

Válvulas no processo de fabricação de celulose e papel

Autor/Author*: Artur Cardozo Mathias

INTRODUÇÃO

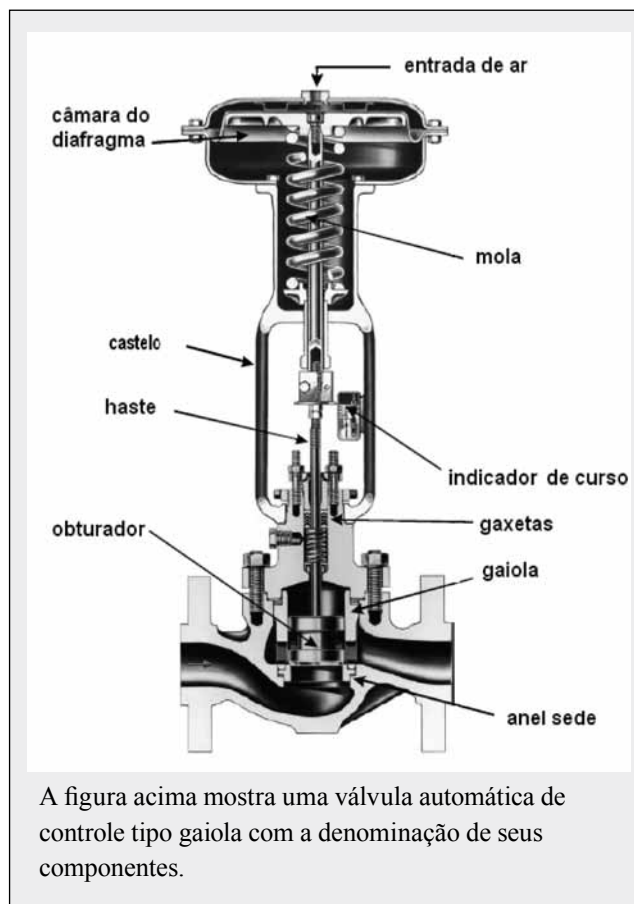
De modo geral, todos os processos químicos utilizam válvulas para uma operação correta e eficiente, permitindo, assim, o máximo aproveitamento do capital investido, com retorno em lucratividade da produção. No ramo de celulose e papel isso não é diferente e a escolha incorreta de um equipamento ou acessório pode fazer com que o tempo de retorno do capital seja longo, podendo mesmo inviabilizar a continuidade da operação. Tal situação pode exigir a substituição de determinado equipamento ou acessório, para que seja estabelecida a produtividade necessária esperada. Este texto trata especificamente de válvulas, componentes de tubulações amplamente utilizados em processos químicos, por isso, também nos processos de fabricação de celulose e papel. Esse setor é um dos maiores usuários de válvulas de variados tipos, projetos e tamanhos existentes no mercado. Desde o início do processo, a picagem da madeira, passando depois pelas fases de cozimento dos cavacos, recuperação e evaporação da lixívia, lavagem e branqueamento da polpa, até a produção final do papel, a utilização de válvulas é imprescindível.

Esses dispositivos podem ter diversas características construtivas, que se diferenciam conforme sua aplicação no processo. Sendo assim, podem ser válvulas de acionamento manual ou automático, quando para aplicações em controle *on-off*, ou controle modulante. O controle *on-off* é aquele em que a válvula deve operar a maior parte do tempo na posição totalmente aberta ou totalmente fechada. Em outras aplicações pode ser exigido que a pressurização de um equipamento seja mantida nos limites de um valor considerado seguro para o próprio equipamento ou sistema.

TIPOS DE VÁLVULAS

Válvulas manuais e automáticas

As *válvulas de acionamento manual* - válvulas industriais - podem ser dos tipos gaveta, globo, diafragma, guilhotina, esfera, macho, borboleta, e outros. Nessas válvulas a ope-



ração é feita por um operador, portanto, o posicionamento correto do obturador - sede móvel que veda contra uma sede fixa, estando a válvula na posição fechada -, depende totalmente da experiência de quem opera. Assim, uma intervenção errada devido a falta de conhecimento pode causar prejuízos ao processo e, em casos mais extremos, acidentes ao próprio operador.

