

**ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ С НЕПРЕРЫВНОЙ ФОРМОЙ МЕТОДА
МАКСИМАЛЬНОЙ СОГЛАСОВАННОСТИ В РЕГРЕССИОННОМ АНАЛИЗЕ**

С.И. Носков, Ю.А. Бычков

Аннотация: рассмотрены особенности оценивания параметров линейной регрессионной модели с применением непрерывной формы метода максимальной согласованности (НММС) между расчетными и фактическими значениями зависимой переменной. При этом дискретная форма такой согласованности формально выражается суммой числа совпадений знаков приращений этих значений на всех парах номеров наблюдений выборки. Проведены вычислительные эксперименты с четырехфакторной и пятью трехфакторными вариантами модели протяженности магистральных газопроводов и газопроводов-отводов в односточном исчислении. В качестве независимых переменных использованы: объем производства стабильного газового конденсата и нефти, разведанные и доказанные запасы природного газа, разведанные запасы газового конденсата. В ходе проведенных экспериментов изучались вопросы: выяснения влияния значений параметра компромисса между НММС-оценками параметров и оценками, полученными методом наименьших модулей, на критерии адекватности модели: суммы модулей ошибок и величин рассогласованности, среднюю ошибку аппроксимации; выявления диапазонов изменения точки нетривиальности в задаче линейного программирования, реализующей НММС; оценки адекватности вариантов модели. Весьма низкие значения перечисленных критериев адекватности всех вариантов моделей указывают на их высокое качество при описании исследуемого объекта

Ключевые слова: регрессионная модель, функция потерь, критерий согласованности поведения, метод максимальной согласованности, метод наименьших модулей, вычислительные эксперименты

**ГОЛОСОВОЙ ПОМОЩНИК
ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМОЙ**

П.С. Скочко, В.Ф. Барабанов, Н.И. Гребенникова, С.Л. Кенин

Аннотация: рассмотрен широкий спектр применения голосового помощника. В последнее время большое распространение получили интеллектуальные системы, построенные на основе алгоритма распознавания речи, что обусловлено их функциональностью, простотой и удобством применения, а также широким диапазоном сфер, где возможно их применение. Востребованность таких систем привела к тому, что специалисты по речевым технологиям, проводя исследования, стараются создать концептуально новые алгоритмы для расширения функциональных возможностей. В статье представлены алгоритм работы и модульная структура программного комплекса голосового помощника. Определены средства программной реализации голосового помощника (язык программирования Python, для считывания звука с микрофона использована библиотека pyAudio, для расшифровки речи использована библиотека SpeechRecognition, для расшифровки текста использован механизм нечеткого сравнения строк Fuzzywuzzy, для генерации речи использована технология text-to-speech библиотеки PyTTSx3). Для сравнения строк в работе применен распространенный алгоритм - расстояние Левенштейна. Основная идея алгоритма заключается в подсчете модуля разности двух последовательностей символов. С использованием выбранных средств реализации разработан голосовой помощник для пользователя операционной системой Windows с первичным набором демонстрационных функций

Ключевые слова: голосовой помощник, распознавание речи, распознавание команды, выполнение команды, генерация речи, расстояние Левенштейна, операционная система Windows, искусственный интеллект

СОЗДАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В ВЕДОМСТВЕННОМ ВУЗЕ

А.В. Хорошева

Аннотация: рассматривается процесс разработки системы дистанционного обучения для эффективной организации образовательного процесса ведомственного вуза на основе платформы дистанционного обучения Moodle. В ходе решения поставленной задачи разработана информационная структура электронных курсов Владимирского юридического института ФСИН России, созданы новые системные пользовательские роли, которые позволяют сделать работу в системе более безопасной и удобной, в том числе с точки зрения контроля образовательного процесса в целом и активности каждого пользователя. Для преподавателей предложена типовая структура электронного курса, позволяющая удобно размещать методические материалы по преподаваемым дисциплинам, получать обратную связь от обучающихся, проводить различные виды контроля формирования у обучающихся компетенций в соответствии с рабочими программами дисциплин. Такая структура позволяет отражать результаты текущего контроля успеваемости обучающихся в журнале учета учебных занятий, что является отличительной чертой организации обучения в ведомственном вузе. Для обучающихся был предложен авторский алгоритм прохождения электронного курса, который может быть реализован как при дистанционном или смешанном формате обучения, так и при обучении в очном формате. На примере информационного сопровождения дистанционного обучения для дисциплины «Информационные технологии в юридической деятельности» описан процесс формирования базы данных тестовых заданий. Экспериментальное тестирование, проведенное автором среди обучающихся по итогам изучения дисциплины «Информационные технологии в юридической деятельности», показало эффективность выбранного подхода к организации электронных курсов в электронной информационно-образовательной среде ведомственного вуза

