

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ**

К.Г. Резников, С.Л. Подвальный

Аннотация: представлена реализация программного обеспечения для визуализации процессов полимеризации для последующего анализа изображений молекулярно-массовых распределений полимеров в заданном интервале времени. Описано математическое моделирование полимеризации. Рассмотрены основные стадии процесса полимеризации и способы их классификации. Представлены стадии обрыва и подробно рассмотрен типовой модуль для механизма случайного обрыва. Описана кинетика полимеризации случайного обрыва. Реализован и описан алгоритм расчета молекулярно-массового распределения полимера с введением условного времени полимеризации. Представлены блок-схема и способы визуализации вычисленных результатов работы алгоритма. Разработано программное обеспечение для расчета молекулярно-массового распределения полимера и отрисовки полученных данных. Продемонстрирован пример выполнения программного обеспечения с вычислением молекулярно-массового распределения в определенные моменты условного времени для механизма случайного обрыва. Проведен анализ полученного молекулярно-массового распределения. Описаны результаты сравнения с основными распределениями. Представлен способ оптимизации визуализации вычисленных результатов работы алгоритма для более детального исследования молекулярно-массового распределения полимеров в зависимости от условного времени. Разработанное программное обеспечение позволяет рассматривать различные модули механизма обрыва, заменив исходную модель механизма случайного обрыва, вносить корректировки и наглядно видеть изменения модели, а также проводить оценку течения процесса

Ключевые слова: математическое моделирование, визуализация, полимеризация, химические процессы, программное обеспечение

**ПРОБЛЕМАТИКА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ
ПРОЦЕССАМИ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

В.Л. Бурковский, И.Н. Волков

Аннотация: дороги являются важной частью экономической составляющей страны, поэтому их строительство и эксплуатация крайне необходимы. Имеются недостатки и в качестве асфальтобетонных покрытий. Рассматриваются специфика и проблематика технологических процессов по производству и укладке асфальтобетонной смеси, а также приводится структура систем управления в дорожном строительстве. Рассматривается схема по устройству дорожного покрытия, где описывается каждый этап, а также изучаются различные факторы и проблемы, которые могут повлиять на технологический процесс и рабочие моменты. Основной характеристикой готового асфальтобетонного покрытия является коэффициент уплотнения, который в результате всех технологических процессов должен совпадать с нормативным значением. У каждого технологического этапа выделен входной и выходной контроль. Все процессы идут линейно, без завершения предыдущего этапа нельзя начать следующий, что является одной из главных проблем. Изложенный в работе теоретический материал может быть использован для создания интеллектуальной системы по управлению технологическими процессами в дорожном строительстве. Такая система очень важна для того, чтобы значительно улучшить качество асфальтобетонного покрытия, уменьшить сроки и стоимость работ

Ключевые слова: управление, дорожное строительство, входной и выходной контроль, технологические процессы, асфальтобетонная смесь, коэффициент уплотнения, структура систем управления

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕШТАТНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПАРОВОЙ ТУРБИНЫ И ЕЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НА БАЗЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ANY LOGIC

Р.С. Дударев, М.И. Чижов

Аннотация: рассматривается исследование нестабильной работы энергоблока атомной электрической станции, заключающейся в возникновении явления резонанса ввиду некорректно работающей программы управления электромагнитными клапанами системы автоматизированного управления турбоагрегата, которые при штатной эксплуатации обязаны корректно изменять электрическую и тепловую нагрузку, а также корректно регулировать и моделировать выработку энергии при отказе одного из регуляторов подачи пара на турбину. Проведенное исследование системы регулирования выявило отклонение характеристик сервомоторов по электрической части, вследствие чего рекомендуется для точного определения причины повышенной нечувствительности по давлению на золотнике выполнить ревизию сервомоторов, а также модернизировать программу управления данной системой. Невыполнение указанных действий может повлечь за собой аварийный сброс нагрузки, вследствие чего система не удержит машину на частоте вращения ниже уставки срабатывания автомата безопасности, что может привести к разрушению турбоагрегата. Система управления турбиной – это замкнутая система. В случае, если турбоагрегат применяется для приведения ротора в движение с постоянной скоростью, контроллер показывает скорость вала, сравнивает фактическую скорость с назначенной уставкой. В том случае, когда есть разница между фактической скоростью и желаемой скоростью, контроллер направляет сигнал приводу, управляющему паровым клапаном, который будет изменять параметры до тех пор, пока они снова не будут синхронизированы.

