

УДК 53.082

**РАЗРАБОТКА ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ЯЧЕЙКИ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПЬЕЗОМОДУЛЯ  $d_{33}$  СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПЛЁНОК МЕТОДОМ ПАДАЮЩЕГО ШАРИКА***Еманов Данила Петрович**Студент 4 курса,  
кафедра «Электронные технологии в машиностроении»  
Московский государственный технический университет**Научный руководитель: К. М. Моисеев,  
кандидат технических наук, доцент кафедры «Электронные технологии в  
машиностроении»*

Полимерные сегнетоэлектрические пленки на основе поливинилиденфторида (ПВДФ) представляют перспективный материал в качестве элементов функциональных устройств микроэлектроники, оптических систем связи и микроэлектромеханических систем [1]. Они обладают наибольшими пьезо- и пироэлектрическими коэффициентами среди сегнетоэлектрических пленок, гибкостью и химической стабильностью.

Изучение и измерение пьезокоэффициентов имеет важное значение для понимания и оптимизации их электрических и механических характеристик, оценки эффективности процесса их изготовления и определения чувствительности различных пьезоэлектрических устройств: пьезодатчиков, преобразователей энергии, актуаторов и др.

Целью данной работы является разработка измерительной ячейки для определения пьезомодуля  $d_{33}$  сегнетоэлектрической плёнки ПВДФ по принципу индуцированного пьезозаряда.

Принцип индуцированного пьезозаряда является широко используемым методом измерения пьезомодуля [2]. Суть его заключается в измерении заряда на электродах образца в момент снятия нагрузки, приложенной вдоль оси поляризации (пьезокоэффициент  $d_{33}$ ).

Одним из способов реализации данного принципа является метод падающего шарика [3]. Силовое воздействие осуществляется за счёт стального шарика, падающего с определённой высоты  $h$ . Пьезоэлектрический модуль  $d_{33}$  определяется отношением величины сгенерированного заряда  $q$ , пКл к силе удара шарика  $F$ , Н:

$$d_{33} = \frac{q}{F}, \quad (1)$$

Чтобы определить пьезомодуль, необходимо измерить величину индуцированного заряда. Для этого была спроектирована и изготовлена специальная оснастка (рис. 1).

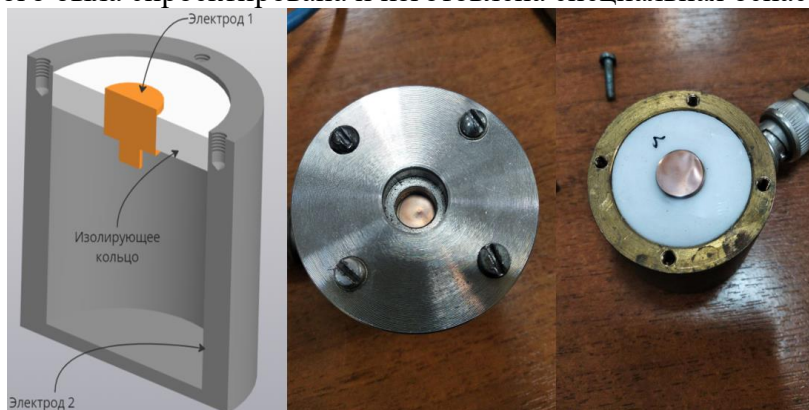


Рис.1 – Оснастка для снятия сигнала.

Она выполнена в виде полого стального цилиндра (электрод 2), в центре которого находится принимающий электрод (электрод 1), изолированный от стенок цилиндра фторопластовым кольцом. В цилиндр вкручен разъём BNC-типа, жила которого соединена

с принимающим электродом. В центре крышки выполнено отверстие, в которое вставляется металлическая трубка, служащая направляющей, обеспечивающей вертикальное падение шарика с высоты, соответствующей длине трубки.

Для измерения используется плёнка ПВДФ (Ф2М, PolyK, USA, 50 мкм) 15x15 мм с нанесенными медными электродами толщиной 300 нм и диаметром 10 мм. Образец, помещённый в оснастку, образует конденсатор с диэлектрическим слоем из ПВДФ. Вследствие деформации от падающего шарика возникает заряд, через зарядовый усилитель он переводится в напряжение и поступает на осциллограф (рис. 2). Амплитудное значение напряжения переводится в заряд. Ячейка служит не только проводником для снятия сигнала, она также является защитным экраном, обеспечивающим защиту от электрических шумов.

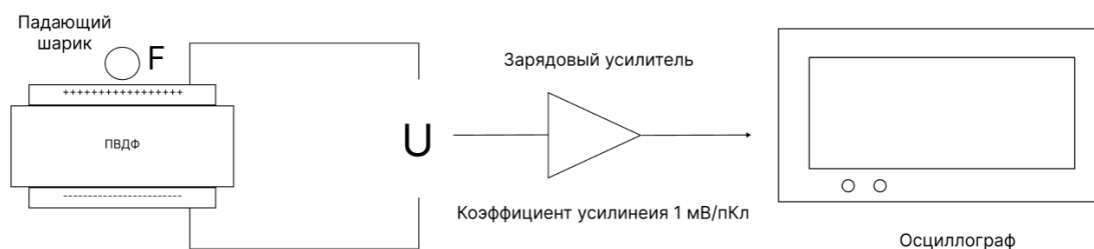


Рис. 2 – Схема измерения сигнала.

В результате анализа метода падающего шарика разработана и изготовлена измерительная ячейка для снятия пьезоэлектрического сигнала, которая позволяет фиксировать чёткий сигнал, исключая при этом электромагнитные помехи.

В дальнейшем планируется доработка конструкции стенда и проведение экспериментов методом падающего шарика для определения пьезомодуля  $d_{33}$  сегнетоэлектрических плёнок ПВДФ.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № FSN-2022-0007).

## Литература

1. Guo Zhen, Liu Shuai, Hu Xiaoran Self-powered sound detection and recognition sensors based on flexible polyvinylidene fluoride-trifluoroethylene films enhanced by in-situ polarization [Chengdu: Sensor and Actuators]. A: Physical, 2020, pp. 111970-1 - 111970-9.
2. Шарапов В. М., Мусиенко М.П., Шарапова Е.В. Пьезоэлектрические датчики/ под ред. Шарапова Е.В. М.: Техносфера, 2006. 628 с.
3. Котлярский Л. Б., Школьник И. Э. Определение пьезомодуля методом падающего шарика, // Акустический журнал. 1963. № 9. С. 238-239.