

УДК 624.078.43

Карпов Я.С. Общая методика определения напряженно-деформированного состояния адгезионных соединений в линейной одномерной постановке / Я.С. Карпов, П.М. Гагауз, Ф.М. Гагауз // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 2 (78). – Х., 2014. – С. 7 – 20.

Приведен обзор состояния проблемы расчета адгезионных соединений деталей с постоянными или изменяющимися жесткостными параметрами при термомеханическом нагружении. Получены общие расчетные зависимости для определения напряженно-деформированного состояния в адгезионном соединении композитных деталей со ступенчатым изменением толщины. Рассмотрены частные случаи задачи расчета клеевых соединений при переменной толщине деталей, а также при наличии дефектов в виде непроклея, результаты которых могут использоваться в качестве ограничений при проектировании клеевых соединений.

Ключевые слова: композиционный материал, клеевое соединение, напряженно-деформированное состояние.

Ил. 4. Табл. 1. Библиогр.: 17 назв.

Наведено огляд стану проблеми розрахунку адгезійних з'єднань деталей з постійними або змінними жорсткісними параметрами при термомеханічному навантаженні. Отримано загальні розрахункові залежності для визначення напружено-деформованого стану в адгезійному з'єднанні композитних деталей зі ступінчастою зміною товщини. Розглянуто окремі випадки задачі розрахунку клейових з'єднань при змінній товщині деталей, а також за наявності дефектів у вигляді непроклею, результати яких можуть використовуватися як обмеження при проектуванні клейових з'єднань.

Ключові слова: композиційний матеріал, клейове з'єднання, напружено-деформований стан.

Іл. 4. Табл. 1. Бібліогр.: 17 назв

An overview on problem of stress-strain analysis of adhesive joints between parts with constant or variable stiffness parameters under thermomechanical loading was presented. General analytical dependences were obtained for stress-strain fields calculation in stepped-lap adhesive joints of composite parts. Special cases of stress calculation of adhesive joints with variable thicknesses of bonded parts with possible defect in the form of non-bonding were considered and results may be used as constraints during adhesive joints design.

Keywords: composite material, adhesive joint, stress-strain state.

Fig. 4. Tabl. 1. Bibliogr.: 17 sources

УДК 629.7.023:620

Преднапряженность, термонеравновесность и формостабильность обшивок панелей из углерод-углеродного композита сложной структуры при термонагрузении / А.Ф. Санин, В.Е. Гайдачук, А.В. Кондратьев, М.Е. Харченко // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 2 (78). – С. 21 – 28.

Проведен сравнительный анализ преднапряженности, термонеравновесности и формостабильности обшивок панелей из углерод-углеродного композита слоистой структуры, полученного карбонизацией идентичных прототипов из полимерного углепластика. Анализ проводился на основе моделирования в конечноэлементном пакете многослойными четырехузловыми элементами для базовой структуры обшивки (0° , 90°). Исследовалось влияние толщины монослоев и размеров обшивки на технологическое напряженно-деформированное состояние в стесненном и свободном состояниях.

Ключевые слова: углерод-углеродная обшивка, панели слоистой структуры, преднапряженность, термонеравновесность, формостабильность, сравнительный анализ, полимерная углепластиковая обшивка.

Ил. 1. Табл. 2. Библиогр.: 18 назв.

Проведено порівняльний аналіз переднапруженості, термонерівноважності та формостабільності обшивок панелей з вуглець-вуглецевого композита шаруватої структури, отриманого карбонізацією ідентичних прототипів з полімерного вуглепластику. Аналіз проводився на основі моделювання в скінченноелементному пакеті багат шаровими чотири-вузловими елементами для базової структури обшивки (0° , 90°). Досліджувався вплив товщини моношарів і розмірів обшивки на технологічний напружено-деформований стан в обмеженому і вільному станах.

Ключові слова: вуглець-вуглецева обшивка, панелі шаруватої структури, переднапруженість, термонерівноважність, формостабільність, порівняльний аналіз, полімерна вуглепластиковая обшивка.

