

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

Диссертационный совет: Д 212.125.10

Соискатель: Каргаев Максим Владимирович

Тема диссертации: Метод проектирования лопастей несущего винта вертолета с учетом ветрового воздействия

Специальность: 05.07.02 – Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов

Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации:

На заседании 18 ноября 2021 года диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, соответствующую критериям, установленным положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года №842, и принял решение присудить Каргаеву Максиму Владимировичу ученую степень кандидата технических наук.

Присутствовали: председатель диссертационного совета, д.т.н. проф. Денискин Ю.И.; заместитель председателя, д.т.н. проф. Бойцов Б.В.; ученый секретарь диссертационного совета, к.т.н., доц. Денискина А.Р.; д.т.н., проф. Абашев В.М.; д.т.н., доц. Долгов О.С.; д.т.н., проф. Дудченко А.А.; д.т.н., проф. Комков В.А.; д.т.н., проф. Куприков М.Ю.; д.т.н., проф. Лисейцев Н.К.; д.т.н., проф. Подколзин В.Г.; д.ф.-м.н., проф. Рабинский Л.Н.; д.т.н., доц. Рахманов М.Л.; д.т.н., проф. Сидоренко А.С.; д.т.н., проф. Туркин И.К.; д.т.н., проф. Фирсанов В.В.; д.т.н., проф. Шайдаков В.И.

Председатель
диссертационного совета Д 212.125.10
д.т.н., профессор

Ю.И. Денискин

Учёный секретарь
диссертационного совета Д 212.125.10
к.т.н., доцент

А.Р. Денискина

Начальник УДС МАИ

Т.А. Денискина



ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.10,
СОЗАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 18 ноября 2021 г. протокол № _____

О присуждении **Каргаеву Максиму Владимировичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Метод проектирования лопастей несущего винта вертолета с учетом ветрового воздействия» по специальности 05.07.02 «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов» принята к защите 17 сентября 2021 г. (протокол заседания № 17) диссертационным советом Д212.125.10 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д.4, А-80, ГСП-3, приказ о создании диссертационного совета Д 212.125.10 – № 714/нк от 02 ноября 2012 г.

Соискатель Каргаев Максим Владимирович, 21 декабря 1993 года рождения, гражданин Российской Федерации.

Каргаев Максим Владимирович в 2017 году с отличием окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» по специальности 24.05.07 «Самолето-и вертолетостроение» (кафедра 102 «Проектирование вертолетов»), а также военную кафедру МАИ по специальности «Ремонт и эксплуатация самолетов, вертолетов и авиационных двигателей». В период подготовки диссертации

проходил обучение в очной аспирантуре федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» по кафедре 102 «Проектирование вертолетов» по направлению подготовки 24.06.01 Авиационная и ракетно-космическая техника, направленность – Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов, со сроком окончания обучения 31.08.2022 г.,

работает в должности ведущего конструктора в АО «Национальный центр вертолетостроения им. М.Л. Миля и Н.И. Камова», а также по совместительству в НИО кафедры 102 «Проектирование вертолетов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» в должности младшего научного сотрудника.

Диссертация выполнена на кафедре 102 «Проектирование вертолетов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент **Игнаткин Юрий Михайлович**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», кафедра 102 «Проектирование вертолетов», доцент.

Официальные оппоненты:

Дудник Виталий Владимирович, доктор технических наук, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственной технической университет», кафедры «Технологии производства авиационных комплексов специального назначения», «Производственная безопасность», профессор;

Неделько Дмитрий Валерьевич, доктор технических наук, доцент, акционерное общество «Казанский вертолетный завод», отдел расчетов опытно-конструкторского бюро, заместитель начальника

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация, акционерное общество научно-производственная компания «ПАНХ», г. Краснодар, в своем положительном отзыве, подписанном ученым секретарем, ведущим инженером по летным испытаниям воздушных судов, доктором технических наук Асовским Валерием Павловичем указала, что диссертационная работа является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной научной задачи, имеющей важное значение для создания и эксплуатации авиационной техники.

Отмечено, что диссертация содержит новые научные результаты в областях статической, динамической и усталостной прочности лопастей несущих винтов вертолетов, а также методов их проектирования. Подчеркнута практическая ценность диссертации для повышения безопасности полетов и конкурентоспособности вертолетной техники. Указано, что достоверность полученных результатов подтверждается широким применением в них отечественных и зарубежных источников научно-технической информации по вопросам исследований, корректным использованием отработанных ранее средств, способов и методов описания нагруженного состояния лопастей несущего, общей качественной и количественной сходимостью расчетно-теоретических результатов с полученными диссертантом экспериментальными данными, а также общей согласованностью и непротиворечивостью результатов исследований их физической картине и имеющемуся опыту проектирования и эксплуатации вертолетной техники. А также косвенно подтверждается внедрением и использованием результатов диссертации в деятельности АО «НЦВ Миль и Камов» и АО «ЮТэйр-Инжиниринг», представляющих собой крупнейших в стране разработчика и эксплуатанта вертолетной техники.

