

УДК 621.646.94 ГРНТИ 52.01.84

КЛАПАН ДЛЯ ЗАЩИТЫ ТРУБОПРОВОДОВ ОТ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ УДАРОВ – ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ СХЕМА И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ.

Оверко В.М., канд. техн. наук, доц.,
Овсянников В.П., канд. техн. наук, доц.,
Донецкий национальный технический университет

Предложена новая гидравлическая схема клапана для защиты трубопроводов от гидравлических ударов, разработана математическая модель предложенного устройства.

The new hydraulic scheme of the valve for protection of pipe lines against hydraulic shocks is offered, is developed mathematical model of the offered device.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

Создание и совершенствование средств защиты трубопроводных систем от гидравлических ударов – актуальная проблема сегодняшнего машиностроения. Системы, например, шахтного водоотлива должны быть снабжены гасителями гидроударов в соответствии с требованиями правил технической эксплуатации, однако, их нет на установках, так как нет надежных технических решений.

Постановка задачи. Разработанный клапан для защиты от гидроударов свободен от ряда недостатков, в частности, обеспечивается гарантированное закрытие клапана при повышенном уплотняющем усилии. Известно, что для закрытия обычного клапана давление в защищаемом трубопроводе или резервуаре должно упасть намного ниже давления срабатывания (клапанный гистерезис). Это зачастую приводит к большим сливам транспортируемой среды, что отрицательно сказывается на экономике и может навредить экологии.

Увеличение силы закрытия клапана при посадке тарелки на седло обеспечивается увеличением плеча действия груза G , что обеспечивает гидроцилиндр, закрепленный на рычаге благодаря наличию трубки, соединяющей полость клапана и поршневую полость гидроцилиндра.

Изложение материала и результаты. Для решения вопросов конструирования клапана и определения его динамических характеристик рассмотрим уравнение движения тарелки клапана:

$$M \frac{d^2 y}{dt^2} = R - J - F_{mp} \text{ или } \frac{\pi D^2}{4} (P - P_k) - J - F_{mp} = M \ddot{y}. \quad (1)$$

Здесь D – диаметр тарелки клапана; M – масса подвижных частей; P, P_k – давления подводимое и в полости клапана, соответственно; F_{mp} – сила трения. Остальные обозначения понятны из рисунка.

Силу J определим из уравнения моментов, учитывая, что скорость движения груза невелика, так как натекание жидкости в поршневую полость задресселировано.

$$J = \frac{G(a+x)}{b}. \quad (2)$$

Работа клапана понятна из рисунка 1.

