

Информатика, вычислительная техника и управление

УДК 681.3

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ И ВЫБОРА ТАКТИКИ ЛЕЧЕНИЯ ГИПЕРПЛАСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЭНДОМЕТРИЯ

Е.Н. Коровин, О.В. Родионов, М.А. Сергеева

В статье рассматриваются вопросы построения автоматизированной информационной системы диагностики и выбора схемы лечения гиперпластических процессов эндометрия на основе статистического и нейросетевого моделирования. Для построения математических моделей диагностики и выбора тактики лечения использовались статистические данные по 230 пациенткам с гиперпластическими процессами эндометрия: гиперплазия эндометрия, полип эндометрия и полип цервикального канала. Для повышения эффективности диагностики гиперпластических процессов эндометрия и оценки значимости клинических признаков на первом этапе исследования предлагается использовать метод построения дерева решений. В результате было построено несколько деревьев решений: полное (бинарное), полное с множеством потомков в узле, компактное (бинарное), компактное с множеством потомков в узле. В результате анализа полученных результатов было выбрано «полное (бинарное) дерево решения». Апробация построенной модели была проведена на тестовой выборке, где достоверность постановки диагноза по методу «деревьев решений» составляет 77,5 %. На следующем этапе исследования были получены классификационные функции Фишера для поставки предварительного диагноза для каждого типа патологии эндометрия. В результате анализа и тестирования полученных классификационных моделей было установлено, что точность диагностических моделей на основе дискриминантного анализа составляет 85,5 %. Для уточнения диагноза на втором этапе исследования была построена нейросетевая модель, где использовалась нейронная сеть в виде многослойного персептрона, где на вход сенсорного слоя подаются значения 12 признаков заболевания, а на выходе результирующего слоя получаем данные о виде гиперпластического процесса эндометрия. На основе тестирования контрольной группы больных было установлено, что точность диагностирования на основе нейросетевого моделирования составляет 93,9 %. Полученные модели на основе метода построения дерева решений, дискриминантного анализа и нейросетевого моделирования используются в автоматизированной информационной системе, которая способствует повышению эффективности диагностики и выбора тактики лечения гиперпластических процессов эндометрия

Ключевые слова: информационные системы, диагностика, лечение, гинекология

УДК 629.7.054.07

УПРАВЛЯЕМАЯ ИНЕРЦИАЛЬНАЯ НАВИГАЦИОННАЯ МУЛЬТИСИСТЕМА

В.П. Напольский, С.В. Слесаренок, И.П. Шепеть, А.В. Захарин, В.И. Рубинов

Анализ состояния и перспектив развития инерциальных датчиков позволяет сделать вывод о том, что их развитие в настоящее время находится на таком этапе, когда существующие инерциальные датчики уже не удовлетворяют требованиям по стоимости и точности. Перспективным методом повышения точности любых измерительных систем является метод функционального мультиплексирования путем пространственного управления измерителями векторных величин. Для его реализации используются два блока чувствительных элементов, которые включают в свой состав по три одноступенных гироскопа и акселерометра. С помощью устройства управления блоки чувствительных элементов располагаются в пространстве таким образом, чтобы их векторы погрешностей измерения были противоположно направленными. Данный метод управления векторами погрешностей теоретически позволяет повысить точность измерения векторных параметров мультисистемы с трехкомпонентными измерителями в 2,5 – 3,5 раза в сравнении с обычным осреднением показаний чувствительных элементов. Разработанная программа управления позволяет формировать рабочие сигналы, обеспечивающие движение к минимальному значению выходной ошибки. В этом случае сумма модулей векторов погрешностей будет минимальной и дисперсия ошибки навигационных измерений значительно уменьшится. Алгоритм функционирования управляемой инерциальной навигационной мультисистемы позволяет компенсировать не только основные погрешности чувствительных элементов, но и ошибки определения ориентации блока чувствительных элементов

