

УДК 629.7:628.762

Коваленко В.А. Анализ и нормирование дефектов локального нарушения сплошности, возникающих в производстве изделий авиакосмической техники из полимерных композиционных материалов / В.А. Коваленко // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 3 (71). – Х., 2012. – С. 7 – 22.

Проведен анализ макродефектов локального нарушения сплошности в виде непроклеев, возникающих в производстве высоконагруженных конструкций из полимерных композиционных материалов авиакосмической техники.

Обоснованы поля допусков на размеры дефектов рассматриваемого класса на основе одномерной и двумерной моделей, точность которых проверена конечноэлементными моделями.

**Ключевые слова:** полимерный композиционный материал, дефекты локального отслоения, нормирование полей допусков, одномерные и двумерные аналитические и конечноэлементные модели.

Ил. 9. Табл. 1. Библиогр.: 26 назв.

Виконано аналіз макродефектів локального порушення суцільності у вигляді непроклеїв, що виникають у виробництві високонавантажених конструкцій із полімерних композиційних матеріалів авіакосмічної техніки.

Обґрунтовано поля допусків на розміри дефектів даного класу на основі одновимірної і двовимірної моделей, точність яких перевірено скінчено-елементними моделями.

**Ключові слова:** полімерний композиційний матеріал, дефекти локального відшарування, нормування полів допусків, одновимірне і двовимірне аналітичні й скінчено-елементні моделі.

Іл. 9. Табл. 1. Бібліогр.: 26 назв.

The analysis of macro defects of local discontinuity in the form of poor adhesion was performed. These faulties of adhesion arise in manufacturing of high loaded aerospace structures made of polymer composite materials.

Tolerances on the size of defects were substantiated. The accuracy of these tolerances was verified using the finite element models.

**Keywords:** polymer composite material, the defects of local delamination, normalizing of tolerances, one-dimensional and two-dimensional analysis and finite elements models.

Fig. 9. Tab. 1. Bibliog.: 26 sources.

УДК 629.7.023

Гагауз П.М. Необходимые условия оптимальности структуры композиционного материала в континуальной постановке задачи оптимального армирования при ограничениях по прочности / П.М. Гагауз // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 3 (71). – Х., 2012. – С. 23 – 29.

Проанализированы различные подходы к формулировке задач оптимального армирования композитных конструкций. Рассмотрена в общей постановке задача оптимизации структуры КМ «в точке» по условиям прочности с ограничениями в виде неравенств. В качестве критерия прочности использован критерий Цая – Ву, записанный относительно одного структурного параметра. Составлена задача Куна – Таккера и получена разрешающая система уравнений, представляющая собой необходимые условия оптимальности структуры КМ. Показано, что в неравнопрочном пакете слоев условия прочности выполняются строго не более чем для двух слоев, а остальные имеют запас по несущей способности.

**Ключевые слова:** композиционный материал (КМ), прочность, оптимум, структура, необходимые условия.

Ил. 1. Библиогр.: 10 назв.

Проаналізовано різні підходи до формулювання задач оптимального армування композитних конструкцій. Розглянуто в загальній постановці задача оптимізації структури КМ «в точці» за умовами міцності з обмеженнями у вигляді нерівностей. Як критерій міцності використано критерій Цая – Ву, який записано відносно одного структурного параметра. Складено задачу Куна – Таккера і отримано розв'язувальну систему рівнянь, що являє собою необхідні умови оптимальності структури КМ. Показано, що у нерівномічному пакеті шарів умови міцності точно виконуються не більше ніж для двох шарів, а інші мають запас за несучою здатністю.

**Ключові слова:** композиційний матеріал (КМ), міцність, оптимум, структура, необхідні умови.

Іл. 1. Бібліогр.: 10 назв.

Different approaches to formulation of optimal laminate design problem are analyzed. The general statement of such problem with strength inequality constraints is considered. Tsai – Wu failure criterion is assumed to be the ply strength condition and is defined as a function of just one laminate parameter. Kuhn – Tucker problem is formulated and a system of equations is obtained which represent necessary conditions for laminate optimality. It is shown that in general case there are no more than two plies with limit stress state in laminate while others have some margins of safety.

