

Беспилотный самолет нормальной схемы на солнечных батареях для исследования Марса: параметрические исследования

Представлены результаты первого этапа концептуального проектирования беспилотного летательного аппарата с неподвижным крылом для исследования Марса. В рамках первого этапа был рассмотрен беспилотный летательный аппарат нормальной схемы (с оперением, расположенным за крылом) с солнечными батареями. Параметрические исследования показали, что аккумуляторная батарея солнечного беспилотного летательного аппарата не может быть заряжена в течение светового дня для обеспечения непрерывного полета до утра следующего дня. Для беспилотного летательного аппарата, предназначенного для однократного полета днем, были определены рациональные проектные параметры и рассчитаны летно-технические характеристики.

Е.А. КАРПОВИЧ
(ПАО «Корпорация
"Иркут"», Москва),
Д. ГУЕРЕШ
(МАИ, Москва)
karpovichea@mai.ru

Солнечный беспилотный летательный аппарат для исследования Марса; концептуальное проектирование летательного аппарата; параметрические исследования компоновки летательного аппарата

A Solar Wing-Tail Martian Science UAV: Design Space Exploration

E.A. KARPOVICH¹ AND D. GUERAICHE²

¹Irkut Corporation, Moscow

²Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow

In this paper we explore the design space for a wing-tail solar Science UAV. Trade studies showed that the solar UAV battery cannot accumulate enough charge during daylight hours to ensure a continuous flight overnight. For a UAV intended for a single flight mission during the day, rational design parameters were determined and flight performance was estimated.

Solar UAV for Mars exploration, aircraft conceptual design, aircraft parametric studies

Флаттер цилиндрической оболочки

С.Д. АЛГАЗИН,
д-р физ.-мат. наук
(ИПМех
РАН, Москва)
algazinsd@mail.ru

Рассматривается флаттер цилиндрической оболочки конечной длины. Приведен современный алгоритм без насыщения, рассмотрены конкретные расчеты, показавшие его высокую эффективность.

Цилиндрическая оболочка, задачи на собственные значения, численный алгоритм без насыщения, флаттер

Flutter of The Cylindrical Shell

S.D. ALGAZIN

Ishlinsky Institute for Problems in Mechanics RAS, Moscow

The flutter of the cylindrical shell of final length is considered. The modern algorithm without saturation is given in the real work, specific calculations which show its high performance are considered.

Cylindrical shell, tasks on eigenvalues, numerical algorithm without saturation, flutter

А.М. ЕРМАКОВ,
канд. техн. наук,

Ю.Ф. ГОРТЫШОВ,

д-р техн. наук,

Р.Р. САЛАХОВ,

канд. техн. наук,

Р.М. ХИСМАТУЛЛИН,

аспирант

(КНИТУ-КАИ, Казань)

amermakov@kai.ru

Анализ алгоритмов автоматического регулирования температуры охлаждающих жидкостей силовых установок

Представлен анализ автоматического регулирования температуры охлаждающих жидкостей силовых установок с использованием различных алгоритмов управления с учетом теории теплообмена и гидродинамики. Проведена оценка энергопотребления при прокачке теплоносителей с применением различных алгоритмов управления.

Теплоноситель, тепловой поток, алгоритм, автоматическое регулирование, энергоэффективность, силовая установка

Analysis of Algorithms for Automatic Temperature Control of Coolants in Propulsion Systems

A.M. ERMAKOV, YU.F. GORTYSHOV, R.R. SALAKHOV, AND R.M. KHISMATULLIN

Tupolev Kazan National Research Technical University, Kazan

The analysis of automatic control of the temperature of coolants of propulsion system using various control algorithms, taking into account the theory of heat transfer and hydrodynamics, is presented. An assessment of energy consumption during the pumping of coolants using various control algorithms was carried out.

Coolant, heat flow, algorithm, automatic control, energy efficiency, propulsion systems

Мощность усилий, прикладываемых летчиком к рычагу управления, как критерий оценки пилотажных характеристик

А.В. ЕФРЕМОВ,
д-р техн. наук,
Е.В. ЕФРЕМОВ,
аспирант,
А.С. ТЯГЛИК,
(МАИ, Москва)
pvl@mai.ru

Предложено в качестве параметра, оценивающего уровень компенсирующих действий летчика при выполнении задачи пилотирования, использовать мощность прикладываемых усилий к рычагу управления. В работе приводится вывод приближенного выражения мощности, зависящего от характеристик системы самолет-летчик. Показано, что значения мощности для различных динамических конфигураций коррелированы с уровнем пилотажных характеристик, что позволило использовать его в качестве критерия оценки пилотажных характеристик.

Мощность усилий, механическая работа, пилотажные характеристики, уровень компенсирующих действий

Power of the Force Applied to the Inceptor by the Pilot as a Criterion of Flying Qualities Assessment

A.V. EFREMOV, E.V. EFREMOV, AND A.S. TIAGLIK

Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow

The paper proposes to use the power of the forces applied to the inceptor as a parameter for assessing the level of compensating pilot actions when performing a piloting task. An approximation of the power, which depends on the characteristics of the pilot-aircraft system, is given in the paper. It is shown that the power values for different dynamic configurations correlate with the level of flying qualities, making it possible to use it as a criterion for evaluating flying qualities.

