

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

Ю. П. Макушев, Т. А. Полякова, Л. Ю. Волкова, В. В. Рындин

Кинематический расчет и построение графиков высоты подъема и скорости толкателя тангенциальных кулачков с использованием программы MATHCAD

В статье показаны особенности конструкции тангенциальных кулачков с закруглением его вершины, приведена методика определения высоты подъема и скорости толкателя при качении ролика по прямой линии и его контакте с действительным профилем кулачка. Уточнены формулы для кинематического расчета тангенциального кулачка с учетом радиуса начальной окружности вала, радиуса закругления вершины кулачка и величины радиуса ролика толкателя. Приведены расчеты по определению хода и скорости толкателя при качении ролика на участках прямой и дугообразной поверхности тангенциальных кулачков с радиусом закругления 6 и 10 мм. Предложены формулы для определения подъема толкателя на участке качения ролика по радиусу вершины кулачка при постоянном коэффициенте $\lambda = 1$ и $\lambda = 1,5$. С использованием программы Mathcad выполнены расчеты и построены совмещенные графики подъема толкателя и изменения его скорости для двух видов тангенциальных кулачков.

Ключевые слова: тангенциальный кулачок, вывод формул, расчет высоты подъема и скорости толкателя, программа Mathcad, графики.

Д. В. Ситников, А. А. Бурьян

Активный динамический гаситель колебаний при нестационарном режиме работы виброактивного агрегата

В работе рассмотрена система виброизоляции, в которой к подвижной массе активного динамического гасителя колебаний актуатором прикладывается усилие пропорционально измеренному значению реакции основания. В предположении, что актуатор без искажения формирует усилие пропорционально реакции основания, построены амплитудно-частотные и импульсные характеристики в зависимости от параметров системы. Показано, что рассматриваемая система виброизоляции достаточно эффективна в области низких частот, в том числе в области резонанса пассивной системы как при стационарном, так и при нестационарном режиме виброактивных сил.

Ключевые слова: виброизоляция, нестационарный режим, активный гаситель колебаний, виброопора, электродинамический привод.

А. А. Федоров, Ю. Е. Жданова, А. В. Линовский, Н. В. Бобков, Ю. О. Бредгауэр

Влияние фазового состава титановых сплавов на параметры шероховатости, получаемые в процессе проволочной электроэрозионной обработки

В работе исследована шероховатость титановых α , $\alpha+\beta$ и β сплавов, полученная проволочной электроэрозионной обработкой (ЭЭО) латунным электродом-инструментом в дистиллированной воде. Цель статьи — установить взаимосвязь электрических параметров проволочной электроэрозионной обработки с шероховатостью поверхностного слоя α , $\alpha+\beta$ и β титановых сплавов, в особенности с группой параметров R_k . Методом контактной профилометрии установлено, что фазовый состав титановых сплавов существенно влияет на высотные параметры шероховатости обработанных поверхностей, включая параметры группы R_k , по которым оцениваются функциональные свойства поверхностей — герметичность и износостойкость.

Ключевые слова: электроэрозионная обработка, титановый сплав, шероховатость, маслоудерживающая способность.

В. Г. Чуранкин, А. В. Лямцев, В. В. Деркач

Конструкторско-технологическое обеспечение износостойкости поверхности эластомера резинордных оболочек демпфирующих устройств

Рассматриваются два основных фактора, определяющих трение между несмазанными поверхностями эластомера и твердого основания при их относительном движении. Первый фактор — адгезия в областях реального (фактического) катализа и второй фактор — деформационная составляющая, которая обусловлена запаздыванием восстановления эластомера после внедрения неровности и называется гистерезисной составляющей трения. Одной из основных проблем повышения ресурса пневмоамортизаторов является минимизация износа покровного слоя резинордной оболочки (РКО). Изнашивание РКО связано с тем, что в процессе соприкосновения металлической поверхности и поверхности РКО происходит трение скольжения, в результате чего изнашивается покровный слой РКО (в отдельных случаях с первым слоем корда) в зависимости от химсостава резины и особенностей эксплуатации пневмоамортизатора. Для минимизации изнашивания резины предлагается изменение конструкции пневмоамортизатора, с тем чтобы в контакте поверхностей резины и металла доминировало трение качения.

