

УДК 629.7.002:658.5

Коцюба А.А. Синтез системы прогнозирования объемов применения полимерных композиционных материалов в отечественных гражданских самолетах на долгосрочные периоды / А.А. Коцюба, А.В. Кондратьев // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 2 (90). – Х., 2017. – С. 7 – 23.

Проведен обзор и анализ состояния применения полимерных композитов в мировом и отечественном авиастроении. Установлены тенденции его перманентного увеличения и роста доли в ответственных силовых агрегатах. Синтезирована система прогнозирования объема использования композитов в отечественных гражданских самолетах на долгосрочные периоды. Проведен анализ этой системы, позволяющей в дальнейшем поступательно решать проблему долгосрочного прогнозирования этих объемов внедрения полимерных композиционных материалов с учетом специфических условий и особенностей отечественной отрасли.

Ключевые слова: полимерные композиционные материалы, система прогнозирования объемов внедрения, гражданские самолеты.

Ил. 3. Табл. 7. Библиогр.: 57 назв.

Проведено огляд і аналіз стану застосування полімерних композитів у світовому і вітчизняному авіабудуванні. Встановлено тенденції його перманентного збільшення і зростання частки у відповідальних силових агрегатах. Синтезовано систему прогнозування об'єму використання композитів у вітчизняних цивільних літаках на довгострокові періоди. Проведено аналіз цієї системи, що дозволяє в подальшому поступально вирішувати проблему довгострокового прогнозування цих об'ємів упровадження полімерних композиційних матеріалів з урахуванням специфічних умов та особливостей вітчизняної галузі.

Ключові слова: полімерні композиційні матеріали, система прогнозування об'ємів упровадження, цивільні літаки.

Іл. 3. Табл. 7. Бібліогр.: 57 назв

The review and analysis of the state of application of polymer composites in the world and domestic aircraft industry is carried out. The tendencies of its permanent increase and growth of a share in responsible power units are established. A system for forecasting the volume of use of composites in domestic civil aircraft for long-term periods has been synthesized. The analysis of this system is made, which allows to solve the problem of long-term forecasting of these volumes of introduction of polymer composite materials in the future taking into account the specific conditions and peculiarities of the domestic industry.

Keywords: polymeric composite materials, forecasting system for the introduction volumes, civil aircraft

Fig. 3. Table 7. Bibliogr.: 57 sources

УДК 629.715.33/621.7.62

Бычков А.С. Обзор и анализ состояния проблемы повышения эксплуатационных характеристик авиакосмической техники специальными методами порошковой металлургии: Сообщение 1. Стратегические аспекты состояния проблемы / А.С. Бычков // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 3 (91).– Х., 2017. – С. 24 – 39.

Проведен обзор и анализ стратегических аспектов состояния проблемы повышения эксплуатационных характеристик авиационных и ракетно-космических летательных аппаратов специальными методами порошковой металлургии и газотермических порошковых покрытий, обеспечивающих в настоящее время и в перспективе существенный резерв совершенствования обсуждаемых объектов, не реализуемый современными традиционными материалами и технологиями.

Ключевые слова: авиакосмические летательные аппараты, повышение эксплуатационных характеристик, методы порошковой металлургии, обзор и анализ состояния проблемы.

Ил. 1. Библиогр.: 46 назв.

Проведено огляд та аналіз стратегічних аспектів стану проблеми підвищення експлуатаційних характеристик авіаційних та ракетно-космічних літальних апаратів спеціальними методами порошкової металургії та газотермічних порошкових покриттів, що забезпечують в даний час і в перспективі істотний резерв вдосконалення обговорюваних об'єктів, який не реалізується сучасними традиційними матеріалами та технологіями.

Ключові слова: авіакосмічні літальні апарати, підвищення експлуатаційних характеристик, методи порошкової металургії, огляд та аналіз стану проблеми.

Іл. 1. Бібліогр. : 46 назв.

