

УДК 629.735

Андреев А.В. Моделирование упругих и прочностных свойств композитов, армированных плетеными рукавами / А.В. Андреев, Я.С. Карпов // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 4 (64). – Х., 2010. – С. 7–10.

Проведен анализ возможных подходов к моделированию физико-механических характеристик композитов, армированных плетеными рукавами. На основе этого выявлены факторы, которые не позволяют применить существующие теоретические модели слоистых сред. Предложена и обоснована универсальная математическая формула для прогнозирования упругих и прочностных свойств композитов на основе рукавов, для практической реализации которой достаточно провести испытания образцов материала с тремя различными углами между жгутами.

Ключевые слова: плетеный рукав, композиционный материал, угол армирования, физико-механические характеристики.

Библиогр.: 6 назв.

Виконано аналіз можливих підходів до моделювання фізико-механічних характеристик композитів, армованих плетеними рукавами. На основі цього було виявлено фактори, які не дозволяють застосувати існуючі теоретичні моделі шаруватих середовищ. Запропоновано і обґрунтовано універсальну математичну формулу для прогнозування пружних властивостей і властивостей міцності композитів на основі рукавів, для практичної реалізації якої достатньо здійснити випробування зразків матеріалу з трьома різними кутами між джгутами.

Бібліогр.: 6 назв

Analysis of possible approaches for modeling of physical-mechanical properties of composites reinforced with braided sleeves was made. The factors that don't not permit to apply existent theoretical models of laminate body were determined. Universal mathematical formula for prediction of elastic and strength properties or composites based on sleeves basis was offered and grounded. It is suffice to carry out a testing of material specimens with three different angles between tows For practical realization.

Bibliogr.: 6 sources

УДК 629.7.023

Кондратьев А.В. Проектирование головных обтекателей ракет-носителей из полимерных композиционных материалов при одновременном тепловом и силовом воздействиях / А.В. Кондратьев // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 4 (64). – Х., 2010. – С. 11–22.

Рассмотрены некоторые аспекты предложенной ранее концепции оптимизации основных параметров ответственных конструкций авиа-

космической техники из полимерных композиционных материалов применительно к проектированию головных обтекателей ракет-носителей. Для сэндвичевой конструктивно-силовой схемы предложен многоэтапный алгоритм минимизации массы при одновременном тепловом и силовом воздействиях, позволяющий определить рациональное соотношение толщины теплозащиты, наружной и внутренней несущих обшивок, высоты сотового заполнителя и параметров его ячейки в каждом из отсеков.

Ключевые слова: концепция, оптимизация, композит, теплозащита, тепловое и силовое воздействие, головной обтекатель.

Ил. 3. Библиогр.: 29 назв.

Розглянуто деякі аспекти запропонованої раніше концепції оптимізації основних параметрів відповідальних конструкцій авіакосмічної техніки з полімерних композиційних матеріалів стосовно проектування головних обтічників ракет-носіїв. Для сендвічевої конструктивно-силової схеми запропоновано багатоетапний алгоритм мінімізації маси при одночасному тепловому і силовому навантаженнях, що дозволяє визначити раціональне співвідношення товщини теплозахисту, зовнішньої і внутрішньої несучих обшивок, висоти стільникового заповнювача та параметрів його чарунки в кожному з відсіків.

Ключові слова: концепція, оптимізація, композит, теплозахист, теплове та силове навантаження, головний обтічник.

Іл. 3. Бібліогр.: 29 назв

The article discusses some aspects of the previously proposed concept of optimizing the main parameters responsible of aerospace engineering polymeric composite materials for the design of head-fairing of launch vehicles. proposed multistage algorithm of mass minimizing at thermal and force action is suggested for sandwich load-carrying scheme. This algorithm allows to determine rational ratio between thicknesses of thermal insulation, external and internal load-bearing skins, honeycomb core height and the parameters of its cells in each compartment.

Fig. 3. Bibliogr.: 29 sources

УДК 629.735.33.023.44.002.3

Литвинова Т.А. Проектирование стрингеров из композиционных материалов / Т.А. Литвинова // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 4 (64). – Х., 2010. – С. 23–29.

Разработаны рекомендации по проектированию стрингеров из композиционных материалов. Представлены формулы для расчета геометрических параметров подкрепляющих ребер. Рассмотрена возможность управления шириной зоны соединения стрингера с обшивкой. Показана эффективность применения профилей со сложным контуром, которые являются выгодными с позиций повышения критических усилий местной

формы потери устойчивости и обеспечения общей устойчивости панели. Предложенные мероприятия по проектированию стрингеров позволяют снизить массу конструкции, повысить ее жесткость и устойчивость, но при этом стоимость изготовления увеличивается (при повышении эффективности стрингера), следовательно, необходимо найти компромисс, проанализировав все аспекты.

