

## МЭМС-ДАТЧИКИ ДАВЛЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ Николаева Т.А., Таратын И.А., Плескачевский Ю.М.

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь

МЭМС (микроэлектромеханические системы) – устройства, объединяющие в себе микроэлектронные и микромеханические компоненты. МЭМС-датчики давления моделируют процессы, параметры которых регистрирует микромеханическая структура.

Современный датчик должен иметь:

- малые габариты;
- малую массу;
- высокую чувствительность;
- хорошую температурную стабильность;
- возможность предоставления выходной информации в цифровом виде.

На базе МЭМС производят акселерометры, гироскопы, датчики давления, микрозеркала, оптические переключатели, биомикросистемы и другие изделия.

Давление – один из основных физических параметров, который тесно связан с жизнью и производством.

Для измерения давления разработано много подходов. Датчик давления – устройство, физические параметры которого изменяются в зависимости от давления измеряемой среды. В таких датчиках давление измеряемой среды преобразуется в унифицированный пневматический, электрический сигналы или цифровой код [1-3].

Датчик дифференциального давления представляет собой микросистему, объединяющую два компонента:

1. Исполнительный на отдельном кристалле измерительный элемент (рисунок 1), который преобразует контролируемые параметры физической среды в некоторый электрический сигнал;

2. Специализированная интегральная микросхема, которая осуществляет обработку входного и формирования выходного сигнала, содержащего информацию об измеряемом параметре.

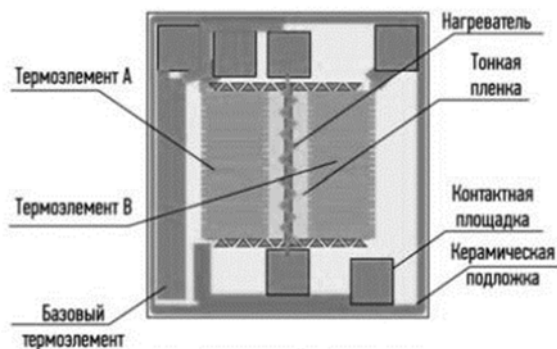


Рисунок 1 – Конструкция измерительного элемента

Принцип измерения дифференциального давления в таком датчике заключается в следующем: при возникновении движения потока воздуха в измерительном элементе, происходит нагрев термозлементов, причём термозлемент В нагревается в большей степени по сравнению с термозлементом А. Следовательно, на выводе элемента В происходит возрастание напряжения, а на выводе элемента А – уменьшение выходного напряжения. Разность напряжений на выводах термозлементов позволяет определить дифференциальное давление в основном канале транспортируемого воздуха [4].

Тензорезистивный датчик давления обычно представляет собой специальную упругую конструкцию с закреплённым на ней тензорезистором и другими вспомогательными деталями.

В тензорезистивных датчиках давления преобразователь обычно монтируется на металлической мембране, где происходит измерение отклонения. Такая конструкция является лучшим решением для приложений с высоким давлением, и чаще всего используется при экстремальном давлении в сотни и тысячи МПа.

Преимущества тензометрических датчиков:

1. Повышенная точность измерения;
2. Сочетаются с измерениями напряжений, не имеют искажений данных измерения;
3. Малые размеры дают возможность применять их в любых измерениях.

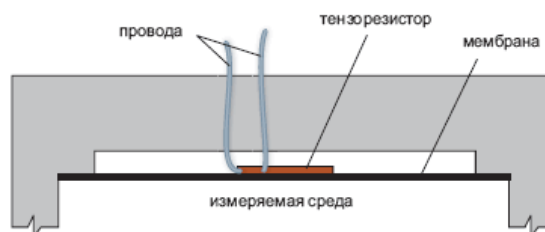


Рисунок 2 – Схема тензодатчика давления

Емкостной датчик давления (рисунок 3) состоит из параллельных пластин – конденсаторов, соединенных с диафрагмой, которая обычно металлическая и подвергается давлению сил участвующих в процессе с одной стороны и опорным давлением на другой стороне. Электроды прикреплены к мембране и получают питание от генератора высокой частоты. Электроды ощущают любое перемещение диафрагмы и это влияет на изменение емкости пластин. Изменение емкости обнаруживается подсоединенной электрической цепью, которая выводит напряжение в соответствии с изменением давления.