Para o processo não depender apenas da experiência do operador e prover a segurança de maior precisão no controle de fluxos, foram desenvolvidas as *válvulas automáticas de controle*. Essas válvulas permitem que determinada variável

*Referências do autor/Author's reference: Técnico mecânico industrial da Suzano Papel e Celulose. É também consultor em válvulas, tendo ministrado cursos e palestras sobre o tema em empresas, universidades e escolas técnicas.
E-mail: dinizmathias@uol.com.br

- taxa de fluxo, pressão, temperatura, pH, volume, nível e outras -, seja controlada com precisão dentro dos parâmetros exigidos pelas características do processo. A automação dessas válvulas é feita mediante atuadores, que podem ser pneumáticos, hidráulicos, elétricos ou eletropneumáticos, além de sensores, controladores e posicionadores; esses últimos podendo ser do tipo convencional ou do tipo “inteligente”. Todavia, em um processo de celulose e papel a produção depende de diferentes tipos de fluidos portadores de propriedades físicas e químicas distintas, o que exige variação de projeto não só da válvula como tal, mas também de seus componentes internos e dos materiais com que é construída. Uma das características físicas dos fluidos é a densidade. Em uma planta de celulose, fluidos com maior densidade são encontrados, por exemplo, na fase de recuperação do licor negro. Dependendo do valor dessa densidade certos tipos de válvulas não podem ser utilizados, tais como as de globo ou de gaveta. Para essas aplicações a válvula tipo macho autolubrificada é uma das opções mais apropriadas. Entre as fases da celulose pronta e a linha de produção de papel, a densidade da massa e a baixa pressão do processo consentem o uso de válvulas do tipo guilhotina.

Ainda uma característica física do fluido poderá ser a temperatura, caso em que a escolha da válvula pode ser limitada por materiais não metálicos e de baixa dureza, tais como elastômeros (borrachas) ou fluoropolímeros (PTFE) utilizados em sua construção, elementos aptos para uma vedação estanque e com baixo torque, porém com possíveis restrições de uso impostas por pressão ou temperatura do fluido, além da bitola da válvula. Nessa categoria são de lembrar a válvula macho, a válvula de esfera, a válvula borboleta, a válvula de diafragma, entre outras mais. De ressaltar, no caso, que as válvulas de movimento rotativo mencionadas, tais como esfera, macho e borboleta, vedam somente por posicionamento, não por torque.

Válvulas de segurança e alívio

Dentre os fluxos do sistema está também o vapor d'água utilizado para a geração de energia elétrica, principalmente nas plantas que produzem celulose e operam caldeiras de recuperação química dotadas de superaquecedores. A energia contida nesse fluido é proporcional a seu volume, pressão e temperatura. Para que essa energia seja mantida em níveis seguros para o processo são obrigatoriamente utilizadas *válvulas de segurança e/ou alívio*. A principal característica desses tipos de válvulas é a de utilizar a energia contida no fluido para sua atuação, portanto, é um componente considerado como último recurso quanto à segurança de um processo, obviamente desde que esteja corretamente selecionada, dimensionada, instalada, inspecionada e conservada, de acordo com as normas vigentes.

Toda caldeira ou vaso de pressão exige a instalação de

válvulas de segurança e/ou alívio para sua proteção e, mais principalmente, para a do pessoal envolvido com aqueles equipamentos. Para pressões positivas são utilizadas válvulas de segurança sempre que os fluidos forem compressíveis, tais como vapor d'água saturado ou superaquecido, ar comprimido, gases e vapores. Para os fluidos incompressíveis (líquidos) são utilizadas as válvulas de alívio. A diferença básica está principalmente no projeto de seus componentes internos. Nos vasos sujeitos a pressões negativas, como, por exemplo, aqueles para água de alimentação de caldeiras, são utilizadas válvulas de alívio para vácuo. Resulta evidente que as diferentes aplicações exigem diferentes tipos e projetos de válvulas.

Materiais de construção

Os materiais de construção também exigem atenção especial, tanto para o corpo e castelo quanto, e principalmente, para os componentes internos e superfícies de vedação. Esses componentes internos podem se constituir em pontos críticos da válvula, principalmente quanto ao material selecionado; componentes que podem ser fixados ao corpo ou castelo da válvula como podem ser móveis, nesse caso quando fixados na haste da válvula. Móveis são aqueles que se movimentam dentro da corrente do fluxo, sujeitos, portanto, às variações causadas na pressão e velocidade de escoamento do fluido impostas pelo próprio fluido. Com isso, os ataques erosivos e abrasivos, dependendo de o fluido conter umidade ou particulados mais duros que o material selecionado, respectivamente, além de sua localização no interior da válvula, podem induzir a maior ou menor velocidade de escoamento. Por exemplo, o fluido que escoar pela sede fixa da válvula terá essa velocidade proporcional à posição do obturador quando a válvula estiver próxima da posição fechada, porém, quando aberta, essa velocidade será proporcionalmente reduzida. Próximo da parede do corpo da válvula a velocidade será praticamente constante quando comparada com a velocidade produzida entre o obturador móvel e o anel sede. Numa fábrica de celulose a planta de branqueamento, por exemplo, exige que as válvulas utilizadas sejam construídas com materiais resistentes à corrosão devido aos valores de pH dos fluidos envolvidos no processo, tais como aços inoxidáveis AISI 304, 316, 317, monel®, hastelloy®, titânio, entre outros. Algumas das válvulas utilizadas nessa planta, dependendo do modelo, pressão e temperatura envolvidos, também podem ser de ferro fundido ou aço carbono, desde que internamente revestidas com PTFE ou outros polímeros e termoplásticos também resistentes à corrosão.

Dependendo da pressão, temperatura e velocidade de escoamento em causa, poderá ser necessária a aplicação de materiais específicos que ofereçam durezas superficiais mais elevadas (Stellite® 6, por exemplo), principalmente na região da vedação da válvula, ou seja, na área de contato entre o

obturador móvel e a sede fixa quando a válvula estiver na posição fechada. Desgastes prematuros nessa região podem ser evitados mediante a utilização desses materiais mesmo após vários ciclos operacionais.

Resulta, portanto, que a aplicação pode permitir o uso de materiais mais simples e baratos, tais como ferro fundido e bronze; materiais um pouco mais caros como o aço carbono; aços liga à base de cromo e molibdênio para altas temperaturas; aços liga à base de níquel para baixas temperaturas; aços inoxidáveis para fluidos moderadamente corrosivos ou até extremamente corrosivos. Isso contribui para a redução do custo final da instalação. Assim, a seleção correta do material, tanto para o corpo e castelo quanto para os componentes internos, é primordial para o correto funcionamento da válvula.

Dimensionamento

A área de passagem da válvula selecionada segue, em muitas aplicações, apenas o dimensionamento da tubulação na qual será instalada, de modo que, na maioria das vezes, a falta de conhecimentos específicos por parte do usuário ou de quem projetou o equipamento ou tubulação leva à aplicação de válvula inadequada. A seleção da área de passagem de uma válvula para determinada aplicação irá depender primeiramente de sua função no processo, principalmente naquelas aplicações em que a válvula deve operar sempre totalmente aberta ou totalmente fechada (controle *on-off*) ou para controle modulante (posições parciais de abertura).

Nas aplicações que exijam apenas o controle *on-off*, a área de passagem a adotar para uma mesma taxa de fluxo de processo será menor do que aquela para um controle modulante, seja em t/h, m³/h, L/min, etc. Somente para efeito de comparação prática, onde uma aplicação requeira controle *on-off* com válvula tipo gaveta ou esfera de 2", se for utilizada válvula globo para controle de fluxo e para a mesma "massa" envolvida, a bitola dessa válvula será de 6". Isto significa que para a mesma bitola envolvida a capacidade de vazão de uma válvula gaveta ou esfera será três vezes maior do que a de uma válvula globo. Com isso pode-se incorrer em erro, cujas conseqüências iniciais resultarão em maior custo da instalação, pois poderia ser utilizada válvula com bitola três vezes menor (ou até mais).

Equações para o cálculo do CV da válvula de acordo com o fluido

Equação 1. Para líquidos (limitada a 50% ou menos da pressão de entrada)

$$Cv = Q \cdot \sqrt{\frac{G}{\Delta P}}$$

Equação 2. Para gases e vapores

$$CV = \frac{V}{1360} \cdot \sqrt{\frac{G \cdot T}{\Delta P}} \cdot \sqrt{\frac{2}{P1 + P2}}$$

Se a pressão diferencial for $\geq \frac{P1}{2}$ (condição de fluxo crítico), a equação 2 pode ser simplificada para:

$$CV = \frac{V \cdot \sqrt{G \cdot T}}{835 \cdot P1}$$

Equação 3. Para vapor d'água saturado

$$CV = \frac{W}{2,1} \cdot \sqrt{\frac{1}{\Delta P \cdot (P1 + P2)}}$$

Se a pressão diferencial for $\geq \frac{P1}{2}$ (condição de fluxo crítico), a equação 3 pode ser simplificada para:

$$CV = \frac{W}{1,84 \cdot P1}$$

Equação 4. Para vapor d'água superaquecido

$$CV = \frac{1 + 0,0007 \cdot Tsa}{2,1} \cdot W \cdot \sqrt{\frac{1}{\Delta P \cdot (P1 + P2)}}$$

Se a pressão diferencial for $\geq \frac{P1}{2}$ (condição de fluxo crítico), a equação 4 pode ser simplificada para:

$$CV = \left(\frac{1 + 0,0007 \cdot Tsa}{1,84 \cdot P1} \right) \cdot W$$

Onde:

CV = coeficiente de vazão através da válvula (adimensional);
 Q = taxa de fluxo de água, em galões americanos por minuto (GPM);
 G = gravidade específica do fluido, (água = 1 a 15,56°C; ar = 1 a 15,56°C);
 $\Delta P = (P1 - P2)$ queda de pressão ou pressão diferencial, em psi;
 P1 = pressão de entrada absoluta, em psia;
 P2 = pressão de saída absoluta, em psia;
 V = vazão do gás, em pés cúbicos por hora (SCFH);
 T = temperatura absoluta do gás, em °F (°F + 460);
 W = vazão de vapor d'água saturado, em libras por hora (lbs/h);
 Tsa = temperatura de superaquecimento em relação à temperatura de saturação para a mesma pressão, em °F.

OBS: Com a aplicação destas equações é possível determinar a capacidade de vazão efetiva de válvulas dos tipos gaveta, globo, esfera, por exemplo, além das válvulas automáticas de controle. Essas equações são abrangidas pelo FCI (Fluid Controls Institute). Para as válvulas de segurança e/ou alívio, as equações utilizadas são elaboradas pela norma ASME Seção I para caldeiras e ASME Seção VIII e API RP 520 parte 1 para os vasos de pressão.

Isso é detalhe desconhecido por muitos e que é encontrado em todo segmento industrial. O usuário final ou o projetista do equipamento acabam selecionando, assim, a válvula pela área de passagem dos flanges apenas e não pela área de passagem que é disponibilizada pela geometria e posicionamento do obturador. Para que isso seja evitado devem ser envolvidos dois parâmetros iniciais, principalmente: a pressão diferencial (P1 – P2) através da válvula e a taxa de fluxo requerida, além da própria função da válvula no processo. Através desses parâmetros, de fórmulas específicas e de acordo com o estado físico do fluido será encontrado um valor denominado CV (coeficiente de vazão) da válvula. Esse valor é diferente para cada projeto e função da válvula - controle *on-off* ou modulante -, e é informado em tabelas pelos fabricantes.

