WHITE PAPER

ELIMINAÇÃO DE GOLPES DE ARIETE

Como proteger os sistemas de bombagem de picos de pressão

RIGHT FROM THE START

AuCom
MOTOR CONTROL SPECIALISTS

O Golpe de Ariete pode causar danos significativos nos sistemas de bombagem. Grande parte das pessoas na indústria da bombagem de água pode contar uma história ou um acontecimento sobre a rutura ou colapso de tubos, válvulas partidas ou danificadas, medidores de pressão ou até mesmo bombas. Este white paper analisa as principais formas de evitar danos dispendiosos de forma a prolongar a vida útil dos sistemas de bombagem.

Para mais informações visite o nosso site, ou siga-nos no Twitter @softstarters.

Também pode contactar a Zeben – Sistemas Electrónicos, Lda, o seu distribuidor local dos equipamentos Aucom, através do seu website https://zeben.pt/.

zeben
sistemas eletrónicos

James Archer
Business Development
AuCom Electronics

Zeben - Sistemas Electronicos, Lda

Trav. de Baixo nr 5, 4935-571

Castelo do Neiva - Viana do Castelo - Portugal

T +351 253 818 850 F +351 253 818 851 EMAIL info@zeben.pt

Golpe de ariete - O básico

O termo "golpe de ariete" é usado para descrever os picos de pressão dentro de um sistema de bombagem. Há uma série de mecanismos e acontecimentos para o golpe de ariete, e ter uma ideia clara do que causa o fenómeno numa determinada instalação é fundamental para identificar a solução certa.

Os mecanismos do golpe de ariete são realmente muito simples.

Uma das causas do golpe de ariete é quando a extremidade de uma coluna de fluido num sistema de bombagem encontra um bloqueio, sendo um dos exemplos mais comuns quando uma válvula é subitamente fechada. Quando isso acontece, o fluxo de água na extremidade é instantaneamente interrompido, mas o fluido na parte de trás ainda está em movimento e começa a comprimir.

Devido à compressão, uma pequena quantidade de fluido continua a entrar na tubagem mesmo quando a extremidade deixou de se movimentar. A energia cinética da água no sistema é convertida em energia de pressão à medida que a água se comprime. Logicamente, esta energia de pressão criada não pode continuar além do bloqueio no sistema. Em vez disso, a onda de pressão gerada pela compressão da água no tubo irá ser direcionada para trás, a montante.

Independentemente da causa, o aumento de pressão gerado pelo fenómeno de golpe de ariete pode causar danos significativos a qualquer sistema que não tenha sido desenvolvido para acomodar essas tensões, rutura de tubos, válvulas danificadas e muito mais.

Outras das causas principais do golpe de ariete é a separação e o encerramento da coluna de água. Isto ocorre quando a coluna de água liquida dentro de um sistema de tubagem é separada e posteriormente fechada novamente, gerando uma onda de choque prejudicial.

Isto pode ocorrer em sistemas de duas fases – um em que a água muda de estado, podendo existir como líquido ou vapor no mesmo volume confinado. Esta "mudança de estado" (isto é, água liquida para vapor de água) pode ocorrer sempre que for reduzida a pressão de vapor de água na tubagem.

Estas causas têm um número de acontecimentos. A paragem e arranque da bomba podem causar golpes de ariete através de ambos os mecanismos. Uma rápida mudança na pressão do fluxo e do sistema durante o arranque ou paragem pode causar o encerramento súbito das válvulas de retenção, enquanto as mudanças na direção do fluxo podem induzir a separação da coluna de água.

CÁLCULO DO BIG BANG

O potencial dano causado por golpes de ariete pode ser calculado através da fórmula $P_{(adicional)} = 1{,}42\ aV / g$ onde:

- P = pressão adicional criada no sistema
- a = 1482 m/s (velocidade da onda de pressão)
- V = velocidade do fluxo de água na conduta (m/s)
- g = constante gravitacional universal (aproximadamente 9.75 m/s^2)

Por exemplo: a água é bombeada a um caudal de 3 m/s. Uma válvula na tubagem é fechada (uma das primeiras causas do golpe de ariete) instantaneamente, interrompendo o fluxo de água no sistema.

Usando a formula $P_{(adicional)} = 1{,}42\ aV / g$, é evidente que um incremento de pressão de 648 PSI será criado dentro do tubo. Se o sistema não for projetado para lidar com estas situações, é possível que haja danos graves nas válvulas, nas tubagens e / ou nas bombas.