Ключевые слова: трение, износ, резинордные оболочки, пневмоамортизаторы, покровный слой, упругие деформации, подшипники качения.

А. Ф. Батгалов, Р. Т. Саетова, Я. В. Денисова

Совершенствование организационно-методических вопросов аналитического контроля качества природного газа в испытательной лаборатории

Повышение требований к качеству природного газа, транспортируемого и используемого в промышленных и бытовых целях, заметно усилило роль аналитической лаборатории в производственном процессе, поскольку если результаты анализов, определяющие качество продукции, зависят от всей работы газотранспортного предприятия в целом, то качество и достоверность самих результатов анализа определяется работой лаборатории. Основа доверия потребителей к приобретаемой продукции обеспечивается достоверностью подтверждения соответствия продукции, установленной в требованиях технических регламентов и стандартов. Подтверждение качества выпускаемой продукции постоянно требует от аналитической лаборатории внедрения методов и методик контроля за качеством выполнения анализов. В качестве базы исследования выступает ООО «Газпром трансгаз Казань» — одно из газотранспортных дочерних обществ ПАО «Газпром», обслуживающее Ужгородский и Новопсковский коридоры магистральных газопроводов, газопроводы «Нижняя Тура–Пермь–Горький 1,2», «Оренбург–Заинск», «Казань–Нижний Новгород» и др. Объектом исследования является аналитический контроль качества природного газа, предметом — организационно-методические вопросы его проведения. В статье предложена методика расчета частоты отбора проб газа с применением автоматизированных алгоритмов, учитывающая данные об изменении состава и свойств газовых потоков за отчетный период. Описание методики представлено на примере расчетов частоты определений теплоты сгорания низшей (фактической калорийности) и плотности природного газа. В качестве объектов внедрения методики использовалась центральная химико-аналитическая лаборатория Инженерно-технического центра ООО «Газпром трансгаз Казань» и точки отбора проб газа на газораспределительных станциях магистральных газопроводов в зоне обслуживания общества. Обоснована актуальность применения данной методики для совершенствования проведения аналитического контроля качества в Испытательной лаборатории.

Ключевые слова: испытательная лаборатория, природный газ, аналитический контроль качества, отбор пробы газа, среднее квадратическое отклонение, требуемая частота отбора проб.

Р. Т. Саетова, И. А. Батгалов, Я. В. Денисова

Корпоративная система аккредитации ПАО «Газпром» как инструмент обеспечения единства измерений организации

Актуальность настоящего исследования обусловлена усилением роли химико-аналитических (испытательных) лабораторий газотранспортных обществ в реализации стратегии ПАО «Газпром»

по обеспечению надежной и безаварийной транспортировки природного газа и необходимостью постоянного подтверждения своей беспристрастности в осуществлении производственных задач. Вопрос качества результатов измерений сегодня стоит очень остро. Защита интересов потребителя и прав поставщика обеспечивается точностью определения количественных и качественных показателей продукции, установленных техническими регламентами, стандартами и определяемых на основе достоверных измерений с целью минимизации рисков для жизни, здоровья человека и окружающей среды. Все виды испытаний, проводимые в организации, должны подпадать под обязательную или добровольную аккредитацию. В зависимости от видов измерительных процессов и области их применения к форме подтверждения соответствия лабораторий предъявляются различные требования. Обеспечению компетентности химико-аналитических лабораторий дочерних обществ и организаций ПАО «Газпром» в области оценки соответствия продукции способствует система корпоративной аккредитации, действующая в соответствии со стандартом организации СТО Газпром 5.8-2020. Единые требования, адаптированные под отраслевую специфику деятельности и достаточные для получения достоверных результатов измерений, побуждают дочерние общества ПАО «Газпром» становиться участниками обновленной системы аккредитации. В качестве базы исследования выступает ООО «Газпром трансгаз Казань». Объектом исследования является система обеспечения единства измерений ООО «Газпром трансгаз Казань». Предметом — порядок и мероприятия, осуществляемые испытательной лабораторией при аккредитации в корпоративной системе.

