

УДК 533.599

**РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВАКУУМНЫХ СВОЙСТВ
МАГНИТОРЕОЛОГИЧЕСКОГО ЭЛАСТОМЕРА**Ефимов Илья Александрович ⁽¹⁾, Иванова Дарья Александровна ⁽²⁾*Студент 4 курса ⁽¹⁾, магистрант 1 года ⁽²⁾,
кафедра «Электронные технологии в машиностроении»
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана**Научный руководитель: А.М. Базиненков,
кандидат технических наук, доцент кафедры «Электронные технологии в
машиностроении»*

Магнитореологический эластомер (МРЭ) – это «умный» композиционный материал, состоящий из полимерной матрицы, магнитомягкого наполнителя [1,2] и вспомогательных добавок (ПАВ и т.п.). Главная особенность данного материала – зависимость его вязкоупругих свойств от величины и направления внешнего магнитного поля – позволяет применять его в механизмах точных перемещений, системах виброизоляции оборудования и во вводах движения в вакуум.

Системы виброизоляции служат для защиты чувствительного прецизионного оборудования от внешних воздействий (например, атомно-силовых микроскопов). На кафедре МТ11 ведется разработка платформы активной виброизоляции, построенная на базе МРЭ демпферов (рис. 1) [3]. Сейчас активно рассматривается вопрос о применении платформы в вакууме.

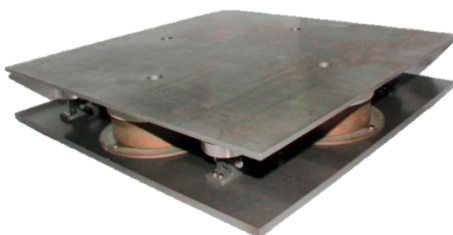


Рис. 1. Платформа активной виброизоляции на базе МРЭ

Помимо виброизоляции, одним из наиболее перспективных приложений МРЭ является применение его в конструкции комбинированных магнитожидкостных вводов вращения в вакуум, сочетающих в себе магнитожидкостное уплотнение и эластомерные магнитопроводы. Такие устройства имеют более высокую степень равномерности уплотнения [4].

Оба рассмотренных выше применения МРЭ предполагают применение материала в вакууме. Однако, для проектирования систем с применением МРЭ, необходима информация о потоке газовой выделенности материала. Такие данные могут быть получены только экспериментальным путем. Это обуславливает необходимость проведения ряда исследований.

Для проведения исследований был выбран метод «известной проводимости» - метод измерения потока газовой выделенности, основанный на ограничении проводимости системы диафрагмой или трубопроводом малого диаметра (рис. 2) [5]. При этом скорость откачки системы становится близка к проводимости ограничивающего трубопровода. В таком случае поток газовой выделенности определяется по формуле (1).

$$q = (p_1 - p_2) \cdot S = (p_1 - p_2) \cdot U, \quad (1)$$

где q – удельный поток газовыделения, p_1 , p_2 – давления в областях до и после ограничителя, $S=U$ – скорость откачки, равная проводимости ограничивающего элемента системы.

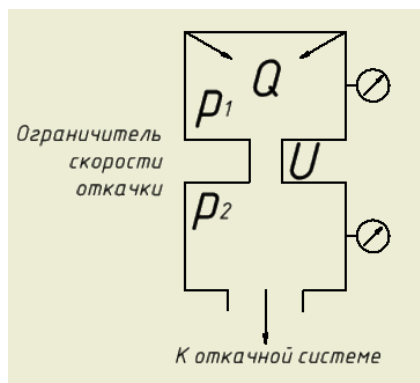


Рис. 2. Схема метода известной проводимости

Разрабатываемая система должна позволять реализовывать выбранный испытательный метод. Помимо этого, система должна позволять проводить исследования других материалов и иметь возможность модернизации под новые задачи.

Разработанная система имеет три камеры: испытательную, эталонную и расширительную. Испытательная камера содержит пару параболических охлаждаемых рефлекторов для прогрева исследуемого образца галогеновыми лампами (рис. 3). Эталонная камера по конструкции идентична испытательной, но не предназначена для размещения образцов и служит для выделения из суммарного потока газовыделения потока газовыделения испытуемого образца. На обеих камерах устанавливаются широкодиапазонные датчики давления. Расширительная камера предназначена для соединения камер с откачной системой с минимальным влиянием на скорость откачки.

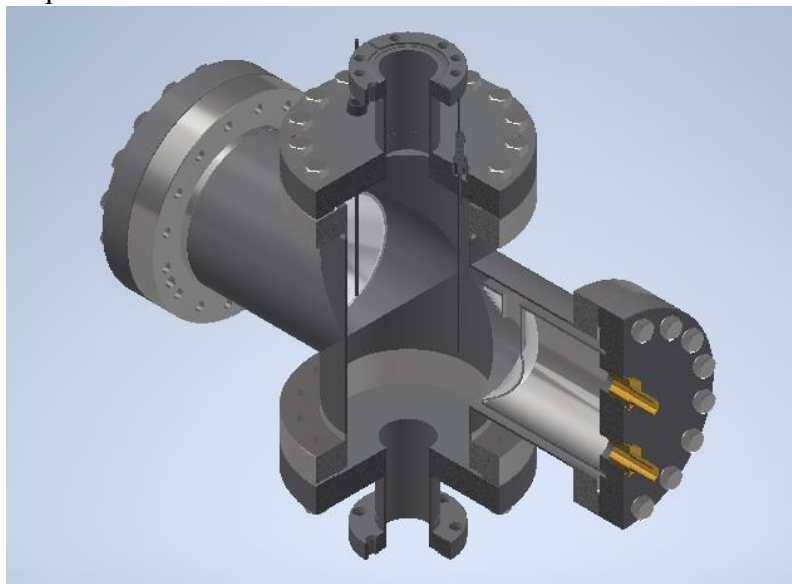


Рис. 3. Испытательная камера

Откачка системы производится турбомолекулярным высоковакуумным насосом. Для предварительной откачки предполагается использовать спиральный форвакуумный насос. Для снижения влияния потоков натекания на результаты испытаний для коммутации всех элементов вакуумной системы применяются соединения типа ConFlat (ГОСТ 26526-85). В системе также предусмотрена возможность установки масс-спектрометра для оценки парциального состава остаточных газов в камере.

В дальнейшем предполагается сборка системы и проведение с её помощью ряда экспериментов по определению потока газовой выделенной МРЭ.

Литература

1. *Кокцинская Е.М.* Умные материалы и их применение (обзор) // Видеонаука. 2016. №1(1). С. 3-19.
2. *Налевайко И.В.* Магнитоуправляемые эластомеры // Прикладная математика и фундаментальная информатика. 2018. №3. С. 19-28.
3. *Михайлов В.П., Степанов Г.В., Базиненков А.М., Кузнецов А.С., Зобов И.К.* Магнитореологические устройства активной виброизоляции и позиционирования для нанотехнологического оборудования // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. «Приборостроение». 2010. №5 С. 138-148.
4. *Топоров А.В., Малый И.А., Потёмкина О.В., Никитина С.А., Пучков П.В., Топорова Е.А., Киселев В.В., Зарубин В.П.* Комбинированное магнитожидкостное уплотнение вала: пат. 135048 Российская Федерация. 2013.
5. *Redhead P.A.* Recommended practices for measuring and reporting outgassing data //Journal of Vacuum Science & Technology a Vacuum Surfaces and Films. 2002. №20(5). С. 1666-1675.