Ключевые слова: инерциальная навигационная система, блок чувствительных элементов, пилотажно-навигационный комплекс

УДК 621.313.333.2

ЦИФРОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В SIMULINK СИСТЕМЫ ПРЯМОГО УПРАВЛЕНИЯ МОМЕНТА С МНОГОСЛОЙНЫМ ПЕРСЕПТРОНОМ

Ю.И. Ерёменко, М.Г. Данилова, К.О. Рукавицын

Рассматривается модифицированный метод прямого управления моментом (ПУМ), основанный на концепции искусственной нейронной сети (ИНС), при котором может быть достигнут быстрый отклик при низких флуктуациях момента асинхронного двигателя. Таблица переключений Такахаши классического прямого управления моментом заменена многослойным персептроном. Входами искусственной нейронной сети являются ошибка по моменту, ошибка по потокосцеплению и положение вектора потокосцепления статора, а выход – пространственный вектор напряжения. Для обучения нейронной сети был использован алгоритм обратного распространения ошибки Левенберга - Марквардта. Для сравнения характеристик привода с классической структурой регулирования и рассмотренной структурой на нейронной сети выполнено численное моделирование в Matlab/Simulink. Результаты моделирования наглядно демонстрируют уменьшение пульсаций момента при использовании структуры регулирования на нейронной сети

Ключевые слова: искусственная нейронная сеть, прямое управление моментом, таблица переключений

УДК 519.6+517.977.56

МНОГОАЛЬТЕРНАТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛЕЙ СОПРЯЖЕННЫХ СИСТЕМ

С.Л. Подвальный

Рассмотрены общие закономерности оптимизации и управления экспериментом при использовании точных оценок градиента с помощью моделей сопряженных систем. Предложены типовые схемы реализации для наиболее распространенных постановок задач проведения экспериментом, включая измерения по косвенным оценкам, наблюдаемость всей временной траектории либо только ее терминального (конечного) состояния, наличие в распоряжении исследователя модели статического либо динамического типа. Полученная система модулей составляет основу математического и программного обеспечения в рамках автоматизированных систем научных исследований с использованием концепции многоальтернативности. В перспективе возможно включение в систему модулей для пространственно-временной оптимизации на основе рассмотренных работ по моделям с распределенными параметрами на графе

Ключевые слова: управление экспериментом, сопряженная система, типовые модули, многоальтернативность

Машиностроение и машиноведение

УДК 681.9.047

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННЫХ ПРОЦЕССОВ МОДИФИКАЦИИ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ТИПОВЫХ ДЕТАЛЕЙ

С.Н. Григорьев, С.В. Сафонов, В.П. Смоленцев

Рассмотрены характерные примеры применения технологических приемов для достижения требуемых эксплуатационных характеристик базовых деталей, работающих в нагруженных узлах изделий при неблагоприятных условиях воздействия агрессивных сред, тепловых потоков, импульсных нагрузок. Приведены критериальные оценки полученных результатов от разработки и применения комбинированных методов модификации поверхностного слоя.

Проведенные в последние десятилетия исследования показали, что развитие проблемы идет в следующих основных направлениях:

- с модификацией свойств без удаления припуска с целенаправленным комбинированным воздействием на поверхностный слой. Это, прежде всего, тепловые, механические, химические процессы, электромагнитные воздействия, сочетание которых в единой комбинированной технологии позволяет придать деталям повышенные эксплуатационные характеристики. В процессе модификации могут формироваться нанопленки с толщиной, не оказывающей влияния на изменение размеров изделия;

- с удалением части поверхностного слоя изделия до достижения материала, обладающего требуемыми эксплуатационными свойствами;

