

# САМОЛЕТО- И ВЕРТОЛЕТОСТРОЕНИЕ

УДК 629.7.018.2

## КОМБИНИРОВАННАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ САМОЛЕТА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОБОДНОГО ШТОПОРА И ПОЛЕТА НА БОЛЬШИХ УГЛАХ АТАКИ В ТРУБНОМ АЭРОДИНАМИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

*П.А.Агуреев, А.О.Бондарев, В.Д.Вермель, А.В.Вялков,  
Ю.Ю.Евдокимов, А.В.Усов*

*Центральный аэрогидродинамический институт имени проф. Н.Е. Жуковского*

Рассматривается комбинированная аэродинамическая модель, заменяющая семейство моделей, традиционно разрабатываемых и изготавливаемых в обеспечение экспериментальных исследований, направленных на отработку аэродинамических компоновок самолета, по условиям безопасности полета на больших углах атаки и в штопоре. Описывается разработанная конструкция и технология изготовления комбинированной аэродинамической модели.

**Ключевые слова:** динамически подобная модель, аэродинамический эксперимент, композиционный материал, штопор, большие углы атаки, устойчивость и управляемость.

COMBINED PHYSICAL MODEL OF THE AIRCRAFT FOR THE INVESTIGATION OF FREE SPIN AT HIGH ANGLES OF AT-TACK DURING WIND TUNNEL EXPERIMENTAL TESTS. *P.A.Agureev, A.O.Bondarev, V.D.Vermel, A.V.Vialkov, Yu.Yu.Evdokimov, A.V.Usov.*

The article contains the investigation of the combined aerodynamic model, which is to replace the family of models traditionally designed and manufactured for wind tunnel testing. The tests mentioned are being conducted to order to investigate the aerodynamic design of the aircraft and the flight safety at high angles of attack and during spin. The manufacturing technology and developed design are being described.

**Keywords:** dynamically scaled model, wind tunnel testing, composite material, spin, high angles of attack, controllability and stability.

УДК 532.517.4

## ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ РАСЧЕТНОЙ СЕТКИ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОЙ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЙ, БАЗИРУЮЩИХСЯ НА МЕТОДЕ КОНЕЧНОГО ОБЪЕМА \*

**В.В.Воздаев**

*Центральный аэрогидродинамический институт имени проф. Н.Е. Жуковского*

Рассмотрены вопросы разработки методики по построению расчетных сеток для проведения вычислений с использованием конечно-объемных подходов решения уравнений Навье–Стокса. Раскрываются особенности создания рациональной неструктурированной сетки для летательного аппарата сложной конфигурации. Показано, что с использованием разработанной методики можно получить коэффициенты аэродинамических сил модели самолета, близкие к экспериментальным значениям.

**Ключевые слова:** вычислительная газовая динамика, метод конечного объема, расчетная сетка, уравнения Навье–Стокса, аэродинамические характеристики.

FEATURES OF DEVELOPING THE COMPUTATIONAL GRID INTENDED  
FOR THE CALCULATIONS BASED ON THE FINITE VOLUME APPROACH. *V.V.Vozhdaev.*

On the basis of numerical solutions of the Navier–Stokes equations, estimates of the flow characteristics on two different wings with flaps are carried out. It is shown that in a completely turbulent flow, the SST model shows satisfactory results for calculating the maximum lift coefficient, and when calculating the position of the laminar-turbulent transition, an acceptable agreement with the experimental data is provided by the  $\gamma$ -model.

**Keywords:** computational fluid dynamics, finite volume method, computational grid, Navier–Stokes equations, aerodynamic characteristics.

УДК 629.7

## ПРИМЕНЕНИЕ ПРОЦЕССОВ СИСТЕМНОЙ ИНЖЕНЕРИИ В ОТЕЧЕСТВЕННОЙ АВИАЦИОННОЙ ОТРАСЛИ

**А.Ю.Баданов, Р.А.Рызванов**

*Центральный аэрогидродинамический институт имени проф. Н.Е. Жуковского*

Целью статьи является ознакомление читателя с практикой применения процессов системной инженерии для авиационных проектов.