As soluções

Resolver o problema do golpe de ariete requer a mitigação dos seus efeitos ou impedir completamente a sua ocorrência. Para este fim, há um número de soluções a considerar ao projetar um sistema de bombagem.

Tanques de pressão, câmaras de compensação ou acumuladores podem ser utilizados para absorver os surtos de pressão, e são ferramentas úteis na luta contra o golpe de ariete. Dito isto, prevenir as subidas de pressão em primeiro lugar é muitas vezes a melhor estratégia.

CONTROLAR O TEMPO DE ENCERRAMENTO DA VÁLVULA (PREVENÇÃO)

Como discutido anteriormente, o encerramento súbito de uma válvula é uma das principais causas do golpe de ariete. Das muitas variáveis em jogo dentro de um sistema de bombagem, o tempo de encerramento da válvula afeta significativamente a probabilidade de danos devido ao golpe de ariete, mas é um fator sobre o qual temos um nível de controlo direto.

A seguinte equação mostra a relação entre o tempo de encerramento da válvula e a magnitude do aumento da pressão do golpe de ariete:

$P = 0{,}0065\ VL / t$

Onde:

- t = tempo de encerramento da válvula em segundos
- L = comprimento do tubo entre as barreiras em metros
- V = velocidade de fluxo em m /s

A pressão adicional gerada pelo encerramento de uma válvula é inversamente proporcional ao tempo de fecho da válvula. Isto é, quanto mais lentamente a válvula for fechada, menos significativo será o aumento da pressão. Além disso, é evidente que através de uma análise cuidadosa das variáveis dentro do nosso controlo (tempo de encerramento e velocidade do fluxo), a incidência e a intensidade do golpe de ariete podem ser consideravelmente reduzidas.

O encerramento controlado da válvula pode ser conseguido manualmente ou através da utilização de válvulas motorizadas.

CONTROLO DE VELOCIDADE ELETRÓNICO DURANTE O ARRANQUE E PARAGEM DA BOMBA (PREVENÇÃO)

Os equipamentos eletrónicos de controlo de motores, como arrancadores suaves podem ser usados para o controlo de velocidade da bomba durante o arranque e a paragem da mesma. Isto permite um aumento ou uma diminuição gradual da velocidade da bomba (e consequentemente do caudal e da pressão) para evitar a separação da coluna de água, inversão de fluxo e o encerramento súbito da válvula de retenção.

O controlo do arranque e da paragem das bombas também oferece outras vantagens, incluindo a redução de tensões mecânicas no sistema e a alimentação elétrica causada por DOL / ATL / arranque eletromecânico. Isto resulta na redução de operações de Manutenção e um aumento de vida útil dos equipamentos. Além disso, os arrancadores suaves e os variadores de velocidade podem fornecer uma gama de avançadas funções de proteção do motor e do sistema, bem como opções de monitorização e controlo.

Por exemplo:

- Proteção contra sobrecarga da bomba/ motor para deteção de ruturas em tubos.
- Proteção contra subcorrente para detetar tubos bloqueados.
- Proteção de rotação de fase para evitar rotação inversa da bomba.
- Proteção contra falta de fase para evitar danos por distúrbios energéticos.
- Proteção instantânea de sobrecorrente para evitar danos na bomba devido a detritos.
- Temporizadores e programadores automáticos para controlo da operação.
- Logs operacionais e de gravação.

O QUE PRECISA DE SABER AO USAR CONTROLO ELETRÓNICO DE VELOCIDADE PARA A PREVENÇÃO DE GOLPES DE ARIETE

A eficácia do controlo eletrónico de velocidade na redução dos golpes de ariete é determinada não apenas pelo tipo de tecnologia dentro do arrancador suave ou do variador de velocidade (que será discutido mais adiante), mas também pelas curvas da bomba e do sistema.

CURVAS DO SISTEMA

A curva do sistema mostra a relação entre o caudal e a pressão dentro do sistema. É composto por dois componentes, pressão estática e pressão dinâmica (Figura 1).

Curvas planas são mais sensíveis a mudanças de velocidade. Uma pequena mudança na velocidade criará uma grande mudança no fluxo. Isso significa que o controlo de velocidade deve ser gerido com precisão para evitar o golpe de ariete.

