

# САМОЛЕТО- И ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИЕ

УДК 629.73

## КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ ПАССАЖИРСКОГО САМОЛЕТА SUPERJET-100 ПРИ АВАРИЙНОЙ ПОСАДКЕ

*М.А.Погосян*<sup>2</sup>, докт. техн. наук; *А.А.Рябов*<sup>1</sup>, докт. физ.-матем. наук;  
*В.И.Романов*<sup>1</sup>, канд. техн. наук; *С.С.Куканов*<sup>1</sup>, канд. техн. наук; *Е.Е.Маслов*<sup>1</sup>;  
*Д.Ю.Стрелец*<sup>2</sup>, канд. техн. наук; *М.С.Литвинов*<sup>2</sup>; *А.В.Корнев*<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ООО «Саровский инженерный центр», e-mail: Alex.Ryabov@saec.ru

<sup>2</sup> Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), e-mail: dstrel@mai.ru

Для обоснования надежности и безопасности самолета Superjet-100 при аварийной посадке применяется математическое моделирование. Рассмотрены случаи динамического деформирования планера пассажирского самолета при его приземлении с частично выпущенными и убранными шасси при заданных начальных условиях касания взлетно-посадочной полосы аэродрома. Подтверждены достоверность моделирования и точность результатов расчетов.

**Ключевые слова:** аварийная посадка, безопасность, математическое моделирование, надежность, прочность.

COMPUTER ANALYSIS OF SAFETY OF THE SUPERJET-100 PASSENGER AIRCRAFT DURING CRASH LANDING. *M.A.Pogosyan, Dr.Techn.Sc; A.A.Ryabov, Dr.Phys.-Math.Sc; V.I.Romanov, Cand.Techn.Sc; S.S.Kukanov, Cand.Techn.Sc; E.E.Maslov; D.Yu.Streletz, Cand.Techn.Sc; M.S.Litvinov; A.V.Kornev.*

The article discusses the issues related to the use of mathematical modeling to substantiate reliability and safety of the Superjet-100 aircraft during crash landing. The problems of dynamic deformation of the passenger aircraft airframe in the landing with partially extended and retracted landing gear under given initial conditions of the touchdown operation were considered. The adequacy of modeling and the accuracy of calculation results were confirmed.

**Keywords:** crash landing, safety, mathematical modeling, reliability, durability.

УДК 533.6.071

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКЦИИ СИСТЕМЫ ПОДВЕСКИ НА АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛУМОДЕЛЕЙ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ В АДТ

*А.А.Птицин (ЦАГИ им. проф. Н.Е. Жуковского)*

E-mail: a\_ptitsin@mail.ru

Выполнено численное моделирование обтекания изолированного фюзеляжа полумодели самолета с часто используемыми в экспериментальных исследованиях вариантами конструкции пьедестала вязким сжимаемым газом. Определены составляющие аэродинамической нагрузки на каждом из элементов полумодели и причины прироста сопротивления полумодели относительно полной модели.

**Ключевые слова:** аэродинамический эксперимент, полумодель, пьедестал, уравнения Навье–Стокса.

ANALYSING THE INFLUENCE OF THE SUPPORT DEVICE STRUCTURE ON AERODYNAMICS  
OF HALF-MODELS IN WIND TUNNEL TESTS. *A.A.Ptitsin.*

Numerical simulation of the viscid compressible gas flow round the isolated fuselage of an aircraft half-model with pedestal structure versions used frequently in experimental investigations was carried out. Components of aerodynamic load upon each of the half-model elements and the reasons for half-model resistance growth in relation to full model were determined.

**Keywords:** aerodynamic test, half-model, pedestal, Navier–Stokes equations.

УДК 629.735.45

## ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРЕДЕЛЬНЫХ РЕГУЛИРУЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ ВЕРТОЛЕТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

*Д.В.Неделько, докт. техн. наук (КНИТУ–КАИ им. А.Н. Туполева);  
М.З.Шакиров (ПАО «Казанский вертолетный завод»)*

E-mail: ndv7350@mail.ru

Разработан графоаналитический метод определения предельных регулировочных параметров (применяемость метода показана на примере регулируемой конструкции подвесного топливного бака вертолета). Метод может быть также применен для конструкций, имеющих элементы, регулировка которых значительно влияет на долговечность и ресурс всей конструкции.

**Ключевые слова:** долговечность, ресурс, регулируемый элемент, ошибка регулировки, вертолетная конструкция, топливный бак.

A GRAPH-ANALYTICAL METHOD FOR DETERMINING THE LIMIT OF ADJUSTMENT  
PARAMETERS FOR ADJUSTABLE HELICOPTER CONSTRUCTIONS.

