

# САМОЛЕТО- И ВЕРТОЛЕТОСТРОЕНИЕ

## МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЖЕСТКОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АЭРОУПРУГИХ МОДЕЛЕЙ КРЫЛЬЕВ БОЛЬШОГО УДЛИНЕНИЯ

*В.В.Воздаев*, канд. техн. наук; *Л.Л.Теперин*, канд. техн. наук  
(ЦАГИ им. проф. Н.Е. Жуковского); *Чан Ван Хынг* (МФТИ)

E-mail: v\_vozhdaev@mail.ru

Разработан новый метод решения задачи о кручении и чистом изгибе сечений упруго-подобных моделей крыльев с использованием гидродинамической аналогии. Определяются жесткость на кручение и центр изгиба сечений, составленных из различных материалов. Решение сводится к отысканию интенсивности источников, диполей и вихрей, распределенных на внешнем контуре сечения и по границам, разделяющим материалы.

**Ключевые слова:** аэроупругая модель, крыло большого удлинения, метод гидродинамической аналогии, призматический стержень, составной стержень.

A METHOD FOR DETERMINATION OF STIFFNESS CHARACTERISTICS OF AEROELASTIC  
MODELS OF LARGE ASPECT RATIO WINGS. *V.V.Vozhdaev, Cand.Tech.Sc;*  
*L.L.Teperin, Cand.Tech.Sc; Chan Van Khyng.*

A new method for solving the problem on torsion and pure bend in sections of elastically scaled models of wings with the use of hydrodynamic analogy has been developed. The torsional stiffness and the bending center of sections made of different materials are defined. The solution is reduced to searching for intensity of sources, doublets and vortices distributed on the external section contour and over boundaries of materials.

**Keywords:** aeroelastic model, wing of large aspect ratio, hydrodynamic analogy method, prismatic bar, compound bar.

## МЕТОД СИНТЕЗА ПРОЕКТНЫХ ПАРАМЕТРОВ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ СОЛНЕЧНУЮ ЭНЕРГИЮ ДЛЯ ПОЛЕТА

*В.И.Рулин, докт. техн. наук (МАТИ – РГТУ им. К.Э. Циолковского);  
Ю.В.Давыдов, канд. техн. наук; М.А.Лищинский (ОАО «Туполев»)*

E-mail: mishali@yandex.ru

Описан алгоритм расчета проектных параметров беспилотных летательных аппаратов, использующих солнечную энергию для полета.

**Ключевые слова:** беспилотные летательные аппараты, солнечная энергия.

TECHNIQUE FOR SYNTHESIS OF DESIGN PARAMETERS OF SOLAR-POWERED DRONES.

*V.I.Rulin, Dr.Techn.Sc; Yu.V.Davydov, Cand.Techn.Sc; M.A.Lishchinsky.*

An algorithm for calculation of design parameters of drones flying on solar energy is described.

**Keywords:** drones, solar energy.

## РАСЧЕТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА АВТОРОТАЦИОННОЙ ПОСАДКИ ВЕРТОЛЕТА НА ВОДНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ

*Д.В.Неделько, докт. техн. наук (ОАО «Казанский вертолетный завод»)*

E-mail: ndv7350@mail.ru

Выполнено расчетное исследование особенностей процесса выполнения авторотационной посадки вертолета на водную поверхность в ситуации вынужденного приводнения.

**Ключевые слова:** вертолет, авторотация, вынужденное приводнение.

CALCULATION STUDY OF THE HELICOPTER AUTOROTATION LANDING ON WATER SURFACE.

*D.V.Nedel'ko, Dr.Techn.Sc.*

The author has carried out a calculation study of the specific features of the helicopter autorotation landing under conditions of ditching.

**Keywords:** helicopter, autorotation, ditching

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТОТ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ ПЕРФОРИРОВАННЫХ ЛОПАТОК

*А.Н.Громов; Г.С.Саатчан, канд. техн. наук  
(ОАО «ММП им. В.В. Чернышёва»); М.С.Сташкив (229 ВП МО РФ)*

E-mail: vandaluzia@mail.ru

Представлена методика определения частот собственных колебаний рабочих лопаток с перфорационными охлаждающими отверстиями на поверхности, позволяющая использовать имеющееся оборудование для определения частот собственных колебаний лопаток без перфораций.

**Ключевые слова:** перфорационные отверстия, частота собственных колебаний, вероятностно-статистический метод.

DETERMINATION OF THE NATURAL-VIBRATION FREQUENCY IN THE PUNCHED BLADES.

*A.N.Gromov; G.S.Saatchan, Cand.Techn.Sc; M.S.Stashkiv.*

The article presents a technique for determination of the natural-vibration frequencies in the blades with punched cooling openings at the surface, which makes it possible to use the available equipment to determine the natural-vibration frequencies in the non-punched blades.