Ключевые слова: композиционный материал, стрингер, форма поперечного сечения.

Ил. 10. Библиогр.: 6 назв.

Розроблено рекомендації щодо проектування стрингерів з композиційних матеріалів. Подано формули для розрахунку геометричних параметрів підкріплюючих ребер. Розглянуто можливість керування шириною з'єднання стрингера з обшивкою. Показано ефективність застосування профілей зі складним контуром, які є вигідними з позицій підвищення критичних зусиль місцевої форми втрати стійкості та забезпечення загальної стійкості панелі. Запропоновані заходи щодо проектування стрингерів дозволяють знизити масу конструкції, підвищити її жорсткість і стійкість, але при цьому вартість виготовлення збільшується (при підвищенні ефективності стрингера), отже, необхідно знайти компроміс, проаналізувавши всі аспекти.

Ил. 10. Библиогр.: 6 назв

The recommendations on the design of stringers made of composite materials are worked out. Formulas for calculating geometrical parameters of the reinforcing ribs are shown. The possibility of controlling width of stringer-skin bonding zone is considered. The efficiency of sections with combined contour is proved. These sections are profitable from the standpoint of improving the critical efforts of local buckling and to ensure the overall stability of the panel. Activities proposed for the design of stringers can reduce structural mass, to increase its rigidity and stability, but the manufacturing cost increases (with increasing the effectiveness of the stringer), hence one need to find a compromise, after analyzing all aspects.

Fig. 10. Bibliogr.: 6 sources

УДК 629.7.002: 621.375.826

Костенко А.И. Многоуровневый алгоритм оптимизации режимов лазерного раскроя заготовок силовых панелей планера самолета в серийном производстве / А.И. Костенко // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 4 (64). – Х., 2010. – С. 30–42.

Описан предложенный автором трехуровневый алгоритм оптимизации режимов лазерного раскроя заготовок силовых панелей из алюминиевых сплавов планера самолета в серийном производстве по критерию их максимальной долговечности.

Алгоритм основан на реализации экспериментально-

теоретического метода прогнозирования снижения долговечности образцов материалов в зависимости от изменения их свойств в зоне термического влияния лазерного реза, связанных с параметрами режимов данного технологического процесса их математическими моделями в виде регрессионных зависимостей второго порядка.

Реализация многоуровневого алгоритма для серийного производства позволяет определять близкие к оптимальным параметры режима лазерного раскроя для различных типов материалов, зон термического влияния лазерного реза.

Ключевые слова: многоуровневый алгоритм, оптимизация, силовые панели планера самолета, лазерный раскрой, долговечность.

Ил. 1. Библиогр.: 3 назв.

Описано запропонований автором трирівневий алгоритм оптимізації режимів лазерного розкрою заготовок силових панелей з алюмінієвих сплавів планера літака в серійному виробництві за критерієм їхньої максимальної довговічності.

Алгоритм базується на реалізації експериментально-теоретичного методу прогнозування зниження довговічності зразків матеріалів залежно від зміни їх властивостей в зоні термічного впливу лазерного розрізу, пов'язаних з параметрами режимів даного технологічного процесу їх математичними моделями у вигляді регресійної залежності другого порядку.

Реалізація багаторівневого алгоритму для серійного виробництва дозволяє визначати близькі до оптимальних параметри режиму лазерного розкрою для різних типів матеріалів, зон термічного впливу лазерного розрізу.

Ключові слова: багаторівневий алгоритм, оптимізація, силові панелі планера літака, лазерний розкрій, довговічність.

Іл. 1. Бібліогр.: 3 назви

The three-level optimization algorithm of laser cutting out modes of load-bearing aircraft panels made of aluminium alloys for mass production on the criterion of their maximal life-time is described.

The algorithm is based on realization of experimentally-theoretical method of forecasting life-time decreasing of standards specimens depending on the change of their properties in the thermal affected of laser cut zone, Material properties are related to parameters of above-mentioned manufacturing process by their mathematical models as regressive dependences the second order.

Realization of multilevel algorithm for a mass production allows to determine near to optimum parameters of the mode of the laser cutting out for the different types of materials, thermal affected of laser cut zones.

Fig. 1. Bibliogr.: 3 sources

УДК 539.3

Угримов С.В. Обобщенная теория слоистых ортотропных пластин / С.В. Угримов, А.Н. Шупиков // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 4 (64). – Х., 2010. – С. 43–51.

Предложена двумерная обобщенная теория слоистых ортотропных пластин. В основе двумерной теории лежит разложение компонент вектора перемещений каждого слоя в степенные ряды по поперечной координате. Возможности предложенной теории и достоверность полученных результатов иллюстрируются на ряде численных примеров. Результаты расчета сопоставляются с данными, полученными по трехмерной и классической теориям. Обсуждаются вопросы применимости двумерных аппроксимаций, построенных на основе метода степенных рядов, для расчета перемещений, плоскостных и поперечных напряжений в многослойных пластинах при статическом нагружении.

