

УДК 621

О ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ТОЧНОСТИ ПОРШНЕВЫХ ПАР АКСИАЛЬНЫХ РОТОРНО-ПОРШНЕВЫХ ГИДРОМАШИН

Г. С. Кульгейко, М. П. Кульгейко

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

Одним из путей повышения эксплуатационных характеристик поршневых машин является установление оптимальных зазоров в парах трения, в частности, между поршнями и отверстиями в блоке цилиндров. Величина конструктивного зазора между поршнем и корпусом выбирается из двух взаимно противоречивых требований: обеспечение минимальной величины силы трения, малых утечек и высокого КПД. Величина утечки жидкости через зазоры зависит от температуры жидкости, обратно пропорциональна ее вязкости и прямо пропорциональна величине перепада давления.

Целью работы является определение функциональной точности геометрических параметров на примере поршневой пары аксиально-поршневых гидромашин.

Повышение качества гидромашин может быть обеспечено не только совершенствованием их конструкций, применением новых технологических процессов и материалов, но также путем использования принципов функциональной взаимозаменяемости. В современных технологиях размерной обработки осуществляется переход от размерной стандартизации к функциональному нормированию по выполнению изделием определенных функций в зависимости от точности функциональных параметров [1].

В функциональный допуск T_ϕ входят эксплуатационный T_ε и конструкторский T_k допуски. Эксплуатационный допуск характеризует запас точности, обеспечивающий сохранение требуемых функциональных свойств изделия в процессе эксплуатации. Конструкторский допуск учитывает погрешности изготовления деталей, соединения и изделия в целом.

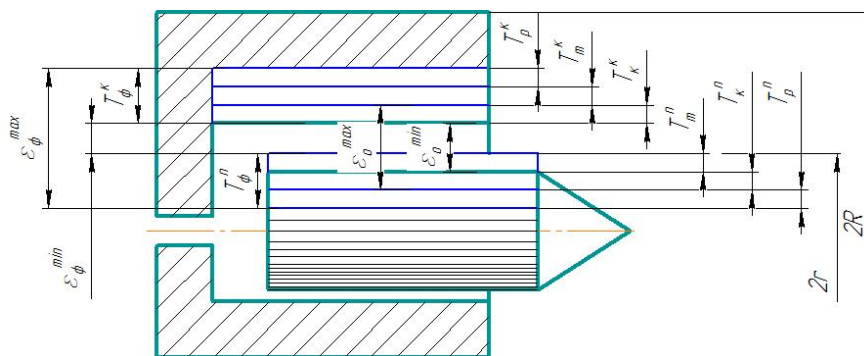


Рис. 1. Схема расположения допусков поршневой пары аксиально-поршневой гидромашины

На рисунке представлена схема расположения допусков поршневой пары аксиально-поршневой гидромашины. Функциональный допуск каждого элемента пары равен сумме конструкторского T_k и эксплуатационного T_ε допусков

$$T_\phi = T_k + T_\varepsilon = T_k + T_t + T_p, \quad (1)$$

36 Секция 1. Современные технологии проектирования в машиностроении

где T_t – допуск температурной деформации элемента; T_p – допуск на деформацию элемента в результате перепада давления.

Соответственно, радиальный зазор в поршневой паре аксиально-поршневой гидромашины с учетом изменения давления и температуры можно определить по формуле

$$\varepsilon = \varepsilon_0 + \Delta\varepsilon_t + \Delta\varepsilon_p, \quad (2)$$

где ε_0 – конструктивный зазор исходя из конструкторской точности сопряжения; $\Delta\varepsilon_t$ и $\Delta\varepsilon_p$ – изменение зазора в зависимости от температуры и давления рабочей жидкости, соответственно.

Или в развернутой форме с учетом известных соотношений

$$\varepsilon = \varepsilon_0 + 2r\Delta\alpha\Delta t + \frac{pr}{E_k} \left(\mu_k + \frac{R^2 + r^2}{R^2 - r^2} \right) + \frac{pr}{E_n} (1 - \mu_n), \quad (3)$$

где $\Delta\alpha = \alpha_k - \alpha_n$ – разность коэффициентов линейного расширения материалов сопряженных деталей корпуса (α_k) и поршня (α_n); $\Delta t = t - t_0$ – разность между температурой материала сопряженных деталей и исходной (начальной) температурой; p – давление рабочей жидкости; r и R – соответственно, наружные радиусы поршня и корпуса (гильзы) гидромашины; E_k , E_n , μ_k , μ_n – модули упругости и коэффициенты Пуассона материала корпуса (гильзы) и поршня, соответственно.

На основе канонической формулы [2], учитывая, что полная ширина зазора равна πd , получим выражение для определения утечки жидкости через зазор между поршнем и цилиндром:

$$Q = \frac{\pi \Delta p \varepsilon^3 d}{12 \mu l}. \quad (4)$$

В соответствии с теоретическими положениями [3], определив частные производные от выражения (4) по функциональным геометрическим параметрам, получим зависимость

$$\delta Q = \sqrt{\left(\frac{\partial Q}{\partial d} \right)^2 \delta^2 d + \left(\frac{\partial Q}{\partial \varepsilon} \right)^2 \delta^2 \varepsilon + \left(\frac{\partial Q}{\partial l} \right)^2 \delta^2 l}. \quad (5)$$

Отсюда, используя выражения для частных производных, фиксируя последовательно допуски частных значений параметров на нулевом уровне, получим зависимости для определения допусков на основные функциональные параметры поршневой пары:

$$\delta d = \frac{12 \mu l \delta Q}{\pi \Delta p \varepsilon^3}, \quad \delta \varepsilon = \frac{4 \mu l \delta Q}{\pi \Delta p \varepsilon^2 d}, \quad \delta l = -\frac{12 \mu l^2 \delta Q}{\pi \Delta p \varepsilon^3 d}. \quad (6)$$

Таким образом, применение принципов функционального нормирования точности при проектировании и изготовлении основных элементов поршневой пары позволит обоснованно подойти к назначению допусков на основные геометрические

Секция 1. Современные технологии проектирования в машиностроении 37

параметры, оценить правильность назначения допусков, выявить технологические возможности взаимозаменяемости и повышения стабильности работы соединения.

Л и т е р а т у р а

1. Высокие технологии размерной обработки в машиностроении / А. Д. Никифоров [и др.]. – М. : Высш. шк., 2007. – 327 с.
2. Шейпак, А. А. Гидравлика и гидропневмопривод. Ч. 1. Основы механики, жидкости и газа / А. А. Шейпак. – М. : МГИУ, 2005. – 192 с.
3. Жуков, В. К. Теория погрешностей технических измерений / В. К. Жуков. – Томск : ТПУ, 2009. – 180 с.