

Расчет параметров гиперболического параболоида для линейчатой преформы X-фитинга

В.И. ХАЛИУЛИН,
д-р техн. наук
(КНИТУ-КАИ, Казань),

В.В. САВИЦКИЙ,
А.В. ЖУКОВ

(ИСС
им. акад. М.Ф. Решетнева,
Железнодорожск),

Р.Ш. ГИМАДИЕВ,
д-р техн. наук
(КГЭУ, Казань)
pla.kai@mail.ru

Рассматривается конструктивно-технологическое решение для фитингов из композитов, входящих в состав стержневых конструкций летательных аппаратов. Предполагается сопряжение пересекающихся стержневых элементов линейчатыми поверхностями в виде гиперболического параболоида. Разработана математическая модель поверхности фитингов, проведено численное моделирование фитинга с целью оптимизации его геометрии. Ввиду линейчатости поверхностей сопряжения прогнозируется эффективная реализация возможностей композита и, как следствие, высокая весовая эффективность конструкции.

Стержневые конструкции, летательные аппараты, композиты, X-фитинг, линейчатые преформы, гиперболический параболоид, математическое моделирование, численный эксперимент

Hyperbolic Paraboloid for a Ruled Preform of an X-Fitting: Calculation of Parameters

V.I. KHALIULIN¹, V.V. SAVITSKII², A.V. ZHUKOV², AND R.SH. GIMADIEV³

¹ Tupolev Kazan National Research Technical University, Kazan

² Reshetnev AO ISS, Zheleznogorsk

³ Kazan State Power Engineering University, Kazan

A design and manufacturing process for composite fittings (a part of a truss structure of aircraft) is discussed. Intersecting tubular rods are connected via ruled surfaces such as a hyperbolic paraboloid. A mathematical model of X-fitting surface is developed, and numerical simulation of the fitting is performed to optimize its geometry. Due to the thing that interface surface is ruled, reasonable composite application and, as a result, high weight efficiency of the structure may be attained.

Truss structures, aircraft, composites, X-fitting, ruled preforms, hyperbolic paraboloid, mathematical modeling, numerical experiment

Деформация оболочки цилиндрического криогенного бака при его заполнении

Построена комплексная математическая модель термодетформированного состояния подкрепленной стрингерами круговой цилиндрической оболочки вертикально расположенного криогенного бака. Модель описывает локальное искривление образующей оболочки при заполнении бака, вызванное неравномерным распределением температуры и действием осевой сжимающей силы. Получены соотношения, описывающие распределение температуры в оболочке и ее радиального перемещения, а также проведен количественный анализ этих соотношений. Представлена оценка искривления, которое может привести к снижению уровня критической осевой нагрузки, вызывающей потерю устойчивости оболочки.

В.С. ЗАРУБИН,

д-р техн. наук,

В.Н. ЗИМИН,

д-р техн. наук,

Г.Н. КУВЫРКИН,

д-р техн. наук

(МГТУ им. Н.Э. Баумана,

Москва)

zimin@bmstu.ru

Криогенная емкость, математическая модель, квазистационарное распределение температуры, краевого эффект, температурные напряжения, длинная цилиндрическая оболочка, осесимметричная деформация, стрингер

Deformation of the Shell of the Cylindrical Cryogenic Tank during Its Filling

V.S. ZARUBIN, V.N. ZIMIN, AND G.N. KUVYRKIN

Bauman Moscow State Technical University, Moscow

A complex mathematical model of the thermo-deformed state of a circular cylindrical shell reinforced by stringers for a vertically installed cryogenic tank during its filling was constructed. The model describes the local curvature of the shell generatrix due to the nonuniform temperature distribution and the action of an axial compressive load. Relations describing the temperature distribution along the shell and its radial displacement were obtained. The quantitative analysis of these relations was carried out. Estimations of the shell generating line deviation from the original rectilinear form, which can decrease the level of the critical axial loads and cause the shell buckling, are presented.