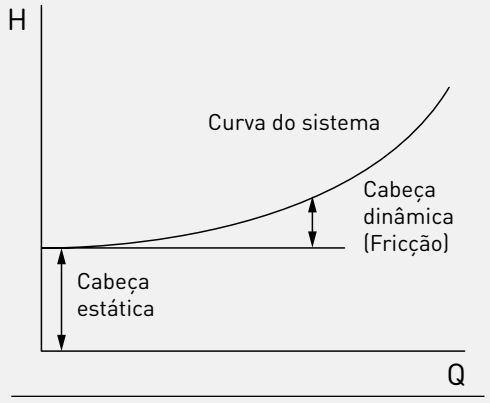

Figura 1: Curvas do sistema

CURVAS DA BOMBA

As características das bombas variam amplamente, resultando em diferentes possibilidades de curvas de desempenho. Com uma bomba de "curva com grande declive" uma grande mudança na pressão produz uma pequena mudança no fluxo. Por outro lado, com uma bomba de "curva plana" uma pequena alteração na pressão resultará numa grande mudança no fluxo (Figura 1).

Para ajudar a diminuir o golpe de ariete no sistema, deverá ser escolhida sempre que possível uma bomba "curva com grande declive". A relação entre a pressão e o caudal para tais bombas torna preciso o controlo do caudal através do controlo facilitado da velocidade da bomba.

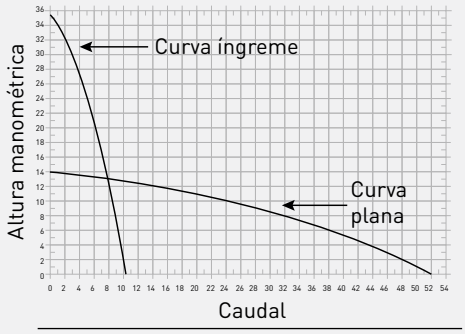

Figura 2: Curvas da Bomba

VELOCIDADE FIXA OU CONTROLO DA VELOCIDADE VARIÁVEL?

Uma vez que o controlo de velocidade eletrónico é visto como uma solução, a escolha seguinte deverá ser entre a utilização de um arrancador suave e um variador de velocidade. Ambos são capazes de controlar a aceleração e a desaceleração do motor / bomba e assim mitigar o golpe de ariete, então qual é a melhor escolha? Isso dependerá das características do sistema.

Os arrancadores suaves operam com o sistema a uma velocidade nominal (fixa) durante o funcionamento, controlando apenas a velocidade durante o arranque e paragem da bomba. Uma vez que o sistema atinge a velocidade máxima, o arrancador suave é colocado em bypass e opera a muito alta eficiência (perdas inferiores a 0,1%), reduzindo assim os custos de funcionamento. Arrancadores suaves também têm um custo menor do que os variadores de velocidade. Além disso, a geração de harmónicos na fonte elétrica não é um problema com arrancadores suaves, isto é, eles não exigem o uso de filtros dispendiosos.

Por outro lado, os variadores de velocidade controlam a velocidade da bomba durante o seu funcionamento, bem como durante o arranque e a paragem. Esta capacidade adicional de controlar a velocidade durante "tempo de operação" tem um custo. Os variadores de velocidade têm um custo consideravelmente mais elevado do que arrancadores suaves, muitas vezes necessitam de filtros harmónicos (dispositivos caros que impedem a distorção harmónica na fonte de alimentação elétrica), e normalmente produzem perdas de energia de 4-6%, aumentando o custo de vida útil do sistema. Dito isto, em alguns sistemas de bombagem a capacidade de controlar o fluxo durante a operação irá produzir outras eficiências do sistema que superam o investimento de capital e custos de funcionamento. A menos que tais eficiências do sistema sejam comprovadas, então os arrancadores suaves são o equipamento preferencial de controlo eletrónico de velocidade para a mitigação do golpe de ariete.

ARRANCADORES SUAVES: A IMPORTÂNCIA DO CONTROLO DA ACELERAÇÃO E DESACELERAÇÃO NO COMBATE AO GOLPE DE ARIETE

Com um entendimento da mecânica do golpe de ariete, a curva do sistema e a curva de desempenho da bomba, podemos explorar a aplicação correta da tecnologia de arranque suave para evitar o golpe de ariete.

Nem todos os arrancadores suaves são criados de igual forma. Nos últimos 40 anos, os modos de arranque e paragem oferecidos pelos arrancadores suaves evoluíram consideravelmente. Tensão, corrente e, mais recentemente, controlo de binário, são abordagens comuns para arranque e paragem. Cada um influencia a aceleração (e a desaceleração), mas nenhum fornece controlo direto.