The review and analysis of strategic aspects of the problem of increasing the operational characteristics of aircraft and space rocket aircraft using special methods of powder metallurgy and gas-thermal powder coatings are reviewed. These methods provide them now and in the future with a substantial reserve of improving the facilities. This reserve is not realized by modern traditional materials and technologies.

Keywords: aerospace aircraft, improvement of operational characteristics, powder metallurgy methods, review and analysis of the state of the problem.

Fig. 1. Bibliogr.: 46 sources

УДК 623.463.2

Гагауз П.М. Инженерная методика расчета ступенчатых адгезионных соединений / П.М. Гагауз, Ф.М. Гагауз // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 2 (90). – Х., 2017. – С. 40 – 48.

Предложена методика инженерного расчета ступенчатых соединений, построенная на базе линейной одномерной модели. Используются декомпозиция соединения на участки с постоянной толщиной и предположение о линейном характере распределения внутренних усилий по длине соединения. Получены приближенные замкнутые решения, позволяющие с большой степенью точности оценить максимальные касательные напряжения в клеевой прослойке в зависимости от свойств соединяемых деталей и количества ступенек, что существенно облегчает процесс проектирования соединений рассматриваемого класса.

Ключевые слова: ступенчатое соединение, клей, касательные напряжения, одномерная модель.

Ил. 4. Библиогр.: 6 назв.

Запропоновано методику інженерного розрахунку східчастого з'єднання, побудовану на базі лінійної одновимірної моделі. Використовуються декомпозиція з'єднання на ділянки з постійною товщиною і припущення про лінійний характер розподілу внутрішніх зусиль по довжині з'єднання. Отримано наближені замкнуті рішення, що дозволяють з великим ступенем точності оцінити максимальні дотичні напруження у клейовому шарі залежно від властивостей деталей і кількості сходінок, що істотно полегшує процес проектування з'єднань розглянутого класу.

Ключові слова: східчасте з'єднання, клей, дотичні напруження, одновимірна модель.

Ил. 4. Бібліогр.: 6 назв

The engineering formulae for analysis of stepwise adhesive joints is proposed, which is based on a linear one-dimensional model. Decomposition of the joint into sections with constant thickness is used and distribution of internal forces along the overlap is assumed to be linear. Approximate closed solutions are obtained which allow accurate estimations of the maximum shear stresses in the adhesive depending on the adherend properties and the number of steps and, thus, facilitates the design process.

Keywords: stepwise joint, adhesive, shear stress, one-dimensional model.

Fig. 4. Bibliogr.: 6 sources

УДК 629.7.002:658.5

Макеев В.И. Модели движения объектов наблюдения по траекториям / В.И. Макеев, Ю.И. Пушкарёв, В.В. Воронько, Д.И. Завистовский // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 2 (90). – Х., 2017. – С. 49 – 60.

Построение математических моделей движения объектов наблюдения связано с выбором системы координат, которая определяется особенностями решаемых задач. Анализ систем координат, используемых во внешней баллистике, показывает, что наиболее приемлемой является нормальная земная система координат, являющаяся прямоугольной правой.

Предложены модель нормальной артиллерийской атмосферы, модель движения неуправляемого артиллерийского и реактивного снарядов в возмущённой среде, а также способ решения системы дифференциальных уравнений методом Рунге – Кутты.

Ключевые слова: давление, температура, скорость снаряда, масса снаряда, коэффициент лобового сопротивления, система дифференциальных уравнений, тяга двигателя.

Ил. 1. Табл. 2. Библиогр.: 6 назв.

Побудова математичних моделей руху об'єктів спостереження пов'язана з вибором системи координат, яка визначається особливостями розв'язування завдань. Аналіз систем координат, який використовується у зовнішній балістиці, показує, що найбільш прийнятною є нормальна земна система координат, яка є прямокутною правою.

Запропоновано модель нормальної артилерійської атмосфери, модель руху некерованого артилерійського та реактивного снарядів у збуреній атмосфері, а також спосіб розв'язання системи диференціальних рівнянь методом Рунге – Кутта.

Ключові слова: тиск, температура, швидкість снаряда, маса снаряда, коефіцієнт лобового опору, система диференціальних рівнянь, тяга двигуна.

