

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПЛАНИРОВАНИЯ ГИБКОГО АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА

А.Д. Данилов, В.А. Ломакин

Аннотация: в современных производственных системах в вопросах оптимизации загрузки технологического оборудования и сокращения времени изготовления продукции ключевую роль играет система календарного планирования. В данной статье представлена методика оптимизации нагрузки на производственные мощности, учитывающая группу критериев, которые характерны для металлообрабатывающих предприятий. Задача календарного планирования представляется в виде взвешенного графа, который необходимо сориентировать, целевыми функциями являются время выполнения плана и нагрузка на технологическое оборудование. В качестве эффективного метода решения данных производственных проблем используется алгоритм муравьиных колоний, который отлично решает задачи большой размерности и задачи, имеющие графовую интерпретацию. На начальном этапе, в процессе создания технологических карт, в целях предварительной оптимизации, производится кластеризация по типу и очередности выполнения технологических операций над деталями. Для удовлетворения потребностей гибкого, быстросменного производства вводится матрица приоритетов деталей, благодаря данному улучшению алгоритма, в первую очередь будут изготавливаться изделия, которые наиболее важны для производства и выполнения заказа точно в срок. Следующим шагом выполняются расчет оптимального плана загрузки и визуализация построенных решений в виде таблиц, ориентированного графа и диаграммы Ганта

Ключевые слова: теория расписаний, календарное планирование, интеллектуальные системы, алгоритм муравьиной колонии, кластеризация

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ ОЧИСТКИ ЦИФРОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ ОТ КОРРЕЛИРОВАННОГО ШУМА

О.С. Бучнев

Аннотация: при использовании изображений для выполнения прикладных исследований нередко сталкиваются с наличием шумов, содержащихся на изображении. Для устранения шумов разработаны и широко применяются методы частотной фильтрации. Однако на спектре изображения не всегда удается разделить частоты, соответствующие шуму, и частоты, соответствующие изображению. В том случае, когда шум, содержащийся в изображении, обладает свойством пространственной коррелированности, возможно применение генетического алгоритма для получения случайного поля, взаимно коррелированного с содержащимся на изображении шумом, и последующая очистка изображения от шума. В статье рассмотрено применение генетического алгоритма для получения взаимно коррелированного случайного поля, это позволит выполнить очистку изображения от шума, повысив тем самым его качество. На примере конкретного изображения показано, что рассмотренный алгоритм имеет преимущество в сравнении с частотной фильтрацией. В качестве критериев оценки меры близости приведены взаимные корреляционные функции модельного шума и случайного поля, полученного в результате работы предлагаемого генетического алгоритма, а также взаимные корреляционные функции модельного незашумленного изображения и изображения, полученного в результате очистки

Ключевые слова: обработка изображений, частотная фильтрация, преобразование Фурье, случайное поле, корреляционная функция, генетический алгоритм

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ИГРЫ ДЛЯ ГРУППЫ АГЕНТОВ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПА РОЕВОГО ИНТЕЛЛЕКТА

С.В. Иванов, Д.Г. Белоножко, И.Д. Королев, Н.Я. Половинчук, М.Ю. Жукова

Аннотация: рассматривается решение задачи оптимизации своих действий группой агентов в едином информационном пространстве. Актуальность данной проблемы заключается в том, что одиночный агент мультиагентной системы способен осуществлять ограниченный перечень действий, особенно в условиях, когда рассматриваются большие потоки информации и количество целевых задач несет крупномасштабный характер. Выполнение стоящих перед агентами сложных задач возможно только при условии объединения их в группы. В работе проведен анализ принципов управления группой агентов. Анализ принципов управления группой агентов показал, что для решения широкомасштабных многоцелевых задач управления движением группой агентов в едином информационном пространстве в условиях противодействия наиболее подходит структура децентрализованного управления, которая включает в себя метод роевого интеллектуального управления группой агентов. Метод роевого интеллектуального управления предусматривает обмен информацией как внутри группы, так и с внешней средой. Поэтому актуальной научной задачей является интеграция системы навигации, связи и управления движением агентов в составе мультиагентной системы. С целью получения оптимальной функции управления действиями мультиагентной системы в работе решена двухточечная краевая задача, получена оптимальная траектория движения агента в составе мультиагентной системы. Приведен пример, иллюстрирующий эффективность предложенного подхода