O modo mais avançado de arranque suave (e paragem) é o controlo direto da aceleração (e desaceleração). Este modo é ideal para aplicações de bombagem e eliminação de golpes de ariete, pois permite a seleção entre uma variedade de perfis de arranque e paragem, dependendo das características exclusivas do sistema de bombagem (curvas de bomba e sistema).

Por exemplo, a tecnologia XLR-8 da AuCom fornece perfis de aceleração e desaceleração selecionáveis. Estes perfis são particularmente benéficos para aplicações de bombagem. Além disso, a capacidade de selecionar e ajustar uma variedade de estratégias de controlo torna simples a adaptação da operação para obter resultados ótimos, independentemente das características do sistema.

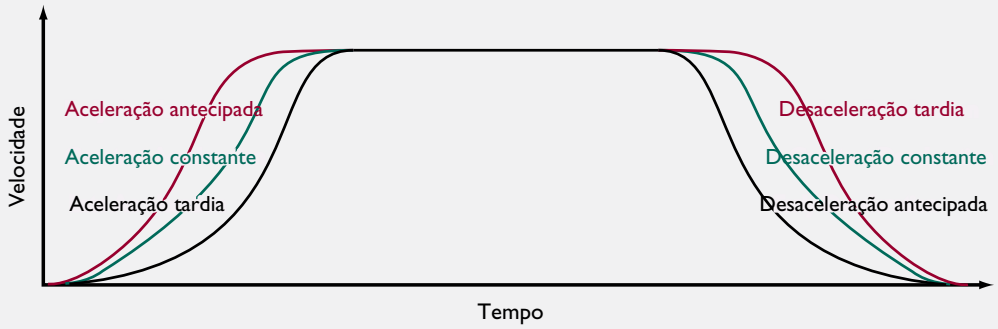

Figura 3: Controlo de aceleração e desaceleração

APLICAÇÃO DOS PERFIS DO XLR-8

Modo	Perfil	Aplicação
Arranque	Aceleração antecipada	Coloca rapidamente a bomba na velocidade de bombagem assegurando a lubrificação da bomba e reduzindo o desgaste do rolamento axial (se aplicável), depois realiza o controlo de caudal correto para o resto do arranque.
Paragem	Desaceleração antecipada	Ideal para sistemas abertos sem válvulas de não retorno. Por exemplo, bombas elevando água de um nível para outro. Reduz a velocidade da bomba imediatamente para que o fluxo pare ao mesmo tempo que mantém a rotação da bomba para a frente enquanto a água é drenada dos tubos. Isto proporciona um batente eficaz e impede qualquer rotação reversa da bomba.
	Desaceleração constante	Ideal para situações de alturas manométricas pequenas com altas taxas de caudal e tubos longos. Fornece uma redução longa e constante do fluxo assegurando que o momento do fluido é gradualmente dissipado evitando assim quaisquer surtos de pressão.
	Desaceleração tardia	Ideal para situações com sistema plano e / ou curvas de bomba. Fornece uma redução prolongada e gradual da velocidade através do ponto crítico de controlo, em seguida, termina a paragem rapidamente, quando o controlo de caudal for alcançado.

Resumo

Os golpes de ariete (picos de pressão) ocorrem a partir de mudanças rápidas no fluxo. Tipicamente, estas mudanças rápidas estão associadas com o arranque / paragem de bombas e a abertura e fecho de válvulas.

Sistemas de amortecimento podem atenuar os efeitos nocivos destes picos de pressão.

Mecanismos para prevenir os picos de pressão incluem em primeiro lugar:

- Controlar a abertura e fecho de válvulas para gradualmente alterar o caudal.
- Controlar a velocidade do motor/bomba durante o arranque e a paragem para alterar gradualmente o caudal.

A prevenção do golpe de ariete faz-se através do controlo da velocidade da bomba:

- É mais fácil com sistemas de curvas com grande declive
- É mais facilmente alcançado pela seleção de bombas com curvas com grande declive

Se o controlo de caudal pode auxiliar a eficiência geral, então a escolha deverá ser o variador de velocidade, em todos os outros casos a escolha deverá recair sobre os arrancadores suaves.

Certifique-se que o arrancador suave tem um controlo de aceleração / desaceleração e a capacidade de especificar diferentes perfis de aceleração e desaceleração.