

ПРИМЕРЫ ПРИЛОЖЕНИЯ ЗАДАЧ О СОБСТВЕННЫХ И ВЫНУЖДЕННЫХ УСТАНОВИВШИХСЯ КОЛЕБАНИЯХ ДЛЯ ПОИСКА ПАРАМЕТРОВ ВНЕШНИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

Ошмарин Д.А.

¹Институт механики сплошных сред УрО РАН, Пермь

oshmarin@icmm.ru, mvp@icmm.ru

В данной работе рассматриваются приложения задач о собственных и о вынужденных установившихся колебаниях для оценки диссипативных свойств smart-систем на основе пьезоэлементов и электрических элементов и выбора параметров элементов электрических цепей, обеспечивающих максимальное демпфирование колебаний. В качестве объектов исследования выбраны консольно-защемленная упругая пластина и тонкостенная оболочка в форме полуцилиндра, жестко защемленная по торцам и свободно опертая по образующим. В качестве вариантов внешних электрических цепей рассмотрены наиболее распространенные схемы: резистивная цепь, состоящая из одного резистивного элемента, и резонансная электрическая цепь, состоящая из последовательно или параллельно соединенных резистивного и индуктивного элементов.

Приведены результаты численных исследований, позволяющие сравнить показатели демпфирования при значениях параметров цепей, найденных на основе известных передаточных функций и на основе предлагаемых авторами алгоритмов решения задач о собственных и вынужденных установившихся колебаниях рассматриваемых smart-систем для варианта последовательной резонансной RL -цепи. Для сравнения выбрана передаточная функция, представленная в работе [1], так как она наиболее часто встречается в различных приложениях. Для пластинки и оболочки рассчитаны значения сопротивлений и индуктивностей основе передаточных функций, представленных в [1], а также на основе выполнения условия, при котором мнимая часть комплексной собственной частоты достигает максимальное значение и условия, при котором достигается минимум амплитуды при вынужденных установившихся колебаниях.

Полученные результаты показали, что параметры электрических цепей, найденные на основе решения задачи о собственных колебаниях, обеспечивают более высокие показатели демпфирования, чем параметры цепей, найденные на основе известных передаточных функций. Для рассмотренных примеров также получены амплитудно-частотные характеристики (АЧХ) при четырех различных вариантах значений параметров последовательной RL -цепи. В первом варианте параметры найдены из условия минимума амплитуды при вынужденных установившихся колебаниях; во втором – из условия максимума мнимой части комплексной собственной частоты колебаний; в третьем варианте параметры определялись на основе передаточной функции, которая, по сравнению с другими, обеспечивает максимальное демпфирование при свободных колебаниях; в четвертом – на основе передаточной функции, обеспечивающей наилучшее демпфирование при вынужденных колебаниях. Показано, что известные передаточные функции обеспечивают достаточно близкие результаты, но, как правило, только на одной из резонансных частот.

Литература

[1] Hagood, N. W. Damping of structural vibrations with piezoelectric materials and passive electrical networks. / N. W. Hagood, A. von Flotow // Journal of Sound and Vibration. – 1991. – Vol.146. – No.2. – P.243–268.