

ОПТИМАЛЬНАЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКАЯ ФОРМА ТЕЛА С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ТЕПЛООБМЕНА

М.А. Аргучинцева

Иркутский государственный университет, Иркутск
e-mail: marguch@math.isu.ru

Оптимальное аэродинамическое проектирование космических аппаратов является одним из интересных и перспективных направлений применения методов оптимального управления. Известно, что форма аппарата сильно влияет на его аэродинамические и тепловые характеристики. Так, одним из эффективных методов решения задач минимизации аэродинамического сопротивления и тепловых потоков к поверхности аппарата является выбор оптимальной формы тела.

В дополнение к улучшению традиционных конфигураций (осесимметричных тел и плоских крыльев) в настоящее время ведется поиск новых форм тел с оптимальными теплофизическими и аэродинамическими характеристиками. Известно, что тела с круговыми поперечными сечениями не являются оптимальными с точки зрения минимизации сопротивления. В частности, в работе [1] было показано, что сопротивление звездообразных тел меньше, чем у тел вращения. Отметим, что подобные результаты имеют место в оптимальных конструкциях трехмерных тел с минимальным нагревом поверхности. В работе [2] были исследованы задачи минимизации суммарных радиационных тепловых потоков трехмерных тел вдоль траектории полета в атмосфере.

Обзор научной литературы [2] показал, что, несмотря на широкий круг исследований задач оптимизации в гиперзвуковой аэродинамике, многие вопросы, связанные с совместным влиянием тепловых потоков и сопротивления на форму трехмерного тела с некруговым поперечным сечением плохо изучены.

Эта статья представляет исследование новой многокритериальной задачи минимизации сопротивления и тепловых потоков к поверхности трехмерных тел. В классе тонких тел, обладающих гомотетией, исходная задача может быть сведена к задаче поиска оптимальных поперечных контуров тел. С математической точки зрения эта проблема является изопериметрической вариационной задачей с двумя целевыми функционалами. Метод "идеальной точки" применялся для решения поставленной оптимизационной задачи.

Исследование проблемы оптимального поперечного контура показало, что существует класс решений, состоящих из n одинаковых циклов. Отличительной особенностью предлагаемого подхода является то, что процедура минимизации включает в себя не только поиск каждого цикла экстремали, но и количество этих циклов. Это приводит к дополнительному условию на число циклов. Совместное интегрирование уравнения Эйлера-Лагранжа и упомянутого выше условия позволило получить три класса аналитических решений.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Theory of optimum aerodynamics shapes.* — Academic Press, New York - London, 1965.
2. Arguchintseva M.A. *Shape optimization problems of 3-dimensional bodies with minimal surface heat.* — Proceedings of the 15th IFAC World Congress, Barcelona, 2002, 2511, pp.1-6.