

## САМОЛЕТО- И ВЕРТОЛЕТОСТРОЕНИЕ

### РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ ГЕНЕРИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НЕСТАБИЛЬНОЙ ЧАСТОТЫ И СТАБИЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ\*

*А.В.Левин, докт. техн. наук; С.Ф.Коняхин, канд. техн. наук;  
М.М.Юхнин, канд. техн. наук (ОАО «АКБ “Якорь”»);  
С.А.Харитонов, докт. техн. наук; Д.В.Коробков; Д.В.Макаров  
(Новосибирский государственный технический университет)*

Приведены результаты расчета трех вариантов для выбора параметров системы генерирования электроэнергии переменной частоты и постоянного выходного напряжения на базе синхронного генератора, возбуждаемого постоянными магнитами, и полупроводникового преобразователя.

**Ключевые слова:** синхронный генератор, переменная частота, регулирование напряжения, полупроводниковый преобразователь.

CALCULATION OF ELECTRIC PARAMETERS FOR A POWER GENERATION SYSTEM WITH FREQUENCY INSTABILITY AND VOLTAGE STABILITY. *A.V.Levin, Dr.Techn.Sc; S.F.Konyahin, Cand.Techn.Sc; M.M.Yuhnin, Cand.Techn.Sc; S.A.Haritonov, Dr.Techn.Sc; D.V.Korobkov; D.V.Makarov.*

The article presents calculation results of three variants for selecting parameters of a power generation system having variable frequency and direct output voltage based on a synchronous permanent-magnet generator and solid-state inverter.

**Keywords:** synchronous generator, variable frequency, voltage regulation, solid-state inverter.

## ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТРАНСПОРТНОЙ ОПЕРАЦИИ ДЛЯ ЛЕГКИХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

*И.В.Лозовский (Комсомольский-на-Амуре государственный  
технический университет)*

Рассмотрена одна из типовых операций, используемых легкими летательными аппаратами. Описаны особенности математического моделирования транспортной операции и приведен вариант критерия эффективности ее выполнения. Дан анализ выполнения транспортной операции для трех видов летательных аппаратов со взлетной массой 800 кг.

**Ключевые слова:** системный анализ, легкая авиация, математическое моделирование, транспортная операция.

INVESTIGATION ON A MATHEMATICAL MODEL OF TRANSPORT OPERATIONS FOR LIGHT AIRCRAFTS. *I.V.Loovsky.*

One of the standard operations used by light aircrafts is considered. Characteristic features of the mathematical modeling of a transport operation are described, and a version of the measure of efficiency of its performance is presented. Analysis of the transport operation implementation for three aircraft types with the 800 kg takeoff weight is given.

**Keywords:** system analysis, light aviation, mathematical modeling, transport operation.

## КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТАЛОСТНЫХ ИСПЫТАНИЙ КОМПОЗИТНОЙ ЛОПАСТИ РУЛЕВОГО ВИНТА ВЕРТОЛЕТА

*А.Б.Кудряшов, канд. техн. наук (ЦАГИ им. проф. Н.Е. Жуковского)*

Приведены результаты расчетов продольных деформаций при статическом и динамическом нагружении композиционной лопасти вертолета.

**Ключевые слова:** конечно-элементное моделирование, вынужденные колебания.

FINITE ELEMENT MODELING OF FATIGUE TESTS OF A HELICOPTER TAIL ROTOR COMPOSITE BLADE. *A.B.Kudryashov, Cand.Techn.Sc.*

Calculation results of the longitudinal strains under static and dynamic loading of a helicopter composite blade are presented.

**Keywords:** finite element modeling, forced vibrations.

## ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИЕ

### ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КАНАЛОВ СЛОЖНОЙ КОНФИГУРАЦИИ НА МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ТЕПЛООБМЕНА

*В.Г.Попов, докт. техн. наук; А.В.Викулин, канд. техн. наук;  
В.А.Чеснова; М.С.Маркелов («МАТИ – Российский государственный технологический университет имени К.Э. Циолковского»)*

Выполнен анализ влияния геометрических параметров каналов охлаждения теплонапряженных конструкций газовой турбины на основные теплофизические факторы.

