

УДК 621.3.002

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ КОЛЬЦЕВЫХ ДЕМПФЕРОВ В БЛИСКАХ ГТД*

М.Ш.Нихамкин, докт. техн. наук; **А.А.Балакирев**; **А.Ю.Головкин**
(Пермский национальный исследовательский политехнический университет);
В.А.Бессчетнов (ОАО «Авиадвигатель»)

E-mail: 1st.leonao@gmail.com

Описаны методика и результаты экспериментальной оценки эффективности кольцевых демпферов сухого трения в блисках компрессоров газотурбинных двигателей. Установлено, что применение разрезных колец различных размеров может в несколько раз увеличить эффективность демпфирования колебаний блисков.

Ключевые слова: газотурбинные двигатели, блиски, колебания, демпферы.

EXPERIMENTAL EVALUATION OF EFFICIENCY OF THE RING DAMPERS IN GAS TURBINE
ENGINE BLISKS. *M.Sh.Nikhamkin, Dr.Techn.Sc; A.A.Balakirev; A.Yu.Golovkin; V.A.Besschetnov.*

Methodology and results of experimental evaluation of efficiency of the dry friction ring dampers in compressor blisks of gas turbine engines are described. It has been found that application of different-size split rings can increase damping efficiency of blisk vibrations several times.

Keywords: gas turbine engines, blisks, vibrations, dampers.

УДК 004.414.22

МЕТОД РАСЧЕТА ПРОИЗВОДНОЙ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ ДЛЯ САУ ГТД

А.С.Васин (ОАО УНПП «Молния», г. Уфа);

*О.Д.Лянцев, докт. техн. наук (Уфимский государственный
авиационный технический университет)*

E-mail: Vasin81@gmail.com

Предложен метод расчета производных, основанный на решении системы уравнений с помощью псевдообратной матрицы.

Ключевые слова: газотурбинный двигатель, передаточная функция, производная, реальное время.

A REAL TIME METHOD OF ANALYSIS OF A DERIVATIVE FOR GAS TURBINE ENGINE FADEC SYSTEM. *A.S.Vasin; O.D.Lyantsev, Dr.Techn.Sc.*

The authors suggest a method for derivatives calculation based on the solution of a set of equations using pseudo-inverse matrix.

Keywords: gas turbine engine, transfer function, derivative, real time.

УДК 535.3+535.4+681.586.5+621.391

АЭРОАКУСТИЧЕСКИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В ГАЗОВОЗДУШНОМ ТРАКТЕ АВИАЦИОННЫХ ГТД

В.Ю.Виноградов, канд. техн. наук; О.Г.Морозов, докт. техн. наук;

В.И.Анфиногентов, докт. техн. наук; Н.В.Дорогов, канд. техн. наук;

*А.А.Заднев; И.И.Нуреев, канд. техн. наук (Казанский национальный
исследовательский технический университет им. А.Н.Туполева – КАИ)*

E-mail: vawin@mail.ru

Использование акустических характеристик газовых струй для диагностики на холодных режимах позволяет сохранить ресурс двигателя и повысить экономичность испытаний.

Ключевые слова: аэроакустические методы, диагностика, волоконно-оптические датчики, матрица, система диагностики.

AEROACOUSTIC INTERACTIONS IN A GAS-AIR DUCT OF THE AIRCRAFT GAS TURBINE ENGINES. *V.Yu.Vinogradov, Cand.Tech.Sc; O.G.Morozov, Dr.Tech.Sc; V.I.Anfinogentov, Dr.Tech.Sc; N.V.Dorogov, Cand.Tech.Sc; A.A.Zadnev; I.I.Nureev, Cand.Tech.Sc.*

The use of acoustics of engine jets for diagnostics in cold conditions makes it possible to ensure engine life and improve testing efficiency.

Keywords: aeroacoustic methods, diagnostics, fiber-optic sensors, diagnostic system.

УДК 621.452.322

МЕТОДИКА ИДЕНТИФИКАЦИИ ПЕРЕДАТОЧНЫХ ФУНКЦИЙ ТВД

О.Д.Лянцев, докт. техн. наук; **А.В.Казанцев** (Уфимский государственный авиационный технический университет)

E-mail: kazantsev.1990@mail.ru

Предложена методика идентификации передаточных функций ТВД на базе аппроксимации экспериментальных данных кубическими сплайнами.

Ключевые слова: турбовальный двигатель, передаточная функция, методика идентификации, частотные характеристики.