Cryogenic tank, mathematical model, quasistationary temperature distribution, edge effect, temperature stresses, long cylindrical shell, axially symmetric deformation, stringer

И.А. ПОПОВ,
д-р техн. наук
(КНИТУ-КАИ, Казань),
А.В. ЩЕЛЧКОВ,
д-р техн. наук
(ФГУП ВНИИР, Казань;
КНИТУ-КАИ, Казань),
Р.А. АКСЯНОВ,
А.Н. СКРЫПНИК
(КНИТУ-КАИ, Казань),
С.А. ИСАЕВ,
д-р физ.-мат. наук
(СПбГУ ГА,
Санкт-Петербург)
anskrypnik@kai.ru

Влияние геометрии поверхностных интенсификаторов теплообмена на прочность теплообменных труб

Проведены экспериментальные исследования предела прочности при растяжении, сжатии и трехточечном изгибе образцов теплообменных труб с различными видами поверхностных интенсификаторов. Показано влияние геометрических параметров интенсификаторов на прочность характеристики образцов. Даны диапазоны геометрических параметров интенсификаторов, обеспечивающих высокие значения эксплуатационных характеристик теплообменных труб, и способы повышения надежности эксплуатации труб.

Прочность труб, растяжение, сжатие, изгиб, теплообменный аппарат

Effect of Surface Heat Exchange Intensifier Geometry on Heat Exchange Tube Strength

I.A. POPOV¹, A.V. SHCHELCHKOV^{1,2}, R.A. AKSYANOV¹,
A.N. SKRYPNIK¹, AND S.A. ISAEV³

¹ Tupolev Kazan National Research Technical University, Kazan

² All-Russia Research Institute of Flow Metering (FGUP VNIIR), Kazan

³ Saint Petersburg State University of Civil Aviation, St. Petersburg

Experimental studies of the tensile and compression strength as well as the strength at three-point bending of heat exchange tubes with various types of surface intensifiers, were made. The effect of intensifier geometry on sample strength are shown. The ranges of geometric parameters of intensifiers, which provide high-performance characteristics of heat exchange tubes, and possibilities to improve the maintenance reliability are given.

Tube strength, tension, compression, bending, heat exchanger

Расчетно-экспериментальное исследование коэффициента трения в замковых соединениях рабочих колес газотурбинных двигателей

Д.В. САПРОНОВ,
канд. техн. наук,
С.Г. ГУКАСЯН,
М.А. МЕЗЕНЦЕВ
(ЦИАМ им. П.И. Баранова,
Москва)
sapronov@ciam.ru

Предложен расчетно-экспериментальный подход для определения коэффициента трения в замковых соединениях рабочих колес газотурбинных двигателей. Сопоставлены результаты численного моделирования раскрутки рабочего колеса при различных коэффициентах трения и экспериментальных данных, полученных при тензометрировании характерных зон конструкции.

Лопатка, диск, замковое соединение, коэффициент трения, керамика

Numerical and Experiment Investigation of the Friction Coefficient in Gas Turbine Impeller Dovetail Joints

D.V. SAPRONOV, S.G. GUKASYAN, AND M.A. MEZENTSEV

P.I. Baranov Central Institute of Aviation Motors (CIAM), Moscow

This paper proposes a numerical and experimental approach for determining the friction coefficient in gas turbine impeller dovetail joints. The approach involves comparing the results of numerical simulation of the impeller rotation at different friction coefficients and the experiment data from strain-gauge measurement of the structure characteristic areas.

Blade, disk, dovetail joint, friction coefficient, ceramics

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

Об экономичной схеме оценки начальной угловой ориентации с использованием трехстепенных микроэлектромеханических сенсоров невысокой точности

Рассматривается решение задачи по оценке начального пространственного углового положения беспилотного летательного аппарата с инерциальной навигационной системой, включающей стандартный набор трехстепенных микроэлектромеханических датчиков угловых скоростей, акселерометров и магнитометров.

Начальная выставка, трехстепенные микроэлектромеханические сенсоры

About the Economic Scheme of Initial Attitude Estimation Using Low Accuracy Micro-Electro-Mechanical Sensors

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

¹ Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan

² Tupolev Kazan National Research Technical University, Kazan

A solution of initial attitude estimation is considered for the UAV with an inertial navigation system including a standard set of three-degree micro-electro-mechanical gyroscopic angular velocity sensors, accelerometers and magnetometers.

Initial attitude estimation, three-degree micro-electro-mechanical sensors

Разработка математической модели летчика в задаче управления с предвидением

А.В. ЕФРЕМОВ,
д-р техн. наук,
М.С. ТЯГЛИК,
канд. техн. наук,
А.С. ТЯГЛИК,
И.Х. ИРГАЛЕЕВ,
аспирант
(МАИ, Москва)
pvl@mai.ru

Проводится сравнение характеристик управляющих действий летчика и системы «самолет – летчик», полученных в задачах компенсаторного слежения, слежения с преследованием и предвидением. Разработана модель управляющих действий летчика для всех этих случаев управления. Исследуется адекватность результатов математического моделирования результатам экспериментальных исследований. С помощью математического моделирования системы «самолет – летчик» определяется оптимальная протяженность коридора, охватывающего программную траекторию, позволяющего предвидеть ее дальнейшее развитие. Результат моделирования сравнивается с результатами экспериментальных исследований на пилотажном стенде.

