

## ПЬЕЗОАКТИВНЫЕ КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ PVDF-TrFE И НАНОЧАСТИЦ ТИТАНАТА БАРИЯ BaTiO<sub>3</sub>

А.С. Бекарева, Л.А. Леонова

Научные руководители – доцент Л.А. Леонова; доцент Р.А. Сурменев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, nbekareva@google.com

Проблема нехватки энергетических ресурсов – одна из наиболее актуальных в течение последних десятилетий, и в условиях современного высокого темпа развития технологий она становится все острее. С развитием человеческой цивилизации и быстрым развитием науки и техники все больше и больше портативных микроэлектронных устройств стали мейнстримом. Источники энергии для этих устройств являются предметом активных исследований в настоящее время. Так называемый «energy harvesting» – сбор энергии из окружающей среды и биомеханическое движение являются привлекательными альтернативами традиционным аккумуляторным батареям для подачи электроэнергии в портативные устройства с низким энергопотреблением. Использование пьезоэлектрических материалов является важным фактором развития новых источников энергии, а также аккумуляции и использования механической энергии.

Пьезоэлектрические материалы – это функциональные материалы, позволяющие преобразовывать механическую энергию в электрическую. В последнее время исследуется множество различных пьезоэлектрических материалов. Титанат бария (BaTiO<sub>3</sub>), оксид цинка (ZnO) и поливинилиденфторид (PVDF) демон-

стрируют много преимуществ, в том числе хороший пьезоотклик, простую структуру, легкий синтез, низкую себестоимость и пригодность для массового производства и применения [1]. Особый интерес представляют композитные материалы, позволяющие комбинировать высокие механические характеристики полимеров, используемых в качестве матриц, и повышенный пьезоотклик, обеспечиваемый включением керамических материалов [2].

Данная работа посвящена исследованию пьезоэлектрических свойств композитных пленок, изготовленных из смеси поливинилиденфторида и его сополимера трифторэтилена (PVDF-TrFE) в качестве матрицы и включений наночастиц титаната бария BaTiO<sub>3</sub> различной морфологии. Пленки были изготовлены двумя методами – spin-casting и электроспиннинг. Рентгеноструктурный анализ (XRD), сканирующая электронная микроскопия (SEM) и пьезорезонансная силовая микроскопия (PFM) были использованы для характеристики морфологии, фазовых и доменных структур наряду с электромеханическим откликом в наноразмерном масштабе. Приведен сравнительный анализ композитов, полученных разными методами и с использованием различных материалов.

### Список литературы

1. Z. Wang, W. Wu, *Nanotechnology-enabled energy harvesting for self-powered micro-nanosystems*, *Angew. Chem. Int. Ed.* 51 (2012).– 11700–11721.
2. D. Hu, M. Yao, Y. Fan, C. Ma, M. Fan, M. Liu, *Strategies to achieve high performance piezoelectric nanogenerators*, *Nano Energy* 55 (2019).– 288–304.
3. Tang H., Lin Y., Sodano H.A. *Synthesis of High Aspect Ratio BaTiO<sub>3</sub> Nanowires for High Energy Density Nanocomposite Capacitors*. *Adv. Energy Mater.* 2012.– 3.– 451–456.