

FLOW – FlapValve (FFV) – Estudo de Caso #2

Estudo de Caso - Eliminação de Risco de Contaminação em Indústria Alimentícia

Resumo Executivo

Uma indústria de laticínios identificou um risco sanitário em uma linha de transporte pneumático de pó localizada na saída de ar do leito fluidizado de um spray dryer. A válvula originalmente instalada, uma válvula borboleta industrial convencional, apresentava desgaste natural da vedação devido à abrasão causada pelo fluxo contínuo de partículas.

Inicialmente, o problema foi parcialmente solucionado com a substituição da válvula em aço carbono por uma versão convencional em aço inoxidável, eliminando o risco de contato do produto com materiais inadequados. Entretanto, o princípio construtivo da válvula permaneceu o mesmo, mantendo o desgaste progressivo da vedação e o potencial de retenção de solução de CIP após os ciclos de limpeza.

A solução definitiva foi a substituição pela Flow FlapValve (FFV), uma válvula sanitária desenvolvida para aplicações em grandes diâmetros, cujo princípio construtivo elimina o contato deslizante contínuo entre o elemento móvel e a vedação periférica, removendo o mecanismo responsável pelo desgaste observado nas válvulas convencionais.

Principais resultados obtidos

Item	Etapa 1 (cliente)	Etapa 2 (cliente)	Etapa 3 (T2E)
Tipo de válvula	Borboleta Industrial	Borboleta Industrial	Flow FlapValve (FFV)
Material	Aço Carbono	SS304	SS304
Desgaste da vedação	Presente	Presente	Ausente
Potencial retenção de CIP	Presente	Presente	Ausente
Risco Alimentar	Presente	Presente	Ausente
Mecanismo de desgaste	Presente	Presente	Ausente
Atuador	Grande	Grande	Pequeno

Contexto da Aplicação

A aplicação está localizada na saída de ar do leito fluidizado de um spray dryer destinado à produção de produtos lácteos em pó. Nessa região ocorre transporte de partículas em alta velocidade, criando um ambiente naturalmente abrasivo para componentes sujeitos ao fluxo de produto.

Além das exigências mecânicas impostas pelo processo, o equipamento deve atender aos requisitos sanitários da indústria alimentícia, permitindo limpeza por CIP sem criar regiões de retenção de produto ou solução de limpeza.

Situação Inicial

Originalmente, a linha utilizava uma válvula borboleta industrial convencional fabricada em aço carbono.

Embora adequada do ponto de vista funcional para controle de vazão, o desgaste natural da vedação provocado pelo particulado abrasivo evoluiu até permitir o contato do produto com regiões do corpo em aço carbono.

Como medida corretiva, a válvula foi substituída por outra válvula borboleta convencional, desta vez construída integralmente em aço inoxidável.

FLOW – FlapValve (FFV) – Estudo de Caso #2

Essa alteração eliminou o risco associado ao material construtivo, porém não modificou o princípio de funcionamento da válvula.

O contato permanente entre a borboleta e a vedação continuou produzindo desgaste progressivo durante a operação.



Figura 1 - Desgaste progressivo da vedação observado na válvula borboleta convencional originalmente instalada na planta.

Com o tempo, pequenas deformações passaram a permitir a retenção localizada de solução de CIP após os ciclos de limpeza, criando um potencial risco microbiológico, ainda que nenhuma ocorrência de contaminação tenha sido registrada.

A análise realizada pela T2E concluiu que o problema não estava relacionado ao material da válvula, mas sim ao princípio construtivo das válvulas borboleta convencionais quando utilizadas nessa aplicação.

O desgaste observado era compatível com o princípio de funcionamento de válvulas borboleta convencionais operando em aplicações com particulado abrasivo, não caracterizando falha de fabricação do equipamento.

Análise da Causa Raiz

A investigação mostrou que o mecanismo responsável pelo risco sanitário era inerente ao princípio construtivo da válvula convencional.