Ключевые слова: атомная электростанция, энергоблок, реактор, турбина, система управления, моделирование, оптимизация, генератор, регулирующий клапан

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВЁРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ АНАЛИЗА ИЗОБРАЖЕНИЙ

М.А. Лихотин

Аннотация: представлена классификация трёх разновидностей опухолей мозга: менингиома, глиома и опухоль гипофиза по магнитно-резонансной томографии (МРТ). В исследовании основным инструментом для классификации являются свёрточные нейронные сети. Приводятся постановка задачи, количество исходных изображений, разбиение входной выборки на обучающую, тестовую и валидационную, нормализация входного набора данных и прочее. Приведено описание архитектуры свёрточной нейронной сети, которая используется для обучения модели классификации изображений опухоли мозга. В ней применяется заранее предобученная нейронная сеть EfficientNetB3, которая была обучена за счёт сервиса ImageNet, что является иерархически организованной базой данных изображений. Представлена архитектура свёрточной нейронной сети EfficientNetB3, где по цепочке продемонстрирована взаимосвязь между слоями. Рассматривается детализированный пример обучения приведённой свёрточной нейронной сети, где продемонстрировано, как происходит улучшение работы модели на тестовых и валидационных выборках в зависимости от количества эпох. Представлена сводная статистика при обучении, где выявлена эпоха с наилучшим результатом работы модели на валидационной выборке, что и является результатом обучения.

Ключевые слова: свёрточная нейронная сеть, опухоль мозга, классификация, архитектура, обучение

РАЗРАБОТКА СПЕЦИАЛЬНОГО МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОТОКОМ ПОСТУПАЮЩИХ ЗАЯВОК

С.А. Олейникова, А.В. Дятчина

Аннотация: объектом исследования является обслуживающая или производственная система, одной из главных задач в которой будет эффективное с точки зрения выбранных критериев распределение входящего потока заявок по исполнителям. Цель данной работы – разработка математического обеспечения, которое является основой системы управления потоком поступающих заявок для решения задачи о назначении единичного задания с учетом нескольких критериев и временных ограничений. В результате предложена оптимизационная задача, учитывающая множество критериев, заданных соответствующими матрицами, описывающими степень эффективности выполнения каждой из работ каждым исполнителем, и временные ограничения, учитывающие расписание исполнителей, выполняющих задачи, поступившие ранее. Анализ специфики исследуемой задачи позволил прийти к выводу о целесообразности предварительной свертки критериев. Однако временные ограничения не позволяют применить известные методы решения аналогичных задач. В связи с этим, в качестве возможного варианта решения выбран эволюционный генетический алгоритм. Приведена структура хромосомы, а также описаны алгоритмы для формирования новой популяции, скрещивания и мутации, учитывающие временные ограничения и использующие в качестве фитнес-функции свертку критериев

Ключевые слова: задача о назначениях, временные ограничения, математическая модель

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ДЛИННОЙ ЛИНИИ НА ОСНОВЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ ЦЕПИ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

