

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Макеева Павла Вячеславовича

«Методы численного моделирования нестационарных аэродинамических характеристик и формирования границ области режимов вихревого кольца винтов и их приложение к задачам повышения безопасности полета вертолетов»,

представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.5.12. «Аэродинамика и процессы теплообмена летательных аппаратов».

Актуальность темы диссертации П.В. Макеева определяется необходимостью создания новых методов исследования аэродинамических характеристик винтов вертолета в опасной для пилотирования области режимов «вихревого кольца», а также определения границ этой области. Выполненный автором в диссертационной работе анализ имеющихся результатов экспериментальных исследований аэродинамических характеристик винтов в области режимов «вихревого кольца» убедительно доказывает, что они не могут использоваться в качестве универсальных и применяться к винтам существенно отличающимся по своим параметрам от рассмотренных в конкретном эксперименте. Вместе с тем, проведение экспериментальных исследований для винтов каждого нового проектируемого вертолета не представляется возможным из-за дороговизны и сложности таких исследований. Это представляет собой серьезную *проблему* для вертолетостроения, поскольку исследование аэродинамики винта на режимах «вихревого кольца» прямо связано с обеспечением безопасности полета вертолета. Помочь решить эту задачу в настоящее время может применение современных методов численного моделирования аэродинамики винта. Однако такие методы должны максимально полно отражать характерные особенности аэродинамики винта на режимах «вихревого кольца», и, что особенно важно, учитывать влияние на нее геометрических характеристик и других параметров, определяющих работу винта. Также они должны быть достаточно быстродействующими для выполнения большого объема исследований, что требуют практические задачи.

Научная новизна диссертации состоит в том, что автором:

- предложен новый быстродействующий, сравнительно не требовательный к вычислительным ресурсам и достаточно точный метод численного моделирования нестационарных аэродинамических характеристик винтов на режимах «вихревого кольца», учитывающий особенности геометрической компоновки и другие параметры работы винта;

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

«23» 04 2025 г.

- предложен новый метод определения уточненных границ области режимов «вихревого кольца» на основе анализа его аэродинамических характеристик винтов по различным характерным признакам;

- получены новые данные и установлены новые закономерности, касающиеся особенностей работы винта на режимах «вихревого кольца», причинах возникновения наблюдаемых при этом явлений и связях между ними.

- получены новые данные о влиянии геометрической компоновки и нагрузки на ометаемую поверхность на аэродинамические характеристики винта в области режимов «вихревого кольца» и на границы данной области.

С точки зрения *практической значимости* диссертации можно отметить, что в рамках апробации и валидации предлагаемых методов автором выполнен ряд актуальных исследований задач, связанных с повышением безопасности полета вертолета. Эти исследования нашли отражение в ряде публикаций, выполненных автором лично и в соавторстве в ведущих отечественных и международных рецензируемых журналах, и докладах на конференциях. Предложенные методы были использованы автором при выполнении ряда научных работ в интересах НЦВ Миль и Камов, а также ФАУ ЦАГИ, о чем имеются Акты внедрения, упомянутые в автореферате. Кроме того, результаты диссертации используются в учебном процессе в МАИ.

Достоверность полученных результатов диссертации подтверждается их сопоставлением с имеющимися результатами экспериментов.

В качестве *замечаний* к материалам автореферата диссертации можно отметить следующее:

1. В автореферате не расшифрованы некоторые условные обозначения, например, относительные безразмерные скорости, обозначаемые сверху символом «волна».

2. На рисунке 9 и в тексте не указаны условия, при которых получены представленные эпюры скоростей.

3. На графиках на рисунках 14.6 автореферата отсутствует обозначение по оси ОУ, а на диаграммах на рисунках 15 и 16 не отмечена цена делений обеих осей.

4. При описании результатов исследования влияния НВ на РВ (стр. 43-45 автореферата) указано как меняется угол скольжения вертолета и скорость набегающего потока, но не обозначена величина угла атаки НВ.

Указанные выше замечания не снижают ценность полученных результатов и значимость диссертации.

Диссертация является завершенной научной работой, посвящена решению важной и актуальной для аэродинамики вертолетов научной проблемы, имеет большое практическое значение, соответствует научной специальности 2.5.12.

«Аэродинамика и процессы теплообмена летательных аппаратов» Диссертация удовлетворяет требованиям ВАК к докторским диссертациям, а ее автор, **Макеев Павел Вячеславович**, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.5.12. «Аэродинамика и процессы теплообмена летательных аппаратов».

Даем свое согласие на обработку персональных данных и включение их в аттестационное дело Макеева Павла Вячеславовича.

670013, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ,
ул. Ключевская, д. 40В, строение 1,
dekanatv2018@mail.ru, Тел.: (3012)43-14-15,
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Восточно-сибирский
государственный университет технологий и
управления» (ВСГУТУ), кандидат технических
наук (05.02.08 – технология машиностроения),
доцент, декан Машиностроительного
факультета
15.04.2025

Шурыгин

Юрий Леонидович

670013, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ,
ул. Ключевская, д. 40В, строение 1,
sssibik@mail.ru, Тел.: (3012)43-14-15,
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Восточно-сибирский
государственный университет технологий и
управления» (ВСГУТУ), кандидат технических
наук (05.01.01 – инженерная геометрия и
компьютерная графика), доцент, заведующий
кафедрой «Самолёто- и вертолётостроение»
Машиностроительного факультета
15.04.2025

Цыдыпов

Цыбик Цырендоржиевич

Подписи Ю.Л. Шурыгина и Н.Н. Цыдыпова
удостоверяю Начальник УД ВСГУТУ
15.04.2025



Хантаева

Ирина Николаевна