

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

И. В. Бояркина, В. Н. Тарасов

Аналитический метод определения сил в элементах каркаса пневматической шины

В статье дано обобщение теоретических положений для размерного ряда пневмошин малых и больших размеров, имеющих диаметр более двух метров, утвержденных ГОСТ 8430-2003. Предложен метод сечения каркаса шины цилиндрической поверхностью по главной параллели пневмошины, одновременно каркас шины рассекается вертикальной плоскостью по экватору шины. Предложены сочетания параметров шины, по которым выполняются некоторые признаки подобия шин, с учетом конструктивных особенностей каждой шины и давления воздуха в шине, которые нарушают условия и критерии подобия. Такие сочетания параметров названы обобщенными геометрическими функциями. Получены зависимости удельных меридиональных и окружных сил от обобщенных геометрических функций. Силы в элементах каркаса шины определяются по уравнениям Лапласа с привлечением уравнений равновесия для рассеченной оболочки каркаса шины. По результатам исследования впервые уравнения равновесия для элементов каркаса шины записаны в интегральной и дифференциальной формах, по которым определяются меридиональные и окружные силы. Описан разработанный авторами метод приведения удельных сил в каркасе к одному слою каркаса и определены средние значения усилий в нитях каркаса для всего семейства пневмошин.

Ключевые слова: пневматическая шина, метод сечений, прочность каркаса, экватор, меридиан, удельная сила.

С. А. Корнеев, В. С. Корнеев, Д. А. Романюк

Математическое моделирование эффекта наведённой деформационной анизотропии резинокордного упругого элемента плоской муфты

Для построения нагрузочных характеристик упругого элемента резинокордной плоской муфты конструкции ФНПЦ «Прогресс», защищенной патентами РФ, при произвольной несоосности соединяемых валов и величине передаваемого крутящего момента используется феноменологический подход классической термодинамики с привлечением современных методов рациональной механики сплошных сред, позволяющих обеспечить независимость получаемых определяющих соотношений от выбора системы отсчёта. В нелинейном приближении первого порядка по свободной энергии описан эффект наведённой деформационной анизотропии упругого элемента с учётом влияния температуры.

Ключевые слова: резинокордная муфта, несоосность валов, деформационная анизотропия, определяющие соотношения, нагрузочные характеристики.

А. П. Моргун, Н. А. Матвеев

Моделирование процесса обеспечения прочности соединения резины с металлической поверхностью

Повышению прочности соединения (связи) резины с металлической поверхностью способствует увеличение опорной площади поверхности элемента из металла при условии отсутствия упругопластических деформаций выступов, микровыступов в процессе

контактного взаимодействия поверхностей резины и элемента из металла. Заполнение впадин, микровпадин резиной в процессе вулканизации и последующее контактное взаимодействие характеризуется коэффициентом затекания впадин, микровпадин. Одной из задач при изучении процесса контактного взаимодействия в резинометаллической конструкции является увеличение опорной площади поверхности, когда коэффициент затекания условно можно принять равным единицей.

Ключевые слова: коэффициент затекания впадин, микровпадин резиной, опорная площадь поверхности, резинометаллическая конструкция, прочность соединения, метод конечных элементов.

В. И. Суриков, В. Р. Ведрученко, Н. С. Галдин, В. С. Щербаков, И. Э. Лобов, В. Е. Щерба, А. В. Григорьев

Анализ влияния диаметра выходного отверстия для подачи газа к потребителю на рабочие процессы поршневой гибридной энергетической машины объемного действия, основанной на колебаниях давления газа в линии нагнетания

В работе описывается новая конструкция поршневой гибридной энергетической машины объемного действия, основанной на колебаниях давления газа в линии нагнетания, которая позволяет снизить затраты на производство сжатого газа. Приводится краткое описание математической модели рабочих процессов в полостях исследуемой машины. Показаны зависимости рабочих параметров и интегральных характеристик от диаметра выходного отверстия для подачи газа к потребителю, построенные в результате математического моделирования рабочих процессов. Приведен анализ полученных зависимостей.