**Ключевые слова:** системная инженерия, уровни готовности технологий.

USE OF SYSTEM ENGINEERING PROCESSES IN NATIONAL AVIATION INDUSTRY.  
*A.Yu.Badanov, R.A.Ryzvanov.*

Purpose of this article is to familiarize the reader with use of system engineering processes in aviation projects.

**Keywords:** systems engineering, technology readiness level.

УДК 629.7.018.4

## СТАТИЧЕСКИЙ И ЧАСТОТНЫЙ АНАЛИЗ ВНЕШНЕЙ РАМЫ ПОВОРОТНОЙ ПЛАТФОРМЫ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ТОПЛИВНОГО БАКА ВЕРТОЛЕТА

*Е.В.Ниселовская, А.И.Зинина*

*Московский авиационный институт*

*(национальный исследовательский университет)*

Для испытаний бака вертолета был проведен частотный и статический анализ разработанного конструкторского решения оптимального варианта поворотной платформы стенда методом конечно-элементного моделирования в соответствии с пунктом Авиационных правил п. 965 (d) АП-29А, приведены результаты расчетов.

**Ключевые слова:** топливная система (бак с топливом), вибрационные испытания, статический анализ, частотный анализ, метод конечно-элементного моделирования.

STATIC AND FREQUENCY ANALYSIS OF THE OUTER TURNTABLE FRAME OF A TEST RIG FOR TESTING A HELICOPTER FUEL TANK. *E.V.Niselovskaya, A.I.Zinina.*

For testing the helicopter tank, a frequency and static analysis of the developed design solution for the optimal version of the stand rotary platform was carried out by the method of finite element modeling in accordance with the Aviation Regulations clause p. 965 (d) AP-29A, the calculation results are given.

**Keywords:** fuel system (fuel tank), vibration testing, static analysis, frequency analysis, finite element modeling method.

УДК 621.45.038

## РАЗРАБОТКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕПЛООБМЕНА ЛОПАТОК ГАЗОВЫХ ТУРБИН ИЗ СТАЛЬНЫХ СПЕЧЕННЫХ ВОЛОКОН И АНАЛИЗ ИХ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ

*А.В.Викулин, В.А.Земляная*

*Московский авиационный институт*

*(национальный исследовательский университет)*

Разработаны конструкции из спеченных волокон нержавеющей стали для транспирационных систем охлаждения лопаток газовых турбин. Гидравлические характеристики данных конструкций определены по результатам их горячих продувок в изотермических условиях. Разработана методика гидравлического расчета моделей лопаток с учетом пористости материала, на основании которой получены характеристики для четырех исследованных конструкций.

**Ключевые слова:** газовая турбина, охлаждаемая лопатка, транспирационное охлаждение, пористость материала, горячая продувка, гидравлическое сопротивление.

DEVELOPMENT OF PROMISING STRUCTURES OF HEAT EXCHANGE INTENSIFICATION MADE OF SINTERED STEEL FIBRES FOR GAS TURBINE BLADES AND ANALYSIS OF THEIR FLOW CAPACITY. *A.V.Vikulin, V.A.Zemlyanaya.*

Sintered stainless-steel fiber structures for transpiration cooling systems of gas turbine blades have been developed. The hydraulic characteristics of these structures have been determined from the results of hot blowing them under isothermal conditions. A hydraulic design procedure for blade models with allowance for the material porosity has been developed, on the basis of which the characteristics for the four studied structures have been obtained.

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

УДК 629.7.03

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ЛАБИРИНТНОГО УПЛОТНЕНИЯ ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ И ЕГО ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ

*И.В.Андросович, М.В.Силуянова*

*Московский авиационный институт*

*(национальный исследовательский университет)*

Статья посвящена необходимости совершенствования турбомашин ЛА с целью повышения их эффективности путем совершенствования работы лабиринтных уплотнений ГТД. Авторами проведен расчет работы лабиринтного уплотнения в совмещенной постановке. Результаты могут быть использованы при оптимизации лабиринтного уплотнения. В частности, при поиске конфигурации лабиринтного уплотнения, обеспечивающего минимальный расход воздуха и удовлетворяющего критериям прочности.

**Ключевые слова:** газотурбинный двигатель, лабиринтные уплотнения, математическое моделирование, вычислительная газовая динамика, прочность, совмещенная постановка.