Іл. 1. Табл. 2. Бібліогр.: 6 назв

The construction of mathematical models of the motion of observational objects is associated with the choice of a coordinate system, which is determined by the features of the problems being solved. The analysis of coordinate systems, which are used in external ballistics, shows that the most acceptable is the normal terrestrial coordinate system.

In the article proposed a model of a normal artillery atmosphere, the model of the movement of unguided artillery and rockets projectile in changing atmosphere. A method for solving a system of differential equations by the Runge-Kutta method is proposed.

Keywords: pressure, temperature, projectile velocity, projectile mass, drag coefficient, differential equations system, engine thrust.

Fig. 1. Table. 2. Bibliogr.: 6 sources

УДК 681.51, 004.042

Мохаммади Фархади Р. Оценка аэродинамических коэффициентов беспилотного летательного аппарата с модифицированным критерием на основе данных летных испытаний при наличии ветра / Р. Мохаммади Фархади, В.И. Картунов, А.А. Молчанов // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 2 (90).– Х., 2017. – С. 61 – 77.

Аэродинамические коэффициенты беспилотного летательного аппарата оцениваются по реальным данным полета при наличии ветра на основе метода ошибки выхода и нелинейной модели динамики беспилотного летательного аппарата. Компоненты ветровой турбулентности с аэродинамическими коэффициентами оцениваются на основе метода ошибки выхода. Для достижения глобального минимального значения критериальной функции оптимизации используется алгоритм имитированного «отжига».

Ключевые слова: идентификация динамики полета, оценка аэродинамических коэффициентов, идентифицируемость, беспилотный летательный аппарат, метод ошибки выхода, нелинейное уравнение движения.

Ил. 7. Табл. 2. Библиогр.: 22 назв.

Аеродинамічні коефіцієнти безпілотного літального апарата оцінюються за реальними даними польоту за наявності вітру на основі методу помилки виходу і нелінійної моделі динаміки безпілотного літального апарата. Компоненти вітрової турбулентності з аеродинамічними коефіцієнтами оцінюються на основі методу помилки виходу. Для досягнення глобального мінімального значення критеріальної функції оптимізації використовується алгоритм імітованого «відпалу».

Ключові слова: ідентифікація динаміки польоту, оцінювання аеродинамічних коефіцієнтів, ідентифіковані, безпілотний літальний апарат, метод помилки виходу, нелінійне рівняння руху.

Іл. 7. Табл. 2. Бібліогр.: 22 назви

The aerodynamic coefficients of an unmanned air vehicle are estimated from actual flight data in the presence of wind turbulence with a nonlinear estimator based on the output error method and the nonlinear dynamics of the unmanned air vehicle. Wind turbulence components with the aerodynamic coefficients are estimated by the nonlinear estimator based on the output error method. To achieve the global minimum value of the criterion function, the simulated annealing algorithm is used for optimization.

Keywords: flight system identification, aerodynamic coefficient estimation, identifiability, unmanned air vehicle, output error method, nonlinear equation of the motion.

Fig. 7. Table 2. Bibliogr.: 22 sources

УДК 621.7.09

Планковский С.И. Выбор системы определяющих уравнений и критерия поверхностного разрушения для анализа напряженного состояния деталей при термоимпульсной обработке / С.И. Планковский, О.В. Шипуль, Р.А. Ходак // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 2 (90). – Х., 2017. – С. 78 – 88.

На основе анализа результатов решения тестовых задач показаны возможности расчета напряженно-деформированного состояния поверхностного слоя детали при термоимпульсной обработке как для невязанной квазистационарной задачи и необходимость использования модели материала, учитывающей влияние скорости деформации и температуры на величину напряжения текучести. Для учета технологической наследственности на предыдущих операциях изготовления детали предложено применять критерий использования ресурса пластичности.

Ключевые слова: термоимпульсная обработка, моделирование, напряженно-деформированное состояние поверхностного слоя детали, ресурс пластичности.