**Keywords:** composite material (CM), strength, optimum structure, the necessary conditions.

Fig. 1. Bibliog.: 10 sources.

УДК 629.735

Кондратьев А.В. Анализ напряженно-деформированного состояния панели солнечной батареи при ее акустическом нагружении / А.В. Кондратьев // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 3 (71). – Х., 2012. – С. 30 – 38.

Предложен упрощенный подход к расчету композитных конструкций ракетно-космической техники при воздействии звукового давления. Проведен анализ напряженно-деформированного состояния композитной панели солнечной батареи при возникновении в ней резонансных акустических колебаний. Сопоставлены результаты расчета панели солнечной батареи при резонансе и действии максимального статического давления, эквивалентного акустическому. Расчет проведен с помощью пакета программ конечно-элементного анализа.

**Ключевые слова:** композиционный материал, сотовый заполнитель, панель солнечной батареи, акустическое нагружение, резонансное акустическое колебание, динамический расчет.

Ил. 7. Табл. 3. Библиогр.: 13 назв.

Запропоновано спрощений підхід до розрахунку композитних конструкцій ракетно-космічної техніки при впливі звукового тиску. Виконано аналіз напружено-деформованого стану композитної панелі сонячної батареї при виникненні в ній резонансних акустичних коливань. Зіставлено результати розрахунку панелі сонячної батареї при резонансі та дії максимального статичного тиску, еквівалентного акустичному. Розрахунок проведено за допомогою пакета програм скінченно-елементного аналізу.

**Ключові слова:** композиційний матеріал, стільниковий заповнювач, панель сонячної батареї, акустичне навантаження, резонансне акустичне коливання, динамічний розрахунок.

Іл. 7. Табл. 3. Бібліогр.: 13 назв.

A simplified approach to the calculation of rocket and space composite structures under the influence of sound pressure was proposed. The analysis of the stress-strain state of the composite solar panel in the event of resonant acoustic vibrations in it was held. The results of the solar panel calculation at a resonance effect and the maximum static pressure, that equivalent to acoustic, were compared. The calculation was performed using the software package of finite element analysis.

**Keywords:** composite, honeycomb, solar panels, acoustic loading, resonant acoustic vibrations, the dynamic calculation.

Fig. 7. Tab. 3. Bibliog.: 13 sources.

УДК 539.37

Гагауз Ф.М. Исследование напряженно-деформированного состояния композитных оболочек в зоне законцовок / Ф.М. Гагауз // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 3 (71). – Х., 2012. – С. 39 – 49.

Рассмотрена методика расчета напряженно-деформированного состояния в оболочках из композиционных материалов вблизи закрепленных краев. Приведены зависимости для определения радиальных перемещений и величины дополнительных изгибных, окружных и межслойных касательных напряжений, возникающих в стенке композитной оболочки в зоне краевого эффекта. Рассмотрены типовые законцовки композитных оболочек для смягчения влияния краевого эффекта и проведены численные исследования для количественной оценки эффективности предлагаемых конструктивно-технологических решений.

**Ключевые слова:** композиционный материал (КМ), оболочка, краевой эффект, законцовка, метод конечных элементов.

Ил. 11. Табл. 2. Библиогр.: 5 назв.

Розглянуто методику розрахунку напружено-деформованого стану оболонок із композиційних матеріалів поблизу закріплених країв. Наведено залежності для визначення радіальних переміщень і величини додаткових згинальних, обводових і міжшарових дотичних напружень, що спричиняються у стінці композитної оболонки в зоні крайового ефекту. Розглянуто типові закінцівки композитних оболонок для пом'якшення впливу крайового ефекту та виконано числові дослідження запропонованих конструктивно-технологічних рішень.

**Ключові слова:** композиційний матеріал (КМ), оболонка, крайовий ефект, закінцівками, метод скінченних елементів.

Іл. 11. Табл. 2. Бібліогр.: 5 назв.

Stress-strain analysis technique in the fixed edges of the composite shells is considered. Dependences for radial displacements definition and for calculation of additional bending, hoop and interlaminar shear stresses in the wall of composite shell within the zone of edge-effect are resulted. Typical constructions of the composite shell edges for the softening of edge-effect influence are considered and numerical researches for quantitative estimation of the offered constructive-technological decision's efficiency are carried out.