Ключевые слова: децентрализованная структура управления, мультиагентные интеллектуальные системы, летательный аппарат, оценивание, регуляризация, роевой интеллект

РОБАСТНОЕ КВАЗИПРАВДОПОДОБНОЕ ОЦЕНИВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛЕЙ НЕПРЕРЫВНО-ДИСКРЕТНЫХ СИСТЕМ

В.М. Чубич, С.О. Кулабухова

Аннотация: аномальные наблюдения могут возникать, например, в результате аппаратного сбоя при приеме и/или передаче измерительных данных. В связи с этим представляется актуальной для практики разработка робастных процедур обработки данных, устойчивых к наличию аномальных измерений. Представлен вариант решения задачи робастной параметрической идентификации нелинейных непрерывно-дискретных систем, описываемых моделями с детерминированными уравнениями состояний и уравнениями измерений, возмущенными белым гауссовским шумом. Предложены три модификации критерия максимального правдоподобия, основанные на адаптации соответствующих результатов, известных для моделей с шумами в уравнениях состояний. При этом подлежащие оцениванию неизвестные параметры содержались в уравнениях состояния и наблюдения. Разработанное в рамках системы MATLAB программное обеспечение апробировано на модели электролиза, которая может быть использована, например, при получении пресной воды из соленой. Результаты проведенных численных исследований выявили преимущество предложенных робастных модификаций над классическим вариантом применения критерия максимального правдоподобия и показали их работоспособность в целом. Выполненный при случайном и

группированном характере расположения аномальных наблюдений сравнительный анализ эффективности этих модификаций (рассматривались значения относительной ошибки оценивания в пространстве параметров) позволил выделить наиболее удачную из них и рекомендовать ее к практическому применению

Ключевые слова: параметрическая идентификация, робастное оценивание, метод максимального правдоподобия, аномальные данные, нелинейная непрерывно-дискретная система

ИССЛЕДОВАНИЕ СЛЕДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ С АСТАТИЧЕСКИМ МОДАЛЬНЫМ РЕГУЛЯТОРОМ В MATLAB

А.П. Харченко, Ю.С. Слепокуров, Ю.Н. Каревская

Аннотация: при работе мобильных транспортных систем (МТС), например подвижного промышленного робота, в режиме слежения за траекторией перемещения при максимальном быстродействии актуально уменьшение скоростной ошибки по управляющему и возмущающему воздействию. В классической теории автоматического управления скоростная ошибка может быть сведена к нулю при использовании астатической 2-го порядка следящей системы (СС), которая обладает структурной неустойчивостью. В этом случае используются специальные корректирующие устройства или применяется изодромное звено, компенсирующее дополнительный фазовый сдвиг в логарифмической фазовой частотной характеристике за счет введения форсирующе-интегрирующего звена в астатическую 1-го порядка СС. Модальный регулятор (МР) – это статический (пропорциональный) регулятор. Исследуется возможность применения в одноконтурной астатической 1-го порядка СС астатического МР с наблюдателем (НБ) для уменьшения скоростной и ошибки по ускорению при заданном быстродействии в условиях воздействия помех в цепи обратной отрицательной связи (ООС) и входном сигнале при типовых входных стандартных сигналах. Астатизм МР обеспечивается введением интегрирующих звеньев в обратные связи по составляющим вектора состояния (X_1 , X_2 , X_3 и X_4) СС. Проведено исследование влияния коэффициентов астатического МР СС на скоростную ошибку и ошибку по ускорению при сохранении заданного быстродействия. Приведено сравнение параметров качества управления СС с астатическим и статическим МР. Передача управляемых и управляющих информационных сигналов в условиях помех связана с помехозащищенностью или восстановлением полезного сигнала при приеме и передаче. Восстановление полезного сигнала при приеме и передаче управляющих и управляемых сигналов СС обеспечивается применением фильтра Калмана. В одноконтурной СС с астатическим МР и НБ ошибка по возмущающему воздействию значительно меньше ошибки по управляющему воздействию

