

УДК 67.02

УЛУЧШЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МЕХАНИЗМА МИКРОПЕРЕМЕЩЕНИЙ НА ОСНОВЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЭЛАСТОМЕРА

Владислава Алексеевна Бутко

*Студент 2 курса,
кафедра «Электронные технологии в машиностроении»
Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана*

*Научный руководитель: А.М. Базиненков,
доктор технических наук, доцент кафедры «Электронные технологии в
машиностроении»*

В области электронного машиностроения «умные» материалы способны улучшить характеристики современного оборудования. Внешними воздействиями, меняющими свойства «умных» материалов, могут быть: механические нагрузки, электрическое или магнитное поля, температура, свет, влажность, химические свойства среды и др. Одним из материалов, управляемых электрическим полем, которые могут использоваться в прецизионных механизмах перемещений, является электроактивный полимер (ЭАП). ЭАП можно разделить на два класса: электронные - в них усилие возникает в результате электростатических сил между электродами, сжимающими полимер; и ионные, в которых усилие возникает из-за смещения ионов в полимере [2].

Диэлектрические эластомеры представляют собой класс электронных ЭАП, которые демонстрируют значительную деформацию под действием внешнего электрического поля. Механизмы перемещения на основе диэлектрических эластомеров (ДЭА) хорошо зарекомендовали себя в качестве исполнительных устройств сбора энергии и датчиков. Они эффективны за счёт способности к большим деформациям, быстрому отклику, малому весу, низкому модулю упругости, высокой плотности энергии и низкой стоимости. Базовая конструкция диэлектрического эластомера представляет собой диэлектрическую пленку, размещенную между двумя гибкими электродами. При подаче напряжения на гибкие электроды внутри диэлектрической пленки возникает электрическое поле. Индуцированное этим полем напряжение Максвелла заставляет диэлектрическую пленку расширяться в плоскости и сжиматься по толщине [1]. Для достижения оптимальной производительности диэлектрическая пленка должна обладать низким модулем упругости, высокой диэлектрической проницаемостью и высокой электрической прочностью. Обычно для диэлектрических пленок используются акрилы, силиконы и полиуретаны. Гибкие электроды должны характеризоваться высокой податливостью, проводимостью и высокой адгезией к ДЭ. Распространенные материалы электродов включают углеродную смазку, углеродные нанотрубки, углеродный порошок и графит.

В лаборатории МГТУ им. Н. Э. Баумана на кафедре МТ11 «Электронные технологии в машиностроении» была разработана технология изготовления механизма микроперемещений на основе ДЭ. Технология изготовления состоит из двух этапов.

Первый этап – изготовление ДЭ. Подготовка и перемешивание смеси, силиконовая матрица в виде компаунда СИЭЛ 159-322А с модификатором: частицами титаната бария ТБК-1, до однородного состава в течение 5 минут; нанесение на металлическую форму воскового состава и литьё в нее полученной смеси; обезгаживание в вакуумной камере жидкого эластомера в течение 30 минут при давлении 1 Па; закрытие формы крышкой; обезгаживание в вакуумной камере эластомера в течение 10 минут с

последующим извлечением формы из камеры; сборка формы болтовым соединением; полимеризация эластомера в течение 40 минут при 150°C в печи.

Обезгаживание осуществляется в вакуумном стенде, состоящем из вакуумного пластинчато-роторного насоса 2НВР-5ДМ, вакуумной камеры цилиндрической формы объемом 50 л, деформационного датчика давления, шарового клапана, крана для напуска газа и трубопроводов для соединения камеры с насосом.

Второй этап - сборка в механизм перемещений за счет соединения ДЭ с электродами, осуществляемого супер клеем, в качестве электродов применена медная фольга толщиной 60 мкм, выполненная в форме дисков диаметром 32 мм, полученная лазерной резкой. Сушка клеевого слоя при комнатной температуре занимает примерно 24 часа. Для возможности управления механизмом к электродам присоединяются провода методом пайки оловянно-свинцовым припоем.

Выводы

1. В ходе данной работы рассмотрены перспективы использования электроактивных полимеров, в том числе диэлектрических эластомеров, в качестве основы для прецизионных механизмов перемещений.
2. Модификация технологического процесса изготовления механизма микроперемещений на основе диэлектрического эластомер добавлением операции обезгаживания ДЭ в вакуумной камере вместе с закрытой крышкой позволяет повысить качество получаемых образцов. Клеевое соединение с электродами повышает качество контроля геометрии образцов на основе ДЭ.

Литература

1. I.V.Bezsudnov, A.G.Khmelnitskaia, A.A.Kalinina, S.A.Ponomarenko, «Dielectric elastomer actuators: materials and design», *Russ. Chem. Rev.*, 2023.
2. Y. Dewang, V. Sharma, V. K. Baliyan, T. Soundappan, Y. K. Singla, «Esearch Progress in Electroactive Polymers for Soft Robotics and Artificial Muscle Applications».