Ключевые слова: слоистая пластина, ортотропная пластина, обобщенная теория, степенные ряды, статика.

Ил. 5. Библиогр.: 13 назв.

Запропоновано двовимірну узагальнену теорію шаруватих ортотропних пластин. В основі двовимірної теорії лежить розкладання компонент вектора переміщень кожного шару в степеневі ряди по поперечній координаті. Можливості запропонованої теорії та достовірність отриманих результатів ілюструються на ряді числових прикладів. Результати розрахунку зіставляються з даними, отриманими за тривимірною і класичною теоріями. Обговорюються питання застосовності двовимірних апроксимацій, побудованих на основі методу степеневих рядів, для розрахунку переміщень, площинних і поперечних напружень у багатошарових пластинах при статичному навантаженні.

Іл. 5. Бібліогр.: 13 назв

Generalized 2D-theory of laminated orthotropic plates is presented in this paper. This theory is based on expanding the displacement vector components of each layer into power series by the transverse coordinate. Possibilities of the proposed theory and validity of obtained results are illustrated by numerical. Calculation results are compared with data obtained from the classical theory and the three-dimensional elasticity theory. The issues of applicability of two-dimensional approximations built on the basis of the power series method are considered with respect to calculation of displacements, in-plane and transverse stresses in multilayer plates under static loading.

Fig. 5. Bibliogr.: 13 sources

УДК 629.735.035

Киреев И.Ю. Методика определения структурны композитного несущего слоя трапециевидного крыла малого удлинения беспилотного летательного аппарата, изготовленного намоткой / И.Ю. Киреев // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 4 (64). – Х., 2010. – С. 52–58.

Изложена методика определения основных параметров несущего слоя композитного трапециевидного крыла малого удлинения, получаемого методом непрерывной намотки, к которым относятся количество зон, относительные размеры зон намотки; количество слоев в зонах; углы армирования в слое. Методика состоит из этапов задания параметров основной зоны технологической поверхности, определения количества траекторий укладки АМ, построения сети укладки на технологической поверхности, анализа полученной сети укладки и определения структурных параметров несущего слоя.

Ключевые слова: трапециевидное крыло малого удлинения, технологическая поверхность, армирующий материал, траектория намотки, сеть укладки.

Ил. 2. Табл. 6. Библиогр.: 5 назв.

Викладено методику визначення основних параметрів несучого шару композитного трапецієподібного крила малого подовження, одержуваного методом безперервного намотування, до яких належать кількість зон, відносні розміри зон намотування; кількість шарів у зонах; кути армування в шарі. Методика складається з етапів завдання параметрів основної зони технологічної поверхні, визначення кількості траєкторій укладання АМ, побудови мережі укладання на технологічній поверхні, аналізу отриманої мережі укладання та визначення структурних параметрів несучих шарів.

Іл. 2. Табл. 6. Бібліогр.: 5 назв

The technique for determination such basic parameters of the load-carrying layer of composite trapezoidal wing of small aspect ratio, obtained by continuous winding as the number of zones, the relative size of zones of winding, number of layers in the zones, the angles of reinforcement in the layer. The technique consists of the stages of setting parameters of the main area of technological surface, determination the number of reinforcement trajectories, developing the laying-up grid on technological surface, analyzing the resulting laying-up grid and determination structural parameters of the load-carrying layers.

Fig. 2. Tables 6. Bibliogr.: 2 sources

УДК 539.3

Гагауз Ф.М. Моделирование физико-механических характеристик композиционных материалов / Ф.М. Гагауз, П.М. Гагауз // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 4 (64). – Х., 2010. – С. 59–64.

Предложена методика определения физико-механических характеристик композитов методом конечных элементов. Описаны предположения и гипотезы, принимаемые при моделировании элементарной ячейки композита. Рассмотрен пример численного эксперимента по определению эффективных упругих и прочностных свойств элементарной ячейки композита на основе углеткани полотняного плетения. Приведен сравнительный анализ результатов теоретических и экспериментальных исследований деформативных свойств тканого композита. Даны практические рекомендации по выбору граничных условий при моделировании физико-механических характеристик композитов методом конечных элементов.

Ключевые слова: композиционный материал (КМ), элементарная ячейка, физико-механические характеристики, критерий прочности.

Ил. 4. Табл. 3. Библиогр.: 3 назв.

Запропоновано методику визначення фізико-механічних характеристик композитів методом скінченних елементів. Описано припущення і гіпотези, що приймаються при моделюванні елементарного осередку композита. Розглянуто приклад числового експерименту з визначення ефективних пружних і міцнісних властивостей елементарного осередку композита на основі вуглеткані полотняного плетіння. Виконано порівняльний аналіз результатів теоретичних і експериментальних досліджень деформативних властивостей тканого композита. Наведено практичні рекомендації щодо вибору граничних умов при моделюванні фізико-механічних характеристик композитів методом скінченних елементів.