Instalação

A instalação da válvula no sistema é outro fator importante a ser analisado. As válvulas de segurança, por exemplo, devem obrigatoriamente ter instalação em posição vertical. Para válvulas automáticas de controle também deve ser evitada a instalação em posição fora da vertical, isso para evitar que os componentes internos sejam deslocados de seu equilíbrio natural. Esses dois tipos de válvulas não precisam da ação humana para sua operação, mas naquelas de acionamento manual a intervenção do operador é obrigatória. No caso, problemas como travamento e/ou vazamento podem ocorrer, pois é frequentemente visado apenas o acesso para operação e a possível economia com projeto e instalação de plataformas, que facilitariam o controle e evitariam haver componentes móveis de válvulas fora do mencionado equilíbrio natural decorrente da força de gravidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produtividade e lucratividade de uma planta industrial podem estar reduzidas simplesmente porque uma válvula foi inicialmente especificada de forma incorreta. Isso pode causar perdas na eficiência de um processo, além de vazamentos indesejáveis de fluidos valiosos que, no caso, podem até resultar em poluição ambiental devida a perdas de líquidos eventualmente tóxicos.

Tal situação pode parar toda uma planta ou até uma fábrica inteira, com prejuízos que podem somar milhões de dólares em vista de um custo irrisório de aquisição da válvula. A própria válvula correta pode, em certos casos, ser considerada “cara” por ter projeto mais sofisticado e/ou construção com materiais mais nobres, além de bitola e classe de pressão mais elevadas, porém, também tem custo irrisório se comparado ao prejuízo de uma fábrica parada.

Maiores detalhes quanto à parte técnica e detalhamentos dos principais tipos de válvulas utilizados em processos industriais, seu funcionamento, os materiais de construção, as características construtivas, sua seleção e especificação, instalação correta, cálculos para o dimensionamento do tamanho correto segundo a aplicação, além das principais normas e padrões de construção (atualizados), podem ser vistos no livro *Válvulas: Industriais, Segurança e Controle*, de Artur Cardozo Mathias - Artliber Editora. Esse livro é reputado como o mais completo no assunto já publicado no País. Livro que possui 464 páginas em tamanho A4 e vem a ser uma ferramenta muito útil para todos os que especificam, compram e utilizam os diversos tipos de válvulas, pois foi redigido por um usuário especializado em válvulas e com experiência superior a 25 anos nesse tipo de equipamento em plantas de celulose e papel.



22 a 25 de Junho de 2010

Local:

Mendes Convention Center
Av. Gen. Francisco Glicério, 206 - 2º andar
Santos / SP

Novos desafios tecnológicos e a visão prática de especialistas da área de ensaios não destrutivos e inspeção serão objeto de apresentações e discussões.

Eventos Paralelos:

- 4º Encontro de Profissionais Certificados Nível 3;
- Exames Teóricos e Específicos;
- 3º Encontro Nacional de Profissionais Certificados;
- X Encontro Mercosul de Normalização em Ensaios Não Destrutivos;
- Reunião da Comissão Técnica de Inspeção de Fabricação;
- Reunião da Comissão Setorial de Fabricantes;
- 3º Encontro de Auditores de Sistema de Gestão;
- Reunião da Comissão Setorial de Empresas de Inspeção;
- Minicursos

17ª EXPOEND

Exposição Técnica de Equipamentos, Produtos e Serviços de Ensaios Não Destrutivos e Inspeção

Visite as principais empresas do setor!
Entrada gratuita.
De 23 a 24 de junho – 10h às 19h
25 de junho – 8h às 14h

Inscrições promocionais até 31 de maio.

Profissionais em busca de conhecimento, atualização, relacionamentos e bons negócios.
Acesse o site www.abendi.org.br/conaend2010 e participe.

Copa 2010 no CONAEND&IEV:
Transmitiremos o jogo Brasil x Portugal.
Venha torcer conosco!

Promoção:



PROMAI
Programa Multinacional de Avaliação de Integridade e Extensão de Vida de Equipamentos Industriais

Apoio Oficial:



Patrocínio Ouro:



Patrocínio Prata:



Apoios Institucionais:



Apoios Promocionais:



Agência Oficial:



Secretaria do Evento:

ABENDI – Associação Brasileira de Ensaios Não Destrutivos e Inspeção
Rua Guapiacu, 5 - Vila Clementino - Cep: 04024-020
(11) 5586 3161 - eventos@abendi.org.br - www.abendi.org.br/conaend2010