**Keywords:** punched openings, natural-vibration frequency, probabilistic-statistical technique.

## РАСЧЕТНОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ПОЛЕЙ ДАВЛЕНИЯ НА ВХОДЕ В ОСЕВОЙ ВЕНТИЛЯТОР

*А.А.Иноземцев, докт. техн. наук;*

*Т.С.Архангельская (ОАО “Авиадвигатель”);*

*А.И.Плотников (Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет)*

E-mail: plotnikov-ai@avid.ru

Для моделирования неравномерности и полей давлений на входе в вентилятор применен интерцептор, установленный в удлиненном воздуховоде экспериментальной установки. Авторами проведена верификация расчетов на основании имеющихся экспериментальных данных, полученных при испытаниях существующего интерцептора.

**Ключевые слова:** осевой вентилятор, неравномерность полей давления, интерцептор, трехмерный расчет, эквивалентная шероховатость поверхности, идентификация.

NUMERICAL AND EXPERIMENTAL ANALYSIS OF IRREGULARITY OF PRESSURE FIELDS AT  
INLET TO THE AXIAL FAN. *A.A.Inozemtsev, Dr.Techn.Sc; T.S.Arkhangelskaya; A.I.Plotnikov.*

A spoiler mounted in an elongated duct of the experimental rig was used to simulate the irregularity and pressure fields at the inlet to the fan. The authors conducted verification of the calculations based on the available experimental data obtained from testing of the existing spoiler.

**Keywords:** axial fan, irregularity of pressure fields, spoiler, 3D calculation, surface roughness equivalent, identification.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ НА СОДЕРЖАНИЕ ВОДОРОДА В ПОВЕРХНОСТНОМ ДЕФЕКТНОМ СЛОЕ ЗАГОТОВОК ИЗ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

*П.В.Бахматов, канд. техн. наук (ФГБОУ ВПО «Комсомольский-на-Амуре  
государственный технический университет»)*

E-mail: [ktsp@knastu.ru](mailto:ktsp@knastu.ru)

Исследовано влияние адсорбированной влаги на содержание водорода в поверхностном дефектном слое заготовок из титана и сплавов на его основе в зависимости от разделительных технологических операций, используемых при изготовлении конструкции.

**Ключевые слова:** водород, адсорбированная влага, поверхностный дефектный слой, разделительные технологические операции, титановые сплавы.

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF PROCESSING TECHNIQUES ON THE HYDROGEN  
CONTENT IN THE SURFACE DEFECTIVE LAYER OF TITANIUM ALLOY BILLETS.

*P.V.Bakhmatov, Cand.Techn.Sc.*

The author has investigated the influence of the adsorbed moisture on the hydrogen content in the surface defective layer of titanium and titanium alloy billets depending on separating technological operations used in structure manufacturing.

**Keywords:** hydrogen, adsorbed layer, surface defective layer, separating technological operations, titanium alloys.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ТРЕХСЛОЙНЫХ СОТОВЫХ ПАНЕЛЕЙ ПОЛА ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

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

E-mail: shershak@niatcomposite.ru

Приведены результаты исследовательских работ по оценке влияния различных конструктивных и технологических факторов на физико-механические параметры панелей, отработан системный подход к технологии изготовления панелей пола, позволяющий удовлетворить индивидуальные требования разработчиков.

**Ключевые слова:** трехслойная сотовая панель, панель пола, сотовый наполнитель, связующее, препрег.

TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE FABRICATION OF THE AIRCRAFT FLOOR SANDWICH HONEYCOMB PANELS. *P.V.Shershak; G.I.Shokin, Cand.Techn.Sc; V.N.Egorov, Dr.Techn.Sc.*

Results of research into the influence estimate of different structural and engineering factors on physical-and-mechanical parameters of panels are given. Systems approach to the floor panel fabrication technology, which allows us to satisfy individual requirements of different aircraft developers have been worked out.

**Keywords:** sandwich honeycomb panel, floor panel, honeycomb core, resin, prepreg.

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ЗАКАЛКИ ДЕТАЛЕЙ

*А.С.Бачурин; И.А.Осипов; А.Б.Гулидов; К.Н.Бобин, канд. техн. наук;  
Н.А.Рынгач, канд. техн. наук; Н.В.Курлаев, докт. техн. наук  
(Новосибирский государственный технический университет)*

E-mail: svsv@craft.nstu.ru

Приведены результаты решения связанной задачи нестационарного теплообмена между деталью и закалочной средой, получены закалочные деформации и напряжения образца из алюминиевого сплава. Расхождения между расчетными и экспериментальными данными составили ~ 20 %.

**Ключевые слова:** ANSYS, закалка, напряжения, деформации.

MATHEMATICAL MODEL FOR PARTS QUENCHING PROCESS. *A.S.Bachurin; I.A.Osipov; A.B.Gulidov; K.N.Bobin, Cand.Techn.Sc; N.A.Ryngach, Cand.Techn.Sc; N.V.Kurlaev, Dr.Techn.Sc.*

Calculation results of the coupled problem of unsteady heat transfer between the part and the quenchant are presented; quenching strain and stresses of the aluminum alloy sample have been obtained. The total deviation between calculated and experimental data is 20 %.

