

УДК 629.735

Исследование напряженного состояния локальных зон усиления композитной панели концентраторной солнечной батареи космического назначения / А.П. Кузнецов, В.В. Гаврилко, А.В. Кондратьев, В.А. Коваленко, Ю.В. Плисак, А.А. Чумак // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 2 (82).– Х., 2015. – С. 7 – 19.

Сформулированы математические модели наиболее нагруженных элементов конструктивно-силовой схемы панели солнечной батареи с линейными концентраторами на основе линз Френеля космического назначения. Определено и исследовано напряженное состояние в районе замков зачековки и вилок для установки шарнирных узлов, а также в локальных зонах их усиления. Проведенный подробный анализ напряженного состояния рассматриваемых локальных зон конструктивно-силовой схемы в рамках принятых допущений подтвердил обеспечение их несущей способности с достаточным запасом.

Ключевые слова: космический аппарат, солнечная батарея, панель, композит, гофр, концентратор светового потока, линзы Френеля, несущая способность, жесткость, конечно-элементная модель.

Ил. 14. Табл. 2. Библиогр.: 19 назв.

Сформульовано математичні моделі найбільш навантажених елементів конструктивно-силової схеми панелі сонячної батареї з лінійними концентраторами на основі лінз Френеля космічного призначення. Визначено та проаналізовано напружений стан у районі замків зачековки і вилок для установаження шарнірних вузлів, а також у локальних зонах їхнього посилення. Проведений детальний аналіз напруженого стану розглянутих локальних зон конструктивно-силової схеми в рамках прийнятих припущень підтвердив забезпечення їх несучої здатності з достатнім запасом.

Ключові слова: космічний апарат, сонячна батарея, панель, композит, гофр, концентратор світлового потоку, лінзи Френеля, несуча здатність, жорсткість, скінченно-елементна модель.

Іл. 14. Табл. 2. Бібліогр.: 19 назв

The mathematical models of the most loaded elements of solar battery panel load-bearing scheme with linear concentrators based on Fresnel lenses for space purposes are formulated. The stress state in the area of locking locks and plugs for installation of hinge joints, and in the local zones of its reinforcements is determined and analyzed. Analyze of stress state of load-bearing scheme local zones in the frame of made assumptions confirmed maintenance of its load-bearing capacity with sufficient margin.

Keywords: spacecraft, solar battery, panel, composite, corrugation, hub of luminous flux, Fresnel lens, load-bearing capacity, rigidity, finite element model.

Fig. 14. Tabl. 2. Bibliogr.: 19 sources

УДК 629.735.33

Андреев А.В. Оптимизация выбора материала мастер–моделей для изделий из полимерных композиционных материалов в условиях единичного и опытного производства в изделиях авиационной техники / А.В. Андреев, В.С. Петропольский // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 2 (82).– Х., 2015. – С. 20 – 28.

Проведен анализ существующих материалов и технологий при создании мастер–моделей для полимерной оснастки, которая в последнее время получила широкое распространение в единичном и серийном производстве при изготовлении деталей из композиционных материалов.

Показаны преимущества полимерных плит в сравнении с деревянными мастер-моделями на примере агрегата механизации крыла транспортного самолета. Приведены рекомендации по выбору материала мастер-моделей в зависимости от типа агрегата, зоны его расположения на самолете и предъявляемых к нему требований.

Ключевые слова: мастер-модель, полимерная оснастка, композиционный материал, технология, полимерная плита, производство.

Ил. 7. Табл. 1. Библиогр.: 6 назв.

Проведено аналіз існуючих матеріалів і технологій при створенні майстер-моделей для полімерного оснащення, яке останнім часом набуває широкого поширення в одиничному та серійному виробництві у процесі виготовлення деталей з композиційних матеріалів.

Продемонстровано переваги полімерних плит порівнянно з дерев'яними майстер-моделями на прикладі агрегату механізації крила транспортного літака. Наведено рекомендації щодо вибору матеріалу майстер-моделей залежностю від типу агрегату, зони його розташування на літаку та вимог, що ставляться до нього.

Ключові слова: майстер-модель, полімерна плита, композиційний матеріал, технологія, полімерне оснащення, виробництво.

Іл. 7. Табл. 1. Бібліогр.: 6 назв

Accomplish analysis of materials and technologies for creating masters for composite tooling, which had a wide extension in serial and experimental manufacturing of composite parts.

Showing advantages of polymer desks in comparison with wooden master-models on example of composite wing unit transport aircraft. Described recommendations for choose master's material depend on type of composite unit and requirements which make demands to it.

