

**УДК 53.084.842**

## **МЭМС-МИКРОФОНЫ НА ОСНОВЕ ПВДФ**

Синица Владлен Юрьевич

*Студент 3 курса*

*кафедра «Электронные технологии в машиностроении»*

*Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: К.М. Моисеев,*

*кандидат технических наук, доцент кафедры «Электронные технологии в машиностроении»*

В последние десятилетия микрофоны на основе сегнетоэлектрической плёнки из поливинилденфторида (ПВДФ) привлекли внимание исследователей и инженеров благодаря своей высокой чувствительности и широкому диапазону частот. ПВДФ является пьезоэлектрическим материалом, что позволяет преобразовывать звуковые колебания в электрические сигналы без использования дополнительных усилителей. Чувствительность таких микрофонов уже способна достигать 1 мВ/Па. Датчики на основе пленки ПВДФ привлекательны своей высокой чувствительностью и низкой стоимостью. Например, датчик давления на основе пленки ПВДФ используется для кардиореспираторного мониторинга во сне. Неохлаждаемые инфракрасные (ИК) датчики на основе тонкой пленки ПВДФ используются для обнаружения изменений температуры при низких уровнях падающего ИК-излучения [1]. Датчики звукового давления на основе ПВДФ также нашли применение в таких отраслях как: медицина, авиационная и космическая отрасль, автомобильная промышленность, аудиотехника [2].

Микрофоны на основе ПВДФ обладают высокой чувствительностью и низким уровнем шума, что делает их применимыми для записи звука высокого качества.

Целью данной работы является сравнение характеристик звукозаписывающих устройств на основе ПВДФ плёнки и пьезокерамики.

Микрофоны на основе ПВДФ плёнки имеют ряд преимуществ, например, благодаря тому, что ПВДФ может генерировать напряжение от 10 до 25 раз выше, чем пьезокерамика при том же давлении [3]. Эти полимеры достаточно стабильны, поскольку могут противостоять влаге, большинству химикатов, окислителям и интенсивному ультрафиолетовому и ядерному излучению. Более того, микрофоны на основе ПВДФ обладают более широким динамическим диапазоном по сравнению с обычными микрофонами.

Также среди их преимуществ нельзя не отметить высокую чувствительность к звуковым колебаниям различной амплитуды и устойчивость к воздействию внешних электромагнитных полей [3-5].

Существующие коммерческие микрофоны обладают либо высокой чувствительностью, либо широкой полосой частот. Типичные характеристики первой категории включают чувствительность около 50 мВ/Па и частотный диапазон 10 кГц, в то время как преобразователи второй категории демонстрируют чувствительность около 1 мВ/Па и частотный диапазон 70 кГц. Эти микрофоны, как правило, имеют большие размеры, а их типичный диаметр составляет 12 мм.

Существует потребность в акустических датчиках, способных демонстрировать высокую чувствительность и широкую полосу частот и одновременно иметь гораздо меньшие размеры, чем существующие конструкции [6]. Технология на основе ПВДФ плёнок способна удовлетворить перечисленные требования к акустическому датчику.

Несмотря на то, что микрофоны на основе ПВДФ плёнки более дорогостоящие в производстве, их высокая чувствительность и надёжность компенсируют этот недостаток, а в рамках серийного производства данный недостаток вовсе может нивелироваться.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что микрофоны на основе ПВДФ плёнки представляют собой инновационное решение для записи звука высокого качества с широким динамическим диапазоном и высокой чувствительностью. Их сравнение с микрофонами на основе пьезокерамических элементов демонстрирует преимущества в качестве звука и устойчивости к внешним воздействиям.

### **Литература**

1. J. Xu, M.J. Dapino, D. Gallego-Perez, D. Hansford Microphone based on Polyvinylidene Fluoride (PVDF) micro-pillars and patterned electrodes // *Sensors and Actuators A: Physical* – 2009. – Vol. 153. Issue 1. – P.24-32.
2. M. Shehzad, Y. Wang PVDF based piezoelectric condenser loudspeaker and microphone // *Sensors and Actuators A: Physical* – 2022. – Vol. 346
3. Yen-Fang Su, Romika Roshan Kotian, Na Lu Energy harvesting potential of bendable concrete using polymer based piezoelectric generator // *Composites Part B* – 2018. – Vol. 153. – P.124-129.
4. M. Ramos, H. Correia, S. Lanceros-Mendez Atomistic modelling of processes involved in poling of PVDF // *Comp. Mater. Sci.*, 33 (2005), P. 230-236.
5. Sudha R. Karbari, Uttara Kumari M., Shireesha G. Modelling and optimization of ПВДФ based surface acoustic wave MEMS microphone // *Materials Today: Proceedings* – 2021. – Vol. 46. P. 6. – P.2255-2260.
6. Steve Park, Xiying Guan, Youngwan Kim, Francis (Pete) X. Creighton, Eric Wei, Ioannis(John) Kymissis, Hideko Heidi Nakajima, Elizabeth S. Olson ПВДФ-Based Piezoelectric Microphone for Sound Detection Inside the Cochlea: Toward Totally Implantable Cochlear Implants // *Trends in Hearing* – 2018. – Vol. 22.