Power of the force, mechanical work, flying qualities, level of compensating action

Г.В. КОВАЛЕНКО,
д-р техн. наук,
И.С. МУРАВЬЕВ,
канд. техн. наук,
К.А. КУЦ,
канд. техн. наук
(СПбГУ ГА
им. А.А. Новикова,
Санкт-Петербург)
pilotkuts@ya.ru

Методология построения методики обучения пилотов по управлению высокоавтоматизированным воздушным судном с использованием когнитивно-информационных преобразователей алгоритмов деятельности

Представлены и раскрыты методы применения когнитивно-информационных преобразователей алгоритмов деятельности пилотов в процессе обучения, позволяющие сформировать навык по определению законов взаимодействия параметров приборной и иной информации без потери способности к определению пилотом оценки текущей ситуации.

Принятие решения, эффективность управления, вероятность, навык, параметры полета, метод

Methodology for Training Pilots to Control a Highly Automated Aircraft Using Cognitive-Information Converters of Activity Algorithms

G.V. KOVALENKO, I.S. MURAVIEV, AND K.A. KUTS

Saint-Petersburg State University of Civil Aviation, Saint-Petersburg

The research discloses the methods of using cognitive-information converters activities algorithms for pilots' activity in the training process which allow forming the skill of determining the laws of interaction of the parameters of instrumental information and other information without losing the ability to determine the current situation.

Decision making, control efficiency, probability, skill, flight parameters, method

Программный комплекс для расчета шума, генерируемого соосными противовращающимися винтами

И.П. БОЙЧУК,
канд. техн. наук,
(ГМУ им. адмирала Ф.Ф. Ушакова, Новороссийск),

Ю.И. РУДНЕВ,
канд. физ.-мат. наук
(ХНУ им. В.Н. Каразина, Харьков),

А.В. ГРИНЕК,
канд. техн. наук
(ГМУ им. адмирала Ф.Ф. Ушакова, Новороссийск)
ip.boychuk@gmail.com

Представлен подход для расчета шума открытого ротора, сочетающий разумную точность вычислений шума с приемлемой скоростью проведения расчетов. Для решения аэродинамической задачи используется вихревой (панельный) метод. Для решения акустической задачи используется метод Фокс Вильямса – Хоукинса ($FW-H$), в частности – явные формулы Фарассата. Данный подход дал возможность применять панельный метод для решения задач аэроакустики. Выполнены тестовые расчеты по определению шума, генерируемого системой точечных монополей. Проведено сравнение экспериментальных и расчетных данных предсказания шума открытого ротора.

Открытый ротор, панельный метод, формулы Фарассата

Software Package for Calculating the Noise Generated by Open Rotors

I.P. BOYCHUK¹, YU.I. RUDNYEV², AND A.V. GRINEK¹

¹Admiral Ushakov Maritime State University, Novorossiysk

²V.N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv

The paper presents an approach for calculating the noise of an open rotor. This approach combines reasonable accuracy of noise calculations with an acceptable speed of calculations. In order to solve the aerodynamic problem, the vortex (panel) method is used. To solve the acoustic problem, the Fox Williams Hawkins method is used, in particular, the explicit formulas of Farassat. This approach made it possible to use the panel method for solving aeroacoustics problems. Test calculations are carried out to determine the noise generated by the system of point monopoles. The comparison of experimental and calculated data for predicting the noise of an open rotor is carried out.

Open rotor, vortex method, formulas of Farassat

Приближенно-аналитическая модель струйного течения с маховским отражением и импульсным энергоподводом на главном скачке

Рассматривается сверхзвуковое течение реакционноспособной газовой смеси с маховским отражением возникающих скачков уплотнения и импульсным энергоподводом на главном скачке, описываемом в рамках модели Зельдовича – Неймана – Деринга. Предложена приближенная аналитическая модель, позволяющая быстро установить форму и размеры образующихся газодинамических разрывов, а также параметры потока в различных областях течения, разделенных этими элементами ударно-волновой структуры. В качестве примера применения предлагаемой аналитической модели исследуется начальный участок сильноперерасширенной струи воздушно-метановой смеси с большой сверхзвуковой скоростью истечения. Определяется высота тройной точки маховского отражения при наличии изменения химического состава смеси и изобарного импульсного энергоподвода на главном скачке.

М.В. ЧЕРНЫШОВ,
д-р техн. наук,
К.Э. САВЁЛОВА,
аспирант
(БГТУ «ВОЕНМЕХ»
им. Д.Ф. Устинова)
mvcher@mail.ru

Сверхзвуковое течение, маховское отражение, аналитическая модель, импульсный энергоподвод, детонация

Approximate Analytical Model of Jet Flow with Mach Reflection and Pulse Heat Efflux at the Main Shock

M.V. CHERNYSHOV AND K.E. SAVELOVA

Baltic State Technical University “Voenmeh”, Saint Petersburg

The supersonic flow of a reactive gas mixture with Mach reflection of emerging shocks and pulsed energy supply at the main one is considered within the framework of the Zel'dovich–Neumann–Döring model. An approximate analytical model is proposed, that allows one to quickly determine the shape and size of the resulting gas-dynamic discontinuities, as well as the flow parameters in various flow regions. As an example of the application of the proposed analytical model, the initial “first barrel” of a highly overexpanded jet of an air-methane mixture with a high supersonic velocity is studied. The height of the triple point of the Mach reflection is determined in the presence of a change in the chemical composition of the mixture and an isobaric pulsed energy supply at the main shock.