Ключевые слова: система электронного обучения, дистанционное обучение, электронный курс, алгоритм прохождения курса, создание и распределение ролей в системе

Радиотехника и связь

ПЕРЕСТРАИВАЕМАЯ АНТЕННАЯ СИСТЕМА С SIW ДЛЯ СЕТЕЙ 5G

**С.М. Фёдоров, Е.А. Ищенко, К.А. Бердников, С.И. Деревянкин, Е.В. Папина,
Н.Б. Смольянов**

Аннотация: предлагается конструкция управляемого волновода, интегрированного в диэлектрик (SIW), для задач связи в сетях 5G n261 (27.5-28.35 ГГц). Благодаря предложенной конструкции становится возможным сформировать излучение в трех направлениях для обеспечения наилучшего качества связи с абонентом сотовой связи. Предложенная конструкция может быть использована для создания минисот, которые обеспечивают покрытие сетями доступа к 5G на небольших площадях. С использованием тонкого диэлектрика удается достичь низкого профиля антенной системы и управления путем применения системы электромагнитов, которые извлекают металлические штыри, формирующие волновод. Путем извлечения штырей производится открытие канала распространения электромагнитных волн, что, в свою очередь, позволяет подключить выбранный антенный элемент. В результате было получено, что итоговая система обладает высоким КПД, высокой эффективностью излучения. Полученные результаты подтверждаются картинками диаграмм направленности, электромагнитного поля, графиками матрицы рассеяния. Использование высокостабильного диэлектрика позволило достичь уровня возвратных потерь менее -10 дБ в диапазоне рабочих частот, а коэффициентов передачи не меньше -3 дБ, что позволяет получить наиболее оптимальные характеристики разработанной конструкции антенны с SIW

Ключевые слова: волновод, интегрированный в диэлектрик (SIW), 5G, формирование луча

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЛЁТНЫХ ИСПЫТАНИЙ ПЕРЕДАЧИ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ЦЕЛЕВОЙ ИНФОРМАЦИИ С МОДУЛЯЦИЕЙ QAM И OFDM

Д.Г. Пантенков, М.А. Загнетко, В.П. Литвиненко

Аннотация: в настоящее время особую актуальность приобрели роботизированные системы (РС) и комплексы различного базирования, в том числе беспилотные летательные аппараты (БпЛА). При этом любое роботизированное средство оснащается широким набором полезных нагрузок (датчиков), с которых в режиме реального времени представляется возможным передавать информацию об окружающей обстановке удалённому оператору, который посредством её анализа и интерпретации будет принимать те или иные решения. С учётом того, что современные датчики имеют очень высокие разрешающие способности, то объём информации, который записывается во внутреннюю память и параллельно передается удалённому оператору по радиоканалу, может составлять сотни мегабит или даже единицы гигабит. В таком случае актуальной становится задача оптимального выбора сигнально-кодовой конструкции (СКК) радиосигнала в канале сброса целевой информации, от которой принципиальным образом зависят достижимые пропускные способности. Рассмотрены результаты лётных испытаний в части передачи целевой информации с лётно-подъёмного средства (ЛПС) на стационарный наземный пункт управления и обработки информации (НПУОИ), перспективный метод модуляции радиосигнала на базе OFDM (мультиплексирование с ортогональным частотным разделением радиоканалов), а также представлено сравнение энергетических параметров радиолинии при передаче целевой информации с помощью классической квадратурной амплитудной модуляции QAM и OFDM сигнала, когда множество находящихся в общей полосе поднесущих модулированы модуляциями с различными скоростями кодирования

