

УДК 629.735.002:658.52

Читак В.Г. Анализ современного состояния информационной поддержки автоматизированных технологических процессов производства отечественных гражданских самолетов / В.Г. Читак // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 3(95).– Х., 2018. – С. 7 – 19.

Проведен анализ современного состояния информационной поддержки автоматизированных технологических процессов производства отечественных гражданских самолетов ГП «Антонов». Показано, что высокоэффективное производство гражданских самолетов возможно при реализации концепции и методов использования сформулированных основных принципов обеспечения полной интенсивной информационной поддержки технологических процессов.

**Ключевые слова:** информационная поддержка, автоматизированные технологии, гражданские самолеты, концепция, принципы реализации.

Ил. 6. Библиогр. 37 назв.

Проведено аналіз сучасного стану інформаційної підтримки автоматизованих технологічних процесів виробництва вітчизняних цивільних літаків ДП «Антонов». Показано, що високоефективне виробництво цивільних літаків можливо при реалізації концепції і методів використання сформульованих основних принципів забезпечення повної інтенсивної інформаційної підтримки технологічних процесів.

**Ключові слова:** інформаційна підтримка, автоматизовані технології, цивільні літаки, концепція, принципи реалізації.

Іл. 6. Бібліогр. 37 назв

The analysis of the current state of information support of automated technological processes of production of domestic civil aircraft of the state enterprise "Antonov" has been carried out. It is shown that the highly efficient production of civil aircraft is possible with the implementation of the concept and methods of using the formulated basic principles of ensuring full intensive information support of technological processes.

**Keywords:** informational support, automated technologies, civil aircraft, concept, principles of implementation.

Fig. 6. Bibliogr. 37 sources.

УДК 629.715

Бычков А.С. Проблемы инженерного прогнозирования эффективных объемов применения материалов порошковой металлургии в конструкциях агрегатов самолетов / А.С. Бычков, А.В. Кондратьев // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 3(95).– Х., 2018. – С. 20 – 39.

На основе анализа проблем инженерного прогнозирования эффективных объемов внедрения материалов порошковой металлургии в агрегаты гражданских самолетов и установленных предпосылок их применения, а также обоснованной правомерности использования методологии прогнозов роста объемов полимерных композитов в самолетах разработана принципиальная схема состава комплекса прогнозирования роста объемов внедрения порошковых конструктивных элементов в обсуждаемых объектах. Установлен характер формирования долгосрочных прогнозов при параллельном внедрении композитов и порошковых конструктивных элементов.

**Ключевые слова:** инженерное прогнозирование, объемы внедрения, композиты, порошковые конструктивные элементы, система комплекса прогнозирования роста объемов.

Ил. 4. Табл. 1. Библиогр. 53 назв.

На основі аналізу проблем інженерного прогнозування ефективних об'ємів впровадження матеріалів порошкової металургії в агрегати цивільних повітряних суден та встановлених умов їх застосування, а також обґрунтованої правомірності використання методології прогнозів росту об'ємів полімерних композитів у повітряних судах розроблено принципову схему складу комплексу прогнозування росту обсягів впровадження порошкових конструктивних елементів у об'єктах, що обговорюються. Встановлено характер формування довгострокових прогнозів при паралельному впровадженні композитів та порошкових конструктивних елементів.

**Ключові слова:** інженерне прогнозування, об'єми впровадження, композити, порошкові конструктивні елементи, система комплексу прогнозування росту обсягів.

Іл. 4. Табл. 1. Бібліогр. 53 назв.

On the basis of analysis of the problems of engineering forecasting of effective volumes of introduction of powder metallurgy materials in the aggregates of civil aircraft and the established preconditions for their application, as well as the justified legitimacy of using the methodology of the forecasts of the growth of volumes of polymer composites in aircraft, the worked out principle scheme of the composition of the complex forecasting the growth of volumes of introduction of powder constructive elements in the objects under investigation. The character of the formation of long-term forecasts with the parallel introduction of composites and powder construction elements is established.

**Keywords:** engineering forecasting, volumes of introduction, composites, powder constructive elements, complex system of prediction of volume growth.

Fig. 4. Table 1. Bibliogr. 53 sources.

УДК 621.01.103

Донець О. Д. Особливості льотних випробувань регіонального пасажирського літака / О. Д. Донець // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 3(95). – Х., 2018. – С. 40 – 50.