Система «самолет – летчик», ручное управление, прогнозный дисплей, задача преследования с предвидением

Developing the Mathematical Model of a Pilot in a Control Manual Preview Tracking Task

A.V. EFREMOV, M.S. TYAGLIK, A.S. TYAGLIK, AND I.KH. IRGALEEV

Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow

This paper compares the pilot's control actions and the "pilot-aircraft" system characteristics obtained in the compensatory tracking tasks, tracking with pursuit and preview. A model of the pilot's control actions for all these cases is developed, and its adequacy to the experimental research results is investigated. By mathematical modeling the "pilot-aircraft" system, an optimal length of the corridor covering the planned trajectory is defined, which allows one to predict its further change. The result of modeling is compared with the results of experimental investigation on the simulator.

"Pilot-aircraft" system, manual control, predictive display, pursuit tracking task with preview

Аналитический синтез модального регулятора по выходу для управления ориентацией спускаемого аппарата при спуске в атмосфере Земли

Н.Е. ЗУБОВ,

д-р техн. наук,

А.В. ЛАПИН,

В.Н. РЯБЧЕНКО,

д-р техн. наук

(МГТУ им. Н.Э. Баумана,

Москва)

nezubov@bmstu.ru

Для системы шестого порядка, описывающей задачу угловой стабилизации спускаемого аппарата при наличии измерений от свободного гироскопа двух углов и от датчика угловой скорости трех составляющих вектора угловой скорости по соответствующим осям, разработан новый аналитический алгоритм модального управления ориентацией. В основу алгоритма, принадлежащего к классу управления динамическим объектом по выходу, положен подход, основанный на синтезе наблюдателя состояния.

Модальный наблюдатель, модальный регулятор, спускаемый аппарат, угловая стабилизация, управление по выходу

Analytical Synthesis of a Modal Controller by Output Vector for Attitude Control of a Descent Module during Its Descent in the Earth's Atmosphere

N.E. ZUBOV, A.V. LAPIN, AND V.N. RYABCHENKO

Bauman Moscow State Technical University, Moscow

A new analytical algorithm of modal control is developed for the sixth-order control system that represents the problem of descent module attitude stabilization using the values of two angles measured by the free gyroscope and three components of angular velocity vector with respect to the corresponding coordinate axes measured by the angular velocity sensor. This algorithm belongs to the category of dynamic object control algorithms by the output vector and it is based on synthesis of a state vector observer.

Modal observer, modal controller, descent module, attitude stabilization, control by output vector

К аналитическому определению аэродинамических характеристик самолета с крылом коробчатой схемы на ранних этапах проектирования

Предложена инженерная методика первого приближения по аналитическому определению формы аэродинамических профилей и расчету аэродинамических коэффициентов самолета с крылом коробчатой схемы. Достоверность полученных на данном этапе результатов оценивалась по результатам расчета модели самолета с крылом коробчатой схемы в программе FLZ (метод вихревых решеток). Сравнение показало удовлетворительную сходимость коэффициентов для модели с убранными закрылками и некоторое расхождение коэффициентов для модели с выпущенными закрылками.

Е.А. КАРПОВИЧ,
аспирант,

Н.К. ЛИСЕЙЦЕВ,
д-р техн. наук
(МАИ, Москва)

Elena.Karpovich@hotmail.com

Крыло коробчатой схемы, аэродинамические характеристики, теория тонкого профиля, биплан, метод вихревых решеток

Analytical Evaluation of Box Wing Aircraft Aerodynamic Characteristics at Early Design Stages

E.A. KARPOVICH AND N.K. LISEITSEV

Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow

The first-approach techniques for analytical evaluation of the airfoil shape and calculation of the aerodynamic coefficients for a box-wing aircraft are suggested. The reliability of the calculation results was estimated using FLZ code (the vortex lattice method). The comparison showed satisfactory convergence of coefficients for the clean configuration and some discrepancy for the take-off and landing configuration.

