

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМНОГО КПД ПРИ ИСПЫТАНИИ НА РЕСУРС ГИДРОЦИЛИНДРА

Ю. А. Андреев, П. О. Кривошеев

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

Испытания гидропневмоустройств на долговечность обычно называют ресурсными. При этом, как правило, воспроизводятся эксплуатационные условия, режимы испытаний и нагруженность. В результате оценивается долговечность, безотказность и ремонтпригодность.

Для ускорения получения необходимой информации применяют ускоренные ресурсные испытания. Ускорение может достигаться за счет более высоких значений режимных, климатических, цикловых и других параметров. Применение ускоренных ресурсных испытаний экономически выгодно и, самое главное, сокращает сроки освоения новой техники. Конечно, им должны предшествовать этапы исследований, которые позволяют обосновать идентификацию результатов.

Целью настоящей работы является изучение возможности сокращения продолжительности ресурсных испытаний при получении зависимости изменения объемного КПД от времени испытания.

Основным показателем работоспособности гидроцилиндра является величина внутренней утечки, которая определяет его объемный КПД.

Объемный КПД находится по следующей формуле:

$$\eta_{об} = \frac{Q_t}{Q_d}, \quad Q_d = Q_t - Q_{ут}, \quad Q_{ут} = \frac{\pi D J^3}{96 \mu L} \left(1 + \frac{3\varepsilon^2}{2(J/2)^2} \right) \Delta P,$$

где Q_t – теоретический расход жидкости; Q_d – действительный расход жидкости; $Q_{ут}$ – величина внутренней утечки; J – диаметральный зазор; D – средний диаметр рассматриваемого участка; μ – динамическая вязкость; L – длина рассматриваемого участка; ε – эксцентриситет; ΔP – разница давлений между полостями гидроцилиндра.

При прочих равных условиях величина утечки будет зависеть от изменения величины зазора от разницы давления и температуры жидкости, которые соответственно определяются по формулам:

$$\Delta \varepsilon_p = \frac{p_n d_n}{200E} \left(\frac{d_n^2 + d_r^2}{d_n^2 - d_r^2} + \mu' \right), \quad \varepsilon = \frac{d_n}{20} \Delta \alpha \Delta T,$$

где p_n – давление в напорной гидролинии; d_n – диаметр поршня; d_r – внутренний диаметр гильзы; E – модуль упругости материала гильзы; μ' – коэффициент Пуассона; $\Delta \alpha = \alpha_1 - \alpha_2$ – разность коэффициентов линейного расширения материалов сопряженных деталей гильзы и поршня; ΔT – разность между температурой материала сопряженных деталей и исходной температурой.

Испытания на ресурс двухштокового гидроцилиндра ГЦ 80-40-250 с диаметром поршня $D = 80$ мм, диаметром штока $d = 40$ мм, скоростью движения $\vartheta = 0,2$ м/с и номинальным давлением $P_{ном} = 16$ МПа проводились на стенде, который реализован по схеме, показанной на рис. 1. Испытания проводились при номинальном давлении, на рабочей жидкости И-40А, без осевых нагрузок в соответствии с ГОСТ 18464–96 «Гидроцилиндры. Правила приемки и методы испытаний».

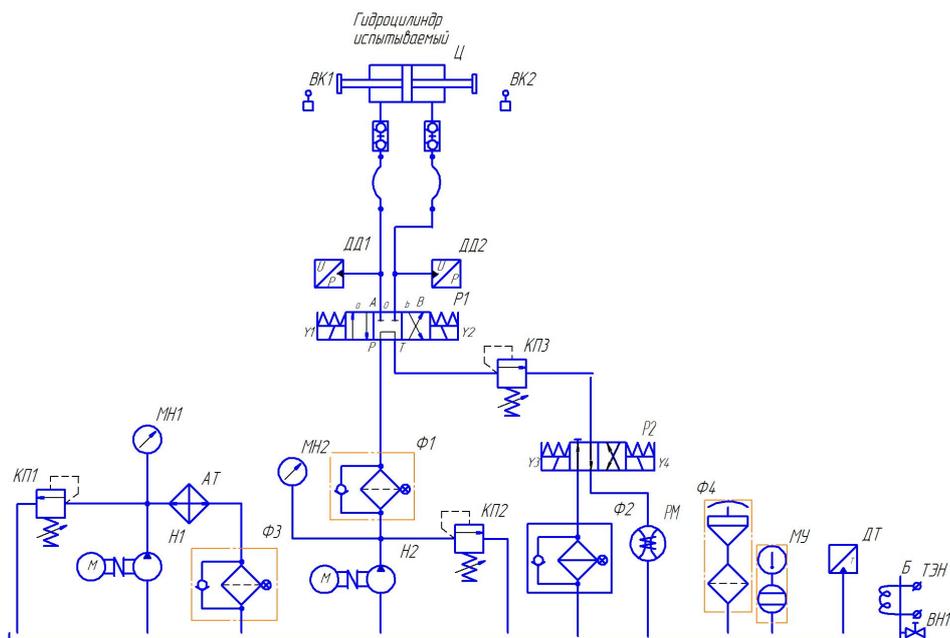


Рис. 1. Схема стенда для испытания гидроцилиндра на ресурс

В результате исследований и испытания было установлено, что величина внутренних утечек напрямую зависит от продолжительности испытания, от температуры и загрязненности рабочей жидкости, от величины зазора, а следовательно, объемный КПД, который характеризует внутренние утечки, также будет зависеть от величины зазора и времени испытания. Таким образом, было установлено, что нет необходимости проводить ресурсные испытания в полном объеме ($2,5 \cdot 10^6$ циклов), так как после половины времени испытания график зависимости объемного КПД от времени испытания дает понять, как изменяется объемный КПД в дальнейшем.

Литература

1. Желтовский, Б. Ю. Исследования и испытания гидropневмосистем машин : учеб.-метод. пособие для вузов / Б. Ю. Желтовский, М. Г. Халамонский, В. С. Шевченко. – Минск : Технопринт, 2004. – 12 с.
2. Макаров, Г. В. Уплотнительные устройства / Г. В. Макаров. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Л. : Машиностроение, 1973. – 232 с.
3. Уплотнения и уплотнительная техника : справочник / Л. А. Кондаков [и др.] ; под общ. ред. А. И. Голубева, Л. А. Кондакова. – М. : Машиностроение, 1986. – 464 с.
4. Гидроцилиндры. Правила приемки и методы испытаний : ГОСТ 18464–96.