

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Рыбкиной Наталии Михайловны «Аэродинамические и аэроупругие характеристики крыла большого удлинения с управляемыми деформациями профилей», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 – «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры».

Диссертационная работа посвящена созданию математического обеспечения и применению его для анализа нагружения, деформаций и аэроупругой устойчивости крыла большого удлинения с деформируемым профилем.

Данная тема тесно связана с созданием перспективных легких и сверхлегких беспилотных летательных аппаратов, и поэтому в настоящее время является весьма актуальной.

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка цитируемой литературы. Общий объем работы 115 страниц, включая 60 рисунков и 15 таблиц, что говорит о достаточности материала для анализа сути работы.

Во введении выполнен подробный обзор публикаций (83 источника) по вопросам, близким к теме данной диссертации, показана актуальность темы и сформулирована цель исследования, представлены основные положения и краткое изложение работы.

В первой главе рассмотрено решение задачи аэроупругости для профиля прямого крыла большого удлинения, когда профиль состоит из недеформируемой носовой части и упругой хвостовой части. Разработан алгоритм решения данной задачи методом Ритца. Получены выражения для подъемной силы и момента тангажа профиля в зависимости от угла атаки и угловой скорости его жесткой передней части с квазистатическим учетом упругих деформаций хвостовой части. Выполнены расчетные исследования влияния упругости хвостиков на коэффициенты подъемной силы и момента тангажа профиля для различного конструктивного исполнения хвостовой части профиля.

Отдел документационного
обеспечения МАИ

Во второй главе разработана геометрически нелинейная конечно-элементная модель для расчета аэроупругих колебаний деформируемого профиля крыла.

Путем сравнения результатов расчета по МКЭ и методу Ритца показано, что изменение приращений аэродинамических коэффициентов за счет упругости, форма изгиба профиля, изменение перепада аэродинамического давления, полученные двумя методами, близки между собой. Это свидетельствует о достоверности получаемых результатов.

Для анализа влияния геометрической нелинейности при расчете аэродинамических коэффициентов разработан итерационный процесс определения обобщенных координат. Показано, что учет нелинейности деформирования профиля при рассмотренных значениях жесткостей оказывает слабое влияние на аэродинамические характеристики профиля.

Третья глава посвящена сравнительному анализу характеристик динамической аэроупругости прямого крыла большого удлинения при использовании нестационарной и двух версий квазистационарной аэродинамики. Показано влияние нестационарности аэродинамических сил на частотные характеристики конструкции в потоке воздуха. Результаты расчетов для рассмотренных вариантов крыла показали: а) при учете нестационарности аэродинамических сил скорость флаттера получается выше; б) при определении границы флаттера можно не учитывать влияние присоединенных масс воздуха.

В заключении кратко и четко сформулированы основные результаты диссертационной работы.

Анализ работы в целом показывает, что поставленная **цель**: «разработка математических моделей и решение задачи аэродинамического нагружения и аэроупругих колебаний в дозвуковом потоке тонкого упругого профиля крыла большого удлинения» – выполнена.

К научной новизне диссертационной работы следует отнести математические модели аэроупругого деформирования профиля крыла в потоке при управляемом натяжении верхней и нижней обшивок с целью использования при создании адаптивных крыльев, а также результаты

расчетов влияния нелинейностей продольно-поперечного изгиба профиля на аэродинамические и аэроупругие характеристики крыла.

Достоверность полученных результатов основывается на корректности математических моделей и строгости математических решений, а также на сравнении численных расчетов, полученных по методу Рунге и методу конечных элементов.

Практическая ценность диссертации состоит в том, что разработанные математические модели и результаты исследований будут востребованы в проектировочных расчетах при создании крыльев перспективных легких и сверхлегких беспилотных летательных аппаратов.

Результаты диссертационных исследований прошли апробацию на международных научных конференциях, семинарах и симпозиумах. Основные результаты диссертации опубликованы в 13-ти работах, 3 из которых – в рецензируемых журналах, рекомендуемых ВАК.

Диссертация соответствует паспорту специальности 01.02.06 – «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры». Автореферат правильно отражает основное содержание диссертации.

Необходимо отметить следующие замечания по работе:

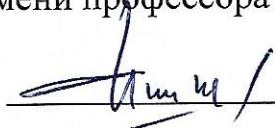
- Приведенный в главе 3 вывод о том, что при учете нестационарности аэродинамических сил скорость флаттера получается выше, не универсален. Для крыла большого удлинения в общем случае учет нестационарности может привести к появлению других форм флаттера с большей или меньшей критической скоростью при участии обертонов во флаттерных колебаниях.
- Так же не универсален вывод о том, что при определении границы флаттера можно не учитывать влияние присоединенных масс воздуха. Для летательных аппаратов со сверхлегким крылом присоединенные массы воздуха могут заметно повлиять как на модальные характеристики (снижение частот изгибных колебаний), так и на характеристики флаттера.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки работы. В целом, диссертация Рыбкиной Н.М. выполнена на высоком

научном уровне и соответствует всем критериям положения «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013г.

Диссертация представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, имеющую научную новизну и практическую значимость, а ее автор, Рыбкина Н.М. заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 – «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры».

Официальный оппонент
доктор технических наук
начальник отдела ГНЦ ФГУП «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского»



Ишмуратов Фаниль Закиевич

17.11.2020

140180, г. Жуковский, Московская область, ул. Жуковского, д.1
Телефон: +7 (916) 531-64-67
E-mail: fanil.ishmuratov@tsagi.ru

Подпись Ишмуратова Фаниля Закиевича удостоверяю:

Ученый секретарь диссертационного совета Д 403.004.01

М.А. Брутян