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

A grapho-analytical method to determine the limit adjustable parameters has been developed (applicability of the method is shown by example of an adjustable structure of the helicopter external fuel tank). This method can also be applied to structures with components whose adjustment significantly affects the durability and lifetime of the entire structure.

**Keywords:** durability, lifetime, adjustable components, adjustment error, helicopter structure, fuel tank.

УДК 621.452.322

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕЛИНЕЙНОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТРДД НА РЕЖИМЕ ЗАПУСКА ПО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ ДАННЫМ

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

E-mail: kazantsev.1990@mail.ru

Представлен метод идентификации нелинейной динамической модели газотурбинного двигателя на режиме запуска по экспериментальным данным. Для этого предлагается использовать численные методы оптимизации. Апробация проводилась на примере экспериментальных данных, полученных в режиме штатной работы ТРДД.

**Ключевые слова:** нелинейная динамическая модель, режим запуска, параметр динамики, ТРДД, метод идентификации.

DETERMINATION OF A NONLINEAR DYNAMIC MODEL OF THE BYPASS TURBOFAN ENGINE IN THE STARTUP MODE USING EXPERIMENTAL DATA. *O.D.Lyantsev, Dr.Techn.Sc; A.I.Abdulnagimov, Cand.Techn.Sc; A.V.Kazantsev.*

A method for identification of a nonlinear dynamic model of a gas turbine engine in the startup mode using experimental data is presented. The authors propose the use of numerical optimization methods. The approbation has been made by example of experimental data obtained in standard operation mode of the bypass turbofan engine.

**Keywords:** nonlinear dynamic model, startup mode, parameter of dynamics, bypass turbofan, identification method.

УДК 621.793:620.18

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ СТАЛИ 30ХГСА ПРИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ГАЗОВОЙ ПЛАЗМЫ АРГОНА

*Л.М.Петров, докт. техн. наук; А.Н.Смирнова*  
(ОАО «Национальный институт авиационных технологий»)

E-mail: info@niat.ru

Рассмотрено влияние технологических воздействий газовой плазмы аргона на изменение структуры, свойств и степени коррозионных поражений поверхностного слоя конструкционной стали 30ХГСА. Показано, что энергия взаимодействия газового плазменного потока с обрабатываемой поверхностью является основным фактором, определяющим степень коррозионных поражений конструкционной стали.

**Ключевые слова:** вакуумная ионно-плазменная обработка, состояние поверхности, защитная способность, вольт-амперные характеристики.

CHARACTERISTIC FEATURES OF FORMATION OF CORROSION RESISTANCE IN 30HGSA STEEL SURFACE LAYER UNDER THE INFLUENCE OF ARGON GAS PLASMA.

*L.M.Petrov, Dr.Techn.Sc; A.N.Smirnova.*

The influence of argon gas plasma on the change in structure, properties and degree of corrosion damages in the surface layer of 30HGSA structural steel is considered. It is shown that the interaction energy of gas plasma stream and the surface under treatment is the key factor determining the degree of corrosion damages in the structural steel.

**Keywords:** vacuum ion-plasma treatment, surface condition, protective capability, volt-ampere characteristics.

УДК 629.7.01

## ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ЛАЗЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ НАТУРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОХЛАЖДАЕМЫХ ЛОПАТОК ГАЗОВЫХ ТУРБИН

*И.В.Шевченко, докт. техн. наук; А.Н.Рогалев, канд. техн. наук;  
М.И.Шевченко (НИУ «МЭИ»)*

E-mail: ShevchenkoIgV@mpei.ru

Изложена методика проектирования лопаток газовых турбин, основанная на опережающей верификации тепловых и гидравлических моделей их системы охлаждения, путем испытания прототипа лопатки, изготовленного по технологии селективного лазерного плавления.

**Ключевые слова:** газовая турбина, охлаждаемая лопатка, система охлаждения, тепло-гидравлическая модель, прототип, верификация.

APPLICATION OF ADDITIVE LASER TECHNOLOGIES FOR FULL-SCALE MODELING  
WHEN DESIGNING COOLED BLADES OF GAS TURBINES. *I.V.Shevchenko, Dr.Techn.Sc;  
A.N.Rogalev, Cand.Techn.Sc; M.I.Shevchenko.*

The methodology for designing gas turbine blades on the basis of the advanced verification of thermal and hydraulic models of their cooling system by testing the prototype of a blade manufactured using selective laser melting technology is reported.

**Keywords:** gas turbine, cooled blade, cooling system, thermal hydraulic model, prototype, verification.

УДК 621.9.04

## ФОРМООБРАЗОВАНИЕ ТОЧНЫХ ПАЗОВ ФЛАНЦЕВОГО РАЗЪЕМА КРЫЛА И ЦЕНТРОПЛАНА

*О.М.Балла, канд. техн. наук (Иркутский национальный исследовательский технический университет, институт авиамашиностроения и транспорта)*

E-mail: ballaom@mail.ru

Приведены результаты исследования и экспериментальной отработки стратегии формообразования точных пазов фланцевого стыка крыла и центроплана в условиях агрегатно-сборочного производства. Предложена и экспериментально отработана схема обработки паза до нужного размера отверстия.