**Ключевые слова:** турбина, лопатка, относительная глубина охлаждения, теплоотдача, интенсификаторы теплообмена.

EFFECT OF GEOMETRICAL CHARACTERISTICS OF THE COMPLEX-SHAPED CHANNELS ON THE MULTI-PARAMETRIC FUNCTIONS OF HEAT EXCHANGE. *V.G.Popov, Dr.Techn.Sc; A.V.Vikulin, Cand.Techn.Sc; V.A.Chesnova; M.S.Markelov.*

The paper covers the analysis of the effect of geometrical parameters of the cooling channels in the heat stressed structures of gas turbines on the basic thermophysical factors.

**Keywords:** turbine, blade, relative depth of cooling, heat emission, heat exchange intensifiers.

### КОНЦЕПЦИЯ ОДНОВАЛЬНОГО ТРДД НА БАЗЕ ГАЗОГЕНЕРАТОРА ДВИГАТЕЛЯ РД-33

*В.И.Богданов, докт. техн. наук (Рыбинский государственный авиационный технический университет им. П.А. Соловьева);  
К.Я.Якубовский (Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова)*

Показана возможность создания дешевого одновального ТРДД тягой 28,0 кН для самолета Як-130 на базе газогенератора серийного двигателя РД-33. Ожидаемый современный уровень характеристик одновального ТРДД для беспилотного самолета Як-130 в основном обеспечивается применением высокоперепадной неохлаждаемой одноступенчатой турбины.

**Ключевые слова:** одновальный ТРДД, высокоперепадная неохлаждаемая турбина, беспилотный летательный аппарат.

THE CONCEPT OF A SINGLE-SHAFT TURBOFAN ENGINE BASED ON THE RD-33 ENGINE GAS GENERATOR. *V.I.Bogdanov, Dr.Techn.Sc; K.Ya.Yakubovsky.*

The inexpensive single-shaft turbofan engine with 28 kN thrust can be produced for Yak-130 airplane based on the RD-33 serial engine gas generator. The expected modern level of the single-shaft turbofan engine characteristics for unmanned Yak-130 is mainly provided by an uncooled high pressure differential one-stage turbine.

**Keywords:** single-shaft turbofan engine, uncooled high pressure differential turbine, unmanned aircraft.

## МИКРОВОЛНОВЫЕ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ РАДИАЛЬНЫХ ЗАЗОРОВ МЕЖДУ ТОРЦАМИ РАБОЧИХ ЛОПАТОК И КОРПУСОМ ГТД

*А.А.Иноземцев, докт. техн. наук; В.К.Сычев;  
М.А.Снитко (ОАО “Авиадвигатель”); М.Г.Бакулин, канд. техн. наук;  
А.В.Масловский, канд. техн. наук; И.С.Табачук, канд. воен. наук  
(ООО “Радарные технологии – 2Т”)*

Описаны математические модели отражений микроволновых сигналов при измерении радиального зазора микроволновой системой.

**Ключевые слова:** микроволновая система измерения, рабочие (роторные) лопатки, радиальный зазор, торец рабочей лопатки.

MICROWAVE SYSTEMS FOR MEASURING TIP CLEARANCE BETWEEN THE TIPS OF BLADES AND GAS TURBINE ENGINE HOUSING. *A.A.Inozemtsev, Dr.Techn.Sc; V.K.Sychev; M.A.Snitko; M.G.Bakulin, Cand.Techn.Sc; A.V.Maslovsky, Cand.Techn.Sc; I.S.Tabachuk, Cand.Mil.Sc.*

Mathematical models of reflection of the microwave signals while measuring tip clearance using a microwave system are described.

**Keywords:** microwave measuring system, rotor blades, tip clearance, rotor blade tip.

## АВИАЦИОННЫЕ СМАЗОЧНЫЕ МАСЛА ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ ГТД

*В.И.Бабкин*<sup>1</sup>, канд. техн. наук; *А.А.Алексашин*<sup>2</sup>, канд. эконом. наук;  
*Л.С.Яновский*<sup>1</sup>, докт. техн. наук; *С.В.Дунаев*<sup>2</sup>, канд. воен. наук;  
*А.Ф.Хурумова*<sup>2</sup>, канд. техн. наук

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

<sup>2</sup> *Научно-исследовательский институт стандартизации и унификации*

Приведено сравнение эксплуатационных характеристик новых отечественных авиационных масел, разработанных ведущими предприятиями отрасли, с существующими отечественными и зарубежными аналогами.