- с наращиванием слоев из материалов с особыми свойствами с монолитной структурой, где эксплуатационные свойства обеспечиваются путем перенесения на деталь (в том числе из других видов материалов) требуемых характеристик (износостойкость, жаростойкость и др.) к изделию через параметры наносимого покрытия. Типовым представителем такой технологии является электроэрозионное легирование, которое в последние годы стало широко использоваться в виде технологии восстановления геометрии деталей с наращиванием слоев толщиной более 1 мм. Это дает основание утверждать, что такой процесс становится частью технологии прототипирования. Здесь достигается принципиально новый результат, устраняющий основной недостаток процесса прототипирования – нестабильность прочностных характеристик, т.к. при нанесении покрытия свойства базовой детали не нарушаются, а прочность слоя обеспечивается применением адаптивных комбинированных процессов, как правило, с наложением электрического поля;

- с нанесением слоев, включающих гранулы токопроводящих и диэлектрических материалов (например, керамики, абразива и др.). Это расширяет возможности разработчиков по созданию современной техники, что также актуально особенно для ведущих отраслей отечественного машиностроения: изделий авиационной, космической техники, ремонта транспортных средств и др.

Ключевые слова: комбинированные процессы, технология, формирование поверхностного слоя, модификация, эксплуатационные показатели

УДК 621.98.042

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СОТОВЫХ ПАНЕЛЕЙ ДЛЯ КОЖУХОВ ТУРБОРЕАКТИВНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

А.Н. Карпухин, И.М. Анохин

В данной статье рассмотрен технологический процесс изготовления сотовых панелей из металлических материалов. Выявлено возможное появление браковочных признаков, возникающих при формообразовании панели. Приведен расчет пружинения для деталей из титановых сплавов и нержавеющей стали. Рассмотрен вариант корректировки пуансона универсальной конструкции на величину пружинения. Приведены теоретические зависимости, которые подтверждены экспериментальными исследованиями. Выявлены ограничения процесса формообразования гибкой с растяжением панелей, у которых перфорированный несущий слой из ОТ4-1 является наружным в связи с низкой пластичностью.

В зависимости от предельных значений деформации наружного слоя панели предложены варианты процесса формообразования панели с предварительной гибкой с растяжением с последующей калибровкой и формообразованием в штампе в печи УВН. Предлагается применение штампа с изменяемым усилием нагружения, которое увеличивается по ходу пуансона, что позволяет исключить браковочные признаки, появление которых возможно в первоначальный момент формования панели.

С целью повышения ресурсных характеристик панели рекомендуется проведение диффузионного отжига.

Приведены материалы и геометрические размеры обшивок и заполнителя, применяемого для изготовления сотовых панелей.

При предварительном растяжении панели усилие формования обеспечивает достижение в несущих слоях напряжения текучести σ_t . В зависимости от схемы нагружения панели Р-И, Р-И-Р необходимо учитывать прочность соединения пластин с подмятыми слоями панели

Ключевые слова: обшивка, пуансон, самолет, обтяжка, формообразование

Радиотехника и связь

УДК 621.3.049.77

ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ НЕДВОИЧНОЕ LDPC-ДЕКОДИРОВАНИЕ НА ГРАФИЧЕСКОМ ПРОЦЕССОРЕ

А.В. Башкиров, Ю.В. Дьячков, М.В. Хорошайлова

В данной работе предлагается массивно-параллельная реализация недвоичного LDPC-декодера на основе графического процессора (GPU) для достижения большей гибкости и масштабируемости. Реализация отображает алгоритм декодирования Min-Max для графических процессоров параллельной архитектуры. Здесь описаны методология, разделяющая задачу декодирования на гетерогенной платформе, состоящей из центрального

процессора и графического процессора. Экспериментальные результаты показывают, что реализация декодера на основе графического процессора позволяет достигнуть высокой пропускной способности, обеспечивая при этом большую гибкость и масштабируемость. Предложенная архитектура была реализована с использованием OpenCL. Эта реализация является гибкой и может быть легко настроена путем корректировки параметров для поддержки различных типов кода, длины кодов. Использован $1/2$ (620; 310) (3; 6) - регулярный GF(32) код LDPC, который широко используется в проведении соответствующих исследований и показывает хорошую производительность коррекции ошибок. Представленный метод в полной мере использует графические процессоры вычислительной мощности для ускорения недвоичных алгоритмов LDPC-декодирования. Приведенные экспериментальные результаты показывают, что предложенный недвоичный низкоплотный декодер на основе реализации графического процессорного устройства может достичь большой производительности, гибкости и масштабируемости