Іл. 1. Табл. 2. Бібліогр.: 18 назв

The paper deals with comparative analysis of pre-stressing, thermally non-equilibrium, and form stability of skins of panels made of carbon-carbon composite of laminated structure obtained by carbonization of identical prototypes of polymeric carbon fiber reinforced plastic. Analysis was carried out as based on modeling in the finite-element pack by multilayer four-node elements for the basic structure of skin (0° , 90°). Effect of monolayer thickness and skin dimensions on technological stress-strain behavior in pre-deformed and free states was investigated.

Keywords: carbon-carbon skin, panels of laminated structure, pre-stressing, thermal non-equilibrium, form stability, comparative analysis, polymeric carbon fiber skin.

Fig. 1. Table 2. Bibliogr.: 18 sources

УДК 531.8

Бетин А.В. Теоретические основы оценки достоверности проектных значений осевых моментов инерции летательных аппаратов / А.В. Бетин, Д.А. Бетин, А.А. Дунаев // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 2 (78). – С. 29 – 36.

Исследована проблема оценки достоверности результатов вычислений массово-инерционных параметров летательных аппаратов при проектировании. Особое внимание уделено точности вычислений осевых моментов инерции. Для решения указанной проблемы использована группа положений и формул элементарной теории ошибок. В результате теоретических исследований получены гарантированные проверочные соотношения, определяющие условия достоверности проектных значений осевых моментов инерции на всех этапах проектирования летательных аппаратов. Для этапа предварительного проектирования общие проверочные соотношения получили частный вид.

Ключевые слова: летательный аппарат, достоверность проектных значений, осевые моменты инерции.

Ил. 1. Библиогр.: 6 назв.

Досліджено проблему оцінювання достовірності результатів обчислень масово-інерційних параметрів літальних апаратів при проектуванні. Особливу увагу приділено точності обчислень осьових моментів інерції. Для вирішення зазначеної проблеми використано групу положень і формул елементарної теорії похибок. У результаті теоретичних досліджень отримано гарантовані перевірні співвідношення, що визначають умови достовірності проектних значень осьових моментів інерції на всіх етапах проектування літальних апаратів. Для етапу попереднього проектування загальні перевірні співвідношення отримали частинний вигляд.

Ключові слова: літальний апарат, достовірність проектних значень, осьові моменти інерції.

Іл. 1. Бібліогр.: 6 назв

The problem of estimation of reliability results of calculations of mass-inertia parameters of aircrafts is research at designing. The special attention is spared to the accuracy of axial moments of inertia calculations. For the decision of the required problem the group of positions and formulas of elementary errors theory is used. As a result of theoretical researches the assured check correlations, determining the terms of reliability axial moments of inertia project values at all stages of aircrafts designing, are got. For the stage of the predesigning general check correlations were got a particular kind.

Keywords: aircraft, reliability of the design values, the axial moments of inertia.

Fig. 1. Bibliogr.: 6 sources

УДК 629.7.028 + 624.078.43

Ветлугин А.А. Напряженно-деформированное состояние двухстороннего адгезионного соединения деталей постоянной жесткости / А.А. Ветлугин, П.М. Гагауз, Я.С. Карпов // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 2 (78). – С. 37 – 44.

Рассмотрена задача анализа напряженно-деформированного состояния двухстороннего адгезионного соединения деталей постоянной жесткости. На базе одномерной модели получено аналитическое решение задачи для общего случая механического и температурного нагружения. Приведен пример расчета двухстороннего соединения. Показано, что при одинаковых исходных параметрах касательные напряжения в клеевом слое в двухстороннем соединении могут быть ниже, чем в одностороннем. Полученное решение может быть использовано для расчета соединений как композитных, так и металлических деталей.

Ключевые слова: адгезионное соединение, детали постоянной жесткости, соединительный слой, напряженно-деформированное состояние.

Ил. 4. Библиогр.: 3 назв.