И.С. Киреев, И.В. Зубарев, В.Л. Бурковский

Аннотация: проводятся аналогии и осуществляется анализ источников электромагнитных излучений, в качестве которых выступают линии электропередач (ЛЭП), теория которых базируется на описании цепей с распределенными параметрами (длинными линиями). Рассматриваются телеграфные уравнения и способ их аналитического решения. Получение аналитических зависимостей выполняется на основе представления длинной линии эквивалентной схемы в виде пассивной цепи, состоящей из погонных емкостей, индуктивностей и проводимостей. Запись телеграфных уравнений базируется на классическом методе анализа на основе закона Ома и правил Кирхгофа с применением метода комплексных амплитуд. Полученные аналитические зависимости позволяют анализировать процессы распространения токов и напряжений в длинной линии во времени и пространстве. Проводится компьютерное моделирование во временной области прохождения сигнала в виде прямоугольного импульса через длинную линию при разных величинах сопротивления нагрузки, а также представлен анализ зависимости формы выходного сигнала от числа сегментов длинной линии. Перспективой развития рассматриваемого вопроса является переход от описания в теории токов и напряжений к описанию в теории напряженностей электрического и магнитного поля (создание модели электромагнитного взаимодействия)

Ключевые слова: математическое моделирование, цепи с распределенными параметрами, временное моделирование, линии электропередач (ЛЭП), теория длинных линий

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ТВЕРДОТЕЛЬНОМ ВОЛНОВОМ ГИРОСКОПЕ С ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ

И.Л. Батаронов, Г.Е. Шунин, С.А. Кострюков, В.В. Пешков

Аннотация: при помощи метода конечных элементов решены задача на собственные значения и смешанная краевая задача для системы связанных дифференциальных уравнений в частных производных линейной теории электроупругости, описывающей колебания цилиндрического резонатора твердотельного волнового гироскопа с пьезоэлектрическими преобразователями. Для решения использовалась разработанная интегрированная система конечно-элементного анализа гравитационных датчиков. Рассчитаны спектр собственных частот, энергия упругой деформации и диссипативные характеристики колеблющегося резонатора. Показана эволюция формы колебаний резонатора, возбуждаемого переменным синусоидальным напряжением заданной амплитудой на рабочей частоте резонатора, приложенным к двум противоположным пьезоэлементам, в разные моменты времени. Найдена временная зависимость электрических потенциалов на пьезоэлементах, уровень неустраняемых фоновых переменных электрических потенциалов на приёмных пьезоэлементах, расположенных под углом 45 градусов к пьезоэлементам системы возбуждения. Проведена оценка минимально возможного времени выхода твердотельного волнового гироскопа на рабочий режим для выбранной конструктивной схемы при заданных параметрах возбуждения, обусловленного инерционностью резонатора гироскопа. Эти факторы должны учитываться при выборе конструкции резонатора и системы съёма и обработки сигнала с пьезоэлементов гироскопа

Ключевые слова: твердотельный волновой гироскоп, цилиндрический резонатор, уравнения электроупругости, смешанная краевая задача, задача на собственные значения, конечно-элементный анализ

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ОБЪЕКТА НЕДВИЖИМОСТИ МЕТОДАМИ ПРОГРАММНОЙ ИНЖЕНЕРИИ

О.В. Курипта, Ю.А. Воробьева, О.В. Минакова

Аннотация: экологическая безопасность недвижимости как наука получила развитие при оценке качества среды обитания человека. Представленное программное приложение позволяет не только провести такую оценку, но и помочь пользователю определить, какие именно мероприятия необходимо провести для повышения класса устойчивости среды обитания. Реализован модуль поддержки принятия решений на основе проведенной оценки среды обитания, помогающий пользователю оценить возможные варианты для повышения экологической безопасности. Реализация программного приложения осуществлена средствами языка программирования C# в среде разработки Microsoft Visual Studio 2017, формат хранения настроек программы – JSON. Система управления базой данных - Microsoft SQL Server. Программное приложение позволяет осуществлять заполнение первичной экологической оценки, проводить расчет класса устойчивости среды обитания, выводить перечень мероприятий по повышению класса устойчивости, перерасчет первичной экологической оценки, импорт и экспорт файла сессии, а также сохранение отчета в текстовом формате. В программном приложении реализована функция помощи в принятии решений, цель которой осведомить пользователя о критериях, которые необходимо изменить и улучшить на объекте недвижимости