Ключевые слова: мобильные транспортные системы, следящая система, скоростная ошибка, ошибка по ускорению, структурная схема одноконтурной системы, статический модальный регулятор, астатический модальный регулятор, наблюдатель, фильтр Калмана, передаточная функция

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ НА ПРЕДПРИЯТИЕ: ПОНЯТИЕ, ХАРАКТЕРИСТИКА И ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

А.Е. Козлов

Аннотация: задача автоматизации контроля и управления доступом, а также учета рабочего времени персонала предприятия – одна из актуальных в нынешних

условиях хозяйствования. В современную эпоху человек изобрел ворота, шлагбаумы, турникеты, предназначенные для ограничения прохода людей и проезда транспорта. Однако проблема создания электронной системы контроля управления доступом и использования её как на мелких предприятиях, так и на крупных, осуществляющих производство и выпуск высокоточной и наукоемкой продукции, остается актуальной. Без должного контрольно-пропускного и внутриобъектового режимов невозможно поддержание на соответствующем уровне безопасности предприятия и ответственности работников за соблюдение правил внутреннего трудового распорядка. Что представляет собой современная система контроля доступом, какие требования предъявляются к ней, каково её предназначение для промышленных предприятий и как она связана с системой учета рабочего времени и системой оплаты труда – основные вопросы, освещаемые в данной статье

Ключевые слова: контролирование сотрудников, считыватель, управление доступом, электронный учет рабочего времени, СКУД

ХРАНЕНИЕ ДАННЫХ ПРОЦЕССА В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Д.В. Терехов, А.Д. Данилов

Аннотация: рассмотрена проблема разработки принципов хранения данных процесса с высоким временным разрешением на протяжении продолжительного периода времени. Данная задача была решена в рамках базового исполняющего информационного комплекса ПОРТАЛ, предназначенного обеспечивать все функции мониторинга процессов функционирования ядерных блоков, в виде системы архивирования HIST. Основным способом архивирования при данном варианте является асинхронное архивирование, позволяющее приложениям-клиентам добавлять информацию о переменной процесса. Предложена структура обработки данных системой архивирования. Показано, что процесс HIST может исполнять функции «единственного сервера» (без учета резервирования). При этом варианте система ответственна за все операции чтения и записи. Также здесь можно запустить два архивных сервера на одном узле ПОРТАЛ. Система архивирования сохраняет всю хронологию данных конфигурации переменных процесса (то есть для каждой переменной процесса может существовать несколько “конфигурационных наборов”, отсортированных по их периоду действия). Система обеспечивает два типа запросов к архиву: получение «необработанных данных» и вычисленные накопления, базирующиеся на равноотстоящих временных интервалах. Предлагаемые принципы хранения данных процесса с высоким временным разрешением позволяют уменьшить объем хранимой информации за счет возможностей экстраполяции тенденций изменения переменных; хранить текстовую информацию в фактическом размере, а не максимально допустимой длины; осуществлять динамическую конфигурацию архива, при этом каждый вариант конфигурации можно трактовать как отдельный архив. Система успешно функционирует на Нововоронежской АЭС

Ключевые слова: система архивирования, модель данных, алгоритм сжатия, интерфейс чтения

Радиотехника и связь

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЦИФРОВЫХ ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Н.Н. Цыбов

Аннотация: рассмотрены схемотехнические решения проектирования портативных многофункциональных высокоточных средств электроизмерений с использованием цифровых компонентов аналитической вычислительной техники, программно-аппаратные узлы которой позволяют производить математическую обработку и хранение информации. При проектировании портативных многофункциональных средств электроизмерений применение многозарядных аналого-цифровых преобразователей (АЦП) многократного интегрирования и дорогостоящих АЦП с уравниванием или балансом зарядов (новое наименование АЦП сигма-дельта преобразования) нецелесообразно ввиду наличия интегральной нелинейности переходной характеристики операционного усилителя и интегратора, а также ввиду малого их быстродействия. Предлагаются схемотехнические решения, направленные на достижение точностных параметров на примерах проектирования электроизмерительных приборов, разработанных на базе вычислительных модулей без использования дорогостоящих высокоточных АЦП. Для этой цели применены следующие схемотехнические решения: использование нормирующих масштабирующих усилителей сигналов на входах АЦП; введение в устройство прецизионного интегратора с входящим в его состав аналого-цифровым преобразователем; включение входного АЦП в состав входного анализатора, а также АЦП положительной полуволны и АЦП отрицательной полуволны в состав блока анализа полувольт; организация параллельной работы трех АЦП и двух контроллеров амплитуды и длительности полувольт; введение в устройства декадных усилителей