Робота присвячена аспектам та особливостям льотних випробувань сучасного регіонального пасажирського літака. Наведено перелік комплексу наземних робіт з підготовки дослідного повітряного судна до першого випробувального польоту, методи та програми льотних випробувань повітряних суден, основні аспекти методичної підготовки льотних випробувань сучасного дослідного літака. Представлені особливості сертифікаційних випробувань літаків Ан-148 та Ан-158. Для забезпечення максимального використання широких експлуатаційних можливостей літаків Ан-148-100/Ан-158 (моделей Ан-148-100А, Ан-148-100В, Ан-148-100Е та Ан-158) було проведено льотні випробування в умовах низьких мінімумів, виконано наземні та льотні випробування літака на ґрунтових злітно-посадкових смугах, у частині висоти аеродромного базування до 2200 м виконано наземні та льотні випробування літака на аеродромах, розташованих на висотах 1800, 2050 і 2800 м. Для реєстрації та відображення інформації, яка надходить від системи бортових вимірів, розроблено та впроваджено програмно-апаратний комплекс (ПАК) АВІОНІКС-КІ. Для оброблення кодової інформації після виконання польоту, яку зареєстровано ПАК АВІОНІКС-КІ, створено наземний комплекс автоматизованої обробки (НКАО). При льотних випробуваннях літаків розроблено та впроваджено ряд систем, комплексів, методів, методик та апаратно-програмних продуктів, що дозволили автоматизувати процес збирання, реєстрації, оперативного аналізу та оброблення параметрів. За результатами проведених наземних і льотних випробувань оформлені технічні акти, протоколи, тематичні звіти. Ці матеріали використані як доказова документація для підтвердження відповідності вимогам сертифікаційного базису СБ-148 кожної з систем або характеристик.

**Ключові слова:** регіональний пасажирський літак, льотні випробування, наземні випробування, сертифікаційний базис.

Іл. 5. Бібліогр. 2 назви

Работа посвящена аспектам и особенностям летных испытаний современного регионального пассажирского самолета. Приведен перечень комплекса наземных работ по подготовке исследовательского воздушного судна к первому испытательному полету, методы и программы летных испытаний воздушных судов, основные аспекты методической подготовки летных испытаний современного исследовательского самолета. Представлены особенности сертификационных испытаний самолетов Ан-148 и Ан-158. Для обеспечения максимального использования широких эксплуатационных возможностей самолетов Ан-148-100 / Ан-158 (моделей Ан-148-100А, Ан-148-100В, Ан-148-100Е и Ан-158) было проведено летные испытания в условиях низких минимумов, выполнено наземные и летные

испытания самолета на грунтовых взлетно-посадочных полосах, в части высоты аэродромного базирования до 2200 м выполнены наземные и летные испытания самолета на аэродромах, расположенных на высотах 1800, 2050 и 2800 м. Для регистрации и отображения информации, поступающей от системы бортовых измерений, разработаны и внедрены программно-аппаратный комплекс (ПАК) АВІОНІКС-КІ. Для обработки кодовой информации после выполнения полета, которое зарегистрировано ПАК АВІОНІКС-КІ, создан наземный комплекс автоматизированной обработки (НКАО). При летных испытаниях самолетов разработаны и внедрены ряд систем, комплексов, методов, методик и аппаратно-программных продуктов, позволили автоматизировать процесс сбора, регистрации, оперативного анализа и обработки параметров. По результатам проведенных наземных и летных испытаний оформлены технические акты, протоколы, тематические отчеты. Эти материалы использованы как доказательная документация для подтверждения соответствия требованиям сертификационного базиса СБ-148 каждой из систем или характеристик.

**Ключевые слова:** региональный пассажирский самолет, летные испытания, наземные испытания, сертификационный базис.

Ил. 5. Библиогр. 2 назв.

This paper relates to aspects and features of flight tests of current regional passenger aircraft. The paper contains a list of the ground activities for preparing the aircraft for the first test flight, methods and program of the aircraft flight tests, main aspects of the flight test methodical preparation. This article presents features of the AN-148 and AN-158 aircraft certification tests. In order to ensure maximum utilization of the AN-148-100/An-158 aircraft operating capabilities (An-148-100A, An-148-100B, An-148-100E and An-158 models), flight tests were conducted in low minima; the aircraft was tested on ground and in flight from unpaved runways; the aircraft ground and flight tests at altitudes of 1800, 2050 and 2800 m were performed with regard to base aerodrome altitude up to 2200 m. Data received from the on-board instruments were recorded and displayed by the AVIONIKS-KI Software-Hardware Complex (SHC) specially designed and implemented for this purpose. After completing the flight the coded information recorded by the AVIONIKS-KI SHC was processed by the specially developed Ground Automated Processing Complex (GAPC). In flight tests of aircraft, a number of systems, complexes, methods, techniques and hardware and software products have been developed and implemented that allowed to automate the process of acquisition, recording, operational evaluation and processing of parameters.

Technical reports, summaries, thematic papers were issued based on results of the ground and flight tests. These write-ups were used as evidence to proof the compliance with the requirements of the SB-148 certification basis for each system or characteristic.