Ключевые слова: программное приложение, экологическая оценка, устойчивость среды обитания

ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПРОИЗВОДСТВОМ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК С ЗАДАНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

Е.А. Буракова

Аннотация: рассматривается концепция управления промышленным производством углеродных нанотрубок (УНТ) с заданными параметрами CVD методом, основанная на новом подходе к управлению производственной системой и учете управляющих факторов, предусмотренных введением дополнительных стадий обработки катализатора физическим воздействием. На основе данной концепции разработана и реализована методология поддержки принятия решений при промышленном производстве УНТ с заданными параметрами, которая позволила создать информационную систему (ИС), обеспечивающую технолога информацией о составе и условиях обработки катализатора физическим воздействием, способствующих реализации синтеза наноструктур с параметрами, значения которых наиболее близки к заданным. Использование ИС в производственном процессе способствует существенному снижению затрат времени и ресурсов, вызванных необходимостью проведения дополнительных экспериментов с целью установления условий получения катализатора, обеспечивающего реализацию синтеза УНТ с заданными параметрами. Установлено, что введение в технологическую систему производства УНТ дополнительных компонентов (системы поддержки принятия решений и технологических стадий обработки катализатора физическим воздействием) дает возможность системе, не меняя условия синтеза наноструктур, оперативно переходить к получению наноструктур с требуемыми значениями параметров, отличными от ранее выпускаемых

Ключевые слова: поддержка принятия решений, методология, управление, информационная система, производство углеродных нанотрубок

Благодарности: работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект 22-23-01072)

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ПОЛЕТОМ ГРУППЫ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМА ПЧЕЛИНОЙ КОЛОНИИ

К.В. Егорова

Аннотация: сегодня актуально использование группы беспилотных летательных аппаратов в областях, связанных с риском для жизни человека, благодаря их масштабируемости, гибкости и расширенному набору выполняемых функций, что перспективно при решении профессиональных задач, связанных с практической деятельностью в географических районах, обладающих особенностями исследования. Использование данных устройств наблюдается во многих отраслях жизнедеятельности человека при решении критически важных задач. Чаще всего главной задачей, которую надо решить при планировании и организации работы группы беспилотных летательных аппаратов, является задача организации взаимодействия между участниками группы. На сегодняшний день выделяется ряд алгоритмов, позволяющих обеспечить взаимодействие группы беспилотных летательных аппаратов. Данная статья посвящена задаче управления полетом группы беспилотных летательных аппаратов на основе алгоритма пчелиной колонии. Алгоритм пчелиной колонии может использоваться как основа метода автоматизированного управления группой беспилотных летательных аппаратов с целью организации эффективного внутригруппового взаимодействия. Автором предпринимается попытка построения научной базы для последующей реализации и использования данного алгоритма на практике. Для выполнения работы были применены теоретические методы исследования, а также использованы научные материалы отечественного и зарубежного авторства

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, имитационная модель, алгоритм, управление, пчелиная колония, полет, группа

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО НАБОРА ПЕРЕМЕННЫХ ПРИ ПОМОЩИ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ РЕЙТИНГОВЫХ СИСТЕМ

И.А. Седых, И.В. Стругов

Аннотация: рассматривается применение методов машинного обучения, в частности, задач классификации и кластеризации, для определения оптимального количества переменных, включаемых в состав модели, для выбора ключевых значимых показателей в рамках первых этапов работы, посвященной анализу современных рейтинговых систем и их особенностей, а также изучению подходов к их моделированию. В исследовании используется предварительно обработанная и подготовленная выборка данных, состоящая из рейтингов фильмов и описывающая некоторые качественные и количественные характеристики кинолент параметров, составленная на основе открытой базы TMDb (The Movie Database). Представлен случай использования задач кластеризации и классификации для проверки различных вариантов комбинирования переменных в наборы для оценки значений показателя рейтинга. Представлена реализация методов k-средних и иерархической кластеризации для задачи кластеризации, а также методы дерева решений и опорных векторов (SVM) в ходе классификации исследуемой выборки при помощи программных средств языка R. Для определения оптимального количества кластеров в процессе реализации метода k-средних задействуется метод локтя (elbow). Предлагается интерпретация как промежуточных результатов поэтапного хода работы, так и совокупности полученных выводов, определяется направление вектора дальнейшего продвижения исследования, а также приводится наглядное сравнение показателей точности в ходе итогового анализа полученных результатов для задействованных методов