MATHEMATICAL MODELING OF THE OPERATION OF THE LABYRINTH SEAL OF A GAS  
TURBINE ENGINE AND ITS STRENGTH PROPERTIES. *I.V.Androsova, M.V.Silyanova.*

The work is devoted to the need to improve the turbomachines of aircraft in order to increase their efficiency by improving the operation of the labyrinth seals of the gas turbine engine. In this paper, labyrinth seal performance and strength properties are calculated. The work results may be used to solve the problems of labyrinth seal optimization, to find the configuration of the labyrinth seal that provides minimal air consumption and meets the strength criteria.

**Keywords:** gas turbine engine, labyrinth seals, mathematical modeling, computational fluid dynamics, strength, coupled calculations.

УДК 629.7.016

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТА РЕКУПЕРАЦИИ ЭНЕРГИИ РОТОРОМ, РАСКРУЧИВАЕМЫМ НАБЕГАЮЩИМ ПОТОКОМ ВОЗДУХА**

*Е.Е.Бобырь, В.И.Бузулук, Б.И.Гуревич, А.И.Дунаевский, Д.С.Курочкин*

*Центральный аэрогидродинамический институт имени проф. Н.Е. Жуковского*

Рассмотрены возможности рекуперации энергии в полете с помощью винтовых движителей, работающих в режиме ветряка.

**Ключевые слова:** аэродинамическое качество, винтовые движители, крейсерский полет, планирование, электрическая силовая установка.

EVALUATION OF ENERGY RECOVERY EFFECT BY THE ROTOR ROTATED BY INCOMING AIRFLOW. *E.E.Bobyry<sup>2</sup>, V.I.Buzuluk, B.I.Gurevich, A.I.Dynaevsky, D.S.Kurochkin.*

The possibilities of energy recovery in flight by propellers are considered.

**Keywords:** lift-to-drag coefficient, propellers, cruise flight, descent, electric powerplant.

УДК 621.91.01, 621.914.1

## ОТРАБОТКА ПРИМЕНЕНИЯ НАВЕСНЫХ ГАСИТЕЛЕЙ ВИБРАЦИЙ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ МАЛОЖЕСТКИХ ДЕТАЛЕЙ

*В.Д.Вермель, Г.А.Губанов*

*Центральный аэрогидродинамический институт имени проф. Н.Е. Жуковского*

Рассматривается практическая отработка навесных пневматических гасителей вибраций, ориентированных на применение при фрезеровании заготовок с малой жесткостью. Показано, что гасители являются универсальным и эффективным средством предотвращения вибраций заготовок, обеспечивая фрезерование в широком диапазоне частот вращения шпинделя.

**Ключевые слова:** вибрации при фрезеровании, заготовки с малой жесткостью, чистовое фрезерование, гаситель вибраций, демпфирование, блиски.

PRACTICE OF ATTACHABLE MASS DAMPERS APPLICATION FOR FLEXIBLE  
WORKPIECE MILLING. *G.A.Gubanov, V.D.Vermel.*

Practical application of attachable pneumatic dampers for flexible workpiece milling is considered. It was proved that the dampers are universal, effective mean for workpiece vibrations avoidance and provide successful milling in wide spindle speed range.

**Keywords:** vibrations during milling, flexible workpiece, finish milling, mass damper, damping, blisk.

УДК 621.318.23+537.63+517.9+51-73+519.22

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РАДИАЛЬНОГО БЕСКОНТАКТНОГО МАГНИТНОГО ПОДВЕСА, СОСТОЯЩЕГО ИЗ СИСТЕМЫ ДВУХ 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.*

Произведен расчет квазиупругого коэффициента жесткости между двумя тороидальными кольцевыми постоянными магнитами с радиальной намагниченностью в бесконтактном магнитном подвесе и нагрузочной способности подвеса. Показано, что жесткость монотонно уменьшается с уменьшением величины зазора, в то время как нагрузочная способность уменьшается с увеличением величины воздушного зазора.

**Ключевые слова:** постоянный магнит, бесконтактный магнитный подвес, пондеромоторная сила, коэффициент жесткости, нагрузочная способность подвеса.