Ключевые слова: многофункциональный, прецизионный, АЦП, интегратор, контроллер амплитуды и длительности полувольт, декадный усилитель, масштабирующий усилитель

КОЛЬЦЕВАЯ АНТЕННАЯ РЕШЕТКА ИЗ ПЕТЛЕВЫХ ВИБРАТОРОВ ПИСТОЛЬКОРСА С РЕЗИСТИВНЫМИ НАГРУЗКАМИ В КОНТУРАХ ПРОТЕКАНИЯ ТОКОВ

**А.В. Ашихмин, Л.Н. Коротков, Ю.Г. Пастернак, П.В. Першин, Ю.А. Рембовский,
С.М. Федоров**

Аннотация: предложена конструкция кольцевой антенной решетки, состоящей из петлевых вибраторов Пистолькорса с резистивными нагрузками в контурах протекания токов, предназначенная для использования в радиопеленгаторных комплексах. Антенная решетка представляет собой набор из нескольких соединенных антенн, которые работают вместе как одна антенна для передачи или приема радиоволн. Отдельные антенны (называемые элементами) обычно подключаются к одному приемнику или передатчику с помощью фидерных линий, которые подают питание элементам в конкретном фазовом соотношении. Радиоволны, излучаемые каждой отдельной антенной, комбинируются и накладываются друг на друга, складываясь вместе для усиления мощности, излучаемой в желаемых направлениях, и вычитаясь для уменьшения мощности, излучаемой в других направлениях. Аналогично, при использовании для приема отдельные радиочастотные токи от отдельных антенн объединяются в приемнике с правильным соотношением фаз для усиления сигналов, полученных от желаемых направлений, и вычитания сигналов от нежелательных направлений. Антенная решетка может обладать более высоким коэффициентом усиления, то есть более узким лучом, чем может быть у одиночного элемента. В общем, чем больше количество используемых антенных элементов, тем выше коэффициент усиления и более узкий луч. В работе приведены результаты численного исследования предложенной конструкции антенной решетки

Ключевые слова: петлевой вибратор Пистолькорса, радиопеленгация

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ САПР/САЕ-СИСТЕМ ДЛЯ АНАЛИЗА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ В ЗАДАЧАХ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

М.А. Ромашенко, Д.С. Сеимова

Аннотация: главным этапом при конструировании электронных и электротехнических устройств является их моделирование в САПР для определения эмиссии радиочастотных помех и чувствительности к помехам, которое основывается на параметрах радиоэлектронного устройства. Использование САПР позволяет находить оптимальные технологические решения для обеспечения электромагнитной совместимости и помогает избежать дальнейших затратных доработок конструкции. С увеличением качества предтопологического и посттопологического анализа возрастает возможность формирования корректной разработки в короткие сроки. Проектируемое радиоэлектронное устройство предполагает присутствие минимизированного числа ошибок или полное их отсутствие. При разработке высококачественного радиоэлектронного оборудования необходимо обеспечение неискаженной передачи сигналов, следовательно, ни одна печатная плата не может быть изготовлена без использования специализированного программного обеспечения, облегчающего поиск помех и обеспечивающего электромагнитную совместимость. Проведен анализ наиболее распространенных САПР для исследования в области обеспечения электромагнитной совместимости и целостности сигналов в целях представления возможностей прикладных программ в данной области. Представлена возможность использования виртуального метода прототипирования для проведения интерактивного моделирования обеспечения электромагнитной совместимости

Ключевые слова: электромагнитная совместимость (ЭМС), помехоустойчивость (ПУ), моделирование электромагнитных процессов, прототипирование, радиоэлектронные средства (РЭС), САПР, электромагнитные помехи (ЭМП)

