

## ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКИЕ ДВИЖИТЕЛИ ДЛЯ СКАНИРУЮЩИХ ТУННЕЛЬНЫХ МИКРОСКОПОВ

Акимов А.И.<sup>1</sup>, Соколов В.М.<sup>2</sup>, Летко А.К.<sup>2</sup>, Комков О.Ю.<sup>3</sup>, Гольдаде А.В.<sup>3</sup>, Ковалев А.В.<sup>3</sup>, Чижик С.А.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Институт физики твердого тела и полупроводников НАН Беларуси, г. Минск

<sup>2</sup> Малое государственное научно-внедренческое предприятие «Элкерм», г. Минск

<sup>3</sup> Институт механики металлополимерных систем НАН Беларуси, г. Гомель

Создание сканирующего туннельного микроскопа положило начало новому этапу в развитии многих направлений современной науки и технологии. Помимо изучения поверхностей различных материалов с атомарным разрешением, сканирующий туннельный микроскоп (СТМ) может использоваться для расширения их возможностей. Первый действующий СТМ показал принципиальную реализуемость метода и позволил более полно определить требования к конструкции микроскопа, которая в самом общем виде содержит: острие с устройством точных перемещений, основание (базу) с виброзащитной системой и управляющее устройство отображения информации. Несмотря на все недостатки, присущие пьезокерамическим материалам, несомненны преимущества устройств перемещений на их основе перед другими способами реализации микроманipуляторов. Пьезокерамические манипуляторы малогабаритны, обладают высокой жесткостью, т.е. высокими резонансными частотами, просты в изготовлении, пригодны для работы в различных средах и сверхвысоком вакууме, не создают электромагнитных полей, позволяют достичь атомарного разрешения.

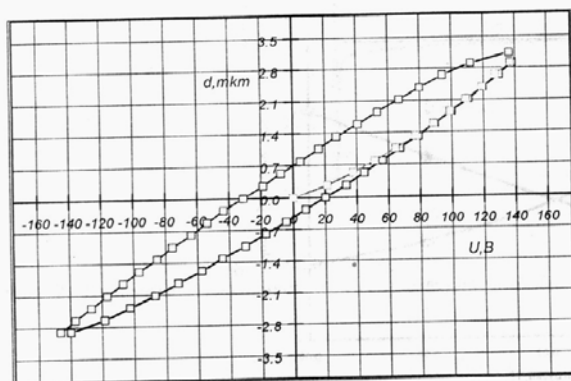


Рис. 1. Электромеханический гистерезис пьезокерамического материала №1.

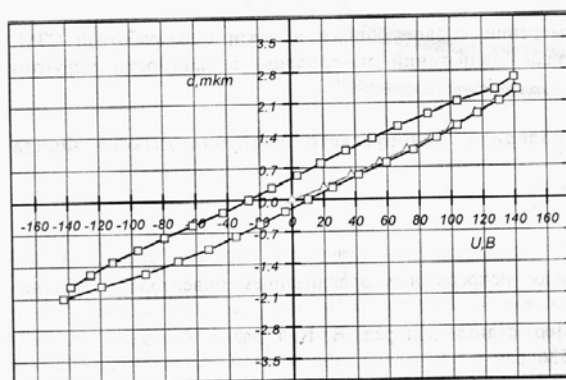


Рис. 2. Электромеханический гистерезис пьезокерамического материала №2.

Целью настоящей работы является проведение цикла исследований по разработке новых пьезокерамических материалов с высокими значениями пьезоэлектрических свойств с одновременным повышением стабильности этих свойств в широком интервале рабочих температур и электрических полей, и технологии изготовления трубчатых пьезокерамических двигателей для СТМ - микроскопии.

Одним из факторов, искажающих работу СТМ, является электромеханический гистерезис пьезокерамики, используемой в устройствах перемещений. Лишь путем подбора соответствующих материалов и ограничения питающих напряжений можно компенсировать пьезоэлектрический гистерезис. Разработано три группы пьезокерамических материалов. Из напряжения для всех групп образцов. На основании данных по полевым зависимостям перемещения для всех групп материалов построены графики, показывающие электромеханический гистерезис для материала №1 (рис.1), для материала №2 (рис.2) и для материала №3 (рис.3), рассчитаны пьезоэлектрические коэффициенты  $d_{31}$  для каждого материала. По результатам исследований проведена оптимизация состава и технологии изготовления трубчатых перемещателей.

Разработаны трубчатые пьезокерамические двигатели со следующими характеристиками:

1. Внешний диаметр	-	11.2 мм
2. Внутренний диаметр	-	9.8 мм
3. Длина пьезокерамического двигателя	-	70 мм
4. Пьезомодуль $d_{31}$ при 295 К	-	1.70 А/в
5. Поле сканирования при напряжении $\pm 150$ в	-	(140x140) нм
6. Чувствительность к изгибу	-	0.5 нм/в
7. Плотность пьезокерамического материала	-	7.68 г/см <sup>3</sup>
8. Механическая добротность	-	120
9. Диэлектрическая проницаемость	-	1600
10. Поляризация	-	OD положительная или OD отрицательная
11. Тип электродов	-	никель; медь; медь-никель
12. Форма электродов	-	по требованию Заказчика

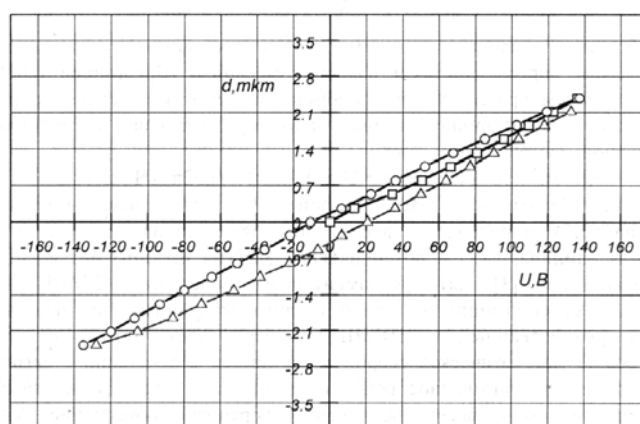
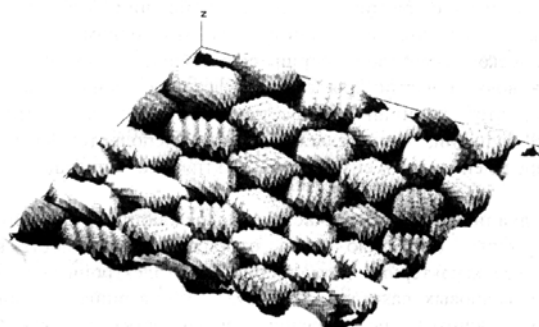


Рис. 3. Электромеханический гистерезис пьезокерамического материала №3.

На сканирующем микроскопе "NanoSkan" получены изображения топографии тест-образца с известной поверхностной структурой, при использовании испытуемых перемещателей. На рисунке приведена картина тест-объекта, полученная с использованием разработанных пьезокерамических двигателей. Размер тест-объекта составляет 60x60 мкм.



Данные исследования проведены при выполнении работ по проекту №168-97р, финансируемого ассоциацией «Номатех».