

## ПРИМЕНЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ ВИРТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОПТИЧЕСКИХ ТРАЕКТОРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ\*

*С.В.Мацыкин, канд. техн. наук; В.В.Осипов, канд. техн. наук;  
С.Б.Савилкин, канд. физ.-матем. наук (“МАТИ” – Российский  
государственный технологический университет имени К.Э. Циолковского)*

Предложен новый подход к измерению параметров движения летательных аппаратов оптическими методами, который позволяет существенно повысить оперативность обработки результатов измерений.

**Ключевые слова:** траекторные измерения, оптический цифровой локатор, виртуальные системы.

APPLICATION OF A VIRTUAL SYSTEMS CONCEPT FOR SOLUTION OF THE OPTICAL  
TRAGECTORY MEASUREMENT PROBLEMS. *S.V.Matsykin, Cand.Techn.Sc;  
V.V.Osipov, Cand.Techn.Sc; S.B.Savilkin, Cand.Phys.-Math.Sc.*

The authors introduce a new approach to measuring parameters of flying vehicle movement by optical methods, which makes it possible to raise essentially efficiency of processing measurement results.

**Keywords:** trajectory measurements, optical digital radar, virtual systems.

## МЕТОДОЛОГИЯ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО И ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТОВ В ЗАДАЧЕ ИДЕНТИФИКАЦИИ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛА

*Г.В.Юдин, докт. техн. наук (“МАТИ” – РГТУ имени К.Э. Циолковского)*

Разработана новая методология комплексирования технологий вычислительного и физического экспериментов в интегрированную систему обработки данных, обеспечивающий упорядочение информационных потоков в виде матричной структуры, а информационных связей между элементами математической модели – в виде элементарных систем принятия решений.

**Ключевые слова:** качество АТ, комплексирование вычислительного и физического эксперимента, алгоритмизация методик моделирования.

METHODOLOGY FOR COMPLEXATION OF COMPUTATIONAL AND PHYSICAL EXPERIMENTS  
IN IDENTIFICATION OF AIRCRAFT AERODYNAMIC PROPERTIES. *G.V.Yudin, Dr.Techn.Sc.*

New methodology for complexation of computational and physical experiment technologies into an integrated data processing system that provides ordering of data flows in the form of an array pattern, and data connections among mathematical model components as elementary systems for making decisions, has been developed.

**Keywords:** quality of aircraft engineering, complexation of computational and physical experiments, algorithmization of simulation procedures.

## АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЧАСТОТНО-ВРЕМЕННЫМ РЕСУРСОМ КА В СЕТЯХ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ СТАНДАРТА DVB-RCS

*А.А.Генов, докт. техн. наук; В.В.Осипов, канд. техн. наук;*

*С.Б.Савилкин, канд. физ.-матем. наук (“МАТИ” – РГТУ им. К.Э. Циолковского)*

Разработаны критерии и алгоритмы оптимального адаптивного управления конфигурацией частотно-временного ресурса космического аппарата в сетях связи стандарта DVB-RCS.

**Ключевые слова:** спутниковая связь, стандарт DVB-RCS, технология VSAT, многолучевая антенна.

ADAPTIVE CONTROL OF THE SPACECRAFT BANDWIDTH-TIME RESOURCES IN DVB-RCS  
STANDARD SATELLITE NETWORKS. *A.A.Genov, Dr.Techn.Sc; V.V.Osipov, Cand.Techn.Sc;*  
*S.B.Savilkin, Cand.Phys.-Math.Sc.*

Criteria and algorithms for the optimal adaptive control of the spacecraft bandwidth-time resources configuration in DVB-RCS standard communication networks have been developed.

**Keywords:** satellite communication, DVB-RCS standard, VSAT technology, multi-beam antenna.

## ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИЕ

### МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ СТЕНДОВЫХ ИСПЫТАНИЯХ ГТД

*В.Г.Попов, докт. техн. наук; В.Н.Насонов, канд. техн. наук*  
(“МАТИ” – РГТУ имени К.Э. Циолковского)

Разработана методика определения погрешностей измерений при стендовых испытаниях газотурбинных двигателей. Приведенные результаты исследования являются составной частью метрологического обеспечения системы измерений имитационных стендов испытаний ГТД.