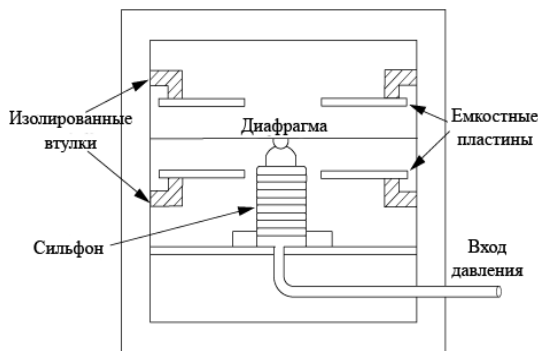


Рисунок 3 – Емкостной датчик давления

Емкостные МЭМС датчики давления отличаются высокой термостабильностью и хорошей временной стабильностью рабочих характеристик. Емкостные МЭМС-датчики давления демонстрируют уникальную точность, надежность и стабильность измерений, при высокой чувствительности к измеряемому параметру [5].

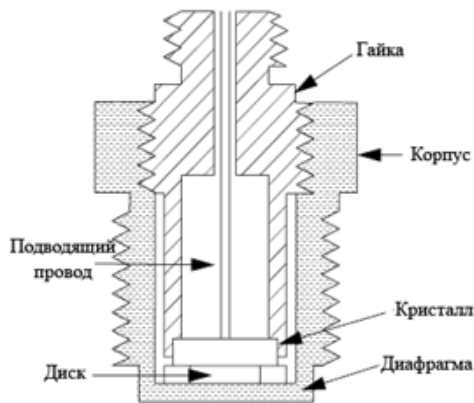


Рисунок 4 – Пьезоэлектрический датчик давления

Принцип действия пьезоэлектрических МЭМС-датчиков давления заключается в следующем: когда давление прикладывается к кристаллу, он деформируется и создается небольшой электрический заряд. Измерение этого электрического заряда пропорционально изменению давления. Этот тип датчика имеет очень быстрое время отклика на постоянные изменения давления.

УДК 621.396

## ТЕХНОЛОГИЯ СОВМЕСТНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИБРИДНЫХ МЕТОДОВ И МОДЕЛЕЙ НАИХУДШЕГО СЛУЧАЯ ПРИ ОЦЕНКЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ

Орлов Е.Е., Малый С.В.

*Белорусский государственный университет  
Минск, Республика Беларусь*

При решении задач электромагнитной совместимости необходимо учитывать невозможность получить точные значения ряда параметров, а также возможный разброс других параметров из-за, например, условий эксплуатации анализируе-

мых систем. Чтобы гарантировать работоспособность анализируемой системы, расчет электромагнитных полей для решения задач электромагнитной совместимости должен происходить в предположении наихудшего случая: принимает-

К достоинствам пьезоэлектрического датчика можно отнести его дешевизну, простоту в изготовлении и использовании.

В таких датчиках нужно учитывать влияние обратного пьезоэффекта. Если к пьезодатчику прикладывается электрический потенциал, то поляризация пьезоэлектрика во внешнем электрическом поле влияет на изменение его размеров и механическое воздействие на окружение.

Пьезоэлектрические датчики целесообразно применять при измерении быстроменяющегося давления.

Есть и другие типы датчиков давления, которые можно использовать. Например, можно создать механическую структуру с резонансной частотой, которая является функцией приложенного давления. Подается сигнал, вызывающий вибрацию конструкции, и измеряется изменение резонансной частоты. Такие устройства могут быть очень точными, но их сложно изготавливать и они чувствительны к другим факторам окружающей среды, таким как температура, которые также изменяют резонансную частоту [6].

Исходя из вышеизложенного можно сказать, что емкостные датчики давления в большей мере подходят для измерения параметров воздушных сред.

### Литература

1. Mukhopadhyay S.C. Wearable Sensors for Human Activity Monitoring: A Review. / S.C. Mukhopadhyay. – IEEE Sens. J. 2014, № 15, 1321–1330 p.
2. Lee J.O. A microscale optical implant for continuous in vivo monitoring of intraocular pressure. / J.O. Lee, H. Park; J. Du, A. Balakrishna, O. Chen, D. Sretavan, H. Choo. – Microsyst. Nanoeng, 2017, 3, 17057.
3. Wu N.A miniature fiber optic blood pressure sensor and its application in in vivo blood pressure measurements of a swine model / N. Wu, Y. Tian, X. Zou, Y/ Zhai; K. Barringhaus; X. Wang. – Sens. Actuators B Chem., 2013, 181. – Pp. 172–178.
4. PT ELECTRONICS. – Режим доступа: <https://ptelectronics.ru/>. – Дата доступа: 30.09.2020.
5. Фрайден Дж. Современные датчики / Дж. Фрайден. – Москва: Техносфера, 2005. – 592 с.
6. AVNET ABACUS. – Режим доступа: <https://www.avnet.com/>. – Дата доступа: 30.09.2020.