СФЕРИЧЕСКАЯ ЛИНЗА ЛЮНЕБЕРГА НА ОСНОВЕ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ С ЭЛЕКТРИЧЕСКИ МАЛЫМИ РАССЕИВАТЕЛЯМИ

К.А. Быков, Л.Н. Коротков, Ю.Г. Пастернак, Р.Е. Рогозин, С.М. Фёдоров

Аннотация: рассмотрена реализация объёмной линзы Люнеберга, выполненной на диэлектрических дисках из тонкого стеклотекстолита FR-4 с напечатанной периодической структурой, представляющей собой электрические малые рассеиватели. На основе анализа открытых источников рассмотрена эквивалентная схема напечатанной периодической структуры, которая позволяет наглядно продемонстрировать реализуемую идею. Данный способ изготовления объёмной линзы Люнеберга позволит существенно снизить массу, что является актуальной проблемой на данный момент. Для воплощения предложенной идеи в работе представлена методика измерения диэлектрической проницаемости однородного искусственного диэлектрика, основанная на применении прямоугольного волновода, возбуждаемого основной модой волны типа Н и заполненного измеряемой средой. Данная методика позволила синтезировать необходимый закон изменения коэффициента преломления для реализации объёмной линзы Люнеберга. Приведены полученная в ходе моделирования зависимость коэффициента преломления от размера электрического рассеивателя, а также её аппроксимация. Получены направленные характеристики данной линзы в азимутальной плоскости в диапазоне

частот от 1 до 2 ГГц. Сделаны выводы о зависимости коэффициента направленного действия линзы от поворота облучателя относительно её центра в азимутальной плоскости

Ключевые слова: линза Люнеберга, коэффициент преломления, относительная диэлектрическая проницаемость, коэффициент направленного действия

Машиностроение и машиноведение

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННО-ПЛАЗМЕННОГО НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ НА МЕТАЛЛЫ

Е.В. Смоленцев, М.В. Кондратьев, О.Г. Меньшикова

Аннотация: рассмотрены комбинированные технологии нанесения покрытий на металлы с использованием электромагнитных полей. Рассматриваемый способ основан на сочетании тепловых воздействий за счет одновременного воздействия электроэрозионной и плазменной обработок. Это в итоге позволило уменьшить или исключить вовсе нежелательные явления, возникающие в процессе нанесения покрытий, что характерно при раздельном воздействии вышеуказанных методов обработки, а именно: ограничений по толщине напыляемого слоя, трудоемкости, износостойкости и др. На основе полученных авторами патентов на изобретения и теоретического обоснования процесса удалось создать экспериментальное оборудование, которое можно комплектовать из стандартных доступных модулей, и технологический процесс, позволяющий повысить технико-экономические показатели процессов упрочнения новых деталей или ремонта изношенных, что является актуальной задачей для многих машиностроительных предприятий России. Разработанная модель и апробация процесса экспериментально, а затем в промышленных условиях позволили сформулировать рекомендации по назначению и расчету режимов технологии комбинированного получения электроэрозионно-плазменных покрытий для процесса нанесения износостойких тонких покрытий. Проведенные авторами исследования по износостойкости покрытий, сочетающих различные металлы, углерод и окислы, подтвердили, что комбинированные покрытия позволяют во много раз повысить износостойкость деталей в узлах трения, в том числе в агрессивных средах, при более высоких контактных нагрузках, при наличии абразивных частиц, высоких температурах, характерных для резания лезвийным инструментом, где нанесение такого покрытия способно повысить стойкость на 1400 процентов

Ключевые слова: комбинированная обработка, электроэрозия, плазма, очаги схватывания, покрытия

ТЕХНОЛОГИЯ КОМБИНИРОВАННОЙ ОБРАБОТКИ РАБОЧЕГО КАНАЛА В ВЫСОКОРЕСУРСНЫХ ФОРСУНКАХ ИЗ МИНЕРАЛОКЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

С.В. Сафонов, Е.А. Салтанаева, О.В. Скрыгин

Аннотация: рассмотрена технология изготовления рабочих каналов в форсунках для подачи топлива из минералокерамических материалов. Показано, что использование комбинированных методов обработки позволяет создавать новые виды технологичных форсунок с проточной частью, в которой реализуются ранее не достижимые требования конструкторов при проектировании высокоресурсных форсунок. Достигается высокая производственная технологичность, где путем