DETERMINATION OF HARDNESS CHARACTERISTICS OF A RADIAL CONTACTLESS  
MAGNETIC SUSPENSION CONSISTING OF A SYSTEM OF TWO PERMANENT MAGNETS.

*O.A.Cherkasova, A.A.Skripkin.*

The quasi-elastic stiffness coefficient between two toroidal annular permanent magnets with radial magnetization in a contactless magnetic suspension and the loading ability of the suspension are calculated. It has shown that the stiffness decreases monotonically as the gap decreases, while the loading ability decreases as the air gap increases.

**Keywords:** permanent magnet, contactless magnetic suspension, ponderomotive force, values of rigidity, loading ability.



УДК 629.735.3

## МОДУЛЬНЫЙ ПРИНЦИП СБОРКИ АВИАЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ

*А.Г.Громашев, А.Р.Султанова, Е.В.Масохин*

*АО «АэроКомпозит»*

Представлено описание модульного принципа сборки авиационных конструкций и оборудование для его реализации на примере сборки консолей крыла транспортного гражданского самолета.

**Ключевые слова:** модульная сборка, линия сборки, носовая часть крыла, хвостовая часть крыла, бортовая нервюра, кессон, станция сборки, герметичность.

MODULAR PRINCIPLE OF AIRCRAFT STRUCTURES ASSEMBLY AND APPROPRIATE ASSEMBLY EQUIPMENT. *A.G.Gromashev, A.R.Sultanova, E.V.Masohin.*

This work describes the modular principle of aircraft structures assembly and the necessary equipment to implement this process based for civil cargo aircraft.

**Keywords:** modular assembly, assembly line, wing leading edge, wing trailing edge, root rib, wingbox, assembly station, sealing.

УДК 621.983.044; 539.3

## ИЗГОТОВЛЕНИЕ РИФТОВОГО ЭЛЕМЕНТА НЕРВЮРЫ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДАВЛЕНИЕМ ИМПУЛЬСНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ

*М.Э.Ахмед Солиман, Н.В.Курлаев*

*Новосибирский государственный технический университет*

Вданной статье для исследования деформированного состояния рифтового элемента в процессах штамповки-вытяжки с использованием элементов управления использовался метод конечных элементов.

**Ключевые слова:** рифтовой элемент, давление импульсно-магнитного поля, метод конечных элементов, деформируемое твердое тело.

MANUFACTURING OF AIRCRAFT'S RIFT ELEMENT BY PULSED MAGNETIC FIELD PRESSURE. *M.E.Ahmed Soliman, N.V.Kurlaev.*

In this work, the finite element method (FEM) was used to study the deformed state of a rift element in the processes of stamping-drawing using the finite element method.

**Keywords:** rift element, pulsed-magnetic field pressure, finite element method, deformable solid.

УДК 67.05

## ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ВЕЛИЧИНОЙ ОПТИМАЛЬНОЙ СКОРОСТИ РЕЗАНИЯ ПРИ ПРОТЯГИВАНИИ ГРАНУЛИРОВАННЫХ ЖАРОПРОЧНЫХ СПЛАВОВ НА НИКЕЛЕВОЙ ОСНОВЕ

*А.С.Политов<sup>1,2</sup>, И.Г.Каримов<sup>3</sup>, Р.Р.Латыпов<sup>2</sup>, Т.А.Политова<sup>4</sup>*

<sup>1</sup> ОДК – Уфимское моторостроительное производственное объединение

<sup>2</sup> Уфимский государственный авиационный технический университет

<sup>3</sup> Институт технологии и организации производства (АО НИИТ), г. Уфа, Россия

<sup>4</sup> Московский государственный технологический университет «Станкин»

Проанализировано состояние микроструктуры и теплового баланса при протягивании гранулированных жаропрочных сплавов на никелевой основе. Приведены результаты математического моделирования и расчетов режимов резания гранулированных жаропрочных сплавов на никелевой основе при работе чистовой секции протяжек с скорректированным профилем предварительных зубьев по методу протягивания с установлением скорости резания до оптимального значения.

**Ключевые слова:** гранулированный жаропрочный сплав на никелевой основе, математическое моделирование, оптимальная скорость резания, протягивание.

