

Оценка предельного термоэмиссионного охлаждения высокоскоростных летательных аппаратов

А.В. КОЛЫЧЕВ,
канд. техн. наук,
В.А. КЕРНОЖИЦКИЙ,
канд. техн. наук,
М.В. ЧЕРНЫШОВ,
д-р техн. наук
(БГТУ «ВОЕНМЕХ»
им. Д.Ф. Устинова,
Санкт-Петербург)
vakern@mail.ru

Анализируются возможности применения термоэмиссионных методов охлаждения, которые позволят существенно уменьшить температуру и температурные напряжения в элементах и конструкциях летательных аппаратов, повысить ресурс термонагруженных элементов и безопасность полетов. Оценочно определен диапазон высот и скоростей полета летательных аппаратов, при которых обеспечивается реализация термоэмиссионного охлаждения на практически значимом уровне.

Термоэмиссионное охлаждение, скомпенсированный режим, тепловые нагрузки, работа выхода электронов

Estimation of the Maximum Thermionic Cooling of High-Speed Aircraft

A. V. KOLYCHEV, V. A. KERNOZHITSKII, AND M. V. CHERNYSHOV

Ustinov Baltic State Technical University “Voenmekh”, St. Petersburg

The paper analyzes the possibilities of using the thermionic cooling methods that significantly reduce the temperature and temperature stresses in the elements and structures of aircraft, increasing the life of thermally loaded elements and flight safety. We estimate the range of altitudes and flight speeds of aircraft, at which the practical implementation of thermionic cooling is possible.

Thermionic cooling, compensated mode, thermal loads, work function

Ю.И. ВИНОГРАДОВ,
д-р физ.-мат. наук
(МГТУ им. Н.Э. Баумана,
Москва),
А.И. МАСЛОВ,
д-р техн. наук
(АО ВПК
«НПО Машиностроения»,
Реутов),
Г.Б. МЕНЬКОВ,
канд. физ.-мат. наук
(ЗАО «Болид», Москва)
gmenkov@narod.ru

**Методика уменьшения напряжений
в конической оболочке
радиопрозрачного обтекателя головной части
летательного аппарата**

Рассматривается коническая оболочка обтекателя головной части гиперзвукового летательного аппарата, соединяющаяся через шпангоут с цилиндрической оболочкой его корпуса. Анализируются возможности уменьшения максимальных напряжений у соединения.

Коническая оболочка, концентрация напряжений, аналитический параметрический анализ

**A Technique of Stress Reduction in a Conical Shell
of the Head Radio-Transparent Fairing of the Aircraft**

YU.I. VINOGRADOV¹, A.I. MASLOV², AND G.B. MEN'KOV³

¹ Bauman Moscow State Technical University, Moscow

² AO VPK "NPO Mashinostroyenia", Reutov

³ ZAO "Bolid", Moscow

The paper considers a conical shell of the head fairing of a hypersonic aircraft that is connected through the frame with the cylindrical shell. Possibilities of reducing the maximum stresses at the connection are analyzed.

Conical shell, stress concentration, analytical parametric analysis

К оценке массы фюзеляжа самолета при переходе на композиционные материалы

А.С. КРЕТОВ,
д-р техн. наук
(Нанкинский ун-т
аэронавтики
и астронавтики, Нанкин),

П.А. ШАТАЕВ,
магистр
(КНИТУ-КАИ, Казань)
kretov-ac@mail.ru

Рассматривается задача оценки массы фюзеляжа для начальных этапов проектирования в результате использования новых материалов и новых конструктивных решений. В основе подхода лежит весовая формула В.А. Комарова. Предложена проектировочная методика оценки коэффициентов силового фактора C_K для реальных конструкций. Выполнено сравнение коэффициентов силового фактора для различных составляющих нагрузок применительно к традиционным металлическим и композиционным конструкциям. Проведен численный анализ на примере среднемагистрального самолета.

