

УДК 621.382

**ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ
ГИСТЕРЕЗИСА ЛИНЕЙНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ
ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ
ПРЕЦИЗИОННОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ОБЪЕКТОВ В
НАНОМЕТРОВОМ ДИАПАЗОНЕ**

Д.А. Шеверев, А.Г. Саноян

г. Самара, «Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва»

Целью работы является разработка учебного стенда для демонстрации явления гистерезиса линейных деформаций пьезокерамики студентам высших учебных заведений. Т.к. в настоящее время не существует определенных конструктивных схем подобных лабораторных стендов, основные измерительные и конструктивные свойства будут основаны на некоторых требованиях:

- Стенд должен обеспечивать простоту снятия измерений и их наглядность
- Сохранность стенда и образцов пьезокерамики при многократном использовании
- Быстрая настройка и снятие измерений
- Возможность изучения различных видов и форм пьезокерамических элементов
- Погрешность измерений должна быть достаточно мала по сравнению с отклонениями петли гистерезиса от теоретического значения.

В ходе разработки все эти требования были учтены. Были разработаны основные конструктивные элементы лабораторного стенда, рассчитаны параметры измерительной составляющей, подобран оптимальный комплект дополнительного оборудования и написаны методические указания по работе со стендом.

Работа лабораторной установки основывается на измерении линейной деформации методом емкостной дилатометрии. Дилатометр представляет собой дифференциальную емкость состоящую из двух неподвижных и одной подвижной обкладки конденсатора находящуюся между ними. На неподвижные обкладки подается два синусоидальных сигнала одинаковой амплитуды, но находящихся в противофазе. Выходной сигнал снимается с подвижной обкладки и зависит он от соотношения емкостей, и как следствие расстояний между обкладками. В положении, при котором емкости равны, амплитуда выходного сигнала равна 0. Подвижная обкладка смещается за счет расширения изучаемого пьезокерамического элемента. При использовании дифференциальной емкости исключается

внесение погрешности в измерения внешними факторами, т.к. взаимная емкость зависит только от расстояния между обкладками.

Расстояние на которое сместилась подвижная обкладка можно высчитать по формуле

$$\Delta L = d_0 \left(\frac{V_{\text{вых}}}{V - V_{\text{вых}}} \right), \quad (1)$$

где ΔL – смещение подвижной обкладки, равное величине линейно деформации пьезокерамического элемента,

d_0 – Начальное расстояние между обкладками,

$V_{\text{вых}}$ – амплитуда выходного сигнала,

V – амплитуда входного синусоидального сигнала.

Т.к. размеры исследуемых образцов различные, необходимо средство точной установки подвижной обкладки в нулевое, начальное положение. Для этих целей служит микрометрический винт, которые позволяет подстраивать положение пьезокерамического элемента и подвижной обкладки. Однако реальные микрометрические винты обладают минимальным единичным дискретным шагом на два-три порядка больше, чем минимальный шаг пьезокерамического элемента. За счет максимально возможной точности установки «нуля» данным методом погрешность оказывается высокой. Но т.к. данная погрешность является систематической, существует возможность её устранить. Для этого вместо формулы (1), целесообразно применить формулу (2):

$$\Delta L = d_0 \left(\frac{V_{\text{вых}}}{V - V_{\text{вых}}} - \frac{(V_{\text{вых}} - V_{\text{вых.откл}})}{V - (V_{\text{вых}} - V_{\text{вых.откл}})} \right), \quad (2)$$

где $V_{\text{вых.откл}}$ – минимальное значение амплитуды на вольтметре которое можно добиться микрометрическим винтом, при установке «нуля».

Стенд условно можно разделить на 3 составляющие: механическая измерительная часть, электрическая измерительная часть и средства защиты и крепления образца.

Измерительная электрическая часть представляет собой набор оборудования необходимое для проведения измерений и включает в себя: Двухканальный генератор сигналов (6), блок питания с изменяемым напряжением и электронный вольтметр(7). Механическая часть включает в себя круглую направляющую (9) скользящую в подшипниках, микрометрический винт (4), подпирющую пружину исключаящую люфт (5), обкладки конденсаторов с креплениями(1, 1',2).

Защитная часть (8) состоит из двух цанговых патронов с креплениями к направляющей, выводами питания, а так же защитный кожух из пластика, крепящийся к одному из патронов, что не препятствует свободному расширению пьезокерамики.

Схема дилатометра представлена на рисунке 1. Погрешность измерения данного стенда складывается из погрешностей измерительной аппаратуры и источника питания. Общая погрешность косвенных измерений равна 1,12%

Стенд обеспечивает измерение линейных деформаций с точностью до 1 нм.

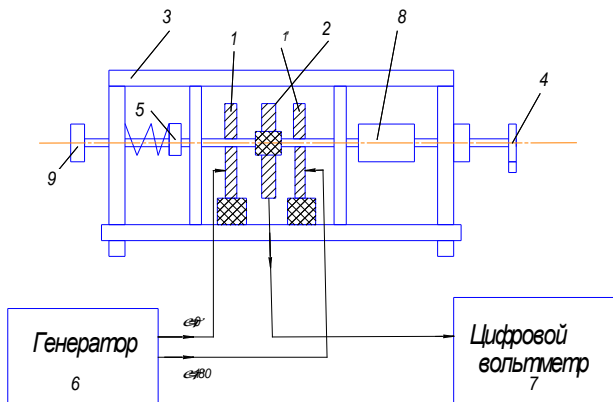


Рисунок 1 – Схема емкостного дилатометра

В дальнейшем возможны улучшения стенда и снижение его стоимости путем разработки источника сигнал с фиксированной амплитудой и частотой, а так же снятие зависимости и её расчет при помощи ЭВМ.

Возможно изучение пьезоэлементов и другой геометрической формы, но для этого необходимо изменение защитного модуля.

УДК 621.382

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗОЧНОЙ СПОСОБНОСТИ МИКРОСХЕМ

Д.Н. Пустынников, Г.П. Шопин

г. Самара, «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва»

Нагрузочная способность цифровой интегральной микросхемы относится к числу её важнейших параметров и оказывает влияние на её передаточную характеристику, помехозащищённость и быстродействие.

Предложено устройство для определения нагрузочной способности микросхем. Рассмотрен принцип его работы и описаны блоки, входящие в его состав. Отмечены преимущества устройства.