Работа отвечает требованиям пунктов 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением правительства Российской

Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Каргаев Максим Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.02 – Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов.

Соискатель имеет 20 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 19 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 6 работ, 2 – в изданиях, индексируемых в Scopus.

Научные публикации соискателя посвящены:

- исследованию статической и динамической устойчивости лопасти несущего винта вертолета, находящейся на стоянке под воздействием ветра;
- разработке методов определения параметров напряженно-деформированного состояния зашвартованной и незашвартованной лопастей несущего винта при стационарном и нестационарном воздействиях ветра на основе линейной и нелинейной моделей нагружения;
- разработке метода определения полетного ресурса лопастей несущего винта вертолета с учетом ветрового спектра нагружения на стоянке вертолета;
- дополнительным требованиям к лопастям несущего винта вертолета, предназначенным для эксплуатации в условиях ветра;
- проектированию лопастей несущего винта в части учета дополнительных требований ветрового нагружения.

Авторский вклад заключается в исследовании основных факторов, влияющих на характеристики статической и усталостной прочности лопастей, их динамическую и статическую устойчивость, создании метода проектирования лопастей несущего винта вертолета, учитывающего исследованные явления ветрового нагружения. Создании автором программных средств для ЭВМ по предмету исследований, а также значительный объем апробации полученных результатов, в том числе публикаций в различных изданиях. Полученные автором результаты развивают теоретические и методологические основы

расчета и проектирования лопастей несущих винтов вертолетов, а также их эксплуатации.

В диссертации отсутствуют достоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Перечень работ в рецензируемых изданиях:

1. Каргаев, М.В. Статическая устойчивость незашвартованных лопастей несущего винта вертолета, находящегося на стоянке под воздействием ветра / М.В. Каргаев, Л.А. Мироненко // Вестник Московского авиационного института. – 2018. – Т. 25, № 2. – С. 43–51.
2. Каргаев, М.В. Расчёт изгибных напряжений в незашвартованной лопасти вертолёт обдуваемой ветровым потоком / М.В. Каргаев, Л.А. Мироненко // Вестник Московского авиационного института. – 2018. – Т. 25, № 3. – С. 34–43.
3. Каргаев, М.В. Расчёт напряжений в лопасти несущего винта вертолета на базе нелинейной модели нагружения при статическом воздействии ветра / М.В. Каргаев // Вестник Московского авиационного института. – 2019. – Т. 26, № 2. – С. 34–42.
4. Каргаев, М.В. Расчет динамических напряжений в лопасти несущего винта вертолета на базе нелинейной модели нагружения при нестационарном воздействии ветра / М.В. Каргаев // Общероссийский научно-технический журнал «Полет». – 2020. – № 4. – С. 52–60.
5. Каргаев, М.В. Динамическая устойчивость лопасти несущего винта вертолета при гармоническом воздействии ветра / М.В. Каргаев // Общероссийский научно-технический журнал «Полет». – 2020. – № 11. – С. 21–31.
6. Каргаев, М.В. Расчет полетного ресурса лопасти несущего винта вертолета с учетом воздействия ветра на стоянке / М.В. Каргаев // Общероссийский научно-технический журнал «Полет». – 2021. – № 1. – С. 27–37.

Публикации в изданиях, индексируемых в базе данных SCOPUS:

7. Kargaev, M.V. On the design of a helicopter rotor blades exposed to the wind flow/ M.V. Kargaev, Yu.M. Ignatkin // 45th European Rotorcraft Forum 2019. Proceedings of a meeting held 17-20 September 2019. – 2019. – Vol. 1. – P. 318-327.
8. Kargaev, M.V. Design issues of dynamics of helicopter main rotor blades under the influence of wind in the parking lot/ M.V. Kargaev, Yu.M. Ignatkin // 46th European Rotorcraft Forum 2020. Proceedings of a meeting held 8-11 September 2020. – 2020. – Vol. 1. – P. 130-141.