Фюзеляж, проектировочный расчет, весовые формулы, силовой фактор, коэффициент силового фактора, оценка массы

Preliminary Assessment of the Weight of the Aircraft Fuselage as a Result of Transition to Composite Materials

A.S. KRETOV¹ AND P.A. SHATAEV²

¹ Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing

² Tupolev Kazan National Research Technical University, Kazan

The problem of estimating the fuselage weight for the initial stages of design as a result of using new materials and design solutions is considered. The approach is based on V.A. Komarov's weight formula. A design technique for estimating the C_K coefficients of the load-carrying factor for real structures is proposed. The comparison of C_K for various components of loads in relation to conventional metal and composite structures is performed. A numerical analysis is performed in terms of a medium-haul aircraft.

Fuselage, design calculation, weight formula, load-carrying factor, weight assessment

Исследование прочности композиционных материалов с ударными повреждениями

Рассмотрена методика нанесения низкоскоростного удара с вертикально падающим грузом по образцам различных композиционных материалов. Исследованы площади ударных повреждений методом ультразвукового эхо-импульсного контроля, установлены зависимости изменения размеров повреждений от энергии удара для различных полимерных композиционных материалов. Образцы с повреждениями были испытаны на сжатие с целью определения остаточной прочности. Для отдельных образцов проведена послойная оценка характера повреждений методом рентгеновской компьютерной томографии.

В.И. МИТРИЙКИН,
д-р техн. наук,
О.Н. БЕЗЗАМЕТНОВ,
Е.В. КРОВОТА
(КНИТУ-КАИ, Казань)
bezzametnovoleg@mail.ru

Композиционные материалы, низкоскоростной удар, повреждения, неразрушающий контроль, сжатие после удара, остаточная прочность

The Study of Strength of Composites under Impact

V.I. MITRYAIKIN, O.N. BEZZAMETNOV, AND E.V. KROTOVA

Tupolev Kazan National Research Technical University, Kazan

A low-velocity vertical impact method was considered on various composite specimens. Impact damage areas were studied by the ultrasonic echo-pulse method, the damage size dependence on impact energy was determined in various polymer composite materials. Damaged specimens were tested in compression to determine their residual strength. Layer-by-layer assessment of damage was carried out for a set of specimens by the computed tomography.

Composite materials, low-velocity impact, damages, nondestructive inspection, compression after impact, residual strength

Способ увеличения дальности полета электрических самолетов за счет уменьшения массы во время полета

Предложен способ увеличения дальности полета электрических самолетов десантированием аккумуляторов на планирующих парашютных грузовых системах. Рассмотрены различные варианты десантирования аккумуляторов по количеству сбросов за полет. Разработана методика определения облика планирующей парашютной грузовой системы для десантирования аккумуляторов электрических самолетов, базирующаяся на генетическом алгоритме многокритериальной оптимизации и многодисциплинарной архитектуре оптимизации MDF.

С.В. АРУВЕЛЛИ,
аспирант,
О.С. ДОЛГОВ,
д-р техн. наук
(МАИ, Москва)
saruvelli@gmail.com

Увеличение дальности полета, способ увеличения дальности полета, электрический самолет, десантирование аккумуляторов, планирующая парашютная система

A Method of Increasing the Electric Aircraft Flight Range by Reducing Weight during Flight

S.V. ARUVELLI AND O.S. DOLGOV

Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow

A method of increasing the electric aircraft range by ram-air parachute dropping of batteries is proposed. Various options for airdrop of batteries according to a number of drops per flight are considered. A technique is developed of the ram-air parachute design for airdrop of electric aircraft batteries based on the multiobjective genetic algorithm and multidisciplinary feasible (MDF) architecture.

Increasing the aircraft flight range, method of increasing the flight range, electric aircraft, airdrop of batteries, ram-air parachute

К теории оптимально управляемого пограничного слоя на проницаемых поверхностях при различных режимах течения

К.Г. ГАРАЕВ,
д-р физ.-мат. наук
(КНИТУ-КАИ, Казань),
И.Р. МУХАМЕТЗЯНОВ,
канд. техн. наук
(филиал «Восток»
КНИТУ-КАИ, Чистополь)
m.ilshat@mail.ru

Проведен обзор работ (выполненных в период 1964–2019 гг. в КНИТУ-КАИ (Казань) на кафедрах аэрогидродинамики, динамики полета и управления, а также специальной математики) по оптимальному управлению пограничным слоем на проницаемых поверхностях при различных режимах течения. В ряде работ отмечена существенная роль первых интегралов для сопряженных систем, полученных с помощью теории инвариантных вариационных задач Нетер – Ибрагимова и инфинитезимального аппарата Ли – Овсянникова.