**Ключевые слова:** масла для авиационных ГТД, авиационные масла.

AVIATION LUBRICATING OILS FOR MODERN GAS TURBINE ENGINES.

*V.I.Babkin, Cand.Techn.Sc; A.A.Aleksashin, Cand.Econom.Sc; L.S.Yanovskiy, Dr.Techn.Sc;*  
*S.V.Dunaev, Cand.Milit.Sc; A.F.Hurumova, Cand.Techn.Sc.*

Comparison of the operating characteristics of new domestic aviation oils developed by the leading companies in the industry to the existing domestic and foreign analogues is presented.

**Keywords:** oils for aircraft gas turbine engines, aviation oils.

## ВОПРОСЫ ТЕХНОЛОГИИ

## ВЛИЯНИЕ ОХЛАЖДЕНИЯ НА ТОЧНОСТЬ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ МНОГОКООРДИНАТНОГО СТАНКА МС-300

*И.В.Никуличев*<sup>1</sup>; *Н.А.Серков*<sup>2</sup>, канд. техн. наук;  
*А.В.Коваленко*<sup>1</sup>, канд. техн. наук; *И.С.Шлесберг*<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup> *Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН*

Приведены результаты исследования механизма влияния работы холодильного агрегата на отклонения позиционирования по некоторым координатам 5-координатного станка мод. МС-300.

**Ключевые слова:** точность, отклонение позиционирования, система охлаждения.

THE INFLUENCE OF COOLING ON POSITIONING ACCURACY OF MC-300 MULTI-AXIS MACHINE TOOL. *I.V.Nikulichev; N.A.Serkov, Cand.Tech.Sc.; A.V.Kovalenko, Cand.Tech.Sc.; I.S.Shlesberg.*

Results of studying the mechanism of influence of refrigerating unit operation on positional deviation of some coordinates on MC-300 5-axis machine tool have been considered.

**Keywords:** accuracy, positional deviation, cooling system.

## ИСПОЛНИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РОБОТА-СТАНКА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЛОПАТОК ГТД

*А.В.Власенков (ОАО НИПТИ “Микрон”); С.В.Молостов; В.П.Умнов, канд. техн. наук (Владимирский государственный университет)*

Предложены методы и устройства обеспечения инвариантности статической и динамической нагрузки в исполнительной системе робота-станка для повышения эффективности управления процессом механической обработки.

**Ключевые слова:** исполнительная система, моментная разгрузка, инвариантность.

ACTUATING SYSTEM OF THE MANUFACTURING ROBOT-MACHINE FOR PROCESSING GAS TURBINE BLADES. *A.V.Vlasenkov, S.V.Molostov, V.P.Umnov, Cand.Tech.Sc.*

Methods and devices for assurance of invariance of the static and dynamic loading in the robot-machine actuating system to increase effectiveness of machining control are offered.

**Keywords:** actuating system, moment unloading, invariance.

## РАЗРАБОТКА БЕСКОНТАКТНОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ШЕРОХОВАТОСТИ ДЛЯ АСУ ТП ЛАЗЕРНОГО ПОЛИРОВАНИЯ

*В.В.Плихунов, докт. техн. наук; А.В.Коваленко, канд. техн. наук; О.М.Орешкин (ОАО “Национальный институт авиационных технологий”)*

Предложен способ модернизации установки для лазерного полирования путем внедрения в нее АСУ ТП. Разработана структурная схема АСУ ТП и определен способ оценки качества обработанной поверхности.

**Ключевые слова:** лазерное полирование, шероховатость поверхности, бесконтактная оценка шероховатости, система управления.