Ключевые слова: недвоичный LDPC-декодер, алгоритм декодирования Min-Max, параллельная архитектура

УДК 621.396

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ БЛИЖНЕГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ МЕТОДОМ ЭКВИВАЛЕНТНОЙ МОДЕЛИ

В.В. Глотов, М.А. Ромащенко

На современном этапе проблема электромагнитной совместимости играет значимую роль в развитии радиоэлектронной аппаратуры. Большинство разработчиков стараются миниатюризировать электронные компоненты, из-за чего увеличиваются шансы сбоев в работе электронных средств. Для экономии фонда рабочего времени и денежных средств, вполне логично и целесообразно выявлять проблемные места печатной платы на ранних стадиях разработки. Так в статье представлено описание разработанной методики обнаружения ближнего электромагнитного поля, которая позволяет без проведения высокотратных испытаний определять излучаемые помехи печатной платы в ближнем поле. Основой метода является – заменять источники излучений печатной платы множеством эквивалентных источников, диполей. Описывается процедура упрощения диполей в матрице, которая включает такие операции как «удаление» и «объединение»

Ключевые слова: ближнее поле, диполь, эквивалентная модель

УДК 621.3.049.77

ПОЛНОСТЬЮ ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ НЕДВОИЧНЫЙ LDPC-ДЕКОДЕР С ДИНАМИЧЕСКИМ ИЗМЕНЕНИЕМ ЧАСТОТЫ СТРОБИРОВАНИЯ

А.В. Башкиров, А.В. Муратов, М.В. Хорошайлова

В статье рассматривается 1,22 Гбит/с полностью параллельный декодер в GF(64) (160, 80) регулярного (2, 4) NB-LDPC кода в 90-нм КМОП. Построен на основе алгебраических свойств двоичных функций изображений с низкими степенями проверочных узлов (CN) и переменных узлов (VN), таким образом, сложность VN и CN может поддерживаться на низком уровне. 960 бит кодового слова сгруппированы в 160 6-битных GF (64) символов. Фактор-граф кода содержит 160 VNs и 80 CVs. Полностью параллельный декодер является прямым отображением фактор-графа. Реализовано динамическое изменение частоты стробирования на уровне узла, чтобы большинство узлов обработки были закрыты задолго до достижения предельного числа итераций. Пропускная способность дополнительно улучшена за счет конструкции одноступенчатого проверочного узла, который увеличивает тактовую частоту до 700 МГц, чередование операций переменного узла и проверочного узла укорачивает одну итерацию декодирования до 47 тактов. Когда все узлы обработки были стробированы, то декодер прекращает свою работу и переходит к следующему входу, чтобы увеличить пропускную способность до 1,22 Гбит/с

Ключевые слова: полностью параллельная архитектура, архитектура переменного узла, архитектура проверочного узла, недвоичный LDPC декодер

**ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДВУХСЛОЙНЫХ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ СТРУКТУР
ZnO/ZnO-Fe**

Ю.Е. Калинин, В.А. Макагонов, С.Ю. Панков, А.В. Ситников

Методом ионно-лучевого распыления получены образцы двухслойной тонкопленочной структуры ZnO/ZnO-Fe с различным процентным содержанием Fe. В диапазоне 300 – 700 К были исследованы температурные зависимости удельного электрического сопротивления слоев ZnO и ZnO-Fe, а также термовольтаического отклика в образцах двухслойной тонкопленочной структуры ZnO/ZnO-Fe с различным процентным содержанием Fe. Для структур с содержанием железа 5 и 10 ат. % зависимости термовольтаического эффекта от температуры монотонно возрастают в диапазоне 300 – 700 К, что связывается с ростом подвижности носителей заряда. Температурная зависимость термовольтаического отклика для структуры с содержанием Fe 19 ат. % в диапазоне 300 – 600 К имеет положительный знак и проходит через максимум при 500 К, а при $T \sim 600$ К изменяет свой знак на отрицательный.

