

АЭРОУПРУГИЕ КОЛЕБАНИЯ ОРТОТРОПНОЙ ПРЯМОУГОЛЬНОЙ ПЛАСТИНКИ СО СМЕШАННЫМИ ГРАНИЧНЫМИ УСЛОВИЯМИ

И.А. Селиванов^{1}, Д.В. Георгиевский¹, С.Д. Алгазин³*

¹Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва,

²Институт проблем механики имени А. Ю. Ишлинского РАН, Москва.

*email: shertors@gmail.com

В работе рассматривается постановка задачи панельного флаттера А. А. Ильюшина И. А. Кийко, основанная на теории тонких пластинок Кирхгофа, поршневой теории Ильюшина для давления аэродинамического воздействия потока с колеблющейся пластинкой и учитывающая произвольное направление вектора скорости набегающего потока в плоскости пластинки. Такая постановка сводится к несамосопряженной задаче на собственные значения, а внутри рассматриваемой области решение гладкое исходя из традиционной теории дифференциальных уравнений. При этом, разностные методы, применяемые для численного решения задач и дающие для самосопряженных операторов степенное убывание погрешности с уменьшением шага сетки, для несамосопряженных операторов теряют свое основное преимущество — квадратичная зависимость в оценке собственных значений нарушается. Поэтому для рассматриваемой задачи целесообразно разработать численный алгоритм без насыщения (по К. И. Бабенко), для которого а priori не требовалось бы знать гладкость задачи, потому что такой метод автоматически под нее подстраивается и имеет экспоненциальное убывание погрешности на аналитических решениях. Решение задачи строится на неравномерной сетке, узлы которой сгущаются к особенностям в углах области. Такой алгоритм позволяет получать решение на редкой сетке с высокой точностью и скоростью.

Целью работы является решение задач о флаттере прямоугольных пластинок в постановках, позволяющих учитывать произвольное направление вектора скорости набегающего потока в плоскости пластинки, при помощи численного алгоритма без насыщения, и параметрическое исследование критической скорости флаттера при изменении направления вектора скорости потока от параметров соотношения сторон пластинки и жесткостей пластинки вдоль направлений. В работе получены решения следующих задач о флаттере прямоугольных пластинок: колебания изотропной защемленной пластинки, колебания изотропной и ортотропной пластинок со смешанными граничными условиями и проведены вычислительные эксперименты. Представленные решения задач дают возможность проводить расчеты, результаты которых позволяют оценить возможность возникновения неустойчивых колебаний в рассматриваемой системе, а также их влияние на прочность и управляемость летательных аппаратов и других конструкций, в которых применяются пластинки. В результате многопараметрического анализа получены зависимости критической скорости флаттера от различных параметров задачи: направления вектора скорости потока, размеров пластинки и жесткостей ортотропной пластинки. Данные результаты могут найти эффективное применение в научно-исследовательских организациях и конструкторских бюро, специализирующихся на проектировании и расчетах конструкций летательных аппаратов. Достоверность полученных результатов подтверждается корректностью используемых методов исследования, согласованностью решений тестовых задач с решениями других исследователей и экспериментальными данными.