Пограничный слой, сверхзвуковое течение, оптимальное управление, тепловой поток, трение, проницаемая поверхность

To the Theory of an Optimally Controlled Boundary Layer on Permeable Surfaces at Various Flow Modes

K.G. GARAEV¹ AND I.R. MUKHAMETZYANOV²

¹ Tupolev Kazan National Research Technical University, Kazan

² Chistopol Branch “Vostok”, Tupolev Kazan National Research Technical University, Kazan

The review of studies on the optimal control of the boundary layer on permeable surfaces under various flow modes, which are performed in the period 1964–2019 in KNRTU-KAI (Kazan) at the Departments of Air and Fluid Dynamics, Flight Dynamics and Control, as well as Special Mathematics, is conducted. The essential role of the first integrals for conjugate systems obtained using the theory of the Noether – Ibragimov invariant variational problems and the Lie – Ovsyannikov infinitesimal apparatus was noted in a number of papers.

Boundary layer, supersonic flow, optimal control, heat flux, friction, permeable surface

Численное определение аэродинамических характеристик возвращаемого аппарата и лобового теплозащитного экрана при его отделении с учетом взаимного интерференционного влияния

В.Т. КАЛУГИН,

д-р техн. наук,

Д.М. СЛОБОДЯНЮК,

аспирант

(МГТУ им. Н.Э. Баумана,

Москва)

slob.dima@mail.ru

Рассматриваются аэродинамические характеристики отделяемого конструктивного элемента – лобового теплозащитного экрана, а также возвращаемого аппарата. Проведены численные расчеты обтекания в пакете FlowVision. Определены структуры течения, произведено сравнение результатов расчетов параметров обтекания.

Аэродинамические характеристики, динамическая сетка, возвращаемый аппарат, теплозащитный экран, аэродинамическая интерференция

Numerical Determination of the Aerodynamic Characteristics of the Re-Entry Vehicle and the Front Heat Shield during Its Separation Taking into Account Mutual Interference Influence

V.T. KALUGIN AND D.M. SLOBODYANYUK

Bauman Moscow State Technical University, Moscow

The aerodynamic characteristics of the detachable structural element, namely, the front heat shield as well as the re-entry vehicle are considered. Numerical calculations of the flow were carried out in the FlowVision software package. The flow structures were determined and the calculation results of flow parameters were compared.

Aerodynamic characteristics, dynamic mesh, re-entry vehicle, heat shield, aerodynamic interference

**Проблемы и перспективы использования
дроссельных демпферов в опорах роторов
авиационных двигателей**

Исследуется проблема снижения уровня вибрации роторов. Представлены перспективные конструкции дроссельных демпферов и основные направления совершенствования параметров таких демпферов. Проведено сравнение характеристик дроссельного демпфера с другими типами гидродинамических демпферов.

В.Б. БАЛЯКИН,
д-р техн. наук
(Самарский ун-т, Самара)
029-029@mail.ru

Вибрация, демпфирование, дроссельный канал, опора, ротор, газотурбинный двигатель

**Problems and Prospects of Using the Throttle Dampers
in Supports of Aircraft Engines**

V.B. BALYAKIN

Samara University, Samara

The research done in this paper is geared towards reduction of vibrations in engine rotors. Prospective designs of throttle dampers and main areas of improving their parameters are discussed. Characteristics of throttle dampers are studied in comparison to other types of hydrodynamic dampers.

Vibrations, damping, throttle channel, support, rotor, gas turbine engine

Управление течением на основе сверхвысокочастотного разряда в диффузорном канале

В.А. ВИНОГРАДОВ,

канд. техн. наук,

Д.В. КОМРАТОВ

(ФГУП «ЦИАМ

им. П.И. Баранова», Москва),

А.Ю. ЧИРКОВ,

д-р физ.-мат. наук

(МГТУ им. Н.Э. Баумана,

Москва)

komratovdv@gmail.com

Представлены результаты исследования воздействия на дозвуковое течение в переходном диффузоре сверхвысокочастотного разряда для управления пограничным слоем и перестройки потока. Показано влияние различных способов установки антенн в канале и мощности в разряде от минимальной до максимальной в импульсно-непрерывном режиме генерации. Оценка воздействия проведена по значениям полного давления в выходном сечении канала.

