



88 - AVALIAÇÃO DO RENDIMENTO DE CONJUNTO MOTOBOMBA POR MEIO DO MÉTODO TERMODINÂMICO

Cassio Augusto Maldonado dos Santos

Engenheiro Mecânico pela Faculdade de Engenharia Industrial (FEI). Engenheiro do Departamento de Gestão de Energia da SABESP. Especialista na avaliação do desempenho de equipamentos eletromecânicos aplicados em processos recalque de água e esgoto, tratamento de água e esgoto, captação superficial e subterrânea de água, geração de energia por aproveitamento de recursos oriundos dos processos aplicados no saneamento básico.

Endereço: Rua Costa Carvalho, 300 - Pinheiros – São Paulo - SP - CEP: 05429-900 - Brasil - Tel: +55 (11) 3388-8529
- e-mail: camsantos@sabesp.com.br

RESUMO

A medição do rendimento de conjuntos motobombas é um processo que, em geral, se mostra de difícil execução e em certos casos impraticável. Das grandezas necessárias para o cálculo do rendimento, a vazão é a mais difícil de ser obtida com precisão aceitável. Em um sistema hidráulico, o arranjo da tubulação deve ser favorável ao processo de medição, onde as regras de construção devem ser seguidas, mas na prática constata-se que numa grande parte das instalações esse arranjo é inadequado para o processo de medição de vazão com precisão.

O processo de medição do rendimento por meio do método termodinâmico, devido à sua característica principal, que é a medição da variação de temperatura entre a sucção e a descarga da bomba, não necessita da medição de vazão do conjunto e sim a obtém via cálculo com grande precisão.

Esta metodologia de medição foi aplicada para avaliar o rendimento dos conjuntos motobombas da elevatória das bombas “MB” da Estação de Tratamento de Água 3 – Cubatão, situada na baixada Santista.

Foram medidos dois conjuntos motobombas e os resultados dos rendimentos se mostraram bons, mas fica a ressalva que é possível aprimorar o levantamento do rendimento buscando além da medição pelo método termodinâmico, um método de medição de rendimento do motor elétrico em operação normal, sem a necessidade de retirá-lo do seu local de trabalho e levá-lo a uma bancada de testes, o que permitiria aumentar a precisão do método termodinâmico e fornecer um resultado do rendimento tanto para a bomba como para o seu motor.

PALAVRAS-CHAVE: Rendimento, Motobomba, Termodinâmico.

INTRODUÇÃO

A determinação do rendimento de conjuntos motobombas é um procedimento complexo que demanda, por vezes, alterações físicas no arranjo hidráulico em que se encontra instalado o conjunto motobomba, além de necessitar de múltiplas medições de grandezas distintas, tais como grandezas elétricas e hidráulicas.

Esta amostragem das grandezas é necessária para se efetuar o cálculo do rendimento do conjunto, que irá apresentar um nível de incerteza em virtude de cada tipo de medição ter as suas incertezas características e a composição destas determinará a incerteza no rendimento calculado.

As grandezas elétricas são, via de regra, as de maior facilidade de obtenção, podendo ser medidas diretamente no painel de comando do motor do conjunto motobomba, ou, em última instância, nos próprios bornes de ligação do motor.

Por sua vez, as grandezas hidráulicas são mais difíceis de se obter com uma precisão de medição adequada, notadamente a medição da vazão, cujos valores podem ser obtidos pelos métodos tradicionais (tubo de Pitot, Ultrassom, Turbinas, Pressão diferencial, Placa de orifício, etc.) que requerem um arranjo hidráulico com geometria favorável, com distâncias determinadas de trechos retos sem qualquer singularidade, antes e depois do ponto de medição. Estas condições, via de regra, são difíceis de serem encontradas nas instalações, pois na fase de projeto da instalação raramente é prevista a necessidade do dimensionamento de arranjo hidráulico visando uma futura instalação de um sistema de medição de vazão.

Devido ao exposto acima, em um grande número de instalações o levantamento do rendimento de um conjunto motobomba é impraticável com o uso dos métodos tradicionais de medição de vazão.

OBJETIVO

Este trabalho tem por finalidade apresentar e avaliar a metodologia aplicada para obtenção do rendimento dos conjuntos motobombas da elevatória das bombas “MB”, situada na Estação de Tratamento de água de Cubatão, ETA 3 – Cubatão.

Esta elevatória é composta por três conjuntos motobombas do tipo centrifuga radial, com corpo de voluta bipartida axialmente, com potência unitária 2.250 cv operando em 13.200 V, com ponto de trabalho de 5.400 m³/h a 87 mca.



Fotografias 1 e 2: Vista dos recalques e da sucção de uma bomba na elevatória das bombas MBs

Esta elevatória trabalha em conjunto com outra elevatória dentro da ETA 3 Cubatão, esta elevatória chamada de Elevatória das bombas “G”, que é composta por três grupos motobombas do tipo centrifuga radial, com corpo de voluta bipartida axialmente, com potência unitária 1.600 cv operando em 3.800 V, com ponto de trabalho de 3.600 m³/h a 90 mca, sendo que estes grupos são acionados por conversor de frequência.