Ил. 2. Табл. 1. Библиогр.: 12 назв.

На основі аналізу результатів розв'язання тестових задач показано можливість розрахунку напружено-деформованого стану поверхневого шару деталі при термоімпульсній обробці як для незв'язаної квазістаціонарних задач і необхідність використання моделі матеріалу, що враховує вплив швидкості деформації і температури на величину напруження плинності. Для обліку технологічної спадковості на попередніх операціях виготовлення деталі запропоновано застосовувати критерій використання ресурсу пластичності.

Ключові слова: термоімпульсна обробка, моделювання, напружено-деформований стан поверхневого шару деталі, ресурс пластичності.

Ил. 2. Табл. 1. Библиогр.: 12 назв

Based on the test results the possibility of formulating an unbound quasistationary problem for calculating the stress-strain state of the part surface layer during thermal pulse treatment was shown; and the need to use a material model that takes into account the effect of strain rate and temperature on the value of the yield stress. It was suggested to apply the criterion of using the plasticity resource to take into account the technological heredity at the previous operations of manufacturing the part.

Keywords: Thermal pulse processing, modeling, stress-strain state of the surface layer of the part, plasticity resource.

Fig. 2. Tabl. 1. Bibliogr.: 12 sources

УДК 539.3

Мірошніков В.Ю. Третя основна задача теорії пружності в просторі з N паралельними круговими циліндричними порожнинами / В.Ю. Мірошніков // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 2 (90). – Х., 2017. – С. 89 – 103.

Наведено розв'язок тривимірної задачі теорії пружності, коли на межах одних паралельних циліндричних порожнин у пружному просторі задані напруження, а на межах інших – переміщення. Розв'язання системи рівнянь Ламе отримано узагальненим методом Фур'є в циліндричних координатах, пов'язаних з циліндрами. Нескінченні системи лінійних алгебраїчних рівнянь, до яких зведено проблему, розв'язуються методом усічення. У результаті було знайдено переміщення та напруження в пружному тілі. Числові результати та аналіз напруженого стану подано для випадку двох циліндрів.

Ключові слова: циліндричні порожнини в просторі, рівняння Ламе, узагальнений метод Фур'є.

Іл. 12. Бібліогр.: 11 назв

Приведены решения трехмерной задачи теории упругости, когда на границах одних параллельных цилиндрических полостей в упругом пространстве заданы напряжения, а на границах других – перемещения. Решение системы уравнений Ламе получено обобщенным методом Фурье в цилиндрических координатах, связанных с цилиндрами. Бесконечные системы линейных алгебраических уравнений, к которым сведена проблема, решаются методом усечения. В результате были найдены перемещения и напряжения в упругом теле. Числовые результаты и анализ напряженного состояния рассмотрен для случая двух цилиндров.

Ключевые слова: цилиндрические полости в пространстве, уравнение Ламе, обобщенный метод Фурье.

Ил. 12. Библиогр.: 11 назв.

The solutions of the three-dimensional problem of the theory of elasticity are given, when on the boundaries of some parallel cylindrical cavities elastic stresses are given in the elastic space, but on the boundaries of other displacements. The solution of the Lamé system of equations is obtained by the generalized Fourier method in cylindrical coordinates connected with cylinders. Infinite systems of linear algebraic equations, to which the problem is reduced, are solved by truncation. As a result, displacements and stresses in the elastic body were found. Numerical results and stress analysis are considered for the case of two cylinders.

Keywords: cylindrical cavities in space, Lamé equation, generalized Fourier method.

Fig. 12. Bibliogr.: 11 sources

УДК 531.01

Брега Д.А. Топологическая оптимизация деталей летательного аппарата для аддитивного производства / Д.А. Брега // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 2 (90).– Х., 2017. – С. 104 – 108.