Іл. 4. Табл. 3. Бібліогр.: 3 назви

The Finite-Element Analysis technique for prediction of physical-mechanical properties for composites is proposed. Assumptions and hypotheses accepted at modeling of the unit cell of the composite are described. The example of numerical definition of the effective elastic and strength properties for unit cell of the composite made of carbon plain weave fabric is presented. The comparative analysis of the results of theoretical and experimental researching of deformable properties of the woven composite is carried out. Practical recommendations for choice of boundary conditions for modeling of physical-mechanical characteristics of composites by finite elements analysis are given.

Fig. 4. Tables 3. Bibliogr.: 3 sources

УДК 629.78

Хорольский П.Г. Эффективность космических тральщиков при двух способах выведения на орбиту устройств для улавливания космического мусора / П.Г. Хорольский, Л.Г. Дубовик // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 4 (64). – Х., 2010. – С. 65–69.

Представлены результаты расчетов характеристик космических тральщиков (КТ) и устройств для улавливания космического мусора (УУ). Для ракет-носителей «Титан-405А», «Протон-М» и «Space Shuttle» проведено сравнение двух вариантов маневра выведения УУ: в составе КТ и автономно. Для сравнения рассмотрены параметры: число циклов движения КТ (спуск с высокой орбиты на низкую и подъем с низкой орбиты на высокую), суммарное время работы КТ и площадь поверхности УУ, умноженная на число циклов очистки. Форма улавливающего устройства – сферическая.

Ил. 6. Библиогр.: 2 назв.

Ключевые слова: космический мусор, космический тральщик, устройство для улавливания космического мусора, ракета-носитель.

Наведено результати розрахунків характеристик космічних тральщиків (КТ) і пристроїв для уловлювання космічного сміття (УП). Для ракет-носіїв «Титан-405А», «Протон-М» і «Space Shuttle» виконано порівняння двох варіантів маневру виведення УП: у складі КТ і автономно. Для порівняння розглянуто параметри: кількість циклів руху КТ (спуск з високої орбіти на низьку і підйом з низької орбіти на високу), сумарний час роботи КТ і площа поверхні УП, помножена на кількість циклів очищення. Форма уловлювального пристрою – сферична.

Іл. 6. Бібліогр.: 2 назви

Results of calculations of the characteristics of space trawlers (ST) and space debris catching devices (SD) are presented. For launch vehicles «Titan-405», «Proton-M» and «Space Shuttle» comparison of two variants maneuver of SD launching is executed: if ST is included and independently. Parameters for comparison are considered the number of motion cycles ST (descent from high orbit to lower one and lifting from a lower orbit to high one), total operating time of ST and the area of SD surface, which multiplied by number of cycles of clearing. The shape of the catching device is spherical.

Fig. 6. Bibliogr.: 2 sources

УДК 539.3

Гребенюк С.Н. Матрица жесткости конечного элемента для тканого композиционного материала / С.Н. Гребенюк, О.П. Мелашенко // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 4 (64). – Х., 2010. – С. 70–82.

Предложены основные соотношения пространственного конечного элемента для тканого композиционного материала на основе моментной схемы, которая заключается в двойной аппроксимации компонент вектора перемещений и компонент тензора деформаций. Выведенные соотношения были реализованы в виде пакета программ, с помощью которого определено напряженно-деформированное состояние образца из тканого композита. На основе критериев Мизеса – Хилла, Хоффмана и Цая – Ву была определена величина критической нагрузки. Проведен анализ полученных результатов и сравнение их с экспериментальными данными.

Ключевые слова: тканые композиты, метод конечных элементов, критерии прочности

Ил. 1. Табл. 3. Библиогр.: 22 назв.

Запропоновано основні співвідношення просторового скінченного елемента для тканого композиційного матеріалу на основі моментної схеми, яка полягає у подвійній апроксимації компонент вектора переміщень і компонент тензора деформацій. Виведено співвідношення були реалізовані у вигляді пакету програм, за допомогою якого визначено напружено-деформований стан зразка з тканого композита. На основі критеріїв Мізеса – Хілла, Хоффмана та Цая – Ву було визначено величину критичного навантаження. Виконано аналіз отриманих результатів і порівняння їх з експериментальними даними.

Іл. 1. Табл. 3. Бібліогр.: 22 назви

The basic relationships of spatial finite element for the woven composite material based on the moment scheme are suggested. The scheme is developed on double approximation of displacement component vector and strain component vector. The relations have been implemented as software packages through which the stress – strain state of a sample of woven composite was defined. Critical load was determined by criteria of Mises – Hill, Hoffman and Tsai – Wu. Analysis of the above-mentioned results and their comparison with experimental data was done.