**Keywords:** composite material (CM), shell, edge effect, ending, the finite element method.

Fig. 11. Tab. 2. Bibliog.: 5 sources.

УДК 629.735.33

Решетникова Р.Ю. Анализ напряженного состояния болтовых соединений, нагруженных растяжением-сжатием и местным изгибом / Р.Ю. Решетникова // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 3 (71). – Х., 2012. – С. 50 – 61.

Выполнен анализ напряженно-деформированного состояния слабонагруженных и высоконагруженных болтовых соединений. Проведена оценка местных напряжений от локального изгиба, возникающих в зоне концентратора напряжений. Определены обобщенные коэффициенты концентрации напряжений, которые учитывают комбинацию осевых напряжений от растяжения-сжатия и напряжений от местного изгиба. Проанализированы различные способы создания конечноэлементной модели соединения.

**Ключевые слова:** болтовые соединения, местные напряжения от изгиба, обобщенный коэффициент концентрации напряжений, коэффициент изгиба.

Ил. 15. Библиогр.: 14 назв.

Виконано аналіз напружено-деформованого стану слабонавантажених і високонавантажених болтових з'єднань. Проведено оцінювання місцевих напружень від локального згину, що виникають у зоні концентратора напружень. Установлено узагальнені коефіцієнти концентрації напружень, які враховують комбінацію осьових напружень від розтягустиску та напруження від місцевого згину. Проаналізовано різні способи створення скінчено-елементної моделі з'єднань.

**Ключові слова:** болтові з'єднання, місцеві напруження від згину, узагальнений коефіцієнт концентрації напружень, коефіцієнт згину.

Іл. 15. Бібліогр.: 14 назв.

The stress-strain state analysis of high-loaded and low-loaded bolted joints was made. Local bending stresses appearing in the zone of stress concentration were calculated. The generalized stress concentration factor was calculated, taking into account both local bending stresses and concentration of tensile-compressive stresses. The different ways of finite element joint model creation were analyzed.

**Keywords:** bolted joints, local bending stresses, generalized stress concentration factor, bending factor.

Fig. 15. Bibliog.: 14 sources.

УДК 621.88:621.791.3

Вамболь А.А. Особенности технологии изготовления законцовок с продольными элементами в соединении «металл - композит» / А.А. Вамболь // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 3 (71). – Х., 2012. – С. 62 – 66.

Рассмотрены основные технологические этапы изготовления металлических заготовок с продольными элементами для гетерогенных соединений. Проанализированы различные варианты получения соединения и обоснованно выбран наиболее рациональный. По представленным зависимостям определены значения длины паяных швов в зависимости от диаметра продольного элемента. Определены материалы продольных элементов и припоя. Предложена методика определения и выбора материалов, геометрических параметров и способа изготовления законцовок с продольными элементами.

**Ключевые слова:** композиционный материал, гетерогенное соединение, продольный элемент, паяное соединение.

Ил. 2. Табл. 2. Библиогр.: 4 назв.

Розглянуто основні технологічні етапи виготовлення металевих закінцівок із поздовжніми елементами для гетерогенних з'єднань. Проаналізовано різні варіанти отримання з'єднань і обґрунтовано вибрано більш раціональне. За наведеними залежностями визначено значення довжини паяних швів залежно від діаметра поздовжнього елемента. Визначені матеріали поздовжніх елементів і припою. Запропоновано методику визначення та вибору матеріалів, геометричних параметрів і способу виготовлення закінцівок із поздовжніми елементами.

**Ключові слова:** композиційний матеріал, гетерогенне з'єднання, поздовжній елемент, паяне з'єднання.

Іл. 2. Табл. 2. Бібліогр.: 4 назви.

The main technological steps of manufacturing metal tips with longitudinal reinforcement for heterogeneous joints were considered. Different variants of joints obtaining were analyzed. The theoretically substantiated and most rational variant of joint was chosen. The dependence between length of solder joint and diameter of longitudinal reinforcement was given. The materials of longitudinal reinforcement and solder alloy were selected. The method of determination and choosing materials, geometrical parameters and mode of manufacturing tips with longitudinal reinforcement were proposed.

