

УДК 531.768

Черняк М. Г., Рибак В. В., Палюшок В. А. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАДАНОЇ ТОЧНОСТІ КАЛІБРУВАННЯ ТРИВІСНОГО БЛОКА НАВІГАЦІЙНИХ АКСЕЛЕРОМЕТРІВ НА ОДНОВІСНОМУ ПОВОРОТНОМУ СТЕНДІ

Розроблена математична модель похибок ідентифікації коефіцієнтів метрологічної моделі блока акселерометрів при його калібруванні на одновісному поворотному стенді. Отримані вирази для визначення вимог до точностних характеристик стендового обладнання, для виконання на ньому калібрування блока навігаційних акселерометрів з заданою точністю.

Ключові слова: тривісний блок навігаційних акселерометрів; калібрування; математична модель похибок; точностні вимоги до стендового обладнання.

УДК 681.5.015.8:519

Голінко І. М., Галицька І. Є. СИНТЕЗ ОПТИМАЛЬНОГО ЛІНІЙНО-КВАДРАТИЧНОГО ЦИФРОВОГО РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ ПРОМИСЛОВОГО КОНДИЦІОНЕРА ІЗ ПАРОВИМ ЗВОЛОЖУВАЧЕМ

Для промислових комплексів штучного мікроклімату (ПКШМ) запропонована методика розробки комплексної математичної моделі промислового кондиціонера у просторі стану, що передбачає аналіз структури автоматичної системи керування (АСК) та розробки відповідних алгоритмів керування. На основі розробленої методики отримано комплексну модель для технологічних схем промислових кондиціонерів як єдиного багатовимірного об'єкта керування. Для запропонованої методики використовуються динамічні моделі кліматичного обладнання у просторі стану. Для загальної моделі ПКШМ представлено матриці, які визначають комплексну модель промислового кондиціонера із паровим зволожувачем.

Розроблено алгоритм синтезу багатовимірного лінійно-квадратичного цифрового регулятора (ЛКЦР) для ПКШМ. Розглянута задача синтезу оптимального ЛКЦР і синтезована матриця зворотного зв'язку ЛКЦР, яка за параметрами стану об'єкта керування визначає траєкторію вектора оптимального впливу, що мінімізує квадратичний критерій. Від класичної процедури синтезу ЛКЦР запропонований алгоритм відрізняється наявністю логічного вибору обладнання для здійснення оптимального керування. Такий підхід дозволяє переосмислити синтез АСК кондиціонера на основі розмежування взаємного впливу регулюючих параметрів.

Це дозволяє перевести систему керування кондиціонером на якісно новий рівень і забезпечує ефективне використання енергоресурсів для систем штучного мікроклімату. Отримані розрахункові формули рекомендується застосовувати фахівцям з автоматизації для проектування систем керування й оптимізації існуючих.

Ключові слова: промисловий кондиціонер; автоматична система керування; лінійно-квадратичний цифровий регулятор; оптимізація; паровий зволожувач.

УДК 681.2.084

Іванов С. В., Воловик Б. В., Слабухін І. С. ІДЕНТИФІКАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ МОДЕЛІ ВЗАЄМОВПЛИВУ ВІБРОПІДВІСІВ ЛАЗЕРНИХ ГІРОСКОПІВ В БЛОЦІ ЧУТЛИВИХ ЕЛЕМЕНТІВ БІНС

В роботі розглядається розробка математичної моделі переміщень, які відбуваються в блоці чутливих елементів БІНС через взаємовплив вібропідвісів трьох лазерних гіроскопів та проводиться ідентифікація параметрів даної моделі. Також, проводиться обґрунтування вигляду параметрів на прикладі реально існуючої

БНС. Отримані результати дозволяють досліджувати внутрішні коливальні процеси в блоці чутливих елементів та їх вплив на точність всієї системи, зменшуючи при цьому обчислювальні затрати на моделювання.

Ключові слова: БНС; блок чутливих елементів; лазерний гіроскоп; вібропідвіс; математична модель; ідентифікація.

УДК 533.64

Лемко О. Л., Король И. В. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ АЕРОДИНАМІЧНИХ І АЕРОСТАТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТА СХЕМИ «ЛІТАЮЧЕ КРИЛО» З АЕРОСТАТИЧНОЮ ПІДТРИМКОЮ

За основу розрахункових моделей було вибрано трапецеїдальне крило. Зміни площі, подовження й звуження крила здійснювалось за рахунок центропланових вставок. Метою досліджень є отримання оптимальних аеродинамічних й аеростатичних характеристик ЛА шляхом використання складних трапецеїдальне крил із зазначеними геометричними параметрами.

Проведений аеростатичний розрахунок довів значне зростання приросту як аеростатичної сили у складній в якості крила по відношенню з простим трапецеїдальним крилом, так і збільшення долі аеростатичної підйомної сили від загальної.

Ключові слова: аеростатична й аеродинамічна підйомна сила; центроплані вставки; дирижабль.

УДК 629.1.054

Гордиенко В. И., Голуб А. Г. ДВУХОСНЬЙ ГИРОСТАБИЛИЗАТОР ПОЛЯ ЗРЕНИЯ НА МИКРОЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ГИРОСКОПАХ

Створення гіростабілізатора поля зору з високими якісними параметрами є головною задачею при виробництві оптико-електронних приборів систем спостереження й керування вогнем.

Наведено опис корегуючого приладу, конструкція й результати випробувань двохосового гіростабілізатора поля зору на гіроскопах виконаних по iMEMS технології ADIS16136 від компанії Analog Devices (США), які по технічним характеристикам конкурують з волоконно-оптичними гіроскопами.

Ключові слова: гіроскоп, корегуючий прилад, системи спостереження.

УДК 531.383

Головач С. В. КОМПЛЕКСНА АЛГОРИТМІЧНА КОМПЕНСАЦІЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ДРЕЙФУ ВИМІРЮВАЛЬНОГО КАНАЛУ ТРЬОХОСНОГО АКСЕЛЕРОМЕТРА У СКЛАДІ БНС

Представлено метод комплексної алгоритмічної компенсації температурного дрейфу вимірювального каналу трьохосного акселерометра у складі БНС. Даний метод ґрунтується на визначенні нормованих апроксимуючих функцій за допомогою отриманої апріорної інформації у вигляді сигналів чутливих елементів акселерометрів, що встановлені в термостабілізованому об'ємі та температурного датчика, встановленого в електронному блоці обробки аналогових сигналів. Цей метод дозволяє виконувати термокомпенсацію всього вимірювального каналу трьохосного акселерометра без додаткового калібрування аналогово-цифрових перетворювачів.

Ключові слова: акселерометри, вимірювальний канал, температурний дрейф, апроксимація.

УДК 629.735.33

Кривохатько І. С., Сухов В. В. АНАЛІТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ АЕРОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТА СХЕМИ «ТАНДЕМ»

В роботі уточнено аналітичний метод визначення скосу потоку за крилом, аеродинамічних коефіцієнтів піднімальної сили та моменту тангажа літального апарату схеми «тандем». Математична модель базується на формулі Біо-Савара та уникає наближеного обчислення невизначених інтегралів згідно класичної теорії. Метод придатний при низьких числах Маха і довільних числах Рейнольдса. Проведено порівняння результатів, отриманих згідно даного методу, з експериментальними даними; отримано добре узгодження теорії з результатами випробувань в аеродинамічній трубі. Створена математична модель дозволяє в майбутньому оптимізувати аеродинамічний обрис літального апарату схеми «тандем» за різними критеріями.

Ключові слова: аеродинамічні характеристики; схема «тандем»; скіс потоку; коефіцієнт піднімальної сили; коефіцієнт моменту тангажа.

УДК 621.539.376

Желдубовский А. В., Сердитов А. Т., Ключников Ю. В., Моисеенко Г. С., Романов Б. С. СПОСІБ ОЦІНКИ ЗАЛИШКОВОЇ ДОВГОВІЧНОСТІ МАТЕРІАЛУ ПРИ ТРИВАЛОМУ СТАТИЧНОМУ НАВАНТАЖЕННІ

Розроблено спосіб залишкового ресурсу оцінки матеріалів за умови довгого статичного навантаження. Суть способу полягає у визначенні трьох поточних значень збитку, який був накопичений в першому періоді пошкодження і подальшого розрахунку часу на знищення. Розрахунок заснований на гіпотезі про сталість питомої роботи деформації.

Ключові слова: пошкодження; пружна деформація; повзучість; питома робота деформації.

УДК 531/534 (075.8)

Іванова О. М., Ільчишина Д. І. ВПЛИВ ХВИЛЬ РЕЛЕЯ НА ПРОЦЕС УДАРУ

Досліджена залежність сили динамічної взаємодії від контактного стиснення підчас прямого центрального співудару пружних тіл. Отримано аналітичні вирази сили динамічної взаємодії і контактного стиснення при наявності впливу поверхневих хвиль.

Визначені величини тривалості удару та коефіцієнта поновлення для розглянутого випадку.

Ключові слова: хвилі Релея; удар.

УДК 622.248

Левчук К. Г. ВПЛИВ ОБВАЖНЕНИХ БУРИЛЬНИХ ТРУБ НА СПЕКТР ПОЗДОВЖНИХ КОЛИВАНЬ БУРИЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ

При бурінні свердловин у процесі експлуатації породоруйнівний інструмент і бурильна колона руйнуються внаслідок пружних вібрацій, а також статичних й зовнішніх навантажень. Тому актуальною є проблема дослідження спектру власних коливань бурильної колони в залежності від її компоновки (кількості секцій), загальної довжини секцій, площі поперечного перерізу бурильних труб. Розроблення методики визначення частотного діапазону для кожної комплектації бурильної колони дозволить прогнозувати появу резонансних зон. Застосування бурильного інструменту на цих

частотах небажане, однак у випадку ліквідації аварій (прихоплення бурильної колони) за допомогою вібраторів варто налаштовуватись саме на резонансні частоти.

Ключові слова: бурильна колона; вібрація; частота; коливання; пружна деформація; резонанс.

УДК 629.7.01

Данилюк Д. М., Вірченко Г. А. МЕТОДИКА ІНТЕГРОВАНОГО АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЇ ЛІТАКА

В статті розглянуто підходи до інтегрованого автоматизованого проектування. Висвітлені проблеми попереднього проектування та запропоновано методико розрахунку типових елементів конструкції літака на прикладі елемента повздовжнього силового набору, як стрингер. Також повністю представлений алгоритм побудов стрингера в системі інтегрованого автоматизованого проектування Siemens NX. Що дозволяє скороти час на проектування та використовувати його як еталон для розрахунку та подальшого змінення просто значень для отримання іншої розмірності стрингерів.

Ключові слова: стрингер, інтегроване автоматизоване проектування, трьохвимірний модель.

УДК 531.45

Головко М. Г., Орлянський О. Ю. АЛЬТЕРНАТИВНІ ПІДХОДИ ДО ВВЕДЕННЯ КОЕФІЦІЄНТУ ТЕРТЯ КОЧЕННЯ

Розглянуті теоретичні моделі, які дозволяють ввести безрозмірний коефіцієнт тертя кочення для кулі та циліндра. На основі довідкових даних розраховані безрозмірні коефіцієнти для деяких матеріалів. Отримані значення безрозмірних коефіцієнтів свідчать, що запропоновані моделі можуть з достатньою мірою достовірності описувати силу тертя кочення.

Ключові слова: тертя кочення.

УДК 629.735.3

Кара А., Кривохатко І. С., Сухов В. В. ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ КЕРОВАНОЇ КІНЦЕВОЇ АЕРОДИНАМІЧНОЇ ПОВЕРХНІ КРИЛА

У роботі досліджено вплив геометричних параметрів кінцевої аеродинамічної поверхні на аеродинамічні характеристики крила (коефіцієнт підйомної сили, аеродинамічна якість). Для розрахунку використані чисельні методи в програмному пакеті Ansys. Визначено характерні розміри закінцівки, що дозволяють підвищити максимальний аеродинамічний якість крила (для крила з подовженням 8, приріст склав $\sim 0,35$ одиниці). Далі планується досліджувати аеродинамічні характеристики даної оптимізованої закінцівки як органу управління по крену.

Ключові слова: крило, аеродинамічні поверхні.

УДК 533.6.04

Ахмад Р., Зинченко Д. Н. ОЧІКУЄМОЄ ПОЛІПШЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛА С ВИСОКОНЕСУЧИМ КРИЛОМ МАЛОГО ПОДОВЖЕННЯ

У статті виконано порівняльний аналіз можливих льотно-технічних характеристик ЛА з несучими поверхнями різних типів. У нашому роботі представлено порівняння результатів чисельного моделювання та фізичного експерименту для трьох різних типів несучих поверхонь: прямого і дископодібного

крил, кільцевої несучої поверхні замкнутого типу а також результатів трубних випробувань моделі літака загального призначення класичної схеми (Аеропракт А-20).

Ключові слова: літальний апарат; аеродинамічні характеристики; кільцеве крило; панельно-вихровий метод.

УДК 529.3

Трубачев С. І., Алексейчук О. М. РОЗРАХУНОК ЦИЛІНДРИЧНИХ ТОВСТОСТІННИХ ОБОЛОНОК З ОТВОРАМИ

Приведен розрахунок циліндричної товстостінної оболонки з отворами під дією внутрішнього тиску. Визначена приведена жорсткість цієї оболонки за допомогою визначення еквівалентної товщини стінки. Проведено чисельний розрахунок з використанням метода скінченних елементів. Проаналізовано НДС, по товщині стінки, та порівняно із результатами для оболонки із зведеною жорсткістю. Були наведені рекомендації про визначення НДС з використанням параметра приведеної жорсткості з урахуванням концентрації напружень.

Ключові слова: зведена жорсткість; перфорована оболонка; циліндрична оболонка; концентрація напружень.

УДК 533.6.04

Ортамеви Г., Зинченко Д. Н. ДОСЛІДЖЕННЯ АЕРОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГІБРИДНОГО КРИЛА

Виконано порівняльний аналіз можливих льотно-технічних характеристик ЛА з несучими поверхнями різних типів. Представлено порівняння результатів чисельного моделювання та фізичного експерименту для трьох різних типів несучих поверхонь: прямого і дископодібного крил, кільцевої несучої поверхні замкнутого типу, а також результатів трубних випробувань моделі літака загального призначення класичної схеми (Аеропракт А-20).

Ключові слова: крило, моделювання, літальний апарат.

UDC 531.768

Chernyak M. G. , Rybak V. V. , Palyushok V. A. CALIBRATION WITH SPECIFIED ACCURACY OF TRIAXIAL BLOCK OF NAVIGATION ACCELEROMETERS ON THE UNIAXIAL ROTARY STAND

The paper is devoted to solving the problem of calibration with specified precision of triaxial block of navigation accelerometers on the uniaxial rotary stand.

In paper introduced all the characteristics, for calibration of triaxial block of navigation accelerometers on the uniaxial rotary stand, instrumental error sources upon which was obtained mathematical errors model of calibration. This model allows to calculate the error which the coefficients of metrology model of triaxial accelerometer unit was identified, if we have the numerical values of precision equipment errors.

Using the mathematical errors model of calibration, and the quality criterion of calibration of triaxial block of navigation accelerometers unit, were obtained inequality that used to determine requirements for accuracy characteristics bench equipment, on which the calibration is performed. These requirements ensure the calibration of triaxial block of navigation accelerometers on the uniaxial rotary stand with preset accuracy.

Experimental verification was conducted on comparable accuracy errors existing equipment and the requirements to this equipment , confirm the adequacy of the obtained inequalities.

As the result of research were identified the most influential sources of instrumental errors, and provided recommendations to reduce their impacts.

Keywords: three-axis accelerometers navigation unit; calibration; mathematical model of errors; the bench equipment accuracy requirements.

UDC 681.5.015.8:519

Golinko I. M. , Galitzkaya I. E. SYNTHESIS OF OPTIMAL LINEAR-QUADRATIC DIGITAL CONTROLLER FOR INDUSTRIAL CONDITIONING WITH STEAM HUMIDIFIER

For industrial complexes artificial microclimate (ICAM) proposed a methodology to develop a comprehensive mathematical model of industrial air conditioning in the space of a condition that involves the analysis of the structure of an automatic control system (ACS) and the development of appropriate control algorithms. On the basis of the developed methodology received a comprehensive model for technological schemes of industrial air conditioners as a single multidimensional control object. For the proposed methods use dynamic models of climatic equipment in the space of States . For the General model ICAM presents matrices that define a comprehensive model of industrial air conditioner with a steam humidifier.

The algorithm of synthesis of multidimensional linear-quadratic digital controller (LQDC) for ICAM developed. The problem of synthesis of optimal LQDC considered and synthesized matrix feedback LQDC, which the state parameters of the control object determines the trajectory of the vector of optimal exposure that minimizes the quadratic criterion. From the classical procedure of synthesis LQDC the proposed algorithm is characterized by the presence of the logical selection of accessories for optimal control. This approach allows us to rethink the synthesis of ACS, as air conditioning is based on the separation of the mutual impact of the regulatory options. This allows you to transfer the control system is conditioned to a qualitatively new level and ensures the efficient use of energy for artificial microclimate systems. The obtained formulas are recommended experts on design automation of control systems and optimization of existing ones.

Keywords: industrial air conditioning; automatic control system; linear-quadratic digital controller; optimization; steam humidifier.

UDC 681.2.084

Ivanov S. V. Volovyk, B. V. , Slabuhin I. S. PARAMETER IDENTIFICATION OF MUTUAL INFLUENCE MODEL OF DITHERED LASER GYROSCOPES IN MEASUREMENT UNIT OF SINS

We consider the mathematical model development of movements that occur in the inertial measurement unit of SINS through mutual influence of the three laser gyro dither motors and carried identification parameters of the model. Also have been explained the external view of these parameters at the real SINS example. The results allow us to investigate the internal oscillatory processes in the measurement unit and their impact on the accuracy of the system. This model also reduces the computational cost of the simulation.

Keywords: laser gyroscope, measurement unit, dither, cavity, monoblock, strapdown inertial navigation system, stiffness.

UDC 533.64

Lemko O. L. , Korol I. V. METHOD OF PARAMETRIC STUDIES OF COMPUTATIONAL MODELS FIRST APPROXIMATION OF THE AIRCRAFT WITH AEROSTATIC SUPPORT

In recent years, scientists of the leading countries of the World, designers, specialists of different industries are paying close attention to aircrafts lighter than air. These aircraft use much less fuel than similar planes and helicopters with load capacity, capable to transport heavy loads on thousands of miles away, with the possibility of landing on unprepared sites or hang in the air for a long time with a cargo during the construction works. In addition, they provide a significant increase in safety of the flight in their exploitation.

One of the most promising types of airships are aircraft with aerostatic support (hybrid airships) using two principles generate lift: aerodynamic and aerostatic. They can incorporate the best qualities of the airplane (speed), the airship (large capacity and range), and helicopter (the possibility of implementing a short or vertical takeoff and landing).

For the formation of aerodynamic lift of the aircraft needs a wing only. All other units of aircraft not involved in the creation of lift is desirable to place inside the wing. Therefore, for the further research we chose an aerodynamic scheme called "flying wing". This scheme is the most rational for using the force of the aerostatic lifting gas, which is located inside the wing.

To solve the problem in the research we used the method of calculation of the aerodynamic characteristics of aircraft in the parameters of similarity, which allows estimating the aerodynamic behavior of the wing-form in design with linear edges. It is necessary to determine the optimal layout of the wing and its aerodynamic performance in conditions of using more force of aerostatic lifting gas, concluded in the interior of the wing.

With an increase of the relative profile thickness from 8% to 30% the maximal aerodynamic efficiency will be reduced from 14 to 11 units. However, the loss of quality can be compensated to fill the inner cavity of the wing lifting gas. This makes an additional component of the aerostatic force. For example the model with the relative thickness profile of 30%, and aerostatic lift 171 kg is considering.

Thus we had made the analysis of changes in aerodynamic and aerostatic characteristics of the computational model of the first approximation of the aircraft with aerostatic support of the relative thickness profile. The expediency of using thick sections D-2 of the Central Aero-Hydrodynamic Institute for the aircraft scheme "flying wing" with aerostatic support was shown.

As the analysis of dependencies $K_{\Sigma} = f(\alpha)$ and the relative thickness of the wing profile = 30%, the maximum aerodynamic efficiency $K_{\Sigma \text{ max}}$ corresponds to 12 units. The same value of K_{max} wing without aerostatic support in the relative thickness of the wing profile amounts 20% (= 20%).

Keywords: aerostatic and aerodynamic lift; force relative thickness; profile airship.

UDC 629.1.054

Gordienko V. I., Golub A. G. BIAXIALLY GYROSTABILIZER OF SIGHT FOR A MICROELECTROMECHANICAL GYROSCOPES

The creation of gyrostabilizer's sight with high quality parameters are task -in-chief for the production of opto-electronic devices surveillance systems and fire control.

We describe the adjustment device and give the test results of biaxial gyrostabilizer's sight on gyroscopes carried by iMEMS tech-nology ADIS16136 from the company Analog Devices (USA), which are specifications compete with fiber optic gyroscopes.

Keywords: gyroscope adjustment device surveillance system.

UDC 531.383

Golovach S. COMPLEX THERMAL DRIFT COMPENSATION FOR THE MEASURING CHANNEL THREE AXES ACCELEROMETER CONSISTING OF STRAPDOWN INERTIAL NAVIGATION SYSTEM

Current methods for building algorithm of complex thermal drift compensation is purpose for the measuring channel three axes accelerometer consisting of Strapdown Inertial Navigation System. This method is founded on identification normalized approximation function with help of a priori grounds of accelerometers sensitive elements, which mounted on thermostat and signals from mounted on electronic bloc thermal sensor. This method make possible execution of accelerometer measuring channel thermal drift compensation without autonomous analog-to-digital encoders calibration.

