

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»

Диссертационная работа Макеева П.В. посвящена актуальной теме разработки методов исследования опасных режимов полета вертолетов: режимов вихревого кольца несущего и рулевого винтов. Несмотря на то, что данные режимы изучаются достаточно давно, их исследование методами математического моделирования остается актуальной проблемой в силу существенной нелинейности протекающих процессов. Разработка эффективных инженерных методов численного решения указанных задач, безусловно, актуальна для реализации национального проекта России «Беспилотные авиационные системы».

Научная новизна работы заключается в том, что автором для винтов вертолетов, работающих в области режимов «вихревого кольца» разработаны новый, обладающий высокой вычислительной эффективностью, вихревой лагранжево-бессеточный метод численного моделирования аэродинамических характеристик винтов и новый метод формирования границ области исследуемых режимов. Автором получены новые закономерности, описывающие особенности физических процессов, протекающих при работе винта на режимах «вихревого кольца», в частности влияние геометрической компоновки и нагрузки на ометаемую поверхность на аэродинамические характеристики винта. Получены новые данные о характеристиках несущих и рулевых винтов ряда существующих и перспективных отечественных вертолетов в том числе соосной схемы.

Практическая значимость работы подтверждается актами о внедрении результатов диссертационной работы в АО «НЦВ Миль и Камов», ФАУ «ЦАГИ» и в учебный процесс Московского авиационного института. Внедрение полученных автором научно обоснованных методов формирования границ области режимов вихревого кольца винтов и полученных с их помощью приложений к задачам повышения безопасности полета вертолетов, безусловно, вносит значительный вклад в развитие страны.

В качестве замечаний, которые, однако, не снижают научной и практической значимости диссертационной работы, необходимо отметить:

1. В автореферате при описании метода численного моделирования АДХ винтов в области режимов «вихревого кольца» математическая постановка задачи исследования течения несжимаемой среды описана не полностью: для уравнения сохранения импульса (1) не указаны граничные условия. Не указано, какое условие рассматривается автором на подвижной обтекаемой поверхности.

2. В автореферате не приводятся дискретные аналоги уравнения (1) и интеграла (2) которые фактически используются автором в численном методе. В уравнении (1) автором сохранен член отвечающий за вязкость среды, формулы (8) и (9) записаны относительно непрерывного поля завихренности. Однако, не приведены выражения или алгоритмы, описывающие изменение параметров дискретных вихревых элементов под действием вязкости (т.е. с учетом коэффициента C_d).

3. В тексте приведено уравнение (10) для расчета циркуляции Γ присоединенных вихрей и указано, что оно решается методом последовательных приближений. Сам алгоритм метода решения (10) не приведен и не понятно, сколько итераций требуется для нахождения неизвестных циркуляций. Из автореферата не ясно, почему для расчета циркуляции в данном

методе нельзя построить и решить систему линейных алгебраических уравнений, как это обычно делается в большинстве вихревых методов?

4. В автореферате нет данных методических расчетов, показывающих, как меняются результаты расчетов аэродинамических характеристик при изменении параметров расчетной схемы: при увеличении числа вихревых элементов по радиусу, при уменьшении шага численного интегрирования и т.п.

5. Текст автореферата не свободен от опечаток, в частности в тексте имеется две таблицы 3 и пр.

В целом, диссертация «Методы численного моделирования нестационарных аэродинамических характеристик и формирования границ области режимов вихревого кольца винтов и их приложение к задачам повышения безопасности полета вертолетов» является законченно научно-квалификационной работой, удовлетворяет требованиям ВАК Министерства образования и науки РФ, изложенным в п. 9-14 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», предъявляемым к докторским диссертациям, а её автор, Макеев Павел Вячеславович, заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальности 2.5.12 – «Аэродинамика и процессы теплообмена летательных аппаратов».

Согласен на включение своих персональных данных в аттестационные документы соискателя учёной степени доктора технических наук Макеева П.В. и на их дальнейшую обработку.

Доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры «Аэрокосмические системы»
Федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего
образования «Московский государственный
технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»

105005, Москва, ул. 2-я Бауманская, д.5, стр.1;
т.(499)263-63-10; e-mail: shcheglov_ga@bmstu.ru

Щеглов
Георгий Александрович

19.05.2025

Подпись профессора Щеглова Г.А. заверяю:

