

О Т З Ы В

официального оппонента на диссертацию Лыу Конг Кием «Автоматизированный параметрический синтез приемников статического давления для малых дозвуковых скоростей», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.12 – Системы автоматизации проектирования (информационные технологии в промышленности)

1. Актуальность темы диссертации

Полеты большого класса летательных аппаратов (ЛА) происходят в пределах атмосферы и при их пилотировании в инструментальном и автоматическом режимах необходима информация о высотно-скоростных параметрах движения относительно окружающей воздушной среды. При создании систем измерения высотно-скоростных параметров используется аэрометрический метод, основанный на восприятии полного и статического давлений и температуры торможения набегающего воздушного потока, по которым по стандартным зависимостям определяются барометрическая высота и вертикальная скорость, истинная воздушная скорость, приборная скорость и число Маха. При этом погрешности измерения высотно-скоростных параметров ЛА в значительной степени определяются точностью восприятия статического давления бортовым приемником статического давления (ПСД), зависящей от типа ЛА и параметров ПСД. Поэтому создание новых и модернизация существующих ЛА ставят перед разработчиком систем измерения высотно-скоростных параметров научно-техническую задачу автоматизации процессов проектирования, разработки и исследования ПСД с заданными аэродинамическими и метрологическими характеристиками.

Это определяет актуальность темы рецензируемой диссертационной работы, направленной на повышение эффективности процесса автоматизации процесса параметрического синтеза ПСД за счет разработки математических

моделей и рекомендаций разработчику по выбору геометрических параметров приемников, методики и системы автоматизированного параметрического синтеза приемников статического давления самолетов и вертолетов.

2. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Диссертационная работа включает введение, четыре главы, заключение, список литературы, включающий 150 наименований и два приложения.

Во введении на основе анализа работ по разработке ПСД достаточно убедительно обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цель и решаемые задачи. Определен объект и предмет исследования. Приведены научная новизна и практическая значимость работы, методы исследования и положения, выносимые на защиту.

В первой главе обоснованно определены роль и особенности выполнения, геометрические параметры проточного приемника статического давления и приемника с профилированной обтекаемой потоком рабочей поверхностью, обеспечивающей требуемую девиацию аэродинамического коэффициента давления ПСД в рабочем диапазоне скорости и угла скоса набегающего воздушного потока. Приводится описание типового процесса синтеза конструктивных параметров ПСД, раскрываются типовые математические модели средств восприятия статического давления, результаты их экспериментального исследования, традиционные методы проектирования ПСД. Определены основные ограничения используемых процессов синтеза параметров ПСД, связанных с длительным временем проектирования, большими затратами на разработку, изготовление, аэродинамические испытания макетных образцов ПСД, значительной девиацией их аэродинамических коэффициентов статического давления.

Все это позволило обосновать цель и задачи исследования, определить направления автоматизации процесса параметрического синтеза ПСД с

требуемыми эксплуатационными и метрологическими характеристиками.

Во второй главе проводится научное обоснованная разработка программно-математического обеспечения эффективности автоматизированного параметрического синтеза и снижения девиации коэффициента давления ПСД.

Разработана методика математического моделирования процесса восприятия статического давления ПСД с наружной и внутренней рабочей поверхностью для восприятия статического давления с использованием системы автоматизированного проектирования ANSYS. Путем математического моделирования вариационного ряда приемников при различных тестовых моделях турбулентности и сравнения результатов моделирования с экспериментальными значениями испытаний ПСД в аттестованной аэродинамической лаборатории АО «Ульяновское конструкторское бюро приборостроения» с помощью программного пакета ANSYS/FLUENT разработана математическая модель, связывающая коэффициент давления с геометрическими параметрами ПСД с наружной рабочей поверхностью, со скоростью и углом скоса набегающего воздушного потока, с высотой полета (плотностью воздуха), а также получены модели девиации коэффициента давления проточного ПСД, обусловленной изменением скорости набегающего воздушного потока и высоты полета. Полученные математические модели ПСД позволяют спроектировать ПСД для конкретного ЛА и являются научно-методической базой для автоматизированного параметрического синтеза ПСД с требуемыми характеристиками.

В третьей главе проведено исследование математических моделей проточных приемников статического давления и ПСД с наружной профилированной рабочей поверхностью с расположенными на них отверстиями для восприятия статического давления набегающего воздушного потока.

Выработаны рекомендации разработчику проточных ПСД по выбору

диаметра отверстия для восприятия статического давления набегающего воздушного потока, коэффициента диафрагмы приемника, относительного удаления сечения восприятия статического давления, допусков на конструктивные параметры проточного ПСД и шероховатость поверхностей при изготовлении для обеспечения погрешности восприятия статического давления, регламентированной Нормами летной годности самолетов и вертолетов.

Выработаны рекомендации разработчику ПСД с наружной профилированной рабочей поверхностью по обеспечению минимального значения девиации коэффициента давления, обусловленной изменением скорости и угла скоса набегающего воздушного потока, а также на выбор допусков на геометрические размеры и шероховатость элементов восприятия статического давления, в том числе с учетом требований, регламентируемых Нормами летной годности и затрат на производство ПСД.

В четвертой главе разработан автоматизированный процесс параметрического синтеза приемника статического давления, удовлетворяющего требованиям технического задания.