Сверхвысокочастотный разряд, управление течением, переходный канал

Flow Control in a Diffuser Channel by Microwave Discharge

V.A. VINOGRADOV¹, D.V. KOMRATOV¹, AND A. YU. CHIRKOV²

¹ P.I. Baranov Central Institute of Aviation Motor Development (TsIAM), Moscow

² Bauman Moscow State Technical University, Moscow

The results are presented of studying the effect of a microwave discharge on the subsonic flow in the transition diffuser for controlling the boundary layer and restructuring the flow. The influence is shown of various methods of antenna installation in the channel and the discharge power from minimum to maximum in the pulse-continuous generation mode. The impact assessment was carried out according to the values of the total pressure in the outlet section of the channel.

Microwave discharge, flow control, transition channel

Методика и результаты экспериментальных исследований определения несущей способности радиальных лепестковых газодинамических подшипников

Ю.А. РАВИКОВИЧ,
д-р техн. наук,
Ю.И. ЕРМИЛОВ,
канд. техн. наук,
Д.П. ХОЛОБЦЕВ
(МАИ, Москва)
yurer@yandex.ru

Разработана методика экспериментального определения предельной несущей способности радиальных лепестковых газодинамических подшипников. Представлен стенд и экспериментальная установка для определения предельной несущей способности радиальных лепестковых газодинамических подшипников. Приведены результаты экспериментальных исследований радиального лепесткового газодинамического подшипника диаметром 78 мм.

Высокооборотные турбомшины, лепестковые газодинамические подшипники, методика определения предельной несущей способности, экспериментальная установка

A Technique and Results Obtained in Experimental Studies to Estimate the Load Capacity of Radial Gas Foil Bearings

YU.A. RAVIKOVICH, YU.I. ERMILOV, AND D.P. KHOLOBTSEV

Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow

The paper includes a technique of estimating the ultimate load capacity of radial gas foil bearings, a test bed and an experimental facility to estimate the ultimate load capacity. The experimental results of studying a 78 mm radial gas foil bearing are given.

High-speed turbomachines, gas foil bearings, technique of estimating the ultimate load capacity, experimental facility

**Расчетное исследование теплообмена
и гидродинамики потока
в моделях вихревых трактов с несимметрично
пересекающимися каналами**

С целью верификации теплообмена выполнено сравнение осредненных характеристик теплоотдачи в вихревых матрицах при симметричном расположении каналов с результатами, полученными в экспериментальных условиях цинкового термостата. По результатам 3D-расчета в ANSYS CFX получены локальные коэффициенты теплоотдачи и гидродинамические характеристики моделей вихревых матриц с несимметричным наклоном каналов корытной и спинной оболочек относительно продольной оси.

Ю.Г. ГОРЕЛОВ,
канд. техн. наук
(ПК «Салют» АО «ОДК»,
Москва)
Yury.Dina@gmail.com

Вихревые матрицы, интенсификация теплообмена

**Computational Study of Heat Exchange and
Flow Hydrodynamics in the Vortex Matrix Channels Models
with Asymmetrical Crossing Channels**

YU.G. GORELOV

Salyut Gas Turbine Engineering Research and Production Center, Moscow

For the heat exchange verification, the averaged behavior of heat transfer in the vortex matrices with symmetrical disposition of channels is compared with the results obtained in the experimental conditions of the zinc thermostat. As a result of 3D calculation in the ANSYS CFX, the local heat transfer coefficients and hydrodynamics behaviors are obtained for the vortex matrix models with asymmetrical inclination of the pressure and suction side channels relative to the longitudinal axis.