Supersonic flow, Mach reflection, analytical model, pulsed energy supply, detonation

Экспертная система оценки технического состояния газотурбинных двигателей с использованием базы знаний темпоральных прецедентов

Рассматривается задача оценки технического состояния газотурбинных двигателей. Обсуждается проблема, связанная с использованием методов, основанных на данных, экспертных знаниях и математических моделях, для анализа деградиционных процессов в деталях двигателя. Предлагается подход, основанный на использовании технологии машинного обучения, что позволяет устранить недостатки методов, основанных на данных и на знаниях, и объединить их преимущества.

В.Н. ЕФАНОВ,
д-р техн. наук,
Н.С. ИВАНОВА,
аспирант
(УУНУТ, Уфа)
efanov@mail.ru

Газотурбинный двигатель, техническое состояние, база знаний, темпоральный прецедент

Expert System for Assessing the Technical Condition of Gas Turbine Engines Using the Knowledge Base of Temporal Precedents

V.N. EFANOV AND N.S. IVANOVA

Ufa University of Science and Technology, Ufa

The problem of assessing the technical condition of gas-turbine engines is considered. The problem related to the use of methods based on data, expert knowledge and mathematical models for the analysis of degradation processes in engine parts is discussed. An approach based on the use of machine learning technology is proposed, which allows to eliminate disadvantages of data- and knowledge-based methods and to combine their advantages.

Gas turbine engine, technical status, knowledge base, temporal precedent

Перспективы применения и классификация управляемых упругодемпферных опор

Ю.А. РАВИКОВИЧ,

д-р техн. наук
(МАИ, Москва),

В.Б. БАЛЯКИН,

д-р техн. наук
(Самарский университет,

Самара)
029-029@mail.ru

Показана возможность регулирования демпфирования в гидродинамических демпферах опор роторов. Рассмотрены законы управления, типы действия и программы по формированию управляющего сигнала параметрами упругодемпферных опор. Предложена классификация управляемых упругодемпферных опор роторов.

Упругодемпферная опора, управление, ротор, гидродинамический демпфер, регулируемый параметр

Prospects for Application and Classification of Controlled Elastic-Damper Supports

Y.A. RAVIKOVICH¹ AND V.B. BALYAKIN²

¹Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow

²Samara University, Samara

The possibility of regulating damping in hydrodynamic dampers of rotor supports is shown. The control laws, types of actions and programs for the formation of a control signal by the parameters of elastic-damper supports are considered. A classification of controlled elastic-damper rotor supports is proposed.

Elastic-damper support, control, rotor, hydrodynamic damper, adjustable parameter.

С.С. РЕМЧУКОВ,

канд. техн. наук,

И.В. ОСИПОВ,

М.А. ДАНИЛОВ,

И.С. ПТИЦЫН,

Р.Н. ЛЕБЕДИНСКИЙ,

Е.А. ПОЛЯКОВ

(ЦИАМ им. П.И. Баранова,

Москва)

ssremchukov@ciam.ru

Разработка перспективного малоразмерного турбовентиляторного реактивного двигателя на основе базового газогенератора

Разработан демонстратор малоразмерного двухконтурного турбореактивного двигателя тягой до 200 кгс. При реализации проекта использована концепция разработки семейства газотурбинных двигателей на основе базового унифицированного газогенератора.

Малоразмерный газотурбинный двигатель, базовый газогенератор, двухконтурный турбореактивный двигатель

Development of an Advanced Small-Sized Turbofan Jet Engine Based on a Core Engine

S.S. REMCHUKOV, I.V. OSIPOV, M.A. DANILOV, I.S. PTITSYN, R.N. LEBEDINSKII, AND E.A. POLYAKOV

Central Institute of Aviation Motors, Moscow

A small-sized turbofan jet engine demonstrator with thrust up to 2000N has been developed. The project has been implemented using a concept of development of gas turbine engines family based on a unified core engine.

Small-sized gas turbine engine, base core engine, turbofan jet engine

В.А. БАБУК,
д-р техн. наук,
Н.Л. БУДНЫЙ,
канд. техн. наук,
С.Ю. НАРЫЖНЫЙ,
аспирант
(БГТУ «ВОЕНМЕХ»
им. Д.Ф. Устинова,
Санкт-Петербург)
budnyi_nl@voenmeh.ru

Двигатели транспортных космических систем на основе пастообразных топлив для решения задач межорбитальной транспортировки

Рассматриваются перспективы создания космических двигателей на базе пастообразных топлив – систем на основе жидко-вязкого связующего и дисперсных компонентов (окислителя, металлического горючего, энергетических добавок). Рассмотрены преимущества и недостатки двигателей подобного типа с точки зрения использования в составе космических транспортных систем для межорбитальной транспортировки.

