

УДК 681.587.7, 628.517.4

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕМПФЕРА НА ОСНОВЕ МНОГОСЛОЙНОГО МАГНИТОРЕОЛОГИЧЕСКОГО ЭЛАСТОМЕРА

Базиненков А.М., Шагимуратова А.К., Макеев И.В., Бахарев В.А., Муханов В.В.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, Россия, ambazinenkov@bmstu.ru

Ключевые слова: вибрационная защита, виброизоляция, многослойный магнитоэологический эластомер, актуатор, деформация, перемещение, частотная характеристика, переходный процесс.

Магнитоэологические материалы способны обратимо изменять свои физические и механические свойства под действием внешнего магнитного поля, что позволяет не только использовать их в качестве активного элемента механизма перемещений, но и для виброизолятора. Магнитоэологические эластомеры (МРЭ) нашли широкое применение в различных демпфирующих, виброизоляционных устройствах и автомобилестроении.

Демпфер повышенной грузоподъемности на основе многослойного МРЭ (рис. 1) разработан в МГТУ им. Н.Э. Баумана и состоит из основания 4, крышки 6, корпуса 2, обмотки катушки индуктивности 1, каркаса катушки 7, многослойного МР композита (МРЭ) 5 и магнита 3. Многослойный МРЭ представляет собой чередующиеся слои дисков из МРЭ и стальных дисков из магнитомягкого материала, в частности стали 20. Применение многослойного МРЭ обеспечивает структуре необходимую жесткость, уменьшает потери магнитного потока, тем самым увеличивая его эффективность [1].

Демпфер может работать во всех трех режимах виброизоляции: пассивном, полуактивном и активном.

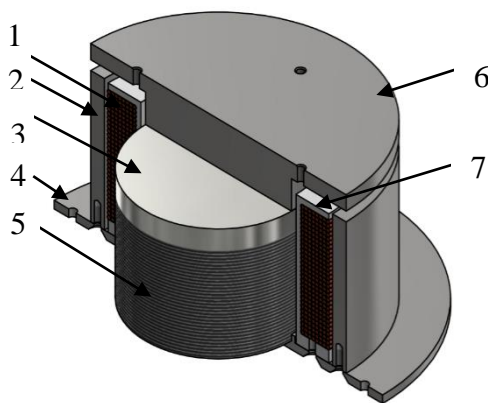


Рис. 1. Демпфер на основе многослойного МРЭ:

1 – катушка индуктивности; 2 – корпус; 3 – постоянный магнит; 4 – основание;
5 – МРЭ композит; 6 – крышка; 7 – каркас катушки

При работе демпфера на высоких токах (более 1,8 А) продолжительное время происходит, нагрев катушки и, соответственно, самого демпфера до температуры свыше 100 °С. Из-за этого есть риск перегрева катушки и выхода из строя устройства из-за отказа функционирования.

Для решения данной задачи было предложено добавить в конструкцию систему охлаждения, которая не будет иметь движущихся элементов, и не будет вызывать дополнительных вибраций.

Вновь разрабатываемый демпфер на основе многослойного МРЭ (рис. 2) состоит из нижнего фланца 2, корпуса 3, верхнего фланца 1, обмотки катушки 9, каркаса катушки 4, многослойного МР композита 5, магнита 6, восьми тепловых трубок 8 и радиатора 7.

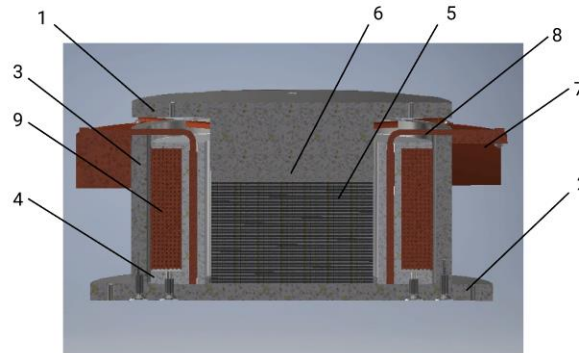


Рис. 2. Вновь разрабатываемый МР демпфер:

1 – верхний фланец; 2 – нижний фланец; 3 – корпус; 4 – каркас катушки; 5 – МРЭ композит;
6 – магнит; 7 – радиатор; 8 – тепловая трубка; 9 – катушка

Для активного режима работы демпфера необходимо минимальное время отклика системы для возможности работы на высоких частотах возмущающих воздействий. Параметры переходного процесса – совершаемое перемещение, перерегулирование и постоянная времени оказывают решающее влияние на быстродействие устройства.

Время переходного процесса демпфера при работе в активном режиме на управляющем напряжении 30 В составляет до 800 мс. Данный показатель не оптимален, что связано с дефектами при изготовлении многослойной структуры полимера и может быть существенно улучшен совершенствованием технологии изготовления структуры.

Не менее важным параметром для устройства виброизоляции является собственная резонансная частота и амплитудно-частотная характеристика. Ее значение будет определять диапазон эффективной работы демпфера.

Вибрационные испытания разработанной конструкции МР демпфера показали, что резонансная частота устройства составляет 150 Гц или 200 Гц в зависимости от его модификации, а КПАВ при резонансе варьируется от 4 до 14 единиц.

Список литературы

1. Bazinenkov, A.M. Estimation of the position error of the magnetorheological elastomers active vibration control platform for precision vacuum equipment / A.M. Bazinenkov, I.V. Makeev, A.P. Rotari, D.A. Ivanova // I OP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2018. – 387 (1), 012006. – DOI: 10.1088/1757-899X/387/1/012006.

Сведения об авторах

Базиненков Алексей Михайлович, к.т.н. без звания, доцент. Область научных интересов: системы точного позиционирования и активной виброизоляции на основе магнито- и электроуправляемых жидкостей и полимеров.

Шагимуратова Алина Константиновна, студент. Область научных интересов: системы точного позиционирования и активной виброизоляции на основе магнитореологического эластомера.

Макеев Иван Владимирович, магистр. Системы виброизоляции на основе магнитореологических эластомеров.

Бахарев Владимир Андреевич, бакалавр. Системы виброизоляции на основе магнитореологических эластомеров.

Муханов Владимир Владиславович, магистрант. Системы виброизоляции на основе магнитореологических эластомеров.

THIN-FILM ELECTRODEA OF DIELECTRIC ELASTOMERS ACTUATORS BASED FOR ACTIVE VIBRATION CONTROL SYSTEM

Bazinenkov A.M., Shagimuratova A.K., Makeev I.V., Bakharev V.A., Mukhanov V.V.
Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia, ambazinenkov@bmstu.ru

Keywords: vibration protection, vibration control, multilayer magnetorheological elastomer, actuator, deformation, positioning, frequency response, transient process.

A large number of external vibration disturbances affect a modern research and technological equipment. Present vibration control systems have low efficiency at low frequencies of disturbances and at shock impact.

Vibration control systems based on smart-materials have recently been actively used in industry. The most common active systems based on piezoelectric actuators. Systems based on magnetorheological elastomers (MRE) are being actively developed. MRE is a composite smart-material, which change its shape and rheological characteristics under the influence of an external magnetic field.

The paper presents the design of a damper based on a multilayer MRE. It has an high load capacity, up to 500 N. The damper is able to operate in all vibration control modes, depending on its control signal.

A transient processes of damper displacement with a step control signal and its vibration tests were carried out.