Розглянуто задачу аналізу напружено-деформованого стану двостороннього адгезійного з'єднання деталей постійної жорсткості. На базі одновимірної моделі отримано аналітичний розв'язок задачі для загального випадку механічного та температурного навантаження. Наведено приклад розрахунку двостороннього з'єднання. Показано, що при однакових початкових параметрах дотичні напруження в клейовому шарі в двосторонньому з'єднанні можуть бути нижче, ніж в односторонньому. Отримане рішення може бути використано для розрахунку з'єднань як композитних, так і металевих деталей.

Ключові слова: адгезійне з'єднання, деталі постійної жорсткості, з'єднувальний шар, напружено-деформований стан

Іл. 4. Бібліогр.: 3 назви

The problem of double-lap adhesive joint stress-strain state analysis is considered. Joining parts are assumed to be of constant rigidity along the joint length. Using one-dimensional model the analytical solution of the problem for the general case of mechanical and thermal loading is obtained. An example of analysis of such double-lap adhesive joint is given and it is shown that shear stresses in the bonding layer in the double-lap joint may be lower than in single-lap joint with the same initial parameters (loads, materials, geometry). The obtained solution can be used for analysis of joints with both composite and metal parts.

Keywords: adhesive joint, parts of constant rigidity, joining layer, stress-strain state

Fig. 4. Bibliogr.: 3 sources

УДК 624.078.4

Куреннов С.С. Упрощенная двумерная модель клеевого соединения. Учет неравномерного приложения нагрузки / С.С. Куреннов // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 2 (78). – С. 45 – 56.

Решена задача о напряженном состоянии клеевого соединения в упрощенной двумерной постановке. Напряжения полагаются равномерными по толщине элементов соединения. Для построения решения использована гипотеза о малости поперечных перемещений элементов несущих слоев. Решение строится с помощью метода разделения переменных и имеет вид разложения в ряд по собственным функциям. Доказана равномерная сходимость полученного решения. Решена модельная задача.

Ключевые слова: клеевое соединение, двумерная модель, модель Фолькерсена, разделение переменных.

Ил. 3. Библиогр: 9 назв.

Розв'язано задачу про напружений стан клейового з'єднання у спрощеній двовимірній постановці. Напруження вважаються рівномірними по товщині елементів з'єднання. Для побудови розв'язку використано гіпотезу про малі поперечні переміщення елементів шарів, що з'єднуються. Розв'язок побудовано за допомогою методу розподілу змінних і має вигляд ряду за власними функціями. Доведено рівномірну збіжність отриманого розв'язку. Розв'язано модельну задачу.

Ключові слова: клейове з'єднання, двовимірна модель, модель Фолькерсена, розподіл змінних.

Іл. 3. Бібліогр: 9 назв

The problem of the stress state of adhesive joint in a simplified two-dimensional formulation is analyzed. Normal stress distribution is assumed to be uniform through articles thickness. To derive the solution the hypothesis of small transverse displacement of joining layers element is used. The solution is composed by means of the method of variables separation and has the form of series expansion in eigen functions. Steady convergence of the solution obtained is proved. Model problem is solved.

Keywords: adhesive joint, two-dimensional model, Volkersen model, variables separation.

Fig. 3. Bibliogr.: 9 sources

УДК 629.735.33

Заруцкий А.В. Экспериментальное исследование долговечности образцов с упрочненными отверстиями. Сообщение 2. Программное нагружение / А. В. Заруцкий // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 2 (78). – С. 57 – 64.

Выполнено экспериментальное исследование долговечности образцов с упрочненными отверстиями барьерным обжатием при программном нагружении. Испытания проведены для нескольких серий образцов с разной глубиной внедрения обжимок. Нагрузки заданы в виде 6-ти ступенчатой программы нагружения, эквивалентной по повреждаемости комбинированной эксплуатации самолета Бе-200. В результате исследований получены кривые усталости образцов с отверстиями, упрочненными барьерным обжатием, из алюминиевых сплавов Д16АТ и В95пчТ2 при программном нагружении. Определены коэффициенты повышения долговечности в зависимости от уровня номинальных напряжений.