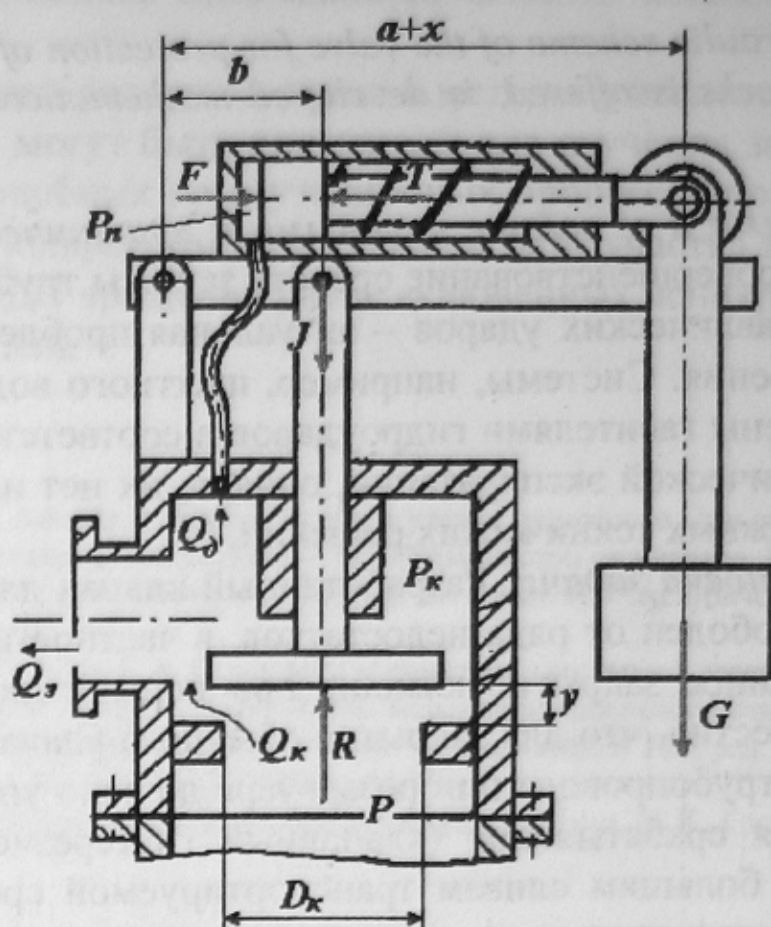


Рисунок - Клапан для защиты от гидроударов

Расход в поршневую полость гидроцилиндра определим без учета его инерционных свойств.

$$a_0 \dot{x} \left| \left(\frac{\pi D_n^2}{4} \right)^2 = P_k - P_n, \quad (3)$$

где a_0 – гидравлическое сопротивление соединительной трубки; D_n – диаметр поршня гидроцилиндра.

Причем:

$$\dot{x} \left(\frac{\pi D_n^2}{4} \right) = Q_n \quad (4)$$

Давление в поршневой полости P_n находится из следующего уравнения:

$$P_n \frac{\pi D_n^2}{4} = kx + \sum F_{тр.х} \quad (5)$$

Здесь k – жесткость пружины; $\sum F_{тр.х}$ – сумма сил трения, препятствующих движению поршня гидроцилиндра.

Уравнение расхода через клапан:

$$Q_k = \mu \pi D_k y \sqrt{2(P - P_k) / \rho}, \quad (6)$$

где μ – коэффициент расхода клапана.

Баланс расходов в клапане описывается уравнением:

$$Q_k = Q_3 + Q_d \quad (7)$$

Величина давления в полости клапана определяется следующим образом:

$$P_k = a_s Q_3 |Q_3|, \quad (8)$$

где a_s – гидравлическое сопротивление сливного трубопровода.

Кроме того, необходимо учитывать ограничения на величину хода поршней клапана и штока:

$$0 \leq x \leq x_{\max} \text{ и если } \begin{cases} x = 0 \text{ и } P_k - P_n < 0 \text{ то } Q_k = 0 \\ x = x_{\max} \text{ и } P_k - P_n > 0 \text{ то } Q_k = 0 \end{cases} \quad (9)$$

$$0 \leq y \leq y_{\max} \text{ и если } \begin{cases} y = 0 \text{ и } \frac{\pi D^2}{4} (P - P_k) - J < 0 \text{ то } Q_k = 0 \\ y = y_{\max} \text{ и } \frac{\pi D^2}{4} (P - P_k) - J > 0 \text{ то } Q_k = 0 \end{cases} \quad (10)$$

Выводы и направления дальнейших исследований. Решение системы уравнений (1-8) с учетом ограничений (9) и (10) на ПК позволяет наилучшим образом выбрать основные геометрические параметры устройства. Кроме того, данная математическая модель может быть использована в программе расчета гидравлических ударов в трубопроводной системе при использовании предлагаемого клапана.

Список источников

1. Гейер В.Г., Тимошенко Г.М. Шахтные вентиляторные и водоотливные установки: Учебник для вузов М. : Недра, 1987. – 270с.
2. Попов В.М. Рудничные водоотливные установки. – М.: Недра, 1972. – 340 с.
3. Гейер В.Г., Дулин В.С., Заря А.Н. Гидравлика и гидропривод: Учеб. для вузов. -М.: Недра, 1991. – 331 с.