

ФОРМИРОВАНИЕ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ПОДВИЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ГИДРОАППАРАТОВ

М. С. Мельниченко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Д. Л. Стасенко

Важными элементами, определяющими производительность и надежность гидравлической аппаратуры, являются уплотнительные устройства. Они просты по конструкции, имеют малые размеры, кроме того выполняют ответственные функции. В связи с этим уплотнения являются наиболее слабыми элементами, при выходе из строя которых аппарат становится неработоспособным. Темпы и направления развития гидравлических машин и механизмов зависят от совершенствования качеств и свойств уплотнительных элементов [1].

В зависимости от требований, которые могут предъявляться к гидравлическим машинам, уплотнительные элементы должны полностью либо частично обеспечивать герметизацию устройства. Под частичной герметизацией подразумевается уменьшение утечек через щелевые зазоры и уплотнения.

Уменьшение утечек либо их исключение в клапанах осуществляется путем применения контактных и бесконтактных уплотнений.

В бесконтактных уплотнениях жидкость запирается без контакта уплотняющих элементов с подвижными деталями. К таким уплотнениям относят щелевые и лабиринтные уплотнения (рис. 1) [1].

Принцип действия щелевого уплотнения основан на дросселировании потока через щелевой зазор малой площади, образованный между перемещающимися деталями.

Лабиринтное уплотнение основано на удлинении пути дросселирования применением кольцевых проточек и созданием завихрений, увеличивающих перепад давления.

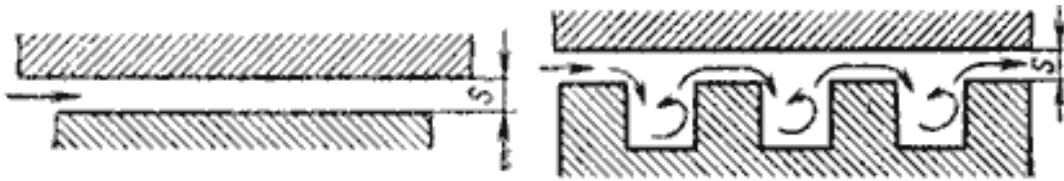


Рис. 1. Щелевое и лабиринтное уплотнение

Контактные уплотнения (рис. 2) обеспечивают перекрытие потока рабочей жидкости. При эксплуатации гидроаппаратов такие уплотнения находятся в режиме непрерывного открытия и закрытия проходной щели. Поэтому в них наиболее интенсивно происходят процессы коррозионного, эрозионного и динамического разрушения. Конструкция контактного уплотнения определяет габаритно-массовые характеристики, надежность, долговечность и энергопотребление исполнительных устройств и элементов [2].

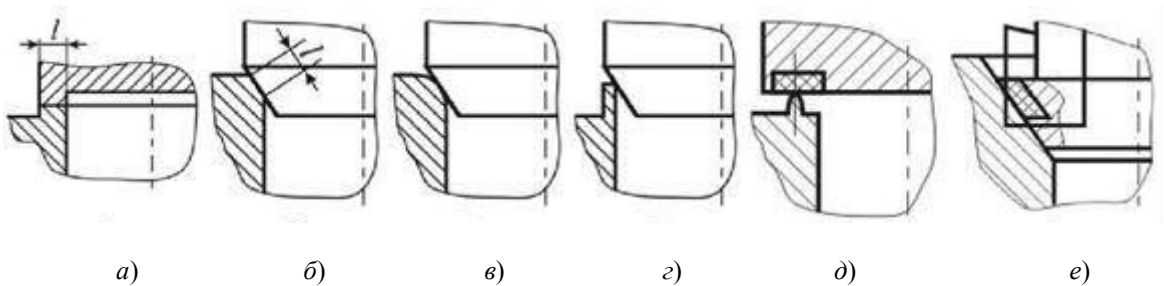


Рис. 2. Конструктивные схемы контактных уплотнений

Чаще всего контактные уплотнения представляют собой пару сопряженных металлических деталей с притертыми плоскими (рис. 2, а) или коническими (рис. 2, б) контактными поверхностями и широким поясом контактирования $l = 2-5$ мм. Снижение трудоемкости изготовления уплотнений и усилий герметизации можно осуществить с помощью конструкций с минимальной шириной зоны контактирования. Это обеспечивается, например, закруглением кромки седла (рис. 2, в) или выполнением его в виде упругой тонкостенной оболочки (рис. 2, г). Для уплотнения с элементами из полимерных материалов (рис. 2, д) требуются минимальные контактные давления. Конструкции с наплавляемыми вставками (рис. 2, е) используют при повышенных требованиях к герметичности. Эти схемы реализуются во множестве конструктивных вариантов, отличающихся конфигурацией контактных элементов (шар, конус, цилиндр, плоскость, острие), сочетанием нескольких герметизаторов, использованием различных материалов и методов их соединения, системами привода, обеспечения точности посадки клапана в седло и т. д. [2].