использования совместного воздействия анодного растворения металлической вставки и импульсов ультразвукового луча в комбинированном технологическом процессе обеспечивается требуемый массовый при формировании сопла с геометрией, отвечающей эксплуатационным требованиям к современным энергетическим машинам. Приведены результаты испытаний форсунок на стандартных и специальных установках. Показано, что разработанный комбинированный процесс изготовления каналов в соплах стабильно обеспечивает заданные эксплуатационные требования к показателям качества проточной части сопла по точности и качеству поверхностного слоя. При этом применение минералокерамических форсунок обеспечивает стабильность горения топлив в пределах $\pm 5\%$, а ресурс форсунок возрастает в 2-3 раза, что полностью компенсирует дополнительные расходы на изготовление каналов, а за счет снижения эксплуатационных затрат достигается большой экономический эффект особенно в системе энергоснабжения

Ключевые слова: форсунка, минералокерамика, комбинированные методы обработки, теплостойкость, технология изготовления каналов

МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ ВЫСОКОРЕСУРСНОГО ТЕРМОСТОЙКОГО ПОКРЫТИЯ

В.П. Смоленцев, А.И. Портных, Е.В. Паничев

Аннотация: рассмотрено применение метода атмосферного плазменного нанесения покрытий, стойких к воздействию тепловых ударов, на высокотемпературную зону блока камеры сгорания тепловых двигателей. Рассматриваемое термостойкое покрытие состоит из нескольких слоев: внутреннего металлического, контактирующего с основой детали или подложкой, и внешнего минералокерамического, включающего гранулы оксидной керамики и металлического порошка. Построены расчетные схемы для демонстрации механизма капиллярного снижения уровня подслоя при нанесении основного слоя покрытия. Установлено, что в процессе формирования внешнего слоя течение расплавленного металла подчиняется закономерностям перемещения неньютоновских жидкостей при их протекании в капиллярах, образующихся между соседними гранулами. Приведены математические зависимости изменения высоты микронеровностей поверхности в зависимости от величины наносимых подслоя и покрытия. Показано влияние таких явлений на прочность закрепления наносимых частиц в покрытии и изменение высоты микронеровностей поверхностного слоя. Приведены факторы, приводящие к снижению адгезионной прочности наносимого покрытия, а также раскрыто влияние технологических параметров процесса нанесения на стойкость покрытий при огневых испытаниях изделий с приведением зависимости, определяющей минимальную толщину подслоя

Ключевые слова: покрытие, гранулы, капиллярные явления, микронеровности, размеры гранул, стойкость, прочность закрепления гранул

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОГО ТРАКТА ТАРЕЛЬЧАТОГО СОПЛА ЖИДКОСТНОГО РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ С ОБРАТНЫМ ПОТОКОМ В КОЛЬЦЕВОЙ КАМЕРЕ СГОРАНИЯ

К.В. Косовягин, Г.И. Скоморохов

Аннотация: на сегодняшний день эволюция химических ракетных двигателей практически достигла своего максимума. Это выражается в работе таких двигательных установок в условиях предельных энергетических возможностей

топлива. Поиски путей по существенному повышению удельного импульса следует искать в иных областях, таких как совершенствование формы сопла в сторону снижения габаритов и массы двигателя, не только не нанося вред надлежащему расширению потока продуктов сгорания, но и делая его более независимым и эффективным. Принцип работы традиционного сопла формы Лавалья основывается на ускорении потока газа за счет преобразования геометрии в соответствии с изменяющимися физическими свойствами продуктов сгорания. Очевидно, что такой профиль – не единственное решение задачи ускорения рабочего тела. Таким образом, в настоящей работе проведены сравнительный анализ сопел жидкостного ракетного двигателя (ЖРД) формы Лавалья с соплами нетрадиционной формы с внешним расширением потока и обоснование выбора топливной пары "кислород-метан" на предмет эффективности. Изложены этапы расчетного метода приближенного проектирования геометрии контура осесимметричного тарельчатого сопла с кольцевой камерой сгорания на примере расчета на базе двигателя АО КБХА РД-0162. При проектировании камеры были учтены также газодинамические особенности течения и генерируемые тепловые потоки. Была проведена отработка передовых методов проектирования на основе современных цифровых технологий, результатом которой является 3D-модель полученной камеры