Box wing, aerodynamic characteristics, thin airfoil theory, biplane, vortex lattice method

Расчет высотных струй ракетного двигателя на основе квазигазодинамических уравнений

Ю.М. КОЧЕТКОВ,
д-р техн. наук,
А.М. МОЛЧАНОВ,
д-р техн. наук,
М.В. СИЛУЯНОВА,
д-р техн. наук
(МАИ, Москва)
alexmol_2000@mail.ru

Разработан метод расчета высотных струй, истекающих в разреженный газ, основанный на использовании квазигазодинамических уравнений. Из уравнения Больцмана получены уравнения неразрывности компонентов газовой смеси и уравнения переноса колебательных энергий в квазигазодинамической постановке. Показано, что при расчете с использованием квазигазодинамических уравнений интенсивность излучения высотных струй существенно ниже, чем при расчете на основе стандартной системы уравнений Навье – Стокса. Проведено сопоставление результатов расчета с имеющимися экспериментальными данными.

Разреженный газ, квазигазодинамические уравнения, высотные струи

Calculation of High-Altitude Jets of the Rocket Engine Based on Quasi-Gasdynamics Equations

YU.M. KOCHETKOV, A.M. MOLCHANOV, AND M.V. SILUYANOVA

Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow

A method based on the use of quasi-gasdynamics equations is developed for calculating the high-altitude jets flowing into a rarefied gas. The equations of continuity of the gas mixture components and the transport equations for vibrational energies in a quasi-gasdynamics formulation are obtained from the Boltzmann equation. It was shown that when calculating with the use of quasi-gasdynamics equations, the radiation intensity of high-altitude jets is significantly lower than when calculating based on the standard system of Navier–Stokes equations. The calculation results are compared with the available experimental data.

Rarefied gas, quasi-gasdynamics equations, high-altitude jets

Численное моделирование аэроакустических характеристик несущего винта на режиме висения в условиях обледенения

КСИ ЧЕН,

д-р филос. по техн. наукам,

КИЮН ЖАО,

д-р филос. по техн. наукам

(Нанкинский ун-т авиации
и аэронавтики, Нанкин),

ДЖ. БАРАКОС,

д-р филос. по техн. наукам

(Ун-т Глазго, Глазго),

А.Н. КУСЮМОВ,

д-р физ.-мат. наук

(КНИТУ-КАИ, Казань)

postbox7@mail.ru

Рассматривается обтекание винта с учетом изменения формы поверхности лопасти при обледенении в целях выявления обледенения винта аэроакустическим методом. Воздействие обледенения учитывается в виде локального изменения геометрии поверхности лопасти, и результаты численного моделирования обтекания анализируются с применением уравнения распространения звуковой волны. Проводится оценка мест расположения приемников аэроакустического излучения на поверхности фюзеляжа вертолета. Оценивается влияние изменения формы лопасти на аэроакустические характеристики винта в зависимости от «объема обледенения» и его месторасположения.

Вычислительная гидромеханика, аэроакустические характеристики, воздействие обледенения, винт, вертолет

Numerical Analysis of Hovering Main Rotor Aero-Acoustic Characteristics for Ice Detection

XI CHEN¹, QIJUN ZHAO¹, G. BARAKOS², AND A.N. KUSYUMOV³

¹ Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing

² University of Glasgow, Glasgow

³ Tupolev Kazan National Research Technical University, Kazan

In this paper, rotors with artificial iced shapes are studied to develop insight in the potential of acoustics-based ice detection. Using the Helicopter Multi-Block CFD solver, approximate iced shapes are added to the blades and the results are analyzed using the FW-H method. Several candidate monitoring positions are assessed for acoustic sensors to be placed on the helicopter fuselage. The influence of ice on the aero-acoustic characteristics of a rotor is calculated, and parameters such as the ice amount and the icing position on the blade are quantified.

CFD, aero-acoustic characteristics, ice accretion, rotor, helicopter

Расчетное исследование взаимодействия с потоком поперечных дозвуковых и сверхзвуковых осесимметричных струй

ЛИ ЦЫВАНЬ,
аспирант,
В.Л. ВАРСЕГОВ,
канд. техн. наук
(КНИТУ-КАИ, Казань)
varvl@mail.ru

Проведено расчетное исследование газодинамики течения и процессов смесеобразования при взаимодействии с потоком дозвуковых и сверхзвуковых недорасширенных осесимметричных веерных струй применительно к вопросам газодинамической стабилизации пламени. Показано различие газодинамических и массообменных характеристик течения, формирующегося при взаимодействии с потоком дозвуковых и сверхзвуковых струй.

