

УДК 544.023

## СИСТЕМА АКТИВНОЙ ВИБРОИЗОЛЯЦИИ НА ОСНОВЕ МАГНИТОРЕОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛАСТОМЕРНЫХ ДЕМПФЕРОВ ДЛЯ НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

А.С. Селиваненко  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 2-я Бауманская, 5  
e-mail: selivanenko\_a@mail.ru

Материалы на основе магнитоэологических эластомеров (МРЭ) используются для изготовления демпферов автомобилей благодаря их свойству изменять жесткость под воздействием магнитного поля. Одновременно с этим, благодаря скорости реакции МРЭ на изменение магнитного поля открывается возможность для их использования в устройствах активной виброизоляции для вакуумного нанотехнологического и исследовательского оборудования, в том числе, например, для вакуумного сканирующего зондового микроскопа.

Экспериментальная платформа (рис. 1), разрабатываемая в лаборатории кафедры «Электронных технологий в машиностроении» МГТУ им. Н.Э. Баумана состоит из демпфера I и датчика II вибраций.

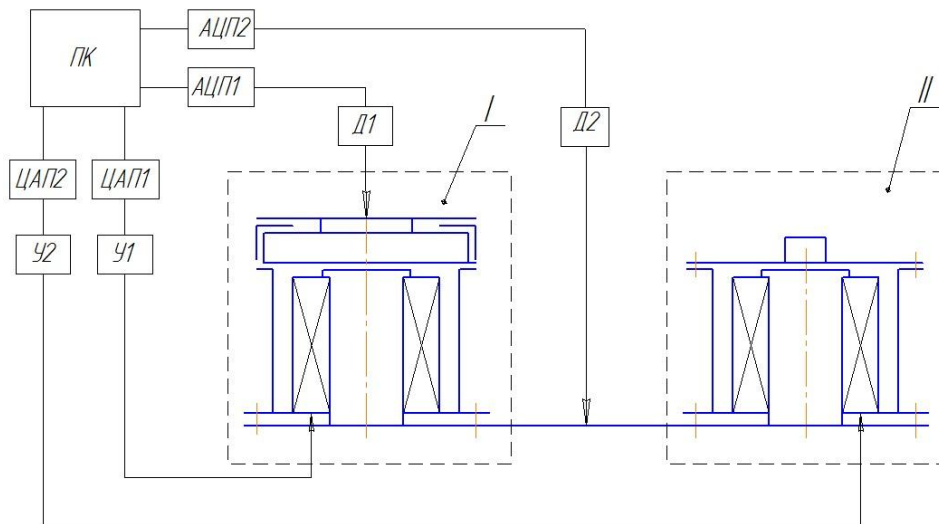


Рис. 1. Схема экспериментальной платформы

Управление активным демпфером [2] осуществляется за счет изменения уровня управляющего тока на катушке электромагнита. В зависимости от тока коэффициент жесткости мембраны изменяется и его можно вычислить по формуле:

$$k = \frac{S_{сл}}{h} (KB^2 \varphi_v + G) = \frac{S_{сл}}{h} (9,81 \cdot 10^{12} (B/5000)^2 \varphi_v + G)$$

С помощью разработанных в среде LabView программ в пассивном режиме работы платформы были исследованы такие характеристики демпфера, как коэффициент передачи амплитуды колебаний в зависимости от управляющего тока при различных вариантах установки экспериментальной платформы – с дополнительной пассивной виброизоляцией платформы и без нее.

При подаче тока 0,2 А при частоте колебаний датчика 100 Гц наблюдается резонанс системы. При этом коэффициент передачи вибраций имеет максимальное

значение около 0,9. При токах выше 1 А коэффициент передачи вибраций минимален - не более 0,2.

Исследование зон нечувствительности показало, что при токах от 0 до 0,1 А и от 2 до 1,3 А наблюдается зона нечувствительности, обусловленная наличием статического трения между магнитомягкими частицами, распределенными в МР-эластомере, из которого сделана мембрана. Кроме того, оказывает влияние остаточная намагниченность магнитопровода и магнитных частиц МР-эластомера.

Петли гистерезиса, полученные для токов 0–2 А (рис. 2) характеризуют степень поглощения энергии колебаний системой, наибольшая остаточная деформация наблюдается при токе 2 А.

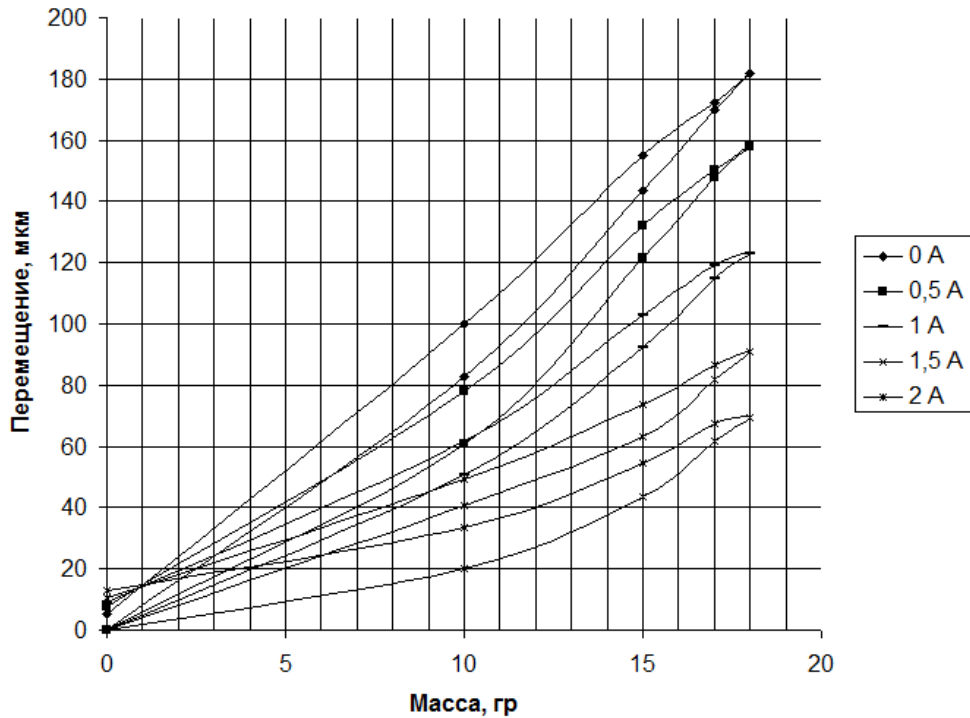


Рис. 2. Гистерезис перемещения для различных значений тока

### Выводы

1. 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.

2. В рамках проводимой научно-исследовательской работы в среде LabView были разработаны специальные программы для управления и исследования характеристик МРЭ.

3. Была протестирована система управления активным демпфером, проведены исследования зависимости коэффициента передачи амплитуды колебаний от силы тока для фиксированной частоты задатчика вибраций 100 Гц, исследована зона нечувствительности и остаточная деформация МР-демпфера при работе в диапазоне токов 0-2 А.

### 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. Пат. 2404381 Российская Федерация, МПК F 16 F 9/53, F 16 F 15/03. Активная опора / В.П. Михайлов, Г.В. Степанов, Д.Ю. Борин, И.К. Зобов, Е.Ю. Крамаренко; заявл. 30.09.2009; опубл. 20.11.2010, Бюл. № 32. - 9 с.