Vortex matrix, heat exchange enhancement

ЦЗЫВАНЬ ЛИ,
аспирант,
В.Л. ВАРСЕГОВ,
канд. техн. наук
(КНИТУ-КАИ, Казань),
СИАОМИН ШЭНЬ,
аспирант,
ИСИАН ЮААНЬ
(Ин-т технической
теплофизики Академии наук
КНР, Пекин)
varvl@mail.ru

Исследование особенностей стабилизации пламени на сверхзвуковых струях газообразного топлива

Представлены результаты численного и экспериментального исследований процессов смесеобразования сверхзвуковой недорасширенной струи газообразного метана с набегающим потоком применительно к вопросам газодинамической стабилизации пламени в прямоточных камерах сгорания газотурбинных двигателей. Показана возможность формирования горючих составов топливовоздушной смеси в зоне горения без дополнительной подачи воздуха в стабилизирующую струю.

Газодинамическая стабилизация пламени, сверхзвуковая струя, расчет смесеобразования, экспериментальное исследование

Study of Flame Stabilization Behavior in Supersonic Gaseous Fuel Jets

ZIWAN LI¹, V.L. VARSEGOV¹, XIAOMING SHEN², AND YIXIANG YUAN²

¹ Tupolev Kazan National Research Technical University, Kazan

² Institute of Engineering Thermophysics of Chinese Academy of Sciences, Beijing

The results of numerical and experimental studies of the processes of mixture formation of a supersonic under-expanded gaseous methane jet with incoming flow are presented in relation to the issues of gas-dynamic flame stabilization in straight-flow combustion chamber of gas turbine engine. The study shows the possibility of forming of combustible compositions of the air-fuel mixture in the combustion zone without additional air supply to the stabilizing jet.

Gas-dynamic flame stabilization, supersonic jet, calculation of mixture formation, experimental study

Стабилизация пламени и расчет срывных характеристик камер сгорания газотурбинных двигателей

Б.Г. МИНГАЗОВ,
д-р техн. наук,
А.В. БАКЛАНОВ,
канд. техн. наук
(КНИТУ-КАИ, Казань)
andreybaklanov@bk.ru

Приводятся результаты экспериментальных и расчетных исследований стабилизации пламени за завихрителем в открытом потоке и в модельном отсеке камеры сгорания. С использованием тепловой теории разработана модель расчета стабилизации пламени в камере сгорания газотурбинных двигателей. С помощью данной модели проведен расчет и выполнено сравнение расчетных и экспериментальных данных.

Камера сгорания, стабилизация пламени, моделирование, горение, срывные характеристики

The Flame Stabilization and Calculation of the Stall Characteristics of Gas Turbine Engine Combustion Chamber

B.G. MINGAZOV AND A.V. BAKLANOV

Tupolev Kazan Nation Research Technical University, Kazan

The results are presented of the experimental and computational studies of the flame stabilization behind a swirler in an open flow and in a model compartment of the combustion chamber. Using the thermal theory, the calculation model of the flame stabilization in the combustion chamber is developed. Using this model, the calculation is carried out and the calculated and experimental data are compared.

Combustion chamber, flame stabilization, modeling, combustion, stall characteristics

Модели сигналов, алгоритмов и погрешностей измерительных каналов системы воздушных сигналов на основе вихревого метода

Обоснована повышенная сложность и масса традиционных систем воздушных сигналов на основе аэрометрического, аэродинамического и флюгерных методов при использовании их на сверхлегких и малоразмерных летательных аппаратах. Раскрываются теоретические основы вихревого метода измерения параметров набегающего воздушного потока и его реализация в оригинальной системе на основе вихревого метода с использованием оригинального вихревого датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости. Приводятся алгоритмы формирования и обработки первичных информативных сигналов в измерительных каналах системы воздушных сигналов летательных аппаратов на основе вихревого метода. Получены модели и проводится количественная оценка инструментальных погрешностей измерительных каналов.

Е.С. ЕФРЕМОВА,
В.М. СОЛДАТКИН,
д-р техн. наук
(КНИТУ-КАИ, Казань)
soldatkina1991@bk.ru

Летательный аппарат, воздушные сигналы, измерение, вихревой метод, система, сигналы, алгоритмы, погрешности, модели

Models of Signals, Algorithms, and Errors of Instrumental Channels of the Air Data System Based on the Vortex Method

E.S. EFREMOVA AND V.M. SOLDATKIN

Tupolev Kazan Nation Research Technical University, Kazan

The enhanced complexity and weight of conventional air data systems based on aerometric, aerodynamic, and vane sensor methods in using them on ultralight and small aircraft, is justified. The study reveals the theoretical foundations of the vortex method for measuring the incident air flow parameters and its implementation in the original system based on the vortex method using the original vortex sensor of the aerodynamic angle and true air speed. The algorithms of formation and processing of primary informative signals in the measuring channels of the aircraft air data system based on the vortex method are presented. The models are obtained and the quantitative estimation of instrumental errors of measuring channels is carried out.