Сверхзвуковая веерная струя, смесеобразование, расчетное исследование

Computational Study of Interaction of Transverse Subsonic and Supersonic Axisymmetric Jets with Main Flow

LI ZIWAN AND V.L. VARSEGOV

Tupolev Kazan National Research Technical University, Kazan

A computational study is carried out of the gas dynamics characteristics and the mixing processes during interaction of subsonic and supersonic under-expanded axisymmetric radial jets with main flow with respect to the problems of gas-dynamic stabilization of the flame. The differences are found between the gas-dynamic and mass-exchange characteristics of the flow, which is formed by the interaction of subsonic and supersonic axisymmetric jets with the main flow.

Supersonic radial jet, mixing, computational research

Исследование распространения и предотвращения прилипания струи к мотогондоле при реверсировании тяги турбореактивных двигателей

А.С. МИХАЙЛОВ,
магистрант
(КНИТУ-КАИ, Казань),
С.Р. НАСЫРОВ,
д-р физ.-мат. наук,
Т.Р. САМЕРХАНОВ
(КФУ, Казань),
А.В. КОСТЕРИН,
канд. техн. наук
(КНИТУ-КАИ, Казань)
89030621520@mail.ru

Приводятся результаты исследования распространения и предотвращения прилипания струи к мотогондоле при реверсировании тяги турбореактивных двигателей методами теории функции комплексного переменного для реверсивных решеток с постоянными и переменными углами установки лопаток. Полученные результаты сравниваются с экспериментальными данными.

Реверс тяги, реверсивная струя, методы теории функции комплексного переменного, реверсивные решетки с переменными углами установки лопаток

Study of Jet Propagation and Prevention of Jet Reattachment to the Nacelle during Jet Engine Thrust Reversal

A.S. MIKHAILOV¹, S.R. NASYROV², T.R. SAMERKHANOV², AND A.V. KOSTERIN¹

¹ Tupolev Kazan National Research Technical University, Kazan

² Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan

Complex variable function theory methods are used to study the jet propagation and prevention of jet reattachment to the nacelle during jet engine thrust reversal for reverser cascades with constant and variable blade angles. Results obtained are compared with experimental data.

Thrust reversal, reverser jet, complex variable function theory methods, reverser cascades with variable blade angles

Вероятностное моделирование ресурса деталей газотурбинного двигателя с учетом производственных отклонений

А.Н. АРХИПОВ,
канд. техн. наук
(МАИ, Москва),
М.В. ВОЛГИНА
(ПАО «ОДК-Сатурн»,
Рыбинск),
А.А. МАТУШКИН,
канд. техн. наук,
Ю.А. РАВИКОВИЧ,
д-р техн. наук,
Д.П. ХОЛОБЦЕВ
(МАИ, Москва)
arkhipov.48@list.ru

Представлены результаты вероятностного расчета ресурса ротора компрессора низкого давления газотурбинного двигателя для регионального самолета с учетом производственных отклонений. Описан алгоритм расчетов, подготовка параметров вероятностной модели, порядок и опытная программа автоматизированных вероятностных расчетов. Приведен пример результатов расчета ресурса.

Газотурбинный двигатель, вентилятор, компрессор низкого давления, ротор, ресурс, допуски, метод конечных элементов, напряженно-деформированное состояние, вероятностное моделирование

Probabilistic Assessment of Life for Gas Turbine Engine Parts Considering Manufacture Tolerances

A.N. ARKHIPOV¹, M.V. VOLGINA², A.A. MATUSHKIN¹,
YU.A. RAVIKOVICH¹, AND D.P. KHOLOBTSEV¹

¹ Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow

² PAO United Engine Corporation Saturn, Rybinsk

The results of the probabilistic assessment of life for the low-pressure compressor rotor of the gas turbine engine for a regional aircraft are presented taking into account production tolerances. The calculation algorithm, preparation of the probabilistic model parameters, and the experimental program of automated probabilistic analysis are described, the example of the life calculation results is given.

Gas turbine engine, fan, low-pressure compressor, rotor, life, tolerances, finite element method, stress-strain state, probabilistic assessment

Исследование теплоотдачи от оболочек газотурбинной установки и методы тепловой защиты

А.В. БАКЛАНОВ,
канд. техн. наук
(АО «КМПО», Казань),
А.В. ГИМБИЦКИЙ,
канд. техн. наук
(КНИТУ-КАИ, Казань)
andreybaklanov@bk.ru

Представлены результаты определения температуры оболочки газотурбинной установки, а также выполнен расчет суммарной теплоотдачи от двигателя. Предложена схема тепловой защиты со вдувом воздуха через пористый экран для снижения температуры оболочки газотурбинной установки, а также снижения суммарной теплоотдачи от двигателя в окружающее пространство отсека, в котором он эксплуатируется.