Ключевые слова: газотранспортное предприятие, качество продукции, безопасность продукции, испытательная лаборатория, газ горючий природный, достоверность измерений, корпоративная система аккредитации, обеспечение единства измерений.

А. К. Васильев, В. А. Дьяченко

Анализ условий и критериев воспроизводимости ударного импульса на мехатронных испытательных стендах

Испытания на воздействие многократных ударов являются важной частью разработки любого изделия. Испытания проводят на стендах многократных ударов. С целью расширения диапазона функциональных параметров мехатронных стендов многократных ударов предложены: критерии выбора параметров пневматической подвески, метод прогнозирования изменения жесткости формователя при работе стенда и метод оценки влияния воспроизводимости управляемых параметров на стабильность ударного импульса. В отличие от известных работ предлагаемые критерии и методы учитывают требования по воспроизводимости ударного импульса.

Ключевые слова: стенд многократных ударов, испытания, пневматический привод, стабильность воспроизведения, параметры ударного импульса.

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

А. Ф. Бурков, В. В. Миханшин, В. Х. Нгуен

Повышение энергоэффективности силовых электроэнергетических установок малотоннажных пассажирских судов

Статья посвящена решению задачи повышения энергоэффективности силовых электроэнергетических установок быстроходных малотоннажных (глиссирующих) судов, используемых для пассажирских перевозок между прибрежными населенными пунктами на примере порта Владивосток, расположенного на полуострове Муравьева-Амурского, имеющего преимущественно сухопутное сообщение с расположенными на побережье населенными пунктами. Перенасыщенность автотранспорта, обусловленная необходимостью сообщений между населенными пунктами, характеризующимися, как правило, плотной застройкой, относится к основным причинам возникновения многочасовых транспортных заторов, которые ухудшают экологическую обстановку и увеличивают социальную напряженность в обществе. При этом снижается и туристическая привлекательность Приморья. К перспективным направлениям решения этой транспортной проблемы относится использование малотоннажных пассажирских, в частности глиссирующих, судов с гибридными электрифицированными силовыми пропульсивными установками. Согласно имеющимся данным, у таких судов отмечается

пониженный расход горючесмазочных материалов, необходимых для функционирования силовых электроэнергетических установок и уменьшение вредных выбросов в окружающую атмосферу более чем в два раза по сравнению с аналогичными традиционными дизельными судами. Кроме того, перспективность предлагаемого научно-технического решения обуславливается сокращением времени пассажирских перевозок при снижении стоимости поездок.

Ключевые слова: аккумуляторная батарея, гибридная электрифицированная энергетическая установка, главный двигатель, полупроводниковый преобразователь, синхронная обратимая машина.

Б. В. Лукутин, Д. И. Муравьев

Имитационная модель фотодизельной системы электроснабжения с интеллектуальным управлением в Matlab/Simulink