Ключевые слова: методы машинного обучения, задача классификации, задача кластеризации, метод k-средних, иерархическая кластеризация, дерево решений, метод опорных векторов, оптимальное число переменных, рейтинговые системы

СРАВНЕНИЕ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ ГАУССА И LUP-РАЗЛОЖЕНИЯ В ЗАДАЧЕ НАХОЖДЕНИЯ РАВНОВЕСНОГО ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА

П.А. Сеченов

Аннотация: рассмотрены программные комплексы, позволяющие определить конечный состав сложной гетерогенной системы. В основу таких комплексов заложены базы данных индивидуальных веществ. При расчете равновесного состава был применен принцип максимума энтропии. Задача нахождения равновесного химического состава представляется как решение нелинейного уравнения с ограничениями. Для решения нелинейного уравнения применяются методы: 1) неопределенных множителей Лагранжа, который позволяет перейти от задачи с ограничениями к задаче безусловной оптимизации; 2) Ньютона – Рафсона, который позволяет перейти от нелинейной системы уравнений к линейной; 3) Гаусса для решения системы линейных уравнений, а также для аналогичной задачи применяется LUP-разложение. Приведены теоретические сведения о вычислительной сложности алгоритмов решения системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Алгоритмическая сложность метода Гаусса составляет $O(N^3)$, метод LUP-разложения решается быстрее, разложение матрицы на две матрицы составляет такую же сложность, а решение двух треугольных матриц выполняется за время $O(N^2)$. Приведены отличительные особенности алгоритма LUP-разложения по сравнению с методом Гаусса. Проведен вычислительный эксперимент, показывающий скорость вычисления для методов Гаусса и LUP-разложения в зависимости от количества неизвестных в системе алгебраических линейных уравнений. Тестирование на трех конфигурациях компьютеров показало, что LUP-разложение выполняется быстрее, чем метод Гаусса, от 1,1 до 4,5 раз

Ключевые слова: метод Гаусса, LUP-разложение, равновесный состав, термодинамика, быстродействие алгоритмов

АЛГОРИТМ АДАПТИВНОГО ОЦЕНИВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ НЕЛИНЕЙНЫХ НЕСТАЦИОНАРНЫХ СИСТЕМ

Нгуен Хак Тунг

Аннотация: рассматривается задача оценивания неизвестных параметров для класса нелинейных нестационарных систем. В этом случае предполагается, что матрица состояния системы содержит неизвестные нестационарные параметры. Допустим, что нестационарные параметры системы могут быть представлены как выходы линейных генераторов с неизвестными матрицей состояния и вектором начальных условий. Предлагается, что вектор состояния, сигнал управления и выходная переменная измеряемы. На первом шаге решается задача параметризации исходной динамической модели к линейной статической регрессионной модели. Вторым шагом выполняется оценка неизвестных постоянных параметров линейной регрессионной модели с применением метода динамического расширения регрессора и смешивания, позволяющего получать монотонные оценки и обеспечивающего ускорение сходимости оценок к истинным значениям. Результаты компьютерного моделирования показали работоспособность разработанного алгоритма. В работе был синтезирован адаптивный алгоритм оценивания переменных параметров и приведены результаты компьютерного моделирования. В отличие от аналогов, в настоящей работе рассмотрены более сложные допущения по неизвестным нестационарным параметрам, что нестационарные параметры системы могут быть представлены в виде линейных генераторов с неизвестными матрицей состояния и вектором начальных условий

Ключевые слова: нелинейные нестационарные системы, идентификация параметров, регрессионная модель