Двигатели летательных аппаратов, межорбитальная транспортировка, пастообразные топлива, транспортные космические системы

Paste Propulsion of Space Transportation Vehicles for Orbital Transfer Applications

V.A. BABUK, N.L. BUDNYI, AND S.YU. NARYZHNYI

Baltic State Technical University "Voenmeh", Saint-Petersburg

The article addresses perspectives of paste propellant application for space propulsion. Paste propellant is a system based on liquid viscous binder and powdered components (oxidizer, metal particles, energetic components). The paste propulsion pros and cons are analyzed applied to space vehicles for orbital transfer problems.

Propulsion, orbital transfer, paste propellants, space transportation systems

Улучшение удельных показателей эжекторного пульсирующего воздушно-реактивного двигателя за счет сдвига зоны горения

К.В. МИГАЛИН,
канд. техн. наук
(ООО НПФ «Ротор»,
Тольятти),
К.А. СИДЕНКО,
студент
(ТГУ, Тольятти)
MigalinK7@gmail.com

Описан новый метод повышения тяговой эффективности пульсирующего воздушно-реактивного двигателя, базирующийся на управлении процессом пульсирующего горения, строящийся на одновременной реализации двух механизмов – частичной конверсии топлива и сдвиге зоны горения. Показан значительный эффект от сдвига зоны горения, выражающийся в росте амплитуды пульсации силы тяги и цикловой стабильности процесса.

Конверсия топлива, эжекторный пульсирующий воздушно-реактивный двигатель, сдвиг зоны горения, реактивная тяга

Improvement of Power Density of an Ejector Pulsed Air-Jet Engine by Shifting the Combustion Zone

K.V. MIGALIN¹ AND K.A. SIDENKO²

¹Enterprise LLC Research and Production Company “Rotor”, Togliatti

²Togliatti State University

A new method for increasing the thrust efficiency of a pulsed air-jet engine is described, which is based on controlling the pulsed combustion process. It is based on simultaneous implementation of two mechanisms: the first one is partial fuel conversion and the second one is shifting the combustion zone. A significant effect of the combustion zone shift is shown, which is expressed in the increase of thrust force pulsation amplitude and cycle stability of the process.

Fuel conversion, ejector pulse air-jet engine, combustion zone shift, jet propulsion

В.И. ПАНЧЕНКО,
канд. техн. наук
(КНИТУ-КАИ,
Казань),
О.В. ПАНЧЕНКО,
канд. техн. наук,
(КНИТУ, Казань)
Е.В. МАЛЬЦЕВА,
аспирант
(КНИТУ-КАИ,
Казань)
zetilen@ya.ru

Исследование струйного насоса с криволинейным начальным участком камеры смешения

Рассмотрены особенности работы и характеристики струйных насосов с криволинейным начальным участком камеры смешения. Отмечены преимущества таких насосов по сравнению с прямотруйными. Показано влияние радиуса кривизны начального участка камеры смешения на характеристику струйного насоса.

Струйный насос (эжектор), камера смешения, криволинейный участок, начальный участок, потери, теорема Борда, радиус кривизны, характеристика, коэффициент полезного действия

Investigation of a Jet Pump with a Curvilinear Initial Section of a Mixing Chamber

V.I. PANCHENKO¹, O.V. PANCHENKO², AND E.V. MALTSEVA¹

¹Tupolev Kazan National Research Technical University, Kazan

²Kazan National Research Technological University, Kazan

There is considered characteristics and features of jet pumps with a curvilinear initial section of the mixing chamber are considered. The advantages are noted for this type of pumps in comparison with straight-jet pumps. The influence is shown the radius of curvature of the initial section of the mixing chamber on the characteristic of the jet pump.

Jet pump (ejector), mixing chamber, curved section, losses, Borda's theorem, radius of curvature, curvilinear initial section, efficiency coefficient, inelastic collision (impact)

Особенности характеристик распространения пламени при использовании различных видов топлива в камере сгорания авиационного поршневого двигателя

Представлены результаты экспериментального исследования средней скорости распространения пламени в первой и основной фазах сгорания при использовании метановоздушной и метановодородно-воздушной смеси. Построены зависимости для различных частот вращения коленчатого вала при изменении доли добавляемого водорода в топливо. Получены результаты по влиянию добавки водорода на прирост скорости распространения фронта пламени метановоздушной смеси при обеднении и обогащении смеси. Определены наиболее эффективные режимы использования добавок водорода в топливовоздушную смесь.