**Keywords:** composite materials, heterogeneous joints, longitudinal reinforcement, solder joint.

Fig. 2. Tab 2. Bibliog.: 4 sources.

УДК 629.7.023

Смоленко А.Г. Комплексный подход к определению эффективного коэффициента теплопроводности сотового заполнителя / А.Г. Смоленко // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 3 (71). – Х., 2012. – С. 67 – 82.

На основе синтеза метода электротепловой аналогии и совместного решения интегродифференциальных уравнений стационарной теплопроводности и лучистого теплообмена для ячейки сотов неправильной шестигранной формы в плане предложен обобщенный метод определения эффективного коэффициента теплопроводности сотового заполнителя с клеевой прослойкой на торцах. Получена аналитическая зависимость эффективного коэффициента теплопроводности сотового заполнителя от его высоты, размеров его ячейки, толщины клеевого слоя, связывающего соты с несущими слоями, тепловых и оптических характеристик материала наполнителя сотов и клея.

**Ключевые слова:** эффективный коэффициент теплопроводности, сотовый заполнитель, стационарная теплопроводность, лучистый теплообмен, соты с клеевой прослойкой на торцах.

Ил. 12. Библиогр.: 12 назв.

На основі синтезу методу електротеплової аналогії та спільного розв'язання інтегродиференціальних рівнянь стаціонарної теплопровідності та променистого теплообміну для ґратки стільника неправильної шестигранної форми в плані запропоновано узагальнений метод визначення ефективного коефіцієнта теплопровідності стільникового заповнювача з клейовим прошарком на торцях. Отримано аналітичну залежність ефективного коефіцієнта теплопровідності стільникового заповнювача від його висоти, розмірів його ґратки, товщини клейового шару, що зв'язує стільник із несучими шарами, теплових та оптичних характеристик матеріалу наповнювача стільників і клею.

**Ключові слова:** ефективний коефіцієнт теплопровідності, стільниковий заповнювач, стаціонарна теплопровідність, променистий теплообмін, стільники з клейовим прошарком на торцях.

Іл. 12. Бібліогр.: 12 назв.

The method for determination effective thermal conductivity of honeycomb with irregular hexagonal shape was obtained by synthesis method of electro-thermal analogy and united solution of integro-differential equations for stationary heat conduction and radiant heat transfer in the cell of honeycomb. Analytical dependence of the honeycomb effective thermal conductivity on its height, the size of the cell, the thickness of the adhesive layer, which connects honeycomb to the load-bearing layers, thermal and optical properties of the honeycombs filler material and glue was presented.

**Keywords:** the effective thermal conductivity, honeycomb, radiant heat transfer, honeycomb with adhesive layer at the ends.

Fig. 12. Bibliog.: 12 sources.

УДК 629.735.33

Черных А.А. Изменение максимальной и минимальной деформаций на диаграммах циклического деформирования алюминиевого сплава Д16АТ при регулярном нагружении / А.А. Черных // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 3 (71). – Х., 2012. – С. 83 – 88.

Приведены результаты экспериментальной проверки гипотез формирования локальных циклов деформирования материала в концентраторе напряжений путем исследования изменения максимальной и минимальной деформаций на диаграммах циклического деформирования алюминиевого сплава Д16АТ. Отдельное внимание уделено последовательности полуциклов нагружения, реализуемых в испытаниях. Установлено, что при мягком регулярном нагружении циклическое деформирование сплава Д16АТ наиболее соответствует модели с фиксированием нижней точки реверса напряжений, последовательность полуциклов нагружения не оказывает существенного влияния на циклические характеристики материала.

**Ключевые слова:** циклическое нагружение, эксперимент, деформирование материалов, напряжение и деформация.

Ил. 6. Библиогр.: 8 назв.