Выбор конструктивной схемы уплотнений является наиболее сложным и ответственным этапом при проектировании, так как следует учитывать условия использования и требования, предъявляемые к аппарату.

Таким образом, целью данной работы является рассмотрение конструкций и формирование герметичности подвижных соединений клапанов.

Конструкции уплотнений с плоскими или коническими контактными поверхностями (рис. 2, а, б) работают при небольшом контактном давлении и нормальной тем-

пературе. В вакуумных системах они не обеспечивают необходимой герметичности. К тому же данная конструктивная схема не обеспечивает надежной работы при температурных или силовых колебаниях одной из деталей контактного уплотнения [2].

Для уплотнения с закругленной кромкой седла (рис. 2, в) характерна работа при более высоком контактном давлении, допускаются значительные упругие объемные деформации контактирующих деталей и предъявляются менее жесткие требования к чистоте рабочей жидкости [2].

Для уплотнений с тонкостенной оболочкой (рис. 2, з) характерны пониженные требования к погрешностям изготовления и сборки, допускается значительно меньшая жесткость и возможен более широкий диапазон условий эксплуатации [2].

Уплотнения с элементами из полимерных материалов (рис. 2, д) обеспечивают высокую степень герметичности при малом контактном давлении, что позволяет разрабатывать аппараты и исполнительные устройства с малыми габаритными размерами и низким энергопотреблением, но они не обеспечивают герметизацию при высоком давлении [2].

Проектирование контактных уплотнений осуществляется в определенной последовательности [2]:

- анализ требований и условий эксплуатации;
- выбор метода и вида уплотнения;
- расчет размеров и прочностной расчет уплотнений, уточнение принятых решений и оптимизация конструкции.

Материал пары «затвор–седло» выбирают из условий эксплуатации и стойкости к среде, в которой будет использоваться аппарат.

Необходимые контактные давления $p_{к0}$ могут быть определены из следующих зависимостей [2]:

- 1) при контакте по поверхности

$$p_{к0} = \frac{K_1(C + K_2 \cdot p)}{\sqrt{l}};$$

- 2) при контакте по линии

$$p_{к0} = K_1 \cdot \bar{P}_A.$$

здесь K_1 – коэффициент, учитывающий влияние среды (для жидких сред $K_1 = 1$; для газов, пара и паро-водяной смеси $K_1 = 1,5$; для гелия, водорода, керосина, бензина и других газов и жидкостей с проникающей способностью $K_1 = 2$); C и K_2 – коэффициенты, учитывающие влияние материала в клапанных уплотнениях (для сталей и твердых сплавов $C = 3,5$ МПа, $K_2 = 1$, для меди, баббита, бронзы, латуни $C = 3$ МПа, $K_2 = 1$); l – ширина уплотнения, м; \bar{P}_A – контактная нагрузка, зависящая от материала уплотнения (для меди, баббита, латуни с $HB \leq 90$ $\bar{P}_A = 2$ Н/м; для бронзы, латуни с $HB > 90$ $\bar{P}_A = 2,5$ Н/м; для сталей и твердых сплавов $\bar{P}_A = 3$ Н/м).

Для уплотнений, изготовленных из разных материалов, значение \bar{P}_A принимают по более мягкому материалу.

Заключение. В ходе работы были рассмотрены конструкции и способы формирования герметичности подвижных соединений клапанов. Установлено, что при низком давлении, $\approx 2\text{--}3$ МПа, наиболее целесообразно применять уплотнение с тонкостенной оболочкой, так как к ним предъявляются пониженные требования к погрешностям изготовления и сборки, а также возможен широкий диапазон условий эксплуатации. В случае давлений выше 3 МПа рационально применять уплотнение с закругленной кромкой седла, так как на них допускаются более высокие контактные давления, для которых предложены расчетные зависимости. Кроме того, для данного вида уплотнений предъявляются пониженные требования к чистоте рабочей жидкости.

Л и т е р а т у р а

1. Макаров, Г. В. Уплотнительные устройства / Г. В. Макаров. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Л. : Машиностроение, Ленинград. отд-ие, 1973. – 232 с.
2. Уплотнения и уплотнительная техника : справочник / Л. А. Кондаков [и др.] ; под общ. ред. А. И. Голубева, Л. А. Кондакова. – М. : Машиностроение, 1986. – 464 с.