

Акционерное общество
«Национальный центр вертолетостроения
им. М.Л. Миля и Н.И. Камова»
(АО «НЦВ Миль и Камов»)
ул. Гаршина, д. 26/1, рп. Томилино,
г.о. Люберцы, Московская обл., 140070
тел.:(495) 669-23-90,
факс:(498) 553-80-02, (495) 669-23-84
ОГРН 1027739032969, ИНН 7718016666
e-mail: info@nhc.aero
www.russianhelicopters.aero

01.12.2023 № 10-01/43772
на № 010/14-24.2.327.09 от 07.11.2023

Отдел
Ученого и диссертационного
совета
ФГБУ ВО «Московский
авиационный институт
(национальный
исследовательский университет)»

Волоколамское шоссе, д. 4,
Москва, 125993

О направлении отзыва на автореферат
диссертационной работы

В ответ на Ваше письмо направляем отзыв на автореферат диссертационной работы Луханина Владимира Олеговича на тему «Методика проектирования электроприводных воздушных винтов беспилотных летательных аппаратов с учётом технологии изготовления и стендовых испытаний», представленной к защите на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.13. – «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов».

Приложение: Отзыв на автореферат диссертационной работы Луханина В.О.
на 3 л. в 2 экз.

И.о. заместителя
исполнительного директора
по науке и инновационному
развитию

А.Б. Шибитов

Подлинник электронного документа, подписанного ЭП,
хранится в СЭД АО «НЦВ Миль и Камов»

СВЕДЕНИЯ:

Сертификат: 04D117680077AFF0854BCF122E579C1F6B

Владелец: Шибитов Андрей Борисович
Действителен: с 26.12.2022 до 26.12.2023

УТВЕРЖДАЮ

Главный конструктор – заместитель
директора научно-конструкторского
центра перспективного
проектирования ВКЛА
АО «НЦВ Миль и Камов»



А.Ю. Вагин

2023 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Луханина Владимира Олеговича
«Методика проектирования электроприводных воздушных винтов беспилотных
летательных аппаратов с учётом технологии изготовления и стендовых
испытаний»,

представленной к защите на соискание учёной степени кандидата технических
наук по специальности 2.5.13. – «Проектирование, конструкция, производство,
испытания и эксплуатация летательных аппаратов».

Диссертация В.О.Луханина посвящена актуальным в настоящее время
вопросам проектирования, производства, испытаний и эксплуатации
беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) с электроприводом воздушных
винтов, которые нашли различные области гражданского и военного
применения. Специальная военная операция выявила повышенные требования к
летно-техническим характеристикам БПЛА, заключающиеся в повышении
дальности, продолжительности и скорости их полета. Решение этих задач
невозможно без наличия валидированной математической модели БПЛА в целом
и его силовой установки в частности. Применение на большинстве БПЛА
электропривода воздушных винтов (ВВ) обуславливает специфику
математических моделей силовой установки, в которых двигатель и движитель
должны рассматриваться как единое целое, что и сделано автором
рецензируемой диссертации.

При обсуждении диссертационной работы В.О.Луханина на совместном
заседании секций № 2 и № 3 НТС АО «НЦВ Миль и Камов», которое состоялось
19 октября 2023 г., были отмечены следующие составные части работы,
представляющие наибольший научный и практический интерес.

В первой главе представляет интерес, предложенный автором,
быстродействующий алгоритм вычисления индуктивных скоростей в плоскости
диска ВВ по лопастной вихревой теории путем линейной интерполяции по одной
переменной трехмерного массива безразмерных функций, насчитанного
предварительно для произвольно заданных точек вдоль радиуса лопасти от всех
элементов вихревой системы ВВ при различных значениях скорости их сноса.
Это позволило существенно увеличить быстродействие расчета
аэродинамических характеристик ВВ в целом на режимах осевого обтекания и
обеспечить решение оптимизационных задач.

«4» 12 2023

обеспечения МАИ

Разработанная автором имитационная модель аэродинамических характеристик профиля лопасти ВВ при различных сочетаниях углов атаки, чисел Маха и Рейнольдса, основанная на имеющихся экспериментальных данных с прогнозом характеристик по критериям подобия на основе плоского CFD-моделирования, позволила рассчитывать аэродинамические характеристики ВВ БПЛА различной геометрии во всем диапазоне возможных режимов полета. Такой подход позволяет учитывать также влияние на аэродинамические характеристики профиля различных отклонений геометрии его контура от значений, заданных в атласе, что возможно при различных технологиях изготовления лопастей ВВ в серийном и массовом производстве. Сравнение результатов расчета с данными эксперимента, выполненного автором, подтвердило правомерность принятых автором допущений при построении модели.

