Senior Research Associate,  
Dmitriy V. CHERNOV, Junior Research Associate  
Blagonravov MERI of RAS, Moscow

The acoustic emission method of diagnosing damage in materials and the results of acoustic emission monitoring during cyclic loading of the test structure clearly reflected the dynamics of damage and degradation of the material structure at the stages of fatigue crack development. The zones of the most intensive damage accumulation and the transition point of the fatigue crack from the unstable latent stage of development to the stage of critical growth are determined. The methods and criteria developed at the MERI of RAS based on the structural-phenomenological approach make it possible to record damage accumulation and destruction of structural relationships at the micro-, meso- and macroscale levels, to ensure high efficiency in extracting «useful» signals from noise arrays and obtaining correct diagnostic results.

Key words: acoustic emission, critical parameters, weight parameters, frequency characteristics, lifting mechanism drive, material degradation, fatigue crack.

### RESOURCE FORECAST OF THE AIRCRAFT WHEELS BY THE MODIFIED SIMILARITY EQUATION OF FATIGUE FAILURE<sup>5</sup>

Alexander V. ZININ, Cand. tech. Sci., Associate Professor  
Moscow Aviation Institute (National Research University)  
Nikolai S. ASI KOV, Doctor of Science, Professor, Deputy Director  
Blagonravov MERI of RAS, Moscow



## **Подготовка научных кадров**

**ИМАШ РАН осуществляет приём в аспирантуру**  
на бюджетной (с отрывом и без отрыва от производства) и договорной основе  
по следующим специальностям.

**1. 01.06.01 — Математика и механика:**

- 01.02.04 — Механика деформируемого твёрдого тела,
- 01.02.06 — Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры,
- 01.02.08 — Биомеханика.

**2. 09.06.01 — Информатика и вычислительная техника:**

- 05.13.06 — Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами,
- 05.13.11 — Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей,
- 05.13.18 — Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

**3. 15.06.01 — Машиностроение:**

- 05.02.02 — Машиноведение, системы приводов и детали машин,
- 05.02.04 — Трение и износ в машинах,
- 05.02.05 — Роботы, мехатроника и робототехнические системы,
- 05.02.18 — Теория механизмов и машин.

**4. 21.06.01 — Геология, разведка и разработка полезных ископаемых:**

- 25.00.15 — Технология бурения и освоения скважин.

**В ИМАШ РАН действуют диссертационные советы по защите докторских и кандидатских диссертаций:**

- Д 002.059.05 по научной специальности **05.02.18 — Теория механизмов и машин;**
- Д 002.059.06 по научной специальности **01.02.06 — Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры;**
- Д 999.112.02 по научным специальностям **05.02.04 — Трение и износ в машинах, 05.13.06 — Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (машиностроение), 05.16.09 — Материаловедение (машиностроение).**

Зав. аспирантурой – **Сащенко Денис Владимирович**. Тел. 8 (495) 624-00-28,  
e-mail: [aspirantura.imash@gmail.com](mailto:aspirantura.imash@gmail.com). Приём документов в аспирантуру  
производится по адресу: г. Москва, Мал. Харитоньевский пер., 4, ком. 12, 5 этаж.

**Более подробная информация на сайте <http://www.imash.ru/graduate-school/>**

Vladislav N. ZUBAN, graduate student,  
Aviation Corporation «Rubin», Balashikha, Moscow Region

Article deals with the method calculating the lifetime of aircraft wheels at the design stage by a methodology for predicting structural fatigue characteristics and a modified similarity equation. Description of verification the calculation resource by full-scale fatigue testing of aircraft wheels and comparison of calculated and experimental values of wheel life.

Keywords: Resource, aircraft wheels, fatigue failure, similarity theory, damage accumulation, modified similarity equation.

### **TRIBOLOGY: HISTORICAL ASPECTS OF DEVELOPMENT<sup>6</sup>**

IL'YA A. BUYANOVSKIY, Doctor of Science, Chief Researcher  
Blagonravov MERI of RAS, Moscow

A brief essay on the history of the development of tribology, based on the principle of personification of the authors conducted in this area of research. Even with a cursory presentation, without pretending to a full and systematic presentation of all the issues of tribology as a science, the birth of which belongs to prehistoric times, the article can give an idea of the main stages of this story.

Keywords: friction, wear, lubrication, tribology, history of development.

### **COLLECTION OF ARTICLES ON DRIVE TECHNOLOGY<sup>7</sup>**

A.V. AVIEV, MERI of RAS

Materials presented in the edition of the 4th Moscow International Symposium «Drive Machines and Machine Components», held at the IMASH RAS in April of this year.

# 80 лет

## Институту машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук



Здание Института машиноведения им. А.А. Благонравова (ИМАШ) РАН  
в Москве, Малый Харитоньевский переулок дом 4.

В начале XX века – Дом Политехнического Общества.

Построено по проектам инженера А.В. Кузнецова и архитектора  
Вильяма Валькота на средства, собранные по подписке среди  
выпускников Императорского Московского технического училища  
(ИМТУ, теперь – МГТУ имени Н.Э. Баумана).

В январе 1907 года в нем прошло первое после постройки собрание  
членов Политехнического Общества, на котором выступили с докладами  
И.П. Павлов, К.Э. Циолковский, П.Н. Лебедев, Н.Е. Жуковский.

Здание символически объединяет две знаменательные даты 2018 года:  
150-летие начала инженерного образования в МГТУ имени Н.Э. Баумана и  
80-летие ведущего научного и инженерного центра России – ИМАШ РАН.