Ключевые слова: гибридная машина, насос, компрессор, параметрический анализ.

В. Н. Тарасов, И. В. Бояркина

Теория грузоподъемности пневмоколес наземных транспортных средств

В статье рассматриваются особенности новой теории грузоподъемности пневмоколес для наземных транспортных средств в строительных и других областях. Разработаны новые положения и получены новые результаты теории грузоподъемности пневмоколес, основанной на применении метода отсечения контакта от оболочки шины замкнутой поверхностью, нормальной к опорной плоскости. Особенность разработанной теории заключается в использовании закона Паскаля для оценки роли сжатого воздуха внутри шины. Новые результаты являются обобщением большого числа опубликованных данных для параметров пневмошин, выпускаемых отечественной промышленностью и зарубежными фирмами. Использование метода отсечения контакта шины от каркаса является новым в Российской и зарубежной практике. Используется новое понятие, предложенное авторами статьи – подъемная сила контакта и установлена ее связь с грузоподъемностью для выпускаемых промышленностью пневмоколес. Рассмотрены общепринятые критерии подобия пневмоколес, на основе которых получены новые критерии и условия подобия шин. Установлена зависимость грузоподъемности пневмоколеса от площади контакта шины для статистического ряда пневмоколес разных размеров и грузоподъемностей. Получена новая зависимость грузоподъемности от сочетания геометрических параметров пневмоколес, зависимость грузоподъемности от подъемной силы контакта шины. Достоверность полученных результатов характеризуется уравнениями регрессии этих параметров с коэффициентом корреляции $R^2=0,92-0,99$. Предложенная теория позволяет повысить надежность выбора параметров и работоспособность проектируемых колес.

Ключевые слова: грузоподъемность, пневматическая шина, метод сечений, площадь контакта, среднее давление.

Б. Е. Лопаев, А. А. Сербов

Выбор раскислителей при дуговой сварке металлов с учетом химического сродства элементов к кислороду

Рассматриваются вопросы раскисления металла сварочной ванны различными химическими элементами при дуговой сварке плавлением. По изменению изобарно-изотермического потенциала рассчитано сродство различных химических элементов к кислороду, и тем самым, определены их раскислительные свойства при температуре сварочной ванны. Составлен ряд из химических элементов, характеризующих их возрастающую раскислительную способность.

Результаты, полученные в ходе исследований, позволяют расширить область применения различных химических элементов в качестве раскислителей при дуговой сварке плавлением.

Ключевые слова: химические элементы, оксиды, сталь, изобарно-изотермический потенциал, сварочная ванна, раскислители.

Д. А. Блохин, А. Г. Кольцов, А. С. Серков

Методика регулировки величины люфта оси токарного обрабатывающего центра с ЧПУ с помощью лазерного интерферометра на основе экспериментальных исследований

В статье рассмотрен вопрос калибровки токарного обрабатывающего центра Okuma ESL 8II с системой ЧПУ OSP U10L с помощью лазерного интерферометра. Рассказано об устройстве и компоновке токарного станка. Исследованы показатели точности позиционирования, определены и устранены основные причины, влияющие на разницу фактических и заданных перемещений. Описана методика настройки оси Z станка с системой ЧПУ OSP U10L с применением современного измерительного оборудования.

Ключевые слова: токарный станок, наладка оборудования, лазерный интерферометр, корректировка люфта.

В. Н. Климов, Н. И. Климов

Перспективная схема смазки и охлаждения подшипников короткоресурсного газотурбинного двигателя воздушно-топливной смесью

Статья посвящена нетрадиционной схеме смазки и охлаждения роторных подшипников короткоресурсных газотурбинных двигателей (ГТД): смазка и охлаждение воздушно-топливной смесью. В работе проанализированы известные схемы смазки короткоресурсных ГТД. Предложена перспективная схема смазки ГТД, отличающаяся конструктивной простотой, более благоприятными условиями смазки подшипников, уменьшенным удельным расходом топлива и повышенной пожаробезопасностью. Представлены результаты экспериментальных исследований работоспособности шарикового радиально-упорного подшипника в условиях смазки и охлаждения воздушно-топливной смесью. Даны рекомендации по внедрению предложенной схемы в конструкцию ГТД.

