

УДК 533.599

**РАЗРАБОТКА ВАКУУМНОЙ КАМЕРЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВАКУУМНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МАГНИТОРЕОЛОГИЧЕСКОГО ЭЛАСТОМЕРА**Иванова Дарья Александровна<sup>(1)</sup>, Ефимов Илья Александрович<sup>(2)</sup>, Ротарь Анастасия Павловна<sup>(1)</sup>*Студенты 4 курса<sup>(1)</sup>, студент 3 курса<sup>(2)</sup>,  
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) может широко использоваться в активных демпфирующих устройствах, амортизаторах автомобилей. Реологические свойства полимера изменяются под действием направленного магнитного поля, возникает возможность использование его в качестве рабочего тела в системах активной виброизоляции[1].

Активные системы виброизоляции применяются для защиты технических и биологических объектов в областях, где предъявляются жесткие требования к допустимому уровню вибрации. Для операций, проводимых в вакууме, также необходимо обеспечение защиты от вибраций. На кафедре МТ11 разрабатывается платформа активной виброизоляции (рисунок 1).

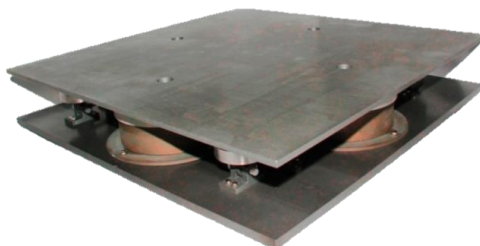


Рис.1 Платформа для виброизоляции прецизионного оборудования на основе магнитореологических эластомеров

Данную платформу предполагается устанавливать в вакуум, для повышения точности проводимых испытаний и исследований. На сегодняшний момент достаточно подробно изучены механические свойства МРЭ, но вакуумные характеристики полимера остаются неизученными. Для материалов, находящихся в вакууме, важно знать выделяющиеся газы, а также поток газовыделения. Так как МРЭ под действием поля деформируется и от его упругих характеристик напрямую зависят характеристики устройств, необходимо, чтобы после помещения в вакуум, обезгаживающего прогрева, эластомер не изменил свойства.

В рамках проводимой нами работой образцы МРЭ были испытаны на растяжение, получен модуль упругости эластомера  $0,3 \text{ Н/мм}^2$  [2]. Следующим этапом является обезгаживание полимера при прогреве. Для эксперимента используется рабочая вакуумная установка колпакового типа в лаборатории НПК АО «Плутон» (рисунок 2). На данной установке проводится откачка штенгеля с образцом. Образцы на растяжение должны помещаться в вакуум в недеформированном состоянии, для этого необходимо разработать камеру для размещения в ней в вертикальном подвешенном состоянии.



1 – штангель с исследуемым МР эластомером; 2 – вакуумная камера; 3 – блок системы управления

Рис.2 Вакуумная система в лаборатории НПК АО «Плутон».

Данная установка является действующей, разрабатываемая камера должна иметь переходник на медный стандартный штангель, фиксирующийся в держателе на плите установке. Соединение меди со стальным фланцем должно быть вакуум-плотным. Обеспечить данное соединение возможно методами пайки и сварки, однако для пайки необходимо наличие дорогостоящего припоя, для сварки требуется высококвалифицированный специалист, имеющийся на предприятии. Для реализации данного соединения была предложена схема аналогичная вакуумному соединению с медным уплотнением типа ConFlat (CF) [3].

Для соединения медной втулки с штангелем необходимо обеспечить посадку с натягом (рисунок 3). Далее проводится соединение двух медных элементов диффузионной пайкой в вакууме, в результате чего получаем герметичное соединение. Верхний прижимной фланец имеет зубцы аналогичные CF, поверхность нижнего фланца имеет малую шероховатость, необходимо обеспечение плоскостности, для точного позиционирования втулки на поверхности фланца.

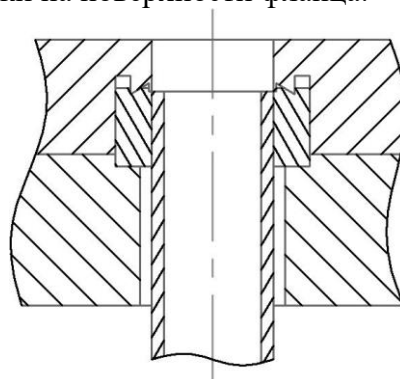


Рис.3 Соединение медного штангеля со стальными фланцами

Высота камеры рассчитана в соответствии с длиной образца, испытываемого на растяжение. Верхняя часть камеры имеет два стандартных фланца с медным уплотнением, с возможностью создания глубокого вакуума и прогрева до высоких температур.

Таким образом, разработанная камера может быть откачана до высокого вакуума, с обеспечением высокотемпературного прогрева. По разработанным рабочим чертежам, планируется изготовить камеру на АО «Плутон», для дальнейшего проведения в ней исследований по газовыделению из МРЭ в вакууме при прогреве.

## Литература

1. Вибрации в технике: Справочник. В 6-ти т./Ред. совет: В. Н. Челомей (пред.). — М.: Машиностроение, 1981. — Т. 6. Защита от вибрации и ударов /Под ред. К. В. Фролова. 1981, - 456 с.
2. ГОСТ Р 56785-2015. Композиты полимерные. Метод испытания на растяжение плоских образцов. – Москва: Стандартинформ, 2016. – 7с.

3. ГОСТ 26526-85 (СТ СЭВ 4773-84). Оборудование вакуумное. Соединения фланцевые для сверхвысоковакуумных систем. М.: Изд-во стандартов, 1985. – 21с.