Теплоотдача, оболочка, газотурбинная установка, тепловая защита, воздушная завеса, пористый экран

The Study of Heat Transfer from the Shell of Gas Turbine Plant and Methods of Its Thermal Protection

A.V. BAKLANOV¹ AND A.V. GIMBITSKIY²

¹ AO KMPO, Kazan

² Tupolev Kazan National Research Technical University, Kazan

The paper presents the results of determining the temperature of gas turbine plant shell. The total heat transfer from the engine is calculated. The thermal protection scheme by blowing air through the porous screen is proposed to reduce the temperature of the gas turbine plant shell as well as to reduce the total heat transfer from the engine to the surrounding compartment space.

Heat transfer, shell, gas turbine plant, thermal protection, air curtain, porous screen

А.М. ЛАНСКИЙ,

д-р техн. наук,

С.В. ЛУКАЧЕВ,

д-р техн. наук,

С.Г. МАТВЕЕВ,

канд. техн. наук,

О.В. КОЛОМЗАРОВ,

аспирант

(Самарский ун-т, Самара)

kolomzarov@gmail.com

Метод расчета малоразмерных камер сгорания

Разработана модель расчета конструктивно-геометрических размеров и оценки интегральных характеристик камер сгорания малоразмерных газотурбинных двигателей на этапе их эскизного проектирования.

Модель расчета, конструктивные размеры, интегральные характеристики, камера сгорания, малоразмерные газотурбинные двигатели, эскизное проектирование

Method of Calculating the Small-Sized Combustion Chambers

A.M. LANSKII, S.V. LUKACHEV, S.G. MATVEEV, AND O.V. KOLOMZAROV

Samara University, Samara

A model of structural-geometric dimension calculation and integral characteristic estimation of the combustion chambers of the small-sized gas turbine engines at their conceptual design stage are developed.

Calculation model, structural dimensions, integral characteristics, combustion chamber, small-sized gas turbine engine, conceptual design

3D-исследование эффективности охлаждения трактовых полок соплового блока турбины высокого давления с «меридиональным поджатием» и веерными отверстиями

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

По результатам расчета в ANSYS CFX сделан вывод о большей эффективности охлаждения полки с веерными отверстиями перфорации по сравнению с эффективностью охлаждения полки с цилиндрическими отверстиями.

Трактовая полка, эффективность охлаждения, сопловой блок, турбина высокого давления, газотурбинный двигатель

3D Investigation of Film Cooling Effectiveness for Nozzle Vane Platform of High Pressure Turbine with “Meridian Constriction” and Laidback Fan-Shaped Film-Cooling Holes

YU.G. GORELOV

Salyut Gas Turbine Engineering Research and Production Center, Moscow

As the results of ANSYS CFX calculation, a conclusion draws about greater cooling effectiveness of vane platform with laidback fan-shaped perforation holes as compared with cooling effectiveness of vane platform with cylindrical holes.

Vane platform, cooling effectiveness, nozzle set, high pressure turbine, gas turbine engine

Н.С. ДУШИН,

канд. техн. наук,

Н.И. МИХЕЕВ,

д-р техн. наук,

О.А. ДУШИНА,

канд. техн. наук,

И.А. ДАВЛЕТШИН,

д-р техн. наук,

Д.И. ЗАРИПОВ,

канд. физ.-мат. наук

(ФИЦ КазНЦ РАН, Казань)

ndushin@bk.ru

Особенности теплообмена в пристеночной области за выступом в канале

Выдвинута и экспериментально проверена гипотеза о связи теплоотдачи с гидродинамическими характеристиками течения в пристеночной области. Показано, что теплоотдача в отрывной области линейно связана со значениями продольных пульсаций скорости на внешней границе пристеночной области (высота $y/h = 0,12$).

Одиночный выступ, отрывное течение, интенсификация теплообмена, пограничный слой, метод SIV

Near-Wall Heat and Mass Transfer in a Channel behind a Rib

N.S. DUSHIN, N.I. MIKHEEV, O.A. DUSHINA, I.A. DAVLETSHIN, AND D.I. ZARIPOV

Kazan Scientific Center Russian Academy of Sciences, Kazan

The present paper puts forward and experimentally tests a hypothesis of correlation between heat transfer and flow characteristics in the near-wall region. Heat transfer in the separation region has been shown to depend linearly on streamwise fluctuations of velocity at the external boundary of the near-wall region (height $y/h = 0.12$).

