

Um método para dimensionamento de válvulas de alívio em tubulações hidráulicas.

Eng. Luiz A. Camargo (*)

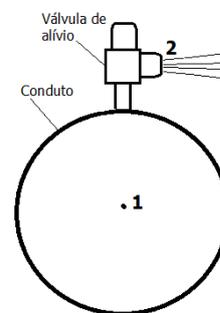
As válvulas de alívio são dispositivos mecânicos que têm por finalidade atuarem na proteção das tubulações contra as sobrepressões. Através de mecanismos internos reguláveis, automaticamente abrem-se quando a pressão no interior da tubulação excede a valores pré-ajustados, permitindo a saída de uma quantidade de água, suficiente para que a pressão caia até o valor ajustado, quando, então, fecham-se. Desta forma conseguem exercer um controle sobre o excesso de pressão, reduzindo-o, e com isto mantêm a tubulação protegida. São indicadas para utilização em adutoras e redes de abastecimento em geral, em sistemas industriais, em irrigação, e em instalações prediais.

Fenômenos como o golpe de aríete, podem elevar a pressão no interior de condutos a níveis imprevisíveis e até mesmo perigosos. Muitas vezes atingem valores superiores ao próprio limite de resistência do material constitutivo dos tubos, podendo, por isto, provocar a ruptura dos mesmos, não raro com inundações, danos, indenizações, etc.

Válvulas de alívio são dispositivos práticos, eficazes e de baixo custo. Devem ser instaladas no trecho da tubulação que se deseja proteger contra os efeitos da sobrepressão, e devem abrir-se a uma pressão pré-fixada na ordem de 10% acima da altura manométrica local. Este valor é um limite prático, recomendado por diversos especialistas, e capaz de dar segurança ao sistema. Algumas válvulas já vêm de fábrica reguladas, enquanto que outras permitem ao próprio usuário fazer a regulação.

O dimensionamento de válvulas de alívio consiste basicamente em se determinar qual deverá ser o diâmetro da válvula, necessário para limitar a pressão da água escoando no interior do conduto em um valor máximo fixado previamente. Um método para se conseguir isso é utilizando a conhecida equação de Bernoulli.

De forma simplificada, conforme ilustrado na figura anexa, aplicando-se esta equação entre os pontos 1 e 2, obtém-se



$$\frac{v_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{v_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + h_{1-2} \quad (1)$$

onde:

$$v_1^2 / (2g) = 8Q^2 / (g\pi^2 D^4) \quad (2)$$

$$p_1 / \gamma = H_{max} \quad (3)$$

$$z_1 = z_2 \quad (4)$$

$$v_2^2 / (2g) = 8q^2 / (g\pi^2 d^4) \quad (5)$$

$$p_2 / \gamma = 0 \quad (6)$$

$$h_{1-2} = 8 \cdot (k_e + k_v) q^2 / (g\pi^2 d^4) \quad (7)$$

e as variáveis representam o que segue:

D = diâmetro interno do conduto (m).

d = diâmetro efetivo da válvula (m).

Q = vazão da água no interior do conduto (m^3/s).

q = vazão da água através da válvula (m^3/s).

k_e = coeficiente de perda de carga na entrada do orifício de saída do conduto para a válvula ($\approx 0,5$)

k_v = coeficiente de perda de carga na válvula (fornecido pelo fabricante da válvula).

h_{1-2} = perda de carga entre os pontos 1 e 2 (mca).

H_m = altura manométrica no conduto no ponto onde se localiza a válvula (mca).

H_{max} = altura máxima desejável na seção onde se situa a válvula (cerca de 10% acima de H_m).

a = celeridade da tubulação (m/s).

g = aceleração da gravidade local ($9,806 \text{ m/s}^2$).

Substituindo as equações (2) a (7) em (1), vem:

$$\frac{Q^2}{D^4} + \frac{g\pi^2}{8} H_{\max} = (1 + k_e + k_v) \frac{q^2}{d^4} \quad (8)$$

Durante a abertura da válvula, a variação que ocorrerá na vazão será justamente a diferença entre a vazão no conduto e a vazão na válvula, ou seja,

$$\Delta Q = Q - q \quad (9)$$

O valor máximo da elevação de pressão, dado por Allievi, em condições de golpe de aríete, será:

$$\Delta H = \frac{a}{g} \Delta v, \text{ ou seja}$$

$$\Delta v = g(H_{\max} - H_m)/a$$

Mas como

$$\Delta Q = A \cdot \Delta v \text{ e } A = \pi D^2/4, \text{ logo:}$$

$$\Delta Q = \pi D^2 g \cdot (H_{\max} - H_m)/(4a) \quad (10)$$

Daí, substituindo a equação (9) na (10), vem:

$$q = Q - \pi D^2 g \cdot (H_{\max} - H_m)/(4a) \quad (11)$$

Levando a equação (11) na equação (8) e desenvolvendo:

$$d = \left(\frac{1 + k_e + k_v}{12,09 H_{\max} + Q^2/D^4} \right)^{0,25} \left(Q - \frac{7,7 D^2 (H_{\max} - H_m)}{a} \right)^{0,5} \quad (12)$$

Com a equação (12) pode-se determinar o diâmetro que deverá ter uma válvula de alívio, que limitará a pressão no interior do conduto em um valor máximo H_{\max} .

Exemplo ilustrativo:

$$\begin{aligned} Q &= 0,132 \text{ m}^3/\text{s} \\ D &= 0,3 \text{ m} \\ H_{\max} &= 90,2 \text{ m} \\ H_m &= 82 \text{ m} \\ k_e &= 0,5 \\ k_v &= 2,5 \\ a &= 1140 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Estes dados levados à equação (12) resultam em $d = 0,087 \text{ m} \approx 3.1/2''$.

Referências bibliográficas:

- Tullis, J.P.; "Hydraulics of Pipelines. Pumps, Valves, Cavitation, Transients", Wiley, New York, 1989.
- Simon, A.L.; "Hydraulics", John Wiley & Sons, New York, 1986.

Vitória-ES, julho/1996.

(*) O autor é ex-Ass. Técnico da Tubos e Conexões Tigre S/A e ex-Prom. Técnico da Fortilit S/A. Atualmente é Chefe de Manutenção do SESC/ES.