

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

Д. И. Чернявский, Д. Д. Чернявский

Кинематический расчет элементов микрозеркал микроэлектромеханических систем (MEMS)

В настоящее время разработка и применение микромашин является важным направлением развития технологий микроэлектромеханических систем (MEMS). В данных устройствах происходит электромеханическое преобразование энергии, в результате которого возникают силы, осуществляющие механическую работу в пределах размеров корпуса микросхемы. В работе проведен расчет кинематических параметров механической конструкции микрозеркала. Приведены практические рекомендации по выбору оптимального диапазона изменения углов наклона микрозеркала с целью повышения прочности его конструкции, а также для уменьшения мощности механического привода микромашины, необходимой для изменения углов наклона микрозеркала. За счет изменения угла наклона микрозеркала лазерный луч попадает в различные входные каналы оптического датчика. При этом формируется управляющий сигнал для дальнейшей работы микросхемы. Таким образом микрозеркало выполняет функцию коммутатора входных оптических каналов, соединяя в различные комбинации определенные входные или выходные элементы микросхемы для последующей обработки.

Ключевые слова: микротехнологии, микроэлектромеханические системы (MEMS), микрооптоэлектромеханические устройства (MOEMS), теория подобия, закон сохранения энергии, механический привод микрозеркала, кинематика, механическая прочность.

В. А. Ильиных

Применение конических профильных соединений шпиндель-оправка в многоцелевых станках

В статье рассматривается решение проблемы повышения качества моментопередающих соединений шпиндельных узлов многоцелевых станков. Целью работы является определение контактной жесткости соединений шпиндель-оправка различных типов, на основе проведенных имитационных экспериментов процесса сборки-разборки вспомогательного инструмента различных конструктивных форм в условиях многократных замен. Выполнен сравнительный анализ математических ожиданий контактной жесткости традиционных и нетрадиционных конических профильных разъемных соединений на основе равноосного контура с числом граней, равным трем, в условиях внешнего нагружения. Полученные результаты позволяют прогнозировать показатели качества многоцелевых станков в рамках проектирования быстроразъемных соединений.

Ключевые слова: конические профильные разъемные соединения с равноосным контуром, многоцелевые станки, вспомогательный инструмент (оправки), шпиндельный узел, контактная жесткость, процесс сборки, многократные замены.

В. Г. Комков, С. А. Губарь, Г. Г. Воскресенский

Использование шеелитового концентрата для повышения износостойкости рабочей поверхности, восстановленной при электрошлаковой наплавке

Использование при электрошлаковой наплавке готовых легирующих порошков повышает стоимость готовой детали, что обуславливает низкий экономический эффект восстановления деталей и стимулирует поиск более дешевых материалов для легирования наплавляемых деталей. Проведено исследование эффективности легирования наплавляемого металла через расплавляемую вставку, а также путем прямого введения легирующих порошков в состав шихты. В качестве легирующих порошков использовались смеси на основе обогащенного минерального шеелитового концентрата и порошка графита. Выявлено, что при легировании наплавленного металла через вставку, наилучшей износостойкостью обладает образец, наплавленный с применением вставки, состоящей из шеелитового концентрата и графита в соотношении 1/3,5, с

последующей закалкой в воде. При добавлении шеелитового концентрата во флюс до 25 % по массе удалось повысить износостойкость наплавленного металла за счет более благоприятных условий для восстановления вольфрама.

Ключевые слова: легирование, электрошлаковая наплавка, шеелитовый концентрат, углетермическое восстановление.

М. А. Джасем, П. Я. Крауиньш

Математическая модель зацепления и аналитическое описание профиля зубьев волнового торцевого кинематического редуктора

Проблема создания волнового торцевого кинематического редуктора с многопарным зацеплением выдвигает на первый план круг вопросов в области геометро-кинематической теории зацепления, которые рассматриваются в данной работе. Синтез многопарного зацепления для волнового торцевого кинематического редуктора, обеспечивающего постоянство их передаточной функции, предусматривает: разработку математической модели зацепления с учетом особенностей взаимодействия зубьев при пространственно-сферическом движении; описание профиля зубьев системой уравнений на сферическую поверхность и на нормальное сечение зубьев для внутреннего зацепления; выявление с помощью программы MathCAD 2010 Professional математического эксперимента и определение области существования 100 %-го многопарного сопряжения зубьев путем сравнения формы их профиля с характером аналитической функции многопарного зацепления.

