

УДК 681.587.72

## ИССЛЕДОВАНИЕ АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМЫ ИЗ ПЬЕЗОАКТЮАТОРА И СПЕЦИАЛЬНОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ

© Азизов М.Э., Федотов Ю.А.

e-mail: mirat.azizov@mail.ru

*Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королёва, г. Самара, Российская Федерация*

Для решения различных задач в микрометровом, а тем более в нанометровом диапазоне, требуются совершенно новые технологии и технические средства. Так, например, для юстировки точной оптики в различных лазерных измерительных системах привычные всем электроприводы не подходят, так как не позволяют обеспечить необходимые параметры позиционирования с заданной точностью. Для этих целей сегодня всё чаще применяются пьезодвигатели и пьезоактюаторы. Однако эффективное использование данных технических средств невозможно без систем их управления, в которых учитываются статические и динамические характеристики объектов управления [1].

В своей работе мы исследуем амплитудно-частотные характеристики системы, состоящей из пьезоактюатора P-810.20 (см. рис. 1) и специального источника питания E-663 LVPZT с помощью лазерного виброметра PDV-100 [2].



Рис. 1. Объекты исследования

Для считывания показаний с лазерного виброметра мы использовали цифровой измеритель-усилитель LMS SCADA, а также программное обеспечение для работы с данным измерителем LMSTest.Xpress.

Этапы исследования:

1) На первом этапе нами была создана программа для считывания и фиксирования показаний лазерного виброметра. В данной программе была произведена настройка канала, по которому принимались данные от виброметра, а именно были произведены:

- настройка фильтра низкочастотных колебаний на частоту срезу равную 22 кГц;
- настройка диапазона входного сигнала от виброметра (от 0 до 4 В);
- настройка размерности и коэффициента пересчёта для выдаваемых программой показаний (m/s, коэффициент пересчёта 40 V/(m/s)).

После настройки канала нами были также сделаны четыре графические области для наглядного представления показаний измерительного прибора (см. рис. 2).

2) На втором этапе, исходя из паспортных характеристик специального источника питания E-663 LVPZT, мы выбрали несколько амплитуд управляющего сигнала,

подаваемого от генератора на управляющий вход специального источника питания: 100 мВ, 500 мВ, 1 В, 2 В, 4 В. Соответственно, на выходе E-663 LVPZT получили выходные сигналы с амплитудами: 1 В, 5 В, 10 В, 20 В, 40 В. Форма сигнала, вырабатываемого генератором – прямоугольная (меандр) [3].

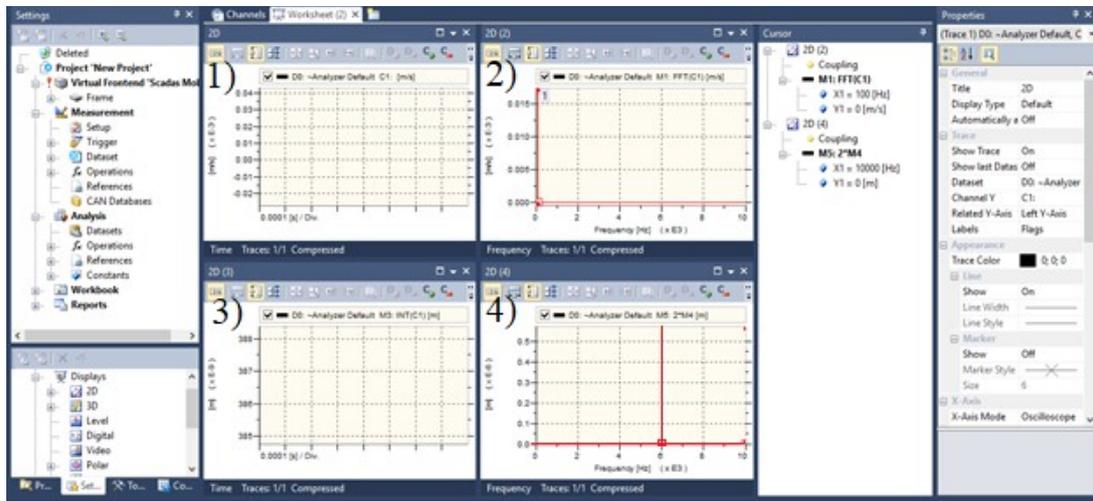


Рис. 2. Программа для снятия показаний с виброметра PDV-100

После выбора управляющих сигналов мы с помощью виброметра замеряли скорость перемещения подвижного торца пьезоактюатора, после чего с помощью программного пакета LMS Test.Xpress определяли перемещения торца пьезоактюатора и фиксировали полученные значения. При снятии амплитудно-частотных характеристик был выбран диапазон частот от 50 Гц до 10 кГц. По полученным графикам было определено, что частоты среза для различных амплитуд входного сигнала составили соответственно: 8 кГц, 5 кГц, 4 кГц, 3 кГц, 2 кГц. Также при больших амплитудах сигнала управления (1 В, 2 В, 4 В) на всех характеристиках прослеживается появление резонансного увеличения амплитуды перемещений торца пьезоактюатора при частотах близких к 250 Гц (см. рис. 3).

