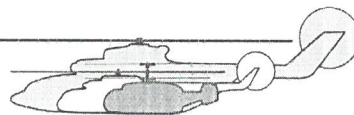




# АО НПК ПАНХ



Акционерное общество научно-производственная компания «ПАНХ»  
Россия, 350000, г. Краснодар, ул. им. Кирова, д. 138, оф. 233 www.panh.ru  
Тел.: +7 (861) 255-69-75 Факс: +7 (861) 255-36-48 E-mail: panh@panh.ru  
ИНН 2308006658, ОКПО 01132726, ОГРН 1022301203650, КПП 230801001

26.10.2021 г. № УСХ/21-2162 И.О. Фамилия

Кому Председателю совета по защите  
диссертаций на соискание ученой  
степени кандидата наук  
Д 212.125.10 на базе ФГБОУ ВО  
Московский авиационный инсти-  
тут (национальный исследова-  
тельский университет)  
д.т.н, профессору  
**Ю.И. Денискину**

Адрес 125310, г. Москва, А-80, ГСП-3,  
Волоколамское шоссе, д. 4.

Факс +7 (499) 158-29-77

E-mail mai@mail.ru

**Уважаемый Юрий Иванович!**

Направляем Вам прилагаемый отзыв ведущей организации АО НПК «ПАНХ» на диссертационную работу Каргаева Максима Владимировича на тему «Метод проектирования лопастей несущего винта вертолета с учетом ветрового воздействия», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.02 «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов».

Приложение: «Отзыв ведущей организации...» на 6 л. в 2 экз.

Ученый секретарь,  
д.т.н.

В.П. Асовский

тел. (861) 255-25-23, 8-918-447-34-27  
E-mail : asovskiy@panh.ru



Отдел документационного  
обеспечения МАИ  
26.10.2021 г.

**УТВЕРЖДАЮ :**

Генеральный директор  
Акционерного общества  
Научно-производственная  
компания «ПАНХ»

А.В. Козловский

2021 г.



### **ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

Акционерного общества Научно-производственная компания «ПАНХ» на диссертационную работу Каргаева Максима Владимировича «Метод проектирования лопастей несущего винта вертолета с учетом ветрового воздействия», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.02 – «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов».

#### **1. Актуальность темы исследований**

Диссертационная работа Каргаева Максима Владимировича «Метод проектирования лопастей несущего винта вертолета с учетом ветрового воздействия» посвящена углубленному исследованию возникших на практике вопросов стояночного ветрового нагружения лопастей несущих винтов (НВ) вертолетов. Решение этих вопросов неразрывно связано с совершенствованием методов проектирования для обеспечения необходимого уровня безопасности полетов и эффективности процессов эксплуатации вертолетов, их конкурентоспособности на внешнем и внутреннем рынке авиационной техники, а также с обеспечением реализации стоящих перед страной стратегических задач. Учет ветрового воздействия на элементы конструкции вертолетов, прежде всего лопастей, на территории России актуален в ее арктической зоне и районах Севера и Дальнего Востока, а за ее пределами – в Антарктической зоне, ряде стран Юго-Восточной Азии и Южной Америки, где также используются или планируются к применению вертолеты отечественной разработки.

В этой связи тема диссертационной работы Каргаева М.В. «Метод проектирования лопастей несущего винта вертолета с учетом ветрового воздействия» является, несомненно, актуальной и важной для решения текущих и стратегических научно-технических проблем и задач авиационной отрасли страны и ее экономики в целом.

## **2. Научная ценность и новизна диссертации**

К наиболее ценным и значимым новым научным результатам, полученным в диссертации, относятся:

- обоснованный вывод о необходимости учета ветрового нагружения лопастей НВ вертолетов при их проектировании и эксплуатации;
- предложенный метод проектирования лопастей НВ вертолета с учетом их стояночного ветрового нагружения различной интенсивности;
- уточненные методы оценки на базе линейной и нелинейной моделей статических и динамических напряжений в зашвартованной и незашвартованной лопастях вертолета при их обдувке ветровым потоком;
- результаты исследований возможности потери статической и динамической устойчивости зашвартованных и незашвартованных лопастей НВ под воздействием ветра на стоянке;
- методика уточнения ресурса лопастей НВ вертолета с учетом их наземного ветрового нагружения;
- сформированные аналитические выражения для оценки критических по статической устойчивости лопастей НВ скоростей ветрового потока; пределов прогибов, углов поворота, изгибающих моментов и напряжений в сечениях лопастей при стационарном воздействии ветра; критических частот, коэффициентов возбуждения и границ областей динамической неустойчивости зашвартованных и незашвартованных лопастей НВ.

## **3. Практическая ценность и значимость диссертации**

Практическая ценность диссертации состоит в возможности использования полученных в ней научных результатов и сделанных выводов, предложений и рекомендаций для повышения безопасности полетов и конкурентоспособности вертолетной техники, из которых особое внимание заслуживают:

- выводы и предложения диссертанта о необходимости совершенствования процедур и процессов проектирования и эксплуатации вертолетной техники с обязательным учетом ветрового нагружения лопастей НВ;
- сформированный и апробированный расчетный инструментарий (методы, алгоритмы, допущения, схемы решения и т.д.) совершенствования указанных процедур;
- программно-расчетные средства (программы) для ЭВМ для оценки значимых факторов ветрового воздействия на зашвартованные и незашвартованные лопасти НВ вертолета;
- аналитические выражения оценки критических для лопастей НВ скоростей ветрового потока и их напряженно-деформированного состояния;

- общие рекомендации по минимизации негативного ветрового воздействия на лопасти НВ;
- перечень дополнительных требований к лопастям НВ с учетом их ветрового нагружения на стоянке вертолета;
- уточненный алгоритм проектирования лопастей НВ винта вертолета с учетом явлений их ветрового нагружения.