Другие публикации:

9. Каргаев, М.В. Особенности проектирования лопастей несущего винта арктического вертолета / М.В. Каргаев // Сборник тезисов работ международной научной конференции XLVII Гагаринские чтения 2021. – Москва: Издательство «Перо», 2021. – С. 41-42.
10. Каргаев, М.В. Анализ влияния ветра на эксплуатационные характеристики лопастей несущего винта вертолета / М.В. Каргаев // Молодежь. Техника. Космос: труды двенадцатой общерос. молодежн. науч.-техн. конф. В 4 т. Т. 1. – Спб.: Балт. гос. техн. ун-т, 2020. – С. 150-154.
11. Каргаев, М.В. Динамическая прочность лопастей несущего винта вертолета в условиях наземной эксплуатации / М.В. Каргаев // 12-й Всероссийский конкурс «Молодёжь и будущее авиации и космонавтики – 2020». 23-27 ноября 2020 года. Москва. Сборник аннотаций конкурсных работ. – Москва: Типография «Логотип», 2020. – С. 191-192.
12. Каргаев, М.В. Прогнозирование изменения полетного ресурса лопастей несущего винта вертолета, в связи с воздействием ветра на стоянке / М.В. Каргаев // 19-я Международная конференция «Авиация и космонавтика». 23-27 ноября 2020 года. Москва. Тезисы. – Москва: Издательство «Перо», 2020. – С. 464-465.
13. Каргаев, М.В. Определение областей динамической неустойчивости для лопасти несущего винта вертолета при гармоническом воздействии ветра / М.В.

Каргаев // «Гагаринские чтения – 2020»: Сборник тезисов докладов. – Москва: МАИ, 2020. – С. 66-67.

14. Каргаев, М.В. Расчет динамических напряжений в лопасти несущего винта вертолета при действии ветра на стоянке / М.В. Каргаев // 18-я Международная конференция «Авиация и космонавтика – 2019». 18-22 ноября 2019 года. Москва. Тезисы. – Москва: Типография «Логотип», 2019. – С. 20-21.

15. Каргаев, М.В. Анализ эффективности швартовки лопастей несущего винта вертолета при статическом воздействии ветра / М.В. Каргаев // «Гагаринские чтения – 2019»: Сборник тезисов докладов. – Москва: МАИ, 2019. – С. 51.

16. Каргаев, М.В. Безопасная эксплуатация вертолетной техники в условиях ветрового воздействия / М.В. Каргаев // 10-й Всероссийский межотраслевой молодежный конкурс научно-технических работ и проектов «Молодёжь и будущее авиации и космонавтики». Аннотации конкурсных работ. – Москва: МАИ, 2018. – С. 57-58.

17. Каргаев, М.В. Определение оптимального угла установки лопастей несущего винта вертолета, находящегося на стоянке, при статическом воздействии ветра / М.В. Каргаев // 17-я Международная конференция «Авиация и космонавтика – 2018». 19-23 ноября 2018 года. Москва. Тезисы. – Москва: Типография «Люксор», 2018. – С. 25-26.

18. Каргаев, М.В. К вопросу проектирования лопастей несущего винта вертолета, подверженных воздействию ветрового потока / М.В. Каргаев // Итоги диссертационных исследований. Том 2. – Материалы X Всероссийского конкурса молодых ученых. – Москва: РАН, 2018. – С. 45-53.

19. Каргаев, М.В. Расчёт напряжений в незашвартованной лопасти несущего винта вертолета находящегося на стоянке, при статическом воздействии ветра / М.В. Каргаев, Л.А. Мироненко // Гагаринские чтения – 2018: XLIV Международная молодёжная научная конференция: Сборник тезисов докладов. Том 1. – Москва: МАИ, 2018. – С. 52.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы. В поступивших отзывах отмечена актуальность темы диссертационной работы, дан краткий

анализ работы, отмечены новизна и достоверность полученных результатов, а также их практическая значимость и рекомендации по использованию результатов. Все отзывы положительные.

Отзыв на диссертацию ведущей организации – акционерного общества научно-производственной компании «ПАНХ».

Отзыв положительный. Отмечено, что недостатки диссертационной работы во многом связаны с ее достоинствами и к ним можно отнести:

1. Отсутствие в работе статистических данных по негативным последствиям ветрового воздействия на лопасти НВ и конструкцию вертолета в целом, а также конкретных данных по условиям возникновения представленных в ней графических данных стояночного разрушения лопастей (рис.3).

2. Содержательное дублирование отдельных изложенных ранее в тексте работы положений, например, в главе 2 рис. 16 и 17 (с. 69) и описание с. 70-71 аналогичны соответствующим позициям (рис. 8 и 9 (с. 52-53) и тексту с. 53-54) главы 1.

3. Отсутствие начальной сопоставимости в представленных в диссертации расчетных и экспериментальных данных, что не позволяет в полной мере оценить адекватность и достоверность предложенных расчетных методов и процедур.

4. Определенная избыточность ряда представленных в работе положений, например, по использованию в параграфе 2.4 приближенной математической модели растекания струи НВ при проведении экспериментальных исследований по обдувке лопастей НВ на стоянке.

5. Отсутствие в сформированных расчетно-теоретических выражениях и соответствующих алгоритмах учета нестационарности направлений реального ветра, влияния на профиль обдувки лопастей НВ фюзеляжа вертолета и некоторых других факторов, способных улучшить адекватность и точность соответствующего математического аппарата.