А.П. ШАЙКИН,
д-р техн. наук,
В.Е. ЕПИШКИН
(ТГУ, Тольятти)
profstudent@yandex.ru

Поршневые двигатели, сгорание, датчик ионизации, скорость распространения пламени, метановодородно-воздушная смесь, метановоздушная смесь, фаза сгорания

Special Aspects of Flame Propagation Characteristics When Using Various Types of Fuel in the Combustion Chamber of Aircraft Reciprocating Engine

A.P. SHAIKIN AND V.E. EPISHKIN

Togliatti State University, Togliatti

The results of an experimental study of the average flame propagation velocity in the first and main phases of combustion using methane-air and methane-hydrogen-air mixtures are presented. Correlations for various crankshaft speeds with a change in the proportion of hydrogen added to the fuel are shown. Results have been obtained on the effect of hydrogen addition on the increase in the speed of propagation of the flame front of the methane-air mixture during mixture depletion and enrichment. The most effective modes of using hydrogen additives in the fuel mixture are determined.

Reciprocating engines, combustion, ionization sensor, flame propagation velocity, methane-hydrogen-air mixture, methane-air mixture, phases of combustion

Влияние параметров продольного ускорения на оцениваемость инструментальных ошибок инерциальной навигационной системы

Исследуются факторы, позволяющие повысить оцениваемость ошибок инерциальных датчиков бесплатформенных инерциальных навигационных систем – гироскопов и акселерометров – в процессе полета летательного аппарата. Основным инструментом, решающим указанную задачу, выбираются траекторные условия, обеспечивающие знакопеременность продольного ускорения. Рассматривается несколько сценариев движения летательного аппарата с переменным продольным ускорением. Приводятся результаты имитационного моделирования оценивания ошибок инерциальных датчиков.

К.К. ВЕРЕМЕЕНКО,
канд. техн. наук,
М.В. ЖАРКОВ,
И.М. КУЗНЕЦОВ,
А.Н. ПРОНЬКИН
(МАИ, Москва)
nio3@mai.ru

Бесплатформенная инерциальная навигационная система, ошибки датчиков, траектория с переменным ускорением, оптимальное оценивание, имитационное моделирование

Longitudinal Acceleration Parameters Influence on Estimation of Instrument Errors of Inertial Navigation System

K.K. VEREMEENKO, M.V. ZHARKOV, I.M. KUZNETSOV, AND A.N. PRONKIN

Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow

The factors allowing to increase the estimation of inertial sensors errors of a strapdown inertial navigation systems – gyroscopes and accelerometers – during the flight of the aircraft are investigated. The main tool that solves this problem is the trajectory conditions that ensure the alternation of longitudinal acceleration. Several scenarios of aircraft movement with variable longitudinal acceleration are considered. The results of simulation modeling of inertial sensor errors estimation are presented.

Strapdown inertial navigation system, sensor errors, trajectory with variable acceleration, optimal estimation, simulation

Модели и анализ методических погрешностей панорамного датчика аэродинамических углов и воздушной скорости с неподвижным приемником и ультразвуковыми измерительными каналами

Б.И. МИФТАХОВ,
аспирант,
В.М. СОЛДАТКИН,
д-р техн. наук,
Е.С. ЕФРЕМОВА,
канд. техн. наук,
А.В. НИКИТИН,
канд. техн. наук,
В.В. СОЛДАТКИН,
д-р техн. наук
(КНИТУ-КАИ, Казань)
w-soldatkin@mail.ru

Обосновывается важность достоверной информации об аэродинамических углах и воздушной скорости для пилотирования, управления и обеспечения безопасности полета самолетов и других типов летательных аппаратов в приземном слое атмосферы. Разработаны аналитические модели и приведены результаты расчета методических аэродинамических погрешностей измерения истинной воздушной скорости, приборной скорости, числа Маха и аэродинамических углов атаки и скольжения панорамного датчика параметров вектора воздушной скорости. Рассматриваются пути уменьшения систематических и случайных составляющих методических аэродинамических погрешностей за счет введения поправок в алгоритмы вычисления, реализации принципов комплексирования и оптимальной фильтрации.

Вектор воздушной скорости, измерение, панорамный датчик, методические аэродинамические погрешности, причины, модели, расчет, уменьшение, перспективы применения

Models and Analysis of Error of Method of the Panoramic Sensor of Aerodynamic Angles and Air Speed with Fixed Receiver and Ultrasonic Instrumentation Channels

B.I. MIFTAKHOV, V.M. SOLDATKIN, E.S. EFREMOVA, A.V. NIKITIN, AND V.V. SOLDATKIN

Tupolev Kazan National Research Technical University, Kazan

The importance of reliable information about aerodynamic angles and air speed for piloting, control and providing of flight safety of aircrafts and other types of aircraft planes (AP) in the surface layer of the atmosphere is substantiated. Analytical models are developed and the results of calculating the aerodynamic method's errors of measuring the true air speed, indicated speed, Mach number and aerodynamic angles of incidence and gliding of the panoramic sensor of the air speed vector's parameters are presented. The ways of reducing systematic and random components of aerodynamic method's errors by introducing corrections to calculation algorithms, implementing the principles of complexation and optimal filtration are considered.

Air speed's vector, measurement, panoramic sensor, aerodynamic method's errors, causes, models, calculation, reduction, application prospects.