Aircraft, air parameters, measurement, vortex method, system, signals, algorithms, errors, models

А.С. АФАНАСЬЕВ,

канд. техн. наук,

Ю.Л. ВЯЩЕНКО,

д-р техн. наук,

К.М. ИВАНОВ,

д-р техн. наук,

С.А. МАТВЕЕВ,

канд. техн. наук

(БГТУ «ВОЕНМЕХ»

им. Д.Ф. Устинова,

Санкт-Петербург)

89312074552@yandex.ru

Обеспечение контракта жизненного цикла изделий авиационной техники

Рассмотрен алгоритм взаимодействия изготовителя и потребителя в контракте жизненного цикла наукоемких изделий авиационной техники, реализующий риск-разделенное партнерство. Показана актуальность использования информационно-системной методологии управления рисками в обеспечении контракта.

Контрактация, риск-разделенное партнерство, потоки проектирования, затраты, информационно-системная методология

Providing the Life Cycle Support Contract for Aircraft Products

A.S. AFANAS'EV, YU.L. VYASHCHENKO, K.M. IVANOV, AND S.A. MATVEEV

Ustinov Baltic State Technical University "Voenmekh", St. Petersburg

The algorithm of interaction between a manufacturer and a consumer under the life cycle support contract of knowledge-intensive products of aviation technology, which implements a risk-shared partnership, is considered. The relevance of using the information system methodology of risk management in supporting the contract is shown.

Contracting, risk-sharing partnership, design flows, costs, information system methodology

Автоматизированное проектирование штамповой оснастки крупногабаритных деталей авиационного профиля из алюминиевых сплавов

Описывается разработанная система автоматизированного проектирования штамповой оснастки крупногабаритных деталей авиационного профиля из алюминиевых сплавов, характеризующаяся высокой степенью унификации и интеграции. Анализируется объект автоматизации и состав информационного обеспечения данной системы.

И.Н. ХАЙМОВИЧ,
д-р техн. наук
(Самарский ун-т, Самара)
kovalek68@mail.ru

Система автоматизированного проектирования, штамповая оснастка, детали авиационного профиля, математическое обеспечение, информационное обеспечение

Computer-Aided Design of Die Tooling for Large Parts of Airfoil Profiles Made of Aluminum Alloys

I.N. KHAIMOVICH

Samara University, Samara

The paper describes the computer-aided design system developed for design of die tooling of large parts of airfoil profiles made of aluminum alloys. The system is characterized by a high degree of unification and integration. The paper gives a special focus on the analysis of a design object and the structure of information support of this system.

Computer-aided design system, die tooling, airfoil profile parts, mathematical support, information support

О конструктивно-технологических решениях стержневых заполнителей из композитов для многослойных панелей

В.И. ХАЛИУЛИН,
д-р техн. наук,
Е.С. ПЕТРУНИНА,
Д.М. БЕЗЗАМЕТНОВА
(КНИТУ-КАИ, Казань)
pla.kai@mail.ru

Представлены результаты исследования возможностей новой технологической схемы изготовления стержневых заполнителей многослойных панелей, основанной на объединении технологий складчатых конструкций, направленной укладки волокна и трансферного формования.

Синтез стержневых структур многослойных панелей, складчатые конструкции, направленная укладка волокна

Design and Technology of Composite Truss Cores for Sandwich Panels

V.I. KHALIULIN, E.S. PETRUNINA, AND D.M. BEZZAMETNOVA

Tupolev Kazan National Research Technical University, Kazan

The paper presents the results of a study of the possibilities of a new technology aimed at production of truss cores for sandwich panels. This technology is based on the combination of folding technology, tailored fiber placement, and transfer molding.