Keywords: accelerometers, measuring channel, thermal drift, approximation.

UDC 629.735.33

Kryvohat'ko I. S., Suhov V. V. ANALYTIC DETERMINATION OF TANDEM-SCHEME AIRCRAFT AERODYNAMIC CHARACTERISTICS

In present article analytic method of downwash after wing, lift coefficient and pitching moment coefficient determination for tandem-scheme aircraft was upgraded. Mathematical model is based on Bio-Savart formula and avoid approximate calculus of indefinite integrals in contrast to classical theory. Instead of it new approach consists on numerical computing of definite integrals with high accuracy (error less than 10^{-5} was achieved). Method is appropriate for low Mach number and for any Reynolds number. Theoretical results calculated according to proposed method were compared with wind tunnel experiment data and showed good agreement.

Developed mathematical model allows optimization of tandem-scheme aircraft aerodynamic design with different objective function. In the next works method will be expanded on the lateral aerodynamic characteristics.

Keywords: aerodynamic characteristics; tandem-scheme; downwash; lift coefficient; pitching moment coefficient.

UDC 621.539.376

Zheldubovskiy A. V. , Serditov A. T. , Klyuchnikov Yu. V. , Moiseenko G. S. , Romanov B. S. **METHODS FOR EVALUATING THE RESIDUAL LIFE MATERIAL IN LONG STATISTICS LOADING**

Developm method of residual life assessment materials in catches long static loading. The essence of the method consists in determining the current values of three of damage that has been accumulated in the first period and the subsequent damage to the timing for destruction. The calculation is based on the hypothesis of the constancy of compressive deformation.

Keywords: damage; elastic deformation; creep; compressive deformation.

UDC 531/534 (075.8)

Ivanova O. M. , Ilchshina D. I. **EFFECT OF RAYLEIGH WAVES ON THE PROCESS OF IMPACT**

The thesis contains analysis of further development of the local theory of deformation of elastic bodies at their direct central collision. In particular, it determines dependence of dynamic interaction forces from local compression in the presence of effect of Rayleigh waves on the process of impact.

The thesis analyzes collision of two identical bodies of revolution. At the relatively small speeds of convergence of objects in the zone of their dynamic contact there arise Rayleigh waves of different frequencies.

Taking into consideration only the waves of the lowest frequency, since their effect is the maximum, duration of impact and coefficient of restitution are determined.

Keywords: waves of space; contact compression.

UDC 622.248

Levchuk K. G. **THE IMPACT OF HEAVY-WEIGHT DRILL PIPE ON THE SPECTRUM OF LONGITUDINAL OSCILLATIONS BORING TOOL**

When drilling holes in the operation breed destructive tool and drill string are destroyed as a result of elastic vibrations and static and external loads. Therefore, the actual problem is the study of the spectrum of natural vibrations of the drill string, depending on its layout (number of sections), the total length of the sections, the cross-section of drill pipe. The development of methods for determining the frequency range for each configuration of the drill string will predict the emergence of high-profile areas. The development of methods for determining the frequency range for each configuration of the drill string will predict the emergence of high-profile areas. The use of the boring tool for these unwanted frequencies, but in case of accidents (stuck drill string) vibration method should be adjusted exactly to the resonance frequency.

Keywords: the drill string; vibration; frequency; fluctuations; elastic deformation; resonance.

UDC 629.7.01

Daniluk D. M. , Virchenko G. A. **METHODS OF INTEGRATED COMPUTER-AIDED DESIGN OF STRUCTURAL ELEMENTS OF THE AIRCRAFT**

Previously applied methods of designing aircraft based on two-dimensional geometric models that made it impossible to take into account all the necessary design and technological features. It was a prerequisite for the development of an integrated methodology that includes design and computer simulation of three-dimensional parametric design of the aircraft as a

whole and its individual parts [2-5]. In this paper, the method of computer-aided design stringer at the master model geometry and space allocation wing aircraft.

In article approaches to integrated computer-aided design. These types of problems preliminary design and the method of calculation of typical aircraft structural elements for example longitudinal force element sets as stringer. Also, the algorithm constructs a fully stringer system aided design of integrated Siemens NX. What can shorten the design time and use it as a reference for the calculation and further change just values for other dimensions stringers.

Methods integrated design ensure the application of standard parametric analytical stringers in the calculation of aerodynamics and strength, life and vitality, weight of the aircraft and its alignment, safety of structures, as well as technological preparation of production and quality control, maintenance and repair.

Considered aided design techniques can be extended to other than the stringers typical elements airframe.

Keywords: stringer; integrated computer-aided design; three-dimensional model.

UDC 531.45

***Golovko N., Orlyanskiy O.* ALTERNATIVE APPROACHES TO THE INTRODUCTION OF ROLLING FRICTION COEFFICIENT**

The theoretical model that allows us to introduce dimensionless coefficient of friction for rolling balls and cylinder are considered. The dimensionless coefficients for some materials were calculated basing on reference data. The values of dimensionless coefficients are demonstrating that the proposed model can with sufficient reliability to describe the force of rolling friction.

Keywords: rolling friction.