Анализ зависимостей, перестроенных в координатах $\ln U = f(1/T)$, показал, что температурная зависимость термовольтаического эффекта в исследуемой системе описывается законом Аррениуса с энергией активации 0.14 ± 0.01 эВ

Ключевые слова: оксидные полупроводники, удельное электрическое сопротивление, термовольтаический эффект, термоэдс

**УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ МАГНИТНОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ
ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СВЕРХПРОВОДНИКОВ**

И.М. Голев, А.А. Гребенников, А.В. Сергеев

Разработана экспериментальная установка для измерения действительной и мнимой части комплексной магнитной проницаемости сверхпроводников при температуре 77 К. Ее работа основана на индуктивном методе, принцип которого заключается в регистрации измерительной катушкой изменения плотности магнитного потока внутри сверхпроводника, помещенного в область действия двух магнитных полей – постоянного и переменного малой амплитуды. Установка позволяет проводить измерения в постоянных магнитных полях напряженностью до 0,15 Тл и переменных магнитных полях с амплитудным значением напряженности $10^{-4} \div 3 \cdot 10^{-1}$ мТл и частотой 100 Гц \div 100 кГц. Процесс регистрации экспериментальных данных осуществляется автоматически универсальным цифровым вольтметром В7-78/1, которым управляет специально разработанное программное обеспечение. Программное обеспечение считывает данные с В7-78/1, проводит их первичную обработку и выводит на графики и в файл. Эксперименты, проведенные на образцах высокотемпературных сверхпроводников $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-\delta}$, позволили определить влияние амплитуды и частоты переменного магнитного поля на глубину его проникновения в образец и величину диссипируемой при этом энергии. Установлено, что увеличение, как амплитуды, так и частоты переменного магнитного поля приводит к росту действительной и мнимой части комплексной магнитной проницаемости

Ключевые слова: установка, сверхпроводник, комплексная магнитная проницаемость, индуктивный метод

**ЗАВИСИМОСТЬ СКОРОСТИ РОСТА НИТЕВИДНОГО КРИСТАЛЛА,
ЛИМИТИРУЕМОГО ГЕТЕРОГЕННОЙ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИЕЙ, ОТ СОСТАВА
ГАЗОВОЙ ФАЗЫ ПРИ БОЛЬШИХ КОНЦЕНТРАЦИЯХ ТЕТРАХЛОРИДА КРЕМНИЯ**

О.Д. Козенков, А.А. Щетинин, В.В. Горбунов, И.В. Сычев

Проведен анализ известных экспериментальных результатов по росту нитевидных кристаллов, который позволяет выделить в качестве стадии, определяющей их рост, диффузионные и химические процессы доставки кристаллизующегося вещества к границе раздела жидкость-газ. В ростовых системах, где выделение кристаллизующегося вещества сопровождается химическими превращениями, можно говорить об определяющей роли гетерогенной химической реакции выделения кристаллизующегося вещества в процессе роста нитевидного кристалла. Для нитевидных кристаллов кремния, выращенных в проточной хлоридно-водородной системе, установлена зависимость скорости роста от концентрации тетрахлорида кремния в газовой фазе. При небольших концентрациях тетрахлорида кремния экспериментальные данные согласуются с теоретической зависимостью, полученной в рамках модели роста нитевидного кристалла, лимитируемого гетерогенной химической реакцией. С ростом концентрации тетрахлорида кремния расхождение экспериментальной и теоретической кривых, растет, причем степень расхождения увеличивается. Для подачи тетрахлорида кремния в реактор использовался принцип барботирования водорода через жидкий SiCl_4 . Для расчета концентрации тетрахлорида кремния в газовой фазе при проведении эксперимента использовалась формула, не учитывающая изменение концентрации насыщенного пара SiCl_4 в процессе барботирования. Экспериментальные результаты объяснены учетом изменения концентрации тетрахлорида кремния в газовой фазе в испарителе. По мере увеличения потока водорода через барботер концентрация тетрахлорида кремния в испарителе и его температура уменьшаются. Учет понижения концентрации тетрахлорида кремния в парогазовой смеси позволяет получить удовлетворительное соответствие теоретических и экспериментальных результатов во всем диапазоне концентраций.