Стремительное развитие методов аддитивного производства, включающих технологические ограничения при изготовлении деталей ЛА, связанных с их сложностью формы и предъявляемыми прочностными требованиями требует, применения эффективных методов оптимизации топологии детали. На примере решения тестовой задачи топологической оптимизации нагруженной, консольно закрепленной балки показана перспектива применения предлагаемого алгоритма для снижения веса деталей ЛА с сохранением их несущих свойств. Задача оптимизации топологии нагруженной балки рассматривалась в среде Ansys Mechanical, полученное решение сравнивалось с исходным напряженно-деформируемым состоянием исходной геометрии балки.

Ключевые слова: топологическая оптимизация, алгоритм, аддитивные технологии.

Ил. 7. Библиогр.: 5 назв.

Стрімкий розвиток методів адитивного виробництва, що виключають технологічні обмеження при виготовленні деталей ЛА, пов'язані з їх складністю форми та вимогами щодо міцності, потребує застосування ефективних методів оптимізації топології деталі. На прикладі вирішення тестового завдання топологічної оптимізації навантаженої, консольно закріпленої балки показано перспективу застосування запропонованого алгоритму для зниження ваги деталей ЛА зі збереженням їх несучих властивостей. Завдання оптимізації топології навантаженої балки розглядалася в середовищі Ansys Mechanical, отримане рішення порівнювалося з вихідним напружено-деформованим станом вихідної геометрії балки.

Ключові слова: топологічна оптимізація, алгоритм, адитивні технології.

Іл. 7. Бібліогр.: 5 назв

The rapid development of additive production methods, which exclude technological limitations in the manufacture of aircraft parts due to their form complexity and strength requirements, dictates the need for effective methods for optimizing the topology of the part. On the example of the solution of the test problem of topological optimization of a loaded, cantilevered beam, the perspective of applying the proposed algorithm for reducing the weight of aircraft parts with preservation of their bearing properties is shown. The task of optimizing the topology of a loaded beam was considered in the Ansys Mechanical environment, the resulting solution was compared with the initial stress-strain state of the original beam geometry. is considered, and a verification strength calculation is performed.

Keywords: experimental study, aircraft panels, laser cutting, durability

Fig. 7. Bibliogr.: 5 sources

УДК 620.22-419:678.7:537.31

Шевцов В.Ю. Анализ структуры полимерных композитов с повышенной электропроводностью / В.Ю. Шевцов // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 2 (90).– Х., 2017. – С. 109 – 115.

Выполнено двухэтапное исследование микроструктуры образцов, изготовленных из стеклопластика и углепластика с улучшенной электропроводностью. Образцы получены методом холодного напыления металла (медь и алюминий) на предварительно пропитанный композитный материал. Исследование проводилось с использованием оптических и электронных микроскопов. Проанализирована корреляция между электропроводностью материала и структурой электропроводного слоя в материале. Описаны основные проблемы технологии получения электропроводного слоя, возможные решения для повышения электропроводности.

Ключевые слова: микроструктура, холодное напыление, электропроводность, композит.

Ил. 8. Библиогр.: 6 назв.

Виконано двоетапне дослідження мікроструктури зразків, зроблених із склопластика і вуглепластика з поліпшеною електропровідністю. Зразки отримували шляхом холодного напилення металу (мідь і алюміній) на попередньо просочений композитний матеріал. Дослідження проводилося з використанням оптичних і електронних мікроскопів. Проаналізовано кореляцію між електропровідністю матеріалу і структурою електропроводного шару в матеріалі. Описано основні проблеми виробництва і технології, можливі рішення для підвищення електропровідності.

Ключові слова: мікроструктура, холодне напилення, електропровідність, композит.

Іл. 8. Бібліогр.: 6 назв

In work, a two-stage study of the microstructure of samples, made from Fiberglass and carbon fiber with improved electrical conductivity, is made. Samples were obtained by cold spraying of metal (copper and aluminum) onto a pre-impregnated composite material. Study was made by using optical and electron microscopes. The correlation between an electrical conductivity of a material and a structure of an electrically conductive layer in a material is discussed. The main problems in production and technology, possible solutions for increasing an electrical conductivity are described.

Key words: experimental research, metal spraying on pre-preg, cold spray, composite materials.

Fig. 8. Bibliogr.: 6 sources