

УДК 621.52

Прошлое и будущее сверхвысоковакуумных коммутационных устройств

Коротченя М. А., студент,

Баран Ю. В., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Бабук В. В.

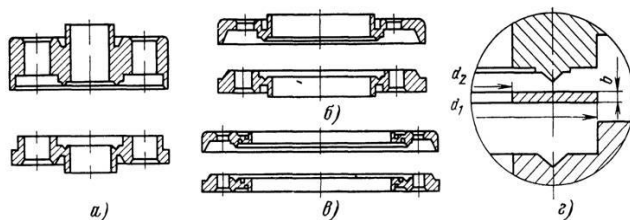
Аннотация:

В докладе рассматривается эволюция сверхвысоковакуумных коммутационных устройств. Обосновывается выбор принципиальных деформационных схем и способ управления прогреваемых клапанов и затворов. Представлены результаты первичных экспериментов, подтверждающих работоспособность предлагаемых конструктивных решений.

Сверхвысоковакуумные коммутационные устройства (фланцевые соединения, клапаны, затворы) являются наиболее многочисленными и наименее надежными элементами из общего числа комплектующих изделий. По мере снижения предельного давления и повышения габаритов вакуумной системы влияние данных устройств на надежность всей вакуумной системы резко возрастает.

В нашей стране для цельнометаллических вакуумных систем с диаметрами условного прохода от 10 до 630 мм наибольшее распространение имели канавочно-клиновые фланцевые соединения вследствие их высокой надежности герметизации, удобству сборки и обслуживания. Однако такие крупногабаритные устройства ($D_y = 250$ мм и выше) ненадежны при термоциклировании.

Первые в мире цельнометаллические клапаны были испытаны в СССР в 1948 году, тогда как зарубежные историки первыми считают клапаны, разработанные Альпертом в 1953 года. В настоящее время большинство вакуумных фирм серийно выпускает прогреваемые клапаны, в которых герметизация осуществляется врезанием острого стального выступа в медную плоскость.



а – фланцы $D_y = 10-60$ мм; б – фланцы $D_y = 70-225$ мм;

в – фланцы $D_y = 250-750$ мм;

г – канавочно-клиновой профиль уплотнения.

Рис. 1 – Схема канавочно-клиновых фланцевых соединений с металлическим уплотнителем

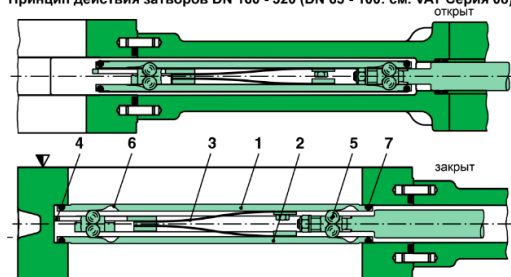
Недостатками таких клапанов является малая наработка на отказ (30 и 150 циклов при прогреве в закрытом состоянии соответственно при $450\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $300\text{ }^{\circ}\text{C}$), ограниченность проходных сечений (не более $D_y 63$ мм) и только ручное управление устройством.



Рис. 2 – Пример затвора производства фирмы «VAT»

Самое широкое распространение имеют затворы фирмы «VAT». Дороговизна этих устройств объясняется использованием высококачественных теплостойких сталей и прецизионной технологии их изготовления. Ограничением является недопустимость пыли и других микрозагрязнений в зоне герметизации. Отмечено снижение герметичности подобных затворов при термоциклировании.

Принцип действия затворов DN 160 - 320 (DN 63 - 100: см. VAT Серия 08)



- 1 – тарелка; 2 – внешняя платина; 3 – листовые пружины; 4 – стопорная пружина;
 5 – шариковые пары; 6 – шариковые фиксаторы; 7 – уплотнение тарелки;
 Δ – сторона уплотнения седла клапана.

Рис. 3 – Схема затвора производства фирмы «VAT» показанного ранее

Несмотря на явную потребность в разработке надежных прогреваемых коммутационных устройств создание новых образцов не наблюдается с конца восьмидесятых годов прошлого века. Дж. Уэстон писал: «...Хотя механизм сейчас уже статочно ясен, научные рекомендации, которые можно было бы использовать при конструировании таких уплотнителей пока отсутствуют...».

Наличие «застоя» свидетельствует о наличии проблемной задачи, решение которой невозможно в рамках используемых исходных данных. Очевидна недостаточность понимания (учета) явлений и связей между физическими объектами изучаемой системы, отсутствие верной оценки их влияния на процессы, протекающие в зоне герметизации.

Концептуально подход к разработке данных устройств сформулирован в понятии «рационального процесса многократной герметизации». Подчеркивалась необходимость не только получения вакуумноплотного соединения, но и обеспечения сохранения герметичности устройства в заданных условиях эксплуатации.

Я исследовал анализ процесса многократной герметизации посредством моделирования динамики деформации уплотнителя. Разработанный «модифицированный метод верхней оценки» и предложенный «принцип динамики» позволяют определять пути течения уплотнителя в любой деформационной схеме. Даны понятие «отказа» в работе узла герметизации (причина появления натекания) и

сравнительные критерии работоспособности узлов герметизации (степени герметичности и термостойкости).

Новый способ управления дает самые широкие возможности в удобстве управления технологическим процессом, повышении ресурса и надежности герметизации клапанов и затворов.

На основании проведенной работы выбраны деформационные и структурные схемы сверхвысоковакуумных устройств повышенной надежности, увеличивающие степень герметичности и ресурс срабатывания. Важным является применение освоенных технологий и материалов, удобство эксплуатации и доступность использования сменных уплотнителей.

Разработаны новые фланцевые и штуцерные соединения, а также фланцевое соединение применительно к клапанам. Испытания на герметичность при комнатной температуре показало их высокую вакуумную плотность (возможная величина течи находится за порогом чувствительности течеискателя). Причем фланцевое соединение, предназначенное для клапанов, сохраняло свою герметичность при полном снятии усилия шпилек.

Список использованных источников

1. Балицкий, А. В. Технология изготовления вакуумной аппаратуры / А. В. Балицкий. – Изд.3-е, перераб. и доп. – М.: «Энергия», 1974. – 312 с.

2. Шувало, А. С. Соединительные элементы сверхвысоковакуумных систем. Вакуумная техника и технология / А. С. Шувало. – М., 1994, т.4, № 4, С. 2–25.

3. Руднев, Е. В. Исследование и выбор конструктивного решения сверхвысоковакуумных затворов для УНК ИФВЭ / Е. В. Руднев [и др.]. Тема №1–107–316. Гос.рег.№80055541. Инв.№02830049816, 02840042006. – М.: Московский институт электронного машиностроения, 1983 г.

4. Уэстон, Дж. Фр. Техника сверхвысокого вакуума / Дж. Фр. Уэстон, – М.: Мир, 1988. – 366 с.

5. Патент на изобретение № 2348851 Российской Федерации «Способ дистанционного управлением клапаном варианты» / В. В. Вязовецков. – Опубликовано в Бюл. № 7, 2009 г.