

ОТЗЫВ

о диссертации Д.М. Фофонова «Разработка расчетно-оптимизационных методов механики жидкости, газа и плазмы для аэродинамического проектирования высокоскоростных летательных аппаратов», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

Рецензируемая работа посвящена разработке способов математического моделирования высокоскоростного движения летательных аппаратов и созданию методов определения их оптимальных аэродинамических форм для расчета моделей таковых при некоторых определяющих условиях.

1. Актуальность работы

Актуальность работы не вызывает сомнения, поскольку создание новых многофункциональных летательных аппаратов является перспективным научным и инженерным направлением, а аппараты такого класса весьма востребованы авиа-космической отраслью. В виду сложности задачи такого рода ее решение связано с преодолением принципиальных трудностей, в первую очередь учета сложного взаимодействия всех определяющих движение летательного аппарата условий. В этой связи в эффективных методах расчета оптимальных форм аппаратов такого рода ощущается недостаток.

2. Краткая характеристика работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав основного текста, заключения, списка литературы и приложения. Работа включает большой содержательный текстовый материал.

Во введении обоснована актуальность проведенной в диссертации работы, проведен обзор научной литературы по этому вопросу, сформулирована цель диссертационной работы, указаны использованные методы, научная новизна и обоснованность выводов, личный вклад автора, апробация автором работы и авторские публикации по ее теме, практическая значимость и, что особенно отраднo, рекомендации по внедрению полученных результатов. Кратко описана структура диссертации.

В первой главе дается общее описание приближенного метода расчета аэродинамических характеристик пространственных тел по локальному методу касательного клина с уточнением по результату расчета обтекания тела идеальным газом.

Во второй главе приводится описание алгоритма оптимизации формы исследуемых тел.

В третьей главе формулируется вариационная задача о форме оптимального тела и дается ее решение.

Описанные в главах 1-3 методы и полученные ими результаты представлены в четвертой главе диссертации использованными в задаче аэродинамического проектирования. Приведены примеры конструкций, имеющих оптимальные характеристики.

Приложение содержит описание программного продукта «Программный комплекс аэродинамического проектирования высокоскоростных летательных аппаратов» и инструкции по его использованию.

3. Основные результаты диссертации

1. Предложен авторский метод приближенного расчета аэродинамических характеристик высокоскоростных летательных аппаратов с кусочно-гладкой и априори неизвестной поверхностью при больших сверхзвуковых скоростях полета для применения в численной процедуре метода локальных вариаций. Выполнен анализ точности предложенного метода.

2. На основе численного метода локальных вариаций разработаны алгоритмы оптимизации формы тела с целью достижения максимального аэродинамического качества либо минимального коэффициента сопротивления при заданных числах Маха, коэффициента трения, угла атаки и различного рода ограничений на геометрию его формы.

3. Решена вариационная задача о форме тела максимального аэродинамического качества в сверхзвуковом потоке в рамках локальной модели взаимодействия сверхзвукового потока с поверхностью тела.

4. Создан авторский программный код реализации разработанных алгоритмов оптимизации.

5. Разработан метод проектирования высокоскоростных летательных аппаратов
6. Представлены результаты аэродинамического проектирования интегральной компоновки планера и силовой установки ЛА; аэродинамической компоновки ЛА при заданной геометрии аппаратных блоков. Разработан расчетно-оптимизационный метод механики жидкости, газа и плазмы для аэродинамического проектирования высокоскоростных летательных аппаратов, совершающих полет в атмосфере под действием подъемной силы.

4. Замечания

1. Полученный автором конечный результат представлен им весьма скромно. Понятно, что тело, претендующее на оптимальность, будет относительно тонким, понятно, что оно будет иметь гладко обтекаемую форму (если не рассматривать сложные конструкции наподобие биплана Бузе-мана), но то, что процесс оптимизации тел различной первоначально формы приводит к одной и той же конечной картине, впечатляет весьма.

2. Использованный автором метод расчета оптимальных параметров исключает в принципе качественно иные формы тел и процессы резкой перестройки картины обтекания аппарата (гарантии, что эти пути не плодотворны, конечно же, нет), но это уже задачи качественно иного рода.

3. Можно высказать ряд мелких замечаний. Местами страдает стиль изложения (наибольшие значения максимального качества, полет с использованием подъемной силы, анализ влияния математической модели, математические средства механики жидкости, решающее значение в развитии сверхзвуковой авиации имела аэродинамика и т.д.)

4. Автором употребляется термин корреляция и понимается под этим соответствие, не являющееся линейным, в то время как в математике корреляция характеризует именно линейность соответствия.

Высказанные замечания, по нашему мнению, ни в какой степени не снижают общего научного значения полученных автором результатов, которые представляют собой несомненную научную ценность, их следует рекомендовать к использованию в совершенствовании научной базы конструирования новых экономичных высокоскоростных летательных аппаратов.

5. Общая оценка работы

Автором проделана большая теоретико-аналитическая и расчетно-числовая работа. Это не труд начинающего исследователя, претендующего на первую ученую степень, а работа вполне сложившегося ученого-коллеги. Результаты работы имеют как научное, так и прикладное значение. Выводы обоснованы. Основное содержание диссертации опубликовано в необходимом числе журналов из списка ВАК. Автореферат в достаточной мере отражает содержание диссертационной работы и ее основные результаты.

6. Заключение

Диссертационная работа Д.М. Фофонова «Разработка расчетно-оптимизационных методов механики жидкости, газа и плазмы для аэродинамического проектирования высокоскоростных летательных аппаратов» 1.1.9 – Механика жидкости, газа и плазмы, а ее автор Фофонов Даниил Михайлович достоин присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9 – механика жидкости, газа и плазмы.

ведущий научный сотрудник НИИ механики МГУ, к.ф.-м.н.

119121, Москва, Мичуринский просп., д. 1, НИИ механики МГУ имени М.В. Ломоносова

18.08.2023

Богданов Андрей Николаевич

(495) 9395977

bogdanov@imec.msu.ru

Подпись удостоверяю

Ученый секретарь Ученого Совета НИИ механики МГУ

Разамцева Марина Юрьевна

Нач. отдела кадров
НИИ механики МГУ

Подпись заверяю

