

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ДОСТИЖЕНИЙ В ОБЛАСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ МАНЖЕТНЫХ УПЛОТНЕНИЙ И СФЕРА ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Черник Егор Геннадьевич

Научный руководитель – Толстик И.В.

(Белорусский национальный технический университет)

В данной работе проведен анализ современных достижений при конструировании манжетных уплотнений, показана область их применения. Рассмотрены различные конструкции и формы манжет, а также описаны их виды и основные правила установки.

Наиболее обширная область применения уплотнений в общем машиностроении – это герметизация входных и выходных валов машин. Уплотнения с одной стороны предупреждают утечку масла из корпуса машин, с другой – защищают внутренние полости корпуса от внешних воздействий. Это особенно важно для машин, работающих на открытом воздухе в соседстве с агрессивными средами.

Особенно ответственную роль играют уплотнения в машинах и агрегатах с полостями, содержащими химически активные вещества (химическое машиностроение). Надежная герметизация этих полостей является важным условием обеспечения работоспособности машин.

Другая область применения уплотнений – это герметизация полостей в машинах, содержащих газы и жидкости при высоких давлениях или под вакуумом. В роторных машинах (в паровых и газовых турбинах, центробежных и аксиальных компрессорах и т. д.) необходимо уплотнение вращающихся валов и роторов; в поршневых машинах – уплотнение возвратно-поступательно движущихся частей (поршней, плунжеров).

В поисках надежных решений конструкторы разработали большое число разнообразных систем уплотнений. Все системы уплотнений можно разделить на два класса: контактные и бесконтактные. В первом случае уплотнение достигается непосредственным соприкосновением подвижной и неподвижной частей уплотнений. К числу этих уплотнений относят сальники, манжеты, разрезные пружинные кольца, торцовые уплотнения и т.д. Во втором случае контакт между частями уплотнения отсутствует. Уплотнительный эффект достигается с помощью центробежных сил, гидродинамических явлений и т.д. К числу этих уплотнений относят лабиринтные уплотнения, отгонные резьбы, стражательные диски, ловушки разнообразных типов. Контактные уплотнения обеспечивают более высокую герметичность соединений. Их недостатки (ограниченность допустимых скоростей относительного движения, изнашиваемость и потери уплотнительных свойств с износом) устраняют регулированием силы прижатия контактирующих поверхностей, рациональным подбором материала трущихся поверхностей, компенсацией износа с помощью упругих устройств.

В справочниках часто приводят допустимые значения скоростей для различных видов контактных уплотнений. Такой подход вряд ли можно считать правильным. Безопасные скорости определяются свойствами уплотняемой жидкости, условиями смазки, контактным давлением, материалом трущихся поверхностей, правильностью монтажа и другими факторами. Рациональным сочетанием этих факторов можно значительно раздвинуть границы нормальной работы уплотнения.

Сальники принадлежат к числу отживающих систем уплотнения. Их основной недостаток – повышенный износ, сопровождающийся потерей уплотнительных свойств, и непригодность к высоким окружным скоростям. Все же благодаря простоте и дешевизне сальники до сих пор применяют в некоторых узлах неотвеченного назначения. Сальник представляет собой кольцевую полость вокруг вала, набитую уплотняющим материалом. Для набивки применяют хлопчатобумажные ткани,

очесы, шнуры, вываренные в масле, фетр, асбест и подобные материалы с добавлением металлических порошков (свинца, баббита), графита, дисульфида, молибдена и других самосмазывающихся веществ.

Манжета представляет собой выполненное из мягкого упругого материала кольцо с воротником, охватывающим вал. Под действием давления в уплотняемой полости воротник манжеты плотно охватывает вал с силой, пропорциональной давлению. Для обеспечения постоянного натяга воротник стягивают на валу кольцевой пружиной. Манжеты раньше изготавливали из лучших сортов воловьей кожи, подвергая ее распариванию и пресованию для придания нужной формы. Теперь их чаще всего изготавливают из пластиков типа поливинилхлоридов и фторопластов, превосходящих кожу по упругости и износостойкости. Полихлорвиниловые манжеты выдерживают температуру до 80 °С, фторопластовые манжеты могут работать при температурах до 300 °С.

Манжета должна быть расположена воротником навстречу уплотняемому давлению; при обратном расположении давление отжимает воротник от вала. При необходимости двустороннего уплотнения устанавливают две манжеты с воротниками, направленными в разные стороны. Наружную сторону манжеты плотно крепят к корпусу. В ряде случаев манжету делают с двумя воротниками, один из которых уплотняет вал, а другой – корпус, в силу того же манжетного эффекта. Формы профиля манжет могут быть самые разнообразные.

Широко применяют в машиностроении армированные манжеты для валов. Эти уплотнения представляют собой самостоятельную конструкцию, целиком устанавливаемую в корпус; манжету изготавливают из синтетических материалов, что позволяет придать ей любую форму; воротник манжеты стягивается на валу кольцевой витой цилиндрической пружиной (браслетной пружиной) строго регламентированной силой.

Благодаря податливости материала легко достигается уплотнение по корпусу даже при значительных колебаниях поса-

дочных размеров. Необходимая радиальная жесткость придается введением в тело манжеты каркасных колец, изготовленных из листовой стали.

Манжеты изготавливают прессованием или пресс – литьем (с опрессовкой внутренних металлических элементов) из эластичных, износостойких, масло- и химически стойких пластиков и резины. Браслетные пружины изготавливают из пружинной проволоки диаметром 0,2 – 0,5 мм и подвергают закалке и среднему отпуску, защищают кадмированием, оцинкованием или делают их из бронзы. Концы пружин имеют несколько способов соединения. Во избежание проворота манжеты в корпусе и для обеспечения герметичности, ее сажают с небольшим осевым натягом (порядка 0,5 мм). При установке манжет с гибким воротником, подверженных действию повышенного давления, необходимо предупреждать возможность выворачивания воротника манжеты под давлением. В этих случаях рекомендуется установка опорного диска с профилем, соответствующим профилю манжеты.

Для обеспечения полной герметичности рекомендуется покрывать торцы валов герметизирующими мазями или устанавливать на торцах уплотнительные прокладки. На валах, на которые надевают манжету при сборке, должны быть предусмотрены пологие фаски. Это избавляет от необходимости применять специальные монтажные приспособления, например монтажную втулку. При работе манжеты по промежуточной втулке или по ступице насадной детали пологие заходные фаски на втулках и ступицах обязательны.

Таким образом, можно говорить о том, что производство манжет развито и имеет еще запас совершенствования. Стимулами для дальнейших исследований в этой области являются: увеличение продолжительности службы, более широкий диапазон температур рабочих сред, больший диапазон скоростей относительного движения уплотняемых деталей, возможность работы в более широком диапазоне относительных колебаний уплотняемых контуров.