Наведено результати експериментальної перевірки гіпотез формування локальних циклів деформування матеріалу в концентраторі напружень шляхом дослідження зміни максимальної та мінімальної деформаций на діаграмах циклічного деформування алюмінієвого сплаву Д16АТ. Окрему увагу приділено послідовності півциклів навантаження, реалізованих у випробуваннях. Установлено, що при м'якому регулярному навантаженні циклічне деформування сплаву Д16АТ найбільше відповідає моделі з фіксуванням нижньої точки реверсу напружень, послідовність півциклів навантаження не має істотного впливу на циклічні характеристики матеріалу.

**Ключові слова:** циклічне навантаження, експеримент, деформування матеріалів, напруження і деформація.

Іл. 6. Бібліогр.: 8 назв.

Hypotheses of local cycling in stress concentrator were experimentally checked by means of examining the changes of maximum and minimum strain values on cyclic deformation diagrams of aluminum Д16АТ alloy. The sequence of the loading semi-cycles was especially investigated. It is found that the cyclic deformation of the Д16АТ alloy under the stress-controlled regular loading corresponds mostly to the deformation model with the lower vertex of hysteresis loop fixed; the sequence of the loading semi-cycles has no significant effect on the material's cyclic characteristics.

**Keywords:** cyclic loading, test, deformation of materials, stress and strain.

Fig. 6. Bibliog.: 8 sources.



УДК 624.078.45: 539.384

Куреннов С.С. Уточненная методика экспериментального определения податливости соединительного слоя в односрезном 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. 3 (71).– Х., 2012. – С. 89 – 96.

Предложена новая модель клеевого соединения, основанная на теории балок Тимошенко и модели двухпараметрического упругого основания для клеевого слоя. Решена задача о трехточечном изгибе двухслойной балки. Показано, что модель Ржаницына, которая не учитывает деформации сдвига в балке, при решении прямой задачи дает близкие с предложенной моделью результаты, однако при решении обратной задачи по определению модуля упругости клея применяется лишь ограниченно. Это связано с тем, что величина прогиба слабо зависит от модуля сдвига клея, и погрешности модели (и измерений) оказывают значительное влияние на результат решения обратной задачи.

**Ключевые слова:** клеевое соединение, трехслойная балка, двухпараметрическое упругое основание, балка Тимошенко.

Ил. 4. Табл. 2. Библиогр. 5 назв.

Запропоновано нову модель клейового з'єднання, основу на теорії балок Тимошенка і моделі двопараметричної основи для клейового прошарку. Розв'язано задачу про триточковий згин двошарової балки. Показано, що модель Ржаніцина, яка не враховує деформації зсуву в балці, при розв'язуванні прямої задачі дає близькі з запропонованою моделлю результати, однак при розв'язанні оберненої задачі її застосування суттєво обмежене. Це пов'язано з тим, що величина прогину слабо залежить від модуля зсуву клею, і похибки моделі (і вимірів) значно впливають на результат розв'язання оберненої задачі.

**Ключові слова:** клейове з'єднання, тришарова балка, двопараметрична пружня основа, балка Тимошенко.

Іл. 4. Табл. 2. Бібліогр.: 5 назв.

Here is given the new model of the adhesive joint based on the Timoshenko beam theory and on the two-parameter elastic foundation model of the adhesive layer. Also it is solved the problem of the three-point bending of the two-layered beam. It is shown that the Rzhantsin model, which ignores shear deformation of the beam, for the direct problem solution gives the results which are closed to the proposed model, however, for the inverse problem solution of the glue elastic modulus finding it has a restricted application. This is due to the fact that the value of deflection weakly depends on the shear modulus of the glue, and on the model's accuracy (and measurement) significantly affect the result of the inverse problem.

**Keywords:** adhesive joint, a three-layered beam, two-parameter elastic foundation, Timoshenko beam.

Fig. 4. Tab. 2. Bibliog.: 5 sources.

УДК 629.735.33

Третьяков А.С. Амплитуда остаточной деформации при циклическом нагружении в условиях неоднородного поля напряжений. Сообщение 1. Усталостные испытания образцов из сплава Д16АТ растяжением-сжатием и местным изгибом / А.С. Третьяков // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 3 (71).– Х., 2012. – С. 97 – 109.