PROCEDURE FOR IDENTIFICATION OF THE TURBOSHAFT ENGINE TRANSFER FUNCTIONS.
O.D.Lyantsev, Dr.Tech.Sc; A.V.Kazantsev.

Procedure for identification of the turboshaft engine transfer functions based on cubic splines approximation of experimental data is proposed.

Keywords: turboshaft engine, transfer function, identification procedure, frequency response characteristics.

ВОПРОСЫ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 678.5

**ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПАНЕЛЕЙ
ПОЛА ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ПО ПЕРЕМЕННОМУ КРИТЕРИЮ**

П.В.Шершак; В.Н.Егоров, докт. техн. наук
(ОАО «Национальный институт авиационных технологий»)

E-mail: shershak@niatcomposite.ru

Приведены результаты анализа применения векторных и скалярных критериев оптимальности при выборе рациональных трехслойных сотовых панелей пола воздушных судов. Предложен способ оптимизации по переменному критерию с учетом влияния сил усечения исходных множеств различных критериев.

Ключевые слова: панель пола, трехслойная сотовая панель, воздушное судно, критерии оптимальности, сила усечения исходного множества.

OPTIMIZING DESIGN PROCESS FOR THE AIRCRAFT FLOOR PANELS USING VARIABLE
CRITERION. *P.V.Sherashak; V.N.Egorov, Dr.Techn.Sc.*

Analysis data of the use of vector and scalar optimality criteria when selecting rational three-layer honeycomb aircraft floor panels are presented. An optimization method using a variable criterion with regard to the influence of truncation forces of initial sets of different criterion is suggested.

Keywords: floor panel, three-layer honeycomb panel, aircraft, optimality criteria, force of initial set truncation.

УДК 669-1

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ ДЛЯ ЛИТЬЯ В КОКИЛЬ ОТЛИВОК ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

*Д.В.Бережной, канд. техн. наук; В.С.Моисеев, докт. техн. наук;
А.А.Голоцуцкий; О.В.Телицына, канд. техн. наук (МАТИ – Российский
государственный технологический университет имени К.Э. Циолковского)*

E-mail: castingtlp@mati.ru

Представлен программный комплекс, реализующий возможность автоматизированного проектирования конструктивных элементов кокиля для литья отливок из алюминиевых сплавов. Применение разработанного программного комплекса позволяет значительно сократить время проектирования и снизить трудоемкость проектных работ.

Ключевые слова: кокиль, отливка, литниково-питающая система, технологическая оснастка.

THE AUTOMATED ENGINEERING OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT FOR FOUNDED
IN THE CHILL MOLD OF CASTINGS FROM ALUMINUM ALLOYS. *D.V.Berezhnoy, Cand.Tech.Sc.;
V.S.Moiseev, Dr.Tech.Sc.; A.A.Golotsutskiy; O.V.Telitsyna, Cand.Tech.Sc.*

The article presents a software system that implements a possibility for automated engineering of the structural elements of the chill mold for manufacturing aluminum alloy castings. Application of the developed software system provides reduction in engineering time and decrease in labor content of design work.

Keywords: chill mold, casting, feed-gating system, production tooling.

УДК 621.913

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ТРУБНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ВЫСОКОЙ НАДЕЖНОСТИ ДЛЯ ЛА

*С.Б.Марьин*¹, докт. техн. наук; *Хейн Вин Зо*², канд. техн. наук;
*Д.Г.Колыхалов*¹, канд. техн. наук

¹ *Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет*

² *«МАТИ» – РГТУ им. К.Э. Циолковского*

E-mail: maryinsb@knastu.ru

Предложена технология изготовления фланцев под стыковые сварные соединения труб, которая позволяет получать трубные конструкции высокой надежности.

Ключевые слова: высокоресурсные трубопроводы, фланец, формование, технологическая оснастка, раздача.

MANUFACTURING HIGH-RELIABILITY PIPE STRUCTURES FOR AICRAFTS.

S.B.Maryin, Dr.Techn.Sc; Hein Win Zaw, Cand.Techn.Sc; D.G.Kolykhalov, Cand.Techn.Sc.

Technology of manufacturing flanges for butt welded joints of pipes, which allows for production of high-reliability tubular structures, is proposed.

Keywords: long-life piping, flange, molding, tooling, expansion.