Ключевые слова: газотурбинный двигатель, схема смазки и охлаждения подшипников, короткоресурсный ГТД.

О. Ю. Бургонова, К. Н. Пантюхова, Е. П. Белозерова

Определение рационального режима термической обработки сплава ВТЗ-1 для повышения пластичности перед обработкой давлением

В статье рассмотрено влияние химического состава и режимов термической обработки на структуру и свойства деталей из сплава ВТ 3-1. Выявлено, что повышение содержания хрома и молибдена к верхнему пределу, контролируемому ГОСТом, вызывает уменьшение пластичности и повышение прочности сплава. Предложено исправление возникающего брака проведением повторного отжига с пониженной температурой.

Ключевые слова: титановые сплавы, изотермический отжиг, β -фаза, пластичность, хрупкость, термическая стабильность структуры.

К. А. Вансович

Модель роста усталостных поверхностных трещин за цикл нагрузка – разгрузка

Предложена модель роста усталостных трещин, учитывающая процессы разрушения, происходящие непосредственно у вершины трещины, за цикл нагружения. Исследовано изменение напряжений у вершины трещины при нагружении образцов до максимальных напряжений и последующей их разгрузке до нуля. Получены формулы для вычисления скорости роста усталостных трещин, развивающихся по типу нормального отрыва при одноосном и двухосном нагружении металла в области трещины.

Ключевые слова: поверхностная трещина, двухосное нагружение, циклические напряжения, скорость роста трещины, коэффициент изменения средних напряжений.

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА. ЭНЕРГЕТИКА

К. В. Хацевский, А. Д. Умурзакова, Ю. Н. Дементьев

Алгоритм и способ косвенного контроля электромагнитного момента и угловой скорости асинхронного двигателя

Представлен алгоритм и способ контроля выходных координат трехфазного асинхронного электродвигателя. В функциональных схемах, реализующих предложенный алгоритм, при измерении выходных координат контролируется изменение температуры обмотки статора и частота питающего напряжения. Разработанные алгоритм и способ обладают повышенной точностью и отличаются от известных простотой реализации схемных решений.

Ключевые слова: асинхронный электродвигатель, угловая частота вращения, электромагнитный момент, косвенное измерение.

Е. В. Птицына, Д. В. Птицын, А. Б. Кувалдин

Разработка методики моделирования устройств автоматического регулирования спектра частот и амплитуды напряжения установок с питанием током сложной формы

В электротехнологических установках ток сложной формы позволяет получать позитивные технологические и энергетические эффекты и является актуальным направлением их совершенствования, но требует разработки новых принципов управления – введения дополнительных каналов регулирования по частоте и напряжению. Разработка методики исследования динамических систем, какими являются автоматические системы управления

объектами электротехнологии с питанием током сложной формы, является целью настоящей работы. По результатам анализа литературных источников выбран метод моделирования с применением пакетов расширения визуально-имитационного моделирования Simulink и событийного программирования Stateflow математической системы Matlab, позволяющий для достижения поставленной цели решить задачи разработки различных логических структур управляющих автоматов и выявить ошибки при работе автоматических систем управления любой сложности. На примере электролизной ЭТУ с питанием ТСФ представлено пошаговое применение разработанной методики для проверки отсутствия сбоя в работе логической схемы управляющего автомата.

Ключевые слова: электротехнологическая установка, ток сложной формы, теория конечных автоматов, Stateflow диаграмма, таблица истинности.

С. С. Бусаров, В. К. Васильев, А. Ю. Громов, А. В. Недовенчаный, М. А. Чижиков

Методика экспериментальных исследований рабочих процессов тихоходных длинноходовых бесшмазочных поршневых компрессорных ступеней

Теоретическая работа по моделированию рабочих процессов тихоходных длинноходовых компрессорных агрегатов проведена авторами в достаточном объеме, позволяющем говорить о перспективах применения тихоходных длинноходовых поршневых компрессорных агрегатов для получения средних давлений в одной ступени. В связи с этим разработан и изготовлен экспериментальный стенд с линейным гидравлическим приводом. Проведены экспериментальные исследования и получены данные по изменению мгновенных параметров газа в рабочей камере.

