

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы

Фофонова Даниила Михайловича

**«Разработка расчетно-оптимизационных методов механики жидкости,
газа и плазмы для аэродинамического проектирования
высокоскоростных летательных аппаратов»**

по специальности 1.1.9 «Механика жидкости, газа и плазмы»

на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук

Важное значение как в фундаментальной газовой динамике, так и при решении конкретных задач сверхзвуковой аэродинамики имеют задачи оптимизации: оптимального профилирования крыльев, головных частей, внешних обводов корпуса и пр. Однако число вариационных задач газовой динамики, которые имеют точное аналитическое решение, даже в приближении идеального газа, невелико. Поэтому основное внимание при решении вариационных задач оптимизации уделяется построению и исследованию различных приближенных локальных моделей взаимодействия газового потока с обтекаемой поверхностью. В настоящий момент список имеющихся решений о возможных формах двумерных и пространственных оптимальных тел не позволяет систематизировать, формализовать процесс построения оптимальной аэродинамической компоновки с учётом ряда конкретных конструктивных параметров летательного аппарата: потребный объём, форма в плане, наличие воздухозаборников, затупленные передние кромки и др. Такая систематизация, формализация возможна лишь при использовании прямых вариационных методов. Выбор численного метода оптимизации определяется предполагаемой формой оптимизируемых объектов, поверхность которых может задаваться функциями, не отвечающими требованиям непрерывной дифференцируемости. Задача построения оптимальной пространственной формы летательного аппарата как важная часть процесса выбора его аэродинамической компоновки является актуальной и требующей своего

исследования и решения.

В диссертации Фофонова задача оптимизации формы летательного аппарата решается на основе локальных методов сверхзвукового обтекания и численного метода локальных вариаций. Целью работы является разработка расчетно-оптимизационных методов механики жидкости, газа и плазмы для аэродинамического проектирования высокоскоростных летательных аппаратов, совершающих полет в атмосфере с использованием подъемной силы, разработка соответствующих программных кодов (комплексов) для цифровизации процесса аэродинамического проектирования с использованием разработанных методов, а также расчетно-теоретическое исследование оптимальных аэродинамических конфигураций высокоскоростных ЛА.

В работе представлены разработанные автором алгоритмы оптимизации формы тела для достижения максимального аэродинамического качества либо минимального коэффициента сопротивления при задании числа Маха, коэффициента трения, угла атаки и различного рода объемных и геометрических ограничений на его форму. Разработан уточненный метод касательного клина, конкретизирован алгоритм метода локальных вариаций для решения аэродинамических задач. Созданный авторский программный код (комплекс), реализующий разработанные алгоритмы, позволяет проводить более эффективную разработку новых конфигураций высокоскоростных летательных аппаратов, а также их компоновок, выполняя аэродинамическое проектирование высокоскоростных летательных аппаратов в широком диапазоне изменения чисел Маха, Рейнольдса, а также углов атаки, при заданной форме в плане с учетом различных конструктивных требований. К таким требованиям могут относиться габаритные размеры силовой установки, полезной нагрузки, объем фюзеляжа, крыла и пр., радиус затупления носка и передних кромок крыла и др.

Достоверность результатов диссертации подтверждается физической обоснованностью постановок задач и строгим аналитическим характером их рассмотрения с применением современных теоретических концепций и

математических средств механики жидкости, газа и плазмы, сравнением собственных численных результатов с расчетами других авторов, а также соответствием численных и аналитических решений. Автореферат написан грамотно, четко, дано исчерпывающее введение в задачу и изложение полученных результатов. Иллюстративный материал является важной компонентой работы, способствующей оптимизации ее восприятия. Работа прошла апробацию на представительных форумах, ее результаты хорошо опубликованы.

Пожалуй, основным замечанием к работе является то, что описание сравнения полученных автором результатов с известными методами оптимизации дано только в рамках решения задачи о поиске формы волнолета и аналитического решения задачи для тонкого крыла. Данное замечание не снижает общей положительной оценки работы.

Автореферат в достаточной мере дает представление о диссертационной работе и позволяет говорить об ее актуальности, научной новизне, практической значимости и соответствии требованиям ВАК. Это дает основание считать, что автор диссертации Фофонов Даниил Михайлович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9 «Механика жидкости, газа и плазмы».

Заведующий лабораторией биомеханики
и многомасштабной механики сложных сред
Д.ф.-м.н.



А. П. Чупахин

07.09.23

ФГБУН Институт гидродинамики им. М.А.Лаврентьева СО РАН

630090,Новосибирск,пр.ак. Лаврентьева,15

chupakhin@hydro.nsc.ru

+7(383)333-19-64

Подпись А. П. Чупахина заверяю:



секретарь ИГиЛ СО РАН
А. К. Хе
07.09.2023 г.