

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
"Балтийский Государственный технический
университет "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф.Устинова"
(БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф.Устинова)

Санкт-Петербург, 190005, 1-я Красноармейская ул., д. 1
Тел.: (812)316-2394, Факс: (812)490-0591
e-mail: bgtu@voenmeh.ru www.voenmeh.ru
ИНН 7809003047

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и
инновационному развитию ФГБОУ ВО
"Балтийский Государственный
технический университет "ВОЕНМЕХ"
им. Д.Ф.Устинова"

К.Т.Н., доц.

С.А. Матвеев

"23" 11 2023г.



27.11.2023 № А4/3-2023

На № _____ от _____

ОТЗЫВ

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

Необходимость разработки различных моделей беспилотных летательных аппаратов в современном мире не требует доказательств. Области применения и детализация задач, стоящих перед беспилотными авиационными системами, стремительно растут, особенно в последнее время в связи с широким использованием беспилотных летательных аппаратов в военной сфере, а также в различных гражданских структурах. Выбранная тема диссертационной работы охватывает весьма широкий спектр задач, решаемых беспилотными летательными аппаратами, что открывает принципиальные возможности для применения полученных в работе результатов. Использование в малой беспилотной авиации в качестве движителей воздушных винтов носит преобладающий характер по отношению, например, к

Отдел документационного
обеспечения МАИ

"19" 12 2023.

турбореактивным двигателям, а использование электропривода обеспечивает ряд преимуществ в сравнении с двигателями внутреннего сгорания. В связи с этим выбор темы диссертационной работы, связанной с проведением исследования воздушных винтов на электроприводе, весьма актуален.

В рамках предложенной автором методологии исследования рассматривается комплексный/интегрированный подход к моделированию силовой установки, включающий одновременно учет физических принципов работы воздушного винта, а также физических особенностей (ограничений) работы электропривода. Это позволило автору получить совмещенный результат так называемой «мультифизической» задачи при выборе оптимальных конструктивных параметров силовой установки.

Летные качества любого летательного аппарата во многом определяются эффективностью работы его винтомоторной группы (ВМГ), которую следует рассматривать как единый объект моделирования. Особенностью проведенных автором исследований является многорежимность работы силовой установки ВМГ на различных этапах полета летательного аппарата: вертикальный взлет, зависание, горизонтальный полет на предельные расстояния с крейсерской скоростью, движение с большими скоростями «перехвата». Указанные режимы характеризуются принципиально разными условиями работы силовой установки, в частности, скоростью «набегающего» на винт осевого потока. Это приводит к необходимости анализа основных условий эксплуатации исходя из назначения аппарата и, следовательно, - ожидаемой продолжительности каждого режима, требованиями по дальности и длительности полета в целом.

Для учета большого количества факторов, влияющих на выбор конструктивных параметров силовой установки, целесообразным подходом является постановка и решение задачи оптимизации. Данный подход был успешно применен автором в своей работе. При этом, для решения задачи оптимизации обязательно требуется наличие адекватной математической модели, описывающей связь конструктивных («входных») параметров и оптимизируемых («выходных») характеристик создаваемой силовой установки. Автором проведен глубокий анализ различных подходов к построению модели характеристик винта, а также интеграции этой модели с моделью работы

электропривода. Это сочетание обуславливает новизну получаемых автором результатов и положено в основу расчетных методик, предлагаемых к применению для выбора конструктивных параметров силовой установки на базе воздушного винта с электроприводом.

Также важным дополнением модели стало предложенная автором методика учета увеличения толщины задней кромки лопасти винта, как следствие решения технологических проблем изготовления малоразмерных винтов, применяемых в настоящее время в беспилотных летательных аппаратах.

Полученные автором результаты могут быть использованы разработчиками перспективных моделей беспилотных летательных аппаратов на этапе анализа и выбора их основных конструктивных параметров, а также при модернизации существующих.

Представленные автором результаты экспериментальных исследований подтверждают адекватность математической модели, положенной в основу методики оптимизации конструктивных параметров силовой установки летательного аппарата, выполненной по схеме воздушный винт с электроприводом.

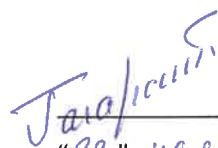
На основании представленной автором методологии проведения исследований, а также полученной доказательной базы (в результате проведенных экспериментов и их анализа), уровень квалификации автора определяется как уровень соискателя кандидатской ученой степени в области технических наук.

Наряду со всеми указанными достоинствами работы и личного вклада автора, ряд моментов представленных в работе, следует уточнить в докладе. В частности, при выборе конструктивных параметров ВМГ в условиях многорежимного использования создаваемого летательного аппарата постановку задачи оптимизации, возможно, следует сформулировать как задачу многокритериальной оптимизации с ранжированием критериев. В этом случае каждый режим представляется отдельным критерием в составе глобальной свертки (аддитивной/мультипликативной/минимаксной) с соответствующим весовым коэффициентом (ранжированием). Аналогично учет функциональных ограничений работы электродвигателя на каждом режиме полета также может рассматриваться с учетом ранжирования важности соответствующего требования.

В целом, представленная работа выполнена на актуальную тему с глубокой проработкой широкого круга публикаций по методам расчета винтов, созданием комбинированной формально-имитационной расчетной модели характеристик ВМГ на базе воздушного винта с электроприводом, с постановкой задачи оптимизации и алгоритмом ее решения. Результаты работы положены в основу предлагаемых методик выбора конструктивных параметров ВМГ и могут быть использованы в практике проектных организаций, занимающихся созданием перспективных моделей беспилотных летательных аппаратов, а также модернизацией существующих.

Работа удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по указанной специальности.

Кандидат технических наук, доцент кафедры
«Стартовые и технические комплексы ракет и
космических аппаратов» Балтийского
государственного технического университета
им. Маршала Советского Союза Д.Ф. Устинова
(«ВОЕНМЕХ»)


С.В. Гагарский
"22" ноября 2023г.

Контактные данные

Адрес: г. С-Петербург,

ул. 1-ая Красноармейская д.1.

Тел. +7 (901) 370-10-47

Эл. Почта: SVgagarski@mail.ru