



ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ

«НАУЧНО ИНЖЕНЕРНАЯ КОМПАНИЯ»

Адрес:

ул. Баженова, д. 10а, офис 3.1
г.о. Жуковский, Московская область,
РФ, 140188
тел.: + 7 (495) 78 313 78
факс: + 7 (495) 78 313 76
www.avianik.com

ИНН/КПП 5013031485/504001001



УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

ООО «НИК»

А.Н. Корнеев

« 07 » 12 2023г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Луханина Владимира Олеговича
«Методика проектирования электроприводных воздушных винтов беспилотных
летательных аппаратов с учётом технологии изготовления и стендовых испытаний»,
Представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по
специальности 2.5.13. – «Проектирование, конструкция, производство, испытания и
эксплуатация летательных аппаратов».

Актуальность темы диссертационного исследования

Диссертация Луханина В.О. посвящена разработке методики проектирования воздушных винтов электроприводных беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) с учетом схемы аппарата, технологии изготовления воздушного винта и стендовых испытаний. Тема диссертационной работы Луханина В.О. является актуальной в связи с бурным развитием беспилотной авиации в России и наличием проблемы обеспечения электродвигательных БПЛА воздушными винтами, обеспечивающими требуемые летно-технические характеристики (ЛТХ). Зачастую производители воздушных винтов не приводят полные характеристики воздушных винтов, а лишь приводят тяговые характеристики в сочетании с одним из типов электродвигателя в определенных условиях. При необходимости получения характеристик воздушного винта в сочетании с другим двигателем и иными полетными условиями эксплуатанту необходимо выполнить ряд летных экспериментов для подтверждения или опровержения возможности использования данного воздушного винта в текущей конфигурации аппарата.

Отдел документационного
обеспечения МАИ

« 25 » 12 2023г.



Научная новизна и теоретическая значимость работы состоит в следующем:

- разработана методика проектирования воздушных винтов электроприводных БПЛА с учётом особенностей условий работы электрической силовой установки на различных этапах полёта;
- разработанная методика позволяет выполнить проектирование геометрии воздушного винта с учётом технологии производства;
- в процессе разработки методики и отработки алгоритмов выполнено уточнение формул расчета концевых потерь воздушного винта с конечным числом лопастей на режимах осевого обтекания;
- выведены формулы формализации ограничений электрических силовых установок по силе тока для различных режимов работы.

Практическая значимость работы состоит в том, что:

- разработан алгоритм и программа расчета аэродинамических характеристик воздушных винтов, лопасти которых имеют отклонение от теоретического контура, заданного в атласах аэродинамических профилей;
- разработанное программное обеспечение позволяет выполнить быстрый расчет воздушного винта под требуемые ЛТХ в сравнении с применением тяжелых CFD-систем;
- применение рассматриваемой методики позволит существенно повысить качество проектируемых БПЛА за счет проектирования воздушных винтов под требуемые ЛТХ с возможностью получения расчетных характеристик воздушного винта на различных режимах и этапах полета;
- предлагаемый алгоритм позволяет выполнить проектирование воздушных винтов фиксированного и изменяемого шага;
- разработана математическая модель электропривода, позволяющая выполнить моделирование характеристик привода, выбранного в качестве прототипа и определить ограничения условий эксплуатации данного привода при различных режимах работы, что может быть включено в инструкцию по летной эксплуатации БПЛА;
- разработана методика проведения стендовых испытаний электроприводов и воздушных винтов позволяющая существенно сократить расходы на проведение подобных экспериментальных исследований.

Достоверность результатов, представленных в диссертационной работе, подтверждается актом внедрения в СКБ 5 АО «Концерн воздушно-космической



обороны «Алмаз-Антей», а также представленными результатами экспериментальных исследований, выполненных лично автором. В качестве доказательств представлены результаты сравнений аэродинамических характеристик воздушного винта в режиме работы «на месте», сравнение характеристик силовой установки с воздушным винтом в режиме работы «на месте», в обоих случаях представлена удовлетворительная сходимость результатов расчетным методом с экспериментальными данными.

Апробация работы

Основные результаты работы опубликованы в восьми печатных трудах, в том числе в трех статьях из перечня ВАК Минобрнауки России и доложены на пяти научных конференциях.

Замечания

По автореферату имеется следующее замечание: в разделе «Сравнение расчетных и экспериментальных характеристик воздушного винта» на рисунке 6 приведен график сравнения результатов расчета коэффициента тяги воздушного винта двумя методами с экспериментальными данными. Новый метод показал завышенные показатели $\delta \approx 4,6\%$, в отличие от существующего метода $\delta \approx 1,3\%$.

Однако, указанное замечание не влияет на общую положительную оценку работы.

В качестве дополнения к дальнейшему развитию предлагаемого подхода рекомендуем рассмотреть вариант расчета воздушного винта для БПЛА с двигателем внутреннего сгорания.

Заключение

Основываясь на представленном автореферате, можно сделать вывод, что диссертация Луханина Владимира Олеговича является законченной научно-квалификационной работой, имеющей существенное практическое значение, научную ценность и соответствует требованиям ВАК РФ, а её автор – Луханин Владимир Олегович заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.13. – «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов».

Мы, Константинов В.В. и Агафонова Н.А., даём свое согласие на обработку персональных данных и включение их в аттестационное дело соискателя.



Руководитель бригады Перспективных разработок и расчетов
ООО «Научно Инженерная Компания»

Электронная почта: V.V.Konstantinov@avianik.com

тел.: +7 (495) 78-313-78 доб.316

«06» декабря 2023 г. В.В.Константинов /Константинов Владимир Владимирович/

Ведущий специалист бригады Перспективных разработок и расчетов
ООО «Научно Инженерная Компания»

Электронная почта: Nadezda.A.Agafonova@avianik.com

тел.: +7 (495) 78-313-78 доб.164

«06» декабря 2023 г. Надежда Агафонова /к.т.н., доцент, Агафонова Надежда Александровна/

Наименование организации: Общество с ограниченной ответственностью «Научно Инженерная Компания» (ООО «НИК»)

Почтовый адрес: ул. Баженова, д.10а, г. Жуковский, Московская область, 140180,

Сайт: www.avianik.com