Ключевые слова: экспериментальное исследование, упрочнение, напряжения, долговечность.

Ил. 8. Библиогр.: 8 назв.

Виконано експериментальне дослідження довговічності зразків зі зміцненими отворами бар'єрним обтисненням при програмному навантаженні. Випробування проведено для декількох серій зразків з різною глибиною вдавлювання обтикачів. Навантаження задано у вигляді 6-ти ступінчастої програми навантаження, еквівалентної за пошкоджувальністю комбінованої експлуатації літака Бе-200. В результаті досліджень отримано криві втоми зразків з отворами, зміцненими бар'єрним обтисненням, з алюмінієвих сплавів Д16АТ і В95пчТ2 при програмному навантаженні. Визначено коефіцієнти підвищення довговічності залежно від рівня номінальних напружень.

Ключові слова: експериментальне дослідження, зміцнення, напруження, довговічність.

Іл. 8. Бібліогр.: 8 назв

An experimental study of the durability of samples with hardened holes by barrier compression under program loading have been performed. Tests were carried out for several series of samples with different depth of penetration. Loads were specified as a 6-step program loading equivalent to of damage of the combined operation of the aircraft Be-200.

Fatigue curves of samples with holes, hardened barrier compression, of aluminum alloys Д16АТ and В95пчТ2 during program loading were obtained. The coefficients of durability increasing depend on the level of the rated stresses were determined

Keywords: experimental study, hardening, stresses, durability.

Fig. 8. Bibliogr.: 8 sources

УДК 629.735

Карпов Я.С. Феноменологическая модель явления нагрева композиционных материалов при повторно-статическом нагружении / Я.С. Карпов, М.А. Шевцова, И.М. Тараненко // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 2 (78). – С. 65 – 79.

При повторно-статическом нагружении композиционные материалы нагреваются, причем температура зависит как от частоты нагружения, так и величины амплитуды напряжений. В работе приведены зависимости для определения энергии деформации в однонаправленном КМ при нагружении поперек волокон, вдоль волокон и при сдвиге, а также для композита со сложным произвольным армированием при одноосном нагружении. Синтезирована методика для прогнозирования доли энергии, переходящей в тепло при деформировании композита произвольной структуры при повторно-статических испытаниях. Полученные результаты в дальнейшем могут быть использованы для косвенной оценки долговечности КМ по результатам измерения температуры и нахождения полной энергии (упругой и тепловой) при нагружении.

Ключевые слова: композиционные материалы, повторно-статическое нагружение, напряженно-деформированное состояние, энергия, теплообмен.

Ил. 8. Библиогр.: 2 назв.

При повторно-статичному навантаженні композиційні матеріали нагріваються, причому температура залежить як від частоти навантаження, так і величини амплітуди напружень. У роботі подано залежності для визначення енергії деформації в односпрямованому КМ при навантаженні поперек волокон, уздовж волокон і при зсуві, а також для композита зі складним довільним армуванням при одновісному навантаженні. Синтезовано методику для прогнозування частини енергії, що переходить у тепло при деформуванні композита довільної структури при повторно-статичних випробуваннях. Отримані результати надалі можуть бути використані для непрямого оцінювання довговічності КМ за результатами виміру температури та знаходження повної енергії (пружної й теплової) при навантаженні.

Ключові слова: композиційні матеріали, повторно-статичне навантаження, напружено-деформований стан, енергія, теплообмін.

Іл. 8. Бібліогр.: 2 назви

Composites show phenomenon of self-heating at cyclic-static loading moreover the heating temperature depends both loading frequency and loading amplitude. Dependencies for determination UD composite strain energy at loading along, across fibers, at shear and for composite with arbitrary reinforcing at uniaxial loading are derived. The method for prediction the portion of energy that is transferred to a heating at deformation of composite with arbitrary reinforcing at cyclic-static loading is synthesized. Obtained results can be used for indirect estimation of composites long-term strength by means of measuring temperature and determination total energy (both elastic and heating) at loading.