Generation of truss structures for sandwich panels, folded structures, tailored fiber placement

П.В. БУЛАТ,
д-р физ.-мат. наук,
канд. экон. наук
(БГТУ «ВОЕНМЕХ»,
Санкт-Петербург),
А.А. УХОВ,
д-р техн. наук
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»,
Санкт-Петербург),
И.А. ВОЛОБУЕВ
(БГТУ «ВОЕНМЕХ»,
Санкт-Петербург),
С.В. ШАПОВАЛОВ,
аспирант,
Р.В. ЛИ,
аспирант
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»,
Санкт-Петербург)
volobuev_ig@mail.ru

Беспроводное устройство сбора данных с применением радиочастотной системы сбора энергии для воздушных судов

Рассмотрены проблемы разработки беспроводных устройств для мониторинга параметров узлов и агрегатов воздушных судов и беспроводной передачи данных, заключающиеся в обеспечении низкого энергопотребления и устранения влияния внешнего электромагнитного излучения на тракт обмена данными. Представлена структурная схема устройства. Предложено решение проблемы влияния внешнего электромагнитного поля на тракт обмена данными. Приведены расчеты энергопотребления рассмотренной системы.

Мониторинг, беспроводной датчик, низкое энергопотребление, системы сбора энергии, воздушное судно

Wireless Data Collecting Device with RF Energy Harvester for Aircraft

P.V. BULAT¹, A.A. UKHOV², I.A. VOLOBUEV¹, S.V. SHAPOVALOV², AND R.V. LI²

¹ Ustinov Baltic State Technical University “Voenmekh”, St. Petersburg

² Saint Petersburg State Electrotechnical University “LETI”, St. Petersburg

The paper considers the problems of developing the wireless devices for monitoring the parameters of aircraft units and assemblies and the wireless data transmission providing the low energy consumption and eliminating the external electromagnetic radiation influence on the data link. A structural diagram of the device is presented, a solution for the problem of the external electromagnetic field influence on the data link is proposed, and the energy consumption calculations for the device are presented.

Monitoring, wireless sensor, low power consumption, energy harvesting, aircraft

Модель формирования стаи для автономных летательных аппаратов

Т.Ю. ГАЙНУТДИНОВА,
канд. техн. наук
(КФУ, Казань),
А.В. ГАЙНУТДИНОВА,
М.В. ТРУСФУС,
аспирант,
В.Г. ГАЙНУТДИНОВ,
д-р техн. наук
(КНИТУ-КАИ, Казань)
tgainut@mail.ru

Рассматривается модель коллективного движения автономных летательных аппаратов, самостоятельно выполняющих управляющие вычисления на бортовом компьютере, не имеющих управления из единого центра, но использующих информацию о местоположении соседних летательных аппаратов. Для численного моделирования полета каждого отдельного аппарата используются уравнения движения для квадрокоптера.

Модель коллективного движения, децентрализованное управление

Flocking Model for Autonomous Aircraft

T.YU. GAINUTDINOVA¹, A.V. GAINUTDINOVA², M.V. TRUSFUS²,
AND V.G. GAINUTDINOV²

¹ Kazan (Volga region) Federal University, Kazan

² Tupolev Kazan Nation Research Technical University, Kazan

A model is considered of collective motion of autonomous aircraft, which independently perform on-board control calculations, have no control from a single center, but use the information about the neighbor aircraft location. For the numerical simulation of flight for each autonomous aircraft, the equations of motion for a quadcopter are used.

Model of collective motion, decentralized control

Встроенные устройства распределенной сети взаимодействующих агрегатов летательного аппарата

Предложена модель взаимодействия агрегатов самолета в виде сети физических и вычислительных процессов. Целью разработки является повышение быстродействия и надежности системы управления на базе встроенных в агрегаты непрерывных вычислительных устройств.

Н.Л. ДЕМБИЦКИЙ,
канд. техн. наук
(МАИ, Москва)
dembitsky@mai.ru

Высокоманевренные летательные аппараты, системы автоматического управления, распределенная вычислительная сеть, встроенные непрерывные вычислители

Built-In Devices of Distributed Network of Aircraft Interacting Units

N.L. DEMBITSKII

Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow

A model of interaction of aircraft units in the form of a network of physical and computational processes is proposed. The purpose of the development is to increase the speed and reliability of the control system based on built-in continual computing devices.

