

УДК 629.73

## МЕТОДИКА ВЫБОРА СОСТАВА ПРОЕКТНО- КОНСТРУКТОРСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОБЛИКА ЛА НА ЭТАПЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

*А.А.Горбунов, А.Д.Припадчев*

*Оренбургский государственный университет*

Предложена методика многомерной упорядоченной параметризации при проектировании летательного аппарата. Важной частью методики является возможность учета конструктивных особенностей на ранних этапах проектирования, в частности сравнение и анализ большого количества проектных альтернатив, и поиск оптимального решения по выбранным критериям эффективности.

**Ключевые слова:** воздушное судно, выбор параметров, облик воздушного судна, параметрический синтез, вектор параметров, многопараметрический подход, концептуальная модель.

METHODOLOGY FOR SELECTING THE COMPOSITION OF DESIGN PARAMETERS OF AIRCRAFT APPEARANCE AT THE PRELIMINARY DESIGN STAGE. *A.A.Gorbunov, A.D.Pripadchev.*

The paper proposes a methodology of multidimensional ordered parameterization for aircraft design. An important part of the methodology is the possibility of considering the structural features at early stages of design, in particular, comparison and analysis of a large number of design alternatives and search for optimal solutions based on the selected performance criteria.

**Keywords:** aircraft, parameter selection, airplane appearance, parametric synthesis, vector of parameters, multiparameter approach, conceptual model.

УДК 629.7.036.34

## ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОНОМИЧНОСТИ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ СВЕРХЗВУКОВОГО САМОЛЕТА В УСЛОВИЯХ ДОЗВУКОВОГО КРЕЙСЕРСКОГО ПОЛЕТА

*А.И.Ланшин, А.Д.Алендарь, А.Н.Грунин, М.В.Силуянова*

<sup>1</sup> *Центральный институт авиационного  
моторостроения имени П.И. Баранова*

<sup>2</sup> *Московский авиационный институт  
(национальный исследовательский университет)*

В статье представлены результаты исследования различных способов регулирования силовой установки с ТРДДФ, имеющей развитую механизацию проточной части. Сравнение способов регулирования проведено с оценкой как по внутренним параметрам двигателя, так и с учетом внешнего аэродинамического сопротивления воздухозаборника и кормовой части мотогондолы.

**Ключевые слова:** силовая установка, ТРДДФ, программа регулирования, эффективные характеристики, регулируемый воздухозаборник.

INVESTIGATION OF WAYS TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF THE POWER PLANT OF A SUPERSONIC AIRCRAFT ON SUBSONIC CRUISE. *A.I.Lanshin, A.D.Alendar', A.N.Grunin, M.V.Silyanova.*

The work is focused on the analysis of various ways of regulating a power plant with a turbofan engine with developed mechanization of the flow path. The comparison of the control methods was carried out with an assessment of both the internal parameters of the engine, and taking into account the external aerodynamic drag of the air intake and the tail part of the engine nacelle.

**Keywords:** power plant, turbofan engine, control program, aerodynamic drag, variable geometry air intake.

# ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИЕ

УДК 621.438: 621.45.026

## ПЕРСПЕКТИВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ГТД ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МОНОКОЛЕС В ОХЛАЖДАЕМЫХ ТУРБИНАХ

*А.В.Викулин, А.Г.Кружалов*

*Московский авиационный институт*

*(национальный исследовательский университет)*

Для снижения удельного веса конструкции и увеличения удельной тяги газотурбинного двигателя были разработаны неразъемные конструкции диска и рабочих лопаток компрессора – «блиски». Основными преимуществами «блисковых» роторов являются снижение массы их конструкции, повышение ресурса работы и КПД двигателя. Развитие технологических процессов формирования неподвижных соединений, алгоритмов автоматизированных инженерных расчетов и математического моделирования позволяют создавать и использовать «блисковые» роторы с неохлаждаемыми и охлаждаемыми лопатками в конструкции турбин высокого и низкого давления перспективных двигателей.

**Ключевые слова:** газовая турбина, «блисковая» конструкция моноколес турбины, биметаллическое рабочее колесо, автоматизированные инженерные расчеты, математическое моделирование.