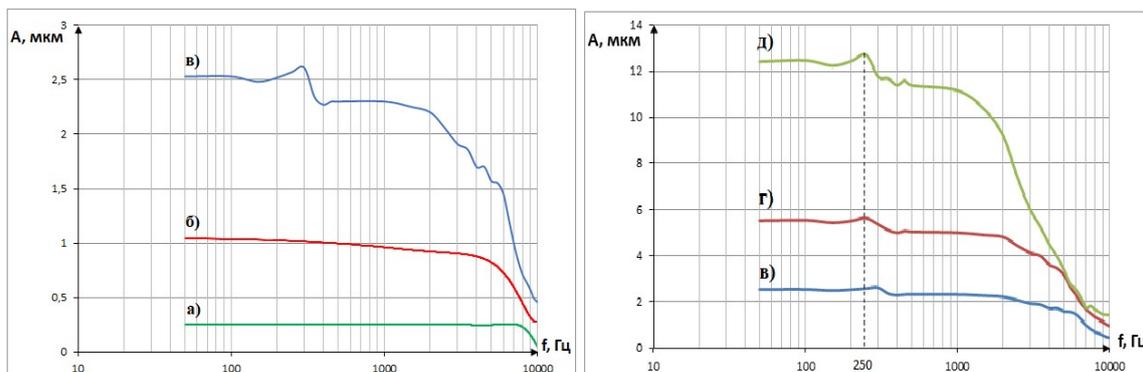


Рис. 3. АЧХ при амплитудах входного управляющего сигнала равных: а) 100 мВ; б) 500 мВ; в) 1 В; г) 2 В; д) 4 В.

3) На третьем этапе для выявления причины возникновения резонанса мы двумя путями изменили систему:

- ввели демпферы между пьезоактюатором и устройством его фиксации, а также между виброметром и монтажной плитой;
- изменили пьезоактюатор на идентичный P-810.20.

После введения каждого изменения мы снова сняли АЧХ и сравнили их с начальной АЧХ системы (см. рис. 4, 5).

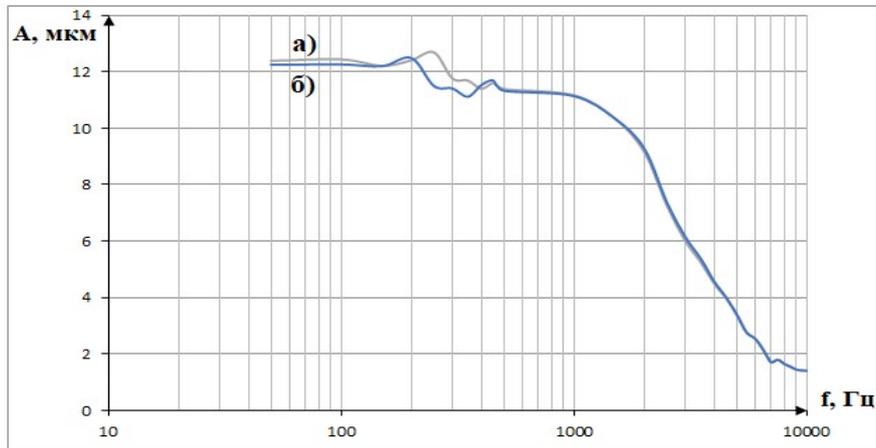


Рис. 4. АЧХ системы: а) без демпферов; б) с демпферами

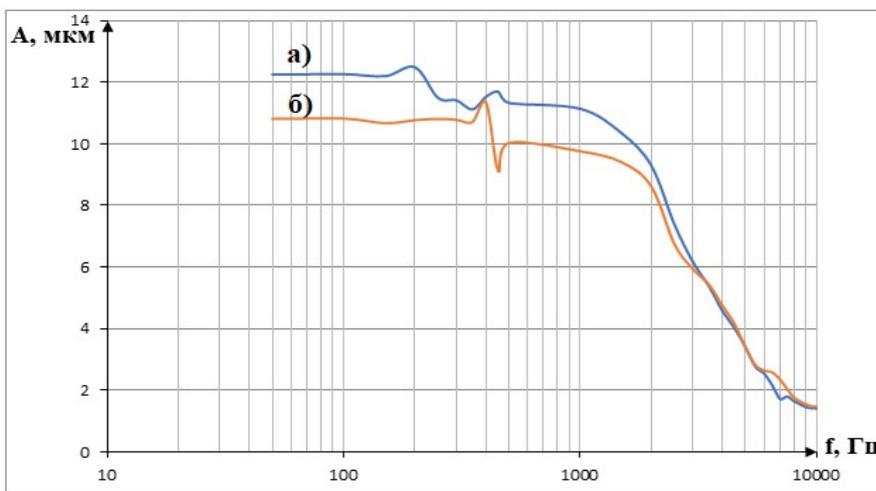


Рис. 5. АЧХ системы: а) с первым пьезоактюатором; б) со вторым пьезоактюатором

Из полученных графиков видно, что при введении в систему демпферов частота резонанса уменьшилась с 250 Гц до 200 Гц, что говорит о том, что резонанс вызван не механическими свойствами монтажной плиты и устройства, фиксирующего положение корпуса пьезоактюатора, а механическими свойствами корпуса пьезоактюатора и изменение пьезоактюатора на идентичный это подтвердило: частота резонанса изменилась с 200 Гц до 400 Гц.

Результаты исследования показали, что АЧХ системы, состоящей из пьезоактюатора и специального источника питания, в значительной степени зависят от величины управляющего сигнала, конкретного экземпляра пьезоактюатора и имеют область резонанса, обусловленного собственной частотой механического резонанса корпуса пьезоактюатора.

#### Библиографический список

1. А.А. Бобцов, В.И. Бойков, С.В. Быстров исполнительные устройства и системы для микроперемещений [Текст]: Учебное пособие – Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2017.– 137 с.
2. Каталог продукции компании PI [Электронный ресурс] // Сайт компании PI – URL: <https://www.physikinstrumente.com/en/products/controllers-and-drivers/nanopositioning-piezo-controllers/e-663-three-channel-piezo-driver-601800/> (дата обращения: 20.04.2019)
3. Принципы построения пьезоэлектрических моторов. В. Лавриненко, ISBN-13:978-3-659-51406-7, ISBN-10:3659514063, изд. «Lambert», 2015.