Ключевые слова: лётно-подъёмное средство, радиоканал сброса целевой информации, радиосигнал, модуляция, QAM, OFDM, скорость передачи целевой информации, спектральная эффективность радиосигнала, энергетические запасы, результаты лётных испытаний, аппаратная реализация, антенны, СВЧ-модули

КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА РАСПОЗНАВАНИЯ РАДИОИЗЛУЧЕНИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РАДИОКОНТРОЛЯ ЛИНИЙ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ

Р.И. Буров, В.В. Капитанов

Аннотация: при проведении радиоконтроля линий спутниковой связи методом активной диагностики их трактов ретрансляции возникает необходимость в решении ряда задач по поиску, обнаружению и сопоставлению диагностируемых линий спутниковой связи заданному для контроля ретранслятору в интересах выявления достоверных сведений о реальном использовании выделенного частотного ресурса и его соответствия выданным разрешениям на эксплуатацию радиоэлектронных средств. В условиях наличия недокументируемых возможностей по изменению конфигурации трактов ретрансляции и возможного функционирования самовольно эксплуатируемых радиоэлектронных средств решение задачи распознавания наблюдаемых радиоизлучений становится наиболее актуальной задачей. Целью работы является определение на качественном уровне потенциальных возможностей распознавания радиоизлучений при радиоконтроле линий спутниковой связи методом активной диагностики их трактов ретрансляции. Элементом новизны представленного подхода является составление словаря признаков распознавания из наиболее информативных параметров радиоизлучений, позволяющих отследить характерные особенности контролируемых трактов ретрансляции. Показано, что наблюдением в течение определенного времени за изменением параметров диагностирующего сигнала можно добиться однозначного решения задачи определения принадлежности наблюдаемых линий спутниковой связи контролируемому спутнику-ретранслятору. Предложенный подход позволяет обосновать рациональные требования к словарю признаков распознавания радиоизлучений при радиоконтроле линий спутниковой связи при использовании метода активной диагностики их трактов ретрансляции

Ключевые слова: испытательные сигналы, радиоконтроль, спутник-ретранслятор, тракт ретрансляции, электромагнитная обстановка

ДИНАМИЧЕСКИ УПРАВЛЯЕМАЯ VI-QUAD АНТЕННА НА ОСНОВЕ АКТИВНОГО МЕТАМАТЕРИАЛА

К.А. Бердников, Е.А. Ищенко, Ю.Г. Пастернак, В.А. Пендюрин, С.М. Фёдоров

Аннотация: рассматривается Vi-Quad антенна с рабочей частотой 2.4 ГГц и двумя активными рефлекторами на основе реконфигурируемого метаматериала с электронным управлением на основе рип-диодов. Благодаря предложенной конструкции удается обеспечить работу антенны в трех режимах: прозрачные рефлекторы, когда формируется двунаправленное излучение; коммутация нижней пластины метаматериала и отсутствие коммутации верхней пластины, что приводит к формированию направленного излучения вверх с увеличенным значением коэффициента направленного действия; коммутация верхней пластины метаматериала и прозрачный режим нижней – формирование направленного вниз излучения. Таким образом, обеспечивается работа антенны в трех режимах с возможностью быстрого динамического перестроения режимов на основе коммутаций рип-диодов в ячейках трехмерной структуры метаматериала. Результаты работы полученной конструкции подтверждаются результатами моделирования с использованием метода Вейланда в электродинамике, при этом для повышения точности результатов рип-диоды в активном режиме заменялись сосредоточенными элементами в виде spice-моделей, а в выключенном режиме эквивалентными схемами. Таким образом, были получены результаты с наибольшей точностью для предложенной конструкции антенны, которые иллюстрируют все режимы работы при коммутациях пластин метаматериала

Ключевые слова: активный метаматериал, активный рефлектор, реконфигурируемая антенна

Благодарности: работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ для молодых ученых № МК-57.2020.9

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ВЕРОЯТНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБНАРУЖЕНИЯ С КУСОЧНО-ЛИНЕЙНОЙ АППРОКСИМАЦИЕЙ РЕШАЮЩЕЙ ФУНКЦИИ

