

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КЛАПАНОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОРАКЕТНОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Митрофанова О. А., Чугунков А. Ю.

ФГУП ОКБ «Факел», г. Калининград, Калининградская обл., Россия

Одним из основных элементов ЭРДУ является электромагнитный клапан, предназначенный для многократного открытия и закрытия пневмогидравлических магистралей системы подачи рабочего тела.

Клапаны нарабатывают большое число включений, как в составе ЭРДУ, так и в процессе различного рода испытаний, в том числе ресурсных. По мере наработки ресурса, в клапанах обнаруживаются различные дефекты, такие как микротрещины, посторонние частицы в рабочей области клапана, негерметичность запорного элемента и т. п. Поэтому возникает необходимость детального исследования данных изделий для выяснения причин отклонений и их ликвидации.

В данной работе представлены методы исследования электромагнитных клапанов, позволяющие оценить рабочие характеристики и качество данных изделий с целью их оптимизации.

Объектом исследований являлись клапаны МЭК и КЭМЗ. Данные клапаны имеют высокие эксплуатационные характеристики. В частности, клапаны КЭМЗ, которые являются одними из основных элементов разрабатываемых ОКБ «Факел» ЭРДУ «KazSat-2», «Канопус-В» и др., прошли ресурсные испытания с превышением требования технических условий (ТУ) по гарантированному числу включений (9000) и наработали в сумме более миллиона включений. Все параметры клапанов в процессе и после испытаний оставались в пределах требований, допускаемых схемой импульсного регулятора расхода.

1. Экспериментальное измерение магнитного потока в рабочей области клапана.

Экспериментальный метод использовался для измерения магнитного потока в рабочей цепи клапана МЭК. Измерительная обмотка из 5-ти витков размещалась в полости немагнитной вставки.

2. Расчеты магнитного поля и силовых характеристик электромагнитных клапанов.

С помощью ППП NISA Version 17 были проведены расчеты магнитного поля и силовых характеристик электромагнитных клапанов МЭК и КЭМЗ с целью определения напряжений открытия и закрытия клапанов, а так же оценки влияния конструктивных параметров и внешних воздействий (давления и т. д.) на эффективность работы. Сравнение результатов расчетов с полученными при измерениях данными показало, что разница между расчетными и экспериментальными значениями магнитного потока не превышает 10%, т. е. имеется достаточно хорошее согласование. Поэтому данный метод может использоваться еще на этапе проектирования и позволяет усовершенствовать конструкцию изделий.

3. Применение микроскопов с высоким разрешением для исследования уплотнительного элемента клапана КЭМЗ.

Для детального исследования поверхности уплотнительного элемента использовался сканирующий зондовый микроскоп NanoEducator [1, 2]. По результатам сканирования при помощи встроенной программы исследовались сечения поверхности. Имеется возможность в трехмерном пространстве изучать отсканированную поверхность.

Из-за очень маленьких размеров (мкм, нм) и области сканирования (мкм) не удалось с большой точностью и соблюдением масштаба построить профилограмму поверхности, чтобы наглядно посмотреть изменения поверхности фторопласта. Но для определения шероховатости поверхности, для изучения микро и нано: частиц, трещин, разломов и т. п. этот метод исследования является очень эффективным.

Исследование поверхности клапана КЭМЗ осуществлялось на растровом электронном сканирующем микроскопе JSM-6390LV (JEOL, Япония) с разрешением 7 нм в режиме высокого вакуума. Часть исследований осуществлялась на растровом сканирующем микроскопе Ожэ-микроанализаторе JAMP-9500F (JEOL, Япония) с разрешением 3 нм [3].

На снимках торцевой поверхности клапана, сделанными с помощью микроскопа JSM-6390LV, с разной степенью увеличения, отчетливо видны следы постороннего вещества и при большем увеличении.

Таким образом, полученные результаты показали достаточно высокую эффективность используемых методик и оборудования для исследования клапанов.

На основании полученных данных предложена новая конструктивная схема усовершенствованного сдвоенного клапана КЭМ высокого давления.

ЛИТЕРАТУРА

1. М. Борн, Э. Вольф. Основы оптики. М.: Наука, 1973.
2. В. Л. Миронов. Основы сканирующей зондовой микроскопии. Учебное пособие для студентов старших курсов высших учебных заведений. ИФМ РАН – г. Н. Новгород, 2004 г. - 110 с.
3. В. С. Эдельман. Сканирующая туннельная микроскопия (обзор). Приборы и техника эксперимента, 1989, № 5, с. 25. В. Л. Миронов. Основы сканирующей зондовой микроскопии. Учебное пособие для студентов старших курсов высших учебных заведений. ИФМ РАН – г. Н. Новгород, 2004 г. - 110 с.