**Keywords:** regional passenger aircraft, flight tests, ground tests, certification basis.

Fig. 5. Bibliogr. 2 sources.

УДК 629.735.015.3

Соловей І.М. Вплив вихорогенераторів на аеродинамічні характеристики літака "Ikarus C-22"/ І.М. Соловей // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 3(95).– Х., 2018. – С. 51 – 58.

В работе рассматривается влияние низкопрофильных генераторов вихрей в виде клина на аэродинамические характеристики самолёта "Ikarus C-22". Результаты исследования показали, что на чистом крыле при заходе на посадку и выдерживании угла 160 минимальная скорость горизонтального полёта составила 58 км/час. При последующем задирании носа происходит провал. При установленных вихрегенераторах при заходе на посадку и задирании носа до 200 провал не ощущается и идёт плавное последующее уменьшение скорости. Минимальная скорость горизонтального полёта в режиме посадки составила 52 км/час.

**Ключевые слова:** вихрегенератор, поток воздуха, верхняя кромка крыла, срывные характеристики полёта.

Ил. 5. Табл. 1. Библиогр.: 11 назв.

У роботі розглядається вплив низькопрофільних генераторів вихорів у вигляді клина на аеродинамічні характеристики літака "Ikarus C-22". Результат дослідження показав, що на чистому крилі при заході на посадку і витримуванні кута 160 мінімальна швидкість горизонтального польоту складала 58 км/год. При подальшому задиранні носу відбувався провал. При встановлених вихорогенераторах при заході на посадку і задирання носу до 200 провал не відчувається і йде плавне наступне зменшення швидкості. Мінімальна швидкість горизонтального польоту в режимі посадки складала 52 км/год.

**Ключові слова:** вихорогенератор, потік повітря, верхня кромка крила, зривні характеристики польоту.

Іл. 5. Табл. 1. Бібліогр.: 11 назв

The effect of low-profile vortex generators in the form of a wedge on the aerodynamic characteristics of the Ikarus C-22 aircraft is considered. The result of the research showed that the minimum wing speed of the horizontal flight was 58 km/h on a clean wing when approaching and maintaining the angle 160. In the further throbbing of the nose there was a failure. When installed on the wind vortex generators, when approaching the landing and throwing the nose up to 200 failures are not felt and there is a smooth subsequent decrease in speed. The minimum speed of the horizontal flight in landing mode was 52 km/h, which was the difference in the minimum flight speed in landing mode within 10%.

**Keywords:** vortex generator, airflow, upper edge of wing, breaking characteristics of the flight.

Fig. 5. Table. 1. Bibliogr.: 11 sources

УДК 629.735.33

Лось А.В. Метод повышения коэффициента эллиптичности трапециевидного крыла путем увеличения числа трапеций, образующих его план / А.В. Лось // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 3(95).– Х., 2018. – С. 59 – 65.

Одним из направлений снижения индуктивного сопротивления трапециевидного крыла является использование (при проектировании) так называемых коэффициентов эллиптичности его формы по виду в плане. За коэффициент эллиптичности трапециевидного крыла (как известно) принято соотношение циркуляций скорости эллиптического ( $\Gamma_3$ ) и эквивалентного по площади и удлинению трапециевидного ( $\Gamma_{mp}$ ) крыльев, значения которых выражены через безразмерный параметр – сужение ( $\eta_{тр}$ ). Максимальные значения величины коэффициента  $K_{mp}^3$  простого трапециевидного крыла с постоянным сужением достигается при  $\eta_{тр} = 2,857$ . При иных сужениях величина  $K_{mp}^3$  существенно снижается, что влечет за собой увеличение индуктивного сопротивления  $C_{xi}$ . Одним из проектно-конструкторских решений повышения коэффициента эллиптичности  $K^3$  и снижения  $C_{xi}$  является представление формы трапециевидного крыла, образованной несколькими трапециями с различными сужениями ( $\eta_i$ ) и различным их расположением ( $\bar{z}_{Hi}$ ) по размаху составного крыла с суммарным сужением ( $\eta_c$ ). Для крыльев такого типа предложена модель оценки коэффициента его эллиптичности ( $K_n(n, \eta_i, \eta_c, \bar{z}_{Hi})$ ), где  $n$  – число трапеций, образующих общий план составного трапециевидного крыла. На основе таких моделей представляется возможным обеспечить  $K_n^3$  – max при  $\eta_c > 2,857$  (что согласуется с условием снижения массы крыла) и обеспечить минимальную величину  $C_{xi}$ . Анализ показал, что, исходя из условия максимума коэффициента  $K_n^3(n, \eta_i, \eta_c, \bar{z}_{Hi})$ , наиболее эффективными следует признать формы крыльев А-300, А-320, Kawasaki (С-1 и С-2), С-5А, Ил-76. С точки зрения оценки эффективности модифицированного крыла по минимуму  $C_{xi}$  и минимуму массы наиболее рациональной следует признать форму крыла у самолета Ан-124 с его суммарным сужением  $\eta_c = 3,797$  и почти оптимальным  $K^3$ .