Исследованы амплитуды остаточной деформации, реализующиеся при циклическом деформировании гладких образцов, нагруженных комбинацией растяжения-сжатия и изгиба. Предложена теоретическая методика расчета, установлено хорошее согласование экспериментальных значений и значений, полученных расчетным путем. В расчете использована приближенная модель циклического деформирования материала без учета изменения остаточной деформации с наработкой.

**Ключевые слова:** усталость металлов, циклическое нагружение, долговечность, эксперимент.

Ил. 5. Библиогр.: 21 назв.

Досліджено амплітуди залишкової деформації, які виникають при циклічному деформуванні зразків, навантажених комбінацією розтягустиску та згину. Запропоновано теоретичну методику розрахунку, встановлено добрий збіг експериментальних значень і значень, отриманих розрахунковим шляхом. У розрахунку застосовано наближену модель циклічного деформування матеріалу без урахування зміни залишкової деформації з напрацюванням.

**Ключові слова:** втома металів, циклічне навантаження, довговічність, експеримент.

Іл. 5. Бібліогр.: 21 назва

The paper investigates residual strain amplitudes in smooth specimens cyclically loaded by combination of tension-compression and bending. The theoretical method of calculation is proposed, and good agreement with experimental results is obtained. The rough model of cyclic deformation which does not take into account the residual strain kinetics was used in the analysis.

**Keywords:** fatigue of metals, cyclic loading, residual strain amplitude.

Fig. 5. Bibliog.: 21 sources.

УДК 629.735

Разработка макетного образца и технологии изготовления тестовой панели солнечной батареи космического аппарата / В.В. Гаврилко, В.А. Коваленко, А.В. Кондратьев, А.М. Потапов // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 3 (71).– Х., 2012. – С. 110 – 117.

Рассмотрены технические мероприятия, обеспечивающие высокую техническую подготовку производства композитных панелей новой конструктивно-силовой схемы для солнечных батарей космических аппаратов. Приведено описание технологических операций изготовления макетного образца панели из высокомодульных полимерных композиционных материалов с супертонкими монослоями на основе углеродных волокон. В результате проведения всех технологических операций получен опытный вариант тестовой панели солнечной батареи, имеющей удельную массу, существенно меньшую регламентированной ( $0,8 \text{ кг/м}^2$ ).

**Ключевые слова:** композиционный материал, панель солнечной батареи, гофрированный полукаркас, супертонкие монослои, углеродные волокна, технология изготовления, техническая подготовка производства

Ил. 8. Табл. 1. Библиогр.: 5 назв.

Розглянуто технічні заходи, що забезпечують високу технічну підготовку виробництва композитних панелей нової конструктивно-силової схеми для сонячних батарей космічних апаратів. Наведено опис технологічних операцій виготовлення макетного зразка панелі з високомодульних полімерних композиційних матеріалів з супертонкими моношарами на основі вуглецевих волокон. У результаті проведення всіх технологічних операцій отримано дослідний варіант тестової панелі сонячної батареї, що має питому масу, істотно меншу регламентованої ( $0,8 \text{ кг/м}^2$ ).

**Ключові слова:** композиційний матеріал, панель сонячної батареї, гофрований напівкаркас, супертонкі моношари, вуглецеві волокна, технологія виготовлення, технічна підготовка виробництва.

Ил. 8. Табл. 1. Библиогр.: 5 назв.

Technical activities that ensure high technical preparation of composite panels production of the new design and the structural scheme for spacecraft solar battery were considered. Description of technological operations of model sample panels manufacturing from high-modulus polymer composite materials with super-thin monolayers of carbon fibers was presented. Experimental version of the solar panel having substantially less specific gravity than  $0,8 \text{ kg/m}^2$  was obtained as a result of all the technological operations.

**Keywords:** composite, solar panel, corrugated semi-frame, super-thin monolayers, carbon fiber, manufacturing technology, technical preparation of production.

Fig. 8. Tab. 1. Bibliog.: 5 sources.

УДК 658.527 (075.8)

Божко Д.В. Использование поточной формы организации производства при сборке авиационных конструкций / Д.В. Божко // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 3 (71). – Х., 2012. – С. 118 – 123.