6. Недостаточно полное обоснование и отражение в диссертации ряда исходных данных, в частности по проведению экспериментальных работ, и

положений формирования и решения выражений описания ветрового воздействия на лопасти НВ, введения отдельных допущений и соотношений, например, рекуррентных соотношений (2.15) – (2.17), а также некоторых промежуточных выводов.

7. Отсутствие в работе вытекающих из проведенных расчетно-теоретических и экспериментальных исследований конкретных практических рекомендаций эксплуатантам вертолетной техники, например, вертолетов типа Ми-8, по эксплуатационным процедурам, уменьшающим негативное ветровое воздействие на лопасти НВ и вертолет в целом.

8. Отдельные неточности и погрешности в оформлении диссертации (отсутствие обозначений (нумераций) ряда значимых выражений (с. 26, 28, 30, 33 и т.д.), неразборчивость переходов (стрелок) на блок-схеме рисунка 41, ряд грамматических ошибок и т.д.).

Отмеченные недостатки в целом не снижают высокую научную и практическую ценность исследований и принципиально не влияют на положительный вывод о качестве представленной к защите диссертации.

Отзыв на диссертацию официального оппонента Дудника Виталия Владимировича – доктора технических наук, профессора кафедр «Технологии производства авиационных комплексов специального назначения», «Производственная безопасность» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственной технической университет».

Отзыв положительный. В качестве недостатков работы отмечено следующее:

1. Автор дважды делает отсылку к уже утратившим силу нормам летной годности НЛГВ-2.

2. Автором представлены численные результаты расчета зависимости критической скорости лопасти вертолета Ми-8 от ее азимутального положения, (рис.5, стр. 38). Однако в работе не показано, как делался этот расчет.

3. В описании эксперимента (стр. 65) не представлена схема экспериментальной установки, однако присутствуют ее описания, которые не позволяют понять особенности выполнения экспериментов. Правильнее было бы сделать отсылку на результаты экспериментов.

4. Есть проблемы с оформлением диссертации, а именно: - параграфы 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3 и т.д. не внесены в оглавление; - местами используемые личные обращения автора типа «запишем», «будем», «примем» не должны применяться в научной литературе; - ряд формул в разных параграфах, например, на стр. 26, 36, 37 и т.д., не имеют номеров; - в некоторых случаях используется сленг, некорректный в русскоязычной научной литературе. Например, «лопасть препарирована тензорезисторами» (стр. 64).

Следует отметить, что указанные недостатки не снижают научной ценности выполненных автором исследований и не влияют на общее положительное впечатление от объема, результатов и законченности диссертационной работы.

Отзыв на диссертацию официального оппонента Неделько Дмитрия Валерьевича – доктора технических наук, доцента, заместителя начальника отдела расчетов опытно-конструкторского бюро акционерного общества «Казанский вертолетный завод».

Отзыв положительный. В качестве замечаний отмечены следующие:

1. Приведенный в работе эксперимент, в котором источником ветрового воздействия на лопасти вертолета с заторможенным от вращения винтом является другой вертолет, расположенный рядом и создающий воздушный поток вращающимся несущим винтом, следовало бы провести с записью напряжений от ветра в нескольких сечениях контрольной лопасти. Это позволило бы оценить правильность использованного подхода усреднения по радиусу лопасти радиальной скорости потока в струе от винта и перехода к эквивалентному ветровому воздействию.

2. В работе экспериментально подтверждены модели и методы расчета параметров напряженно-деформированного состояния лопасти несущего винта

при стационарном и нестационарном ветровых воздействиях, однако эксперименты, подтверждающие правильность определения критических величин (частот и скоростей ветра, при которых происходит потеря устойчивости) явлений статической и динамической потерь устойчивости не приведены. Поэтому при проектировании лопастей придется принимать в расчет завышенные коэффициенты запаса прочности, что может стать причиной утяжеления их конструкции.

3. В заключении диссертационной работы не сформулированы возможные и целесообразные направления дальнейших исследований.

Отмеченные выше замечания не влияют на общую положительную оценку оппонентом диссертационной работы, не снижают научной и практической ценности проведенного соискателем исследования.

Отзыв на автореферат диссертации Научно-исследовательского центра (г. Щелково, Московская область) Центрального научно-исследовательского института военно-воздушных сил (Министерства обороны Российской Федерации), подписанный врио заместителя начальника по научной работе, кандидатом технических наук, полковником Сараниным Р.В., врио начальника 21 научно-исследовательского отдела, кандидатом технических наук, майором Вишневым А.Ю., старшим научным сотрудником, кандидатом технических наук Кирилловым В.В., и утвержденный врио начальника НИЦ (г. Щелково) ЦНИИ ВВС (Минобороны России), кандидатом технических наук, полковником Петуховым В.Н.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. Не рассмотрена задача воздействия ветра на лопасти несущего винта соосного вертолета, находящегося на стоянке. Под воздействием ветра возможны случаи траекторного пересечения лопастей верхнего и нижнего несущих винтов соосного вертолета.

