

ВРАХУВАННЯ ОБМЕЖЕННЯ РУХУ КУЛЬКИ У КЛАПАНІ

Подлужний О. І., студент; Ігнат'єв О. С., доцент

Кулькові клапани знаходять широке використання у плунжерних насосах, зворотних та запобіжних клапанах, а також як запірні елементи у різних гідравлічних пристроях. Кулька, яка становить головний елемент клапана, може рухатися у клапані вільно, під дією пружини, а також у випадку коли її рух обмежується твердими поверхнями.

У випадку, коли кулька рухається вільно у клапані, її рух характеризується висотою підняття кульки над сідлом. [1]

$$h = \frac{Fu - f_{кл} C_{кл}}{\mu \pi d_c C_{ц}};$$

де $Q = Fu$ - витрати рідини, $f_{кл}$ - площа, μ - коефіцієнт витрат, d_c - діаметр сідла, $C_{ц}$ - швидкість рідини у щілині клапана.

Швидкість рідини у щілині залежить від напору рідини, який обумовлений вагою кульки.

$$C_{ц} = \sqrt{\frac{2G + P_{пруж}}{f_{кл} \cdot \rho}};$$

де $P_{пруж}$ - сила дії пружини.

Таким чином висота підйому кульки залежить від витрат рідини, котрі в свою чергу залежать від кута повороту вала плунжерного насоса, ваги кульки, сили пружини, коефіцієнта витрат рідини.

Пружина заважає кульці вільно обертатися і зменшує час зносу клапана.

Тому у ряді випадків застосовують клапан, який не має пружини. Тоді кулька повертається на сідло під дією ваги. Якщо висота підйому велика, то сідло руйнується. У таких випадках використовують обмежувачі підйому. В якості обмежувача підйому можна використовувати циліндр, який розташований за кулькою посередині вихідного отвору з клапана. В цьому випадку відстань від отвору сідла клапана до твердої стінки, яку утворює поверхня кульки, у літературних джерелах рекомендують брати [2].

$$\frac{h_{крут}}{D_r} = 0.15 \div 0.25;$$

де h - відстань від отвору до стінки, D_r - діаметр отвору.

Для випадку, коли потік рідини обтікає кульку та розташований за ним циліндр, коефіцієнт витрати рідини клапана становить:

$$\mu_{\text{кл}} = \varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + 0,5 + \zeta_{\text{кул}} + \zeta_{\text{цил}}}};$$

де $\zeta_{\text{кул}}$, $\zeta_{\text{цил}}$ - коефіцієнт витрат при обтіканні кульки та циліндра.

$$\zeta_{\text{кул}} = 1,15C_x \frac{S_m / F_0}{(1 - \frac{S_m}{F_0})}$$

де $\frac{S_m}{F_0}$ - стискання потоку.

$$c_x = \frac{28.47}{\text{Re} \cdot \text{Lg} \frac{15.38}{\varphi}} + \frac{4.565\varphi}{\sqrt[3]{\text{Re}}} - \frac{0.491\varphi}{\sqrt{\text{Re}}};$$

де C_x - коефіцієнт лобового опору.

Напір потрібний для того, щоб проштовхнути рідину крізь клапан.

$$H_{\text{кл}} = \frac{(Frw \cdot \sin \varphi)^2}{(\pi d_c \cdot h_{\text{крит}} \cdot \mu_{\text{кл}}) 2g};$$

Таким чином, при застосуванні кулькового клапана, в якому відсутня пружина, кулька рухається в обмеженому руслі. Зменшення гідравлічних втрат можливе при застосуванні обмежувача підйому у формі циліндра, який розташований посередині потоку за кулькою. Він обмежує висоту підйому в межах:

$$h_{\text{крит}} = 0.25D_c;$$

Список літератури

1. Чиняев И.А. Поршневые насосы М: Машиностроение 1968, 188 с.
2. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям М: Машиностроение 1975, 559 с.

Сучасні технології у промисловому виробництві : матеріали науково-технічної конференції викладачів, співробітників, аспірантів і студентів факультету технічних систем та енергоефективних технологій, м. Суми, 23-26 квітня 2013 р.: у 2-х ч. / Ред.кол.: О.Г. Гусак, В.Г. Євтухов. - Суми : СумДУ, 2013. - Ч.2. - С. 84-85.