**Ключевые слова:** стендовые испытания, параметры, погрешности измерений.

METHODS FOR DETERMINATION OF MEASUREMENT ERRORS DURING BENCH TESTING OF GAS TURBINE ENGINES. *V.G.Popov, Dr.Techn.Sc; V.N.Nasonov, Cand.Techn.Sc.*

Technique for determination of measurement errors during bench testing of gas turbine engines has been developed. Presented results of investigation are a component of metrological assurance for a measuring system of simulation test benches for gas turbine engines.

**Keywords:** bench tests, parameters, measurement errors.

### МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ОТНОСИТЕЛЬНУЮ ГЛУБИНУ ОХЛАЖДЕНИЯ ЛОПАТОК ГАЗОВЫХ ТУРБИН

*В.Г.Попов, докт. техн. наук; А.В.Викулин, канд. техн. наук;*  
*Н.Л.Ярославцев, канд. техн. наук; В.А.Чеснова*  
(“МАТИ” – РГТУ имени К.Э. Циолковского)

Проведен анализ влияния газодинамических, теплофизических и геометрических параметров на относительную глубину охлаждения в каналах сложной конфигурации лопатки турбин.

**Ключевые слова:** лопатка турбины, теплофизические параметры, относительная глубина охлаждения, коэффициент теплоотдачи.

TECHNIQUE FOR DETERMINATION OF THE THERMAL-PHYSICAL PARAMETERS AFFECTING RELATIVE COOLING DEPTH OF GAS TURBINE BLADES. *V.G.Popov, Dr.Techn.Sc;*  
*A.V.Vikulin, Cand.Techn.Sc; N.L.Yaroslavtsev, Cand.Techn.Sc; V.A.Chesnova.*

The analysis of effect of gas-dynamic, thermal-physical and geometrical parameters on the relative depth of cooling in channels with complex configuration of the turbine blade is carried out.

**Keywords:** turbine blade, thermal-physical parameters, relative depth of cooling, heat transfer coefficient.

## ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛОПАТОК ТУРБОМАШИН

*В.Г.Попов, докт. техн. наук (“МАТИ” – РГТУ им. К.Э. Циолковского);  
А.В.Пипопуло, канд. техн. наук (ООО «СП “АЛЬСТОМ Пауэр Унитурбо”»)*

Приведены результаты исследования влияния величины угла контактных поверхностей бандажных антивибрационных полок на прочность бандажированных рабочих лопаток турбокомпрессора.

**Ключевые слова:** турбокомпрессор, лопатка, прочность, бандажные полки.

THE INFLUENCE OF DESIGN-AND-PROCESS FACTORS ON THE STRENGTH CHARACTERISTICS OF TURBOMACHINE BLADES. *V.G.Popov, Dr.Techn.Sc; A.V.Pipopulo, Cand.Techn.Sc.*

Results of investigation into the influence of contact surfaces angle of shroud vibratory platforms on the strength of turbine compressor shrouded blades are presented.

**Keywords:** turbine compressor, blade, strength, shroud platforms.

### ВОПРОСЫ ТЕХНОЛОГИИ

## ОСОБЕННОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТЕПЛОПРОЧНОЙ ПРОВОЛОКИ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ ТИПА МЕХАНИЧЕСКОЙ СМЕСИ

*А.П.Петров, докт. техн. наук; В.И.Тарарышкин, канд. техн. наук;  
В.В.Белоцерковец, канд. техн. наук; Н.В.Еремеев;  
В.В.Еремеев, канд. техн. наук (“МАТИ” – РГТУ имени К.Э. Циолковского)*

Рассмотрены возможности производства проволок малых сечений на основе дисперсно-упрочненных алюминиевых сплавов. Установлено влияние сдвиговых деформаций на структуру заготовки, что позволяет получить высокий комплекс механических свойств.

