МАТЕМАТИЧЕКАЯ МОДЕЛЬ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ВИБРОСТЕНДА

Власенко Е. А., Филиппенко И.О.
Научные руководители:
д.т.н , проф. Дзюндзюк Б. В., ст. пр. Мамонтов А. В.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, пр. Ленина, 14, каф. Охраны труда, тел. (057)702-13-60)
E-mail: op@kture.kharkov. ua

Mathematical imitation of vibration in sistem «Man-Machine-Enviroment».

Обеспечение безопасных и безвредных условий труда является одним из наиболее важных составляющих государственной политики Украины. Эта политика проводится по разным направлениям, к числу которых относится изучение охраны труда в учебных заведениях и мероприятия по устранению вредных и опасных факторов (ОВПФ) в конкретных производственных условиях.

Внедрение новых технологий по изучению природы возникновения и распространения вибрации, способов и средств защиты от нее является составной частью учебного процесса по охране труда (ОТ) в ХНУРЭ.

В настоящее время на кафедре ОТ ведется разработка многофункционального вибрационного стенда, который позволит изучать условия возникновения и распространения вибрации в системе «Человек-Машина-Среда» (Ч-М-С), способы защиты от вибрации, а также выполнять вибрационную диагностику неуравновешенных роторов с целью их балансировки.

Данный стенд является физической моделью колебательной системы «Ч-М-С», см. рис.1 и рис. 2.

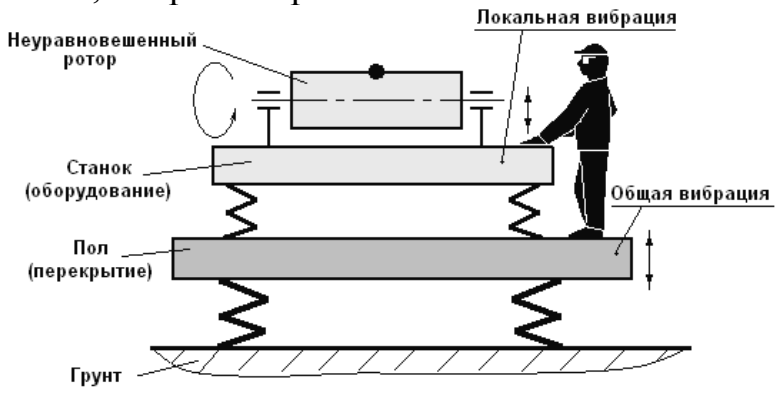

Рис. 1 - Эскиз стенда

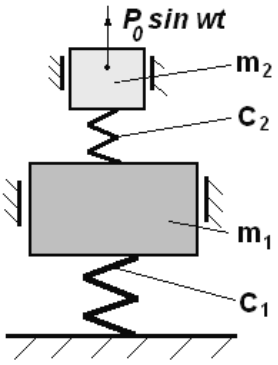

Рис. 2 - Вибрационная схема стенда

Для разработки данного вибростенда необходима математическая модель, которую можно составить с помощью уравнения Лагранжа 2-го рода. Число уравнений равно числу степеней свободы:

$$\begin{cases} -C_1 y_1 + C_2(y_2 - y_1) - m_1 g = m_1 \ddot{y}_1 \\ P_0 \sin wt - C_2(y_2 - y_1) - m_2 g = m_2 \ddot{y}_2 \end{cases}, \qquad (1)$$

где C_1 и C_2 - жесткости упругих элементов (амортизирующей прокладки, пола или перекрытия, соответственно); y_1 и y_2 - перемещения масс m_1 и m_2, соответственно; P_0 - амплитуда гармонически изменяющейся силы; w - частота; g - ускорение свободного падения.

Перемещения обеих масс являются гармоническими функциями. Решая систему уравнений (1), получим амплитудные значения перемещений:

$$\begin{cases} a_1 = \dfrac{P_0 C_1}{\left(C_1 + C_2 - m_2 w^2\right)\left(C_1 - m_1 w^2\right) - C_1^2} \\ a_2 = \dfrac{P_0\left(C_1 - m_1 w^2\right)}{\left(C_1 + C_2 - m_2 w^2\right)\left(C_1 - m_1 w^2\right) - C_1^2} \end{cases}. \qquad (2)$$

На рис. 3 показаны графики амплитуд колебаний масс m_1 и m_2 (общей и локальной вибрации, соответственно), полученные в среде Mathcad. Данная математическая модель не учитывает трения в системе. Однако на графике четко видны характерные резонансы, число которых равно числу степеней свободы. Видны также характерные до- и зарезонансные области, что позволяет считать модель адекватной.

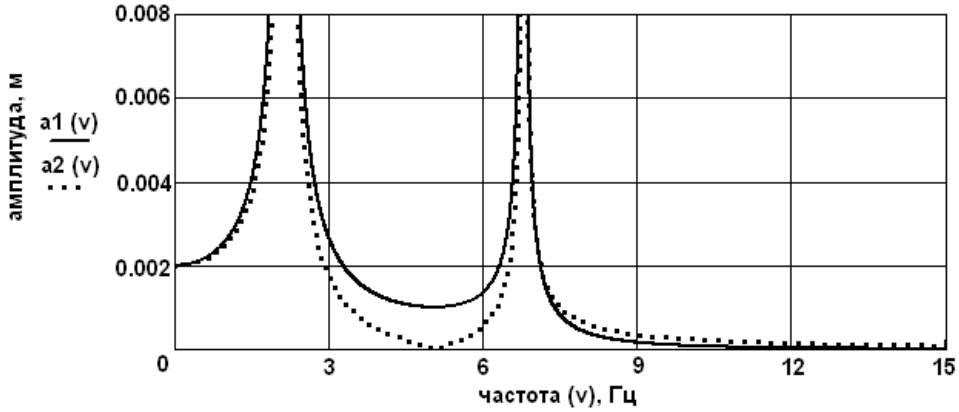

Рис.3 - Графики амплитуд общей и локальной вибрации

Данная модель существенно упростит разработку технической документации и изготовление опытного образца вибростенда. Она также может быть использована в учебном процессе при изучении ОТ.

Список источников

[1] Пановко Я. Г. Введение в теорию механических колебаний. - М.: Наука, 1991. - 255 с.

[2] Суровцев Ю.А. Амортизация радиоэлектронной аппаратуры. - М.: Советское радио.1974. – 175 с.

[3] Половко А. М. и др. Mathcad для студента. – Санкт-Петербург. БХВ-Петербург, 2006. - 336 с.