Highly maneuverable aircraft, automatic control systems, distributed computer network, built-in continual computers

А.Ю. АФАНАСЬЕВ,
д-р техн. наук,
А.А. ПЕТРОВ,
студент,
А.Н.Д. АЛМАККИ,
аспирант,
А.А. ЗАЙНУЛЛИН,
студент
(КНИТУ-КАИ, Казань)
afanasiev_eo@mail.ru

**Анализ авиационных машин
переменного тока с повышенными значениями
энергетических характеристик**

Исследуется распределение магнитной индукции в рабочем зазоре машины переменного тока с повышенными значениями энергетических характеристик. Проанализирована эффективность предлагаемой обмотки машины. Приведено сравнение результатов, полученных аналитическим и программным методами.

Электрическая машина переменного тока, комбинированная обмотка, фазный ток, магнитодвижущая сила, магнитная индукция

**Analysis of Aircraft Alternating Current Machines
with Enhanced Power Performance**

A.YU. AFANAS'EV, A.A. PETROV, A.N.D. ALMAKKY, AND A.A. ZAINULLIN

Tupolev Kazan Nation Research Technical University, Kazan

The distribution of magnetic induction in the working gap of an alternating current machine with enhanced power performance is investigated. The efficiency of the machine winding proposed is analyzed. The results obtained by the analytical and software methods are compared.

Alternating current electric machine, combined winding, phase current, magnetomotive force, magnetic induction

Адаптация отображения пилотажно-навигационной информации на экране многофункционального индикатора приборной доски воздушного судна

Е.И. СТЕПНОВА,
аспирант,
С.К. КИСЕЛЕВ,
д-р техн. наук
(УлГТУ, Ульяновск)
seistep1992@yandex.ru

Рассматриваются вопросы адаптации отображения пилотажно-навигационной информации на экране многофункционального индикатора приборной доски воздушного судна в зависимости от этапа полета. Приведены результаты анализа информации, отображаемой на экране многофункционального индикатора на каждом этапе полета. Предложена логика отображения пилотажно-навигационной информации в зависимости от этапа полета. Проведен расчет зрительной нагрузки пилотов.

Воздушное судно, пилотажно-навигационная информация, адаптация отображения, индикатор, экипаж, этап полета, зрительная нагрузка

Adaptation of Displaying the Flight and Navigation Information on the Screen of the Multifunctional Indicator of Aircraft Instrument Panel

E.I. STEPNOVA AND S.K. KISELEV

Ulyanovsk State Technical University, Ulyanovsk

The paper considers the adaptation of displaying the flight and navigation information on the screen of the multifunctional indicator of aircraft instrument panel depending on the flight phase. We present the results of analyzing the information displayed on the multifunctional indicator screen during each flight phase. The logic of displaying the flight and navigation information depending on the flight phase is proposed. The pilot's visual load is calculated.

Aircraft, flight and navigation information, display adaptation, indicator, crew, flight phase, visual load

**Контроль и диагностика утилизации углепластиков
радиоволновым и тепловым методами**

Д.В. ЯСТРЕБОВ,

аспирант,

Е.Н. ЗГУРАЛЬСКАЯ

(УлГТУ, Ульяновск)

dmitrienko.german@yandex.ru

Рассмотрены вопросы комбинированного радиоволнового и теплового метода диагностики процесса утилизации углеродосодержащего полимерного композиционного материала с помощью термокриоудара в лабораторных условиях.

Полимерные композиционные материалы, радиоволновый метод диагностики, утилизация углеродосодержащих композиционных материалов

**Monitoring and Testing of the Carbon Plastic Recovery
by Radiowave and Thermal Methods**

D.V. YASTREBOV AND E.N. ZGURAL'SKAYA

Ulyanovsk State Technical University, Ulyanovsk

The paper considers the use of combined radio wave and thermal methods to test the process of carbon-containing composite recovery by thermal cryoshock in a laboratory environment.

Polymer composite materials, radio wave testing method, recovery of carbon-containing composite materials