Ключевые слова: многопарное зацепление, пространственно-сферическое движение, волновой торцевой кинематический редуктор, профиль зуба, передаточное отношение.

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

А. А. Татевосян

Научные основы проектирования оптимальных конструкций тихоходных синхронных генераторов с постоянными магнитами для ветроэнергетических установок

В работе под научными основами проектирования тихоходных синхронных генераторов на постоянных магнитах (СГПМ) в составе ветроэнергетических установок (ВЭУ) понимается система научных знаний, которая составляет теоретическую базу практики конструирования сложного объекта, каким является ВЭУ, состоящая из взаимосвязанного оборудования и сооружений, предназначенных для преобразования энергии ветра в электрическую энергию. В настоящее время разработке перспективных конструкций ВЭУ во всем мире уделяется повышенное внимание, например, в Российской Федерации перспективным направлением является создание автономных ВЭУ с тихоходными СГПМ средней и малой мощности, имеющими максимальный спектр сфер применения по виду деятельности и климатических зон на всей территории. Однако инженерные подходы к проектированию отдельных компонентов ВЭУ свидетельствуют о сложностях разработки научно обоснованной методологии оптимизации параметров ВЭУ как единого целого, учитывающей взаимовлияние отдельных компонентов друг на друга. При этом под методологией оптимизации параметров ВЭУ понимается инструментальный аппарат научных основ конструирования, учитывающий показатели качества и критерии оптимальности, энергетические и технические характеристики, а также этапы проектирования с результатами предварительных и поверочных расчетов. Для стадии поверочных расчетов параметров ВЭУ научные основы конструирования определяются построением математических моделей и их исследований с помощью пакетов прикладных программ для ПК, тогда как для стадии предварительных расчетов имеет значение развитие аналитических методов анализа. В данной статье рассматриваются научные основы проектирования СГПМ в составе ВЭУ на стадии предварительных расчетов, сформулирована задача оптимизации параметров тихоходных ВЭУ, предложены уравнения взаимосвязи конструктивных параметров с энергетическими показателями работы ВЭУ, обеспечивающие максимум КПД синхронных генераторов с учетом заданных технических условий.

Ключевые слова: задача оптимизации, ветроэнергетическая установка, тихоходный синхронный генератор, цилиндрический магнитопровод, постоянные магниты.

Н. А. Серебряков

Применение адаптивного ансамблевого нейросетевого метода для краткосрочного прогнозирования электропотребления электротехнического комплекса районных электрических сетей

Статья посвящена проблеме повышения точности краткосрочного прогнозирования потребления электроэнергии электротехнического комплекса районных электрических сетей с помощью инструментов глубокого машинного обучения. Исследована эффективность применения адаптивного алгоритма обучения глубоких нейронных сетей при краткосрочном прогнозировании электропотребления данного электротехнического комплекса. Рассмотрены вопросы, связанные с применением сверточных и рекуррентных нейронных сетей для решения задачи прогнозирования электрических нагрузок. Проведен сравнительный анализ точности краткосрочного прогноза потребления электроэнергии разработанного ансамблевого метода с точностью прогноза, полученного с помощью нейронных сетей стандартной архитектуры.

Ключевые слова: районные электрические сети, прогнозирование потребления электроэнергии, искусственная нейронная сеть, алгоритм обучения, сети свертки, рекуррентные нейросети.

И. В. Комаров, Д. А. Поляков, К. И. Никитин, В. Ю. Мирошник

Математическая модель прогнозирования пробоя изоляции на основе характеристик частичных разрядов

В работе проведено исследование существующих математических моделей разрушения изоляции. Определено, что большинство моделей оценки остаточного ресурса изоляции основаны на моделях термической и термоокислительной деструкции изоляционных материалов. В настоящее время популярность набирают твердые диэлектрики, среди которых сшитый полиэтилен, ПВХ, этиленпропиленовая резина и другие. В таких диэлектриках возможна оценка остаточного ресурса в краткосрочной перспективе. Эта возможность и необходимость обусловлена возможностью роста древовидных дефектов под воздействием частичных разрядов. В статье описана предлагаемая математическая модель оценки остаточного ресурса изоляции путем моделирования роста дефекта. Для учета влияния случайных величин в модели используется распределение Вейбулла. Модель предполагает разбиение толщины изоляции на некоторые участки, каждый из которых разрушается независимо от других. Разрушение этих участков происходит при возникновении частичных разрядов с определенной энергией, достаточной для разрушения материала. Прогнозирование разрушения изоляции происходит с использованием метода наименьших квадратов. Полученные результаты могут быть полезны при оценке остаточного ресурса изоляционных материалов и при проведении исследований в этой области.