МЕТОД КОНТРАСТИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ СРЕДСТВАМИ МОДИФИЦИРОВАННОГО S-ОБРАЗНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЯРКОСТИ

Д.В. Начаров

Аннотация: предложен метод контрастирования цифровых изображений средствами модифицированного S-образного преобразования яркости, в рамках которого предлагается подход к определению количественных значений показателей и точки перегиба функций преобразования яркости. Характеризуются классы изображений, к которым применим предлагаемый метод, также коротко описываются существующие методы контрастирования изображений, такие как линейное контрастирование, степенное преобразования яркости, гистограммная подгонка и гистограммная эквализация. Приводятся примеры малококонтрастных изображений, примеры их обработки известными методами, анализ достоинств и недостатков известных методов, формулируется суть предлагаемого метода, заключающаяся в аналитическом определении показателей степени S-образной функции преобразования яркости на основе определения с использованием интегральной функции распределения яркости границ поддиапазонов яркости, подлежащих сжатию с заданным коэффициентом. Для визуального анализа эффективности предлагаемого метода контрастирования и его сравнения с известными методами приводятся примеры обработки реальных изображений различного содержания. Представлены результаты анализа достоинств и недостатков данного метода, предлагается подход к автоматизированной оценке количественных параметров преобразования яркости, приводятся аналитические выражения для расчета показателей степени S-образной функции преобразования яркости

Ключевые слова: яркость, контраст, изображение, гистограмма, поддиапазон, нелинейное преобразование

МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РЕАЛИЗАЦИЯ ЦИФРОВОГО ФИЛЬТРА С НЕСКОЛЬКИМИ ПОЛОСАМИ ПРОПУСКАНИЯ ДЛЯ ПРИЛОЖЕНИЙ 5G

А.В. Башкиров, Р.Н. Хорошайлов, И.А. Турецкий

Аннотация: представлены методика и реализация реконфигурируемого фильтра с конечной импульсной характеристикой (КИХ) с использованием логики управления, которая подходит для разрешения нескольких полос частот с помощью одного фильтра с конечной характеристикой и множественного набора коэффициентов. В среде Matlab/Simulink разработана модель для исследования производительности желаемого КИХ-фильтра более высокого порядка. Эквивалентное представление КИХ-фильтра разработано компилятором Xilinx с использованием экспортированных коэффициентов фильтра. Процесс реализации на программируемых логических интегральных схемах (ПЛИС) завершен с помощью Xilinx ISE 14.5 и проведен анализ, как КИХ-фильтр более высокого порядка влияет на использование ресурсов ПЛИС, и его максимальной рабочей частоты. Для получения нескольких полос частот использовался автоматический выбор коэффициентов. Высокая скорость передачи данных, эффективность использования площади и несколько фильтров полосы пропускания являются ключевыми факторами для связи 5G. Эффективный реконфигурируемый КИХ-фильтр был реализован с архитектурой КИХ на основе блоков умножения-сложения (MAC). Результат моделирования предлагаемой архитектуры показывает, что она может сэкономить от 79,8 % до 83,3 % 4 входных справочных таблиц (LUT) и требует только 33 % регистров среза

Ключевые слова: фильтр с конечной импульсной характеристикой, программируемая логическая интегральная схема, моделирование, цифровая обработка сигналов

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОИНДУКЦИОННОГО ДАТЧИКА НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ НАПРАВЛЕННОГО ПРИЕМА