Keywords: master, polymer desk, composite material, technology, composite tool, manufacturing.

Fig. 7. Table. 1. Bibliogr.: 6 sources

УДК 629.7.023

Царицынский А.А. Оценка влияния тепловой деформации композитной панели солнечной батареи космического назначения на ее освещенность / А.А. Царицынский // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 2 (82). – Х., 2015. – С. 29 – 39.

Приведены результаты численных экспериментов по исследованию степени снижения освещенности варианта композитной панели солнечной батареи космического назначения при действии температурного градиента, возникающего при эксплуатации на орбите. Описана методика определения коэффициента снижения освещенности панели солнечной батареи с применением метода конечных элементов. Методика основана на расчете углов отклонения нормалей к поверхности панели солнечной батареи при тепловом изгибе. Аналогичные расчеты проведены также для крыла солнечной батареи.

Ключевые слова: численный эксперимент, панель солнечной батареи, температурный градиент, деформация, освещенность.

Ил. 19. Библиогр.: 5 назв.

Наведено результати числових експериментів з дослідження ступеня зниження освітленості варіанта композитної панелі сонячної батареї космічного призначення при дії температурного градієнта, що виникає при експлуатації на орбіті. Описано методику визначення коефіцієнта зниження освітленості панелі сонячної батареї з застосуванням методу скінченних елементів. Методику засновано на розрахунку кутів відхилення нормалей до поверхні сонячної батареї при тепловому вигині. Аналогічні розрахунки проведені також для крила сонячної батареї.

Ключові слова: числовий експеримент, панель сонячної батареї, температурний градієнт, деформація, освітленість.

Іл. 19. Бібліогр.: 5 назв

Results of numerical experiments for investigation of illumination reduction degree of a given space composite solar battery panel under the action of temperature gradient caused during operation in orbit are adduced. Illumination reduction factor calculation technique for solar battery panel with the using of finite element method is described. Technique is based on the calculation of deviation angle of normals to solar battery surface under the action of the thermal deflection. Also the similar calculation is carried out for solar battery wing.

Keywords: numerical experiment, solar battery panel, temperature gradient, deformation, illumination.

Fig. 19. Bibliogr.: 5 sources

УДК 629.138.6.001.12

Бабенко Ю.В. Метод определения стоимости жизненного цикла модификаций самолетов транспортной авиации / Ю.В.Бабенко // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 2 (82).– Х., 2015. – С. 40 – 47.

Предложен интегральный показатель эффективности модификаций самолетов транспортной категории в виде суммарных затрат за их жизненный цикл. В отличие от существующих частных показателей эффективности, таких, как стоимость самолето-часа авиаперевозок и себестоимость перевозки одной тонны груза на один километр, предложены выражения по определению стоимости жизненного цикла с учетом влияния на этот показатель модифицируемых параметров самолета: взлетной массы, рейсовой производительности, заявленного ресурса и других технических параметров верхнего уровня. На примере модификаций административного самолета показана эффективность предложенного метода при оценке затрат за жизненный цикл, приходящихся на один рейс.

Ключевые слова: модификации самолетов, рейсовая производительность, стоимость жизненного цикла.

Ил. 4. Табл. 1. Библиогр.: 8 назв.

Запропоновано інтегральний показник ефективності модифікацій літаків транспортної категорії у вигляді сумарних витрат протягом їхнього життєвого циклу. На відміну від існуючих окремих показників ефективності, таких, як вартість літако-часу авіаперевезень і собівартість перевезення однієї тонни вантажу на один кілометр, запропоновано вирази для визначення вартості життєвого циклу з урахуванням впливу на цей показник параметрів літака, що модифікуються: злітної маси, рейсової продуктивності, заявленого ресурсу й інших технічних параметрів верхнього рівня. На прикладі модифікацій адміністративного літака показано ефективність запропонованого методу при оцінюванні витрат протягом життєвого циклу, що припадають на один рейс.

Ключові слова: модифікації літаків, рейсова продуктивність, вартість життєвого циклу.

Іл.4. Табл. 1. Бібліогр.: 8 назв

An integrated indicator of the modifications effectiveness of transport category airplanes is proposed in the form of a total cost within their life-cycle. In contrast to the existing private performance indicators such as cost-hour air sorties and the cost of transportation of one ton of cargo per kilometer, some expressions are proposed to determine the life-cycle cost taking into account the influence of modifiable parameters of the aircraft made on this indicator, and namely: a take-off weight, a flight productivity, a declared resource and other technical parameters of the upper level. As an example, some modifications of an administrative aircraft were taken to show the effectiveness of the proposed method in the evaluation of life-cycle costs per one flight.

