

УДК 536.5+533.932

ЭЛАСТИЧНЫЙ ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ С ТОНКОПЛЕНОЧНЫМИ ЭЛЕКТРОДАМИАнастасия Александровна Фельде⁽¹⁾, Алексей Дмитриевич Купцов⁽²⁾*Студент 4 курса⁽¹⁾, аспирант 1 года⁽²⁾,
кафедра «Электронные технологии в машиностроении»
Московский государственный технический университет**Научный руководитель: С.В. Сидорова,
кандидат технических наук, доцент кафедры «Электронные технологии в
машиностроении»*

Датчик температуры может использоваться во многих сферах применения от медицины и спорта до машиностроения и бытовых нужд. Преимущество эластичного датчика в том, что его можно разместить на неровные поверхности (например, трубы). По сравнению с бесконтактными датчиками температуры, гибкий датчик может обеспечить более точные показания температур. Интерес представляет сам чувствительный эластичный элемент, который содержит в себе мелкодисперсные частицы сегнетоэлектрика титаната бария $BaTiO_3$ [1], способный поляризоваться и реагировать на изменение температуры.

Цель работы: изготовить чувствительный элемент датчика температуры на основе диэлектрического эластомера с частицами сегнетоэлектрика и тонкопленочными электродами.

Чувствительный элемент эластичного датчика изготавливается в соответствии со структурой схемой (рис. 1). При изменении температуры напряженность частиц титаната бария изменяется, что влечет за собой изменение емкости. Электроды на поверхности эластомера необходимы для контроля этих изменений. С помощью мультиметра (LCR-станции) осуществляется измерение емкости. Эти значения можно перевести в температуру с помощью коэффициента температурного расширения.

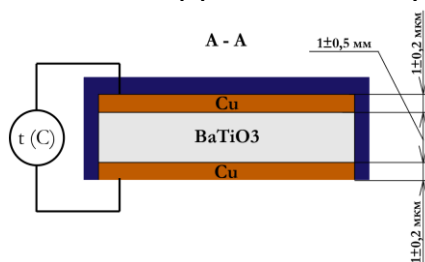


Рис. 1. Структурная схема термометра (синим показано защитное покрытие)

Для подвода напряжения на эластомерах формируют электроды из проводящих материалов. В подобных устройствах необходимо обеспечение качественного сцепления эластомера и проводящего слоя, так как это влияет на их функциональные характеристики. Электрод в виде тонкопленочного покрытия предложено наносить методом магнетронного распыления в вакууме. Однако требуется предварительная ионная обработка (ИО) поверхности эластомера для улучшения адгезии проводящего слоя к поверхности эластичного материала.

ИО позволяет очистить поверхность подложки от окисной пленки и других загрязнений, изменить топологию поверхности. На установке МВТУ-11-1МС, разработанной на кафедре «Электронные технологии в машиностроении» МГТУ им. Н.Э. Баумана, есть возможность обработать поверхность и нанести на него покрытие в

одном вакуумном цикле, что позволяет избежать загрязнения при атмосферном давлении, если совершать процессы на различных установках.

На АСМ-изображениях (рис.2) представлена поверхность эластичного материала до и после ИО. Первоначально эластомер имеет практически однородную структуру с некоторыми точечными выступами. После ИО поверхность становится более развитой, появляются глубокие впадины, структура рыхлая [2].

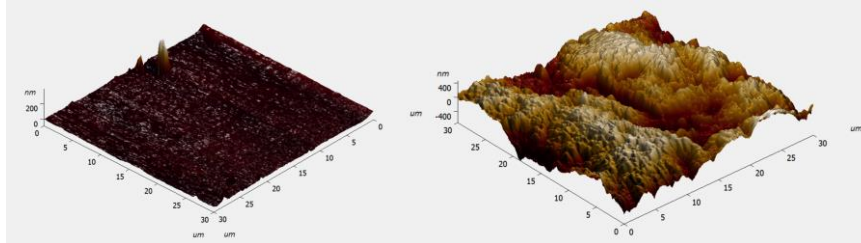


Рис.2. 3D АСМ-изображения эластомера до (слева) и после (справа) ИО

Для проверки работы чувствительного элемента эластичного термометра был использован экспериментальный стенд, включающий LCR-станцию, емкости с теплой (40°C) и холодной (5 °С) водой. Температура среды – 25 °С. Емкость изменялась достаточно быстро, что говорит о высокой чувствительности датчика.

На основе полученных данных был составлен график экспериментальной зависимости емкости от температуры (рис.3).

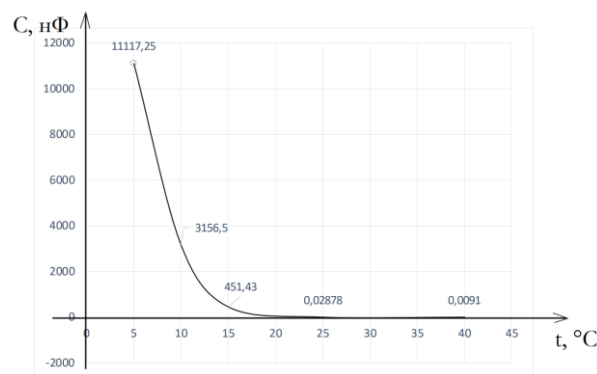


Рис.3. Экспериментальная зависимость емкости эластичного чувствительного элемента датчика от температуры

Из графика видно, что наибольшей чувствительностью чувствительный элемент обладает в диапазоне 5 – 15 °С.

Предполагается рассмотреть варианты использования температурного датчика при низких температурах: в горном спорте, туризме, экспериментальных исследованиях при низких температурах.

Литература

1. Материаловедение: учебник для среднего профессионального образования / Г. Г. Бондаренко, Т.А. Кабанова, В. В. Рыбалко; под редакцией Г.Г. Бондаренко. – 2-е изд. – Москва: Издательство Юрайт, 2023. – 329 с.
2. Фельде А. А., Сидорова С.В. Обработка в вакууме эластичных материалов для изделий машиностроения //Сб. трудов XV Всероссийской научно-технической конференции «Будущее машиностроения России», 2022, Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, с. 396–399.