

Численное исследование аэродинамического демпфирования изгибных колебаний консольно закрепленных пластин с разной формой торцов

Афанасьева Вероника Ильинична

Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия

E-mail: afanaseva.v.93@mail.ru

Один из современных подходов для измерения демпфирующих свойств материалов состоит в исследовании затухающих изгибных колебаний консольно закрепленных балок [1]. При этом важно уметь выделять аэродинамическую составляющую демпфирования, связанную с взаимодействием тест-образцов с окружающей средой [1,2].

В общем случае задача учета действующих на консольно-закрепленную балку аэродинамических сил является сложной трехмерной проблемой. Однако, в случаях когда длина балки существенно превышает ее ширину и толщину трехмерными явлениями можно пренебречь, определяя аэродинамические силы в каждом сечении балки путем изучения плоского движения газа, вызванного гармоническими осцилляциями тонкой жесткой пластины. Таким образом, можно получить связь (см. [2]) между аэродинамическим сопротивлением плоской пластины C и аэродинамической компонентой логарифмического декремента колебания (ЛДК) консольно закрепленной балки.

Теоретически обоснованные оценки аэродинамического сопротивления C плоской пластины, покрывающие весь диапазон геометрических и частотных параметров, имеются лишь для диапазона малых амплитуд колебания. В области больших и умеренных амплитуд известны лишь некоторые данные численных и лабораторных экспериментов [2-4], суммарно дающие разрозненные оценки C , варьирующиеся до 30%, что не позволяет использовать их для определения ЛДК. Для получения более точных системных оценок аэродинамического сопротивления пластин в области характерной для исследования тест-образцов в настоящей работе было проведено прямое численное моделирование.

Особое внимание уделялось изучению влияния формы торца тонкой пластины на изменение C . Были проведены серии расчетов для пластин с прямоугольными, усеченными и скругленными торцами, получены аппроксимированные зависимости. В результате моделирования было установлено, что различие в коэффициенте сопротивления между прямоугольной пластиной и пластинами с усеченными и скругленными торцами может составлять до 15%, что значительно больше по сравнению с влиянием других факторов: изменением относительной толщины тонкой пластины (до 4-5%), частоты колебаний (до 5%). Полученные выводы позволяют объяснить отличия результатов экспериментальных данных [3,4] долгое время считавшиеся парадоксальными.

Источники и литература

- 1) Гюнал И., Егоров А.Г., Паймушин В.Н., Фирсов В.А. Теоретико-экспериментальный метод определения параметров демпфирования на основе исследования затухающих изгибных колебаний тест-образцов. 1. Экспериментальные основы // Механика композит. материалов. 2014. Т. 50, № 2. С. 185 –198.
- 2) Егоров А.Г., Камалутдинов А.М., Нуриев А.Н., Паймушин В.Н. Теоретико-экспериментальный метод определения параметров демпфирования на основе исследования затухающих изгибных колебаний тест-образцов. 2. Аэродинамическая составляющая демпфирования // Механика композит. материалов. 2014. Т. 50, № 3. С. 379 –396.

- 3) Keulegan G.H. Forces on Cylinders and Plates in an Oscillating / G.H. Keulegan, L.H. Carpenter // Journal of Research of National Bureau of Standards. -1958. - Vol 60.
- 4) Singh S. Forces on Bodies in Oscillatory Flow // PhD Thesis. University of London. 1979.

Слова благодарности

Выражаем благодарность руководителю.