

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГЕРМЕТИЧНОСТИ КЛАПАННОЙ ПАРЫ

М. С. Мельниченко, Д. Л. Стасенко

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

Введение. Важными элементами, определяющими производительность гидросистемы и надежность гидравлической аппаратуры, являются уплотнительные устройства. Как правило, они просты по конструкции, имеют малые размеры и, кроме того, выполняют ответственную функцию внутренней герметичности.

Исследование величины утечки через клапанное уплотнение является важной задачей, так как это определяет работоспособность, время срабатывания, надежность и долговечность работы устройства, в котором оно применяется, а также экономическую эффективность применения данного устройства.

Известна теоретическая зависимость расхода жидкости при протекании в ламинарном режиме через кольцевую щель [1]:

$$Q = \frac{\Delta p \cdot \pi \cdot d \cdot e^3}{12 \cdot \mu \cdot L}, \text{ м}^3/\text{с},$$

где d – диаметр затвора клапана, м; μ – коэффициент динамической вязкости, Па·с; e – величина зазора, м; Δp – перепад давления, Па; L – ширина контакта «затвор–седло», м. Однако она полностью не отражает реальных условий из-за взаимосвязи перепада давления и геометрических размеров кольцевого зазора.

Поэтому целью данной работы является проведение экспериментальных исследований для определения величины утечки в некоторых видах клапанных уплотнений.

Экспериментальные исследования для определения величины утечек в клапанном уплотнении выполнялись опытным путем на стенде, построенном на базе элементов Festo (рис. 1, а).

Рабочее давление при проведении эксперимента составляло от 5 до 20 МПа с шагом варьирования 3 МПа; температура – 50 °С, постоянная.

В системе использовалось масло ИГП – 38. При температуре 50 °С масло имеет следующие характеристики: плотность $\rho = 890 \text{ кг/м}^3$; кинематическая вязкость $\nu = 40 \text{ сСт}$;

При проведении испытания использовалось 3 вида контактных клапанных уплотнений: с конической уплотнительной поверхностью, упругой кромкой и резиновое уплотнение.

В качестве образца для проведения испытаний использовался затвор клапана с диаметром $d = 0,02$ м.

Для количественного определения утечек применялся гидроцилиндр 6 (рис. 1) с установленным на нем грузом 10 кг. Диаметр поршня гидроцилиндра равен 50 мм.

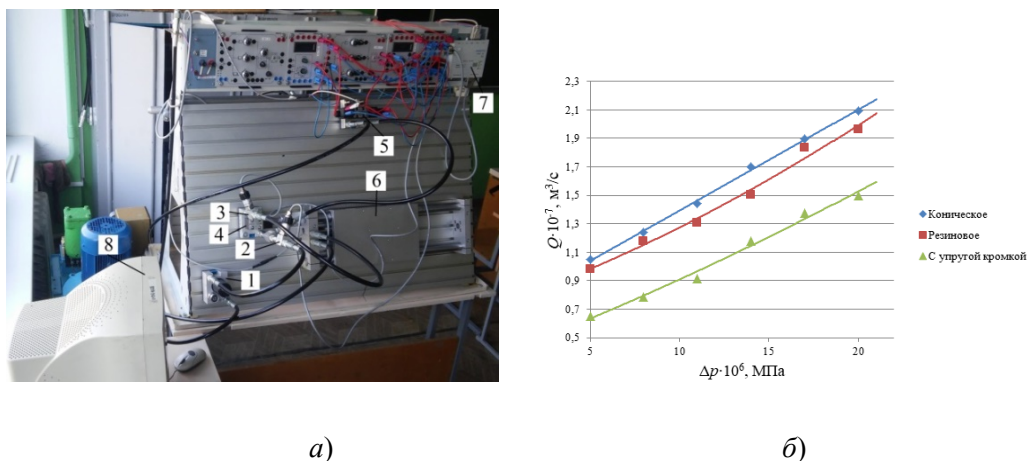


Рис. 1. Экспериментальный стенд и результаты исследований
 а – экспериментальный стенд для проведения испытаний: 1 – фильтр; 2, 3 – датчики давления; 4 – испытуемый клапан; 5 – пропорциональный распределитель; 6 – гидроцилиндр; 7 – цифро-аналоговый/аналого-цифровой преобразователь (ЦАП/АЦП); 8 – компьютер; б – перепадно-расходные характеристики испытуемых типов уплотнений

Утечка определялась путем измерения перемещения поршня за время $t = 5$ мин. Перемещение измерялось при помощи датчика положения, установленного в гидроцилиндре, связанного с компьютером.

Все данные обрабатывались на компьютере при помощи пакета программ FluidSIM.

Величина утечки через испытуемый клапан определялась по экспериментальным значениям скорости перемещения поршня цилиндра в зависимости от его площади. Численное значение расхода определялось по формуле [2]:

$$Q = S \cdot v,$$

где $S = 1,9625 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$ – площадь поршня; v – скорость перемещения поршня, м/с.

Численное значение скорости перемещения цилиндра определялось при помощи программы FluidSIM.

Расчеты показали, что при давлении 20 МПа наименьшую утечку имеет уплотнение с упругой кромкой: $Q = 1,5 \cdot 10^{-7} \text{ м}^3/\text{с}$. Коническое – $Q = 2,093 \cdot 10^{-7} \text{ м}^3/\text{с}$; резиновое – $Q = 1,963 \cdot 10^{-7} \text{ м}^3/\text{с}$.

Результаты расчетов представим в виде перепадно-расходных характеристик $\Delta p = f(Q)$, построенных в программе MathCAD (рис. 1, б).

Заключение. В ходе проведения работы был разработан и собран экспериментальный стенд с автоматизированным контрольным комплексом, построенном на базе элементов Festo, позволяющий измерять величину утечек через клапанное уплотнение.

Разработана методика и проведены экспериментальные исследования величины утечек различных уплотнений.

В результате анализа опытных данных установлено, что наиболее целесообразным является применение контактного клапанного уплотнения с упругой кромкой, которое выполняется в виде тонкостенной оболочки, так как при прочих равных условиях они показали наилучшие уплотняющие свойства и наименьшую утечку через клапан.

Литература

1. Уплотнения и уплотнительная техника : справочник / Л. А. Кондаков [и др.] ; под общ. ред. А. И. Голубева, Л. А. Кондакова. – М. : Машиностроение, 1986. – 464 с.
2. Стасенко, Д. Л. Гидравлические расчеты оборудования : практикум по одноим. курсу для студентов специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» днев. и заоч. форм обучения / Д. Л. Стасенко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2015. – 36 с.