Разработаны методика и структурная схема системы автоматизированного синтеза приемников статического давления, удовлетворяющих требованиям технического задания с использованием разработанных математических моделей, рекомендаций по выбору конструктивных параметров, допусков и качества изготовления, алгоритмического и программного обеспечения процесса параметрического синтеза проточных и непроточных ПСД.

Список литературы дополняет и более полно раскрывают рассматриваемые вопросы.

Заключение в аннотированной форме раскрывает основные результаты диссертационной работы.

3. Научная новизна, теоретическая и практическая значимость результатов диссертационной работы

Изучение материалов диссертации и опубликованных работ автора показывает, что в диссертационной работе получены следующие новые научные результаты:

1. Научно-обоснованный подход и методика моделирования проточного ПСД с внутренней рабочей поверхностью для восприятия статического давления набегающего воздушного потока и ПСД с наружной профилированной рабочей поверхностью с отверстиями для восприятия статического давления набегающего потока, позволяющие проводить исследование их характеристик современными средствами автоматизированного проектирования ANSYS.

2. Математические модели проточных ПСД и ПСД с наружной профилированной наружной рабочей поверхностью и контурами компенсации девиации воспринимаемого статического давления, позволяющего проводить расчет коэффициента давления ПСД и его девиации при изменении скорости и угла скоса набегающего воздушного потока и высоты полета (плотности воздуха).

3. Имитационное моделирование и модельные скоростные и угловые характеристики вариационного ряда ПСД с наружной профилированной и внутренней обтекаемыми рабочими поверхностями, которые являются научно-методической базой для автоматизированного синтеза и проектирования приемников статического давления самолетов и вертолетов с уменьшенным значением девиации коэффициента статического давления, обусловленной изменением скорости и угла скоса набегающего воздушного потока и высоты полета.

Практическая значимость диссертации заключается в разработке методического, математического, алгоритмического и программного обеспечения автоматизированного параметрического синтеза приемников статического давления с внутренней и наружной рабочими поверхностями и

рекомендации разработчикам ПСД самолетов и вертолетов по выбору конструктивных параметров, допусков и качеств изготовления по обеспечению требований, регламентированных Нормами летной годности.

4. Достоверность, обоснованность и реализация результатов диссертационного исследования

Основные положения и выводы, полученные в диссертационной работе являются обоснованными и аргументированными. Достоверность полученных результатов базируется на построении адекватных математических моделей, использование для моделирования характеристик приемников современных широко используемых программных пакетов, сравнении результатов моделирования с экспериментальными данными, полученными на аттестованном оборудовании профильного предприятия и подтверждающих адекватность моделей и результатов моделирования.

Полученные научные и практические результаты внедрены в АО «Ульяновское конструкторское бюро приборостроения» и в учебный процесс ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет».

5. Полнота изложения материалов диссертации в опубликованных работах соискателя

По теме диссертации опубликованы 20 печатных научных работ, из них 5 работ опубликованы в ведущих рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, в изданной монографии (в соавторстве), получены 4 авторских свидетельств о государственной регистрации программы для ЭВМ.

6. Соответствие паспорту специальности

Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 05.13.12 – Системы автоматизации проектирования (информационные технологии и промышленность) по пункту 3 «Разработка научных основ построения САПР, разработка и исследование моделей, алгоритмов и методов

для синтеза и анализа проектных решений, включая конструкторские и технологические решения в САПР и АСТПП».

7. Оформление материалов диссертации и автореферата

Диссертация и автореферат изложены техническим грамотным языком. Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертации.

8. Замечания по диссертации

1. Не сформулирована научная задача исследования, но раскрываются направления ее решения (частные задачи).

2. Нет четкой регламентации рабочих диапазонов изменения скорости и угла скоса набегающего воздушного потока, а также возможных границ геометрических параметров ПСД в процессе синтеза.

3. Хотя целью диссертационной работы является повышение эффективности процесса параметрического синтеза ПСД, в работе не приводится расчет показателей эффективности предлагаемого процесса синтеза.

4. Некоторые рисунки, например, рис. 1.6 и 1.11, не очень четкие, что затрудняет их восприятие.

5. В работе имеют место ошибки в оформлении формул, например, в формуле (1.18) при переносе не указан знак математической операции. Текст диссертации содержит орфографические ошибки, например, на стр. 9, стр. 36 и др.

Указанные замечания не носят принципиальный характер и не снижает значимость результатов исследования.

Выводы

Диссертация Лыу Конг Кiem является целостной завершенной научно-квалификационной работой. Поставленная цель работы достигнута. Полученные автором новые научные и практические результаты имеют существенное значение для науки и практики автоматизированного

проектирования бортовых систем измерения высотно-скоростных параметров самолетов и вертолетов. Диссертация соответствует критериям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК, предъявляемых к кандидатам диссертациям, а ее автор Лыу Конг Киём, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.12 – Системы автоматизации проектирования (информационные технологии и промышленность).

Официальный оппонент:

Солдаткин Владимир Михайлович,
доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры Электронного
приборостроения и менеджмента
качества ФГБОУ ВО «Казанский
национальный исследовательский
технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ»,
заслуженный работник высшей
школы РФ, заслуженный
изобретатель Республики Татарстан

420111, г. Казань, ул. К. Маркса, д.10,
тел. (987)290-81-48,
e-mail: w-soldatkin@mail.ru



Солд

В.М. Солдаткин

25.08.22

Подпись *Солдаткина В.М.*
заверяю. Начальник управления
делопроизводства и контроля
Юсупова Л.Р.