Fig.1. Tabl. 3. Bibliogr.: 22 sources

УДК 539.3 : 624.04.2 : 629.7.023.4

Рябченко В.М. Интерпретация дискретной модели тонкостенной несущей конструкции, увязанная с оптимизационным процессом / В.М. Рябченко // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 4 (64). – Х., 2010. – С. 83–91.

Предложена интерпретация сдвигово-клеточно-стержневых крупноэлементных дискретных моделей (КЭДМ) тонкостенных несущих конструкций (ТСНК). Предполагается, что ТСНК и её модель идентичным образом расчленены на подструктуры. Граничные усилия подструктур ТСНК представляются в виде полуопределённых усечённых рядов специального вида. Координатные функции назначаются так, чтобы при

наивысших уровнях расчётных схем у ТСНК и КЭДМ уравнения равновесия их подструктур совпадали. Подход распространён на упрощённые расчётные схемы ТСНК и КЭДМ. Интерпретация органически связана с построением оптимизационных процессов.

Ключевые слова: сдвигово-клеточно-стержневая дискретная модель, тонкостенная несущая конструкция, оптимизация.

Ил. 2. Библиогр.: 9 назв.

Запропоновано інтерпретацію зсувно-клітко-стрижневих велико-елементних дискретних моделей (ВЕДМ) тонкостінних несучих конструкцій (ТСНК). Припускається, що ТСНК та її модель ідентичним чином розчленовані на підструктури. Граничні зусилля підструктур ТСНК подаються у вигляді напіввизначених усічених рядів спеціального виду. Координатні функції призначаються так, щоб при найвищих рівнях розрахункових схем у ТСНК і ВЕДМ рівняння рівноваги їх підструктур збігалися. Підхід розповсюджено на спрощені розрахункові схеми ТСНК і ВЕДМ. Інтерпретація органічно пов'язана з побудовою оптимізаційних процесів.

Іл. 2. Бібліогр.: 9 назв

Interpretation shear-cell-rod the large-element discrete models (LEDМ) of the thin-wall load-bearing structures (TWLS) it is proposed. It is supposed, that TWLS and its model are dismembered on the large elements by identical mode. The TWLS large elements boundary efforts are represented in form of the special kind semi-definite truncated rows. The coordinate functions are set in such way, that the equilibrium equations of TWLS and LEDМ large elements are coinciding, if both objects have the highest levels of the rated schemes. The approach to the problem is spread on the simpler TWLS and LEDМ rated schemes. The interpretation is organic connected with a construction of the optimization processes.

Fig. 2. Bibliogr.: 9 sources

УДК 539.3

Николаев А.Г. Математический аппарат и приложения обобщенного метода Фурье для трансверсально-изотропного параболоида со сфероидальной полостью / А.Г. Николаев, Ю.А. Щербакова // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 4 (64). – Х., 2010. – С. 92–97.

Аппарат обобщенного метода Фурье развит на пространственные краевые задачи теории упругости для трансверсально-изотропных многосвязных тел, ограниченных поверхностями сфероида и параболоида вращения. Предлагаемый в работе аналитический подход позволяет расширить возможности исследования элементов конструкций и материалов с усложненной структурой, математические модели которых формулируются в рамках совместного использования нескольких коор-

динатных систем. Метод иллюстрируется на примере решения осесимметричной задачи для трансверсально-изотропного параболоида со сфероидальной полостью.

Ключевые слова: обобщенный метод Фурье, трансверсально-изотропные многосвязные тела, краевая задача, теорема сложения, базисные решения.

Ил. 2. Библиогр.: 11 назв.

Апарат узагальненого методу Фур'є розвинено на просторіві крайові задачі теорії пружності для трансверсально-ізоотропних багатозв'язних тіл, які обмежені поверхнями сфероїда та параболоїда обертання. Запропонований в роботі аналітичний підхід дозволяє розширити можливості дослідження елементів конструкцій і матеріалів з ускладненою структурою, математичні моделі яких формулюються в рамках спільного використання кількох координатних систем. Метод проілюстровано на прикладі розв'язання вісесиметричної задачі для трансверсально-ізоотропного параболоїда зі сфероїдальною порожниною.

Іл. 2. Бібліогр. 11 назв

The apparatus of the generalized Fourier's method is developed on three dimensional boundary problems of the theory of elasticity for transversally isotropic multiply connected solids with spheroidal and paraboloidal surfaces. The analytical approach offered in the article allows to extend possibilities of research of structural elements and materials with the complicated structure. The method is illustrated by the example of the solution an axially symmetric problem for transversally isotropic paraboloid with spheroidal cavity.