**Keywords:** ANSYS, quenching, stresses, deformation.

## АЛГОРИТМ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ПРИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ КЛЕПКЕ ПАНЕЛЕЙ ДВОЙНОЙ КРИВИЗНЫ

*П.Л.Людоговский (Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ)*

E-mail: 12962281@mail.ru

Проведен анализ структурно-функциональных схем взаимного позиционирования рабочих органов сверлильно-клепального оборудования и панелей двойной кривизны при их автоматической клепке. Рассмотрены методы обеспечения точности позиционирования и выбора маршрута автоматической клепки собираемых криволинейных панелей.

**Ключевые слова:** автоматическая клепка, заклепка, шаг клепки, позиционирование, панель двойной кривизны.

POSITIONING PARAMETERS PROGRAMMING ALGORITHM FOR AUTOMATIC RIVETING OF DOUBLE-CURVATURE PANELS. *P.L.Lyudogovsky.*

Analysis of structural-functional schemes of relative positioning of drilling-and-riveting equipment work members and double-curvature panels during automatic riveting is presented. Methods for determination of positioning accuracy and selection of the automatic riveting route for assembly of the curvilinear panels are considered.

**Keywords:** automatic riveting, rivet, riveting pitch, positioning, double-curvature panel.

## НОВЫЕ ТЕРМОСТОЙКИЕ СТЕКЛО- ПЛАСТИКОВЫЕ СОТОВЫЕ ЗАПОЛНИТЕЛИ

*В.С.Волков, канд. техн. наук; А.Н.Корнейчук;  
Е.В.Денисова; И.В.Кулагина; Г.С.Шуль, канд. техн. наук  
(ОАО «ОНПП «Технология»»)*

E-mail: volkovvs@technologiya.ru



Приведены результаты последних исследований по выбору материалов и разработке технологии изготовления термостойких стеклосотопластов на основе полиимидного связующего СП-97К: ССП-7-3,5, ССП-7-4,2, ССП-7П-3,5 и ССП-7-8Т.

**Ключевые слова:** соты, стеклосотопласт, связующее, стеклоткань, клей, технологический процесс, предел прочности при сжатии, модуль упругости.

NEW HEAT-RESISTANT FIBERGLASS HONEYCOMBS. *V.S.Volkov, Cand.Techn.Sc;  
A.N.Korneychuk; E.V.Denisova; I.V.Kulagina; G.S.Shul', Cand.Techn.Sc.*

Results of research on selection of materials and development of manufacturing techniques for heat-resistant fiberglass plastics based on the polyimide binder SP-97K: SSP-7-3,5; SSP-7-4,2; SSP-7P-3,5 and SSP-7-8T are presented.

**Keywords:** honeycomb, fiberglass plastic, binder, fiberglass fabric, adhesive, manufacturing process, ultimate compressive strength, modulus of elasticity.

КАЧЕСТВО, НАДЕЖНОСТЬ,  
РЕСУРС

## СИСТЕМА ЭКСПРЕСС-ДИАГНОСТИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВИАЦИОННЫХ ГТД

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

E-mail: vawin@mail.ru

Рассмотрены теоретические предпосылки к созданию эффективной системы экспресс-диагностики технического состояния авиационных двигателей.

**Ключевые слова:** система диагностики, эксплуатация по техническому состоянию, газовый поток, срез сопла ГТД.

A SYSTEM FOR RAPID DIAGNOSTICS OF THE OPERATING CONDITIONS OF AIRCRAFT GAS TURBINE ENGINES. *V.Yu. Vinogradov, Cand. Techn.Sc.*

Theoretical background to develop an effective system for rapid diagnostics of the operating conditions of aircraft engines is discussed.

**Keywords:** diagnostic system, on-condition maintenance, gas flow, nozzle section of the gas turbine engine.

## ПОТЕРЯ УСТОЙЧИВОСТИ ПРЯМОЛИНЕЙНОЙ ПЛОСКОЙ РЕССОРНОЙ ПОЛОСЫ ПОСЛЕ РАСТЯЖЕНИЯ ДО РАЗРУШЕНИЯ

**В.В.Петровский**, канд. техн. наук (Московский государственный  
индустриальный университет); **Р.Г.Тимиркеев**, докт. техн. наук  
(ОАО “Национальный институт авиационных технологий”)

E-mail: pvv33@mail.msiu.ru

Обосновано приближенное теоретическое прогнозирование деформации плоских рессорных полос в условиях нагружения.

**Ключевые слова:** полоса, деформация, волна, упрочнение, гофр.

LOSS OF STABILITY IN THE RECTILINEAR FLAT SPRING PLATE AFTER STRETCHING  
PRIOR TO FAILURE. *V.V.Petrovsky, Cand. Techn.Sc.; R.G.Timirkeev, Dr. Techn.Sc.*

The authors justify the approximate theoretical prediction of deformation in flat spring plates under loading conditions.

**Keywords:** plate, deformation, wave, strengthening, corrugation.