**Ключевые слова:** литье, деформация, теплопрочность, сдвиговые деформации.

SPECIAL FEATURES OF MANUFACTURING HEAT-RESISTANT WIRE FROM MECHANICAL MIXTURE TYPE ALLUMINUM ALLOYS. *A.P.Petrov, Dr.Techn.Sc;  
V.I.Tararyshkin, Cand.Techn.Sc; V.V.Belotserkovets, Cand.Techn.Sc; N.V.Eremeev;  
V.V.Eremeev, Cand.Techn.Sc.*

Capabilities of manufacturing light-section wires based on dispersion-hardened aluminum alloys are considered. The influence of shear deformation on the blank structure has been found. It allows obtaining high mechanical properties.

**Keywords:** casting, deformation, heat-resistance, shear deformation.

## ФОРМИРОВАНИЕ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ТОНКОСТЕННЫХ ДЕТАЛЯХ НАНЕСЕНИЕМ ЭЛЕКТРОИСКРОВЫХ ПОКРЫТИЙ

*А.П.Ковалев, докт. техн. наук; М.В.Грачев*  
(“МАТИ” – РГТУ имени К.Э. Циолковского)

Показана возможность формоизменения в одной плоскости тонколистового материала методом нанесения покрытий электроискровым способом.

**Ключевые слова:** формообразование, тонкостенные элементы, остаточные напряжения.

FORMATION OF RESIDUAL STRESS IN THE THIN-WALLED PARTS BY APPLICATION  
OF ELECTRO-DISCHARGE COATINGS. *A.P.Kovalev, Dr.Techn.Sc; M.V.Grachev.*

A possibility of one plane forming of thin-walled sheets by application of electro-discharge coatings is shown.

**Keywords:** forming, thin-walled components, residual stress.

## СОВРЕМЕННЫЕ НАУЧНО ОБОСНОВАННЫЕ ПОДХОДЫ К МОДЕЛИРОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

*В.И.Галкин, докт. техн. наук; А.Р.Палтиевич, канд. техн. наук;*  
*П.С.Евсеев* (“МАТИ” – РГТУ имени К.Э. Циолковского)

Исследована возможность объединения картины напряженно-деформированного состояния после горячей пластической деформации со сформировавшейся зеренной структурой и распределением прочностных свойств по объему получаемого изделия.

**Ключевые слова:** пластическая деформация, прогнозирование свойств, металлография, конечные элементы, математическое моделирование, штамповка.

MODERN EVIDENCE-BASED APPROACHES TO MODELING OF METAL FORMING PROCESSES.  
*V.I.Galkin, Dr.Techn.Sc; A.P.Paltievich, Cand.Techn.Sc; P.S.Evseev.*

The article considers correlation between the stress-strain state patterns after hot plastic deformation and the formed grain structure along with the distribution of strength properties by volume of the fabricated product.

**Keywords:** plastic deformation, prediction of properties, metallography, finite elements, mathematical modeling, forming.

## АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ТЕПЛОПРОЧНОСТИ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

*А.П.Петров, докт. техн. наук; С.В.Махов, канд. техн. наук;*

*Н.В.Еремеев; В.В.Еремеев, канд. техн. наук*

*(“МАТИ” – РГТУ имени К.Э. Циолковского)*

Проведенные аналитические исследования повышения температурного уровня эксплуатации проводников на основе алюминиевых сплавов показывают, что повышение теплопрочности сплавов типа механической смеси реально, но неизбежно увеличивает удельное электросопротивление.

**Ключевые слова:** литье, деформация, сплав, теплопрочность, структура.

ANALYTICAL STUDY OF THE POSSIBLE IMPROVEMENT IN HEAT-RESISTANCE OF ALUMINUM ALLOYS. *A.P.Petrov, Dr.Techn.Sc; S.V.Mahov, Cand.Techn.Sc; N.V.Eremeev; V.V.Eremeev, Cand.Techn.Sc.*

Conducted analytical studies of the rise in the temperature level of operation of aluminum-based conductors demonstrate that improvement in heat-resistance of mechanical mixture type alloys is realistic, but it inevitably increases specific electrical resistance.