2. В материалах автореферата не показано влияние места расположения швартовочного узла на параметры напряженно-деформированного состояния

лопасти и не приведены величины предельных для эксплуатации скоростей ветра по условию взмаха лопасти над нижним упором горизонтального шарнира.

Отзыв на автореферат диссертации федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет гражданской авиации», подписанный профессором кафедры аэродинамики, конструкции и прочности летательных аппаратов МГТУ ГА, доктором технических наук, доцентом Ефимовым В.В., ученым секретарем кафедры аэродинамики, конструкции и прочности летательных аппаратов МГТУ ГА, кандидатом технических наук, доцентом Ефимовой М.Г., и утвержденный проректором МГТУ ГА по научной работе и инновациям, доктором технических наук, профессором Воробьевым В.В.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. Нет расшифровки обозначений большинства величин, входящих в формулы, что затрудняет понимание.
2. По-видимому, отрицательный угол скольжения лопасти на рисунке 2 указан неверно.

Отзыв на автореферат диссертации акционерного общества «Арсеньевская авиационная компания «Прогресс» имени Н.И. Сазыкина», подписанный заместителем технического директора Быковым И.В. и утвержденный управляющим директором Денисенко Ю.П.

Отзыв положительный. Замечания отсутствуют.

Отзыв на автореферат диссертации акционерного общества «Улан-Удэнский Лопастной Завод», подписанный генеральным директором, кандидатом технических наук Пнёвым А.Г.

Отзыв положительный. Имеется замечание – отсутствие анализа результатов испытаний на выносливость образцов из лопастей НВ, подвергавшихся воздействию ветра в эксплуатации.

Отзыв на автореферат диссертации Научно-исследовательского центра (г. Люберцы, Московская область) Центрального научно-

исследовательского института военно-воздушных сил (Министерства обороны Российской Федерации), подписанный старшим научным сотрудником 22 научно-исследовательского отдела 2 научно-исследовательского управления НИЦ (г. Люберцы, Московская область) ЦНИИ ВВС (Министерства обороны Российской Федерации), кандидатом технических наук, доцентом Лопатниковым О.В.

Отзыв положительный. Отмечены недостатки:

1. В работе рассмотрен только один тип швартовки лопастей.
2. Не проведена оценка воздействия махового движения ЛНВ от нерасчетной ветровой нагрузки на другие агрегаты несущей системы.

Отзыв на автореферат диссертации федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления», подписанный заведующим кафедры «Самолёто-и вертолётостроение», кандидатом технических наук, доцентом Зангеевым Б.И., и утвержденный ректором, доктором технических наук, профессором Сизовым И.Г.

Отзыв положительный. Замечания отсутствуют.

Отзыв на автореферат диссертации акционерного общества «Вертолеты России», подписанный руководителем проектов перспективных разработок, кандидатом технических наук, доктором исторических наук Михеевым В.Р., и утвержденный генеральным конструктором, кандидатом технических наук Павленко Н.С.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. Все численные результаты, представленные в автореферате диссертационной работы получены для лопастей несущего винта вертолетов классической схемы (с одним несущим винтом и одним рулевым винтом). В автореферате не рассмотрены примеры и особенности нагружения лопастей несущего винта, связанные с учетом воздействия ветра на стоянке вертолета соосной схемы.

2. Все изложенные в автореферате диссертации результаты получены для лопастей несущего винта вертолета. В автореферате не поясняется в каком объеме полученные результаты могут быть распространены на лопасти рулевого винта вертолета.

Отзыв на автореферат диссертации филиала военного учебно-научного центра военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» в г. Сызрани, подписанный доцентом 6 кафедры аэродинамики и динамики полета, кандидатом технических наук Полуяхтовым В.А. и утвержденный начальником филиала ВУНЦ ВВС «ВВА», генерал-майором Асановым А.А.

Отзыв положительный. Имеется замечание – из автореферата и текста диссертационной работы не ясно, какие меры следует предпринять эксплуатирующей организации для обеспечения сохранности лопастей несущего винта в условиях повышенной ветровой нагрузки.

Отзыв на автореферат диссертации федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный исследовательский центр «Институт имени Н.Е. Жуковского», подписанный директором проектного комплекса «Ситуационное моделирование и интегрированные системы авиационных комплексов» Топоровым Н.Б., и утвержденный исполняющим обязанности генерального директора Воробьевым Е.А.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. Отсутствует детальное описание предлагаемого метода расчета ресурса ЛНВ, учитывающего их ветровое нагружение на стоянке вертолета.
2. Не приведены условия (места эксплуатации, характеристики ветра и др.) вариантов, рассмотренных при определении ресурса ЛНВ вертолета.

