

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Сучасні технології  
у промисловому виробництві**

**МАТЕРІАЛИ  
та програма**

*III Всеукраїнської міжвузівської  
науково-технічної конференції  
(Суми, 22–25 квітня 2014 року)*

**ЧАСТИНА 1**

*Конференція присвячена Дню науки в Україні*

Суми  
Сумський державний університет  
2014

## РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИЛЫ ТРЕНИЯ ТОРЦОВОЙ ПАРЫ ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО УПЛОТНЕНИЯ

*Орел О. В., студентка,  
Калиниченко П. М., доцент, СумГУ, г. Сумы*

В торцовом зазоре гидростатического уплотнения силы трения жидкости о поверхность кольца приводятся к паре сил с моментом  $M_z$ . Радиальное равновесие кольца нагруженного моментом сил трения обеспечивается реакцией штифта  $R_{um}$ , реакцией корпуса по цилиндрической поверхности в месте вторичного уплотнения (резиновое кольцо)  $R_y$  и весом кольца  $P$ . Из условия равновесия, следуя уравнению моментов, имеем  $R_{um} = M_z / r_{um}$ . Равновесие кольца в проекции на вертикальную ось запишется в виде:

$$R_{um} - P + R_y = 0.$$

Максимально возможная подвижность кольца, удовлетворяющая равномерно распределенной нагрузке по поверхности контакта вторичного уплотнения, при имеющейся величине силы трения кольца о штифт, удовлетворяет условию  $R_y = 0$ , по которому  $R_{um} - P = 0$ . Отсюда:

$$M_z = P \cdot r_{um}. \quad (1)$$

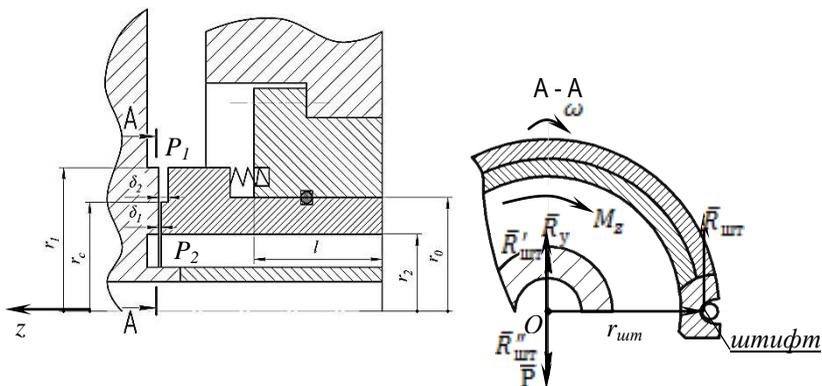


Рисунок – Расчетная схема для рационального использования  
силы трения торцовой пары

Максимально возможная подвижность кольца, как следует из равенства (1), обеспечивается подбором веса кольца и радиусом расположения штифта  $r_{um}$  при условии горизонтального размещения штифта по ходу вращения подвижного кольца.

Учитывая противоречивость данных по величине момента в литературных источниках, в работе получено значение момента  $M_z$ , придерживаясь классического подхода в теории гидравлических сопротивлений.

Следуя расчетной схеме (рис.) касательное напряжение по поверхности кольца определяется выражением:

$$\tau = C_f \frac{\rho U_{cp}^2}{2} = C_f \frac{\rho \omega^2 r^2}{8}.$$

Так как местный коэффициент трения  $C_f = \frac{\lambda}{4}$ , то получаем:

$$\tau = \frac{\lambda}{4} \frac{\rho \omega^2 r^2}{8}. \quad (2)$$

Для турбулентного течения жидкости гидравлический коэффициент трения  $\lambda$  определяется по формуле Альтшуля

$$\lambda = 0,11 \left( \frac{\Delta}{D_G} + \frac{68}{Re} \right),$$

здесь  $Re = \omega r_2 D_G / \nu$  – число Рейнольдса;  $\Delta$  – эквивалентная шероховатость;  $D_G$  – гидравлический диаметр.

На основании (2) выражение для момента силы трения примет окончательный вид:

$$M_z = \int_{S_1} r \tau_1 dS_1 + \int_{S_2} r \tau_2 dS_2 = \frac{\pi \rho \omega^2}{80} \left[ \lambda_1 (r_c^5 - r_1^5) + \lambda_2 (r_2^5 - r_c^5) \right].$$

В качестве примера для исходных данных:  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ ,  $\omega = 3141/\text{с}$ ,  $\Delta_{1,2} = 0,0025 \text{ мм}$ ,  $D_{Г1} = 0,01 \text{ мм}$ ,  $D_{Г2} = 0,015 \text{ мм}$ ,  $r_1 = 0,09 \text{ м}$ ,  $r_2 = 0,13 \text{ м}$ ,  $r_c = 0,1 \text{ м}$ ,  $r_{um} = 0,125 \text{ м}$ , вес кольца из условия обеспечения максимально возможной его подвижности должен быть доведен до  $P \approx 70 \text{ Н}$ .