DEVELOPMENT OF A NONCONTACT SYSTEM OF ROUGHNESS EVALUATION FOR LASER POLISHING INDUSTRIAL PROCESS-CONTROL SYSTEM. *V.V.Plikhunov, Dr.Techn.Sc;*  
*A.V.Kovalenko, Cand.Techn.Sc; O.M.Oreshkin.*

The authors suggest a method of upgrading a laser polishing machine by introducing an industrial process-control system. A function chart of the industrial process-control system has been developed and a method for evaluation of the processed surface quality has been determined.

**Keywords:** laser polishing, surface roughness, noncontact roughness evaluation, control system.

## ОБ ОЦЕНКЕ АНТИФРИКЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПАР ТРЕНИЯ С ТВЕРДОСМАЗОЧНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ РАЗЛИЧНЫХ СОСТАВОВ

*П.Н.Хопин, канд. техн. наук («МАТИ – Российский государственный  
технологический университет им. К.Э. Циолковского»)*

Представлена методика оценки антифрикционных свойств пар трения с твердосмазочными покрытиями (ТСП) на основе использования универсальной зависимости температуры трения от нагрузочно-скоростных факторов работы узла и корреляционной функции коэффициента трения от температуры.

**Ключевые слова:** твердосмазочные покрытия, оценка антифрикционных свойств, теплофрикционные зависимости.

ON ESTIMATION OF ANTIFRICTIONAL CHARACTERISTICS OF FRICTION PAIRS  
WITH SOLID LUBRICATING COATINGS OF VARIOUS COMPOSITIONS.

*P.N.Khopin, Cand.Techn.Sc.*

Technique for estimation of antifrictional properties of friction pairs with solid lubricating coatings in terms of the use of universal dependence of friction temperature on loading-speed factors of assembly operation and correlation function of friction coefficient on temperature is presented.

**Keywords:** solid lubricating coatings, estimation of antifrictional properties, thermal friction dependences.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ОБЛЕГЧЕННЫХ ФЛАНЦЕВ ИЗ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

*О.Ю.Давыдов, канд. техн. наук; В.Г.Егоров, докт. техн. наук;  
И.В.Фоменко (ФГУП «Научно-исследовательский институт  
автоматизированных средств производства и контроля»)*

Приведены результаты анализа процесса формообразования предварительного гофра облегченного фланца и исследованы дефекты, возникающие в основных зонах интенсивной деформации. Предложена технология изготовления фланцев с применением оптимальных режимов предварительной трибоэлектрохимической обработки трубных заготовок.

**Ключевые слова:** облегченные фланцы, штамповка, титановые сплавы, ресурс пластичности, трибоэлектрохимическая обработка.

IMPROVING EFFICIENCY OF MANUFACTURING TECHNOLOGY FOR LIGHTWEIGHT TITANIUM ALLOY FLANGES. *O.Yu.Davydov, Cand.Techn.Sc; V.G.Egorov, Dr.Techn.Sc; I.V.Fomenko.*

Analysis data on forming precorrugation of a lightweight flange are presented, and defects occurring in the main areas of severe deformation have been examined. Technology to produce flanges using optimal operating modes of tribo-electrochemical preprocessing of tubular billets is suggested.

**Keywords:** lightweight flanges, forming, titanium alloys, durability of plasticity, tribo-electrochemical processing.

КАЧЕСТВО, НАДЕЖНОСТЬ,  
РЕСУРС

## МЕТОДИКА ПОИСКА ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ГРУЗОПОДЪЕМНОГО ОБОРУДОВАНИЯ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

*А.В.Торпачев, канд. техн. наук («МАТИ – Российский государственный  
технологический университет им. К.Э. Циолковского»)*

Приведены результаты разработки методики оптимизации конструктивных решений при создании грузоподъемного оборудования аэрокосмических комплексов.

**Ключевые слова:** грузоподъемное оборудование, методика оптимизации, аэрокосмические комплексы.

PROCEDURE FOR SEARCHING OPTIMAL SOLUTIONS IN DESIGNING AEROSPACE COMPLEX HOISTING MACHINES. *A.V.Torpachov, Cand.Techn.Sc.*

Results of searching procedure elaboration intended for optimization of design solutions when developing hoisting machines for aerospace complexes are presented.

