



VECG65



VEC40F



GLOBO

**CONSUMO
ENERGÉTICO DA
VÁLVULA DE
CONTROLE**

**POTÊNCIA
HIDRÁULICA EM
VÁLVULAS DE
CONTROLE**

**TECNOLOGIA DE
VÁLVULA DE
CONTROLE
CARBONO NEUTRO**

**EFICIÊNCIA
ENERGÉTICA
GLOBO X
TECNOLOGIA VEC**



CONSUMO DE ENERGIA EM VÁLVULAS DE CONTROLE

Data:
24/09/20

2 de 7

VEC®

APRESENTAÇÃO

Nestes tempos de forte conscientização da necessidade de se preservar o meio ambiente, a válvula de controle não pode ser deixada de lado. Este equipamento industrial; inserido no contexto de conservação energética e baixa emissão de carbono, tem fundamental importância e significação.

É um erro considerar a válvula de controle como apenas um elemento passivo e de nenhum consumo energético. A válvula de controle com acionamento pneumático, consome energia elétrica. O ar comprimido e o fluido que por ela escoam são, geralmente, impulsionados por máquinas acionadas via motores elétricos. Desta forma, ao consumir ar comprimido e modular a vazão, estará, indiretamente, consumindo energia elétrica.

Uma válvula de controle mal dimensionada, incorretamente aplicada, terá sua existência percebida pelo mau desempenho que repercute no processo como um todo, ou seja, a válvula de controle mal dimensionada apresenta controle instável, o processo tem baixo rendimento e a produção tem alto índice de refugos e perdas.

Por outro lado, uma válvula de controle corretamente dimensionada e aplicada, terá sua existência percebida apenas nos momentos que envolvam alguma atividade de manutenção.

Mas, infelizmente, o consumo energético e, por consequência, a emissão de carbono, ainda será totalmente desconsiderado.

O objetivo deste boletim informativo é demonstrar a importância da válvula de controle na preservação ambiental, comparando nossa VEC – tecnologia ORIFÍCIO SEGMENTADO e a tradicional e centenária válvula GLOBO.

Apresentando alguns conceitos físicos, simples equações matemáticas e uma nova tecnologia de válvula de controle consideravelmente mais eficiente, acreditamos que iremos conscientizar a necessidade do correto dimensionamento da válvula e sua importância da redução de consumo de energia.



CONSUMO DE ENERGIA EM VÁLVULAS DE CONTROLE

Data:
24/09/20

3 de 7

VEC®

1 – MÁXIMO DIFERENCIAL DE PRESSÃO ($\Delta P = P_1 - P_2$)

Usaremos como base para cálculo da potência hidráulica na válvula, o máximo diferencial de pressão, porém sem que ocorra cavitação do fluido, ou seja consideraremos como diferencial de trabalho o ΔP no limiar da cavitação do fluido (cavitação incipiente).

Para efeito de cálculo, usaremos um processo hipotético para permitir a comparação entre as tecnologias VEC – Orifício Segmentado e válvula globo.

1.1 – O máximo diferencial antes de ocorrer cavitação é determinado conforme a seguinte equação:

$$\Delta_{MAX} = F_L^2 (P_1 - F_F P_V)$$

1.2 – O máximo diferencial de pressão para nossa válvula VEC NPS 6" (DN 150), com $C_v = 1714$, característica IGUAL PORCENTAGEM, **FLUÍDO: ÁGUA**, nas condições de processo conforme segue:

F_L (Fator de recuperação de pressão) = 0,6

P_1 (Pressão de entrada) = 100 PSIA

F_F (Fator de pressão crítica do fluido) = 0,96

P_V (Pressão de vapor do fluido) = 0,95 PSIA

Numericamente será:

$$\Delta P_{max} = 0,6^2 \times (100 - 0,96 \times 0,95)$$

O máximo ΔP antes de ocorrer cavitação, na VEC NPS 6" (DN 150) é 35,67 PSI (2,46 bar).

Uma vez determinado o máximo diferencial, vamos então proceder ao cálculo da máxima vazão que poderá escoar através da válvula VEC NPS 6".

Simplificadamente, a máxima vazão é dada pela seguinte equação:

$$Q = C_v (\Delta P / \gamma)^{0,5}$$

Sendo:

Q = vazão em gpm

ΔP = diferencial de pressão em PSI

γ = densidade relativa do fluido

C_v = coeficiente de vazão da válvula

Numericamente resulta:

$$Q = 1714 \times (35,67 / 1)^{0,5}$$

Então a vazão será $Q = 10.237$ gpm antes de iniciar a cavitação.