PROSPECTS FOR IMPROVEMENT MODERN GAS TURBINE ENGINES DUE TO APPLICATION BIMETAL BLISKS IN COOLED TURBINES. *A.V.Vikulin, A.G.Kruzhalov.*

To reduce the specific weight of the structure and increase the specific thrust of the gas turbine engine, one-piece designs of the disk and compressor blades – «blisks» were developed. The main advantages of the «blisk» rotors are the reduction in the mass of their structure, the increase in the service lifecycle and the efficiency of the engine. The development of technological processes for the formation of fixed joints, algorithms for automated engineering calculations and mathematical modeling make it possible to create and use «blisk» rotors with uncooled and cooled blades in the design of high- and low-pressure turbines of promising engines.

**Keywords:** gas turbine, «blisk» design of turbine monowheels, bimetallic impeller, automated engineering calculations, mathematical modeling.

УДК 629.7.036.3.018:534.83

## МЕТОДИКА СОКРАЩЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ИСПЫТАНИЙ ПАНЕЛЕЙ ЗВУКОПОГЛОЩАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ АВИАЦИОННОГО ГТД

*Н.В.Осадчий, В.Т.Шепель*

*ПАО «ОДК-Сатурн», г. Рыбинск, Россия*

Рассмотрен вопрос сокращения количества испытаний панелей звукопоглощающих конструкций авиационного ГТД. В основу положен выбор на основе конечно-элементного моделирования одной или двух репрезентативных панелей ЗПК из кольцевого пояса панелей, успешные статические и динамические испытания которых гарантируют выполнение норм летной годности.

**Ключевые слова:** ГТД, панель ЗПК, статические и динамические испытания, нормы летной годности, конечно-элементная модель.

METHOD OF REDUCING A NUMBER OF TESTS FOR ACOUSTIC PANELS OF AIRCRAFT GTE.

*N.V.Osadchiy, V.T.Shepel'.*

The paper addresses the issue of reduction of a number of tests for acoustic panels of aircraft gas-turbine engine. The study is based on selection by finite-element modeling of one or two representative acoustic panels from the panels of containment shroud whose successful static and dynamic tests ensure compliance with airworthiness certification specifications.

**Keywords:** GTE, acoustic panel, static and dynamic tests, airworthiness certification specifications, finite-element model.

УДК 621.318.12+621.318.23+537.613+004.942+519.876.5

## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ БЕСКОНТАКТНОГО МАГНИТНОГО ПОДВЕСА НА СИСТЕМЕ ПОСТОЯННЫХ МАГНИТОВ

*О.А.Черкасова<sup>1</sup>, А.А.Скрипкин<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup> Саратовский национальный исследовательский  
государственный университет имени Н.Г. Чернышевского*

*<sup>2</sup> Саратовский государственный технический  
университет имени Гагарина Ю.А.*

Представлены два типа конструкции пассивного бесконтактного магнитного подшипника на основе постоянных магнитов. Получены результаты компьютерного моделирования предложенных конструкций. Приведены результаты двухмерного анализа распределения магнитного поля диаметрально намагниченных тороидальных колец с различными эллиптическими профилями с использованием полученных моделей. Произведен расчет пондеромоторной силы между двумя тороидальными кольцевыми постоянными магнитами с радиальной намагниченностью. Получено условие по геометрии тороидальных колец для обеспечения устойчивости бесконтактного подвеса.

**Ключевые слова:** постоянный магнит, бесконтактный магнитный подвес, пондеромоторная сила, магнитная индукция, напряженность магнитного поля, компьютерное моделирование.

SOME DESIGN FEATURES OF A CONTACTLESS MAGNETIC SUSPENSION ON A PERMANENT MAGNET SYSTEM. *O.A.Cherkasova, A.A.Skripkin.*

The paper presents two types of design of a passive contactless magnetic bearing based on permanent magnets. The results of computer simulation of the proposed structures obtained. The paper also provides a two-dimensional analysis of the magnetic field distribution of diametrically magnetized toroidal rings with different elliptical profiles using the obtained models. The ponderomotive force between two toroidal annular permanent magnets with radial magnetization is calculated. A condition on the geometry of toroidal rings for ensuring the stability of a contactless suspension obtained.