**Keywords:** casting, deformation, heat-resistance, structure.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ В АВИАКОСМИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ СВАРКИ ТРЕНИЕМ С ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ Al–Mg–Sc

*П.Ю.Предко; В.А.Фролов, докт. техн. наук;*

*Е.В.Никитина, докт. техн. наук (“МАТИ” – РГТУ имени К.Э. Циолковского)*

Применение сварки трением с перемешиванием обеспечивает получение качественных сварных соединений, равнопрочных литым деталям.

**Ключевые слова:** сварка трением с перемешиванием, литосварная конструкция, алюминиевые сплавы.

PROSPECTS FOR APPLICATION OF FRICTION STIR WELDING OF Al–Mg–Sc ALLOY SYSTEM IN AEROSPACE INDUSTRY. *P.Yu.Predko; V.A.Frolov, Dr.Techn.Sc; E.V.Nikitina, Dr.Techn.Sc.*

Application of friction stir welding provides fabrication of quality welded joints having uniform strength with castings.

**Keywords:** friction stir welding, cast-welded structure, aluminum alloys.

## КОМПЛЕКСНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СБОРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

*О.С.Самсонов*, канд. техн. наук; *М.Е.Саутенков* (“МАТИ” – РГТУ имени К.Э. Циолковского); *И.И.Толстомятов* (ЗАО «Авиастар-СП»)

Изложена методика проектирования и оптимизации сборки изделий авиационной техники с использованием комплекса математических моделей, описана структура и функции интегрированного программно-информационного комплекса для решения задач на различных стадиях проекта.

**Ключевые слова:** оптимизация сборки, комплексное моделирование, модели проектирования.

COMPREHENSIVE MODELING OF THE PROCESSES FOR ASSEMBLING AERONAUTICAL ENGINEERING PRODUCTS. *O.S.Samsonov, Cand.Tech.Sc; M.E.Sautenkov; I.I.Tolstopyatov.*

The authors present a methodology for design and optimization of aircraft assembly processes based on a set of mathematical models. The structure and functions of the integrated software with the view of problems solution at different stages of the project are described.

**Keywords:** assembly optimization, comprehensive modeling, design models.

КАЧЕСТВО, НАДЕЖНОСТЬ,  
РЕСУРС

## РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ ЭКРАННОЙ ЗАЩИТЫ РОССИЙСКИХ МОДУЛЕЙ МКС ОТ МЕТЕОРОИДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ЧАСТИЦ

*И.В.Шевченко, докт. техн. наук (“МАТИ” – РГТУ имени К.Э. Циолковского);  
О.В.Волков; А.В.Горбенко (РКК “Энергия” им. С.П. Королева)*

Приведен способ оптимизации экранной защиты МКС на стадии проектной проработки. Предложено использование дополнительных противоосколочных панелей для гермокорпуса служебного модуля.

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

DEVELOPMENT OF THE CONCEPT FOR SHIELDING RUSSIAN ISS MODULES AGAINST  
METEOROID AND TECHNOGENIC PARTICLES. *I.V.Shevchenko, Dr.Techn.Sc;  
O.V.Volkov; A.V.Gorbenko.*

The article presents a method for optimization of the ISS shielding at early stages of the project. The use of additional anti-debris panels for pressurized housing of the service module is suggested.

**Keywords:** technogenic debris, breakdown, pressure cover, maximum ballistic limit, additional anti-debris panel.

## ПРОГРАММА МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ПО ГРУЗОПОДЪЕМНОМУ ОБОРУДОВАНИЮ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

*А.В.Торпачев, канд. техн. наук (“МАТИ” – РГТУ имени К.Э. Циолковского)*

Приведены результаты разработки программы, предназначенной для оптимизации конструктивных решений по грузоподъемному оборудованию аэрокосмических комплексов с применением интегральных критериев.

**Ключевые слова:** грузоподъемное оборудование, оптимальные решения.

A PROGRAM FOR MULTIPARAMETRIC OPTIMIZATION OF DESIGN DECISIONS ON AEROSPACE  
COMPLEX HOISTING MACHINES. *A.V.Torpachov, Cand.Techn.Sc.*

Results of the program development intended for optimization of the design decisions on hoisting machines for aerospace complexes using integral criteria are presented.

**Keywords:** hoisting machines, optimal decisions.