**Ключевые слова:** трапециевидное крыло, трапеции, образующие план крыла, коэффициент эллиптичности, метод повышения коэффициента эллиптичности.

Ил. 3. Табл. 3. Библиогр.: 3 назв.

Одним з напрямків зниження індуктивного опору трапецієподібного крила є використання (при проектуванні) так званих коефіцієнтів еліптичності його форми з вигляду в плані. За коефіцієнт еліптичності трапеціє-

подібного крила (як відомо) прийнято співвідношення циркуляції швидкості еліптичного ( $\Gamma_e$ ) і еквівалентного за площею і подовженню трапецієподібного ( $\Gamma_{mp}$ ) крил, значення яких виражені через безрозмірний параметр - звуження ( $\eta_{tr}$ ). Максимальні значення величини коефіцієнта  $K_{mp}^e$  простого трапецієподібного крила з постійним звуженням досягається при  $\eta_{tr} = 2,857$ . При інших звуженнях величина  $K_{mp}^e$  істотно знижується, що спричиняє за собою збільшення індуктивного опору  $C_{xi}$ . Одним з проектно-конструкторських рішень підвищення коефіцієнта еліптичності  $K^e$  і зниження  $C_{xi}$  є уявлення форми трапецієподібного крила, утвореної декількома трапеціями з різними звуженнями ( $\eta_i$ ) і різним їх розташуванням ( $\bar{z}_{Hi}$ ) за розмахом складеного крила з сумарним звуженням ( $\eta_c$ ). Для крил такого типу запропонована модель оцінки коефіцієнта його еліптичності ( $K_n(n, \eta_i, \eta_c, \bar{z}_{Hi})$ ), де  $n$  - число трапецій, що утворюють загальний план складеного трапецієподібного крила. На основі таких моделей представляється можливим забезпечити  $K_n^e$  - max при  $\eta_c > 2,857$  (що узгоджується з умовою зниження маси крила) і забезпечити мінімальну величину  $C_{xi}$ . Аналіз показав, що, виходячи з умови максимуму коефіцієнта  $K_n^e(n, \eta_i, \eta_c, \bar{z}_{Hi})$ , найбільш ефективними слід визнати форми крил А-300, А-320, Кавасакі (С-1 і С-2), С-5А, Іл-76. З точки зору оцінки ефективності модифікованого крила по мінімуму  $C_{xi}$  і мінімуму маси найбільш раціональної слід визнати форму крила у літака Ан-124 з його сумарним звуженням  $\eta_c = 3,797$  і майже оптимальним  $K^e$

**Ключові слова:** трапецієвидне крило, трапеції, що утворюють план крила, коефіцієнт еліптичності, метод підвищення коефіцієнта еліптичності.

Іл. 3. Табл. 3. Бібліогр.: 3 назв

One of the ways to reduce the inductive resistance of a trapezoidal wing is to use (when designing) the so-called ellipticity coefficients of its shape in appearance in the plan. The ellipticity ratio of a trapezoidal wing (as is known) is the ratio of elliptical velocity ( $G_e$ ) circulation to the equivalent and extension of a trapezoidal ( $G_t$ ) wing, the values of which are expressed in terms of the dimensionless parameter – tapering ( $\eta_t$ ). The maximum values of the coefficient  $K_t^e$  of a simple trapezoidal wing with a constant narrowing is achieved with  $\eta_t = 2.857$ . With other restrictions  $K_t^e$ , the value is significantly reduced, which entails an increase in inductive resistance  $C_{xi}$ . One of the design solutions for increasing the ellipticity ratio  $K^e$  and reducing  $C_{xi}$  is the representation of the shape of a trapezoid wing formed by several trapeziums with different restrictions ( $\eta_i$ ) and their different arrangement ( $\bar{z}_{Hi}$ ) in the span of a

composite wing with total restrictions ( $\eta_c$ ). For wings of this type, a model is proposed for estimating its ellipticity coefficient ( $K_n(n, \eta_i, \eta_c, \bar{z}_{Hi})$ ), where  $n$  is the number of trapezoids that form the general plan of a composite trapezoid wing. On the basis of such models, it is possible to provide - max at  $\eta_c > 2.857$  (which is consistent with the condition for reducing the mass of the wing) and ensure the minimum value of  $C_{xi}$ . The analysis showed that, on the basis of the condition of the maximum coefficient  $K_n^e(n, \eta_i, \eta_c, \bar{z}_{Hi})$ , the forms of A-300, A-320, Kawasaki (C-1 and C-2), C-5A, IL-76 wings should be recognized as the most effective. From the point of view of evaluating the effectiveness of a modified wing with a minimum of  $C_{xi}$  and a minimum mass, the most rational should be the shape of the wing of the An-124 with its total narrowing  $\eta_c = 3,797$  and almost optimal  $K^e$ .