Отзыв на автореферат диссертации государственного научного центра федерального государственного унитарного предприятия «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского», подписанный главным научным сотрудником НИО-5 ЦАГИ, доктором технических наук, доцентом Головкиным М.А., главным

научным сотрудником НИО-5 ЦАГИ, доктором технических наук, профессором Крицким Б.С. и утвержденный заместителем генерального директора ЦАГИ – начальником комплекса аэродинамики и динамики полета летательных аппаратов, доктором физико-математических наук, доцентом Ляпуновым С.В.

Отзыв положительный. Имеется замечание – в автореферате приводятся формулы без описания входящих в них величин и без их обоснования, например, выражение для критической скорости ветра на стр. 10 и уравнение зашвартованной лопасти при ветровом нагружении на стр. 11.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их многолетним опытом, профессионализмом и компетентностью в отрасли науки, к которой относится диссертационная работа Каргаева Максима Владимировича, и подтверждается их научными публикациями в данной отрасли.

Дудник Виталий Владимирович имеет ученую степень доктора технических наук по специальности 05.22.14 – Эксплуатация воздушного транспорта. За предыдущие 5 лет имеет не менее 4 научных публикаций, входящих в перечень рецензируемых научных изданий. Тематика публикаций связана с направлением исследований диссертации.

Неделько Дмитрий Валерьевич имеет ученую степень доктора технических наук по специальностям 05.07.02 – Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов и 05.07.03 – Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов. За предыдущие 5 лет имеет не менее 5 научных публикаций, входящих в перечень рецензируемых научных изданий. Тематика публикаций связана с направлением исследований диссертации.

Вышеизложенное позволяет считать, что выбор официальных оппонентов является обоснованным, соответствует Постановлению Правительства РФ о порядке присуждения ученых степеней № 842 от 24 сентября 2013 г. и Положению о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук,

утвержденному приказом Министерства образования и науки РФ № 1093 от 10 ноября 2017 г.

Выбор ведущей организации обоснован достижениями акционерного общества научно-производственной компании «ПАНХ» в области научных разработок и испытаний в сфере гражданской авиации, а также осуществлении грузовых и пассажирских авиаперевозок, многолетним опытом безопасной эксплуатации вертолетов в различных природно-климатических условиях. Список основных публикаций сотрудников ведущей организации за последние 5 лет:

1. Асовский, В.П., Худоленко, О.В. Послепродажное обслуживание отечественных вертолетов: проблемы, задачи и пути их решения / В.П. Асовский, О.В. Худоленко // Научный вестник ГосНИИ ГА. – 2021. – №34 (345). – С. 39-49.

2. Valery P. Asovsky, Alla S. Kuzmenko. Prospects of protective sprays with the use of unmanned aerial vehicles of helicopter type / Valery P. Asovsky, Alla S. Kuzmenko // Proceedings Volume 11149, Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems and Hydrology XXI. – 2019, doi: 10.1117/12.2530614.

3. Асовский, В.П., Кузьменко, А.С. Особенности опрыскивания с использованием беспилотных воздушных судов вертолетного типа / В.П. Асовский, А.С. Кузьменко // Защита и карантин растений. – 2019. – № 5. – С. 40-44.

4. Асовский, В.П., Кузьменко, А.С. Оценка особенностей формирования и влияния вихревого следа легких беспилотных мультикоптеров / В.П. Асовский, А.С. Кузьменко // Научный вестник МГТУ ГА. – 2018. – Том 21, № 1. – С. 49-59.

5. Valery P. Asovsky, Alla S. Kuzmenko. The study of the vortex trace of unmanned multicopters / Valery P. Asovsky, Alla S. Kuzmenko // Proceedings Volume 10783, Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems and Hydrology XX. – 2018, doi: 10.1117/12.2501674.

6. Асовский, В.П., Кузьменко, А.С. Особенности и перспективы выполнения авиационно-химических работ с использованием беспилотных воздушных судов / В.П. Асовский, А.С. Кузьменко // Перспективы

использования инновационных форм удобрений, средств защиты и регуляторов роста растений в агротехнологиях сельскохозяйственных культур: Материалы докладов участников 10-й научно-практической конференции «Анапа-2018». Под. ред. акад. РАН В.Г. Сычева. – Москва: ООО «Плодородие». – 2018. – С. 13-20.

7. Асовский, В.П., Гусева, А.А., Шарипова, Н.В. Оценка показателей опрыскивания легким БПЛА / В.П. Асовский, А.А. Гусева, Н.В. Шарипова // Защита и карантин растений. – 2017. – №7. – С. 42-45.