**Keywords:** permanent magnet, contactless magnetic suspension, ponderomotive force, magnetic induction, magnetic field strength, computer simulation.

УДК 621.3

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕСУРСА И НАДЕЖНОСТИ СИЛОВЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ ПЛАНЕРА САМОЛЕТА МЕТОДАМИ УПРОЧНЯЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ С ОБЕСПЕЧЕНИЕМ КОНТРОЛИРУЕМОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ

*Л.М.Петров<sup>1</sup>, А.В.Коваленко<sup>1</sup>, А.Н.Смирнова<sup>1</sup>, Ю.С.Румянцев<sup>1</sup>,  
К.В.Григорович<sup>2</sup>, Г.С.Спрыгин<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> *ОАО «Национальный институт авиационных технологий»*

<sup>2</sup> *Институт металлургии и материаловедения им. А.А.Байкова РАН*

Исследовано влияние различных технологий поверхностной упрочняющей обработки (ППД, вакуумная ионно-плазменная обработка) на технологическую наследственность поверхностного слоя КММ, изменение энергетического состояния поверхности и особенности формирования поверхностного и надповерхностного слоя при данных видах обработки. Показана эффективность применения комплексной поверхностной обработки (КПО) на основе дробеструйной и дробеметной обработки. Исследовано влияние ВИП обработки после КПО на поверхностные свойства КММ.

**Ключевые слова:** конструкционные металлические материалы, упрочняющая поверхностная обработка, ППД, дробеметное упрочнение, дробеструйное упрочнение, поверхностный слой, вакуумная ионно-плазменная обработка.

TECHNOLOGICAL SUPPORT OF THE RESOURCE AND RELIABILITY OF THE POWER METAL PARTS OF THE AIRFRAME BY METHODS OF STRENGTHENING SURFACE TREATMENT WITH THE PROVISION OF CONTROLLED TECHNOLOGICAL HEREDITY OF THE SURFACE LAYER. *L.M.Petrov, A.V.Kovalenko, A.N.Smirnova, Yu.S.Rumyantsev, K.V.Grigorovich, G.S.Sprygin.*

The influence of various technologies of surface hardening treatment (PPD, vacuum ion-plasma (VIP) treatment) on the technological heredity of the surface layer of structural metal materials, changes in the energy state of the surface, and the features of the formation of the surface and super-surface layer during these types of processing is studied. The efficiency of the application of complex surface treatment (KPO) based on shot blasting and shot blasting is shown. The influence of VIP treatment after KPO on the surface properties of KMM is investigated.

**Keywords:** structural metal materials, reinforcing surface treatment, PPD, shot-blasting hardening, shot-blasting hardening, surface layer, vacuum ion-plasma treatment.

УДК 67.05:672.1

## ВЫБОР УСТАНОВКИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИМИТАТОРА НАЛЕДИ НА КРЫЛО САМОЛЕТА ПО ТЕХНОЛОГИИ ТРЕХМЕРНОЙ ПЕЧАТИ

*А.В.Егоров (МГТУ им. Н.Э. Баумана)*

Рассмотрены вопросы влияния наледи на аэродинамику самолета. Отмечена необходимость проведения экспериментальных исследований в аэродинамических трубах с использованием имитаторов наледи. Сделан выбор аддитивной технологии и установки для изготовления имитаторов наледи из фотополимеров.

**Ключевые слова:** лед, имитатор, самолет, несущая аэродинамическая поверхность, аддитивные технологии, установки.

CHOOSING AN INSTALLATION FOR THE MANUFACTURE OF A SIMULATOR OF ICE  
ON THE AIRCRAFT WING USING THE TECHNOLOGY OF THREE-DIMENSIONAL PRINTING.

*A.V.Egorov.*

The paper considers the issues of the influence of ice on the aerodynamics of the aircraft. The need for experimental studies in wind tunnels using ice simulators is noted. Selection of additive technologies and installations for the manufacture of ice imitators from photopolymers has been made.

**Keywords:** ice, simulator, aircraft, bearing aerodynamic surface, additive technologies, installations.

КАЧЕСТВО, НАДЕЖНОСТЬ,  
РЕСУРС

УДК 621.757

## **АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ АВИАЦИОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

***В.И.Высоцкая, С.Б.Маликов, Т.В.Токмакова***

*Московский авиационный институт*

*(национальный исследовательский университет)*

Систематизированы факторы, влияющие на качество продукции авиационной техники. Установлены основные направления деятельности по повышению качества изделий авиационной промышленности.