Ключевые слова: механизм роста пар-жидкость-кристалл, нитевидный кристалл, гетерогенная химическая реакция, концентрация, мольное отношение тетрахлорида кремния к водороду, барботер, скорость роста

УДК 621.6.01: 621.56

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕОХЛАЖДЕНИЯ КРИОГЕННЫХ ЖИДКОСТЕЙ

**А.А. Гребенников, О.В. Калядин, А.В. Сергеев, О.П. Свиридов,
И.М. Голев, С.А. Курьянов**

В статье рассмотрены промышленные методы переохлаждения криогенных жидкостей. Разработана математическая модель процесса переохлаждения криогенных жидкостей в емкостях при вакуумировании парового пространства эжектором. Полученная система уравнений описывает теплофизические процессы, протекающие при переохлаждении криогенной жидкости, позволяя получить значения массы жидкости, давления, температуры жидкой фазы, а также давление и температуру газовой фазы для выбранного момента времени. Для выполнения автоматизированных вычислений на основе модели был разработан алгоритм, позволяющий по заданным начальным условиям вычислить параметры криогенной жидкости в каждый момент времени процесса эжектирования с некоторой заданной точностью. Предложенный алгоритм был использован для написания программного обеспечения, наглядно отображающего результаты в виде таблиц и графиков. Приведены временные зависимости температуры, давления, массы жидкого кислорода при переохлаждении в криогенной емкости, полученные с помощью разработанной модели. При проверке применимости разработанной модели к определению параметров процесса эжектирования полученные с помощью модели зависимости были сопоставлены с экспериментальными, полученными при переохлаждении жидкого кислорода на испытательном стенде АО ИК КБХА. Установлено, что результаты расчета имеют хорошую сходимость с экспериментом

Ключевые слова: эжектирование, криоагент, моделирование, алгоритм

УДК 538.9

АДГЕЗИОННАЯ ПРОЧНОСТЬ КОМПОЗИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА

И.М. Трегубов, М.Ю. Смолякова, М.А. Каширин

Проведено исследование адгезионной прочности тонкопленочных нанокompозитов $\text{Fe}_x(\text{Al}_2\text{O}_3)_{100-x}$ и $(\text{Fe}_{45}\text{Co}_{45}\text{Zr}_{10})_x(\text{Al}_2\text{O}_3)_{100-x}$, полученных методом ионно-лучевого напыления, нанесенных на стальные подложки (12X18H10T). Композитные покрытия металл керамика способны обеспечить в одном материале сочетание свойств, которыми обладают металл и керамика по отдельности. В реальных условиях эксплуатации помимо основных прочностных характеристик важную роль играет адгезионная прочность покрытия к защищаемой

поверхности. В этой статье подробно описана методика проведения адгезионных испытаний упрочняющих покрытий к металлической поверхности и дано описание механизмов разрушения покрытий в процессе испытаний при различной концентрации металлической фазы в покрытиях. Установлено, что покрытия $Fe_x(Al_2O_3)_{100-x}$ и $(Fe_{45}Co_{45}Zr_{10})_x(Al_2O_3)_{100-x}$ с различной концентрацией металлической фазы при царапании истираются, но не отслаиваются, то есть разрушаются по когезионному механизму, связанному с пластической деформацией и образованием усталостных трещин в материале покрытия