Keywords: composites, cyclic-static loading, stressed state, energy, heat exchanging.

Fig. 8. Bibliogr.: 2 sources

УДК 629.7.023.002

Сикульский В.Т. Оценка экономической эффективности конструктивно-технологических решений при проектировании частей самолета / В.Т. Сикульский, Л.Н. Корнилов, И.А. Воронько // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 2 (78). – С. 80 – 90.

Приведена методика оценки экономической эффективности при выборе новых конструктивных и технологических инноваций на этапах проектирования, производства и эксплуатации самолетов. Особое внимание уделено весовым параметрам летательного аппарата. Приведены статистические данные по пассажирским самолетам, имеющим длительный стаж эксплуатации. На примере исключения технологических стыков за счет применения панелей двойной кривизны дан расчет экономической эффективности для случая уменьшения массы конструкции, целевой отдачи и целевой нагрузки без изменения стартовой массы и летных свойств самолета.

Ключевые слова: экономическая эффективность, целевая отдача, производственные затраты, эксплуатационные затраты, стоимость изменения массы конструкции.

Ил. 3. Табл. 2. Библиогр.: 5 назв.

Наведено методику оцінювання економічної ефективності при виборі нових конструктивних і технологічних інновацій на етапах проектування, виробництва й експлуатації літаків. Особливу увагу приділено ваговим параметрам літального апарата. Наведено статистичні дані щодо пасажирських літаків, які мають тривалий стаж експлуатації. На прикладі виключення технологічних стиків за рахунок застосування панелей подвійної кривизни дано розрахунок економічної ефективності для випадку зменшення маси конструкції, цільової віддачі та цільового навантаження без змінення стартової маси і льотних властивостей літака.

Ключові слова: економічна ефективність, цільова віддача, виробничі витрати, експлуатаційні витрати, вартість змінення маси конструкції.

Іл. 3. Табл. 2. Бібліогр.: 5 назв

The method of economic efficiency assessment is given when selecting new structural and technological innovations on the stages of aircraft design, manufacturing and operations. Special attention was paid to weight parameters of aircraft. Provided were statistics data on passenger aircraft with long-term operational status. Evidence from elimination of structural joints by using panels of double curvature the economic efficiency was calculated to reduce airframe weight, output and payload without changing gross weight and flight performance.

Keywords: economic efficiency, output, manufacturing expenses, operating expenses, cost of airframe weight change.

Fig. 3. Table 2. Bibliogr.: 5 sources

УДК 533.6.011

Лебедь В.Г. Метод оперативного расчета аэродинамических характеристик крыла при углах атаки от 0° до 360° / В.Г. Лебедь, С.А. Калкаманов, Ф.В. Володин // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 2 (78). – С. 91 – 98.

Предложен метод оперативного расчета аэродинамических характеристик крыла, основанный на использовании метода плоских сечений с коррекцией угла атаки в каждом сечении за счет индуктивной скорости. Индуктивная скорость определяется от вихревой системы крыла с одним присоединенным вихрем, интенсивность которого вычисляется по теореме Н.Е. Жуковского. Метод позволяет рассчитать характеристики крыльев для значений углов атаки от 0° до 360° . Приведены результаты расчетов аэродинамических характеристик крыла малого удлинения. Совпадение расчетных данных с экспериментальными данными вполне удовлетворительное.

Ключевые слова: аэродинамические характеристики крыла, вихревая схема, угол атаки, индуктивная скорость.

Ил. 3. Библиогр.: 16 назв.

Запропоновано метод оперативного розрахунку аеродинамічних характеристик крила, оснований на використанні методу плоских перерізів з корекцією кута атаки в кожному перерізі за рахунок індуктивної швидкості. Індуктивна швидкість визначається від вихрової системи крила з одним приєднаним вихором, інтенсивність якого обчислюється за теоремою М.Є. Жуковського. Метод дозволяє розраховувати характеристики крил для значень кутів атаки від 0° до 360° . Наведено результати розрахунків аеродинамічних характеристик крила малого подовження. Збіг розрахункових даних з експериментальними даними є цілком задовільним.

