

УДК 543.271; 533.5.08; 62-567.7

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ МАГНИТОРЕОЛОГИЧЕСКОЙ ВИБРОИЗОЛИРУЮЩЕЙ ПЛАТФОРМЫ

Иван Владимирович Макеев

Студент 3 курса

кафедра «Электронные технологии в машиностроении»

Московский государственный технический университет им. Н.Э Баумана

Научный руководитель: А.М. Базиненков,

кандидат технических наук, доцент кафедры «Электронные технологии в машиностроении»

В настоящее время существует большой спектр производственного и лабораторного вакуумного оборудования, которое предъявляет высокие требования к параметрам окружающей среды. В частности, к уровню внешних вибрационных возмущений. В технологических процессах вибрации негативно сказываются на точности изготовления изделий или на точности метрологического оборудования [1].

Высокие требования предъявляются к установкам микролитографии, прецизионной металлообработки, оптоволоконным системам, сканирующей зондовой микроскопии (атомно-силовой и туннельной), электронной микроскопии. Например, в микролитографии минимальный размер элемента достиг 16 нм и внешние вибрации могут нарушить топологию поверхности. При анализе рельефа поверхности зондовым микроскопом, можно повредить сканирующую иглу, радиус кривизны ее конца составляет около 10 нм. Одним из методов защиты от вибрационных возмущений используется применение активных и полуактивных систем виброизоляции.

Широкое распространение получили системы активной виброизоляции на основе электромеханических исполнительных механизмов, пневматических, гидравлических и на основе «смарт-материалов» — пьезоэлектрические, магнитострикционные, на сплавах с памятью формы и пр. Одним из перспективных направлений систем виброизоляции на основе «смарт-материалов» являются системы на основе магнито-реологических и электро-реологических жидкостей и эластомеров [2]. Такие системы используют способность этих материалов под воздействием магнитного или электрического полей изменять свои реологические свойства, вязкость, упругость и пластичность [3].

В работе объектом исследования является виброизолирующая платформа [4] на основе магнито-реологических эластомеров и виброизолирующей системы с квазинулевой жесткостью [5]. Принцип действия платформы заключается в способности демпферов на основе эластомеров обеспечивать пассивную, полуактивную и активную виброизоляцию объекта за счет управляемого изменения жесткости и контролируемого перемещения эластомеров под действием магнитного поля. При этом уменьшается амплитуда колебаний объекта, передающихся на него из внешней среды. Платформа с объектом

установлена на четырех симметрично расположенных демпферах, управляемых катушками индуктивности, создающими магнитное поле.

Магнитореологические эластомеры, использованные в демпфирующих элементах, состоят из металлических частиц размером до 10 мкм, распределенных в силиконовой матрице [6]. При изготовлении эластомеров добиться равномерного распределения частиц в матрице достаточно сложно, потому получаемые образцы отличаются по магнитным и демпфирующим характеристикам. Такие различия влияют на работу виброизолирующей платформы и вносят погрешность в положение объекта.

Во время работы экспериментально был определен диапазон перемещения демпферов платформы при различных управляющих сигналах по вертикальной координате. А также была определена погрешность перемещения платформы и перекося ее в горизонтальной плоскости. По результатам обработки экспериментальных данных был подобран корректирующий сигнал для каждого демпфирующего элемента, таким образом, чтобы платформа сохраняла горизонтальное положение с заданным отклонением.

Литература

1. Механика и физика точных вакуумных механизмов / А.Т. Александрова, Н.С. Вагин, Н.В. Василенко и др.; под ред. Е.А. Деулина. В 2 т. М.: НПК «Интелвак»; Вакууммаш, 2002. Т. 2. 152 с.
2. Горбунов А.И., Михайлов В.П., Степанов Г.В., Борин Д.Ю., Андриянов А.А., Темнов Д.В., Семеренко Д.А. Исследование свойств и новое применение магнитных силиконовых композитов. Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана, 2008, № 1(70), С.90-107.
3. Шульман З.П. Кордонский В.И. Магнитореологический эффект. Минск: Наука и техника, 1982. – 184 с.
4. V. P. Mikhailov, A. M. Bazinenkov. A Vibration-Control Platform on the Basis of Magnetorheological Elastomers. Instruments and Experimental Techniques, 2016, Vol. 59, No. 1, pp. 131–135.
5. Виброзащитные системы с квазиулевым жесткостью / П.М. Алабужев, А.А. Гритчин, Л.И. Ким и др.; Под ред. К.М. Рагульскиса. – Л.: Машиностроение, 1986. – 96 с.
6. Степанов Г.В., Крамаренко Е.Ю., Перов Н.С., Семисалова А.С., Борин Д.Ю., Богданов В.В., Семеренко Д.А., Бахтияров А.В., Свиридова Л.Д., Стороженко П.А. Магнитоактивный полимер с магнитотвёрдым наполнителем // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика. 2013. № 4. С. 106-137.