С.В. Бирюков

Аннотация: проводятся исследования, связанные с взаимодействием электроиндукционного цилиндрического датчика напряженности электрической составляющей электромагнитного поля (ЭП) направленного приема с однородным полем свободного пространства и неоднородным полем линейного заряда. Устанавливается взаимосвязь между измеряемой напряженностью электрического поля, индуцированными на чувствительных элементах датчика зарядах и конструктивными параметрами датчика. Полученные результаты легли в основу разработки датчика напряженности ЭП направленного действия с требуемыми метрологическими характеристиками. Датчик состоит из проводящего цилиндра радиуса R и высотой h и двух цилиндрических чувствительных элементов, конструктивные параметры которых задаются угловыми θ_0 и линейными R и h размерами. Приводятся выражения чувствительности датчика и его погрешности от неоднородности поля и проводится их оценка. Оценка показывает возможность использования датчика как в свободном пространстве, так и вблизи источника поля. В свободном пространстве, ограниченном пространственным диапазоном измерения $0 < a \leq 0.5$ ($d = 2R$) при $\theta_0 = 58^\circ$, погрешность от неоднородности поля датчика будет не более $\pm 0,2\%$. Вблизи источника поля, ограниченного пространственным диапазоном $a < 1$ ($d < 2R$) при $\theta_0 = 53^\circ$, погрешность датчика составит не более $\pm 2,5\%$. Чувствительного датчика составляет $(25 \div 100)$ мВ/м

Ключевые слова: напряженность, поле, электромагнитное, электрическое, датчик электрического поля, цилиндрический датчик, датчик направленного приема, чувствительность, погрешность

ИЗМЕРЕНИЕ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ПОТЕРЬ В МАГНИТНЫХ ОБМОТКАХ ПОНИЖАЮЩЕГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

А.В. Башкиров, Я.В. Скитский, Н.Ю. Веретенников

Аннотация: представлены этапы проведения эксперимента по определению потерь в обмотках магнитных компонентов импульсных источников питания. Данные потери обусловлены протеканием токов высокой частоты: эффектом близости и скин-эффектом. С этой целью производится расчет потерь, вызванных перемагничиванием в силовом дросселе преобразователя, а также измеряется мощность, рассеиваемая в результате статических и динамических потерь на основном транзисторе и транзисторе активного выпрямления понижающего преобразователя. С целью повышения точности проводимого эксперимента, а также сходимости итоговых результатов применяется несколько вариантов расчета потерь в магнитопроводе силового дроселя. Для этого используется несколько видов уравнения Штейнметца, а именно – обобщенный и модифицированный. Вторым вариантом необходим, чтобы учесть отличие закона изменения вектора магнитной индукции от синусоидального. В ходе эксперимента были получены фактические значения рассеиваемой в тепло мощности для всех основных узлов силового контура понижающего преобразователя. Описанная в статье методика проведения эксперимента может быть использована для верификации и сравнения различных методов численного и аналитического моделирования тепловых потерь в обмотках моточных изделий, а также на силовых транзисторах и диодах схемы

Ключевые слова: высокочастотные потери, эффект близости, скин-эффект, потери в феррите, уравнение Штейнметца, потери на транзисторах, рассеиваемая мощность, измерение потерь в магнитном компоненте

Машиностроение и машиноведение

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СЛОИСТЫХ ПАНЕЛЕЙ ДЛЯ ГОРЯЧЕЙ ЧАСТИ ТУРБОРЕАКТИВНОГО ДВИГАТЕЛЯ

В.И. Федосеев, М.В. Молод, В.И. Максименков

Аннотация: рассмотрены вопросы изготовления слоистых панелей, применяемых для снижения шума турбореактивного двигателя. Приведены однослойные и двухслойные конструкции, применяемые в кожухах шумоглушения двигателей. Разработан технологический процесс изготовления слоистых панелей, определяющий этапы получения плоской панели и панели заданной криволинейной формы. Процесс изготовления осуществляется с нагревом в вакуумных печах. Осуществляя формообразование слоистых панелей, выявлены браковочные признаки: пружинение панели, разрыв верхнего несущего слоя, потеря устойчивости внутреннего слоя панели, смятие сотового заполнителя. Для проводимых исследований были выбраны материалы сотовых панелей – стальные и титановые сплавы. Проведенные испытания на растяжение образцов на испытательной машине «Р-10» в холодном состоянии и с нагревом заготовки с записью диаграмм « σ - ϵ » позволили определить предельные возможности материала, необходимые для разработки технологического процесса. Проведен расчёт параметров формообразования панели. Представлена новая конструкция штампа, в котором при формообразовании осуществляется предварительное и последующее растяжение панели. Степень растяжения регулируется углом наклона применяемых клиньев с учетом предельных возможностей материала панели. Проведены исследования, которые позволили сравнить результаты полученных панелей при базовом варианте и при растяжении панели. Эксперименты выявили отсутствие браковочных признаков, кроме перечисленных выше и в виде искажения граней ячеек заполнителя, оказывающих влияние на ресурс слоистых панелей

