

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

доктора физико-математических наук, старшего научного сотрудника

Алгазина Сергея Дмитриевича

на диссертационную работу Селиванова Ивана Алексеевича «Аэроупругие колебания ортотропной прямоугольной пластинки со смешанными граничными условиями»,

представленную

на соискание степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.8 Механика деформируемого твердого тела

Диссертационная работа Селиванова Ивана Алексеевича посвящена решению ряда задач об аэроупругих колебаниях прямоугольных пластин. Такие колебания могут приводить к возникновению флаттера и, как следствие, разрушению пластинок. Определение критической скорости набегающего потока газа, при котором возникает флаттер особенно необходимо при проектировании летательных аппаратов и других конструкций, где могут применяться пластинки. Условия закрепления и соответствующие им граничные условия таких пластин могут быть различными, включая граничные условия смешанного типа. До настоящего времени зачастую использовались постановки задач панельного флаттера, не позволяющие учитывать ортотропию материала пластинки, а также направление вектора потока в плоскости пластинки, а его направление фиксировалось вдоль одной из сторон, так же зачастую не учитывалась и ортотропия пластинки. Кроме того, решение задачи для определенных типов граничных условий является слабо изученной проблемой. В работе Селиванова И. А. предлагается к рассмотрению задача о флаттере ортотропной пластинки со смешанными граничными условиями в постановке, позволяющей учитывать направление набегающего потока газа. В связи с тем, что рассматриваемая в работе постановка задачи сводится к несамосопряженной задаче на собственные значения для эллиптического уравнения в частных

производных, представляется целесообразным разработать численный алгоритм без насыщения, который позволил бы учесть потенциальную гладкость решения и получать достоверные результаты на сетке с малым числом узлов с высокой точностью и скоростью вычислений. Работа Селиванова И. А. представляет решение такой задачи при помощи численного алгоритма без насыщения, идеи которого принадлежат чл. корр. АН СССР Бабенко Константину Ивановичу.

В диссертации рассматривается постановка задачи 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 направление вектора скорости набегающего потока в плоскости пластинки. Постановка задачи сводится к несамосопряженной задаче на собственные значения. Внутри рассматриваемой области решение гладкое исходя из традиционной теории дифференциальных уравнений. В работе рассматриваются изотропные и ортотропные пластинки с граничными условиями защемления и граничными условиями смешанного типа, когда два противоположных края шарнирно оперты, а два других защемлены.

Для решения рассматриваемых задач Селивановым И. А. разработан численный алгоритм, не имеющий насыщения, для которого а priori не требуется знать гладкость решения задачи, так как такой метод автоматически под неё подстраивается. Решение задачи строится на неравномерной сетке по узлам, расположенным в нулях, получаемых из нулей многочленов Чебышева линейным преобразованием. Разработанный алгоритм был реализован Селивановым И. А. на языках программирования Fortran и Python в виде программного комплекса, позволяющего для заданных параметров задачи рассчитывать критическую скорость флаттера и строить собственные формы потери динамической устойчивости.

В диссертации проведена проверка сходимости решения на различных сетках, а также показывается согласованность численных решений тестовых задач с решениями других исследователей. Показано, что критическая скорость флаттера, определяемая по представленному алгоритму близка к значениям,

получаемым другими авторами при помощи различных алгоритмов. Также показано, что основные выводы, получаемые при решении таких, задач не противоречат результатам других авторов.

Представленный алгоритм позволил провести параметрическое исследование зависимости критической скорости флаттера при изменении направления вектора потока от различных параметров задачи. Проведенное исследование позволило выявить новые характерные зависимости, которые могут найти эффективное применение при проектировании летательных аппаратов.

Результаты, представленные в диссертации, имеют как теоретическую, так и практическую значимость. Они дают представление потенциальному читателю, как применение численных методов без насыщения может повлиять на эффективность решения задач панельного флаттера, и какое влияние может оказать направление вектора потока и граничные условия на критическую скорость флаттера. С их помощью читатель может оценить влияние размеров и характеристик материала пластинок, а также условий закрепления, на колебание пластинок в потоке газа и оценить возможность возникновения панельного флаттера. Построенный программный комплекс может быть развит в комплекс по решению задач о колебаниях пластинок различной формы и условий закрепления.

Основные научные результаты диссертации получены автором лично, являются новыми и соответствуют мировому уровню, положения и выводы диссертационного исследования в полной мере изложены в 7 печатных работах, 3 из которых индексируются в Web of Science, Scopus, RSCI. Результаты работы были представлены на 2 международных конференциях. Полученные результаты обсуждались на ежегодных аспирантских и научно-исследовательских семинарах имени А. А. Ильюшина кафедры теории упругости механико-математического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова под руководством д.ф.-м.н., проф., проф. РАН Д. В. Георгиевского (2018 – 2022 гг.).

Диссертационная работа «Аэроупругие колебания ортотропной прямоугольной пластинки со смешанными граничными условиями» Селиванова Ивана Алексеевича может быть рекомендована к защите на соискание ученой

степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.8 — «Механика деформируемого твердого тела».

Я, Алгазин Сергей Дмитриевич, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Научный руководитель

доктор физико-математических наук,

ведущий научный сотрудник

лаборатории механики и оптимизации конструкций

Института проблем механики

имени А.Ю. Ишлинского РАН

(119526, Москва, проспект Вернадского,

д. 101, к.1 тел.: +7(495) 434-81-64,

algazinsd@mail.ru)

С. Д. Алгазин

Подпись С. Д. Алгазина за

Ученый секретарь

Кандидат

Котов