Ключові слова: аеродинамічні характеристики крила, вихрова схема, кут атаки, індуктивна швидкість.

Іл. 3. Бібліогр.: 16 назв

The method for rapid calculation of aerodynamic characteristics of the wing, based on the method of plane sections with a correction of angle of attack at each section by inductive speed is proposed.

Inductive speed is determined by the vortex system with one wing attached vortex, the intensity of which is calculated by N.E. Zhukovsky theorem. The method allows to calculate the characteristics of wings for angles of attack from 0° to 360° . The calculation results of the aerodynamic characteristics of low aspect ratio wing are given. Agreement between the calculation data with the experimental data is quite satisfactory.

Key words: aerodynamic characteristics of the wing, the vortex scheme, the angle of attack, inductive speed.

Fig. 3. Bibliogr.: 16 sources

УДК 539.3

Николаев А.Г. Напряжения в упругом материале со сферическими порами под действием внешней нагрузки / А.Г. Николаев, Е.А. Танчик // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 2 (78).– С. 99 – 110.

Обобщенным методом Фурье получено аналитико-численное решение неосесимметричной краевой задачи теории упругости для образца пористого материала со сферическими порами. В модели используются четыре поры, центры которых расположены в вершинах квадрата. Задача сведена к бесконечной системе линейных алгебраических уравнений, оператор которой является фредгольмовым. Исследована сходимость метода редукции для решения данной системы. Получены зависимости нормальных компонент тензора напряжений на линиях, соединяющих центры пор.

Ключевые слова: неосесимметричная краевая задача, граничные условия, сферические полости, напряженно-деформированное состояние, обобщенный метод Фурье, метод редукции, пористый материал.

Ил. 4. Библиогр.: 16 назв.

Узагальненим методом Фур'є отримано аналітико-числовий розв'язок неосесимметричної крайової задачі теорії пружності для зразка пористого матеріалу зі сферичними порами. У моделі використовуються чотири пори, центри яких розташовані у вершинах квадрата. Задача зведена до нескінченної системи лінійних алгебраїчних рівнянь, оператор якої є фредгольмовим. Досліджено збіжність методу редукції для розв'язання даної системи. Отримано залежності нормальних компонент тензора напружень на лініях, що з'єднують центри пор.

Ключові слова: неосесимметрична крайова задача, граничні умови, сферичні порожнини, напружено-деформований стан, узагальнений метод Фур'є, метод редукції, пористий матеріал.

Іл. 4. Бібліогр.: 16 назв

An analytical-numerical solution of non-axisymmetric boundary-value problem of elasticity theory for a specimen of porous material with spherical cavities is obtained by generalized Fourier's method. This model uses four pores whose centers are located at the vertices of a square. The problem is reduced to an infinite system of linear algebraic equations, whose operator is Fredholm. The convergence of the reduction method for the solution of the system is investigated. The dependencies of the normal components of the stress tensor on the lines connecting the centers of the pores are obtained.

Keywords: non-axisymmetric boundary value problem, boundary conditions, spherical cavity, stress-strain state, generalized Fourier method, method of reduction, porous material.

Fig. 4. Bibliogr.: 16 sources

УДК 533.6.07

Чигрин Р.Н. Методика постановки условия Кутта – Жуковского на крыльях с конечной толщиной задней кромки / Р.Н. Чигрин // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 2 (78). – С. 111 – 118.

При расчете обтекания потенциальным потоком жидкости профиля с конечной толщиной задней кромки возникают трудности с постановкой граничного условия Кутта – Жуковского. Ошибки, связанные с приближенной постановкой условия Кутта – Жуковского на задней кромке конечной толщины, могут привести к большим погрешностям вычисления суммарных аэродинамических характеристик. В работе рассмотрены особенности выполнения условия Кутта – Жуковского на задней кромке конечной толщины. Приведена методика постановки условия Кутта – Жуковского, основанная на задании направления схода вихревой пелены по биссектрисе и отсутствии скачка потенциала в тангенциальном направлении сверху и снизу задней кромки. Методика применима при малых и умеренных числах Струхала набегающего потока.