Рассмотрена имитационная модель автономной фотодизельной системы электроснабжения (ФДЭС) на постоянном токе. Модель ФДЭС, реализованная в блочном приложении Simulink программного комплекса Matlab, содержит: фотоэлектрическую станцию (ФЭС), дизель-генераторную установку (ДГУ), систему накопления электрической энергии (СНЭЭ), децентрализованный потребитель, а также вспомогательные преобразовательные устройства. ФДЭС-модель позволяет производить анализ энергетического баланса между генерацией, потреблением и доступным энергетическим обменом от СНЭЭ в сопряжении на шине постоянного тока (ШПТ). С помощью предлагаемой модели возможен анализ и оптимизация технико-экономических показателей ФДЭС на постоянном токе с приоритетом генерации ФЭС, что обеспечивает: уменьшение потребления дизельного топлива и карбонизации воздуха, снижение стоимости 1 кВт·ч электроэнергии для децентрализованного потребителя, разработку алгоритмов интеллектуального управления составом и режимами электротехнического комплекса. Полученные технико-экономические показатели ФДЭС на постоянном токе превосходят аналогичные системы на переменном токе за счет возможности увеличения вклада ФЭС в энергетический баланс автономной системы электроснабжения. В результате численных экспериментов с изменяющимися входными условиями: годовыми изменениями инсоляции и температуры на различных широтах, авторами обоснованы технические, экономические, экологические критерии эффективности принятия решений и рекомендации по проектированию и эксплуатации ФДЭС на постоянном токе. Разработаны интеллектуальные алгоритмы эффективного управления ФДЭС на постоянном токе.

Ключевые слова: фотодизельные системы электроснабжения, системы постоянного тока, фотоэлектрические станции, системы накопления электрической энергии, возобновляемые источники энергии, интеллектуальное управление.

А. Л. Каштанов, Ю. В. Плотников

Методика выбора мест установки систем автоматического резервирования мощности тяговых подстанций постоянного тока

В работе представлена методика выбора мест установки систем резервирования мощности тяговых подстанций для снижения потерь электроэнергии в системе тягового электроснабжения железных дорог постоянного тока. Выполнен анализ основных критериев, оказывающих влияние на эффективность и надежность работы системы тягового электроснабжения постоянного тока. Разработан алгоритм выбора мест установки систем резервирования мощности, позволяющий отобрать тяговые подстанции, обеспечивающие наибольший энергетический эффект при установке систем.

Ключевые слова: система тягового электроснабжения, тяговая подстанция постоянного тока, преобразовательный агрегат, потери электроэнергии, энергоэффективность.

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ И ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

С. В. Бирюков, Л. В. Тюкина, А. В. Тюкин

Метод измерения напряженности неоднородных электрических полей по среднему значению

Измерение и контроль уровней напряженности неоднородных электрических полей с высокой точностью довольно сложная задача. Решение этой задачи связано как с разработкой новых датчиков, так и методов измерения напряженности электрического поля. Создание новых высокоточных электроиндукционных датчиков исчерпало свои возможности на современном уровне техники и технологии. Поэтому нужны новые идеи решения задач высокоточного измерения напряженности электрического поля. Одним из таких путей является разработка новых методов измерения. Существующие методы измерения, характеризующиеся сложностью процессов измерения, пригодностью в одних случаях и непригодностью в других, не обеспечивают желаемых метрологических характеристик. Поэтому работы, связанные с разработкой методов измерения напряженности неоднородных электрических полей, не стоят на месте и являются актуальными. Целью исследования стало создание нового метода измерения напряженности электрических полей с использованием известных датчиков, позволяющего значительно уменьшить погрешность измерения неоднородных электрических полей. Сформирована идея построения нового метода измерений. Идея метода заключается в том, что при наличии двух физических величин, измеренных с разными по знаку значениями погрешности, среднее значение физической величины всегда будет ближе к истинному значению. Исходя из этого, предложен новый метод измерения напряженности неоднородных электрических полей, связанный только лишь с оригинальным процессом измерения. Метод измерения получил название «Метод среднего значения» (МСЗ). Оценка погрешности этого метода показывает снижение погрешности измерения до +5 % при полном пространственном диапазоне измерения $0 \leq a \leq 1$. Используя «Метод среднего значения» можно добиться значительного повышения точности измерения напряженности неоднородных электрических полей в широком пространственном диапазоне измерений по сравнению с известными методами.