В.С. Костенников, М.Ф. Волобуев, В.Н. Надточий

Аннотация: разработана методика расчета вероятностных характеристик обнаружения радиосигнала со случайными начальной фазой и амплитудой. Получены аналитические выражения для вероятностей правильного обнаружения и ложной тревоги при использовании в решающих устройствах кусочно-линейной аппроксимации. Использована кусочно-линейная решающая функция в пороговом устройстве, которая, в отличие от бинарной, наиболее точно подходит для описания реальных переходных процессов компонентов элементной базы, в связи с затруднениями реализации на практике мгновенного изменения устойчивых состояний решающего устройства по ряду причин, к которым относят динамически меняющуюся шумовую обстановку условий работы систем обнаружения и необходимость мгновенной подстройки их параметров. При попадании отсчетов выходного эффекта приемника в зону неопределенности, формируемой кусочно-линейной решающей функцией, данные отсчеты подвергаются дополнительным итерациям, что позволит в ряде ограничений, накладываемых на условия приема, повысить эффективность обнаружения сигналов. Выполнено моделирование, по результатам которого построены характеристики обнаружения сигнала со случайными начальной фазой и амплитудой при воздействии белого гауссовского шума. Представленные кривые обнаружения позволяют оценить согласованность полученных аналитических выражений и сравнить их с имеющимися в известной литературе

Ключевые слова: методика, кусочно-линейная решающая функция, эффективность обнаружения, статистическое моделирование

РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ БЛОКОВ ДЛЯ ЛИНЕЙНОГО СТАБИЛИЗАТОРА НАПРЯЖЕНИЯ

Д.О. Лялин, Е.Д. Алперин

Аннотация: приведен вариант реализации поведенческой модели сложно-функциональных блоков на языке Verilog-A. Разработаны поведенческие модели источника опорного напряжения, усилителя сигнала ошибки, источника стабильного тока. При помощи данных сложно-функциональных блоков была разработана поведенческая модель линейного стабилизатора напряжения с требуемыми параметрами. Приведены листинги разработанных поведенческих моделей, тестовые схемы для проверки корректной работы, показаны графики зависимостей входных и выходных сигналов. Одним из неоспоримых достоинств поведенческих моделей является минимальное время моделирования, которое на несколько порядков меньше времени моделирования на транзисторном уровне. Для ускорения времени проектирования имеет смысл создать описание модели на Verilog-A для дальнейшего использования в других устройствах при проектировании микросхем. С помощью этого языка описания аппаратуры можно реализовать в цифровом виде моделирование аналогового устройства. При этом можно легко изменять параметры под необходимые в конкретном устройстве. Представлены результаты моделирования сложно-функциональных блоков и линейного стабилизатора напряжения в статическом режиме. Сопоставлены результаты моделирования сложно-функциональных блоков и линейного стабилизатора напряжения с необходимыми параметрами

Ключевые слова: сложно-функциональный блок, поведенческая модель, Verilog-A, линейный стабилизатор напряжения

ЗЕРКАЛЬНАЯ АНТЕННА НА ОСНОВЕ SIW ТЕХНОЛОГИИ

И.А. Баранников, К.А. Бердников, С.И. Деревянкин, Е.А. Ищенко, К.В. Смусева,
С.М. Фёдоров

Аннотация: рассматривается зеркальная антенна, разработанная на основе технологии «интегрированный в диэлектрическую подложку волновод» (SIW). Для исследования полных характеристик была сформирована электродинамическая модель рупорного излучателя с трапециевидной диэлектрической линзой для улучшения характеристик излучателя, а также определения диапазона рабочих частот. Полученные результаты моделирования облучателя показали, что SIW антенны обладают высокими качественными показателями, а также способны обеспечить высокую эффективность работы в широком диапазоне частот. На основе конструкции рупорной SIW антенны была сформирована зеркальная SIW антенна с двумя типами конструкции: моноплатная структура, когда антенна и рефлектор полностью расположены на единой диэлектрической подложке прямоугольной формы, а также конструкция с минимальным использованием диэлектрика. Полученные конструкции исследовались с использованием электродинамического моделирования, которое показало, что SIW зеркальные антенны обладают высокими качественными характеристиками – высоким коэффициентом направленного действия (КНД), коэффициентом полезного действия (КПД), а также обладают узким направленным лучом главного лепестка диаграммы направленности. На основании полученных конструкций сделаны выводы о возможности применения технологии SIW в зеркальных антеннах миллиметрового диапазона радиоволн