Ключевые слова: кольцевая камера сгорания, тарельчатое сопло, центральное тело, газодинамика, жидкостный ракетный двигатель

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ВЫБОР И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ГИБКОГО АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Дж.Ф. Мамедов, Г.С. Абдуллаев, Ш.Т. Мамедова, Б.А. Валиева, О.И. Попова

Аннотация: на основе анализа программных продуктов для создания базы данных определены их основные функции для проектирования, структурирования технических показателей с целью их дальнейшего эффективного поиска и выбора активных элементов автоматизации сложной технической системы – гибкого автоматизированного производства (ГАП). На примере гибкого автоматизированного производства машиностроительного предприятия с использованием системы управления базами данных (СУБД) реализован процесс мобильного поиска и выбора нестандартных элементов системы управления и промышленного робота гибкого автоматизированного участка для раздувания каналов плоских заготовок. Даны этапы практической реализации вопросов по разработке базы данных нестандартных элементов управления и электроснабжения гибкого автоматизированного участка ГАП и созданию поисковых запросов из готовой базы данных. Разработаны базы данных нестандартных элементов системы управления ГАП, которые осуществляются на основе готовых технических показателей и полученных расчетных параметров посредством математических и алгоритмических методов. Разработана база данных для поиска и выбора типов датчиков системы управления гибкого автоматизированного производства, которые включены в подсистему автоматизированного проектирования нестандартных элементов системы управления ГАП

Ключевые слова: гибкое автоматизированное производство, датчик, система управления, база данных

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ ПЛАЗМЕННОГО НАНЕСЕНИЯ МНОГОСЛОЙНЫХ ТЕРМОЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ

А.И. Портных, В.П. Смоленцев, Е.В. Паничев

Аннотация: рассмотрены условия применения термозащитных многослойных покрытий, наносимых способом атмосферного плазменного напыления. Приведены схема, методы расчетов и выбора технологических режимов нанесения покрытий, назначаемых с учетом эксплуатационных требований, где принимаются во внимание условия работы деталей с термозащитным покрытием, наносимым на высокотемпературные зоны двигателей летательных аппаратов. Рассмотрены покрытия, состоящие из нескольких слоев, сочетание которых обеспечивает высокую адгезионную прочность и эрозионную стойкость покрываемой поверхности изделия. Показаны назначение и влияние металлического подслоя на формирование основного покрытия, а также зависимости для определения его минимальной величины, обеспечивающей получение максимальных эксплуатационных характеристик покрытия. На основании приведенных математических зависимостей обоснован выбор режимных показателей перемещения сопла плазмотрона, рационального расхода порошковых материалов, оптимальных размеров применяемых гранул и энергетических параметров напыления, а также величины припуска на полировку переходных участков покрытия. При разработке режимов впервые учтены особенности течения расплавленного металла подслоя покрытия на формирование технологических показателей процесса нанесения двухслойного покрытия, наружный слой которого содержит минералокерамические гранулы на основе оксидной керамики

Ключевые слова: технологические режимы, плазменное нанесение, термозащитные покрытия, гранулы, слои, капиллярность

ФОРМООБРАЗОВАНИЕ ПАНЕЛЕЙ КРЫЛА ДАЛЬНЕМАГИСТРАЛЬНОГО САМОЛЕТА

Д.С. Гребенников, В.И. Максименков

Аннотация: представлен анализ конструктивных особенностей основных типов длинномерных панелей крыла современных самолетов, оказывающих влияние на трудоемкость формообразования. Описана природа возникновения эффекта упругого пружинения, негативно влияющего на трудоемкость процессов формообразования и их точность. Рассмотрены основные методы формообразования панелей одинарной и двойной кривизны, такие как свободная гибка на прессовом оборудовании, гибка–прокатка на валковых машинах и дробеударное формообразование, выявлены их основные достоинства и недостатки. Разработан метод, предусматривающий локальный нагрев участка панели перед гибкой на прессовом оборудовании, позволяющий сократить трудоемкость процесса гибки за счет значительного снижения величины упругого пружинения, что влечет за собой сокращение доводочных работ. Рассмотрено с точки зрения энергетической эффективности существующее оборудование для нагрева длинномерных панелей. Разработана установка для нагрева заготовки инфракрасным излучением, оснащенная в качестве нагревательных элементов кварцевыми лампами. Проведен анализ эффективности предложенного метода, показавший значительное сокращение влияния эффекта упругого восстановления на процесс гибки заготовки с помощью пресса