Fig. 2. Bibliogr. 11 sources

УДК 621.7.044

Мельничук А.П. Определение напряженно-деформированного состояния тонкостенных осесимметричных оболочек при импульсном нагружении с использованием систем аналитических вычислений / А.П. Мельничук // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 4 (64). – Х., 2010. – С. 98–111.

Рассмотрено построение конечно-разностной математической модели определения НДС тонкостенных осесимметричных оболочек при динамическом формообразовании на примере внешней оболочки сферического наконечника АНУ.7400.001.011. Построение математической модели базируется на положениях теорий тонких оболочек и пластического течения в динамической постановке, ее разработка осуществлена по схеме: обоснование теоретической модели, преобразование аналитических зависимостей в конечно-разностные, построение алгоритма решения, программирование, вычисление. Расчет параметров НДС оболочек выполнен с использованием системы аналитических вычислений MAPLE. Разработанная модель показала свою работоспособность.

Ключевые слова: напряженно-деформированное состояние, тонкостенная оболочка, импульсное нагружение, математическая модель.

Ил. 6. Библиогр.: 7 назв.

Розглянуто побудову скінченно-різницевої математичної моделі визначення НДС тонкостінних вісесиметричних оболонок при динамічному формоутворенні на прикладі зовнішньої оболонки сферичного наконечника АНУ.7400.001.011. Побудова математичної моделі базується на положеннях теорій тонких оболонок і пластичної течії в динамічній постановці, її розробку здійснено за схемою: обґрунтування теоретичної моделі, перетворення аналітичних залежностей в скінченно-різницеві, побудова алгоритму рішення, програмування, обчислення. Розрахунок параметрів НДС оболонок виконано з використанням системи аналітичних обчислень MAPLE. Розроблена модель показала свою працездатність.

Іл. 6. Бібліогр.: 7 назв

The article considers the aspects of finite difference model development for determination stress-strain state of thin-walled axisymmetric shells during the dynamic forming. The forming of the external shell of the spherical tip ANU.7400.001.011 was analyzed as an example process. The mathematical model is based on dynamic theories of thin shells and plastic flow. The sequence of development of the model is: theoretical model justification, transformation the analytical laws into finite-difference laws, development of solution algorithm, programming and calculation. The calculations of stress-strain state were performed by use of MAPLE system. The model which was developed showed a good functionality.

Fig. 6. Bibliogr.: 7 sources

УДК 517

Рвачева Т.В. Одна квадратурная формула на основе обобщенного ряда Тейлора / Т.В. Рвачева // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 4 (64). – Х., 2010. – С. 112–115.

Получена квадратурная формула для приближенного вычисления интегралов от дифференцируемых функций. Формула построена на основе обобщенного ряда Тейлора для некоторых неквазианалитических классов бесконечно дифференцируемых функций; в ней используются значения подинтегральной функции и ее производных до третьего порядка включительно. Полученную квадратурную формулу удобно применять в тех случаях, когда найти производные подинтегральной функции в точке по ее известному значению в этой точке проще, чем вычислить значение функции в новой точке, например, в случае, когда подинтегральная функция задана неявно.

Ключевые слова: квадратурная формула, обобщенный ряд Тейлора, базисные функции обобщенного ряда Тейлора.

Табл. 1. Библиогр.: 3 назв.

Одержано квадратурну формулу для наближеного обчислення інтегралів від диференційованих функцій. Формулу побудовано на основі узагальненого ряду Тейлора для деяких неквазіаналітичних класів нескінченно диференційованих функцій; у ній використовуються значення підінтегральної функції і її похідних до третього порядку включно. Одержану квадратурну формулу зручно використовувати у тих випадках, коли знайти похідні підінтегральної функції в точці за її відомим значенням у цій точці простіше, ніж обчислити значення цієї функції у новій точці, наприклад, у випадку, коли підінтегральну функцію подано неявно.

Табл. 1. Бібліогр.: 3 назви

The quadrature formula for the approximate evaluating integrals of the differentiable functions is obtained. The formula is based on the generalized Taylor series for the functions from some non quasi analytic classes and includes the values of the integrand and its derivatives up to the third order. The obtained formula is convenient to use in cases when it's easier to find the derivatives of the integrand at a given point knowing its value at this point than to evaluate the value of this function at a new point; for example when the integrand is an implicit function.

Table 1. Bibliog.: 3 sources

УДК 533.69.01

Каленюк И.А. Численное моделирование аэродинамических характеристик сверхкритического профиля MBV A-3 / И.А. Каленюк // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 4 (64). – Х., 2010. – С. 116–125.

Рассмотрено обтекание сверхкритического профиля MBV A-3 в трансзвуковом диапазоне скоростей. Проведен пересчет экспериментальных данных, полученных при продувке сверхкритического профиля в аэродинамической трубе, с учетом влияния перфорации стенок. Произведен численный расчет профиля в CFD-пакете STAR-CCM+ с использованием различных моделей турбулентности. По результатам сравнения основных аэродинамических зависимостей, полученных путем численного моделирования, с экспериментальными данными были выбраны наиболее адекватные модели турбулентности.