Ключевые слова: SIW рупорная антенна, зеркальная антенна, миллиметровый диапазон волн

АВТОНОМНЫЙ ПОРТАТИВНЫЙ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФ НА БАЗЕ ОДНОПЛАТНОГО КОМПЬЮТЕРА NVIDIA JETSON

А.Б. Степанов, Д.В. Козлов, А.В. Запайщиков

Аннотация: данная работа посвящена реализации автономного портативного электроэнцефалографа на базе одноплатного компьютера Nvidia Jetson Nano и аналогово-цифрового преобразователя ADS1299 фирмы Texas Instruments. Электроэнцефалограф позволяет в реальном времени регистрировать и обрабатывать 8 физических каналов с частотами дискретизации от 250 Гц до 16 кГц. Предложена концепция данного устройства, которое состоит из 3 основных функциональных блоков: блока регистрации данных, блока обработки данных и блока визуализации данных. Разработан модифицированный алгоритм работы портативного электроэнцефалографа на основе расчёта вейвлет-коэффициентов и периодограмм Уэлча, который позволяет определять графоэлементы определённой формы, соответствующие артефактам и патологическим состояниям мозга, а также оценивать энергетические соотношения основных ритмов в электроэнцефалограмме. Разработанный алгоритм использует графический процессор одноплатного компьютера Nvidia Jetson Nano, что позволяет задействовать параллельные вычисления и увеличить скорость выполнения предложенного алгоритма. Обоснован выбор элементной базы, представлены ее преимущества. Разработаны блок-схема, 3D-модель и выполнена сборка портативного электроэнцефалографа. Габариты электроэнцефалографа составили: ширина – 250 мм, высота – 72 мм, глубина – 111 мм. Приведена подробная схема соединений элементной базы электроэнцефалографа. Разработанный электроэнцефалограф обладает блоком питания, который позволяет функционировать электроэнцефалографу в течение длительного времени автономно. Разработан графический интерфейс пользователя, производящий управление электроэнцефалографом с помощью сенсорного экрана. Предложена методика исследования автономного портативного электроэнцефалографа. Проведены испытания прототипа, в ходе которых исследовались сигналы с глазными артефактами, которые имеют характерный вид. В ходе испытаний все глазные артефакты были однозначно определены в анализируемых сигналах. Практическим путем получено, что предложенный алгоритм работы электроэнцефалографа выполняется за 100 мс при длительности восьмиканальной ЭЭГ 1 с и частоте дискретизации 250 Гц. Полученные результаты длительности выполнения алгоритма показывают, что имеется значительный запас по вычислительной мощности устройства, что позволит в дальнейшем производить более сложную обработку ЭЭГ

Ключевые слова: портативный электроэнцефалограф, графический процессор, Nvidia Jetson, аналогово-цифровой преобразователь, вейвлет, частотно-временной анализ