UDC 629.735.3

***Alper Kara, Kryvokhatko Illia S., Sukhov Vitaliy V.* ESTIMATION OF THE DRIVEN WINGTIPS EFFICIENCY**

In modern aircraft such type of wingtips as winglets is quite widespread to increase maximal lift-drag ratio of aircraft. A study of winglets aerodynamic characteristics (wingtips) with different geometric parameters (chord, thickness, angle of incidence) was performed. Characteristics determination was performed with help of numerical methods for solving the Navier-Stokes equations. For the wing with aspect ratio equaled 10 the maximal lift-drag ratio changing is within the accuracy of measurement, if aspect ratio equals 8, the maximal lift-drag ratio gain is about 0.35 that allows significant saving of fuel. Moreover the maximal lift coefficient of wing with winglets is increasing that allows to reduce takeoff and landing speeds and therefore takeoff and landing runs. Comparison of wingtips with the chords of 0.5, 0.6 and 0.7 of the wing chord proves little difference in their aerodynamic characteristics. In the future generated computational model allows determining the effectiveness of wingtips as roll control surface.

Keywords: winglets, driven wingtips, lift-drag ratio, computational fluid dynamics.

UDC 533.6.04

***Rahmati A., Zinchenko D. M.* THE EXPECTED IMPROVEMENT IN PERFORMANCE OF AIRCRAFT WITH LOW ASPECT RATIO WING**

In the article the comparative analysis of possible performance characteristics LA with bearing surfaces of various types. In this paper, a comparison of the results of numerical

simulation and physical experiments for three different types of bearing surfaces: the direct and the disc-shaped wings, a ring bearing surface of the closed type and the results of the test tube model aircraft general purpose of the classical scheme (Aeroprakt A-20).

Keywords: aerial vehicle; aerodynamic characteristics; annular wing; panel-vortex method

UDC 529.3

**Trubachev S. I., Alekseychuk O. M. CALCULATION OF THE CYLINDRICAL
WALLED PERFORATED SHELLS**

The stress-strain state of thick-walled cylindrical perforated shell under internal pressure is considered. Defined the reduced stiffness of the shell by defining an equivalent thickness. A numerical calculation using solid (3D) and shell finite elements is done. Analyzed stress-strain state of circle perforating holes and the thickness of the wall. Compared the stress-strain state obtained on solid three-dimensional model with the results for a shell with equivalent stiffness. Were given advice on the definition of stress-strain state by using the equivalent stiffness considering stress concentration.

Keywords: equivalent stiffness, perforated shell, cylindrical shell, stress concentration.

UDC 533.6.04

**Ortamevzi G., Zinchenko D. M. RESEARCH AERODYNAMIC CHARACTERISTICS OF
THE HYBRID WING**

The article made aerodynamic analysis wing component which is a soft and rigid parts in different widths. In order to determine the optimum width of the soft part of the wing, as well as the evaluation of its effect is made in the wind tunnel experiment.

Keywords: aircraft carrier with a soft surface; aerodynamic characteristics; deformable wing; method of computing aerodynamics; aircraft; inflatable wing; soft wing; Wing hybrid; hang-glider

УДК 531.768

Черняк Н. Г., Рибак В. В., Палюшок В. А. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАДАННОЙ ТОЧНОСТИ КАЛИБРОВКИ ТРЕХОСНОГО БЛОКА НАВИГАЦИОННЫХ АКСЕЛЕРОМЕТРОВ НА ОДНООСНОМ ПОВОРОТНОМ СТЕНДЕ

Разработана математическая модель погрешностей идентификации коэффициентов метрологической модели блока акселерометров при его калибровке на одноосном поворотном стенде. Полученные выражения для определения требований к точностным характеристикам стендового оборудования, для выполнения на нем калибровки блока навигационных акселерометров с заданной точностью.

Ключевые слова: трехосный блок навигационных акселерометров; калибровка; математическая модель погрешностей; точностные требования к стендовому оборудованию.

УДК 681.5.015.8:519

Голинко И. М., Галицька И.Е. СИНТЕЗ ОПТИМАЛЬНОГО ЛИНЕЙНО-КВАДРАТИЧНОГО ЦИФРОВОГО РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО КОНДИЦИОНЕРА С ПАРОВЫМ УВЛАЖНИТЕЛЕМ

Для промышленных комплексов искусственного микроклимата (ПКИМ) предложена методика разработки комплексной математической модели промышленного кондиционера в пространстве состояний, что предполагает анализ структуры автоматической системы управления (АСУ) и разработку соответствующих алгоритмов управления. На основе разработанной методики получена комплексная модель для технологических схем промышленного кондиционера как единого многомерного объекта управления. Для предложенной методики используются динамические модели климатического оборудования в пространстве состояний. Для общей модели ПКИМ представлено матрицы, которые определяют комплексную модель промышленного кондиционера с паровым увлажнителем.

Разработан алгоритм синтеза многомерного линейно-квадратичного цифрового регулятора (ЛКЦР) для ПКИМ. Рассмотрена задача синтеза оптимального ЛКЦР и синтезирована матрица обратной связи ЛКЦР, которая по параметрам состояния объекта управления определяет траекторию вектора оптимального воздействия, который минимизирует квадратичный критерий. От классической процедуры синтеза ЛКЦР предложенный алгоритм отличается наличием логического выбора оборудования для осуществления оптимального управления. Такой подход позволяет переосмыслить синтез АСУ кондиционера на основе разграничения взаимного влияния регулирующих параметров.

Это позволяет перевести систему управления кондиционером на качественно новый уровень и обеспечивает эффективное использование энергоресурсов для систем искусственного микроклимата. Полученные расчетные формулы рекомендуется применять специалистам по автоматизации проектирования систем управления и оптимизации существующих.