**Keywords:** trapezoid wing, trapezium, forming the wing plan, ellipticity coefficient, method of increasing the ellipticity coefficient.

Fig. 3. Tabl. 3. Bibliogr.: 3 sources

УДК 629.7.002: 624.016

Коваленко В.О. Наукові основи технології виробництва агрегатів ракетно-космічної техніки регламентованої якості з полімерних композиційних матеріалів / В.О. Коваленко // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 3(95).– Х., 2018. – С. 66 – 88.

Проведено аналіз сучасного стану застосування полімерних композиційних матеріалів у зарубіжних і вітчизняних агрегатах із композитів у ракетно-космічній техніці, що дозволяє істотно зменшити їх масу, підвищити її економічну ефективність і конкурентоспроможність на світовому ринку продажів і послуг. Стосовно досліджуваного класу об'єктів синтезовано багаторівневий класифікатор показників якості, обґрунтовано математичні моделі їх кваліметричних характеристик і методи їх визначення. Розкрито фундаментальні характеристики композитів і їх роль у забезпеченні інтегрального показника якості виробу. Проведено дослідження технологічних мікро- і макродефектів, що виникають у полімерних композиційних матеріалів у процесі виробництва виробів. Встановлено поля допусків на всі види дефектів і проведено їх нормування. Розкрито концептуальні шляхи вдосконалення технології виробництва композитних виробів ракетно-космічної техніки і синтезовано загальні принципи та правила проектування технологічних процесів.

**Ключові слова:** технологія виробництва, полімерні композиційні матеріали, ракетно-космічна техніка, конструктивно-технологічні рішення, кваліметричні характеристики, показники якості, технологічні поля допусків.

Іл. 9. Табл. 3. Бібліогр. 25 назв.



Проведен анализ современного состояния применения полимерных композиционных материалов в зарубежных и отечественных агрегатах из композитов в ракетно-космической технике, позволяющего существенно снизить их массу, повысить ее экономическую эффективность и конкурентоспособность на мировом рынке продаж и услуг. Относительно исследуемого класса объектов синтезирован многоуровневый классификатор показателей качества, обоснованы математические модели их квалиметрических характеристик и методы их определения. Раскрыты фундаментальные характеристики композитов и их роль в обеспечении интегрального показателя качества изделия. Проведено исследование технологических микро- и макродефектов, возникающих в полимерных композиционных материалах в процессе производства изделий. Установлены поля допусков на все виды дефектов и проведено их нормирования. Раскрыты концептуальные пути совершенствования технологии производства композитных изделий ракетно-космической техники и синтезированы общие принципы и правила проектирования технологических процессов.

**Ключевые слова:** технология производства, полимерные композиционные материалы, ракетно-космическая техника, конструктивно-технологические решения, квалиметрические характеристики, показатели качества, технологические поля допуск

Ил. 9. Табл. 3. Библиогр. 25 назв.

The analysis of present-day state of usage of polymeric composite materials in foreign and native rocket and space technics units was carried out. Composite materials provide considerable mass reduction, increasing of economic efficiency and competitive on world market of sale and service. Was synthesized multilevel classifier of quality criteria's, substantiated mathematical models of criteria's qualimetric characteristics and methods of its definition. The work gives fundamental characteristics of polymeric composite materials and its role in providing of integral quality criteria. Analysis of technological micro and macro-defects, those arise in polymeric composite materials during manufacturing of units was carried out. The margin tolerance on all defects was established and carried out its standardization. The conceptual ways of improvement of manufacturing technology of rocket and space technics units quality from polymer composite materials were considered and general principles and rules of manufacturing technological processes were synthesized.

**Keywords:** manufacturing technology, polymer composite materials, rocket and space technics, constructive-technology solutions, qualimetric characteristics, quality criteria's, technological margin tolerance.

Fig. 9. Table 3. Bibliogr. 25 sources.

УДК 629.7.023

Майорова К.В. Проектування інтегральних тришарових авіаконструкцій з полімерних композиційних матеріалів із трубчастим заповнювачем / В. Майорова // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 3(95).– Х., 2018. – С. 89 – 102.