Ключевые слова: длинноходовой поршневой компрессор, рабочие процессы, измерение мгновенной температуры и давления газа, экспериментальные исследования поршневых компрессоров.

А. В. Дед

Расчет параметров Simulink-модели силового трехфазного трансформатора для исследования длительных несимметричных режимов

В статье представлены результаты решения задачи по расчету параметров силового двухобмоточного трехфазного трансформатора для создания его Simulink-модели. Трансформатор как нелинейный элемент систем энергоснабжения при моделировании и анализе своего режима работы при различных параметрах нагрузки определяет необходимость в учете параметров характеристики параметров магнитопровода. Данная необходимость обусловлена тем, что представленные в качестве стандартных (демонстрационных) в пакете Matlab модели трансформаторов имеют заданные по умолчанию параметры кривой намагничивания без указания источника этих данных. В работе скомпилированы расчетные выражения для определения на основе каталожных данных параметров Simulink-модели трансформаторов. Приведены полученные в результате вычислений значения параметров Simulink-модели для трансформаторов серии ТМ различных мощностей.

Ключевые слова: качество электрической энергии, несимметричная нагрузка, расчет параметров, трансформатор, Simulink, Matlab.

С. В. Теребилов, А. Г. Михайлов, Е. Н. Слободина, А. В. Васильев

Образование отложений накипи на поверхностях нагрева в жаротрубных котлах

Рассмотрены основные виды отложений на поверхностях нагрева в котлах. Показаны основные закономерности образования отложений на поверхностях нагрева в энергетических котлах. Предложена зависимость скорости образования накипи солей жесткости на поверхностях нагрева жаротрубного котла.

Ключевые слова: образование отложений, поверхности нагрева, щелочноземельные отложения, жаротрубный котел.

А. О. Шепелев, С. С. Гиршин, В. Н. Горюнов, Е. А. Кузнецов, Е. В. Петрова, В. О. Кропотин

Разработка алгоритма расчета потерь мощности в воздушных линиях электропередачи распределительных сетей с учётом режимных и климатических факторов

В настоящей статье представлен алгоритм расчета потерь мощности в электрической сети с учётом режимных и климатических факторов. Расчет потерь проводится при совместном решении уравнений электрического и теплового режимов воздушных линий электропередачи. Данный алгоритм позволяет рассчитывать потери мощности в распределительной электрической сети на основе известных методов расчета. Учёт тепловых процессов осуществляется на основе математических моделей, разработанных на кафедре «Электроснабжение промышленных предприятий».

Ключевые слова: алгоритм, уравнение теплового баланса, потери мощности, температура.

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ И ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

С. В. Бирюков, А. В. Тюкин

Конструктивные погрешности трехкоординатных датчиков напряженности электрического поля

В данной статье рассматривается вопрос повышения точности преобразования трехкоординатных датчиков напряженности электрического поля за счет их конструктивного исполнения. Проанализированы характерные для трехкоординатных датчиков инструментальные (конструктивные) погрешности. Анализу подверглись погрешность результирующей чувствительности трехкоординатного датчика, погрешность параллельности пар чувствительных элементов и погрешность, вызванная неортогональностью координатных осей датчика. Показывается, что погрешность результирующей чувствительности может быть сведена к желаемому минимуму за счет попоординатной градуировки датчика, погрешность параллельности пар чувствительных элементов прямопропорциональна квадрату угла отклонения и при отклонении $\Delta=4^\circ$ она составляет всего 0,25 % и в большинстве случаев ей можно пренебречь. Погрешность ортогональности координатных осей может быть значительной и достигать единиц процентов (1,75 %/град). Уменьшить эту погрешность можно только строгим соблюдением ортогональности координатных осей датчика.

