

## МЕХАНИКА

**П. Д. Балакин**

Связи несвободных механических техногенных систем

В работе дана полная классификация связей несвободных механических техногенных систем. Показано, что совместное использование в конструкциях механических систем голономных и неголономных связей, позволяет создавать системы с адаптивными свойствами.

Основным приемом синтеза таких систем является дополнительное к основному движение звеньев, которое может быть как малым движением самоустановки или упругой деформации, так и значимым, исходящим от встроенной в систему цепи управления.

**Ключевые слова:** связи механической системы; дополнительное к основному движение звеньев; встроенная цепь управления.

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ И ХИМИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

**С. С. Бусаров, Д. И. Буханец, Д. С. Титов**

Анализ эффективности внешнего охлаждения тихоходных длинноходовых бессмазочных поршневых компрессорных ступеней

Проведенный теоретический анализ рабочих процессов тихоходной длинноходовой ступени с вариантным охлаждением различных участков рабочей камеры позволил определить рациональный диапазон её охлаждаемых зон и соответствующих конструктивных параметров рубашки охлаждения, позволяющий обеспечивать допустимую температуру нагнетаемого газа при минимальных габаритных размерах и массе.

**Ключевые слова:** рабочий процесс, система охлаждения, тихоходная ступень.

**Д. А. Калашников, А. С. Пугачук, Е. О. Чудотворова, А. В. Чернышев**

Определение потерь мощности в компрессорной ступени турбогенератора при динамических испытаниях

Разработана математическая модель взаимодействия газовой среды с поверхностями крыльчатки компрессора турбогенератора. Приведено описание характеристики потерь мощности при различных скоростях вращения ротора. Даны рекомендации по тестированию импеллера компрессора турбогенератора.

**Ключевые слова:** турбогенераторная установка, ступень компрессора, рабочее колесо компрессора, потери мощности, балансировка ротора, проточный канал крыльчатки, газодинамические расчеты, вычислительная область математической модели.

## АВИАЦИОННАЯ И РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА

**В. Н. Блинов, А. И. Лукьянчик, В. В. Шалай**

Математическая модель для параметрического исследования аммиачной двигательной установки в составе микроспутниковой платформы методом случайного поиска

Большое количество основных проектных параметров аммиачной двигательной установки выдвигает актуальность задачу их поиска методом случайного поиска. Целью исследований является создание математической модели, адаптированной к выбранному методу. Математическая модель по случайным проектным параметрам обеспечивает выбор оптимальной приведенной массы двигательной установки с учетом сложных связей исследуемых параметров, обеспечивающей решение заданных задач маневрирования микроспутника.

**Ключевые слова:** аммиак, двигательная установка, малый космический аппарат, метод случайного поиска, основные проектные параметры.

**А. В. Седелников, Ю. Я. Пузин, А. С. Филиппов**

Методика летной эксплуатации программно-аппаратных средств контроля параметров вращательного движения малых космических аппаратов серии «Аист»

В работе представлена методика лётной эксплуатации программно-аппаратных средств (ПАС), предназначенных для контроля параметров вращательного движения малого космического аппарата (МКА).

Данная методика основана на практических результатах эксплуатации ПАС, установленных на борту лётного и опытного образцах МКА «Аист», которые функционируют по настоящее время. Основным отличием предлагаемой методики является реализация процедуры практически непрерывного контроля средствами бортовой аппаратуры (БА) с выбранной дискретностью, по данным которой осуществляется отработка режима компенсации возмущений, а также формирование и выдача в телеметрическую систему МКА программно-телеметрической информации (ПрТМИ).

Разработанная методика направлена на повышение качества первичной информации о состоянии параметров вращательного движения МКА и качества реализованных алгоритмов управления электромагнитами БА. Это способствует как созданию благоприятных условий для реализации технологических процессов на борту МКА, так и значительного повышения качества телеметрической информации, передаваемой с МКА на Землю. Методика может быть применена и при эксплуатации МКА других серий, не содержащих больших упругих элементов конструкции.

**Ключевые слова:** малый космический аппарат, программно-аппаратное средство, методика эксплуатации, процедура непрерывного контроля, магнитные исполнительные органы, параметры вращательного движения.

**В. И. Горбунков, В. В. Косицын, В. И. Рубан, В. В. Шалай**

Оценка температуры плазмы дугового разряда электротермического микродвигателя

Дано описание применения методов кинетической теории газов для оценки параметров плазмы дугового разряда электротермического микродвигателя корректирующих двигательных установок.

Известное утверждение об адиабатическом характере процесса сжатия за счет роста температуры газа имеет первостепенное значение для установления больцмановского

распределения возбужденных атомов по энергетическим уровням. На примере применения аргона в качестве рабочего тела предложен подход к определению газовой температуры электродугового микродвигателя.