Keywords: life-cycle costs, modifications of transport category aircraft, the effectiveness.

Fig. 4. Tabl. 1. Bibliogr.: 8 sources

УДК 620.22-419:539.4:536.4

Гавриленко Е.С. Методика прогнозирования пределов прочности слоистых композиционных материалов с учетом температурного воздействия / Е.С. Гавриленко // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 2 (82). – Х., 2015. – С. 48 – 58.

Проанализированы методики прогнозирования пределов прочности слоистых сложноармированных композитов с учетом температурного воздействия. На основе выбранной аналитической методики послойного прочностного расчета композиционного материала оценена погрешность, которая возникает при определении пределов прочности с учетом изменения температуры и без его учета, при этом как начальные условия принимались технические свойства входящих в состав пакета композиционного материала однонаправленных монослоев. Проведены аналитические исследования влияния температуры на прочность высокомодульных и высокопрочных углепластиков.

Ключевые слова: композиционный материал, несущая способность, методика расчета на прочность, критерий прочности, влияние температуры, напряженно-деформированное состояние.

Ил. 3. Табл. 1. Библиогр.: 11 назв.

Проаналізовано методики прогнозування границь міцності шаруватих складноармованих композитів з урахуванням температурного впливу. На основі вибраної аналітичної методики пошарового розрахунку на міцність композиційного матеріалу оцінено похибку, що виникає при визначенні границь міцності з урахуванням зміни температури і без її урахування, при цьому як початкові умови приймалися технічні характеристики композиційного матеріалу однаково спрямованих монослоїв, що входять до складу пакета. Проведено аналітичні дослідження впливу температури на міцність високомодульних і високоміцних.

Ключові слова: композиційний матеріал, несуча здатність, методика розрахунку на міцність, критерій міцності, вплив температури, напружено-деформований стан.

Іл. 3. Табл. 1. Бібліогр.: 11 назв

Analyzes the forecasting techniques of failure of layered hard reinforced composites the effects of temperature. On the basis of the selected analytical technique layered strength of composite calculation estimated error that occurs when defining the limits of strength for the changes in temperature and without taking into account, in this case for the initial conditions were accepted technical features included in the package composite unidirectional monolayers. An analytical study of the effect of temperature on the strength of high-modulus and high-strength carbon fiber reinforced plastics.

Keywords: composit, load bearing capacity, method of calculating the strength, criterion of strength, temperature effect, stress-strain state.

Fig. 3. Tabl. 1. Bibliogr.: 11 sources.

УДК 669.187.58

Исаков А.В. Математическая модель, описывающая изменение температуры изделия авиакосмической техники в процессе формирования покрытия на ее поверхности / А.В. Исаков // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 2 (82).– Х., 2015. – С. 59 – 65.

Проанализированы условия, при которых находятся электроды в аномальном тлеющем разряде в скрещенных электрическом и магнитном полях. Исходя из рассмотренных условий, были выделены основные тепловые потоки, влияющие на нагрев и отвод тепла от катода-мишени и подложки. Проведен их анализ и определение условий работы катода. Предложена численная модель определения температуры электродов в аномальном тлеющем разряде в скрещенных электрическом и магнитном полях при давлениях 0,1...1,5 Па и величинах магнитной индукции 0,01...0,05 Тл.

Ключевые слова: тепловой поток, аномальный тлеющий разряд, уравнение теплопроводности, жидкостная модель плазмы.

Ил. 2. Библиогр.: 17 назв.

Проаналізовано умови, при яких знаходяться електроди в аномальному тліючому розряді в схрещених електричному і магнітному полях. На основі розглянутих умов, було виділено основні теплові потоки, які впливають на нагрівання й відведення тепла від катода-мішені і підкладки. Проведено їх аналіз і визначення умов роботи катода. Запропоновано числова модель визначення температури електродів в аномальному тліючому розряді в схрещених електричному і магнітному полях при тисках 0,1...1,5 Па і величинах магнітної індукції 0,01...0,05 Тл.

Ключові слова: тепловий потік, аномальний тліючий розряд, рівняння теплопровідності, рідинна модель плазми.

Іл. 2. Бібліогр.: 17 назв

The conditions under which the electrodes were in the abnormal glow discharge in crossed electric and magnetic fields were analyzed. Based on the considered conditions there were defined the main heat flows affecting the heating and heat removal from the cathode-target and the substrate. The analysis and definition of the cathodes operating conditions were conducted. The numerical model is adduced for the electrodes temperature determination in an abnormal glow discharge in crossed electric and magnetic fields at the pressure of 0.1...1.5 Pa and the magnetic induction of 0.01...0.05 Tesla.