Ключевые слова: трехкоординатный датчик, конструктивные погрешности, погрешность чувствительности, погрешность не параллельности, погрешность неортогональности.

С. С. Колмогорова, А. С. Колмогоров, С. В. Бирюков

Особенности построения моделей сенсоров трехкоординатных измерений напряженности электрического поля

В статье рассматривается конструктивная разработка базовой модели электроиндукционного сферического однокомпонентного и многокомпонентного сенсора с чувствительными электродами в форме полых сферических сегментов, учитывающая промышленные условия измерения. Реализация моделей сенсоров выполнена в САПР SolidWorks. Практической целью исследования является получение обоснования оптимальных и допустимых геометрических форм чувствительных электродов, обеспечивающих лучшие метрологические характеристики измерителей напряженности электрического поля в различных условиях с широким диапазоном измерения для более рационального использования производственного потенциала.

Ключевые слова: электрическое поле, напряженность, сферический датчик, сенсор, чувствительный электрод, первичный преобразователь, измерения, электрометрия.

Е. В. Леун, А. В. Шулепов

Исследование и разработка сапфировых измерительных наконечников для приборов активного контроля размерных параметров изделий

В статье представлены результаты экспериментальных исследований механического контактирования сапфирового стержня с вращающейся пятизубой фрезой в режиме близком к активному контролю её диаметра. Показано, что сапфировый стержень выдерживает подобные циклические ударные нагрузки, а износ его поверхности соответствует режиму пластичного удаления материала. Отмечается появление локальных зон металлизации от контакта с фрезой. Для повышения износостойкости предложена конструкция составного измерительного наконечника с введением защитного покрытия. Обсуждаются современные высокопрочные материалы для этого покрытия.

Ключевые слова: измерительный наконечник, прибор активного контроля, контактные измерения, сапфир, диоксид циркония, трещиностойкость.

Д. В. Сапожников

Математическая модель частотного дискриминатора

Данная статья содержит аналитические выражения, позволяющие оценить характер напряжений на выходе частотного дискриминатора СВЧ диапазона длин волн в зависимости от характеристик планарных элементов, на которых он выполнен. Приведены графики коэффициентов передачи, которые позволяют качественно оценить степень отклонения характеристик от идеальных. Результаты расчетов могут быть использованы для определения необходимой длины линии задержки на этапе разработки изделия.

Ключевые слова: математическая модель, частотный дискриминатор, квадратурный делитель мощности, детектирование сигнала.

П. И. Степанов, В. В. Закураев

Алгоритм прогнозирования остаточного ресурса электромеханического оборудования на основе комплексного анализа токовых и вибрационных сигналов

В работе решалась одна из главных задач неразрушающего контроля – предсказание состояния электромеханического оборудования в некоторый будущий момент времени (прогнозирование). В качестве объекта контроля использовался асинхронный привод с зубчатой передачей. Прогнозирование остаточного ресурса проводилось на основе комплексного анализа вибрационных сигналов (с зубчатой передачи) и сигналов потребляемого тока асинхронным двигателем. Разработан алгоритм прогнозирования и проведено его тестирование в лабораторных условиях.

Ключевые слова: неразрушающий контроль, прогнозирование, остаточный ресурс, диагностика, электропривод.

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

В. Н. Задорожный, М. Н. Юдина

Калибровка графов предпочтительного связывания по распределениям степеней вершин и коэффициентам кластеризации

Разрабатывается метод комплексной калибровки случайных графов предпочтительного связывания одновременно по распределениям степеней связности вершин и по коэффициенту кластеризации. В методы теории случайных графов с нелинейным правилом предпочтительного связывания вводится новый прием – использование для выращивания графов сложных стохастических приращений (модулей), состоящих из нескольких взаимосвязанных вершин. Выводятся математические соотношения, позволяющие выполнять комплексную калибровку графа, выращиваемого присоединениями модулей. Полученные результаты демонстрируют принципиальную возможность исследования и использования нового класса случайных графов с нелинейным правилом предпочтительного связывания – случайных графов со сложными стохастическими приращениями.