**Ключевые слова:** крыло, центроплан, концевая фреза, силы фрезерования, встречное фрезерование, попутное фрезерование, поле допуска.

FORMING PRECISION SLOTS OF THE WING-AND-CENTER SECTION FLANGE JOINT.

*O.M.Balla, Cand.Techn.Sc.*

The author presents results of investigation and experimental development of the strategy for forming precision slots in the wing-and-center section flange joint in assembling conditions. A scheme for machining slots to required size of the hole has been proposed and experimentally tried out.

**Keywords:** wing, center section, end mill, milling force, up cutting, down cutting, tolerance range.

УДК 621.793

## **ВЛИЯНИЕ ФИНИШНЫХ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ НА УСТАЛОСТНУЮ ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ АВИАКОНСТРУКЦИЙ**

**В.А.Фролова** (ФГУП «СибНИА им. С.А. Чаплыгина»);

**Л.А.Адегова**, канд. техн. наук (Сибирский государственный университет путей сообщения)

E-mail: fvasibnia@mail.ru

Исследовано влияние конструктивных и технологических факторов на механические характеристики образцов с продольным подкреплением, изготовленных из плиты алюминиевого сплава В95пчТ2. Даны уравнения кривых усталости и представлена расчетная оценка долговечности.

**Ключевые слова:** механическая обработка, поверхностное упрочнение, усталостная долговечность, прогнозирование долговечности.

THE INFLUENCE OF FINISH SURFACE HARDENING ON FATIGUE LIFE OF AIRCRAFT STRUCTURE COMPONENTS. *V.A.Frolova; L.A.Adegova, Cand.Techn.Sc.*

The impact of the structural and manufacturing factors on mechanical properties of specimens with longitudinal reinforcement made of V95pchT2 aluminum alloy strip has been investigated. Equations of fatigue curves and calculated fatigue life estimates are presented.

**Keywords:** machining, surface hardening, fatigue life, durability prediction.

КАЧЕСТВО, НАДЕЖНОСТЬ,  
РЕСУРС

УДК 629.735.33.018

## МЕТОД АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКИМ НАГРУЖЕНИЕМ АВИАЦИОННЫХ ГЕРМОТТЕКОВ ПРИ РЕСУРСНЫХ ИСПЫТАНИЯХ

*А.Я.Стерлин, докт. техн. наук; И.В.Парамошин  
(ЦАГИ им. проф. Н.Е. Жуковского)*

E-mail: andrey.sterlin@tsagi.ru

Использование предлагаемого метода расширяет область применения создаваемых на его основе средств управления наддувом для испытания авиационных отсеков различных объемов и герметичности, а также обеспечивает высокую точность выполнения программ нагружения объектов при значительном изменении степени их герметичности в процессе испытаний.

**Ключевые слова:** ресурсные испытания, система пневматического нагружения, авиационные гермоотсеки.

A METHOD FOR ADAPTIVE CONTROLLING PNEUMATIC LOADING OF THE AIRCRAFT  
PRESSURIZED COMPARTMENTS IN SERVICE LIFE TESTS. *A.Ya.Sterlin, Dr.Techn.Sc;  
I.V.Paramoshin.*

The use of the proposed method scales up application domain of pressurization control tools developed on its basis for testing aircraft compartments with different volume and tightness and ensures high accuracy of execution of object loading programs under significant change in degree of their tightness during tests.

**Keywords:** service life tests, pneumatic loading system, aircraft pressurized compartments.

УДК 620.1

## ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ОТВЕРСТИЙ ЗВУКОПОГЛОЩАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА АКУСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

*А.С.Дударев, канд. техн. наук; О.Ю.Кустов; И.В.Храмцов*  
(Пермский национальный исследовательский политехнический университет); *А.В.Подвинцев* (АО «Пермский завод «Машиностроитель»»)

E-mail: ktn80@mail.ru

Приведены результаты исследований влияния качества отверстий звукопоглощающих конструкций на акустические характеристики двигателя.

**Ключевые слова:** акустика, шум, звукопоглощающие конструкции, интерферометр, перфорация, коэффициент звукопоглощения.

EFFECT OF QUALITY OF HOLE FORMING IN SOUND ABSORBING STRUCTURES  
OF AIRCRAFT ENGINES ON THE ACOUSTICS. *A.S.Dudarev, Cand.Tech.Sc;*  
*O.Yu.Kustov; I.V.Hramtsov; A.V.Podvintsev.*

Results of studying the effect of holes quality produced in the sound absorbing structures on engine acoustics are presented.

