

УДК 543.271; 533.5.08

СИСТЕМА АКТИВНОЙ ВИБРОИЗОЛЯЦИИ НА ОСНОВЕ МАГНИТОРЕОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛАСТОМЕРНЫХ ДЕМПФЕРОВ ДЛЯ НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Александр Сергеевич Селиваненко

Студент 4 курса,
кафедра «Электронные технологии в машиностроении»,
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Научный руководитель: В.П. Михайлов,
доктор технических наук, профессор кафедры «Электронные технологии в
машиностроении»,
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Производство микроэлектронной продукции связано с множеством проблем, одной из которых является воздействие вибраций на технологическое оборудование. Колебания высокой частоты успешно изолируются при помощи систем пассивной виброзащиты. Гораздо более опасными являются колебания с низкими частотами, для устранения которых и используются системы активной виброизоляции.

На кафедре «Электронные технологии в машиностроении» была разработана конструкция экспериментального стенда (рис. 1) с целью проведения испытаний демпфера для активной виброзащиты.

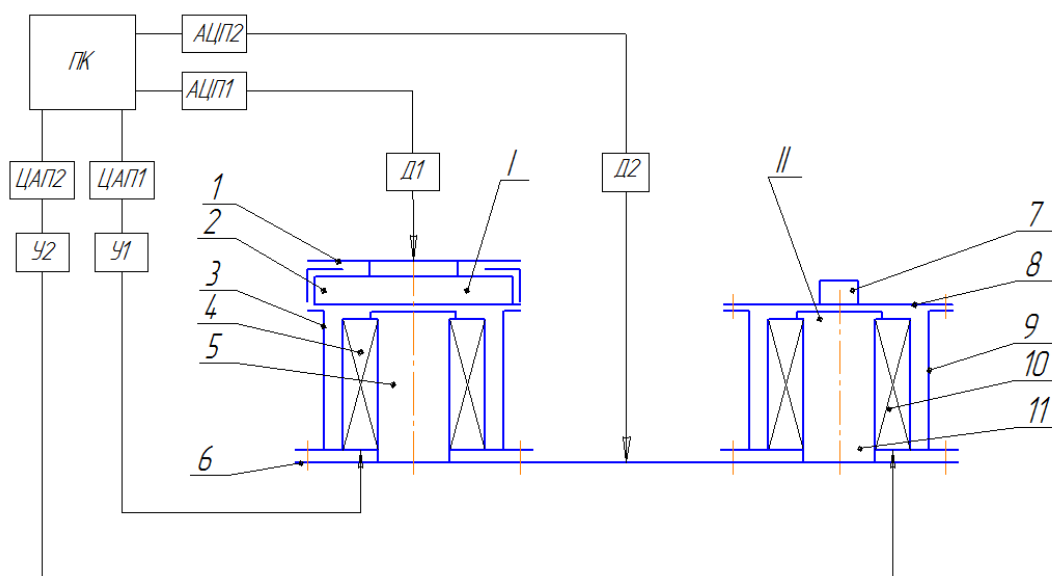


Рис. 1. Схема платформы для исследования активного МР-демпфера

Экспериментальная платформа (рис. 1) содержит демпфер I на основе МР – эластомера и датчик вибраций II. Датчик вибраций – специальное устройство, позволяющее задавать гармонические колебания платформы с заданной частотой и амплитудой.

Использование МР-эффекта позволяет регулировать коэффициент жесткости k упругой мембраны за счет изменения величины магнитной индукции B , и, соответственно, частотные и точностные характеристики устройств активного демпфирования и микропозиционирования.

На экспериментальной платформе были проведены исследования зависимости коэффициента передачи амплитуды колебаний от силы тока для фиксированной частоты датчика вибраций 100 Гц (рис. 2).



Рис. 2. График зависимости коэффициента передачи амплитуды колебаний демпфера на основе МР – эластомера

Исходя из полученных результатов, можно судить об изменении коэффициента передачи амплитуды вибраций, который при нулевом управляющем токе равен 0,88, т.е. наблюдается незначительное гашение колебаний.

При токе $I = 1$ А (рис. 2) наблюдался минимум коэффициента передачи амплитуды колебаний, который составлял 0,25.

Кроме того, в ходе эксперимента была исследована зона нечувствительности и остаточная деформация МР-демпфера. Эксперимент проводился при токах $I = 0..2$ А.

Тока величиной 0,1 А недостаточно для преодоления сил статического трения между магнитомягкими частицами, распределенными в МР-эластомере, из которого сделана мембрана, а при уменьшении силы тока от 2 до 1,3 А эластомер практически не изменяет своего положения также вследствие наличия статического трения между магнитомягкими частицами. Кроме того, оказывает некоторое влияние остаточная намагниченность магнитопровода и магнитных частиц МР-эластомера.

Эти два параметра – зона нечувствительности и остаточная намагниченность – оказывают существенное влияние на точностные и динамические характеристики демпфера, а также на эффективность поглощения энергии колебаний МР-эластомером.

Выводы:

1. В полуактивном режиме работы демпфера на основе МР-эластомера при подаче тока 0,3 А наблюдается резонанс системы. Коэффициент передачи вибраций максимален (около 1,5).

2. При токе 1 А коэффициент передачи вибраций минимален (около 0,25).

3. При возрастании тока (более 1 А) происходит увеличение коэффициента передачи вибраций вследствие повышения жесткости мембраны.

4. При токах от 0 до 0,1 А и от 2 до 1,3 А наблюдается зона нечувствительности. Кроме того, оказывает влияние остаточная намагниченность магнитопровода и магнитных частиц МР-эластомера.

5. МР-демпфер имеет остаточную деформацию, обусловленную наличием в МР-эластомере вязкого трения, которое появляется при смещении макромолекул эластомера относительно друг друга.

Литература

1. Управление активной виброизоляцией и позиционированием магнитореологических устройств / В.П. Михайлов, Г.В. Степанов, А.М. Базиненков, И.К. Зобов, К.Г. Шаков. Нано- и микросистемная техника. - 2011. - №7. - С. 5 – 9.

2. Mechanics and Physics of Precise Vacuum Mechanisms: FMIA Volume 91/ E.A. Deulin, V.P. Mikhailov, Y.V. Panfilov, R.A. Nevshupa / Series Editor R. Moreau, Springer, 2010. – 234 p.