Durante a operação, a borboleta trabalha em contato deslizante contínuo com a vedação periférica. Em aplicações com pó, as partículas abrasivas aceleram o desgaste dessa região.

Com a evolução natural desse desgaste, passam a surgir pequenas reentrâncias capazes de reter solução de limpeza após o CIP.

Embora esse fenômeno não represente necessariamente uma contaminação do produto, ele cria um ponto potencial de retenção de umidade, incompatível com aplicações que exigem elevado padrão sanitário.

A simples substituição do corpo em aço carbono por aço inoxidável elimina apenas uma das consequências do desgaste, mas não elimina sua causa.

FLOW – FlapValve (FFV) – Estudo de Caso #2

Solução Aplicada

Após a avaliação da aplicação, foi especificada uma Flow FlapValve (FFV) em aço inoxidável SS304. Diferentemente de uma válvula borboleta convencional, a FFV opera sem contato deslizante contínuo entre a borboleta e uma vedação periférica comprimida.

Como consequência, deixa de existir o mecanismo responsável pelo desgaste observado anteriormente. Sem esse desgaste, não se formam as reentrâncias que favoreciam a retenção localizada de solução de CIP.

A solução adotada eliminou a causa raiz do problema, sem necessidade de alterar o procedimento de limpeza já validado pela planta.

Além disso, a redução das forças de atrito permitiu a utilização de um atuador pneumático de menor porte, reduzindo dimensões, custo do conjunto e consumo de ar comprimido.



Figura 2 - Comparação entre uma válvula borboleta convencional (esquerda) e a Flow FlapValve (direita). Observa-se a vedação periférica comprimida na válvula convencional, inexistente na FFV.

Considerações Técnicas

A Flow FlapValve foi desenvolvida especificamente para aplicações sanitárias em grandes diâmetros, faixa na qual normalmente predominam válvulas industriais convencionais sem foco em requisitos de higienização. Seu projeto contempla construção totalmente em aço inoxidável, superfícies internas sanitárias e geometria compatível com limpeza por CIP.

Como consequência direta de seu princípio construtivo, a FFV não proporciona vedação estanque (100%). Existe uma pequena vazão residual quando a válvula está fechada. A ausência de vedação estanque não representa uma limitação inesperada do equipamento, mas uma consequência do princípio construtivo adotado. Para aplicações compatíveis, esse compromisso permite eliminar o mecanismo de desgaste observado nas válvulas convencionais.

Essa característica foi considerada durante a especificação da aplicação e validada previamente pelo cliente. Para a linha em questão, o vazamento residual não produziu qualquer impacto operacional.

A T2E fornece curvas de vazamento em função da pressão diferencial para cada diâmetro da válvula, permitindo que essa característica seja avaliada ainda na fase de projeto.

FLOW – FlapValve (FFV) – Estudo de Caso #2

Resultados

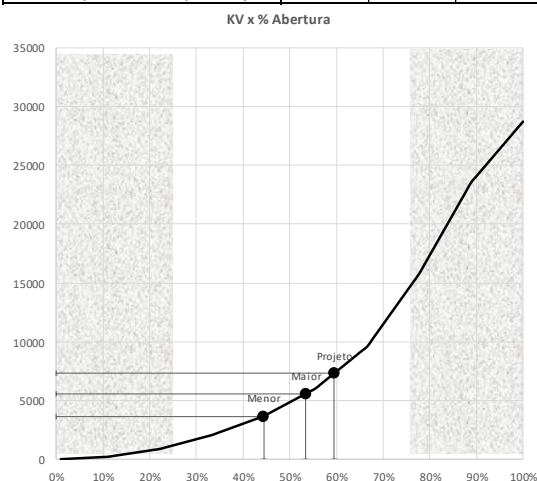
Após aproximadamente um ano de operação contínua:

- não foram registradas ocorrências relacionadas ao mecanismo de desgaste anteriormente observado;
- deixou de existir o potencial de retenção de solução de CIP associado à vedação da válvula convencional;
- o protocolo de CIP da planta foi mantido sem qualquer alteração;
- foi possível utilizar um atuador pneumático de menor porte;
- o cliente passou a operar com uma solução projetada especificamente para aplicações sanitárias em grandes diâmetros.