Определение диапазона разброса механических характеристик серийного упругого элемента из полимерных композиционных материалов методом Нелдера – Мида

Е.И. НИКОЛАЕВ,

канд. техн. наук
(АО «Казанский вертолетный завод»,
Казань),

О.А. ЛЕДЯНКИНА,

канд. техн. наук
(КНИТУ-КАИ, Казань)

С.Е. НИКОЛАЕВ

(АО «Уральский завод гражданской авиации»,
Казань)

Led_o@mail.ru

Механические характеристики полимерных композитных материалов существенно зависят от разброса технологических параметров при изготовлении конструкции, а также внешних условий и человеческого фактора. Очень дорого определять и контролировать процесс производства по результатам испытаний образцов, поэтому обычно оценивают качество изготовления в ходе периодических испытаний конструкции в целом. Диапазон разброса механических характеристик необходимо знать не только для обеспечения прочности и ресурса, но и запаса по числам оборотов винта до наступления резонансных явлений на вертолете.

Серийный упругий элемент несущего винта, приемосдаточные испытания, механические характеристики композитных материалов

The Mechanical Characteristics Range Spread of a Serial Polymer Composite Materials Made Elastic Element by the Nelder–Mead Method

E.I. NIKOLAEV¹, O.A. LEDANKINA², AND S.E. NIKOLAEV³

¹JSC "Kazan Helicopters", Kazan

²Tupolev Kazan National Research Technical University, Kazan

³JSC "Ural works of civil aviation", Kazan

The mechanical characteristics of polymer composite materials significantly depend on the spread of the manufacture technological parameters of the structure, external conditions and the human factor. It is very expensive to determine and control the production process based on the results of sample tests; therefore, the manufacture quality is usually assessed during periodic tests of the structure. The range of dispersion of mechanical characteristics must be known not only to ensure strength and resource, but also a margin in the number of rotor revolutions before the onset of helicopter resonant phenomena.

Main rotor blade, serial elastic element, acceptance and delivery tests, mechanical characteristics of composite materials

Повышение эффективности лезвийной обработки компрессорных лопаток за счет объемного строгания

С.В. СТАРОВОЙТОВ,
канд. техн. наук
(НПА «Технопарк
авиационных технологий»,
Уфа),
И.П. КРАСНИКОВ,
М.Д. ГАЙЛИШ,
магистрант
(УГАТУ, Уфа)
starovoitov.s@tp-at.ru

Предложен способ обработки кромок компрессорных лопаток объемным строганием на станке с ЧПУ. Описаны методики создания управляющей программы для обработки строганием на пятикоординатном станке, а также рассмотрены технологические условия выполнения операции строгания на различных фрезерных многокоординатных обрабатывающих центрах. Приведены экспериментальные значения режимов резания. Осуществлена теоретическое сравнение производительности обработки строганием и фрезерованием при обеспечении аналогичных характеристик качества поверхности.

Строгание, производительность, лопатка, кромка

Increasing the Efficiency of Compressor Blades Machining Due to Volumetric Planing

S.V. STAROVOITOV¹, I.P. KRASNIKOV², AND M.D. GAILISH²

¹Scientific and Production Association "Technopark of Aviation Technologies", Ufa

²Ufa State Aviation Technical University, Ufa

A method of processing the edges of compressor blades by volumetric planing on a CNC machine is proposed. The methods of creating a control program for planing processing on a 5-coordinate machine are described, as well as the technological conditions for performing the planing operation on various milling multi-coordinate machining centers are considered. Experimental values of cutting modes are given. A theoretical comparison of the planing and milling processing performance was carried out while ensuring similar surface quality characteristics.

Planing, performance, blade, edge

**Программирование обработки на станках
с CNC-системой ЧПУ на оптимальных переменных
режимах резания**

Ж.А. ЮСУПОВ,
канд. техн. наук
(КНИТУ-КАИ, Казань),
Д.Э. ЮСУПОВ,
студент
(КФУ, Казань)

Рассматриваются вопросы формирования на проблемно-ориентированном языке CNC-системы ЧПУ структурированных управляющих программ обработки на многофункциональных станках на переменных оптимальных режимах резания, установленных с использованием унифицированной методологии решения задач параметрической оптимизации процессов механической обработки на переменных режимах резания.

CNC-системы ЧПУ, управляющая программа, проблемно-ориентированный язык, переменные режимы резания, параметрическая оптимизация

**Programming Processing on Machines with CNC Systems
on Optimal Variable Cutting Modes**

J.A. YUSUPOV¹ AND D.E. YUSUPOV²

¹Tupolev Kazan National Research Technical University, Kazan

²Kazan Federal University, Kazan

The issues of forming in a problem-oriented language CNC system of CNC-structured control programs of processing programs at the optimal cutting modes established using a unified methodology for solving the problems of parametric optimization of mechanical processing processes in variable cutting modes.

CNC systems, control program, problem-oriented language, variable cutting modes, parametric optimization

Методология исследования электромагнитной стойкости технических систем при внешних электромагнитных воздействиях от нескольких источников

Предложена методология по прогнозированию электромагнитной стойкости технических систем при воздействии одновременно нескольких источников внешних электромагнитных воздействий.