Single rib, separated flow, heat transfer enhancement, boundary layer, Smoke Image Velocimetry (SIV) technique

Исследование процесса формовки тонкостенных деталей из плоской заготовки с минимальной разнотолщи́нностью

Е.Г. ДЕМЬЯНЕНКО,
канд. техн. наук
(Самарский ун-т, Самара)
e-dem@mail.ru

Исследован процесс формовки из плоской заготовки, позволяющий уменьшить разнотолщи́нность стенки детали вдоль образующей.

Формовка, толщина, процесс, напряжения, заготовка

Investigation of the Molding Process of Thin-Walled Parts from a Flat Blank with Minimal Thickness Variation

E.G. DEM'YANENKO

Samara University, Samara

In this paper, the technique of molding a flat blank is investigated, which allows the thickness variation along the part wall generatrix to be minimized.

Molding, thickness, process, stress, blank

Расчет трудоемкости в условиях опытного производства летательных аппаратов малой авиации

И.Ш. ШАРАФЕЕВ,
д-р техн. наук
(КНИТУ-КАИ, Казань),
В.А. МАРКОВЦЕВ,
д-р техн. наук
(УНИАТ, Ульяновск)
sh_ilgizar_sh@mail.ru

Выполнен краткий обзор расчета трудоемкости для изделий авиационной техники при организации опытного производства. Предложен вариант расчета, отличающийся от аналогов. Показан пример нормативной таблицы и аппроксимирующая ее степенная зависимость.

Укрупненное нормирование, нормирование в опытном производстве, трудоемкость изготовления детали

Calculation of Labor Intensity in the Context of Pilot Production of Small Aircraft

I.SH. SHARAFEEV¹, V.A. MARKOVTSSEV²

¹ Tupolev Kazan National Research Technical University, Kazan

² AO "Ulyanovsk NIAT", Ulyanovsk

A brief review of the labor intensity calculation for aircraft products is conducted in relation to organization of the pilot production. A new method of calculation is put forward that is different from its analogues. An example of the normative table and of the power dependence approximating it is shown.

Aggregate rate setting, pilot production rate setting, labor intensity of manufacturing parts

Е.И. ЕВСТИГНЕЕВА,
студент
(БГТУ «ВОЕНМЕХ»,
Санкт-Петербург),
А.В. ЛЕКАНОВ,
канд. техн. наук
(АО «ИСС
им. акад. М.Ф. Решетнева»,
Железногорск),
С.А. МАТВЕЕВ,
канд. техн. наук,
А.Д. ШИРШОВ,
аспирант,
Н.Г. ЯКОВЕНКО,
канд. техн. наук
(БГТУ «ВОЕНМЕХ»,
Санкт-Петербург)
shaldmi@inbox.ru

Разработка беспроводной системы управления формой крупногабаритных трансформируемых конструкций с помощью прецизионных приводов

Рассмотрены принципы построения беспроводной системы управления формой сетеполотна крупногабаритных трансформируемых конструкций. Предложены решения задачи передачи и приема информации по открытому оптическому каналу для множества приемников. Описан составной фотопреобразователь с возможностью детектирования наведенного лазерного луча.

Система управления, актуатор, фотопреобразователь, передача энергии

Development of the Wireless Control System for Shape of Large Transformed Structures Using Precision Drives

E.I. EVSTIGNEEVA¹, A.V. LEKANOV², S.A. MATVEEV¹,
A.D. SHIRSHOV¹, AND N.G. YAKOVENKO¹

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

² Reshetnev AO ISS, Zheleznogorsk

Design concepts for wireless control system of large transformed net structure shape are discussed. Solutions of the problem of data communication via the optical channel for multiple receivers are discussed and proposed. The composite photoconverter with the feature of detecting a directed laser beam is described.

Control system, actuator, photoconverter, energy transfer

Разработка и исследование математических моделей термоупругих напряжений и деформаций при производстве многослойных конструкций сферической формы

для летательных аппаратов

И.А. АКИМОВ,
д-р техн. наук
(ОГПУ, Оренбург),
В.В. ТУГОВ,
канд. техн. наук
(АКИ ОГУ, Оренбург),
А.И. АКИМОВ,
канд. техн. наук
(РГУ, Оренбург)
sau@mail.osu.ru

Разрабатываются адекватные математические модели, позволяющие исследовать термоупругие напряжения и деформации, возникающие в процессе производства многослойных конструкций сферической формы для летательных аппаратов. Для решения поставленных модельных задач применялся метод конечных интегральных преобразований.