Результаты исследования могут быть использованы при конструировании летательных аппаратов.

**Ключевые слова:** электродуговой микродвигатель, аргоновая плазма высокого давления, эффективная скорость истечения рабочего тела, газовая температура, адиабатический характер процесса сжатия, локальное термическое равновесие, распределение Больцмана, эмиссионная спектроскопия.

### **И. Ю. Гудкова, Д. Б. Лемперт**

Энергетический потенциал некоторых нитрозамещенных гипотетических производных тетразолов

Изучены энергетические возможности композиций смесового твердого ракетного топлива на основе некоторых нитрозамещенных производных тетразолов, которые пока являются гипотетическими, но обладают потенциалом для создания твердых ракетных топлив с повышенными энергетическими характеристиками, что подтверждается проведенными в данной работе термодинамическими расчетами.

**Ключевые слова:** производные тетразола, ракетное топливо, удельный импульс, окислитель, связующее.

### **Д. Б. Лемперт, Е. М. Дорофеенко, С. И. Согласнова**

Энергетический потенциал некоторых компонентов на базе высокоэнтальпийных N-оксидов в качестве окислителей ракетных топлив

Изучены энергетические возможности композиций смесового твердого ракетного топлива на основе фуразанотетразиндиоксида и тетразино-тетразин-1,3,6,8-тетраоксида. Показано, что топлива на основе этих соединений обладают рекордными значениями удельного импульса (вплоть до 273 с при давлениях в камере сгорания и на срезе сопла 4,0 и 0,1 МПа соответственно) при температуре в камере сгорания не превышающей 3700 К. Композиции на базе этих двух компонентов очень энергоемки при использовании как углеводородного, так и активного связующего.

**Ключевые слова:** высокоэнтальпийные азотсодержащие соединения, N-оксиды, ракетное топливо, удельный импульс, окислитель, связующее.

## **ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА**

### **К. Л. Панчук, Е. В. Любчинов**

Элементы пространственной циклографии

В современных CAD/CAM системах и в CAGD (Computer Aided Geometric Design) используются модели геометрических объектов (линий, поверхностей) пространства  $R^4$  в пространстве  $R^3$  и наоборот. Анализ используемых в таких системах геометрических моделей позволяет сделать вывод об актуальности исследований, направленных на разработку в пространстве  $R^3$  аналитических моделей линий и поверхностей пространства  $R^4$ .

В настоящей работе показана возможность получения конструктивно-аналитической модели с использованием трёхмерного чертежа пространства  $R_4$ , предложенного Н. В. Наумович. На основе этого чертежа дана конструктивная интерпретация предложенной аналитической модели и выполнена её реализация в виртуальном электронном 3D-пространстве.

Предложенная в работе модель линии пространства  $R_4$  основана на теоретических положениях пространственной циклографии, реализованной на трёхмерном чертеже Наумович. Этим предложенная модель отличается от существующих, использующих аналитический метод моделирования.

Суть предлагаемого конструктивно-аналитического моделирования состоит в геометрическом представлении и интерпретации на трехмерном чертеже циклографических образов точек, линий, множества точек и линий пространства  $R_4$ .

Конструктивно-аналитическое моделирование линии пространства  $R_4$  на основе циклографического отображения и возможность его реализации на трёхмерном чертеже Наумович позволяют в полном объёме получать представление о взаимосвязи и взаимном влиянии всех элементов модели. Такое представление основано на реализации трехмерного чертежа в виртуальном электронном 3D-пространстве средствами современных графических САПР, и позволяет решать вопросы оптимизации разрабатываемых моделей геометрических объектов применительно к требованиям современных CAD/CAM систем и CAGD.

**Ключевые слова:** циклография, линии и поверхности, геометрическое моделирование, многомерное пространство, трехмерный чертёж Наумович, каналовая поверхность.

#### **Ф. Н. Притыкин, В. И. Небритов**

Определение сферической кривой задающей угол сервиса руки андроида методом синтеза малых движений

Излагается обобщённый метод определения телесного угла сервиса на основе синтеза движений по заданным направлениям оси схватоносителя при неподвижном центре захвата. В качестве примера определен телесный угол руки андроида, образованный продольной осью схватоносителя. Сущность метода основана на исследовании множеств положений конфигураций, задающих крайние положения точек развертки сферы единичного радиуса, которая задаёт телесный угол сервиса. На основе этого определена сферическая кривая задающая форму искомого телесного угла.

**Ключевые слова:** механизмы манипуляторов, угол сервиса, синтез движений механизмов, манипулятивность, робототехника, выходное звено.