**Keywords:** acoustics, noise, sound absorbing structures, interferometer, perforation, sound absorption factor.

УДК 621.7.024.2

## **ВЛИЯНИЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧИСТОТЫ РАБОЧИХ ПОЛОСТЕЙ ЖИДКОСТНЫХ СИСТЕМ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ПОЛЕТОВ**

*В.Б.Кровяков; А.В.Попов, докт. техн. наук; А.Ю.Коротеев; А.А.Ялпаев (Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»)*

E-mail: vlkrov@rambler.ru

Разработаны новые способы очистки внутренних полостей жидкостных систем и агрегатов авиационной техники путем организации нестационарного режима течения моющей жидкости.

**Ключевые слова:** промышленная чистота, промывка, очистка, жидкостная система, агрегат.

THE INFLUENCE OF INDUSTRIAL CLEANLINESS OF FLUID SYSTEM CAVITIES OF AIRCRAFTS ON THE FLIGHT SAFETY. *V.B.Krovjakov; A.V.Popov, Dr.Techn.Sc; A.Yu.Koroteev; A.A.Yalpaev.*

New ways of cleaning internal cavities of aviation fluid systems and units by arranging unsteady mode of washing liquid flow were developed.

**Keywords:** industrial cleanliness, washing, cleaning, liquid system, unit.

УДК 678.6.765+678.07.072+678.02.027

## СТЕКЛОСОТОПЛАСТЫ С ПОВЫШЕННОЙ ПРОЧНОСТЬЮ

**В.С.Волков**, канд. техн. наук; **Г.С.Шуль**, канд. техн. наук; **И.В.Кулагина**;  
**А.М.Крюков**, канд. техн. наук; **Н.А.Садикова**; **Е.В.Денисова**  
(АО «ОНПП “Технология” им. А.Г.Ромашина»)

E-mail: korneychukan@technologiya.ru

Разработаны состав и технология получения стеклосотопластов с увеличенным в 1,7 раза объемом сотоблоков и повышенными прочностными характеристиками при сжатии по сравнению с аналогичными серийно выпускаемыми стеклосотопластами. Представлены физико-механические и эксплуатационные характеристики разработанных стеклосотопластов.

**Ключевые слова:** стеклосотопласты, соты, стеклоткань, связующее, габариты сотоблоков.

FIBERGLASS HONEYCOMBS WITH INCREASED STRENGTH. *V.S.Volkov, Cand.Techn.Sc;*  
*G.S.Shul', Cand.Techn.Sc; I.V.Kulagina; A.M.Kryukov, Cand.Techn.Sc; N.A.Sadikova;*  
*E.V.Denisova.*

The authors have developed the composition and technology to produce fiberglass honeycombs with 1,7 times increased volume of honeycomb blocks and high strength properties under compression as compared to similar series-produced fiberglass honeycombs. Physico-mechanical and operational characteristics of the developed fiberglass honeycombs are presented.

**Keywords:** fiberglass honeycombs, honeycombs, fiberglass fabric, binder, dimensions of honeycomb blocks.

# О ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ

УДК 001.621

## ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ПО ПРИОРИТЕТНЫМ НАПРАВЛЕНИЯМ КОНКУРЕНТНОГО ПРОИЗВОДСТВЕННО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

*Р.О.Сироткин*, канд. техн. наук (ОАО «Национальный институт авиационных технологий»); *Н.И.Байдакова*, канд. социол. наук;  
*Н.А.Романченко*, канд. педагогич. наук (Московский авиационный институт)

E-mail: rostsir@gmail.com

Рассмотрены особенности формирования компетенций, использование компетентностного подхода в развитии высокотехнологичных корпораций на современном этапе и их роль в конкурентоспособности корпорации. Предложены меры по устранению несоответствия подготовки персонала требованиям высокотехнологичных предприятий.

**Ключевые слова:** производственно-технологическое пространство, подготовка кадров, компетенции, конкурентоспособность производственно-технологического пространства, центр компетенций корпорации.

PROBLEMS OF PERSONNEL TRAINING IN PRIORITY TRENDS OF THE COMPETITIVE  
PRODUCTION-AND-TECHNOLOGICAL SPACE. *R.O.Sirotkin, Cand.Techn.Sc;*  
*N.I.Baidakova, Cand.Soc.Sc; N.A.Romanchenko, Cand.Educ.Sc.*

The authors consider formation characteristics of competences, application of the competency-based approach to development of high-tech corporations at the present stage and their role in competitiveness of the corporation. The authors propose measures for elimination of inadequacy of personnel training to requirements of high-tech enterprises.

**Keywords:** production-and-technological space, personnel training, competencies, competitiveness of production-and-technological space, corporation competency center.