VEC 6" → VAZÃO 10.237 gpm @ 35,67 PSI (antes da cavitação)



CONSUMO DE ENERGIA EM VÁLVULAS DE CONTROLE

Data:
24/09/20

4 de 7

VEC®

1.3 – O máximo diferencial de pressão da válvula GLOBO NPS 6" (DN 150), passagem plena, com $C_v = 432$ (típico), característica IGUAL PORCENTAGEM, **FLUÍDO: ÁGUA**, nas mesmas condições de processo conforme segue:

F_L (Fator de recuperação de pressão) = 0,93

P_1 (Pressão de entrada) = 100 PSIA

F_F (Fator de pressão crítica do fluido) = 0,96

P_v (Pressão de vapor do fluido) = 0,95 PSIA

Numericamente será:

$$\Delta P_{\max} = 0,93^2 \times (100 - 0,96 \times 0,95)$$

O máximo ΔP antes de ocorrer cavitação, na GLOBO NPS 6" (DN 150) é 85,7 PSI (5,9 bar).

Uma vez determinado o máximo diferencial de pressão, vamos então proceder ao cálculo da máxima vazão que poderá escoar através da válvula GLOBO 6", aplicando a mesma equação anterior.

Numericamente resulta:

$$Q = 432 \times (85,7 / 1)^{0,5}$$

Então a máxima vazão será $Q = 3.999$ gpm antes de iniciar a cavitação.

GLOBO 6" → VAZÃO 3.999 gpm @ 85,7 PSI (antes da cavitação)

1.4 – Passamos então agora a determinar qual será a bitola da nossa VEC que atenderá a vazão máxima para a mesma vazão da GLOBO 6"

$$C_v = Q / (\Delta P_{\max(\text{vec})} / \gamma)^{0,5}$$

Numericamente, o C_v será:

$$C_v = 3.999 / (35,67 / 1)^{0,5}$$

Então, o C_v da nossa VEC equivalente a válvula globo será 670 gpm antes de iniciar a cavitação. A VEC cujo C_v mais próximo, imediatamente superior, é nossa VEC 4" com $C_v = 835$.



CONSUMO DE ENERGIA EM VÁLVULAS DE CONTROLE

Data:
24/09/20

5 de 7

VEC®

1.5 – Determinação da bitola da válvula globo com C_v para atender a vazão de 3.999 gpm, porém com ΔP 35,67 PSI (limite da VEC)

A bitola da válvula de controle globo pode ser determinada a partir do C_v através da equação prática:

$$d = (C_v / 12)^{0,5}$$

Sendo:

d = Diâmetro nominal da válvula em polegadas

C_v = Coeficiente de vazão da válvula

Numericamente,

$$d = (670 / 12)^{0,5}$$

resultando em 7,47". Aproximando para o NPS imediatamente superior,

A válvula globo que substituirá a VEC nas mesmas condições de ΔP e vazão, deverá ser 8". Pelo exemplo numérico, fica demonstrado que nossa VEC 4" (DN 100), substitui com vantagem uma válvula GLOBO de até 8".

Fica evidente que nossa VEC é mais eficiente do que a GLOBO graças a sua alta recuperação de pressão, resultando em menor investimento inicial.

Considerando que permite a mesma vazão, porém com menor diferencial de pressão, o consumo de energia também será consideravelmente menor.

Agora podemos finalmente proceder ao comparativo de consumo energético das duas tecnologias de válvulas de controle.

2 – COMPARATIVO DA DEMANDA ENERGÉTICA NAS VÁLVULAS COM TECNOLOGIA ORIFÍCIO SEGMENTADO E VÁLVULA GLOBO

A potência hidráulica na válvula é determinada pela seguinte equação:

$$kW = 0,0098 \times Q \times \Delta P$$

sendo:

Q = Vazão do fluido em m^3/s

ΔP = Diferencial de pressão em kgf / m^2

2.1 – Cálculo da energia consumida pela válvula GLOBO, por hora de funcionamento contínuo (kWh)

O máximo diferencial de pressão da válvula GLOBO é 85,7 PSI. Na unidade da equação resulta 60.253 kgf/m^2 .

A máxima vazão da válvula GLOBO é de 3.999 gpm. Na unidade da equação resulta **0,2523 m^3/s** . Numericamente teremos então:

$$kWh = 0,0098 \times 0,2523 \times 60.253 \rightarrow \approx 149 \text{ kWh}$$

2.2 – Cálculo da energia consumida pela válvula VEC com tecnologia orifício segmentado



CONSUMO DE ENERGIA EM VÁLVULAS DE CONTROLE

Data:
24/09/20

6 de 7

VEC®

O diferencial de pressão na VEC pré cavitação apurado é 35,67 PSI que convertido para a unidade da equação resulta 25.078 kgf/m². Como selecionamos uma VEC que atenda a vazão calculada para a válvula GLOBO, deverá ser a mesma utilizada, ou seja **0,2523 m³/s**.

Numericamente teremos então:

$$\text{kW} = 0,0098 \times 0,2523 \times 25.078 \rightarrow \approx 62 \text{ kW}$$

A diferença de consumo energético é consideravelmente muito grande. Ao longo de um dia de produção em regime ininterrupto (24 h) resulta:

Consumo energético da válvula GLOBO por dia (24 h): kWh/dia = 149 x 24 → 3.576 kWh/dia

Consumo energético da VEC por dia (24 h): kWh/dia = 62 x 24 → 1.488 kWh/dia

A cada dia de operação contínua a VEC economiza 2.088 kWh! A economia mensal (30 dias) chega ao impressionante valor de 62.640 kWh. No caso do exemplo utilizado neste boletim informativo,

A economia mensal é equivalente a manter desligada uma bomba centrífuga de aproximadamente 120 CV.