Многослойные конструкции, полимеризация, термоупругие напряжения, деформация, сферическая форма

Development and Research of Mathematical Models of Thermoelastic Stresses and Strains in Production of Multilayer Structures of Spherical Shape for Aircraft

I.A. AKIMOV¹, V.V. TUGOV², A.I. AKIMOV³

¹ Orenburg State Pedagogical University, Orenburg

² Aerospace Institute of Orenburg State University, Orenburg

³ Orenburg Branch, Gubkin Russian State University of Oil and Gas, Orenburg

The adequate mathematical models are developed that allow investigating the thermoelastic stresses and strains arising in production of multilayer structures of spherical shape for aircraft. The method of finite integral transformations was applied to solve the model tasks stated.

Multilayer structures, polymerization, thermoelastic stresses and strains, spherical shape

П.В. БУЛАТ,
д-р физ.-мат. наук,
канд. экон. наук
(БГТУ «ВОЕНМЕХ»,
Санкт-Петербург),
И.А. ВОЛОБУЕВ,
аспирант
(Ун-т ИТМО,
Санкт-Петербург),
А.А. ЛЕВИХИН,
канд. техн. наук
(БГТУ «ВОЕНМЕХ»,
Санкт-Петербург)
volobuev_ig@mail.ru

Оптимальное сжатие в волновом компрессоре с гибридными газовыми подшипниками

Рассмотрена концепция волнового компрессора, использующего для сжатия воздуха центрированную изоэнтропическую волну, изучены ударно-волновые структуры, возникающие при фокусировке центрированной волны. Сделан вывод о том, что оптимальной является характеристическая центрированная волна сжатия с отраженным слабым разрывом.

Численное моделирование, волновой компрессор, центрированная волна сжатия, отраженный разрыв, характеристическая ударно-волновая структура

Optimum Compression in a Wave Compressor with Hybrid Gas Bearings

P.V. BULAT¹, I.A. VOLOBUEV², A.A. LEVIKHIN¹

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

² Saint Petersburg State University of Information Technologies,
Mechanics and Optics, St. Petersburg

The concept of a wave compressor using a centered isentropic wave for air compression is considered, and shock-wave structures are studied, which are arisen when a centered wave is focused. It is concluded that the characteristic centered compression wave with reflected weak discontinuity is optimal.

Numerical simulation, wave compressor, centered compression wave, reflected discontinuity, characteristic shock-wave structure

А.В. НАУМОВ,
канд. хим. наук,
П.Л. ЛЮДОГОВСКИЙ,
канд. техн. наук,
М.С. ФИЛИПОВА,
аспирант
(КНИТУ-КАИ, Казань)
l2962281@mail.ru

Электронное моделирование моноблочных интегральных конструкций из полимерных композиционных материалов с клеевым соединением

Предложен алгоритм электронного моделирования изделий из композиционных материалов. Приведен пример использования разработанного алгоритма.

Электронное моделирование, конструкция, алгоритм, композиционные материалы

Electronic Simulation of Single Integrated Structures Made of Polymer Composite Materials with Adhesive Joint

A.V. NAUMOV, P.L. LYUDOGOVSKII, AND M.S. FILIPPOVA

Tupolev Kazan National Research Technical University, Kazan

The paper proposes an algorithm for electronic simulation of products made of composite materials and provides an example of using the developed algorithm.

Electronic simulation, structure, algorithm, composite materials

В.В. БОРОДИН,
канд. техн. наук,
А.М. ПЕТРАКОВ,
канд. техн. наук,
В.А. ШЕВЦОВ,
д-р техн. наук,
Т.Я. ШЕВГУНОВ,
канд. техн. наук
(МАИ, Москва)
doc_bor1@mail.ru

Многостанционный доступ без квитирования в сетях IoT

Рассматриваются новые методы многостанционного случайного доступа без квитирования, при которых существенно снижаются служебные затраты на передачу пакетов.

Интернет вещей, LPWAN, сенсорные сети, методы доступа к радиоканалу, квитирование передачи пакетов, емкость сети

Multi-Station Access without Acknowledgement in IoT Networks

V.V. BORODIN, A.M. PETRAKOV, V.A. SHEVTSOV, AND T.YA. SHEVGUNOV

Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow

The paper discusses new methods of multiple random access without acknowledgement, which significantly reduces the service cost of packet transmission.

IoT, LPWAN, sensor networks, radio access methods, packet acknowledgment, network capacity