FEATURES OF CONTROL OF THE VALUE OF THE OPTIMAL CUTTING SPEED WHEN  
BROACHING GRANULAR HEAT – RESISTANT NICKEL ALLOYS. *A.S.Politov, I.G.Karimov,  
R.R.Latipov, T.A.Politova.*

The state of microstructure and heat balance when broaching granular heat – resistant nickel alloys is analyzed. The results of math modeling and calculations of cutting modes for granular heat – resistant nickel alloys during the operation of the finishing section of broaches with a corrected profile of preliminary teeth by the broaching method with setting the cutting speed to the optimal value are presented.

**Keywords:** granular heat – resistant nickel alloy, math modeling, optimal cutting speed, broaching.

УДК 621.983.044; 539.3

## ИЗГОТОВЛЕНИЕ СИЛЬФОННОГО КОМПЕНСАТОРА ДАВЛЕНИЕМ ИМПУЛЬСНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ

*Н.В.Курлаев, М.Э.Ахмед Солиман, Н.А.Рынгач*

*Новосибирский государственный технический университет*

Рассмотрен способ получения сильфонов с помощью магнитно-импульсной обработки. Сильфоны, представляющие собой цилиндрическую оболочку с гофрированной частью, широко применяются в авиационной технике в качестве подвижного герметизирующего элемента для уравнивания перепадов давления и температуры, которые обеспечивают непрерывную и точную работу системы. Сильфоны с приварной кромкой являются популярным выбором для регулирования и управления подачей топлива в авиационных устройствах.

**Ключевые слова:** сильфон, гофровые элементы, радиальная высота, магнитно-импульсная обработка давлением.

MANUFACTURING OF BELLOWS COMPENSATOR BY PULSED MAGNETIC FIELD PRESSURE.

*N.V.Kurlaev, M.E.Ahmed Soliman, N.A.Ryngach.*

A method for producing bellows using magnetic-pulse processing is considered. Bellows, which are a cylindrical shell with a corrugated part, are widely used in aviation technology as a movable sealing element to balance pressure and temperature drops, which ensure continuous and accurate operation of the system. Welded-edge bellows are a popular choice for regulating and controlling fuel supply in aircraft devices.

**Keywords:** bellows, corrugated elements, radial height, magnetic-pulse pressure treatment.

УДК 621.91.01, 621.914.1

## РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ ОПЕРАТИВНОГО ЗАКРЕПЛЕНИЯ НАВЕСНЫХ ГАСИТЕЛЕЙ ВИБРАЦИЙ НА ОБРАБАТЫВАЕМЫХ МАЛОЖЕСТКИХ ДЕТАЛЯХ

*В.Д.Вермель<sup>1</sup>, Г.А.Губанов<sup>1</sup>, С.В.Старовойтов<sup>2</sup>, А.Ю.Фёдоровцев<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> *Центральный аэрогидродинамический институт имени проф. Н.Е. Жуковского*

<sup>2</sup> *НПА «Технопарк АТ», г. Уфа*

Рассмотрен ряд способов оперативного закрепления гасителей вибраций, обеспечивающих повышение производительности и качества фрезерной обработки заготовок малой жесткости на обрабатывающих центрах с ЧПУ. Применение навесных гасителей вибраций мало жестких деталей при их фрезеровании с повышенными скоростями резания на оборудовании с ЧПУ в условиях опытных и единичных производств требует их оперативного закрепления на обрабатываемых заготовках. Рассматривается ряд способов закрепления гасителей, включая клеевое, магнитное, вакуумное, механическое.

**Ключевые слова:** вибрации при резании, мало жесткая заготовка, чистовое фрезерование, гаситель вибраций, демпфирование, временное закрепление, вакуумное закрепление.

ELABORATION OF MEANS FOR TEMPORARY DAMPER ATTACHMENT TO A FLEXIBLE WORKPIECE UNDER MACHINING. *V.D.Vermel, G.A.Gubanov, S.V.Starovoitov, A.Yu.Fedorovtsev.*

A number of means for rapid mass dampers attachment which provide productivity and part quality increase for flexible workpieces milling on CNC machine is considered. Application of mass dampers for flexible workpieces during its milling with high cutting speed on CNC machine in pilot and piece production requires its rapid attachment on the workpieces under machining. For this purpose a number of means for damper attachment including glue, magnet, vacuum and clamping is considered.