#### **4. Достоверность результатов исследований**

Достоверность результатов диссертационных исследований 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 НВ с применением положений прочности, аэроупругости, спектрального анализа и других разделов технических наук, 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.

Результаты диссертации внедрены и используются в деятельности АО «НЦВ Миль и Камов» и АО «ЮТэйр-Инжиниринг», представляющие крупнейших в стране разработчика и эксплуатанта вертолетной техники, что косвенно подтверждает соответствие результатов имеющейся практике.

#### **5. Рекомендации по использованию результатов и выводов**

Результаты и выводы, представленные в диссертации, рекомендуется использовать:

- органами государственного регулирования авиационной промышленности и видов авиации России (Минпромторг, Минтранс и др.) – при разработке нормативных документов в части нормирования летной годности и правил сертификации вертолетной техники;
- разработчиками вертолетной техники (ОКБ) – в процессе проектирования и испытаний лопастей НВ новой и модернизированной вертолетной техники, при формировании и совершенствовании эксплуатационной документации вертолетов, обосновании и продлении ресурсов (сроков службы) несущих систем вертолетов с учетом особенностей их эксплуатации, в т.ч. по ветровому нагружению;
- эксплуатантами вертолетной техники - при разработке разделов Руководств по производству полетов (РПП) и по организации технического обслуживания (РОТО) вертолетов, организации и выполнении перевозок и авиационных работ с учетом различных ветровых условий;

- организациями высшего профессионального образования - при формировании и реализации программ специальной подготовки авиационного персонала.

### **6. Замечания по диссертационной работе**

Диссертационная работа **представлена** на 159 страницах, содержит 41 рисунок, 3 таблицы и состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы из 120 источников и приложения с актами внедрения результатов работы.

Диссертация и автореферат **изложены** ясным и понятным научным языком и в целом оформлены в соответствии с установленными требованиями. **Структура** диссертации логична и ее внутренняя организация отвечает заявленной теме и проведенным теоретическим и экспериментальным исследованиям. **Содержание**, последовательность и стиль представления материалов и результатов работы, обоснованность положений и выводов исследований расчетными и фактическими данными, в т.ч. в графической форме, способствуют пониманию полученных автором научных результатов, подчеркивают внутреннее единство работы и свидетельствуют о личном вкладе автора диссертации в науку.

**Автореферат** адекватно отражает содержание работы, ее структуру и результаты, полученные автором в ходе диссертационных исследований.

Основные результаты диссертационной работы **опубликованы** в 8 статьях, из них 6 – в журналах, входящих в Перечень ВАК, 2 – в изданиях, цитируемых международной базой SCOPUS, а также в 11 трудах и материалах научных конференций. По теме диссертации также разработаны и зарегистрированы 6 специальных программ для ЭВМ.

К отличительным особенностям и **достоинствам** диссертационной работы относятся практическая направленность и комплексность темы диссертации, отражающей реальные и злободневные проблемы эксплуатации вертолетной техники, глубокая отработка выполненных ранее исследований по теме диссертации, широкое использование расчетно-аналитического аппарата описания и анализа объекта исследований, проведение достаточно представительных экспериментальных работ по теме диссертационных исследований, обобщение и применение в работе необходимых смежных вопросов, в частности, описания ветровой обстановки и положений усталостной прочности, создание автором программных средств для ЭВМ по предмету исследований, а также значительный объем апробации полученных результатов на международных и отечественных научных конференциях, конкурсах и форумах и публикаций в различных изданиях.

**Недостатки** диссертационной работы во многом связаны с ее достоинствами и к ним можно отнести :

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);

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;

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;

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;

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;

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 допущения и соотношений, например, рекуррентных соотношений (2.15) – (2.17), а также некоторых промежуточных выводов;

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;

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.

### **Заключение**

Диссертационная работа Каргаева Максима Владимировича «Метод проектирования лопастей несущего винта вертолета с учетом ветрового воздействия» на соискание ученой степени кандидата технических наук является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной научной задачи, имеющей важное значение для создания и эксплуатации авиационной техники, соответствует паспорту специальности 05.07.02 «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов» и удовлетворяет требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842, и предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор Каргаев Максим Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.02 «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов».

Диссертационная работа Каргаева Максима Владимировича и отзыв на нее рассмотрены и одобрены Научно-техническим советом Акционерного общества Научно-производственная компания «ПАНХ», протокол заседания № 2/21 от 19.10.2021 г.

Ученый секретарь,  
ведущий инженер по летным  
испытаниям воздушных судов,  
доктор технических наук

В.П. Асовский

Подпись Асовского Валерия Павловича удостоверяю:



**Дядченко Е.Н.**  
Начальник отдела кадров

Акционерное общество научно-производственная компания «ПАНХ»

Адрес ведущей организации:

350000, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. им. Кирова, д. 138

Телефон: +7 (861) 255-69-75

E-mail: [panh@panh.ru](mailto:panh@panh.ru)

Официальный сайт: [www.panh.ru](http://www.panh.ru)