Keywords: heat flux, abnormal glow discharge, heat equation, fluid plasma model.

Fig. 2. Bibliogr.: 17 sources

УДК 621.9.048

Расчет скоростей потока и частиц по тракту сопла Лаваля при струйно-абразивной обработке деталей летательного аппарата в среде Ansys CFX / М.А. Курин, В.И. Куципак, В.В. Воронько, Т.В. Лоза // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 2 (82).– Х., 2015. – С. 66 – 72.

Приведены основные аналитические зависимости для расчета скоростей частицы и потока по каналу сопла Лаваля и при столкновении с обрабатываемой поверхностью. Введен комплексный параметр, который описывает ускорение газового потока в сопле. Проведено моделирование скоростей потока и частиц по тракту сопла Лаваля при струйно-абразивной обработке в среде Ansys CFX. Представлены результаты моделирования.

Ключевые слова: скорость абразивных частиц, двухфазный поток, струйно-абразивная обработка, канал сопла.

Ил. 5. Библиогр.: 2 назв.

Наведено основні аналітичні залежності для розрахунку швидкостей частинки і потоку по каналу сопла Лаваля і при зіткненні з оброблюваною поверхнею. Уведено комплексний параметр, який описує прискорення газового потоку в соплі. Проведено моделювання швидкостей потоку і частинок по тракту сопла Лаваля при струменево-абразивній обробці в середовищі Ansys CFX. Подано результати моделювання.

Ключові слова: швидкість абразивних частинок, двофазний потік, струменево-абразивна обробка, канал сопла.

Іл. 5. Бібліогр.: 2 назви

The basic analytical relationships to calculate the velocity of the particle and flow through the channel of the Laval nozzle and a collision with the surface being treated. Introduced complex parameter, which describes the acceleration of the gas flow in the nozzle. The simulation of the flow velocities and the particle path Laval nozzle at jet-abrasive processing environment Ansys SFX. The results of the simulation presented.

Key words: speed of abrasive particles, two-phase flow, abrasive blast treatment, the channel of the nozzle.

Fig. 5. Tabl. 0. Bibliogr.: 2 sources

УДК 620.178.32

Мандзюк, С.Ф. Прогнозирование усталостной долговечности элементов авиационных конструкций при двухосном непропорциональном нагружении / С.Ф. Мандзюк // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 2 (82). – Х., 2015. – С. 73 – 83.

Предложен метод расчета усталостной долговечности элементов конструкций при двухосном непропорциональном нагружении, основанный на анализе накопленного повреждения по контуру концентратора напряжений. Приведены зависимости для расчета рассеянной энергии, накопленного повреждения за блок нагружения. Обосновано место появления усталостной трещины. Методика отработана на примере образцов в виде тонкостенной пластинки с отверстием под действием асинхронных нагрузок во взаимно-перпендикулярных направлениях. Выполнено численное и экспериментальное исследование долговечности образцов.

Ключевые слова: концентратор напряжений, локальное напряженно-деформированное состояние, усталостная долговечность, двухосное нагружение.

Ил. 8. Библиогр.: 9 назв.

Запропоновано метод розрахунку втомної довговічності елементів конструкцій при двовісному непропорційному навантаженні, оснований на аналізі накопиченого пошкодження по контуру концентратора напружень. Наведено залежності для розрахунку розсіяної енергії, накопиченого пошкодження за блок навантаження. Обґрунтовано місце появи втомної тріщини. Методику відпрацьовано на прикладі зразків у вигляді тонкостінної пластинки з отвором під дією асинхронних навантажень у взаємно-перпендикулярних напрямках. Виконано числове і експериментальне дослідження довговічності зразків.

Ключові слова: концентратор напружень, локальний напружено-деформований стан, утомна довговічність, двовісне навантаження.

Іл. 8. Бібліогр.: 9 назв

The method of calculation of the fatigue life of structural elements under biaxial nonproportional loading based on the analysis of the accumulated damage on the contour of a stress concentrator. The dependences for calculating dissipated energy accumulated damage per unit loading. Substantiated the place of occurrence of a fatigue crack. The method worked out on samples in the form of a thin plate with a hole under the orthogonal asynchronous loading.

Keywords: stress concentrator, local stress-strain state, fatigue life, biaxial loading.

Fig. 8. Bibliogr.: 9 sources

УДК 620.378.325

Изменение структуры малоуглеродистой стали под действием импульсного лазерного излучения / И.В. Дощечкина, Н.А. Лалазарова, Е.Г. Попова, О. В. Афанасьева // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 2 (82).– Х., 2015. – С. 84 – 88.