Ключевые слова: сверхкритический профиль, модель турбулентности, число Маха, коэффициент подъемной силы, коэффициент лобового сопротивления, коэффициент продольного момента.

Ил. 3. Табл. 10. Библиогр.: 9 назв.

Розглянуто обтікання надкритичного профілю MBV A-3 у трансзвуковому діапазоні швидкостей. Виконано перерахунок експериментальних даних, отриманих при продувці надкритичного профілю у аеродинамічній трубі, з урахуванням впливу перфорації стінок. Здійснено числовий роз-

рахунок профілю у CFD-пакеті STAR-CCM+ з використанням різних моделей турбулентності. За результатами порівняння основних аеродинамічних залежностей, отриманих шляхом числового моделювання, з експериментальними даними було вибрано найбільш адекватні моделі турбулентності.

Іл. 3. Табл. 10. Бібліогр.: 9 назв

Flow around the supercritical airfoil MBB A-3 in the transonic speed range is considered. Recalculation of the experimental data is conducted, which was obtained by testing supercritical airfoil in a wind-tunnel with wall interference corrections. Numerical calculations of the airfoil have been done using CFD STAR - CCM+ with different models of turbulence. The most adequate turbulence models are selected by result of comparison experimental data with general aerodynamic characteristics obtained by numerical modeling.

Fig. 3. Table. 10. Bibliog.: 9 sources

УДК 621.891: 621.789 (045)

Підвищення надійності трибосполучень деталей авіаційної техніки модифікованими дискретними покриттями / Г.В. Цибаньов, В.Є. Марчук, В.І. Калініченко., Ю.О. Градиський // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 4 (64). – Х., 2010. – С. 126–132.

Одним з перспективних методів забезпечення високої працездатності деталей і вузлів є використання дискретних поверхонь. Принцип створення покриттів дискретної структури дозволяє по новому підійти до технології відновлення зношених деталей. У роботі експериментально обґрунтовано використання дискретного покриття у вигляді сітки мікрозаглиблень на поверхні контакту, яка додатково піддана іонному азотуванню, для підвищення характеристик опору зношуванню і втомі в умовах фретингу. Подальше підвищення цих характеристик може бути досягнуто оптимізацією режимів нанесення використаних методів модифікації контактних поверхонь трибосполучень.

Ключові слова: зносостійкість, дискретні покриття, мікрозаглибини.

Іл. 3. Бібліогр.: 8 назв

Одним из перспективных методов обеспечения высокой работоспособности деталей и узлов является использование дискретных поверхностей. Принцип создания покрытий дискретной структуры позволяет по-новому подойти к технологии восстановления изношенных деталей. В работе экспериментально обосновано использование дискретного покрытия в виде сетки микроуглублений на поверхности контакта, которая дополнительно подвержена ионному азотированию, для повышения характеристик сопротивления изнашиванию и усталости в условиях фреттинга. Дальнейшее повышение этих характеристик может быть достигнуто оптимизацией режимов нанесения использованных методов мо-

диффракции контактирующих поверхностей трибосопряжений.

Ил. 3. Библиогр.: 8 назв.

One of perspective methods of high maintenance efficiency of articles and units is use of discrete surfaces. The principle of creation of coverings of discrete structure allows developing new approach to technology of restoration of the worn out articles. In the paper the use of a discrete coating in the form of microcaverns grid on the contact surface which additionally exposed to ion nitriding to improve the characteristics of resistance to wear and fatigue under conditions of fretting has been experimentally verified. Further improvement of the obtained characteristics can be achieved by optimizing the regimes of deposition methods used for modifications of the tribounit contacting surfaces.

Fig. 3. Bibliogr.: 8 sources

УДК 624.072

Куреннов С.С. Численный метод расчета динамических напряжений в клеевом соединении / С.С. Куреннов // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 4 (64). – Х., 2010. – С. 133–139.

Следствием неодинаковых краевых условий для соединяемых слоев в составной балке является несамосопряженность дифференциального оператора задачи. Система собственных функций такого оператора является неполной, и задачу невозможно решить классическими методами. Для численного решения задач этого типа предложен дифференциально-разностный метод повышенной точности. Задача сведена к системе линейных дифференциальных уравнений, описывающих перемещения узловых точек. Система решается матричным методом. Решена модельная задача и показана высокая точность предложенной методики.

Ключевые слова: краевые условия, линейные дифференциальные уравнения, клеевое соединение.

Ил. 5. Библиогр.: 8 назв.

