

ФЛАТТЕР СЛОИСТОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ, ПОДКРЕПЛЕННОЙ КОЛЬЦЕВЫМИ РЕБРАМИ

Волков Е. Н., Недбай А. Я.

ОАО «Корпорация «Московский институт теплотехники», г. Москва, Россия

В настоящее время при изучении проблемы панельного флаттера тонкостенных конструкций исследователи практикуют два подхода. Первый подход характерен для конструкций, обтекаемых потоком газа со скоростями меньше 1,5 Маха, и обусловлен использованием в задачах полных уравнений аэродинамики. Второй подход характерен для конструкций, обтекаемых сверхзвуковым потоком газа, и для описания его воздействия используется закон плоских сечений. Кроме того, при втором подходе в зависимости от этапа проектирования, сложности конструкции, наличия исходных данных и необходимой точности расчета условно применяются три вида расчетных моделей.

По первой модели в исходных уравнениях пренебрегают всеми видами демпфирования. В уравнениях второй модели учитывают только аэродинамическое демпфирование. Наконец, в уравнениях третьей модели учитывают аэродинамическое и конструкционное демпфирование. Далее остановимся на двух последних моделях, которые наиболее полно отражают процесс взаимодействия конструкции с газовым потоком.

Вопросы взаимодействия гладких цилиндрических оболочек со сверхзвуковым потоком газа в настоящее время изучены достаточно широко. Однако проблема поведения оболочек, подкрепленных ребрами жесткости, оказалась практически незатронутой.

Рассмотрена шарнирно опертая ортотропная слоистая цилиндрическая оболочка, подкрепленная изнутри кольцевыми ребрами, обтекаемая сверхзвуковым потоком. По торцам оболочка нагружена осевыми сжимающими силами. Между оболочкой и ребрами учитываются только радиальные составляющие контактного взаимодействия. Тангенциальной и осевой составляющими инерционных сил оболочки, а также взаимным влиянием инерционных сил ребер пренебрегаем. Конструкционное демпфирование в оболочке не учитывается.

В работе решаются уравнения движения оболочки, записанные в функциях перемещения.

В результате решения уравнений получено выражение, позволяющее определить критическую скорость потока в зависимости от конструктивных параметров оболочки.

В качестве примера рассмотрена оболочка, подкрепленная одинаковыми прямоугольными ребрами и нагруженная осевой сжимающей силой. Количество ребер и их высота H варьировались.

Для рассматриваемого примера получена зависимость критического числа Маха от высоты ребер для оболочки, нагруженной, в том числе осевой сжимающей силой

Из рассмотренного примера следует, что:

– наличие ребер сильно влияет на критическую скорость обтекания: увеличение высоты ребра в 2 раза увеличивает критическое число Маха в 2 раза;

– для оболочки с одним ребром при действии сжимающей силы увеличение приведенной высоты ребра после определенного значения не приводит к увеличению критического числа Маха: для трех ребер указанный эффект отсутствует.