

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель  
генерального директора

П.И. Волынец

«18» декабря 2020 г.

**ОТЗЫВ**

на автореферат диссертации Кутейниковой Екатерины Николаевны,  
на тему: «Исследование трехрежимного газодинамического  
привода ЛА с диаметральной лопастной машиной и  
управляющим электродвигателем», представленной к защите  
на соискание ученой степени кандидата технических наук по  
специальности 05.02.02 «Машиноведение, системы приводов  
и детали машин»

Диссертация посвящена вопросам проработки и исследования режимов работы газодинамического привода с диаметральной лопастной машиной, включающей управляющий электродвигатель, для создания методики проектирования привода беспилотного летательного аппарата и авиационного средства поражения.

В существующих приводных системах массогабаритные показатели зависят, в основном, от силового источника питания. Перспективным вариантом развития современных приводных систем может рассматриваться использование набегающего потока в качестве силового источника энергии. В этой связи можно упомянуть является воздушно-динамический рулевой привод (ВДРП), разработки АО «КБП имени А.Г. Шипунова», применяемый в различных авиационных средствах поражения (АСП).

Таким образом, из представленного автореферата следует, что целью диссертационной работы является исследование режимов работы газодинамического привода с диаметральной лопастной машиной,

включающей управляющий электродвигатель, для создания методики проектирования привода беспилотного летательного аппарата и АСП. Для достижения поставленной цели автор лично решил ряд принципиальных задач, а именно:

- определение на основе конечно-элементного анализа компоновки диаметральной лопастной машины, расчет её геометрии, с целью обеспечения необходимого управляющего усилия;

- составление математической модели диаметральной лопастной машины;

- формирование алгоритма управления переключения между режимами работы диаметральной лопастной машины;

- получение и анализ статических и динамических характеристик привода для компрессорного и смешанного режимов работы.

**Научная новизна** работы заключается в следующем:

1) Обоснована новая конструктивная схема с электродвигательным управлением и показаны условия её реализуемости.

2) Разработан комплект математических моделей, описывающих функционирование рулевых приводов данного класса.

4) Созданы методики получения (расчёта) требуемых показателей и характеристик функционирования привода.

3) Разработан новый алгоритм переключения между режимами работы диаметральной лопастной машины в зависимости от условий полёта.

4) Доказана возможность выполнения приводом функции электрогенератора, что открывает новые возможности по его применению.

**Практическая ценность и значимость** работы заключается в следующем:

- предложена и запатентована новая конструктивная схема газодинамического привода с диаметральной лопастной машиной и управляющим электродвигателем, обеспечивающая функционирование в трёх режимах работы;

- разработан способ коррекции на основе модели третьего порядка, полученной с помощью нелинейной регрессии, которая может быть использована для обеспечения сходимости результатов математического

моделирования результатов, полученных путем конечно-элементного анализа. Предложенный способ может быть рекомендован для специальных конструкций диаметральных лопастных машин.

**Достоверность и обоснованность результатов**, полученных в работе, определяется корректной постановкой задачи (физической и математической), использованием апробированного математического аппарата, удовлетворительным совпадением экспериментальных данных с результатами, полученными математическими расчетами (погрешность не более 20%), сходимостью результатов математического моделирования с результатами конечно-элементного анализа (не менее 80%), а также публикацией основных результатов в рецензируемых научных изданиях.

**Апробация работы** подтверждается тем, что основные результаты работы докладывались и обсуждались: на XXV-й, XXVI-й, XXVII-й, XXVIII-й Международных научно-технических конференциях «Современные технологии в задачах управления, автоматики и обработки информации», Алушта, 2016, 2017, 2018, 2019 гг.; XLII-й, XLIII-й, XLIV-й, XLV-й и XLVI-й Молодежных научных конференциях «Гагаринские чтения», Москва, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 гг.; XXII-ом, XXIII-ом ежегодных научных симпозиумах «Динамические и техно-логические проблемы механики конструкций и сплошных сред» имени А.Г. Горшкова, Вятчи, 2016, 2017 гг.; 15-й, 16-й, 17-й и 18-й конференциях «Авиация и космонавтика», Москва, 2016, 2017, 2018, 2019 гг.; III Всероссийской научно-технической конференции «Мехатронные системы (теория и проектирование)», Тула, 2016 г.

**Внедрение результатов** диссертационного исследования выполнено:

- в учебном процессе «Московского авиационного института (национального исследовательского университета) (МАИ) (г. Москва) на кафедре 702 «Системы приводов авиационно-космической техники» в учебных курсах «Спецтехнология» и «Основы проектирования робототехнических систем», курсовом и дипломном проектировании на кафедре 702, что подтверждено актом о внедрении в учебный процесс.

- при выполнении ряда НИР в АО «Конструкторское бюро приборостроения им. академика А.Г. Шипунова», что подтверждено актом о внедрении результатов.

Основные результаты исследований Кутейниковой Е.Н., полученные в представленной работе **опубликованы** в 22 научных работах (в 21 научной статье, в том числе в 2 научных статьях в изданиях из перечня, рекомендованного ВАК и 1 патенте Российской Федерации на изобретение).

Автореферат объективно и в необходимой мере отражает содержание диссертации. Выводы по работе соответствуют содержанию и результатам представленных исследований.

Основываясь на автореферате можно отметить следующие **основные недостатки**:

1. Вывод о повышении эффективности работы газодинамический привод (ГПД) до 5 раз параллельно математическому описанию необходимо дополнить анализом физической сущности работы ГПД с блоком коммутации режимов работы.

2. Из автореферата не ясно, в конструкции каких АСП можно применять диаметрально лопастную машину в качестве ГДП с учетом ограничения её использования только на дозвуковых скоростях.

3. Некоторые рисунки, а именно векторная диаграмма скоростей воздушного потока (рисунок 12 на странице 19 автореферата) слабо читаемы, что затрудняет восприятие геометрического представления выражения момента, создаваемого потоком на валу колеса.

Отмеченные замечания не ставят под сомнение научные результаты, полученные в данной диссертационной работе. В целом, судя по автореферату, диссертация Кутейниковой Е.Н. является целостной и законченной научно-исследовательской работой, в которой решена новая научная задача.

Судя по реферату, можно сделать следующие выводы:

1. Диссертационная работа Кутейниковой Е.Н. выполнена на тему «Исследование трехрежимного газодинамического привода ЛАс диаметрально лопастной машиной и управляющим электродвигателем», которая решает актуальную научно-техническую задачу для оборонно-промышленного комплекса страны, имеет теоретическое и практическое значение, в том числе и для разработчиков современных АСП.

2. Диссертационная работа Кутейниковой Екатерины Николаевны соответствует паспорту специальности 05.02.02, отличается внутренним

единством, своей завершенностью, обоснованностью и достоверностью результатов. По своей новизне, актуальности, практической и теоретической значимости результатов она соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.02 - «Машиноведение, системы приводов и детали машин».

Отзыв обсужден и одобрен на заседании секции №1 научно-технического совета АО «НПО «Базальт». Протокол № 6-20 от 11.12.2020 г.

Начальник научно-технического отдела

АО «НПО «Базальт»

кандидат технических наук, доцент

А.С. Дзюба

Заместитель начальника КБ АО «НПО «Базальт»

кандидат технических наук, профессор

Е.В. Пырьев

Реквизиты предприятия:

Акционерное общество «Научно-производственное объединение «Базальт»  
(АО «НПО «Базальт»)

Юридический адрес:

105318, г. Москва, ул. Вельяминовская, 32

Тел. 8(499) 369-01-22, E-mail: moscow@bazalt.ru