Рассмотрена задача уменьшения трудоемкости сборочных работ в авиастроении за счет рациональной организации технологических процессов. Для определения оптимальной очередности подачи деталей и узлов на сборку агрегатов предложено использовать методы поточного производства. Для этого известные процедуры определения очередности обработки деталей на поточных линиях механической обработки адаптированы к сборочным операциям. Это позволяет сократить трудоемкость сборки агрегатов без использования дополнительных затрат.

**Ключевые слова:** поточные методы, схемы сборки, очередность подачи узлов на сборку, цикл сборки отсеков и агрегатов.

Ил. 2. Табл. 2. Библиогр.: 4 назв.

Розглянуто задачу зменшення трудомісткості складальних робіт у авіабудуванні за рахунок раціональної організації технологічних процесів. Запропоновано використовувати методи потокового виробництва, які пов'язані з визначенням оптимальної черговості подавання деталей і вузлів для складання агрегатів. Для цього відомі процедури визначення черговості обробки деталей на поточкових лініях механічної обробки адаптовано до складальних операцій, що дозволяє скоротити трудомісткість цих робіт без використання додаткових витрат.

**Ключові слова:** поточкові методи, схеми складання, черговість подання вузлів на складання, цикл складання відсіків і агрегатів.

Іл. 2. Табл. 2. Бібліогр.: 4 назви.

The problem of assembly work complexity reducing in the aircraft industry by means of rational organization of process organization is considered. It is proposed to use mass production techniques associated with determination optimal sequence of parts and components for assembly supply. Well-known procedure for determination the order of execution of parts on machine tools adapted to assembly operations was suggested that reduces the complexity of this work without additional expenses.

**Keywords:** line method, assembly diagrams, sequence of feeding units to the assembly, the cycle of sections and components assembling.

Fig. 2. Tab. 2 Bibliog.: 4 sources

УДК 621.891 (045)

Фретинг-утома сталі 30ХГСА з дискретно-структурованою лунковою поверхнею / Г.В. Цибаньов, В.Є. Марчук, О.І. Духота, Ю.О. Градиський // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 3 (71). – Х., 2012. – С. 124 – 127.

Використання дискретних поверхонь є одним з перспективних методів забезпечення високої працездатності деталей і вузлів авіаційної техніки. Принцип створення покриттів дискретної структури дозволяє по-новому підійти до технології відновлення зношених деталей. У роботі досліджено зразки з конструкційної сталі 30ХГСА з дискретно-структурованою лунковою поверхнею на втому і фретинг-утому. Показано, що найкращі характеристики в умовах фретинг-утоми має матеріал з лунками, поверхня якого зміцнена методом іонно-плазмового термоциклічного азотування.

**Ключові слова:** зносостійкість, дискретні покриття, мікрозаглибини.

Ил. 1. Табл. 1. Библиогр.: 7 назв.

Использование дискретных поверхностей является одним из перспективных методов обеспечения высокой работоспособности деталей и узлов авиационной техники. Принцип создания покрытий дискретной структуры позволяет по-новому подойти к технологии восстановления изношенных деталей. В работе исследованы образцы из конструкционной стали 30ХГСА с дискретно-структурированной луночной поверхностью на усталость и фреттинг-усталость. Показано, что наилучшими характеристиками в условиях фреттинг-усталости обладает исследуемый материал с ячейками, поверхность которого упрочнена методом ионно-плазменного термоциклического азотирования.

**Ключевые слова:** износостойкость, дискретные покрытия, микроуглубления.

Ил. 1. Табл. 1. Библиогр.: 7 назв.

The use of discrete surfaces is one of perspective methods of maintenance of high working capacity of aviation techniques articles and assemblies. The principle of structural discrete coatings creation allows to provide a new approach for restoration technology of the worn-out articles. The samples of structural 30ХГСА steel with discrete-impression course structured surfaces of fretting fatigue have been researched in the paper. The best performance in fretting fatigue has examined material with impressions, which surface is hardened by ion-plasma thermal cycling nitriding have been shown.

**Keywords:** wear-resistance, discrete coating, micro-impressions.

Fig. 1. Tab. 2. Bibliogr.: 7 sources