Ключевые слова: панель, формообразование, пружинение, гибка, нагрев

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ФИНИШНЫХ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ В СРЕДЕ СВОБОДНЫХ АБРАЗИВОВ ДЕТАЛЕЙ, ИМЕЮЩИХ МАЛЫЕ ПАЗЫ И ОТВЕРСТИЯ

М.А. Тамаркин, Е.В. Смоленцев, Е.Н. Колганова

Аннотация: обосновывается актуальность исследований отделочно-зачистной обработки малоразмерных деталей радиоэлектронной аппаратуры. Приводятся данные о сложных технологических задачах такой обработки. Представлен обзор способов съема заусенцев и скругления острых кромок деталей в среде свободных абразивов. Показано, что виброабразивная обработка является наиболее эффективным методом удаления заусенцев у малоразмерных деталей со сложноступными поверхностями и имеет ряд преимуществ перед прочими способами, так как обработка подобных деталей представляет собой сложную задачу в связи с затруднением доступа рабочей среды и загибанием заусенцев внутрь пазов и отверстий. Приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований вибрационной обработки деталей с малыми пазами и отверстиями в различных средах, в том числе и органических, в виде зависимостей времени съема заусенца от механических свойств обрабатываемого материала, толщины заусенца у основания и характеристик рабочей среды. Проведенные эксперименты подтвердили возможность исследования обработки в средах органического происхождения с применением смешанных гранул разного размера с небольшим удельным весом. Ставятся задачи исследования по повышению эффективности вибрационной обработки малоразмерных деталей, имеющих пазы и отверстия

Ключевые слова: вибрационная обработка, среда органического происхождения, шероховатость, микронеровность поверхности, заусенцы, скругление кромок

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ С ЦЕЛЬЮ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ

Д.М. Черных, Ю.С. Ткаченко, В.С. Цыганов

Аннотация: рассмотрена проблема механической обработки серого чугуна СЧ18-СЧ25 без использования смазочно-охлаждающих технических средств. Целью данной работы является моделирование и расчет на его основе температуры на передней поверхности инструмента посредством разработки математической модели для оптимизации режимных параметров при механической обработке. Для определения температуры в зоне резания и на передней поверхности режущего инструмента применялся метод конечных элементов с использованием программного комплекса Deform 3D Machining. Для решения задачи нелинейного программирования применялся эволюционный метод, в качестве ограничений для чернового растачивания были использованы температура на передней поверхности режущего инструмента, частота вращения шпинделя, мощность резания. Разработана методика для оптимизации режимов резания по объему удаляемого материала. В ходе моделирования определена зависимость температуры на передней поверхности режущего инструмента от режимных параметров обработки. При помощи эволюционного алгоритма на основе разработанной модели нелинейного программирования определены режимные параметры обработки, позволяющие достичь максимальной производительности съема материала. Выполнено моделирование методом конечных элементов механической обработки заготовки, а именно растачивания отверстия корпусной детали из серого чугуна СЧ25 с помощью программного комплекса Deform 3D Machining. Определены коэффициенты уравнения регрессии зависимости температуры на передней поверхности режущего инструмента и в зоне резания от глубины резания, скорости резания и подачи. На основе разработанной математической модели определены режимные параметры обработки, при которых объем удаляемого материала будет максимальным без

превышения температуры красностойкости инструментального материала. Получены данные для определения оптимальных режимных параметров механической обработки при разработке управляющих программ для станков с ЧПУ

Ключевые слова: моделирование механической обработки, метод конечных элементов, модель Джонсона–Кука, температура, оптимизация, нелинейное программирование