

Мы предлагаем наши аналогии для новой концепции в виде следующего цикла «опасность, оценка, прогнозирование, принятие решения», предназначенного для управления БП в реальном масштабе времени.

В заключении отметим следующие:

В рассматриваемой статье методологический подход к исследованию БП совпадает с исследованием Американских ученых [4]. Однако, здесь есть в предложенном новом подходе свои особенности:

1. Разработана структура концепции и на его основе предложен научно-обоснованный методологический подход к исследованию БП;

2. В предложенной концепции учтен новый стандарт ИКАО (ICAO, SMS, Doc 9859-AN/460);

3. По новому стандарту построена классификация БП и она входит в структуры новой концепции;

4. В отличие от системного процессный подход позволяет исследовать БП в реальном масштабе времени.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по управлению безопасностью полетов (РУБП) (Doc 9859-AN/460). Издание первое — 2006 год.— ИКАО, 2006.
2. Мирзаев Р.К. Процессный подход к обеспечению БП с учетом различных факторов. // IX Международная Научно-Техническая Конференция : Материалы МНТК «Авиа-2009», 21-23 сентября. Том II, Киев, НАУ, 2009., с. 15.46
3. Federal Aviation Administration, "Welcome to NASDAC" (pamphlet), U.S. Government Printing Office, 1998.
4. R. Batson and G. Moynihan. A Taxonomy for System Safety Analysis Methods. The University of Alabama, AL 35487-0288, USA, 2009.

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ СХЕМЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ОБТЯЖКОЙ ОБВОДООБРАЗУЮЩИХ ОБОЛОЧЕК ДВОЙНОЙ КРИВИЗНЫ МИНИМАЛЬНОЙ РАЗНОТОЛЩИННОСТИ

© 2012 Михеев В.А.<sup>1</sup>, Клочков Ю.С.<sup>1</sup>, Кузина А.А.<sup>1</sup>, Гречникова А.Ф.<sup>2</sup>, Савин Д.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)

<sup>2</sup> ОАО «Самарский металлургический завод», Самара

### MODELLING OF THE SCHEME OF FORMOOBRAZOVANY BY STRETCH FORMING OF OBVODOOBRAZUYUSHCHY COVERS OF DOUBLE CURVATURE OF THE MINIMUM NONUNIFORM THICKNESS

© 2012 Miheev V.A.<sup>1</sup>, Klochkov Y.S.<sup>1</sup>, Kuzina A.A.<sup>1</sup>, Grechnikova A.F.<sup>2</sup>, Savin D.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Samara state aerospace university named after academician S.P. Korolev (national research university)

<sup>2</sup> OAO "Samara Metallurgical Plant", Samara

Existing ways of stretch forming aren't capable to ensure obvodooobrazuyushchy covers of double curvature of the minimum nonuniform thickness. However use of the flexible device of mathematical modeling of surfaces of planes and coverings will allow to execute all necessary calculations and to offer the consecutive scheme combining two operations of covering with intermediate unloading and unbending by received on the first covering of a cover of the demanded geometrical form.

самолетов требует постоянного совершенствования технологических процессов, разработки и внедрения новых

способов обработки листовых заготовок. Это связано с постоянно растущими требованиями к эксплуатационной

надежности летательных аппаратов (ЛА). Технологии изготовления деталей, узлов и самолетов во многом определяют ресурс изделия, трудоемкость его изготовления, стабильность технологических процессов и возможности авиационного производства.

Существует постоянная взаимосвязь между конструкцией самолета и технологией его изготовления. Поэтому создание технологий, способных обеспечить получение деталей, удовлетворяющих высоким техническим требованиям, открывают возможности для конструктивного усовершенствования самолета. В первую очередь это зависит от решения проблемы получения обводообразующих оболочек минимальной разнотолщинности.

Существующие способы обтяжки не способны пока обеспечить получение равнотолщинных оболочек двойной кривизны. Прежде всего, это связано с несовершенством методов геометрической увязки сопрягаемых поверхностей, отсутствием метода расчета технологических параметров обтяжки с учетом особенностей геометрической формы оболочки и механических свойств анизотропной листовой заготовки, а также несовершенством связей в автоматизированных средствах обеспечения процессов обтяжки и отсутствием соответствующего обтяжного оборудования с программным управлением.

Основным направлением в области совершенствования производства современных самолетов является создание автоматизированных систем на базе математического моделирования объектов и процессов производства с использованием современных средств вычислительной техники и оборудования с ЧПУ. Для авиационного производства это означает переход от зависимого метода изготовления деталей на независимый, который позволяет с заданным расчетом степени точности обеспечить взаимозаменяемость. Вместе с тем, при переходе на независимый метод изготовления деталей возникает ряд проблем, от решения которых зависит

успешное решение вопросов автоматизации подготовки производства. Например, применение гибкого аппарата математического моделирования поверхностей самолетов и обшивок позволит выполнить все необходимые расчеты, как на этапе проектирования, так и на этапе технологической проработки детали.