Ключевые слова: слоистые конструкции, формообразование, нагрев, штамп, деформации

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСЕВОЙ СИЛЫ И ТЕМПЕРАТУРЫ В ЗОНЕ РЕЗАНИЯ ПРИ ПРОТЯГИВАНИИ НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

В.В. Куц, В.С. Кочергин, О.Н. Кириллов, М.В. Якин

Аннотация: работа посвящена исследованию осевой силы и температуры в зоне резания при протягивании с повышенными величинами подъема на зуб ($0,2 \leq S_z \leq 0,5$ мм/зуб) на основе компьютерного моделирования процесса резания в программе Deform 3D. Моделирование выполнялось для конструкционных сталей: 45; 40Х и 12ХН3А в соответствии с трехуровневым трехфакторным планом проведения эксперимента, где варьирование факторов осуществлялось в диапазонах: для переднего угла от 5 до 15 градусов; для скорости резания от 2 до 12 м/мин и подъема на зуб от 0,2 до 0,5 мм/зуб. С применением программы Statistica были установлены зависимости для осевой силы резания, осевой силы резания, приходящейся на 1 мм длины режущей кромки, удельной осевой силы резания и температуры в зоне резания с учетом обрабатываемого материала, скорости резания, переднего угла и величины подъема на зуб. Показаны данные, подтверждающие адекватность полученных уравнений регрессии. Проведено сравнение полученных результатов с экспериментальными данными, полученными другими исследователями, установлено их совпадение, что позволяет их использовать при проектировании протяжек с повышенными подачами до 0,5 мм

Ключевые слова: протягивание, подача на зуб, протяжка, сила резания, температура в зоне резания

СЛОИСТАЯ ПАНЕЛЬ ДЛЯ КАНАЛА ВОЗДУХОЗАБОРНИКА САМОЛЕТА

В.И. Максименков, М.В. Молод, П.С. Огурцов

Аннотация: рассмотрены вопросы проведения анализа применяемых сотовых панелей в каналах воздухозаборника самолетов. Приведены трехслойные сотовые панели, применяемые в конструкции пассажирских самолетов, соответствующих 4 главе Международного стандарта ИКАО (Конвенция о международной гражданской авиации). Поставлена задача повышения акустической эффективности слоистых панелей за счет создания новых конструкций. Приведена трехслойная конструкция, подтвержденная патентом, которая состоит из верхнего несущего слоя, выполненного из перфорированной обшивки и сеток С 685, и слоев сотового заполнителя, плотность которых меняется от верхнего слоя к нижнему в соотношении 1:2:3. Такая конструкция расширяет спектр частот, обеспечивая широкополосное поглощение шума. Выполнены расчеты плотности каждого слоя сотовой панели. Проведены прочностные расчеты образцов сотового заполнителя с различной плотностью. Полученные значения предела прочности на сжатие определяют выбор слоистой конструкции с учетом допустимых требований. Разработан технологический процесс изготовления трехслойной панели, позволяющий получать слоистые панели требуемого качества. Проведен весовой расчет, позволяющий определить, что разработанная конструкция практически снижает вес более чем в 1,5 раза по сравнению с базовым вариантом. Проведенные испытания выявили повышение акустической эффективности конструкции панели по сравнению с базовым вариантом

Ключевые слова: сотовая панель, плотность, технологический процесс, сетка, канал воздухозаборника