Р.Р. ГАЙНУТДИНОВ,
канд. техн. наук,
С.Ф. ЧЕРМОШЕНЦЕВ,
д-р техн. наук
(КНИТУ-КАИ, Казань)
emc-kai@mail.ru

Электромагнитная стойкость, разряд молнии, сверхкороткие электромагнитные импульсы, прогнозирование, электромагнитная помеха, методология, техническая система, беспилотный летательный аппарат, композитный материал

Methodology for Studying the Electromagnetic Resistance of Technical Systems under External Electromagnetic Influences from Several Sources

R.R. GAYNUTDINOV AND C.F. CHERMOSHENTSEV

Tupolev Kazan National Research Technical University, Kazan

We propose the methodology for predicting the electromagnetic resistance of technical systems under the exposure of simultaneous several sources of external electromagnetic influences.

Electromagnetic resistance, lightning discharge, ultrashort electromagnetic pulses, prediction, electromagnetic interference, methodology, technical system, unmanned aerial vehicle, composite material

Методика исследования кондуктивных помех от энергетических устройств самолета на этапе его модернизации

Предложена методика для исследования кондуктивных помех от энергетических устройств самолета на этапе его модернизации. Методика позволяет выявлять пути распространения и снижения помех, оценить эффективность принимаемых мер для повышения электромагнитной совместимости. Разработан стенд и представлены результаты исследования кондуктивных помех от преобразователя бортовой дополнительной системы генерирования. Полученные результаты указывают на необходимость анализа и повышения электромагнитной совместимости электронных систем самолета на этапе его модернизации.

З.М. ГИЗАТУЛЛИН,
д-р техн. наук,
М.П. ШЛЕЙМОВИЧ,
канд. техн. наук
(КНИТУ-КАИ, Казань)
zmgizatullin@kai.ru

Самолет, электромагнитная совместимость, электронная система, преобразователь электроэнергии, дополнительная система генерирования, кондуктивная помеха, методика, стенд, эксперимент

Technique for Research of Conductive Interference from Aircraft Power Devices during Its Modernization

Z.M. GIZATULLIN AND M.P. SHLEYMOVICH

Tupolev Kazan National Research Technical University, Kazan

The current stage of the Russian aircraft industry is associated with a deep modernization of existing aircraft. The relevance of ensuring the electromagnetic compatibility of onboard power and electronic means of aircraft increases significantly at the stage of modernization. A potential source of conducted interference on board the aircraft during its modernization is an additional power generation system. A technique for research conductive interference from aircraft power devices at the stage of its modernization the paper proposes. The technique allows to identify the ways of propagation and reduction of interference, to evaluate the effectiveness of the measures taken to improve electromagnetic compatibility. The experimental stand has been developed and the results of a research of conducted interference from the converter of the on-board additional generation system are presented. The results obtained indicate the need to analyze and improve the electromagnetic compatibility of aircraft electronic systems at the stage of its modernization.

Aircraft, electromagnetic compatibility, electronic system, power converter, additional generation system, conducted interference, technique, stand, experiment

Повышение эффективности управления двигателем постоянного тока для настройки отражающей поверхности рефлектора космического базирования

Ф.В. МИТИН,
канд. техн. наук,
А.И. КРИВУШОВ
(БГТУ «ВОЕНМЕХ»,
им. Д.Ф. Устинова,
Санкт-Петербург)
fedor28@list.ru

Рассматривается задача настройки формы радиоотражающего сетеполотна крупногабаритного трансформируемого рефлектора космического базирования с применением тросо-вантовой структуры. В качестве актюатора, встраиваемого в ванту, выбран двигатель постоянного тока. Представлена математическая модель двигателя, позволяющая получить зависимость между напряжением якоря и углом поворота вала двигателя. Показана актуальность проблемы управления двигателем для широкого круга задач, относящихся к космической и авиационной технике. Приведено решение задачи управления двигателем постоянного тока на основе принципа максимума с использованием методов Ньютона и Крылова – Черноушко. Ввиду затруднений в сходимости данных методов разработан алгоритм оптимальной коррекции параметров структуры управления. Представлены результаты моделирования, показывающие эффективность алгоритма коррекции параметров структуры управления по сравнению с классическими методами оптимального управления и ПИД-структуры регулирования.

Крупногабаритный рефлектор, двигатель постоянного тока, математическое моделирование, оптимизация

Improving the Efficiency of DC Motor Control to Adjust the Reflective Surface of the Space-Based Reflector

F.V. MITIN AND A.I. KRIVUSHOV

Baltic State Technical University “Voenmeh”, Saint Petersburg

The problem of adjusting the shape of a radio-reflecting net of a large-sized transformable space-based reflector using a cable-stayed structure is considered. A DC motor was chosen as an actuator built into the cable. A mathematical model of the engine is presented, which makes it possible to obtain the relationship between the motor rotor voltage and the angle of rotation of the rotor. The relevance of the motor control problem for a wide range of problems related to space and aviation technology is shown. A solution to the problem of controlling a DC motor based on the maximum principle using the Newton and Krylov-Chernousko methods is given. In view of the difficulties in the convergence of these methods, an algorithm for optimal correction of the parameters of the control structure has been developed. The simulation results are presented, showing the effectiveness of the algorithm for correcting the parameters of the control structure in comparison with the classical methods of optimal control and the PID control structure.