Ключевые слова: пробой изоляции, дефект изоляции, частичный разряд, модель разрушения изоляции, прогнозирование пробоя.

Ю. В. Плотников

Источник питания приборов мониторинга и учета электроэнергии тяговой сети постоянного тока на основе последовательной цепочки преобразователей напряжения

При проектировании приборов мониторинга и учета электрической энергии для железнодорожных тяговых сетей постоянного тока одной из основных задач является создание источника для их питания. В работе рассмотрены проблемы, возникающие при использовании источников питания от сети собственных нужд тяговой подстанции, выполнен обзор основных технических решений источников, питающихся от тяговой сети, а также предложено оригинальное решение, обладающее большим КПД по сравнению с его прототипом.

Ключевые слова: источник питания, тяговая сеть, прибор мониторинга, прибор учета, высокое входное напряжение.

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ И ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

В. И. Гужов, И. О. Марченко, Е. Е. Трубилина, А. А. Трубилин

Дискретизация сигналов с помощью конечного набора апертур

В статье рассмотрен вопрос дискретизации непрерывных сигналов с помощью конечного набора апертур. С помощью аппарата обобщенных функций получен аналитический вид спектра функции для дискретизации с помощью решетки Дирака для бесконечного и ограниченного сигнала и с помощью ограниченного набора апертур. Показано, что спектр сигнала является произведением спектра сигнала при идеальной дискретизации на некоторый известный множитель, влияние которого можно устранить. Вид этого множителя можно получить, если известен вид апертуры. Полученное аналитическое выражение отличается от известных в литературе. Аналитическое выражение спектра функции при дискретизации может быть использовано для восстановления исходного изображения с помощью различных наборов апертур. Для этого необходимо разделить Фурье-спектр дискретизированного изображения на множитель, зависящий от выбранной апертуры. Получив от него обратное Фурье-преобразование, можно получить исходное.

Ключевые слова: идеальная дискретизация, решетка Дирака, дискретизация в реальных системах, обобщенные функции, преобразование Фурье, спектр.

Д. П. Седунов, А. С. Жунусова

Разработка алгоритма приема и декодирования входного сигнала с применением МПД декодера для абонентских терминалов, работающих с низкоорбитальными космическими аппаратами

Актуальность темы определяется необходимостью повышения скорости передачи данных в системах спутниковой телекоммуникации с помощью применения помехозащищенного кодирования. Скорость передачи данных в радиоканале фактически определяется уровнем помех, присутствующих в силу того, что среда передачи радиосигнала является средой общего пользования и в ней работают другие электронные устройства. Целью статьи является разработка алгоритма кодирования и декодирования входного сигнала с применением многопорогового декодера (МПД) жестких решений для абонентских терминалов (АТ), работающих с низкоорбитальными космическими аппаратами (НКА), и его сравнение с обычным РС декодером «Месси». Проведенное сравнение позволяет сделать вывод о том, что применение разработанного алгоритма оправдано в системах, где предъявляются более жесткие требования к вероятности появления ошибки в канале связи, в то время как декодер «Месси» целесообразней применять при наличии ограничений на вычислительную сложность.

Ключевые слова: коды Рида–Соломона, многопороговые декодеры, системы спутниковой телекоммуникации, низкоорбитальные космические аппараты, декодер «Месси», средняя частота ошибок при передаче, маркерный сигнал.

А. Д. Мехтиев, А. И. Солдатов, Е. Г. Нешина, А. Д. Алькина

Волоконно-оптическая система контроля геотехнических параметров горной выработки

В статье рассмотрен волоконно-оптический метод контроля горного давления, а также измерения величины смещения слоев кровли горной выработки. Авторами приведен анализ применяемых методов контроля горного давления. Приведены причины необходимости создания новой системы, основным требованием которой является условие соблюдения всех требований безопасности при проведении горных работ. Разработанная квази-распределенная волоконно-оптическая система способна с высокой точностью измерять изменения горного давления и смещения пород кровли в условиях взрывоопасной среды, также не требующая дорогостоящего оборудования, связанного с использованием спектр анализаторов и рефлектометров. Предложена

схема, позволяющая упростить процесс контроля. Получены результаты зависимостей дополнительных оптических потерь от приложенной силы.

Ключевые слова: оптическое волокно, оптический датчик, квазираспределенная система, горное давление, смещение горной выработки.