8. Плешаков, А.И., Россихин, А.Н., Худоленко, О.В. Классификация авиационных работ в Российской Федерации / А.И. Плешаков, А.Н. Россихин, О.В. Худоленко // Научный вестник ГосНИИ ГА. – 2016. – №12 (323). – С. 35-47.

9. Асовский, В.П., Кузьменко, А.С. Особенности и перспективы применения ветропривода на сельскохозяйственных самолетах / В.П. Асовский, А.С. Кузьменко // Научный вестник МГТУ ГА. – 2016. – Том 19, №6. – С. 166-175.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны: метод проектирования лопастей несущего винта вертолета с учетом ветрового воздействия, обеспечивающий их безопасную эксплуатацию в различных природно-климатических условиях, в том числе Арктической зоне; методы определения параметров напряженно-деформированного состояния зашвартованной и незашвартованной лопастей несущего винта при стационарном и нестационарном воздействиях ветра на основе линейной и нелинейной моделей нагружения; метод определения полетного ресурса лопастей несущего винта вертолета с учетом ветрового спектра нагружения на стоянке вертолета; программы для ЭВМ, позволяющие выполнять расчеты, связанные с воздействием ветра на зашвартованные и незашвартованные лопасти несущего винта;

выполнен анализ: существующих нормативных документов, регламентирующих требования к проектируемым агрегатам вертолетов,

теоретических и экспериментальных работ, связанных с решением прочностных, аэродинамических и аэроупругих задач применительно к лопастям несущих винтов вертолетов, а также методов их проектирования; случаев повреждения лопастей несущих винтов, подвергшихся разрушению от ветра в процессе эксплуатации; статической и динамической устойчивости лопасти несущего винта вертолета, находящейся на стоянке под воздействием ветра;

предложены дополнительные требования к лопастям несущего винта, обусловленные явлениями их ветрового нагружения на стоянке вертолета;

доказаны: актуальность разработки метода проектирования лопастей несущего винта вертолета, учитывающего явления ветрового нагружения; а также необходимость учета напряжений в лопасти несущего винта, возникающих под действием ветра, при ее проектировании;

установлено, что на величину ресурса лопастей несущего винта влияет их ветровое нагружение на стоянке вертолета; а также возможность потери устойчивости невращающихся лопастей несущего винта под воздействием ветра;

получены и обработаны новые экспериментальные данные, на основании которых установлены закономерности ветрового нагружения лопастей несущих винтов вертолетов;

новые понятия не вводились.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что впервые получены следующие результаты:

1. Получены аналитические зависимости для расчета:

- критических скоростей ветрового потока, приводящих к потере лопастью статической устойчивости;
- прогибов, углов поворота, изгибающих моментов и напряжений в сечениях лопасти для случая стационарного воздействия ветра;
- критических частот, коэффициентов возбуждения и границ для главной и двух побочных областей динамической неустойчивости зашвартованной и незашвартованной лопасти несущего винта.

2. Составлены нелинейные уравнения статического нагружения зашвартованной и незашвартованной лопасти, обдуваемой ветровым потоком. Предложена вычислительная схема его решения на основе метода последовательных возмущений параметров В.В. Петрова.

3. Выведены нелинейные дифференциальные уравнения в частных производных, описывающие движение зашвартованной и незашвартованной лопасти при нестационарном воздействии ветра. Разработан метод их решения на основе сведения методом Галеркина исходного уравнения к системе линейных дифференциальных уравнений и последующего их интегрирования методом Ньюмарка.

4. Составлены системы уравнений для определения амплитуд колебаний лопасти в пределах четных и нечетных областей динамической неустойчивости.

5. Получено уравнение для определения полетного ресурса лопасти с учетом полетного и ветрового спектров нагружения и предложен метод задания параметров этого уравнения.

6. Сформулированы и интегрированы в алгоритм проектирования требования к лопастям несущего винта вертолета, предназначенным для эксплуатации в условиях ветра.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что результаты диссертационной работы позволяют:

Эксплуатирующим организациям:

- обеспечить безопасную эксплуатацию лопастей несущих винтов вертолетов в условиях сильного ветрового воздействия (в том числе Арктической зоны);
- снизить финансовые затраты на приобретение новых комплектов лопастей, взамен вышедших из строя из-за воздействия ветра;
- своевременно принимать меры по обеспечению сохранности лопастей несущего винта в случае превышения безопасных значений скорости ветра;

– определять районы, в которых возможно безопасное безаэродромное базирование вертолета по условиям отсутствия ущерба от ветрового воздействия.

