

УДК 539.231

СВОЙСТВА МАГНИТОРЕОЛОГИЧЕСКОГО ЭЛАСТОМЕРАРуслан Махтиевич Жашуев⁽¹⁾, Алексей Андреевич Копылов⁽²⁾, Александр Викторович Казаков⁽³⁾*Студент 4 курса⁽¹⁾, аспирант 3 курса⁽²⁾, магистрант 1 курса⁽³⁾
кафедра «Электронные технологии в машиностроении»**Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана**Научный руководитель: В.П. Михайлов,
доктор технических наук, профессор кафедры «Электронные технологии в
машиностроении»*

Магнитоэологические (МР) материалы – так называемые «умные» материалы, способные быстро и обратимо изменять свои физико-механические свойства под действием внешнего магнитного поля. Наиболее широкое распространение получили МР жидкости и МР эластомеры, которые получают путем добавления в несущую среду частиц магнитомягкого материала (например, карбонильного железа) микронных размеров (1-10 мкм). С ростом напряженности магнитного поля вязкость МР жидкостей возрастает, а жесткость МР эластомеров увеличивается более чем на 40%.

При помощи магнитного поля можно управлять деформацией образцов из МР эластомера и использовать этот эффект для создания прецизионных механизмов перемещения и активных демпферов.

При выборе материала матрицы МР эластомеров важно также учесть следующие такие требования, как большой диапазон рабочих температур (до 250°C) и низкие значения модуля Юнга (от 150 кПа до 5 МПа) для получения больших деформаций.

В качестве матрицы используются синтетические или натуральные каучуки, также матрица может быть получена путем смешивания одного, двух или более материалов. Смешивание нескольких материалов в составе матрицы производится с целью улучшения ее характеристик, но часто улучшение одного параметра приводит к ухудшению других характеристик материала [1, 2, 3]. Принципиальная схема образца и установки приведена на рис. 1.

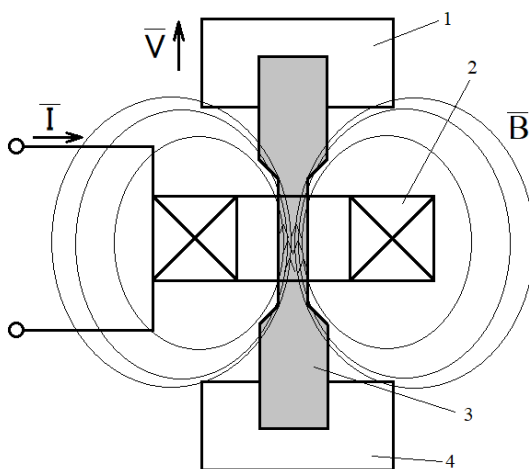


Рисунок 1 - Принципиальная схема образца и установки (1 - прижим подвижный, 2 - электромагнитная катушка, 3 - образец эластомера, 4 - прижим неподвижный)

Для получения эластомера с подходящими характеристиками по растяжению и модулю Юнга были проведены несколько измерений с растягиванием 8 образцов, сделанных с различной концентрацией частиц, толщиной и шириной.

К образцам прикладывалось усилие на широких участках с одной стороны, а с другой стороны образцы крепились неподвижно. Основная нагрузка приходилась на узкий участок - “шейку”. Образцы были исследованы на испытательной установке «SHIMADZU EZ-LX». Последующий расчет образцов по полученным результатам производится по ГОСТ 270-75 [4]. График зависимости силы от растяжения образца показан на рис. 2.



Рисунок 2 – График зависимости силы от растяжения образца

Образцы с наполнителем из карбонильного железа были поделены на две группы. Одни во время испытания подвергались воздействию магнитного поля, создаваемого катушкой индуктивности, при прохождении через нее тока величиной 2 А, а другие нет.

Эксперимент показал, что модификация силиконового компаунда частицами карбонильного железа приводит к значительному увеличению его жесткости и прочности. Однако при воздействии на образец магнитного поля его жесткость почти не отличается от жесткости образца без воздействия магнитного поля.

Литература

1. *Dubois Ph.S., Mikhailov S.* Dielectric electroactive polymer Patent WO, no 2006/123317 A2
2. *F. Carpi, P. Chiarelli, A. Mazzoldi, and D. de Rossi* Electromechanical characterization of dielectric elastomer planar actuators: Comparative evaluation of different electrode materials and different counterloads. *Sensors and Actuators A: Physical* vol .107 i. 1, 2003 pp. 85–95. doi:10.1016/S0924-4247(03)00257-7
3. *Brochu P., Pei Q.* Dielectric Elastomers for Actuators and Artificial Muscles In L. Rasmussen *Electroactivity in Polymeric Materials* Springer Sciens+Business Media New York, 2012 -56с. DOI 10.1007/978-1-4614-0878-9_1
4. ГОСТ 270 – 75. Резина. Метод определения упругопрочностных свойств при растяжении. – Взамен ГОСТ 270-64; Введ. С 1978-01-01 по 1992-10-01. - Москва: Изд-во стандартов, 1988. – 14 с.