Містить теоретичні та практичні результати, до яких належать: метод передескізного проектування панельних тришарових авіаційних конструкцій із ПКМ; аналітичні залежності приведених фізико-механічних і міцнісних характеристик ТЗ із ПКМ; аналітичні залежності приведених ФМХ і меж міцності на розтягнення-стиснення і зсув ортотропного квазісуцільного КМ; удосконалений метод експериментально-теоретичного визначення ФМХ і міцнісних властивостей ТЗ із випробувань тришарових зразків, що інтегрально враховує всі специфічні особливості роботи ТЗ у реальних умовах; результати чисельного визначення приведених ФМХ ТЗ для вибраного демонстраційного прикладу, а також квазісуцільної ортотропної трубчастої структури та порівняння з аналітичними даними; результати порівняльних випробувань зразків і натурних конструкцій із ПКМ із СЗ і з ТЗ; рекомендації щодо вдосконалення конструкцій літаків сім'ї «Ан» за допомогою створення інтегральних конструкцій з ТЗ із ПКМ.

Наведено чисельні експериментальні дослідження зразків і фрагментів натурних інтегральних тришарових композитних конструкцій з трубчастим заповнювачем, дано рекомендації, а також позначено шляхи удосконалення конструкцій літаків «Ан» за допомогою створення інтегральних конструкцій ПКМ із ТЗ.

**Ключові слова:** проектування, фізико-механічні характеристики, міцнісні властивості, інтегральна конструкція з ТЗ, квазіоднорідна ортотропна трубчаста структура, аналітичні залежності, МСЕ, коригуючі коефіцієнти, рекомендації та шляхи вдосконалення.

Іл. 4. Табл. 4. Бібліогр. 18 назв.

Содержит теоретические и практические результаты, включающие в себя метод предэскизного проектирования панельных трехслойных авиационных конструкций из ПКМ; аналитические зависимости приведенных физико-механических и прочностных характеристик ТЗ из ПКМ; аналитические зависимости приведенных ФМХ и пределов прочности на растяжение-сжатие и сдвиг ортотропного квазисплошного КМ; усовершенствованный метод экспериментально-теоретического определения всех ФМХ и прочностных свойств ТЗ по испытаниям трехслойных образцов, интегрально учитывающий все специфические особенности работы ТЗ в реальных условиях; результаты численного определения приведенных ФМХ ТЗ для выбранного демонстрационного примера и для квазиоднородной ортотропной трубчатой структуры, результаты сравнения с аналитическими данными, а также результаты сравнительных испытаний образцов и натурных конструкций из ПКМ с СЗ и ТЗ; рекомендации

по совершенствованию конструкций самолетов семейства «Ан» посредством создания интегральных конструкций с ТЗ из ПКМ.

Приведены обширные экспериментальные исследования образцов и натуральных интегральных трехслойных композитных конструкций с трубчатым наполнителем, даны рекомендации и предложены пути совершенствования конструкций самолетов «Ан» посредством создания интегральных конструкций из ПКМ с ТЗ.

**Ключевые слова:** проектирование, физико-механические характеристики, прочностные свойства, интегральная конструкция с ТЗ, квазиоднородная ортотропная трубчатая структура, аналитические зависимости, МКЭ, корректирующие коэффициенты, рекомендации и пути совершенствования.

Ил. 4. Табл. 4. Библиогр. 18 назв.

It contains theoretical and practical results, including methods of design study of panel three-level constructions of PCM; analytical dependences of reduced physical and mechanical and structural behavior of TF made of PCM; analytical dependences of reduced PMB and tensile-compression strength and shear of orthotropic quasisolid CM; improved methods of theoretical and experimental determination of all the PMB and TF structural behavior during three-level samples testing that integrally considers all the specific features of TF work under the real-life conditions; the results of numerical determination of reduced TF PMB for chosen working example and also quasisolid orthotropic tube structure and comparing with analytical data; the results of comparing tests of samples and fragments of model constructions made of PCM with TF and honeycomb filler (HF); recommendations and the ways of updating the “An” aircraft construction by the means of creating integral constructions with TF made of PCM. Numerical determination of reduced TF PMB and quasisolid orthotropic tube structure PMB was carried out on the specific working examples. Adjusting factors for analytical values of PMB were reasonably added. It is learnt that in case of making sandwich construction of smooth orthotropic structure all the adjusting factors of its PMB are equal to one.

**Keywords:** engineering, physical and mechanical behavior, structural behavior, integrated construction with TF, quasisolid orthotropic tube structure, analytical dependences, FEM-model, adjusting factors, recommendations and the ways of updating.

Fig. 4. Table 4. Bibliogr. 18 sources.

УДК 629.7.023

Харченко М.Є. Синтез раціональних конструктивно-технологічних рішень вуглепластикових форморозміростабільних конструкцій космічного призначення / М.Є. Харченко // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 3(95).– Х., 2018. – С. 103 – 114.