**Keywords:** vibrations during cutting, flexible workpiece, finish milling, mass damper, damping, temporary attachment, vacuum fixing.

УДК 629.7.03.018

## ПРИМЕНЕНИЕ КЕРАМОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИТОВ ДЛЯ ДЕКАРБОНИЗАЦИИ АВИАЦИОННОЙ ОТРАСЛИ РОССИИ

*М.В.Силуянова, А.О.Фертиков*

*Московский авиационный институт  
(национальный исследовательский университет)*

В настоящее время человечество начинает подготовку к низкоуглеродному будущему. Один из способов снизить эмиссию CO<sub>2</sub> в авиационной технике – применение керамоматричных материалов.

**Ключевые слова:** декарбонизация экономики, керамоматричный композиционный материал, авиационная силовая установка, выбросы углерода.

APPLICATION OF CERAMIC MATRIX COMPOSITES FOR DECARBONIZATION  
OF THE AIRCRAFT INDUSTRY OF RUSSIA. *M.V.Siluyanova, A.O.Fertikov.*

Currently, humanity is beginning to prepare for a low-carbon future. CO<sub>2</sub> emissions in aviation can be reduced by using ceramic-matrix composite materials.

**Keywords:** decarbonization of the economy, ceramic-matrix composite material, aircraft engine, carbon emission.

КАЧЕСТВО, НАДЕЖНОСТЬ,  
РЕСУРС

УДК 629.7

## **РОБАСТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ В ОТЕЧЕСТВЕННЫХ АВИАЦИОННЫХ ПРОЕКТАХ**

***Р.А.Рызванов***

*Центральный аэрогидродинамический институт имени проф. Н.Е. Жуковского*

Статья описывает подходы к управлению рисками авиационных проектов на базе государственных стандартов.

**Ключевые слова:** робастное управление, системная инженерия.

ROBUST RISK MANAGEMENT IN NATIONAL AVIATION PROJECTS. *R.A.Ryzvanov*.

Article describes approaches to risk management in aviation projects based on national standards.

**Keywords:** robust management, systems engineering.

УДК 53.082.5

## СПЕКЛ-ДИАГНОСТИКА ЭЛЕМЕНТОВ ОСТЕКЛЕНИЯ КАБИН ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ИЗ ОРГАНИЧЕСКОГО СТЕКЛА

*А.П.Владимиров<sup>1</sup>, И.С.Каманцев<sup>2</sup>, Н.А.Друкаренко<sup>2</sup>,  
П.В.Павлов<sup>3</sup>, А.О.Евсин<sup>4</sup>*

<sup>1</sup> УрФУ, Институт машиноведения УрО РАН (г. Екатеринбург)

<sup>2</sup> Институт машиноведения УрО РАН (г. Екатеринбург)

<sup>3</sup> ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

<sup>4</sup> НИЦ (г. Люберцы, Московская обл.) ЦНИИ ВВС (Минобороны России)

На образцах авиационного оргстекла марки АО-120А методом усредненных во времени спекловых изображений изучены особенности их деградации при многоцикловой усталости. Найдены предельные необратимые деформации органического авиационного стекла, соответствующие зарождению трещины. Предложен спекловый метод объективной оценки повреждений авиационного органического стекла, возникающих под действием агрессивной среды и ультрафиолетового излучения.

**Ключевые слова:** спекл, деформация, дефект, остекление, неразрушающий контроль.

SPECKL DIAGNOSTICS OF GLAZING ELEMENTS OF AIRCRAFT CABINS FROM ORGANIC GLASS. *A.P.Vladimirov, I.S.Kamantsev, N.A.Drukarenko, P.V.Pavlov, A.O.Evsin.*

On samples of aviation plexiglass of the AO-120A brand by the method of time-averaged speckle images, the peculiarities of their degradation during high-cycle fatigue were studied. The limiting irreversible deformations of organic aviation glass, corresponding to crack initiation, are found. A speckle method for an objective assessment of damage to aviation organic glass arising under the influence of an aggressive environment and ultraviolet radiation is proposed.

**Keywords:** speckle, deformation, defect, glazing, non-destructive testing.