**Ключевые слова:** качество продукции, повышение качества, конкурентоспособность, высокотехнологическая продукция, безопасность, авиационная промышленность, нормативные документы, сертификация.

ANALYSIS OF FACTORS DETERMINING THE QUALITY OF PRODUCTS AVIATION INDUSTRY.

*V.I.Vysotskaya, Cand.Tech.Sc; S.B.Malikov, Cand.Tech.Sc; T.V.Tokmakova, Cand.Tech.Sc.*

The work systematizes the factors influencing the quality of aircraft products. The main directions of activity to improve the quality of products of the aviation industry are established.

**Keywords:** product quality, quality improvement, competitiveness, high-tech products, safety, aviation industry, regulatory documents, certification.



УДК 621.22

## ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ МАСЛОНАСОСНЫХ СТАНЦИЙ ЛАБОРАТОРИЙ ПРОЧНОСТИ

*В.И.Сабельников<sup>1</sup>, И.Н.Медведева<sup>1</sup>, Д.Е.Сиденко<sup>1,2</sup>, А.А.Кабанцев<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> ФГУП «СибНИИ им. С.А.Чаплыгина»

<sup>2</sup> Новосибирский государственный технический университет

Приведены схемные решения маслонасосных станций. Выполнен их анализ. Рассмотрены результаты экспериментальных исследований. Предложена методика расчета параметров централизованной маслонасосной станции.

**Ключевые слова:** лаборатория прочности; маслонасосная станция; функциональные системы; проектные и экспериментальные исследования.

STAGES OF DEVELOPMENT OF OIL PUMP STATIONS OF STRENGTH TESTING  
LABORATORIES. *V.I.Sabel'nikov, I.N.Medvedeva, D.E.Sidenko, A.A.Kabantsev.*

Schematic solutions of oil pump stations are presented. Their analysis is carried out. The results of experimental studies are considered. A method for calculating the parameters of a centralized oil pump station is proposed.

**Keywords:** strength testing laboratory, oil pump station, functional systems, design and experimental research.

УДК 629.042

## ФОРМАЛИЗАЦИЯ ЭРГОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИССЛЕДОВАНИЙ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩЕГО ПОЛЯ КАБИНЫ САМОЛЕТА

*Д.Н.Левин<sup>1</sup>, М.Г.Гриф<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> *Московский авиационный институт  
(национальный исследовательский университет);*

<sup>2</sup> *Новосибирский государственный технический университет*

Рассмотрены вопросы математической формализации задач проведения эргономической экспертизы информационно-управляющего поля кабины самолета. Особое внимание уделено нечетким и предикатным моделям. Предполагается, что объединение работ, связанных с оценкой эргономических показателей рабочих мест экипажа маневренного самолета в единую систему интегральной эргономической оценки позволит оптимизировать эргономические характеристики системы «человек-машина» в процессе проектирования перспективного авиационного комплекса.

**Ключевые слова:** эргатический интерфейс, моделирующий комплекс, действующий макет кабины, информационно-управляющее поле, эргономическая экспертиза, эргономические показатели, нечеткие множества, интегральная эргономическая оценка.

FORMALIZATION OF ERGONOMIC INDICATORS IN THE RESEARCH OF DATA-CONTROL FIELD OF THE AIRCRAFT COCKPIT. *D.N.Levin, M.G.Grif.*

The issues of the mathematical formalization of the tasks of carrying out the ergonomic examination of the Data-Control Field of aircraft cockpit are considered. Special attention is paid to fuzzy and predicate models. It is assumed that the combination of works related to assessment of the ergonomic indicators of the crew workspaces of a maneuverable aircraft into a single integrated ergonomic assessment system will optimize the ergonomic characteristics of a human-machine system in the design process of a promising aviation complex.

**Keywords:** ergatic interface, modeling complex, functional cockpit mockup, data-control field, ergonomic examination, ergonomic indicators, fuzzy sets, integrated ergonomic assessment.