На сегодняшний момент, стык этапов проектирования и получение равнотолщинной обводообразующей оболочки является основным препятствием широкого применения интегрированных информационных технологий на отечественных авиационных предприятиях. Поэтому, рациональная организация производства самолетов с учетом научных достижений в области новых технологий обтяжки относится к числу тех основных факторов, которые могут оказать существенное влияние на себестоимость и трудоемкость изделий.

Этим требованиям отвечает последовательная схема формообразования обтяжкой, совмещающая две операции обтяжки с промежуточной разгрузкой и разгибом полученной на первой обтяжке оболочки нужной геометрической формы. Вторая операция обтяжки предусматривает формообразование так называемой изометрической формы поверхности оболочки по отношению к поверхности обтяжного пуансона. Главное свойство изометрической формы поверхности оболочки, а именно, что гауссова кривизна при разгибании оболочки в свободном состоянии сохраняет свое значение, положено в основу создания последовательной схемы формообразования обтяжкой. Последовательная схема формообразования обтяжкой кинематически может быть реализована за один машинный цикл работы обтяжного пресса с программным управлением без освобождения листовой заготовки из зажимных устройств.

Именно моделирование последовательной схемы формообразования обтяжкой обеспечивает решение данной проблемы, где решаются факторы снижения массы - применение равнотолщинных обводообразующих

## СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИЕМНИКА ВОЗДУШНОГО ДАВЛЕНИЯ ПВД-КЗ-1

© 2012 Моисеев В.Н., Дубинина М.М., Павловский А.А., Сорокин М.Ю.

ОАО «Ульяновское конструкторское бюро приборостроения», Ульяновск

## COMPARISON OF MATHEMATICAL SIMULATION RESULTS AND EXPERIMENTAL RESEARCH OF ПВД-КЗ-1 AIR PRESSURE PROBE

© 2012 Moiseev V.N., Dubinina M.M., Pavlovsky A.A., Sorokin M.Y.

The paper presents the test results and mathematical modeling data of air pressure probes and gives justification of using mathematical modeling in further design of similar air pressure probes, as well as provides estimate of applicability of OpenFOAM program for modeling air pressure probe. The paper also gives impact of air stream wash on measurement error of air pressure.

Приемники воздушного давления (ПВД) служат для восприятия воздушного давления в полете летательного аппарата, которое необходимо для измерения и вычисления аэродинамических параметров пилотирования и управления полетом, таких как: приборная (индикаторная) скорость, истинная скорость, число М, вертикальная скорость, производные перечисленных параметров. Совмещением приемников полного и статического давления достигают: уменьшения габаритов и массы, улучшения аэродинамики ЛА за счет сокращения числа приборов за пределами его обшивки, удобства в эксплуатации и уменьшения погрешностей восприятия давлений за счет вынесения ПВД в невозмущенное пространство с помощью штанги.

Было проведено математическое моделирование приемника воздушного давления ПВД-КЗ-1. Общий вид приемника представлен на рисунке 1

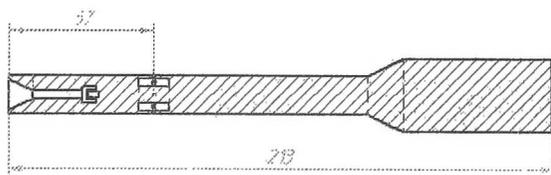


Рисунок 1 – Геометрические размеры приемника ПВД-КЗ-1

Расчетные данные сравнивались с результатами экспериментальных исследований, проведенных в ФГУП «ЦАГИ».

Режимы моделирования следующие:

- скорость потока 50 км/ч, углы скаса потока от 0° до 90° с шагом 10°;
- скорость потока 150 км/ч, углы скаса потока от 0° до 30° с шагом 10°;
- скорость потока 250 км/ч, углы скаса потока от 0° до 30° с шагом 10°.

На основе полученных результатов был сделан вывод о совпадении расчетных и экспериментальных данных с относительной погрешностью до 10%, а также было сделано заключение о возможности использования результатов математического моделирования при разработке нового приемника воздушного давления.

Форма воспринимающей части приемников существенно влияет на величину статического давления. Для восприятия статического давления наиболее подходящей является оживальная форма воспринимающей части, однако такая форма является менее чувствительной для измерения полного давления при увеличении угла скаса потока [2].