Наслідком неоднакових крайових умов для шарів, що з'єднуються, є несамоспряженість диференціального оператора задачі. Система власних функцій такого оператора є неповною, і задачу неможливо розв'язати класичними методами. Для числового розв'язання задач такого типу запропоновано диференціально-різницевий метод підвищеної точності. Задачу зведено до системи лінійних диференціальних рівнянь, що описують переміщення вузлових точок. Система розв'язується за матричним методом. Розв'язано модельну задачу і показано високу точність запропонованої методики.

Іл. 5. Бібліогр.: 8 назв

The consequence of the non-uniform boundary conditions for joining

layers is non-adjustment of the problem differential operator. For such operator the system of eigen functions is not completed and the problem can't be solved by classical methods. For numerical solving of mentioned problem differential-finite method of advanced precision is suggested. The problem is reduced to the system of linear differential equations describing nodes displacements. The system is solved by matrix method. Representative problem is solved and high precision of suggested technique is shown.

Fig. 5. Bibliogr.: 8 sources.

УДК 621.43.068.4

Экологические исследования автотранспорта, обслуживающего аэропорты гражданской авиации, и эффективность мероприятий по снижению его воздействия на окружающую среду / В.Н. Кобрин, В.В. Вамболь, А.В. Овчаров, В.Ю. Колосков // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 4 (64). – Х., 2010. – С. 140–147.

Исследованы показатели выбросов автотранспорта, обслуживающего аэропорты гражданской авиации, при его испытаниях на стенде с беговыми барабанами по Европейскому ездовому циклу. Проанализировано влияние вида углеводородных топлив, способов воспламенения горючей смеси и технического состояния автомобильных ДВС на уровни образования канцерогенов и оксидов азота в отработавших газах. Оценена фактическая эффективность применяемых мероприятий по снижению выбросов отдельных загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Намечены направления дальнейших исследований.

Ключевые слова: модификации автомобилей, ездовой цикл, экологическое несовершенство автомобиля, системы нейтрализации отработавших газов, канцерогены, оксиды азота.

Табл. 7. Библиогр.: 7 назв.

Досліджено показники викидів автотранспорту, що обслуговує аеропорти цивільної авіації, під час випробувань на стенді з біговими барабанами по Європейському їздовому циклу. Проаналізовано вплив виду вуглеводневих палив, способів запалювання горючої суміші і технічного стану автомобільних ДВЗ на рівні утворення канцерогенів й оксидів азоту в відпрацьованих газах. Оцінено фактичну ефективність застосовуваних заходів щодо зниження викидів окремих забруднюючих речовин в атмосферне повітря. Накреслено напрями подальших досліджень.

Табл. 7. Бібліогр.: 7 назв

Emissions rates of motor transport serving civil aviation airports at its tests on stand with running drums under European riding cycle are investigated. Influence of hydrocarbon fuel type, flammable mixture inflammation method and automobile internal combustion engine on levels of formation of carcinogen and nitrogen oxides in exhaust gases is analyzed. Actual effec-

tiveness of measures used on reduction of certain pollutants emissions in atmospheric air is estimated. Following investigations directions are selected.

Tables 7. Bibliogr.: 7 sources

УДК 629.78.036

Исследование гранулометрического состава порошков, образующихся при электроимпульсном диспергировании / В.Ф. Гайдуков, Н.В. Нечипорук, В.В. Кручина, А.Д. Говоренко // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 4 (64). – Х., 2010. – С. 148–155.

Рассмотрено получение порошков электроимпульсным диспергированием токопроводящего материала. Приведены результаты исследований гранулометрического состава металлических порошков. Исследованы порошки стальных и алюминиевых сплавов. Построены зависимости распределения частиц по размерам от подводимой энергии. Вычислены объемы металла, перешедшего в оксиды и гидроксиды. Определен фазовый состав порошка. Определены максимальный и минимальный размеры капель диспергируемого материала.

Ключевые слова: электроимпульсное диспергирование, металлические порошки, гранулометрический состав, фазовый состав.

Ил. 2. Библиогр.: 8 назв.

Розглянуто отримання порошків електроімпульсним диспергуванням струмопровідного матеріалу. Наведено результати досліджень гранулометричного складу металевих порошків. Досліджено порошки із алюмінієвих сплавів і сталей. Побудовано залежності розподілу частинок за розмірами від енергії, що підводиться. Обчислено об'єми металу, що перейшов в оксиди і гідроксиди. Визначено фазовий склад порошку. Визначено максимальний і мінімальний розміри крапель диспергованого матеріалу.

Іл. 2. Бібліогр.: 8 назв

Process of production powders by electropulse dispersing of conductive material. Results of investigations of size distribution of metal powders are shown. Investigated powders are steel and aluminum alloys. Particle size distribution of the energy input is plotted. Amounts of metal, which passed in the oxides and hydroxides is calculated. Phase composition of the powder is determined. Minimum and maximum droplet sizes of dispersible material are defined.

Fig. 2. Bibliogr.: 8 sources