Estas elevatórias recalcam a água tratada produzida na ETA para uma rede de distribuição. Em função da demanda de água, as bombas das duas elevatórias funcionam em diversas combinações, produzindo vazões distintas durante o ciclo diário de operação.

METODOLOGIA DE MEDIÇÃO

A medição do rendimento do conjunto motobomba pelo método termodinâmico dispensa a necessidade da medição da vazão, sendo esta obtida pelo próprio método e com grande precisão.

Justifica-se a adoção deste método analisando as fotografias 1 e 2.

Na fotografia 1 vemos as três bombas com seus motores e suas tubulações de descarga. Estas tubulações tem os seus acessórios instalados muito próximos aos bocais de descarga e temos em seguida na tubulação duas curvas de 90° encadeadas, tornando impossível a instalação de um medidor de vazão tradicional neste trecho.

Na fotografia 2 vemos a tubulação de sucção de um dos conjuntos motobombas, com arranjo idêntico aos demais conjuntos da elevatória. Aqui vemos uma válvula de bloqueio, uma junta e uma redução instaladas logo antes da sucção, também tornando este trecho da tubulação inadequado para a instalação de um medidor de vazão tradicional.

Nestas condições não haveria como levantar com precisão aceitável o rendimento de qualquer um dos grupos desta elevatória, tornando qualquer ação de alteração na regra operacional ou um retrofit nas bombas ou motores, uma ação somente baseada em cálculos teóricos, o que não permitiria explorar mais a fundo os potenciais de melhoria existentes nesta elevatória.

O método de medição termodinâmico, por suas características operacionais, mostrou-se o método ideal a ser aplicado nesta instalação, uma vez que o arranjo hidráulico não é um empecilho para a sua execução. Por não necessitar dos valores da vazão para calcular o rendimento do conjunto em medição e pela sua facilidade de instalação no arranjo hidráulico da bomba procedemos a medição utilizando este método.

Este método calcula o rendimento do conjunto motobomba com base nas medições das grandezas elétricas, medição da pressão na sucção e na descarga e a medição de diferença de temperatura entre o fluido que entra pela sucção e o fluido de sai pelo bocal de recalque da bomba.

A inovação deste método é considerar que a diferença de temperatura entre o fluido que passa pelo bocal de sucção e o que passa pelo bocal de recalque é proveniente da parcela de trabalho da bomba que não gera movimento da massa líquida, mas sim o seu aquecimento, além dos atritos dos componentes mecânicos da bomba.

Toda a teoria em que se baseia o método de medição termodinâmica pode ser facilmente encontrada na internet e não faz parte deste trabalho explicar detalhadamente o método em questão, mas sim a sua aplicação e as possibilidades que ele apresenta para os trabalhos de medição de campo em sistemas de bombeamento.

RESULTADOS DAS MEDIÇÕES

Dos três conjuntos motobombas da elevatória, somente foram medidos os conjuntos 1 e 2, tendo em vista que o conjunto 3 na época de realização das medições encontrava-se fora de operação em virtude de seu motor estar em manutenção.

As medições mostraram que os conjuntos MB1 e MB2 tem rendimentos considerados bons, tanto operando isoladamente como em associação, conforme mostra a figura 1.

