

Булкин В.В.

Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» 602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23

Лабораторный стенд для исследования вибраций пластинчатых конструкций

Подготовка специалистов в области техносферной безопасности предусматривает изучение как источников опасности, так и средств защиты от опасных факторов. Одним из таких факторов, оказывающих отрицательное воздействие как на человека, так и на технические объекты, является вибрация. Изучение особенностей поведения систем в условиях вибровоздействий, а также методов защиты от вибраций или снижение активности этого воздействия осуществляется в рамках дисциплины «Акустическая безопасность».

В докладе рассматривается конструкция вибростенда, обеспечивающего изучение особенностей поведения пластинчатых элементов при вибрациях и влияние способа закрепления пластин на частоту собственных колебаний и параметры виброскорости.

При анализе поведения системы и выборе способа защиты прежде всего определяют частоту собственных колебаний ω_c . В самом общем виде ω_c зависит от степени жесткости k и массы системы m

$$\omega_c = \sqrt{\frac{k}{m}}. \quad (1)$$

Коэффициент жёсткости k определяется как сила, необходимая для создания единичного удлинения, и зависит от вида деформации. Так, например, для случая растяжения он связан с произведением ES , а для случая изгиба – с EI (E - модуль упругости материала элемента; S - площадь поперечного сечения; I - момент инерции площади поперечного сечения).

Изменяя вариант закрепления, можно обеспечить уменьшение или увеличение жесткости системы и, следовательно, частоты и виброскорости колебаний.

В целом можно указать три вида закрепления, к которым могут быть сведены все возможные реальные варианты: свободный незакрепленный конец, свободное (шарнирное) опирание и жесткое защемление. Различное их сочетание обеспечивает более 30 различных вариантов [1].

Частота собственных колебаний пластины может определяться по формуле Рэлея, которая из (1) приводится к виду

$$f_c = 0,159 \left(\frac{\alpha_k}{a^2} \right) \sqrt{\frac{D}{m_p}}, \quad (2)$$

где α_k - коэффициент, зависящий от условий закрепления [1]; m_p - распределённая по площади масса

$$m_p = P/abg, \quad (3)$$

где P - вес пластины; g - ускорение свободного падения; D - цилиндрическая жёсткость пластины

$$D = \frac{Eh^3}{12(1-\varepsilon^2)} \approx 0,09Eh^3, \quad (4)$$

ε - коэффициент Пуассона для выбранного материала; h – толщина пластины.

Лабораторная установка собрана по схеме, приведенной на рис.1.

Изменение частоты колебаний пластины 1 осуществляется генератором 2, сигнал с которого поступает на вибратор 3, закрепленный на раме 4. Одновременно благодаря колебаниям пластины 1 наводятся ЭДС в вибродатчике 5, сигнал с которого поступает на

виброметр 6. Различные варианты закрепления пластины получаются за счет опорных узлов 7, расположенных в верхней части рамы 4 с каждой из четырёх сторон пластины 1.

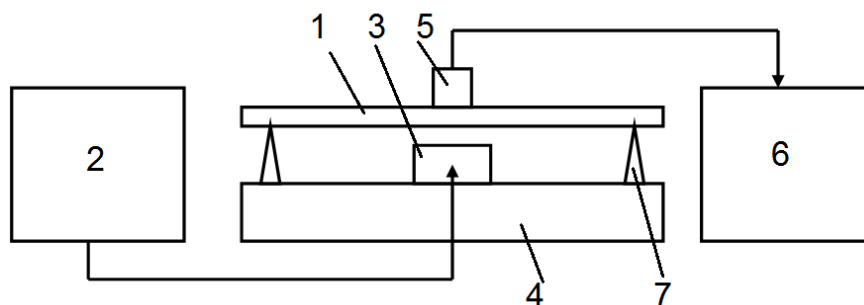


Рис. 1 – Схема лабораторного стенда

Конкретная конструкция опорных узлов показана на рис. 2. Каждый узел состоит из двух поворотных пластин 7, шпильки 8 и гайки 9. Шпилька 8 жёстко зафиксирована в основании 10.

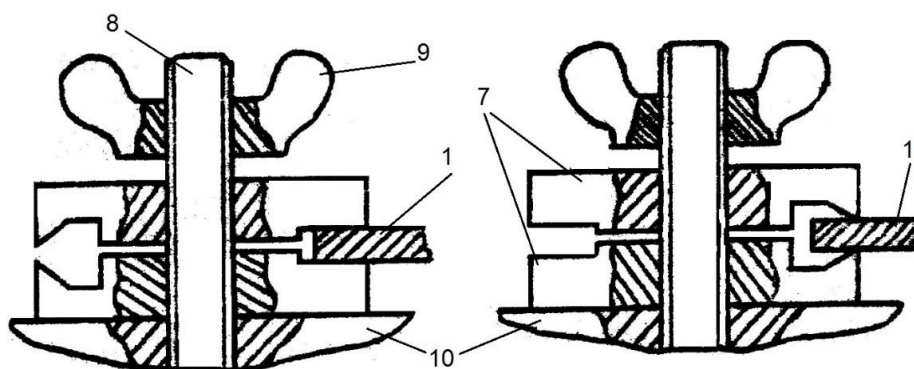


Рис. 2 – Конструкция опорных узлов

При повороте пластин 7 на 180° меняются условия закрепления. Например, при закреплении по рис. 2.а - имеем жёсткое защемление, а при закреплении по рис. 2,б - вариант, соответствующий шарнирному (свободному) опиранию.

При отсутствии закрепления по какой-либо из сторон пластины опоры на раму (по этой стороне пластины) не устанавливаются.

Контроль виброскорости и биброускорения на различных частотах осуществляется виброметром ВШВ-003. Значение резонансной частоты собственных колебаний рассчитывается по формулам (2) – (4) с учётом варианта закрепления.

Лабораторный стенд используется в учебном процессе в рамках дисциплины «Акустическая безопасность».

Литература

1. Конструкторские расчёты элементов РЭС в условиях механических и акустических воздействий: Учеб. пособие / В.В. Булкин, В.Е. Беляев, В.Н. Сергеев; Под ред. В.В. Булкина. – Муром: Изд.-полигр. Центр МИ ВлГУ, 2001. – 132с.