Ключевые слова: адгезионная прочность, тонкопленочные наноккомпозиты

УДК 544.6.018

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ: ВОДОРОД В МЕТАЛЛАХ И СПЛАВАХ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОКРИСТАЛЛИЗАЦИИ

А.В. Звягинцева

Рассмотрены потенциальные возможности аккумулирования водорода некоторыми электрохимическими системами (алюминий, хром, никель, никель-бор). В работе рассмотрены возможности образования гидридов металлов при их катодном восстановлении при параллельных реакциях катиона Me^{n+} и H^+ . Установлено, что такое взаимодействие обусловлено как возможностью внедрения атома водорода и его локализации в структуре металла, так и способностью образования гидридов по дефектам структуры металла. Показано, что энергетика процессов взаимодействия металла с водородом в технологиях металлургии и гальваностегии различаются, поэтому рассмотрены некоторые механизмы взаимодействия водорода с электролитическими металлами и сплавами. Отмечена исключительная роль дефектов структуры, по которым возможно образование связей $Me-H$. Установлено, что устойчивые дефекты могут быть использованы для аккумулирования водорода в гидридной форме

Ключевые слова: гидрид металла, дефекты структуры, внутреннее трение, потенциал восстановления водорода, электрохимические системы, ионно-имплантированный дейтерий

Энергетика

УДК 519.245

РАСЧЁТНЫЙ СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ ПРОФИЛИРОВАНИЯ РАБОЧЕГО КОЛЕСА ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА

А.В. Кретинин, А.В. Иванов, Д.Н. Галдин

В статье проведён расчётный сравнительный анализ энергетической эффективности нескольких вариантов рабочих колёс центробежного насоса. Рассматриваются три различных варианта профилирования формы лопасти рабочего колеса, определяемые углами установки на входе и на выходе. Первый вариант основан на использовании дуги окружности для определения средней линии лопатки. Во втором варианте рассмотрен случай применения параболы. В третьем случае использован метод профилирования лопаток по точкам. В качестве уравнения спирали была задана зависимость плавного изменения тангенса угла установки лопатки от расстояния до оси вращения насоса. При рассмотрении вариантов профилирования меридиональный профиль рабочего колеса оставался неизменным. Геометрия подводящего и отводящего устройств оставалась постоянной при всех проведённых численных исследованиях

Ключевые слова: центробежный насос, рабочее колесо, ANSYS, гидродинамические процессы

УДК 533.6

СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ОТДЕЛЕНИЯ ГРУЗА ИЗ ОТСЕКА САМОЛЕТА-НОСИТЕЛЯ НА ОСНОВЕ МНОГОИМПУЛЬСНОГО МОМЕНТНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПОПЕРЕЧНОГО УПРАВЛЕНИЯ

В.А. Нестеров, А.П. Будник, И.М. Семенов

В статье рассматривается методика построения системы газодинамического управления на базе моментного двигателя поперечного управления, которая обеспечивает гарантированное отсутствие столкновения груза с внутренними элементами отсека самолета-носителя, а также осуществляет пространственную стабилизацию груза до момента раскрытия рулевых поверхностей. Для численного анализа безопасности отделения груза и эффективности системы газодинамического управления создана модель пространственного движения груза из отсека самолета-носителя от момента разрыва жесткой связи с самолетом-носителем до момента раскрытия рулевых поверхностей. Данная модель дает возможность получить все необходимые параметры, что позволяет оценить безопасность отделения груза на различных режимах полета самолета-носителя.

Для подтверждения эффективности применения моментного двигателя поперечного управления при построении системы газодинамического управления в статье приведены результаты моделирования отделения груза на различных режимах полета самолета-носителя

Ключевые слова: безопасность отделения, газодинамическая стабилизация, отсек носителя, управление отделением, моментный двигатель поперечного управления