Импульсное лазерное излучение оказывает интенсивное упрочняющее воздействие на сталь. Работа посвящена изучению особенностей образования и распада аустенита при взаимодействии с лучом лазера, влиянию плотности энергии излучения и количества импульсов на процессы перекристаллизации и упрочнения стали 20. Установлено, что при воздействии лазерного излучения в стали очень быстро происходит перекристаллизация по схеме $\alpha \rightarrow \gamma \rightarrow \alpha$. Показано, что в образующемся при нагреве аустените распределение углерода крайне неоднородно. Выявлено, что выравнивания концентрации углерода в аустените и образования однородной структуры можно достичь увеличением энергии импульсов до 150 Дж/см^2 и их количества до 10.

Ключевые слова: импульсное лазерное излучение, аустенит, мартенсит, плотность энергии, количество импульсов.

Ил. 3. Библиогр.: 3 назв.

Імпульсне лазерне випромінювання має інтенсивну зміцнювальну дію на сталь. Роботу присвячено вивченню особливостей утворення і розпаду аустеніту при взаємодії з променем лазера, впливу щільності енергії випромінювання і кількості імпульсів на процеси перекристалізації і зміцнення сталі 20. Установлено, що при дії лазерного випромінювання в сталі дуже швидко відбувається перекристалізація за схемою $\alpha \rightarrow \gamma \rightarrow \alpha$. Показано, що в утвореному при нагріванні аустеніті розподіл вуглецю вкрай неоднорідний. Виявлено, що вирівнювання концентрації вуглецю в аустеніті й утворення однорідної структури можна досягти збільшенням енергії імпульсів до 150 Дж/см^2 та їх кількості до 10.

Ключові слова: імпульсне лазерне випромінювання, аустеніт, мартенсит, щільність енергії, кількість імпульсів.

Іл. 3. Бібліогр.: 3 назви

Pulsed laser radiation has an intense effect on hardening steel. The work examines the characteristics of formation and decomposition of austenite in the interaction with the laser beam, influence of the radiation energy density and number of pulses on processes that use recrystallizing and hardening steel 20. It was found out that when steel is being exposed by laser radiation it becomes very fast recrystallizing in it by scheme $\alpha \rightarrow \gamma \rightarrow \alpha$. It is shown that in the resultant under heating austenite the carbon distribution is very heterogeneous. It was revealed that the concentration of the alignment of carbon in austenite and an education-homogeneous structure can be achieved by increasing the pulse energy of 150 J/cm^2 and their number to 10.

Keywords: pulsed laser light, austenite, martensite, energy density, the number of pulses.

Fig. 3. Bibliogr.: 3 sources

УДК 629.78.783

Назаров А.С. Управление кратной минимально-избыточной системой гироскопов / А.С. Назаров // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 2 (82).– Х., 2015. – С. 89 – 96.

Приведены аналитические результаты синтеза алгоритма управления гиродинамики, которые обеспечивают настройку на максимум площади области типовой группы. Каждая типовая группа объединяет по два одинаковых гироскопа с параллельными осями прецессии и может создавать управляющие моменты относительно двух осей спутника. Синтезированный алгоритм относится к критериям настройки, оптимизирующим размеры области изменения вектора управляющего момента гиросиловой системы ориентации спутника.

Ключевые слова: гиросиловая система, ориентация спутника, критерий настройки, управление гиродинамики, оси прецессии.

Библиогр.: 4 назв.

Наведено аналітичні результати синтезу алгоритму управління гиродинаміки, що забезпечують налаштування на максимум площі області типової групи. Кожна типова група об'єднує по два однакових гироскопа з паралельними осями прецесії і може створювати керуючі моменти відносно двох осей супутника. Синтезований алгоритм належить до критеріїв налаштування, що оптимізують розміри області зміни вектора керуючого моменту гиросилової системи орієнтації супутника.

Ключові слова: гиросилова система, орієнтація супутника, критерій налаштування, управління гиродинаміки, осі прецесії.

Бібліогр.: 4 назви

The analytical results of the gyro dynamics control algorithm synthesis provides setting a maximum area of the field type group. Each typical group includes two identical gyro parallel axis precession and can create control points on the two axes of the satellite. Synthesized algorithm refers to the criteria for setting, optimizing the dimensions of the change vector control torque of the gyro satellite orientation system.

Keywords: gyro system, satellite orientation, test setup, control of gyro dynamics, precession axis.

Bibliogr.: 4 sources