Разработчикам вертолетной техники:

- проектировать лопасти несущего винта под заданные ветровые режимы;
- определить величину предельной скорости ветра на стоянке для различных типов зашвартованных и незашвартованных лопастей;
- уточнить методику исследования технического состояния агрегатов несущей системы, подвергшихся воздействию штормового ветра на стоянке;
- включить в летную и техническую документацию вертолетов дополнительные рекомендации по обеспечению сохранности лопастей несущего винта, эксплуатирующихся в условиях ветра.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

– достоверность полученных результатов подтверждается удовлетворительным совпадением результатов численных экспериментов с данными испытаний натуральных лопастей несущего винта под воздействием: собственной массы лопасти и дискретно распределенной нагрузки; ветровой нагрузки от стоящего рядом вертолета; результатами расчетов уровня нагружения лопастей несущих винтов, подвергшихся разрушению от ветра в процессе эксплуатации; результатами внедрения в деятельность АО «Национальный центр вертолетостроения им. М.Л. Миля и Н.И. Камова» и АО «ЮТэйр-Инжиниринг»; использованием в научно-исследовательской работе, поддержанной грантом РФФИ № 20-38-90028 «Исследование явлений ветрового нагружения невращающихся лопастей несущего винта вертолета, с целью обеспечения их безопасной эксплуатации в условиях ветрового воздействия Арктической зоны».

– основные положения и результаты работы **опубликованы** в рецензируемых научных журналах и **доложены** на конференциях, конкурсах и форумах: «Вертолётты XXI века» (Москва, 2017 г.); XLIV, XLV, XLVI и XLVII

Международной молодёжной научной конференции «Гагаринские чтения» (Москва, 2018, 2019, 2020, 2021 гг.); X Всероссийском конкурсе молодых учёных (Миасс, 2018 г.); V научно-практической конференции молодых учёных и специалистов «Исследования и перспективные разработки в машиностроении» (Комсомольск-на-Амуре, 2018 г.); 17-й, 18-й и 19-й Международной конференции «Авиация и космонавтика» (Москва, 2018, 2019, 2020 гг.); X и XII Всероссийском межотраслевом конкурсе научно-технических работ и проектов «Молодёжь и будущее авиации и космонавтики» (Москва, 2018, 2020 гг.); XII Общероссийской научно-технической конференции «Молодёжь. Техника. Космос» (Санкт-Петербург, 2020 г.); 45th European Rotorcraft Forum (Варшава, 2019 г.); 46th European Rotorcraft Forum (Москва, 2020 г.).

Личный вклад соискателя состоит: в непосредственном участии в научных экспериментах и теоретических работах по исследованию основных факторов ветрового воздействия, влияющих на характеристики статической и усталостной прочности лопастей, их динамическую и статическую устойчивость, личном участии в апробации результатов исследования, разработке метода проектирования лопастей несущего винта вертолета, учитывающего исследованные явления ветрового нагружения; создании программ для ЭВМ по предмету исследований; подготовке основных публикаций по выполненной работе.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие замечания:

1. Автор дважды делает отсылку к утратившим силу нормам летной годности НЛГВ-2.
2. Вы приводите стоимости комплектов лопастей. За эту стоимость, которая там приведена – 100 тыс. дол., 300 тыс. дол., можно построить эллинг, и эта проблема сразу уйдет. Почему вы на такое решение не идете – на правильное использование инфраструктуры летательного аппарата.

Соискатель Каргаев М.В. ответил на высказанные замечания и вопросы, и привел собственную аргументацию:

1. Правильно отмечено, что нормы летной годности (НЛГВ-2) в настоящее время утратили силу, однако в практике проектирования вертолетов, в отечественных опытно-конструкторских бюро, они продолжают использоваться. Поэтому в своей работе я ссылаюсь на нормы летной годности (НЛГВ-2).

2. В условиях нашей страны, и среди военных, и среди эксплуатантов авиационной техники принято считать, что наши вертолеты должны эксплуатироваться в условиях безаэродромного базирования и обслуживания. И вы правильно сказали, что при нормальном положении вещей, в принципе, ангар может частично решить этот вопрос. Однако при раскрутке несущего винта в условиях ветра при взлете вертолета данная проблема по-прежнему остается актуальной.

На заседании 18 ноября 2021 года диссертационный совет принял решение: за разработку новых научно обоснованных проектно-конструкторских и технических решений по проектированию лопастей несущего винта вертолета с учетом ветрового воздействия, и формирование для этих целей математического и программного обеспечения, имеющих существенное значение для развития авиационной промышленности страны присудить Каргаеву Максиму Владимировичу учёную степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 5 докторов наук по специальности 05.07.02 «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов», участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за – 16, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель
диссертационного совета



Денискин Юрий Иванович

Учёный секретарь
диссертационного совета



Денискина Антонина Робертовна

18 ноября 2021 года

Начальник отдела УД
Т.А. Аникина

Тл.