УДК 533.9: 539.4

СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИ УСТАЛОСТИ СИЛУМИНА, ПОДВЕРГНУТОГО ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОННО-ПУЧКОВОЙ ОБРАБОТКЕ*

*В.Е.Громов*¹, докт. физ.-матем. наук;

*Ю.Ф.Иванов*², докт. физ.-матем. наук; *К.В.Алсараева*¹;

*С.В.Коновалов*¹, докт. техн. наук; *М.П.Калашников*³; *Е.А.Петрикова*²

¹ Сибирский государственный индустриальный университет

² Институт сильноточной электроники СО РАН

³ Институт физики прочности и материаловедения СО РАН

E-mail: gromov@physics.sibsiu.ru

Проведен анализ изменения структурно-фазовых состояний силумина, подвергнутого электронно-пучковой обработке с последующим усталостным нагружением до разрушения. Изучены трибологические и прочностные свойства поверхности силумина после электронно-пучковой обработки и усталостных испытаний.

Ключевые слова: структура, фазовый состав, силумин, электронный пучок, усталость.

STRUCTURE-PHASE MODIFICATIONS UNDER THE FATIGUE OF SILUMIN EXPOSED TO THE ELECTRON-BEAM PRETREATMENT. *V.E.Gromov, Dr.Ph.-Math.Sc;*
Yu.F.Ivanov, Dr.Ph.-Math.Sc; *K.V.Alsaraeva;* *S.V.Konovalov, Dr.Techn.Sc;*
M.P.Kalashnikov; *E.A.Petrikova.*

The authors analyzed modification in the structure-phase states of silumin exposed to the electron-beam treatment with subsequent fatigue to failure loading. Tribological and strength properties of the silumin surface after electron-beam treatment and fatigue tests were considered.

Keywords: structure, phase composition, silumin, electron beam, fatigue.

УДК 629.7.023.8

ЧИСЛЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОПЕРЕЧНОЙ НАГРУЗКИ НА ПРОУШИНУ

А.А.Чернецов, канд. техн. наук (МГТУ им. Н.Э. Баумана)

E-mail: aachernetsov@gmail.com

Предложен метод численного определения эмпирических коэффициентов, используемых в аналитических расчетах проушин. Данные, полученные численным расчетом, показали хорошее совпадение точек кривых с экспериментальными. Предлагаемый метод был использован для проведения практических расчетов проушин, выполненных из алюминиевого сплава 1933-Т3.

Ключевые слова: расчет проушины, численный метод.

NUMERICAL DETERMINATION OF EFFICIENCY COEFFICIENT OF THE TRANSVERSE LOAD
ON THE LUG. *A.A.Chernetsov, Cand.Tech.Sc.*

A numerical method to find empirically determined coefficients used in the analytical calculations of lugs is presented. Data obtained by numerical calculations showed good compliance of the curve points to the experimental ones. The suggested method was used for practical calculations of 1933-T3 aluminum alloy lugs.

Keywords: lug calculation, numerical method.

КАЧЕСТВО, НАДЕЖНОСТЬ,
РЕСУРС

УДК 629.7.08

**ВЫБОР МЕТОДА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ
РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ
ВОЗДУШНЫХ СУДОВ, ПОЛУЧИВШИХ ПОВРЕЖДЕНИЯ**

С.М.Мусин, докт. техн. наук (АО «Авиационное оборудование»);
А.В.Наркевич, канд. техн. наук; **П.Т.Пантелеев** (НИЦ ЦНИИ ВВС МО РФ)

E-mail: niratsms@mti-net.ru

Обоснован выбор метода неразрушающего контроля для проверки исправности элементов конструкции воздушных судов.

Ключевые слова: неразрушающий контроль, контроль элементов конструкции воздушного судна.

SELECTION OF THE METHOD FOR NON-DESTRUCTIVE TESTING OF SERVICEABILITY
OF DAMAGED STRUCTURAL COMPONENTS OF AIRCRAFTS. *S.M.Musin, Dr.Techn.Sc;*
A.V.Narkevich, Cand.Techn.Sc; P.T.Panteleev.

Selection of a non-destructive testing method to check operability of the structural components of aircrafts is justified.

Keywords: non-destructive testing, aircraft structural components check.

УДК 629.7.063.6

СТРУЙНАЯ ПРОМЫВКА ТОПЛИВНЫХ ЕМКостей ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

В.А.Ермаков, канд. техн. наук; **Д.А.Загвоздин**; **Е.Е.Шишкина**
(Иркутский авиационный завод – филиал ОАО «Корпорация “Иркут”»)

E-mail: luts_yuv@irkut.ru

Показаны преимущества струйной промывки топливных баков, осуществляемой с помощью моечных насадок.