Ключевые слова: задняя кромка конечной толщины, вихревая пелена, условие Кутта – Жуковского.

Ил. 3. Библиогр.: 20 назв.

При розрахунку обтікання потенційним потоком рідини профілю з кінцевою товщиною задньої крайки виникають труднощі з постановкою граничної умови Кутта – Жуковського. Помилки, пов'язані з наближеною постановкою умови Кутта – Жуковського на задній крайці кінцевої товщини, можуть призвести до великих похибок обчислення сумарних аеродинамічних характеристик. У роботі розглянуто особливості виконання умови Кутта – Жуковського на задній крайці кінцевої товщини. Наведено методику постановки умови Кутта – Жуковського, основу на завданні напряму сходу вихрової пелени по бісектрисі і відсутності стрибка потенціалу в тангенціальному напрямку зверху і знизу задньої крайки. Методику можна застосовувати при малих і помірних числах Струхала набігаючого потоку.

Ключові слова: задня крайка кінцевої товщини, вихрова пелена, умова Кутта – Жуковського.

Іл. 3. Бібліогр.: 20 назв

When calculating the flow of profile with a finite thickness of the rear edge by potential fluid flow, difficulties arise with formulation the boundary condition of Kutta-Zhukovsky method. Errors related to approximate condition formulation of Kutta-Zhukovsky method on the rear edge of finite thickness can lead to large errors in the calculation of total aerodynamic characteristics.

The study considers peculiarities of making conditions of Kutta-Zhukovsky method on the rear edge of finite thickness. Considered technique of formulation condition of Kutta-Zhukovsky method is based on vector of converging vortex along the bisector, and the absence of drop the potential in the tangential direction from above and below the rear edge. The method is applicable for small and moderate numbers of Strouhal of oncoming flow.

Keywords: rear edge of finite thickness, vortex sheet, the Kutta-Zhukovsky condition.

Fig. 3. Bibliogr.: 20 sources

УДК 629.78.036

Гайдуков В.Ф. Анализ технологических характеристик при электроимпульсной утилизации отходов / В.Ф. Гайдуков, В.В. Кручина // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 2 (78). – С. 119 – 125.

Изложены особенности выбора процесса утилизации производственных отходов и его аппаратного оформления. Предложена инженерная методика для графического представления выхода диспергируемого материала в зависимости от технологических параметров электроимпульсного процесса утилизации отходов производства. Обоснованы рекомендации выбора параметров процесса и оборудования для утилизации отходов механообрабатывающих и гальванических цехов аэрокосмической отрасли. Рассмотрен общий порядок построения алгоритма процесса утилизации.

Ключевые слова: обработка гальванических стоков, системы оборотного водоснабжения, диспергирование металла.

Ил. 3. Библиограф.: 6 назв.

Викладено особливості вибору процесу утилізації виробничих відходів та його апаратного оформлення. Запропоновано інженерну методику для графічного представлення виходу диспергованого матеріалу залежно від технологічних параметрів електроімпульсного процесу утилізації відходів виробництва. Обґрунтовано рекомендації вибору параметрів процесу й обладнання для утилізації відходів механообробних і гальванічних цехів аерокосмічній галузі. Розглянуто загальний порядок побудови алгоритму процесу утилізації.

Ключові слова: обробка гальванічних стоків, системи оборотного водопостачання, диспергування металу.

Іл. 3. Бібліограф.: 6 назв

Outlined the features of the selection process of disposal of industrial waste and its hardware design. Proposed engineering method to graphically represent the output of dispersible material depending on the technological parameters of the process of electro-pulses utilization of industrial waste. Recommendations for selecting process parameters and equipment for waste disposal and electroplating shops machining aerospace industry are substantiated. A general procedure for composing an algorithm of recycling process is considered.

Keywords: electroplating wastewater treatment, water recycling systems, dispersion of a metal.

Fig. 3. Bibliogr.: 6 sources.