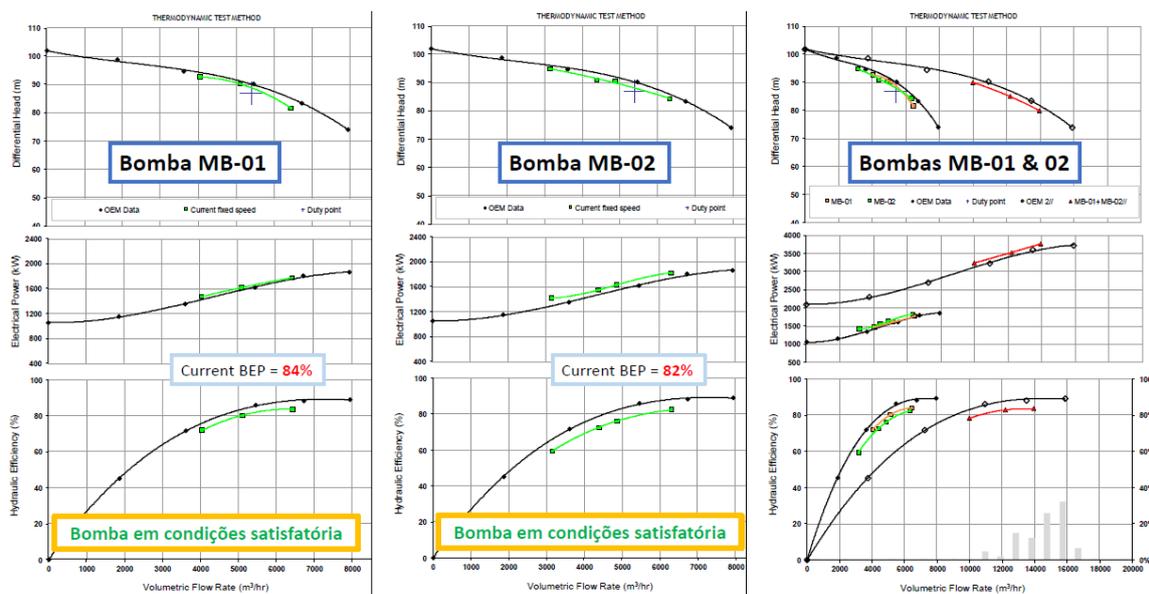


Figura 1: Montagem dos gráficos com resultados da medição nos grupos 1 e 2

O grupo 1 teve um rendimento medido de 84% e o grupo 2 um rendimento medido de 82%. Os grupos trabalhando em associação tiveram um rendimento medido em torno de 80%.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para bombas grandes, como estas instaladas nesta elevatória, as faixas de rendimento sempre são altas, situando-se acima dos 80%, os resultados obtidos nas medições mostram o grupo 1 com 84% e o grupo 2 com 82% de rendimento, o que mostra que ambos estão com rendimentos compatíveis com conjuntos do mesmo porte.

Estes valores indicam que o arranjo hidráulico em que estes conjuntos operam não estão impondo restrições severas ao seu funcionamento, o que mostra que estes grupos estão adequadamente dimensionados para operar nas condições exigidas para esta elevatória.



CONCLUSÕES

A determinação do rendimento de conjuntos motobombas pelo método termodinâmico é uma opção de medição que se mostra adequada para este tipo de avaliação, principalmente quando temos um arranjo hidráulico desfavorável que inviabilize a medição de vazão com erros aceitáveis.

Este método também é aplicável em instalações com um arranjo hidráulico adequado, mas neste caso temos dois pontos a considerar na hora de sua escolha:

- Custo da compra de serviços de medição pelo método termodinâmico;
- Custo da compra dos equipamentos para medição pelo método termodinâmico e treinamento de pessoal nesta técnica de medição.

Uma equipe de pitometria com seus instrumentos em bom estado de conservação/manutenção e calibrados, tem tudo o que é necessário para se obter as medições de vazão com alta precisão em arranjos hidráulicos favoráveis, não havendo então uma justificativa para o emprego do método termodinâmico.

O rendimento obtido pela medição termodinâmica engloba o conjunto “bomba + motor”, portanto pode-se decompor este rendimento em duas parcelas distintas conforme a equação 1:

$$\eta = \eta_{\text{bomba}} * \eta_{\text{motor}} \quad \text{equação(1)}$$

O resultado do rendimento na forma como se apresenta contém uma incerteza que é gerada pelas grandezas que são medidas nos componentes do conjunto motobomba:

- Na bomba medem-se a pressão e a temperatura da água tanto no bocal de sucção como no bocal de descarga;
- No motor medem-se a potência elétrica e fator de potência.

No processo de medição termodinâmico, o software do sistema de medição solicita que se especifique qual é o rendimento do motor que aciona a bomba, via de regra o valor que se aponta é o dado de placa do motor, mas este dado pode não ter a confiabilidade necessária para a obtenção do rendimento preciso da bomba.

Das grandezas elétricas medidas no motor não é possível se calcular o seu rendimento.

Genericamente o motor que aciona uma bomba, por uma série de motivos (idade, estado de manutenção, número de vezes que foi reformado, etc.) pode ter um rendimento real menor que o indicado na sua placa. Esta diferença de rendimento irá falsear o resultado do rendimento da bomba obtido pelo sistema de medição termodinâmico.

Se o rendimento do motor for igual ao da sua placa, o sistema de medição nos apresentará o valor real do rendimento da bomba, o que na prática significa que qualquer estudo que se faça a partir deste dado é preciso e o resultado previsto deste estudo é confiável.

Se o rendimento do motor for menor do que o da sua placa, o sistema de medição nos apresentará um valor de rendimento da bomba superior ao real, o que significa que qualquer estudo relativo a esta bomba irá apresentar resultados superestimados, o que levará a tomada de decisões em bases imprecisas e uma posterior frustração quanto aos resultados obtidos na implantação das ações oriundas deste estudo.

A medição de rendimento de um motor elétrico em campo, estando este motor acionando a sua carga, é um processo de medição ainda pouco usual no mercado, sendo em sua maioria sistemas aptos à medição de rendimento em motores de pequeno porte.

Como uma proposta de desenvolvimento, visando aumentar a precisão do método termodinâmico, pode-se aliar a este um sistema de medição capaz de obter o rendimento do motor que aciona a bomba, desta maneira o sistema que obtém o rendimento do motor pode alimentar o sistema de medição termodinâmica com este rendimento e possibilitar a obtenção do rendimento real da bomba.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. GOMES, H.P. Sistemas de Bombeamento – Eficiência Energética – 2ª Edição. Editora Universitária – UFPB, João Pessoa, 2012
2. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 9906: Rotodynamic pumps -- Hydraulic performance acceptance tests -- Grades 1, 2 and 3. Genebra. 2012.