Ключевые слова: промышленный кондиционер; автоматическая система управления; линейно-квадратичный цифровой регулятор; оптимизация; паровой увлажнитель.

УДК 681.2.084

Иванов С. В., Воловик Б. В., Слабухин И. С. ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ ВЗАИМОВЛИЯНИЯ ВИБРОПОДВЕСОВ ЛАЗЕРНЫХ ГИРОСКОПОВ В БЛОКЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ БИНС

В статье рассматривается разработка математической модели перемещений, происходящих в блоке чувствительных элементов БИНС вызванных взаимодействием виброподвесов трех лазерных гироскопов, а также проводится идентификация параметров данной модели. Проводится обоснование вида параметров на примере реально-существующей БИНС. Полученные результаты позволяют исследовать внутренние колебательные процессы в блоке чувствительных элементов и их влияние на точность всей системы, уменьшая при этом вычислительные затраты на моделирование.

Ключевые слова: лазерный гироскоп, блок чувствительных элементов, виброподвес, резонатор, моноблок, бесплатформенная инерциальная навигационная система, жесткость.

УДК 533.64

Лемко О. Л., Король И. В. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ И АЭРОСТАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА СХЕМЫ «ЛЕТАЮЩЕЕ КРЫЛО» С АЭРОСТАТИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКОЙ

За основу расчетных моделей было выбрано трапециевидное крыло. Изменение площади, удлинения и сужения крыла осуществлялось за счет центропланых вставок. Целью исследований является получение оптимальных аэродинамических и аэростатических характеристик ЛА путем использования сложных в плане трапециевидных крыльев с определенным сочетанием геометрических параметров.

Проведенный аэростатический расчет показал, значительное увеличение прироста как аэростатической силы у сложной в плане крыла по отношению с простым трапециевидным крыльям, так и увеличением доли самой аэростатической подъемной силы от общей.

Ключевые слова: аеростатична й аеродинамічна підйомна сила; центроплані вставки; дирижабль.

УДК 629.1.054

Гордиенко В. И., Голуб А. Г. ДВУХОСНЫЙ ГИРОСТАБИЛИЗАТОР ПОЛЯ ЗРЕНИЯ НА МИКРОЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ГИРОСКОПАХ

Создание гиросtabilизатора поля зрения с высокими качественными параметрами является основной задачей при производстве оптико-электронных приборов систем наблюдения и управления огнем.

В данной статье приводятся описание корректирующего устройства, конструкции и результаты испытаний двухосного гиросtabilизатора поля зрения на гироскопах выполненных по iMEMS технологии ADIS16136 от компании Analog Devices (США), которые по техническим характеристикам соперничают с волоконно-оптическими гироскопами.

Ключевые слова: гироскоп, гиросtabilизатор, корректирующее устройство.

УДК 531.38

Головач С. В. КОМПЛЕКСНАЯ АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ КОМПЕНСАЦИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ДРЕЙФА ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КАНАЛА ТРЕХОСНОГО АКСЕЛЕРОМЕТРА В СОСТАВЕ БИНС

Приведен метод комплексной алгоритмической компенсации температурного дрейфа измерительного канала трехосного акселерометра в составе БИНС. Этот метод основан на определении нормированных аппроксимирующих функций с помощью полученных априорных данных сигналов чувствительных элементов акселерометров, установленных в термостабилизированном объеме и температурного датчика, установленного в электронном блоке обработки аналоговых сигналов.

Ключевые слова: акселерометры, измерительный канал, температурный дрейф, аппроксимация.

УДК 629.735.33

Кривохатко И. С., Сухов В. В. АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА СХЕМЫ «ТАНДЕМ»

В работе уточнен аналитический метод определения скоса потока, аэродинамических коэффициентов подъемной силы и момента тангажа летательного аппарата схемы «тандем». Математическая модель основывается на формуле Био-Савара и избегает приближенного вычисления неопределенных интегралов согласно классической теории. Метод пригоден при низких числах Маха и произвольных числах Рейнольдса. Проведено сравнение результатов, полученных согласно данному методу, с экспериментальными данными; получено хорошее согласование теории с результатами испытаний в аэродинамической трубе. Созданная математическая модель позволяет в будущем оптимизировать аэродинамический облик летательного аппарата схемы «тандем» по различным критериям.

Ключевые слова: аэродинамические характеристики; схема «тандем»; скос потока; коэффициент подъемной силы; коэффициент момента тангажа.

УДК 621.539.376

Желдубовский А. В., Сердитов А. Т., Ключников Ю. В., Моисеенко Г. С., Романов Б. С. СПОСОБ ОЦЕНКИ ОСТАТОЧНОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ МАТЕРИАЛА ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ СТАТИСТИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИИ

Разработана способ остаточного ресурса оценки материалов в условиях длительного статического нагружения. Суть способ состоит в определении трех текущих значений ущерба, который был накоплен в первом периоде повреждения и последующего расчета времени на разрушение. Расчет основан на гипотезе о постоянстве удельной работы деформации.

Ключевые слова: повреждение; упругая деформация; ползучесть; удельная работа деформации.

УДК 531/534 (075.8)

Иванова О. М., Ильчишина Д. И. ВЛИЯНИЕ ВОЛН РЕЛЕЯ НА ПРОЦЕСС УДАРА

Исследована зависимость силы динамического взаимодействия от контактного сжатия при прямом центральном соударении упругих тел. Получены аналитические выражения силы динамического взаимодействия и контактного сжатия при наличии влияния поверхностных волн.