Наведено теоретичні й практичні результати, що містять огляд і аналіз стану проблеми розроблення і впровадження термоформорозміростабільних композитних конструкцій космічного призначення; синтез наближених взаємозалежностей характеристик стільникових заповнювачів і конструкцій з вуглепластиків для оцінювання ефективності КТР виробів даного класу; скінченноелементний аналіз забезпечення регламентованої форморозміростабільності агрегатів з вуглесотопластом; обґрунтування можливості створення конструкцій орбітальних космічних апаратів із вуглець-вуглецевих композитів шаруватої структури; приклади технологічної реалізації створення вуглесотопластів і конструкцій на їх основі та їх упровадження. Проведений аналіз стану застосування вуглепластикових стільникових заповнювачів і конструкцій на їх основі, а також проблеми підвищення їх функціональних характеристик для виробів орбітальних космічних апаратів, виявив необхідність вирішення актуальних взаємозв'язаних задач сформульованих у роботі.

**Ключові слова:** конструкції космічного призначення, форморозміростабільність, вуглесотопласти, раціональні конструктивно-технологічні рішення, вуглець-вуглецеві стільникові конструкції, технологічна реалізація.

Іл. 4. Бібліогр. 25 назв.

Содержит теоретические и практические результаты, включающие в себя обзор и анализ состояния проблемы разработки и внедрения термоформоразмеростабильных композитных конструкций космического назначения; синтез приближенных взаимозависимостей характеристик сотовых заполнителей и конструкций из углепластиков для оценки эффективности КТР изделий данного класса; конечноэлементный анализ обеспечения регламентированной форморазмеростабильности агрегатов с углесотопластом; обоснование возможности создания конструкций орбитальных космических аппаратов из углерод-углеродных композитов слоистой структуры; примеры технологической реализации создания углесотопластов и углесотопластовых конструкций и их внедрения.

Проведенный анализ состояния применения углепластиковых сотовых заполнителей и конструкций на их основе, а также проблемы повышения их функциональных характеристик для изделий орбитальных космических аппаратов выявил необходимость решения актуальных взаимосвязанных сформулированных в работе задач.

**Ключевые слова:** конструкции космического назначения, форморазмеростабильность, углесотопласти, рациональные конструктивно-

технологические решения, углерод-углеродные сотовые конструкции, технологическая реализация.

Ил. 4. Библиогр. 25 назв

Contains theoretical and practical results, including a review and analysis of development and implementation problem of thermo-shape-size-stable composite structures for space purposes; synthesis of interdependent characteristics honeycomb and carbon-fiber construction to evaluate the effectiveness structural and technological solutions products of this class; finite element analysis to ensure regimented shape-size-stable aggregates with carbon honeycomb; substantiation the possibility of creating orbital spacecraft structures from the carbon-carbon composites layered structure; examples of technological implementation for creation carbon honeycomb structures based on them and their implementation. The analysis of the state for use carbon fiber and honeycomb structures based on them, and the problem of increasing their functional characteristics for products orbital spacecraft has revealed the need to address urgent interrelated set out in the work tasks.

**Keywords:** constructions for space purposes, the shape-size-stability, carbon honeycomb, rational design and technological solutions, carbon-carbon honeycomb structures, technological implementation.

Fig. 4. Bibliogr. 25 sources.

УДК 629.7.023

Пронцевич О.О. Технологічні методи підвищення функціональних властивостей стільникових заповнювачів та конструкцій із полімерних композиційних матеріалів для виробів авіакосмічної техніки / О.О. Пронцевич// Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 3(95).– Х., 2018. – С. 115 – 129.

Містить теоретичні та практичні результати, що включають розробку методу цілеспрямованого коригування фізико-механічних та міцнісних характеристик стільникового заповнювача при регламентованих обмеженнях на вхідні параметри; методи визначення несучої здатності клейового з'єднання стільникової конструкції при трансверсальному відриві для основних технологічних способів нанесення клею; електрофізичний метод оптимізації режимів отвердження композитних обшивок стільникових заповнювачів з контролем основних стадій технологічного процесу, що забезпечує отримання безпористого полімерного композиційного матеріалу з підвищеними функціональними властивостями за рахунок цільової добавки комплексного з'єднання ренію (V). Результати дослідження та рекомендації роботи реалізовані на ряді підприємств авіакосмічної галузі України, у виробках транспорту й будівельного виробництв, в навчальному процесі підготовки кадрів для авіакосмічної галузі Національного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут».

**Ключові слова:** авіакосмічна техніка, стільникові заповнювачі і конструкції, полімерні композити, технологічні методи формування, функціональні властивості, підвищення якості, математичні моделі і методи  
 Іл. 8. Табл. 6. Бібліогр. 25 назв.