Ключевые слова: датчик напряженности электрического поля, одинарный датчик, двойной датчик, метод измерения, напряженность электрического поля, погрешность от неоднородности поля.

Р. А. Ахмеджанов, А. И. Чередов, А. В. Щелканов

Градиентометр напряженности магнитного поля

Измерения параметров магнитного поля являются основой всех магнитных измерений. Большинство методов измерений параметров магнитного поля базируется на силовом (энергетическом) взаимодействии магнитного поля с макро- или микроскопическими токами и электромагнитной индукции. В работе рассматривается возможность построения градиентометра напряженности магнитного поля на основе абсолютной винтовой неустойчивости электронно-дырочной плазмы полупроводникового образца. Приведены функциональная схема градиентометра и результаты экспериментальных и теоретических исследований чувствительного элемента градиентометра.

Ключевые слова: градиент напряженности, образец, поле, чувствительный элемент, диапазон, чувствительность.

Б. Д. Женатов

Расширение динамического диапазона устройства выборки и хранения весовым интегрированием узкополосного колебания

Наиболее узким местом высокочастотных цифровых радиоприемных устройств, с точки зрения динамических характеристик, является процесс аналого-цифрового преобразования. Чаще всего для обеспечения требований по быстродействию и динамическому диапазону аналого-цифрового преобразования перед аналого-цифровым преобразователем (АЦП) включают устройство выборки и хранения (УВХ), которое существенно проще по структуре, чем структура АЦП, но позволяет снизить требования к АЦП по его быстродействию и динамическому диапазону. Предложен метод

расширения динамического диапазона интегрирующего устройства выборки и хранения для цифровых радиоприемных устройств с использованием весового интегрирования входного узкополосного колебания.

Ключевые слова: интегрирующее устройство выборки и хранения, весовое интегрирование, узкополосное колебание, нелинейная модель.

Е. В. Леун

Основы построения струйно-капельных оптических систем измерений напряженности электрического поля. Часть 1

В статье обсуждаются принципы и возможности применения струйно-капельных оптических измерительных систем для контроля напряженности электрического поля (НЭП). Рассматриваются два примененных технических приема. Во-первых, отклонение летящих заряженных капель (шариков, полых гранул), используемых в качестве микрообъектов, чувствительных к НЭП и отклоняющихся от заданной прямолинейной траектории движения, подобно электрону в кинескопе. Во-вторых, стробоскопическое определение положения и/или смещений капель за счет импульсного освещения боковой стороны отклоненной капли оптическим потоком и измерения для него угла отражения. Обсуждаются возможности реализации дифференциального метода измерений НЭП. Рассматриваются особенности применения жидкостей с добавлением нанопорошков металлов или на основе жидких металлов, а также полых капель в виде микросфер или пустотелых гранул.

Ключевые слова: электрокапеструйные технологии, вынужденный капиллярный распад струи, капельный поток, капля, микросфера, гранула, рефлектометрический метод измерения, электростатический заряд, напряженность электрического поля.

Е. А. Котов, А. Д. Друк, Д. Н. Клыпин

Разработка экзоскелета нижних конечностей человека для медицинской реабилитации

В статье рассматривается проектирование конструкции и системы управления экзоскелета нижних конечностей человека для совершенствования медицинской реабилитации. Целью работы является разработка реабилитационного устройства, способного обеспечить контролируемое движение в двух плоскостях, а также сохранение равновесия без потери мобильности. Предложены и охарактеризованы конструкция и система управления реабилитационного тренажера, предназначенного для проведения механотерапии нижних конечностей пациентов с локомоторными нарушениями. Разработанная система обладает рядом существенных отличий от аналогов и может быть рекомендована для экспериментального исследования на пациентах с нарушениями локомоторных функций.

Ключевые слова: экзоскелет, биомехатроника, реабилитационно-исследовательский комплекс, вертикализатор, электропривод, роботизированная механотерапия.