Ключевые слова: случайные графы, распределения степеней связности вершин, нелинейное правило предпочтительного связывания, коэффициент кластеризации.

Т. Р. Захаренкова

О вероятности потерь в многолинейных фрактальных системах массового обслуживания

Разрабатывается и исследуется метод определения вероятностей потерь в многолинейных фрактальных системах массового обслуживания с помощью аппроксимации этих вероятностей стационарными вероятностями состояний и хвостами распределений вероятностей состояний соответствующих бесконечнолинейных систем. Эффективность рассматриваемого подхода к определению вероятностей потерь обосновывается теоретически и с помощью имитационного моделирования. Предложенные в статье аппроксимации позволяют ускорить и упростить поиск оптимального распределения числа каналов по узлам сетей массового обслуживания.

Ключевые слова: вероятность потерь в конечнолинейных СМО, фрактальный трафик, теория массового обслуживания, телекоммуникационные сети.

Н. Л. Князев

Обработка навигационных параметров на основе алгоритма нечеткой кластеризации

Рассмотрена задача распределения летательных аппаратов (ЛА) по группам (кластерам) на основе обработки навигационных параметров. Предложен алгоритм кластеризации ЛА с использованием математического аппарата нечеткой логики. Разработанный алгоритм предоставляет возможность формировать количество кластеров в процессе своей работы. Показана эффективность предлагаемого алгоритма для точного кластерного анализа обнаруженных летательных аппаратов.

Ключевые слова: кластерный анализ, метрика, нечеткая логика, радиолокация.

М. А. Корнач

Оптимизация транспортных сетей в режиме свободного движения автотранспорта

Рассматривается задача оптимального распределения ресурса по дорогам транспортной сети в режиме свободного движения. Для поиска решения используется метод множителей Лагранжа. Описывается пример оптимизации. Результаты оптимизации проверяются на имитационной модели транспортной сети с использованием программного продукта TraffOpt.

Ключевые слова: имитационное моделирование, транспортная сеть, ремонт дорог.

У. Н. Кульбида, А. В. Зыкина

Информационные системы и технологии в рекламной деятельности

В статье рассмотрены экспертные системы, средства поддержки принятия решений, информационно-аналитические системы и сервисы в области рекламы, медиа и PR-технологий с точки зрения использования рекламной информации, полученной из общей маркетинговой деятельности предприятия. В зависимости от поставленных целей рекламной кампании выделены функции рекламного менеджмента. На основе анализа современной литературы по маркетинговой деятельности предложен расширенный план проведения рекламной кампании, для каждого пункта этого плана сформулированы задачи рекламной стратегии, поставленные в соответствии выделенным функциям рекламного менеджмента. Проведенное исследование позволяет сделать вывод, что современные информационные системы не решают задачи по определению рекламной идеи (рекламного позиционирования) продукта. Это существенный недостаток, поскольку на основе рекламной идеи строится концепция всей рекламной кампании. Отсутствие рекламного позиционирования продукта ставит под сомнение эффективность вложения финансовых средств в рекламные мероприятия.

Ключевые слова: программное обеспечение, информационные технологии, рекламный менеджмент, интернет реклама, медиапланирование, рекламное позиционирование.

С. В. Семенихин

Метод машинного обучения ранжированию на базе параллельных генетических алгоритмов

Рассмотрена проблема машинного обучения ранжированию документов в поисковой выдаче с целью повышения качества информационного поиска. Предложен метод машинного обучения ранжированию на основе параллельных генетических алгоритмов, направленный на одновременное повышение точности ранжирования и скорости выполнения машинного обучения. Проведены исследования на тестовых коллекциях, подтвердившие эффективность разработанного метода. Исследование выполнено на электронно-вычислительной машине с 16-ядерным процессором, что позволило выполнять до 16 параллельных генетических алгоритмов одновременно. Показано значительное снижение времени, необходимого для выполнения машинного обучения ранжированию.

Ключевые слова: информационный поиск, машинное обучение ранжированию, оптимизация, генетические алгоритмы, параллельные алгоритмы, кооперативная коэволюция.