Содержит теоретические и практические результаты, включающие в себя разработку метода целенаправленной корректировки физико-механических и прочностных свойств сотового заполнителя при регламентированных ограничениях на входящие параметры; метода определения несущей способности клеевого соединения сотовой конструкции при трансверсальном отрыве для основных технологических способов нанесения клея; электрофизический метод оптимизации режимов отверждения композитных обшивок сотовых заполнителей с контролем основных стадий технологического процесса, обеспечивающий получение беспористого полимерного композиционного материала с повышенными функциональными свойствами за счет целевой добавки комплексного соединения рения (V). Результаты исследования и рекомендации работы реализованы на ряде предприятий авиакосмической отрасли Украины, в изделиях транспорта и строительного производства, в учебном процессе подготовки кадров для авиакосмической отрасли Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт».

**Ключевые слова:** авиакосмическая техника, сотовые заполнители и конструкции, полимерные композиты, технологические методы формования, функциональные свойства, повышение качества, математические модели и методы.

Ил. 8. Табл. 6. Библиогр. 25 назв

The work contains the theoretical and practical results including the development of methods of directed adjustment of physical-mechanical and strength characteristics of the honeycomb filler at specified limitations on the input parameters; method of determination of the bearing capacity of the adhesive joint of honeycomb structure at transversal tear for the basic technological processes of adhesive application; electro-physical method of optimizing the conditions of curing of composite skins of the honeycomb filler with controlling the basic stages of the technological process which provides for obtaining of pore-free polymeric composite material with enhanced functional properties due to targeted addition of the complex compound of rhenium (V). Results of the investigation and recommendations of the work are implemented at a number of enterprises of aviation and space industry of Ukraine and Russia, in the products used in transport and construction, in the academic activity on training of specialists for aviation and space industry at National Aerospace University "Kharkov Aviation Institute".

**Keywords:** aviation and space engineering, honeycomb fillers and structures, polymeric composites, technological methods of modeling, functional properties, quality improvement, mathematical models and methods.

Fig. 8. Table 6. Bibliogr. 25 sources.

УДК 629.735.33.02.002:621.785

Набокiна Т.П. Рiзка металу надзвуковими високотемпературними газовими струминами з використанням ефекту знемицнювання / Т.П. Набокiна // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 3(95).– Х., 2018. – С. 130 – 144.

Робота присвячена дослідженню нового методу розділового рiзання авіаційних конструкцій на основі алюмінієвих сплавів надзвуковими високотемпературними газовими струминами (НВГС) продуктів згорання, які генеруються рідинними ракетними двигунами малої тяги. Для цього методу характерно формування зони рiзу за рахунок теплової та динамічної дії струмини на матеріал, при цьому температура матеріалу в зоні рiзу не доводиться до температури плавлення. На основі проведених досліджень було створено метод визначення технологічних, енергетичних та економічних характеристик рiзання знемицнюванням. Результати проведених досліджень дозволили доповнити відому класифікацію термічних методів розділового рiзання матеріалів термогазодинамічним методом рiзки з використанням ефекту знемицнювання.

**Ключові слова:** знемицнювання, внутрішньокамерні параметри, паливні компоненти, надзвукові високотемпературні струмини, «пробій», камера згорання.

Іл. 11. Табл. 1. Бібліогр. 8 назв.

Робота посвящена исследованию нового метода разделительной резки авиационных конструкций из алюминиевых сплавов сверхзвуковыми высокотемпературными газовыми струями (СВГС) продуктов сгорания. В качестве генератора таких струй предложены камеры сгорания экологически чистых жидкостных ракетных двигателей малых тяг (ЖРДМТ) на топливной паре «сжатый воздух + углеводородное горючее». Для нового метода характерно формирование зоны реза за счет теплового и динамического воздействия струи на материал, при этом температура материала в зоне реза не доводится до температуры плавления. На основе проведенных исследований был создан метод определения технологических, энергетических и экономических характеристик резки разупрочнением. Результаты проведенных исследований позволили дополнить известную классификацию термических методов разделительной резки материалов термогазодинамическим методом резки разупрочнением.

**Ключевые слова:** разупрочнение, внутрикамерные параметры, топливные компоненты, сверхзвуковые высокотемпературные газовые струи, пробой, камера сгорания.

Ил. 11. Табл. 1. Библиогр. 8 назв

The article is devoted to researching new method of separation cutting aircrafts construction based on aluminum alloys with supersonic high temperature gas stream (SHTGS) combustion products, generated by a liquid rocket engine low thrust. This method is characterized by formation of a cutting zone due to thermal and dynamic action of jets on the material, the temperature of the material in the cutting zone is not necessary to the melting point. On the research basis method for determining the technological, energy and economic characteristics of the process of cutting unhardening was developed. Results of the research allowed to supplement the well-known classification thermal methods for separating cutting of materials by thermogasdynamic cutting with unhardening effect.

**Keywords:** unhardening, intrachamber parameters, fuel components, high-temperature supersonic stream, damage, combustion chamber.

Fig. 11. Table 1. Bibliogr. 8 sources.