ДАТЧИКИ НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ СДВОЕННОГО ТИПА ПОВЫШЕННОЙ ТОЧНОСТИ

С.В. Бирюков, А.В. Тюкин, Л.В. Тюкина

Аннотация: анализируются базовые сдвоенные сферические электроиндукционные датчики напряженности электрического поля с целью выявления их конструктивных параметров и параметров взаимодействия датчиков с ЭП, влияющих на погрешность его восприятия. Проводится оптимизация чувствительных элементов датчика с целью выявления минимума погрешности и максимума его пространственного диапазона измерений, в котором обеспечивается его минимальная погрешность. Оптимизация позволила снизить погрешность базовых датчиков приблизительно в два раза, т.е. с $\pm 4,6\%$ до $\pm 2\%$ и предложить три возможных варианта выполнения чувствительных элементов сдвоенных датчиков. В первом варианте угловой размер θ_{01} второй пары чувствительных элементов увеличен с 45° до 47° . Это позволило снизить погрешность датчика до $\pm 2,1\%$ при верхнем пределе пространственного диапазона измерения $a=0,93$. Во втором варианте угловой размер θ_{02} первой пары чувствительных элементов увеличен с 45° до 47° при постоянном размере $\theta_{01}=90^\circ$ этой же пары, а угловой размер θ_{01} второй пары чувствительных элементов также увеличен с 45° до 47° . Это позволило снизить погрешность второго варианта датчика до $\pm 2,1\%$ при верхнем пределе пространственного диапазона измерения $a=0,93$. В третьем варианте угловой размер θ_{02} первой пары чувствительных элементов уменьшен с 45° до 40° при постоянном размере $\theta_{01}=90^\circ$ этой же пары, а угловой размер θ_{01} второй пары чувствительных элементов уменьшен с 45° до 35° . При этом погрешность датчика во всем пространственном диапазоне не превышает $\pm 2\%$. Используя сдвоенные датчики трех вариантов исполнения, можно добиться значительного повышения точности измерения напряженности неоднородных ЭП в широком пространственном диапазоне измерений по сравнению с базовыми датчиками, при этом третий вариант предпочтительней

Ключевые слова: датчик напряженности электрического поля, двойной датчик, сдвоенный датчик, напряженность электрического поля, погрешность от неоднородности поля

Машиностроение и машиноведение

ОСОБЕННОСТИ ВЫЯВЛЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ТИПА «ПОРЫ» В СТАЛЬНЫХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ

М.Н. Давыдов, С.В. Сафонов, В.В. Шурупов

Аннотация: данная работа посвящена вопросу особенностей выявления дефектов типа «поры» в стальных сварных соединениях, выполненных с полным проваром корня шва. Рассмотрены классификация дефектов, причины возникновения, а также их влияние на работоспособность детали или конструкции. Описаны факторы, которые снижают вероятность выявления данного типа несплошности ультразвуковым методом контроля, в частности, эхо-импульсным методом. В качестве исследуемого объекта использовались сварные соединения из Стали 20 с номинальной толщиной свариваемых элементов – 12 мм. В данных образцах по результатам радиографического контроля выявлены недопустимые внутренние дефекты в виде пористости, скоплений и цепочек пор. Целью эксперимента ставилась задача определить возможность выявления подобных дефектов ультразвуковым методом контроля. Представлено применяемое оборудование и описана методика проведения эксперимента. Определены режимы контроля, сканирования и выбраны размеры контрольных отражателей в настроечном образце, которые имитируют естественный дефект в изделии, соответственно, их размер эквивалентен максимально допустимому одиночному дефекту в объекте контроля. В ходе проведения ультразвукового контроля внутренние поры были зафиксированы, но амплитуда эхо-сигнала от данных дефектов была значительно ниже браковочного уровня чувствительности. Результаты были занесены в таблицу и построен график обнаруженных индикаций относительно уровней чувствительности. Ни одна из обнаруженных при радиографическом контроле индикаций не превысила контрольный уровень чувствительности, т.е. уровень фиксации

Ключевые слова: сварные соединения, дефекты, контроль неразрушающий, контроль ультразвуковой

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ШТАМПОВКИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ТРУДНОДЕФОРМИРУЕМЫХ СПЛАВОВ