Определены значения продолжительности удара и коэффициента восстановления для рассмотренного случая.

Ключевые слова: волны Релея; удар.

УДК 622.248

Левчук К. Г. ВЛИЯНИЕ УТЯЖЕЛЕННЫХ БУРИЛЬНЫХ ТРУБ НА СПЕКТР ПРОДОЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ БУРИЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА

При бурении скважин в процессе эксплуатации породоразрушающий инструмент и бурильная колонна разрушаются вследствие упругих вибраций, а также статических и внешних нагрузок. Поэтому актуальной является проблема исследования спектра собственных колебаний бурильной колонны в зависимости от её компоновки (количества секций), общей длины секций, площади поперечного сечения бурильных труб. Разработка методики определения частотного диапазона для каждой комплектации бурильной колонны позволит прогнозировать возникновение резонансных зон. Применение бурильного инструмента на этих частотах нежелательно, вместе с тем в случае аварий (прихватов бурильной колонны) при помощи вибраторов следует настраиваться на резонансные частоты.

Ключевые слова: бурильная колонна; вибрация; частота; колебания; упругие деформации; резонанс.

УДК 629.7.01

Данилюк Д. М., Вірченко Г. А. МЕТОДИКА ИНТЕГРИРОВАННОГО АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ САМОЛЕТА

В статье рассмотрены подходы к интегрированному автоматизированному проектированию. Освещены проблемы предварительного проектирования и предложены методики расчета типовых элементов конструкции самолета на примере элемента продольного силового набора, как стрингер. Также полностью представлен алгоритм построения стрингера в системе интегрированного автоматизированного проектирования Siemens NX. Что позволяет сократить время на проектирование и использовать его в качестве эталона для расчета и последующего изменения просто значений для получения другой размерности стрингеров.

Ключевые слова: стрингер; интегрированное автоматизированное проектирование; трехмерная модель.

УДК 531.45

Головко М. Г., Орлянський О. Ю. АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ПОДХОДЫ К ВВЕДЕНИЮ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ КАЧЕНИЯ

Рассмотрены теоретические модели, которые позволяют ввести безразмерный коэффициент трения качения для шара и цилиндра. На основе справочных данных рассчитаны безразмерные коэффициенты для некоторых материалов. Полученные значения безразмерных коэффициентов свидетельствуют, что предложенные модели могут с достаточной степенью достоверности описывать силу трения качения.

Ключевые слова: трение качения.

УДК 629.735.3

Кара А., Кривоухатко И. С., Сухов В. В. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЯЕМОЙ КОНЦЕВОЙ АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ КРЫЛА

В работе исследовано влияние геометрических параметров концевой аэродинамической поверхности (винглета, законцовки крыла) на аэродинамические характеристики крыла (коэффициент подъемной силы, аэродинамическое качество). Для расчета использованы численные методы в программном пакете Ansys. Определены характерные размеры законцовки, позволяющие повысить максимальное

аэродинамическое качество крыла (для крыла с удлинением 8, прирост составил ~0,35 единицы). Далее планируется исследовать аэродинамические характеристики данной оптимизированной законцовки как органа управления по крену.

Ключевые слова: винглет, управляемые концевые аэродинамические поверхности, аэродинамическое качество, численные методы аэродинамики.

УДК 533.6.04

Рахмати А., Зинченко Д. Н. ОЖИДАЕМОЕ УЛУЧШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ С ВЫСОКОНЕСУЩИМ КРЫЛОМ МАЛОГО УДЛИНЕНИЯ

В статье выполнен сравнительный анализ возможных летно-технических характеристик ЛА с несущими поверхностями различных типов. В нашей работе представлено сравнение результатов численного моделирования и физического эксперимента для трех различных типов несущих поверхностей: прямого и дискообразного крыльев, кольцевой несущей поверхности замкнутого типа а также результатов трубных испытаний модели самолета общего назначения классической схемы (Аэропракт А-20).

Ключевые слова: летательный аппарат; аэродинамические характеристики; кольцевое крыло; панельно-вихревой метод.

УДК 529.3

Трубачев С. И., Алексейчук О. М. РОЗРАХУНОК ЦИЛІНДРИЧНИХ ТОВСТОСТІННИХ ОБОЛОНОК З ОТВОРАМИ

Рассмотрено напряженно-деформированное состояние цилиндрической толстостенной перфорированной оболочки под действием внутреннего давления. Определена приведенная жесткость этой оболочки посредством определения эквивалентной толщины стенок. Проведен численный расчет с применением конечных элементов. Было проведено сравнение результатов НДС полученных на твердотельной трехмерной модели с результатами, полученными для оболочки с приведенной жесткостью. Были приведены рекомендации об определении НДС с использованием параметра приведенной жесткости с учетом концентрации напряжений.

Ключевые слова: приведенная жесткость, перфорированная оболочка.

УДК 533.6.04

Ортамевази Г., Зинченко Д. Н. ИССЛЕДОВАНИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГИБРИДНОГО КРЫЛА

В статье выполнен аэродинамический анализ крыльев, составляющей которых является мягкая и жесткая части в различных ширинах. С целью определения оптимальной ширины мягкой части крыла, а также оценки его эффекта, выполнен эксперимент в аэродинамической трубе.

Ключевые слова: самолет с мягкой несущей поверхностью; аэродинамические характеристики; деформируемое крыло; метод вычислительной аэродинамики; летательный аппарат; надувное крыло; мягкое крыло; крыло гибрид; дельтаплан.