Estimativa de potência da bomba centrífuga para movimentar a água com as diferentes tecnologias de válvulas de controle:

válvula GLOBO: ≈230 CV

válvula VEC – Orifício Segmentado: ≈97 CV

3 – EQUIVALÊNCIA ENTRE POTÊNCIA HIDRÁULICA E VAZÃO DE VAPOR SATURADO

Uma outra maneira de se avaliar a eficiência das tecnologias VEC – Orifício Segmentado X válvula GLOBO é comparar a equivalência entre a potência hidráulica (kW) e vazão de vapor saturado (kg/h).

Para tornar mais fácil a compreensão da potência hidráulica, uma vez que, em se tratando de válvula de controle, kW não é uma unidade usual, necessário se faz apresentar a mesma coisa, porém sob uma outra roupagem ou seja, é mais intuitiva a comparação através de uma unidade mais familiar no contexto das válvulas de controle. Para tanto segue a correspondência entre kW e kg/h de vapor saturado.

Antes de apresentar a equivalência, é necessária uma breve e sucinta explicação.

É sabido que a quantidade de calor para conversão de água do estado líquido para o estado de vapor, varia com a pressão. Quanto maior a pressão, maior a potência térmica do vapor resultante.

O termo **entalpia**, muito resumidamente, é uma função termodinâmica do calor envolvido em processos de conversão de estado da água a pressão constante (isobárico). Para cada patamar de pressão mantido constante, há um valor específico de entalpia. Então, sucintamente, entalpia é a quantidade de calor que a água acumula para mudar do estado líquido para o estado de vapor a pressão constante.

A água, para vaporizar, precisa receber calor e, quanto maior a massa de água a vaporizar e quanto menor o tempo exigido para a conversão, intuitivamente vem a ideia de potência, isto é, quanto maior for a quantidade de água e menor o tempo de conversão, maior será a quantidade de calor necessária na unidade de tempo. Um fogão doméstico, normalmente tem um queimador grande, mais potente, que é utilizado para cozer alimentos em menor tempo, embora com maior consumo de gás.

Quando a água, já no estado de vapor, transfere calor para aquecer um processo, ela retorna ao estado líquido. Considerando o tempo envolvido, há um fluxo de vapor (calor) por unidade de tempo (kg/h).

A equação que permite determinar a vazão de vapor em kg/h, a partir da potência em kW é:



CONSUMO DE ENERGIA EM VÁLVULAS DE CONTROLE

Data:
24/09/20

7 de 7

VEC®

$$Q = 3600 \times P / h_e$$

Onde:

Q = vazão de vapor em kg/h

P = Potência em kW

h_e = entalpia específica em kJ/kg

Para efeito de cálculo e comparação, consideramos vapor a pressão de 10,0 kgf/cm². A entalpia específica da água, na condição de vapor saturado nesta pressão, é aproximadamente 2779 kJ/kg.

Para a válvula globo, numericamente teremos então:

$$Q = 3600 \times 149 / 2779 \rightarrow \approx 193 \text{ kg/h}$$

Para a VEC – Orifício Segmentado, numericamente teremos então:

$$Q = 3600 \times 62 / 2779 \rightarrow \approx 80 \text{ kg/h}$$

Verifica-se então que a energia consumida pela VEC é equivalente a energia entregue por 80 kg/h de vapor saturado a pressão de 10,0 kgf/cm², contra 193 kg/h consumida pela válvula globo, nas mesmas condições. Logo a VEC consome 2,4 vezes menos energia do que a válvula globo.

Segue tabela com referência de custo R\$/Ton de vapor, base 2014.

FONTE DA ENERGIA	CUSTO TOTAL APROXIMADO R\$/TON DE VAPOR
Óleo BPF	R\$145,00
Gás natural (GN)	R\$ 94,00
Resistência elétrica	R\$217,00
Lenha	R\$ 43,00
Fonte: FIESC (08/2014)	

Agora é só fazer as contas para avaliar a vantagem econômica efetiva da VEC, tendo como referência o custo atual da energia na sua indústria.

Concluindo, esperamos ter obtido sucesso em demonstrar, com clareza, a diferença de consumo energético com duas diferentes tecnologias de válvulas de controle.

Fica patente também que nossa VEC – Orifício Segmentado, é uma nova tecnologia de válvula de controle, oferecendo ao mercado uma válvula de controle muito mais econômica do que a tradicional válvula globo, tal que seja substancialmente reduzido o valor do investimento e ainda um “bônus” com a redução do consumo de energia.

A VEC É UMA VÁLVULA DE CONTROLE – TECNOLOGIA ORIFÍCIO SEGMENTADO - CARBONO NEUTRO.

Estamos à disposição para esclarecer dúvidas que eventualmente possam advir da leitura deste boletim informativo.