А.Ю. Боташев, Р.А. Байрамуков, А.А. Айбазов

Аннотация: разработано устройство, предназначенное для использования в мелкосерийных производствах для штамповки листовых деталей из высокопрочных сплавов. Штамповка осуществляется давлением продуктов сгорания газообразного топлива. Устройство содержит рабочий цилиндр с поршнем и две камеры сгорания: основную и дополнительную. Конструктивной особенностью данного устройства является наличие между рабочим цилиндром и камерой сгорания плиты, содержащей сквозные отверстия и обратный клапан. Благодаря этому в камере сгорания осуществляется сжатие энергоносителя и его сгорание, в результате чего генерируется газ давлением до 60 МПа и температурой 2100...2200 °С, который производит деформирование заготовки. В процессе штамповки происходит также сжатие продуктов сгорания в полости матрицы, что способствует предотвращению разрыва заготовки. Кроме того, за счет их сжатия температура в полости матрицы интенсивно увеличивается и достигает 2600...2680 °С. Благодаря этому осуществляется быстрый нагрев заготовки, что, обеспечивая существенное повышение ее пластичности, облегчает штамповку деталей сложной формы. Путем анализа рабочего процесса устройства штамповки проведена оптимизация его конструктивных параметров, обеспечивающая при данном давлении энергоносителя достижение максимального давления газа, действующего на штампуемую заготовку. В частности найдены оптимальные соотношения объемов рабочего цилиндра и камеры сгорания, а также соотношение объемов камер сгорания. Данное устройство позволяет штамповать широкий ассортимент деталей из высокопрочных малопластичных сплавов

Ключевые слова: устройства газовой штамповки, штамповка малопластичных сплавов

ПРИМЕНЕНИЕ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗНАЧИМЫХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НЕПОДВИЖНЫМ ЭЛЕКТРОДОМ-ИНСТРУМЕНТОМ

А.И. Болдырев, А.В. Перова, А.А. Болдырев

Аннотация: статья посвящена изучению вопросов решения задач определения наиболее значимых параметров процесса анодного растворения токопроводящего материала в среде электролита, реализуемого по схеме с неподвижными электродами. При такой схеме обработки детали отклонения от требуемых геометрических параметров характеризуют как точность, так и качество обрабатываемых поверхностей. Применение метода планирования экспериментов позволило установить влияние ряда факторов электрохимической обработки образцов из стали 40Х13 на удельный съем материала, неплоскостность и непараллельность обрабатываемых поверхностей относительно рабочего торца электрода-инструмента. Анодное растворение торцовых поверхностей цилиндрических образцов диаметром 11 мм и высотой 6 мм осуществлялось при продольном течении электролита в экспериментальной электрохимической ячейке, установленной на серийном станке модели СЭХО-901 с адаптивными режимами обработки. Факторами, подлежащими исследованию, являлись межэлектродный зазор, напряжение на электродах, концентрация электролита, температура и скорость течения электролита, водородный показатель. При этом серия экспериментов планировалась таким образом, чтобы каждый из факторов варьировался на двух уровнях, симметричных относительно базового. Применение регрессионного анализа при планировании экспериментов позволило в результате проведения исключить незначимые факторы и установить основные факторы, влияющие на образование макронеровностей: межэлектродный зазор; концентрация и скорость электролита в зазоре

Ключевые слова: электрохимическая обработка, неподвижные электроды, планирование экспериментов, регрессионный анализ

ОТРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ПРИ СОЗДАНИИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОЙ АВИАЦИОННО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

С.В. Сафонов, А.В. Мандрыкин, М.Н. Давыдов

Аннотация: представлена методология отработки производственной технологичности изделий авиакосмической техники. Данное мероприятие наиболее часто требуется при запуске в производство новых конкурентоспособных изделий. Рассмотрены показатели, входящие в оценку уровня полезности, а также типовые варианты применения критерия полезности. Разработана методология и процедура критериальной отработки технологичности осваиваемых изделий на стадии их проектирования, доводки, освоения опытных и серийных образцов. Показано, что в результате отработки технологичности ускоряется создание перспективной продукции на уровне мировых стандартов, имеющих несомненные эксплуатационные преимущества. Применение предложенной методологии отработки технологичности с использованием принципа полезности позволяет ускоренно обосновывать выбор рациональных технологических решений. Предложена новая методология выбора и назначения нетрадиционных технологических операций, позволяющих применять наиболее прогрессивные технологические процессы (ТП) комбинированной обработки ответственных деталей авиационной и ракетно-космической техники с использованием принципа полезности и подобия для технологических систем. Показаны примеры применения новой методологии при запуске в производство создаваемых перспективных изделий техники. Установлено, что подбор и критериальное обоснование выбора методов обработки в процессе отработки технологичности позволили повысить качество и эксплуатационные характеристики изделий

Ключевые слова: технологичность, комбинированные технологии, конкурентоспособность, авиакосмическая техника