Large-sized reflector, DC motor, mathematical modeling, optimization

Б.К. СИВЯКОВ,
д-р техн. наук
(СГТУ имени
Гагарина Ю.А., Саратов),
А.А. СКРИПКИН,
д-р техн. наук
(СГУ, Саратов),
Д.Б. СИВЯКОВ,
канд. техн. наук
(СГТУ имени
Гагарина Ю.А., Саратов)
sibokon@rambler.ru

Бесконтактный отбор электроэнергии от высоковольтных воздушных линий электропередачи беспилотными летательными аппаратами

Исследуется возможность повышения эффективности бесконтактного отбора электроэнергии от проводов действующих трехфазных высоковольтных воздушных линий электропередачи с помощью плоских однослойных катушек.

Беспилотные летательные аппараты, бесконтактный отбор электроэнергии, высоковольтные воздушные линии электропередачи, магнитное поле, плоские однослойные катушки, материал с высокой магнитной проницаемостью между витками, продолжительность и дальность полета

Non-Contact Selection of Electricity from High-Voltage Overhead Power Electric Transmission Lines by Unmanned Aerial Vehicles

B. K. SIVYAKOV¹, A. A. SCRIPKIN², AND D.B. SIVYAKOV¹

¹Yuri Gagarin State Technical University, Saratov

²Saratov State University, Saratov

The possibility of increasing the efficiency of contactless electricity extraction from the wires of operating three-phase high-voltage overhead power electrical transmission lines with the help of flat single-layer coils is being investigated.

Unmanned aerial vehicles, non-contact extraction of electricity, high-voltage overhead power electrical transmission lines, magnetic field, flat single-layer coils, material with high magnetic permeability between turns, duration and range of flight

В.А. ШЕВЦОВ,
д-р техн. наук
А.В. ТИМОШЕНКО,
д-р техн. наук
(МАИ, Москва),

М.В. КНЫШ,
канд. физ.-мат. наук
(ЯВВУ ПВО, Ярославль),

С.Н. РАЗИНЬКОВ,
д-р физ.-мат. наук
(ВУНЦ ВВС «ВВА»,
Воронеж)
vs@mai.ru

Управление многопозиционной системой структурно-информационного мониторинга воздушного пространства

Проведен анализ принципов структурно-информационного мониторинга воздушного пространства многопозиционной системой информационных сенсоров. Обоснованы стратегии адаптивного и ситуационного управления компонентами системы в интересах активации их комплектов и режимов функционирования при совместном контроле обстановки.

Структурно-информационный мониторинг, информационный сенсор, многопозиционная система мониторинга, стратегия управления, адаптивное и ситуационное управление информационным ресурсом

Control of Multi-Position System for Structure and Information Monitoring of Airspace

V.A. SHEVTSOV¹, A.V. TIMOSHENKO¹, M.V. KNYSH², AND S.N. RAZIN'KOV³

¹Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow

²Yaroslavl Higher Military School of Air Defense, Yaroslavl

³Russian Air Force Military Educational and Scientific Center "Air Force Academy", Voronezh

The principles of structural and information monitoring of airspace were analyzed by a multi-position system of information sensors. Strategies for adaptive and situational management of system components are justified in order to activate their sets and modes of operation during joint monitoring of the situation.

Structure and information monitoring, information sensor, multi-position monitoring system, control strategy, adaptive and situational management of information resource

Информационно-технологические процессы выявления ошибок в метрологических документах, регламентирующих параметры стандартной атмосферы применительно к летательным аппаратам

Проведен сравнительный анализ метрологических документов, регламентирующих в хронологическом порядке параметры стандартной атмосферы. Выявлено, что ГОСТ 4401–81 – государственный стандарт СССР, действующий по настоящее время, – содержит множество ошибок. Предложены информационно-технологические процессы выявления ошибок в таблицах, составляющих основное содержание анализируемых метрологических документов. Даны примеры использования процессов, перечислены уже выявленные ошибки в этих стандартах.

М.М. ЛЕВЧЕНКО,

М.А. ЛЕВЧЕНКО,

канд. техн. наук

(ЦАГИ

им. проф. Н.Е. Жуковского,

Жуковский)

imeasure13@gmail.com

Стандартная атмосфера, государственный стандарт, межгосударственный стандарт, ошибки в метрологических документах, информационно-технологические процессы выявления ошибок

Information-Technological Procedures of Identifying Errors in the Metrological Documents Specifying Parameters of the Standard Atmosphere with Reference to Flying Vehicles

M.M. LEVCHENKO AND M.A. LEVCHENKO

Central Aerohydrodynamic Institute, Zhukovsky

Comparative analysis of the metrological documents specifying chronologically parameters of the standard atmosphere is completed. It was revealed, that GOST 4401–81 – the state standard of the USSR, which is currently in force, – contains a lot of errors. Information-technological procedures are proposed to identify errors in the tables that are the main stuff of the metrological documents under analysis. Examples of the use of procedures are given, the errors already identified in these standards are listed.

Standard atmosphere, state standard, interstate standard, errors in metrological documents, information-technological procedures of identifying errors