Folha de Dados de Válvula Utilizada

<

DADOS DIMENSIONAMENTO	PROJETO	MAIOR	MENOR
Vazão Mássica (por válvula)	9.500	7.000	5.000
Altitude	800	800	800
Temperatura Ambiente	25	25	25
Pressão Local	92.450	92.450	92.450
Umidade do ar	12	18	10
Densidade do Ar	0,93	0,88	0,96
Vazão volumétrica (por válvula)	10.193	7.932	5.202
Pressão Antes da Válvula	-5	-5	-5
Pressão Depois da Válvula	-25	-25	-25
Diferencial de Pressão	20	20	20
Temperatura do Ar	70	88	60
Bitola Seleccionada	600	600	600
Velocidade	10,0	7,8	5,1
Abertura Válvula	60%	53%	44%
KV real	7.309	5.575	3.671
Fluxo	Sub-Critico	Sub-Critico	Sub-Critico
Veloc. válvula semi-aberta	13	11	8
Ruído (válvula 100% aberta)	77	76	73
Vazamento (válv. 0% aberta)	77	79	76



FLOW – FlapValve (FFV) – Estudo de Caso #2

Conclusão

Este estudo de caso demonstra que, em aplicações sanitárias sujeitas ao transporte pneumático de partículas, a simples substituição do material construtivo da válvula pode não ser suficiente para eliminar todos os riscos associados à operação.

No caso estudado, o risco remanescente estava relacionado ao próprio princípio de funcionamento da válvula borboleta convencional. A adoção da Flow FlapValve eliminou esse mecanismo de desgaste, mantendo a compatibilidade com o procedimento de CIP existente e proporcionando uma solução sanitária adequada para uma aplicação de grande diâmetro.

Lições aprendidas

Este caso demonstrou que:

- substituir apenas o material construtivo da válvula não elimina necessariamente todos os riscos sanitários;
- em aplicações com transporte pneumático de pós, o princípio construtivo da válvula pode ser mais importante que o próprio material de fabricação;
- eliminar o mecanismo de desgaste é mais eficaz do que apenas utilizar materiais mais resistentes;
- pequenas características construtivas podem influenciar diretamente a eficiência do CIP e a segurança alimentar.
- válvulas borboletas industriais padrões podem não ser a melhor solução empregadas em linhas com particulado.

Viabilidade Econômica

Além dos benefícios relacionados à segurança alimentar, a Flow FlapValve apresenta vantagens econômicas quando comparada às válvulas borboleta industriais convencionais.

Para diâmetros superiores a 500 mm, um levantamento de mercado realizado pela T2E indicou que a FFV apresenta custo de aquisição inferior ao de válvulas convencionais em aço carbono equivalentes. Essa diferença tende a aumentar à medida que o diâmetro da válvula cresce.

Para diâmetros inferiores a 500 mm, a FFV pode apresentar um investimento inicial aproximadamente 10% superior. Entretanto, essa diferença deve ser analisada em conjunto com os benefícios proporcionados pela eliminação do mecanismo de desgaste da vedação, redução do risco sanitário e maior compatibilidade com aplicações sujeitas a CIP.

Outro fator relevante é o acionamento da válvula. Como a FFV opera sem contato deslizante contínuo entre a borboleta e uma vedação periférica comprimida, o torque necessário para acionamento é reduzido. Na aplicação estudada, essa característica permitiu a utilização de um atuador pneumático de menor porte, reduzindo o custo do conjunto e proporcionando menor consumo de ar comprimido e menor demanda de manutenção ao longo da vida útil do equipamento.

Sob esse aspecto, a avaliação econômica deve considerar não apenas o custo de aquisição da válvula, mas o custo total de implantação e operação do conjunto válvula + atuador.