**Keywords:** hoisting machines, optimization procedure, aerospace complexes.



## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА МЕТОДА ПЕРЕСЧЕТА ПРЕДЕЛЬНЫХ БАЛЛИСТИЧЕСКИХ ЗАВИСИМОСТЕЙ ДЛЯ МОДУЛЕЙ МКС, ЗАТЕНЕННЫХ ПРОНИЦАЕМОМИ ЭЛЕМЕНТАМИ КОНСТРУКЦИИ

*О.В.Волков; А.В.Горбенко (РКК «Энергия» им. С.П. Королева);  
И.В.Шевченко, докт. техн. наук («МАТИ – Российский государственный технологический университет им. К.Э. Циолковского»)*

Приведены результаты расчетных и экспериментальных работ по верификации методики определения баллистических предельных зависимостей для конструкции служебного модуля МКС с учетом его многократного затенения элементами внешнего оборудования станции.

**Ключевые слова:** техногенные частицы, пробой, гермооболочка, баллистическая предельная зависимость.

EXPERIMENTAL CHECK OF THE RECALCULATION TECHNIQUE OF BALLISTIC LIMIT RELATIONS FOR ISS MODULES SHADED WITH PERMIABLE STRUCTURAL ELEMENTS.

*O.V.Volkov; A.V.Gorbenko; I.V.Shevchenko, Dr.Techn.Sc.*

The article considers results of design and experimental work on the verification procedure to determine ballistic limit relations for the ISS service model structure based on its multiple shading by the outside equipment elements of the station.

**Keywords:** orbital debris, breakdown, tight cover, ballistic limit relation.

## ДИАГНОСТИРОВАНИЕ АВИАЦИОННЫХ ГТД ПО ПАРАМЕТРАМ, ИЗМЕРЕННЫМ ЗА СРЕЗОМ СОПЛА

*В.Ю.Виноградов, канд. техн. наук (Казанский научно-исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ)*

Рассмотрены различные методы контроля технического состояния авиационных ГТД в условиях эксплуатации. Разработана эффективная система экспресс-диагностики авиационных ГТД по акустическим и газодинамическим параметрам.

**Ключевые слова:** контроль состояния ГТД, холодные и горячие испытания, экспресс-диагностика, акустические и газодинамические параметры, дефекты.

DIAGNOSING AIRCRAFT GAS TURBINE ENGINES ON PARAMETERS MEASURED DOWNSTREAM OF THE NOZZLE EXIT. *V.Yu.Vinogradov, Cand.Techn.Sc.*

Different methods of monitoring operating conditions of aircraft gas turbine engines (GTE) under service conditions are considered. An effective express-diagnostics of aircraft GTE according to acoustic and gas-dynamic parameters has been developed.

**Keywords:** GTE conditions monitoring, cool and hot tests, express-diagnostics, acoustic and gas-dynamic parameters, defects.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОТРЕБНОСТЕЙ В ИСПРАВНЫХ АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЯХ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПАРКА ОДНОТИПНЫХ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

*Г.П.Щеголев, докт. техн. наук; К.Л.Супонько, канд. техн. наук;  
А.В.Кречко (ФГУ «13-й ГНИИ МО РФ»)*

Приведены принципы формирования показателей потребного для эксплуатационных нужд фонда авиационных двигателей, предназначенных для поддержания жизненного цикла однотипных летательных аппаратов в современных условиях. Предложен новый концептуальный подход к порядку формирования и обоснования данных показателей.

**Ключевые слова:** потребность, фонды, работоспособность, ресурсы, отказы, надежность, исправность.

EVALUATION OF THE OPERATIONAL DEMANDS FOR FAULTLESS AVATION ENGINES  
TO ENSURE LIFE CYCLE OF A SINGLE-TYPE AIRCRAFT FLEET. *G.P.Schegolev, Dr.Techn.Sc;  
K.L.Supon'ko, Cand.Techn.Sc; A.V.Krechko.*

The authors present principles of creating indices of necessary-for- operational-demands stock of aviation engines intended to maintain life cycle of single-type aircrafts under modern conditions. A new conceptual approach to the order of creation and justification of these indices is suggested.

**Keywords:** demand, stock, serviceability, resources, failures, reliability, operability.