Во второй главе описана формальная математическая модель электродвигателя (ЭД) постоянного тока, учитывающая его проектно-конструкторские параметры и позволяющая определять уровень тока и напряжения в обмотках ЭД во всем диапазоне его возможных оборотов. Такая постановка задачи сделала возможным прогнозирование режимов работы ЭД с учетом ограничений по силе тока и температуре его обмоток и не допустить эксплуатации ЭД на запредельных режимах. Совместная работа моделей ЭД и ВВ позволила оценить коэффициенты полезного действия ВВ и ЭД в отдельности, определяющие эффективность работы двигательной установки в целом. Этот результат получен впервые.

В третьей главе описан подход к решению задачи оптимизации методом случайного поиска параметров ВВ и ЭД по различным критериям. В качестве примера рассмотрен БПЛА, разработанный в МАИ по заданию АО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей», для которого по критерию максимальной скорости полета выбраны оптимальные параметры ВВ, позволившие увеличить скорость полета БПЛА с ВВ фиксированного шага со 164 км/ч в исходном варианте до 204 км/ч. Результат подтвержден летными испытаниями.

В четвертой главе проанализированы различные технологии изготовления воздушных винтов при единичном, серийном и массовом производстве, а также возможности применения компьютерных программ для описания технологического процесса на основе 3D-модели поверхности лопастей ВВ и его втулки. Впервые проиллюстрировано влияние толщины задней кромки профиля лопасти, обусловленной выбранной технологией, на его аэродинамические характеристики при различных числах Маха. Учет этого фактора позволил значительно приблизить расчетные аэродинамические характеристики ВВ к экспериментальным.

В пятой главе принципиально важным является вывод автора о необходимости экспериментального снятия внешних характеристик ЭД при проектировании для него оптимального ВВ. Предложена методика проведения испытаний, которая дает возможность определить 4 параметра ЭД, идентифицирующих его математическую модель. Заслуживает внимания разработанный автором метод вращающейся «крыльчатки», опубликованный в журнале «Известия ВУЗов. Авиационная техника», который включен в перечень рецензируемых научных изданий ВАК.

Вместе с тем, при обсуждении диссертации членами НТС были сделаны следующие замечания.

1. В работе отсутствует сравнение параметров и характеристик ВВ, полученных по разработанной автором методике проектирования, с аналогичными характеристиками винтов, спроектированных по существующим методикам.

2. Не сделан анализ рынка ВВ существующих БПЛА и не проведен сравнительный анализ их характеристик по разработанной методике.

3. Недостаточно отражено влияние технологии изготовления ВВ на их аэродинамические характеристики, а также летно-технические характеристики БПЛА в целом.

4. Используемый автором термин «стенд для проведения испытаний» применительно к созданной им установке для снятия внешних характеристик малогабаритных ЭД, используемых на БПЛА, не в полной мере соответствует устоявшимся понятиям о стенде, как экспериментальном оборудовании.

В целом, НТС АО «НЦВ Миль и Камов» пришел к выводу, что диссертация на тему «Методика проектирования электроприводных воздушных винтов беспилотных летательных аппаратов с учётом технологии изготовления и стендовых испытаний» отвечает всем требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук. 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».



(подпись)

А.В. Сизов

Фамилия, имя, отчество: Сизов Александр Владимирович

Должность: начальник научно-исследовательского отдела имитационного и функционального моделирования НКЦ ПП ВКЛА

Докторская диссертационная работа защищена по специальности

20.02.14. – «Вооружения и военная техника. Комплексы и системы военного назначения».

Наименование организации: Акционерное общество «Национальный центр вертолетостроения имени М.Л. Миль и Н.И. Камова» (АО «НЦВ Миль и Камов»)

Адрес места работы: 140070, Московская область, г.о. Люберцы, р.п. Томилино, ул. Гаршина, д. 26/1.

Адрес электронной почты: a.sizov@nhc.aero

Телефон: +7 (495) 669-23-90, доб. 42-78

Подпись Сизова Александра Владимировича заверяю
Начальник службы кадров Г.И. Ныркова

