

CÁLCULO DO COEFICIENTE DE DESCARGA EM VÁLVULAS DE ALÍVIO DE PRESSÃO

Aluno: Bruno Nieckele Azevedo
Orientador: Angela Ourivio Nieckele

Introdução

Válvulas de alívio de pressão (VAP) são uns dos dispositivos mais importantes usados na segurança de operações de escoamento em tubulações, uma vez que estão encarregadas de garantir a integridade das instalações. Devido a sua importância, diversos trabalhos podem ser encontrados na literatura (Maiti et al., 2002; Boccardi et al., 2004). No entanto, a grande maioria apresenta modelos simplificados, considerando regime permanente, e com operações restritas a situações de pressão máxima de alívio.

Para ser possível aprimorar os modelos que prevêem o funcionamento das válvulas de alívio é preciso levar em consideração a dinâmica da mesma. Estes modelos necessitam do conhecimento do coeficiente de descarga da válvula em função de sua abertura. Em geral este coeficiente é determinado experimentalmente, considerando a válvula estática.

Objetivo

Visando aprimorar os modelos que prevêem a dinâmica de operação de válvulas de alívio, o presente trabalho visa calcular o coeficiente de descarga em válvulas de alívio de pressão (PRV) com diferentes aberturas da válvula (Fig. 1), para fornecer como dado de entrada aos modelos dinâmicos.

Metodologia

Para determinar o coeficiente de descarga, considerou-se uma válvula PRV simplificada (Fig. 1). A análise foi realizada considerando uma válvula estática, com diferentes aberturas. Considerou-se o escoamento bidimensional, axisimétrico, permanente e turbulento.

O coeficiente de descarga C_d é definido em função da vazão volumétrica Q na saída da válvula, da área de entrada da válvula A , das pressões na entrada e saída da mesma, p_{in} e p_{out} , e da massa específica ρ como

$$C_d = \frac{Q / A}{\sqrt{2(p_{in} - p_{out}) / \rho}}, \quad (1)$$

A pressão de entrada é a pressão de *set-point* definida para a abertura da PRV. A pressão de saída, em geral é a pressão atmosférica. A partir da solução do campo de velocidade, conhecendo-se das condições de contorno de pressão, pode-se determinar a vazão, o que permite o cálculo do coeficiente de descarga.

O campo de velocidade e pressão foi resolvido através da solução das equações de conservação de massa e quantidade de movimento, juntamente com o modelo de turbulência $\kappa-\omega$ SST (Menter et al, 2003), utilizando o *software* FLUENT, o qual é baseado no método de volumes finitos (Patankar, 1980).

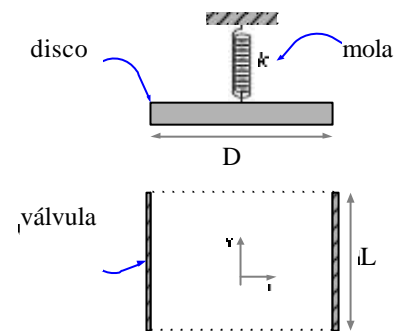


Figura 1 - Sistema PRV

Para definir a malha a ser utilizada, investigou-se 5 malhas diferentes, desde 20 x 55 pontos nas direções radial e axial até 75 x 325 pontos. A variação obtida no coeficiente de descarga foi inferior a 0,3% entre a malha mais fina e a mala de 30 x 210, a qual foi selecionada para todos os casos.

A Figura 2 ilustra a linhas de corrente obtidas para uma abertura típica. Pode-se observar que o escoamento é retilíneo no corpo da válvula, apresentando curvatura somente próximo a região de saída. claramente

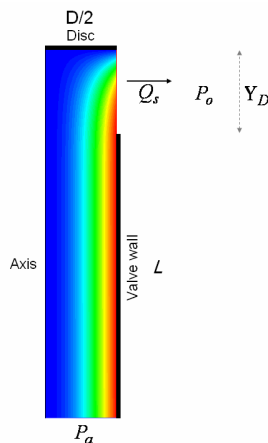


Figura 2 – Linhas de corrente.

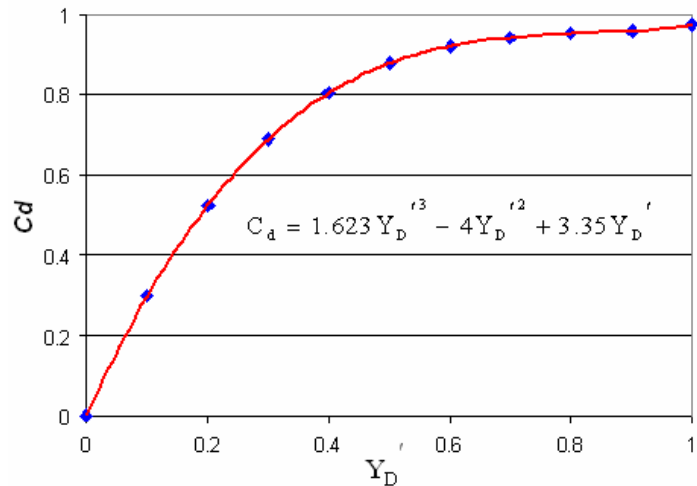


Figura 3 - Coeficiente de Descarga

A Figura 3 ilustra a variação do coeficiente de descarga com a abertura da válvula (normalizada pela abertura máxima de 100 mm) obtida numericamente. Nota-se o comportamento típico para o Cd, o qual torna-se constante para grandes aberturas. Na mesma figura, acrescentou-se um polinômio de ajuste, para ser utilizado no modelo dinâmico de abertura da PRV.

Conclusões

A metodologia proposta para a determinação do coeficiente de descarga mostrou-se satisfatória. A correlação obtida pode ser utilizada em modelo dinâmicos para prever abertura da PRV. Visando aprimorar a metodologia, pretende-se como próxima etapa deste trabalho, determinar o coeficiente de descarga, considerando o movimento dinâmico da mesma.

Referências

- 1 - BOCCARDI, G., BUBBICO, R., CELATA, G.P. AND MAZZAROTTA, B., 2005, Two-Phase Flow Through Pressure Safety Valves – Experimental Investigation and Model Prediction, **Chemical Engineering Science** Vol. 60, pp. 5284-5293.
- 2 - MAITI, R., SAHA, R. AND WATTON, J., 2002, The static and dynamic characteristics of a pressure relief valve with a proportional solenoid-controlled pilot stage, **Proc Instn Mech Engrs**, Vol. 216, Part I, pp 143-156.
- 3 - MENTER, F. R., KUNTZ, M. AND LANGTRY, R., 2003, Ten Years of Industrial Experience with the SST Turbulence Model”, **Proceedings of the 4th International Symposium on Turbulence, Heat and Mass Transfer**, pp. 625-632.
- 4 - PATANKAR, S.. **Numerical heat transfer and fluid flow**. Hemisphere, New York, 1980.