

ИЗМЕРЕНИЕ АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНЫХ И ФАЗО-ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЬЕЗОЭЛЕМЕНТОВ

А.С. Воронов, В.С. Цуриков, С.П. Пронин

В настоящей статье предлагается метод измерения АЧХ и ФЧХ пьезоэлемента. Метод реализуется при помощи воздействия на пьезоэлемент сложным гармоническим сигналом, состоящим из суммы n отдельных гармонических сигналов с последующим преобразованием Фурье ответного сигнала и вычисления соответствующих АЧХ и ФЧХ. Ответный сигнал регистрируется при помощи оптического преобразователя.

Проблема исследования свойств пьезоэлементов актуальна в силу возможности построения высокочувствительных датчиков на их основе [3]. Пьезоэлементы – достаточно изученная область, однако существующие теоретические модели для правильного их использования требуют точного знания их параметров пьезоэлемента. Эти параметры редко могут быть представлены производителем в полном объеме, и даже в предоставляемых данных присутствует существенная погрешность. Эти причины существенно осложняют процесс разработки схем преобразователей данных с пьезоэлемента. Предлагаемый метод решает проблему неопределенности свойств. Метод может также быть использован для автоматического производственного контроля и отбраковки пьезоизделий.

Для проведения экспериментов была собрана экспериментальная установка, представленная на рисунке 1.

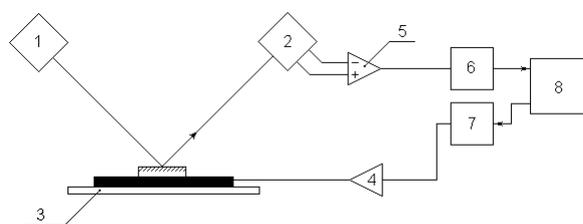


Рисунок 1 – Структурная схема экспериментальной установки

Экспериментальная установка включает в себя:

1. Лазер с длиной волны 638 нм и мощностью излучения 1 мВт;
2. Фоточувствительный элемент (ФД2);
3. Пьезоэлемент с наклеенным зеркалом;

4. Усилитель сигнала, поступающего на пьезоэлемент с ЦАП аудио-карты (рисунок 2);

5. Дифференциальный усилитель сигнала фоточувствительного элемента (рисунок 3);

6. АЦП аудио-карты RealTek AC'97 Audio;

7. ЦАП аудио-карты RealTek AC'97 Audio;

8. Персональный компьютер.

Усилитель сигнала (4), поданного на пьезоэлемент (3) представляет из себя неинвертирующий усилитель собранный на ОУ LM358P с транзисторным повторителем на выходе. Усиление используется для исключения перегрузки выхода ЦАП а также для обеспечения колебаний с необходимой амплитудой. Схема усилителя представлена на рисунке 2. Дифференциальный усилитель (5) также собран на ОУ LM358P, состоит из двух каскадов. Первый каскад представляет собой дифференциальный предварительный усилитель на одном ОУ с коэффициентом усиления 100. Второй каскад – неинвертирующий усилитель с регулируемым усилением. Каскады связаны через ВЧ фильтр, исключаяющий частоты ниже 300 Гц. Упрощенная схема дифференциального усилителя представлена на рисунке 3.

Программное обеспечение, необходимое для генерирования тестового сигнала и обработки результатов было разработано в среде MatLab 7.0.

Необходимо также отметить, что масса зеркала должна быть пренебрежимо мала, чтобы не вносить искажения в снимаемые данные. В случае использования лазера с большей мощностью излучения, можно производить измерения без зеркала.

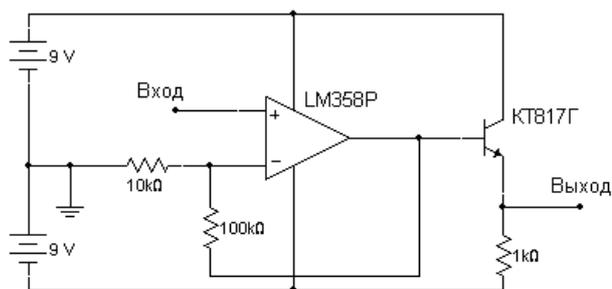


Рисунок 2 – Схема усилителя (4)

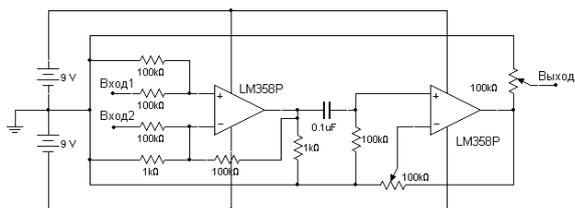


Рисунок 3 – Схема дифференциального усилителя (5)

В экспериментах были исследованы три пьезоэлемента ПЗ-3, ПЗ-5 и ПЗ-25. Результаты исследования представлены на рисунке 4. Можно предположить, что эквивалентные электрические схемы ПЗ-3 и ПЗ-5 будут иметь вид, представленный на рисунке 5 а, б. АЧХ и ФЧХ ПЗ-25 имеют более сложный характер, следовательно, этот элемент не может быть представлен простым электрическим аналогом.

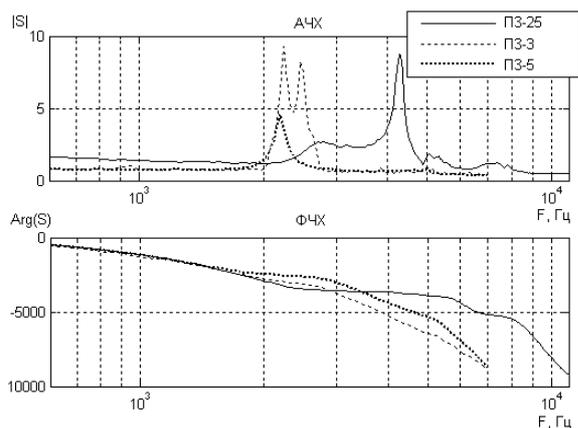


Рисунок 4 – АЧХ и ФЧХ пьезоэлементов ПЗ-3, ПЗ-5, ПЗ-25

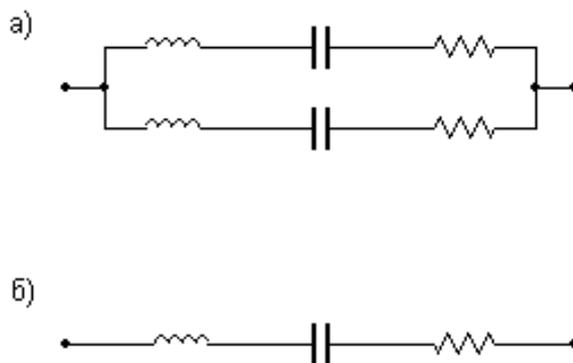


Рисунок 5 – Эквивалентные схемы пьезоэлементов ПЗ-3 (а) и ПЗ-5 (б)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бродниковский А.М., Криков И.Ю. Измерение амплитуды колебаний пьезоэлементов с помощью лазерного профилографа // Измерительная техника. – 1992. – №5. – С. 20.
2. Махов А.А., Позняк Г.Г. Виброизмерительная система на основе световолоконного датчика перемещений // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2004. – №1. – С.53.
3. Седалищев В.Н. Пьезорезонансные датчики на связанных колебаниях // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2005. – №11. – С.41.