Ключевые слова: промывка емкостей, моечные насадки, струйная промывка, интенсификация промывки.

JET FLUSHING OF AIRCRAFT FUEL TANKS. *V.A.Ermakov, Cand.Tech.Sc; D.A.Zagvozdin; E.E.Shishkina.*

Advantages of jet flushing of the fuel tanks with washing nozzles are presented.

Keywords: flushing of tanks, washing nozzles, jet flushing, flushing process intensification.

УДК 614.8.084

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ КОМПРЕССОРНЫХ ЛОПАТОК АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

А.И.Черняев; **В.А.Трефилов**, докт. техн. наук (Пермский национальный исследовательский политехнический университет)

E-mail: aichernyaev@yandex.ru

Предложен метод оценки надежности деталей на основе структурно-энергетической теории отказов.

Ключевые слова: компрессорные лопатки, компрессор высокого давления, томография, надежность, вероятность отказа, структурно-энергетическая теория отказов.

EVALUATION OF RELIABILITY OF AERO ENGINE COMPRESSOR BLADES. *A.I.Chernyaev; V.A.Trefilov, Dr.Tech.Sc.*

The authors suggest a method for evaluation of parts reliability based on the structural power failure theory.

Keywords: compressor blades, high-pressure compressor, tomography, reliability, probability of failure, structural power failure theory.

УДК 629.735.45

МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ РЕГУЛИРУЕМЫХ ВЕРТОЛЕТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Д.В.Неделько, докт. техн. наук; М.З.Шакиров
(ОАО «Казанский вертолетный завод»)

E-mail: ndv7350@mail.ru

Представлен вероятностный подход к методике повышения надежности регулируемых вертолетных конструкций, основанный на определении допустимых величин регулировок при одновременном индивидуальном установлении коэффициентов надежности.

Ключевые слова: долговечность, вероятность разрушения, регулируемый элемент, ошибка регулировки, вертолетная конструкция.

IMPROVING RELIABILITY OF ADJUSTABLE HELICOPTER STRUCTURES.

D.V.Nedel'ko, Dr.Techn.Sc; M.Z.Shakirov.

Probabilistic approach to methodology of improving reliability of adjustable helicopter structures based upon determination of the allowable adjustment values with simultaneous separate finding of reliability factors is presented.

Keywords: lifetime, fracture probability, adjustable component, adjusting error, helicopter structure.

УДК 62-791.2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КОНТРОЛЯ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ПЛАЗМЕННЫМ МЕТОДОМ

Р.Г.Тимиркеев, докт. техн. наук; С.В.Франков; О.И.Трушин
(ОАО «Национальный институт авиационных технологий»)

E-mail: niat4230@mail.ru

Установлены преимущества элегазовоздушного метода контроля герметичности замкнутых емкостей, позволяющие рекомендовать его для внедрения в серийное производство.

Ключевые слова: контроль герметичности, метрологические параметры, надежность, достоверность.

DETERMINATION OF THE METROLOGICAL PARAMETERS FOR LEAKAGE TESTING
BY PLASMA METHOD. *R.G.Timirkeev, Dr.Techn.Sc; S.V.Frankov; O.I.Trushin.*

Advantages of the air-gas insulated method for leakage testing of closed containers have been found. They make it possible to recommend this method to be introduced into serial production.

Keywords: leakage testing, metrological parameters, reliability, validity.

УДК 681.3.06

АНАЛИЗ ПРОЧНОСТИ КОМПОЗИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В СИСТЕМЕ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДИАНА

В.И.Лысухин, канд. техн. наук
(Публичное акционерное общество «Туполев»)

E-mail: lysukhin.vi@mail.ru

Рассмотрены основные возможности системы подготовки и анализа результатов Visual-DIANA. Описаны способы задания свойств композитных конструкций и возможности анализа их напряженно-деформированного состояния.

Ключевые слова: метод конечных элементов, композитные конструкции, ДИАНА, VisualDIANA.

STRENGTH ANALYSIS OF COMPOSITE STRUCTURES IN ДИАНА FINITE ELEMENT SYSTEM.
V.I.Lysukhin, Cand.Techn.Sc.

Main capabilities of VisualDIANA system for preparation and analysis of results are considered. Modes of data input and possibilities for analysis of the stress-strain state of composite structures are described.

Keywords: finite element method, composite structures, ДИАНА, VisualDIANA.