

Nona aula de complemento de ME5330

28/04/2009

Correção da CCB – curva característica da bomba devido a variação da rotação.

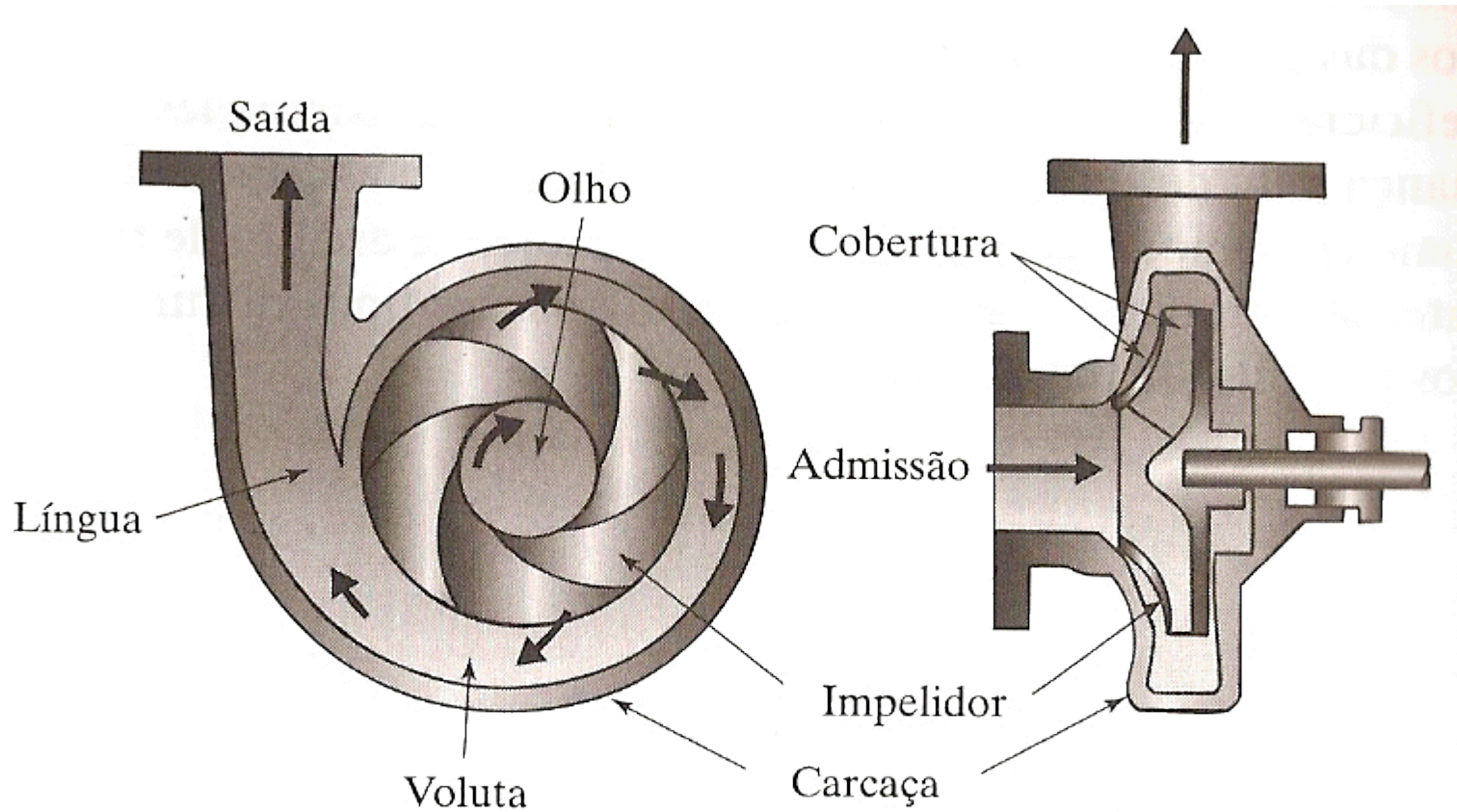


FIGURA 12.1 Bomba de sucção única.

Ao se projetar uma bomba hidráulica visa-se, especificamente, o recalque de determinada vazão em certa altura manométrica (H_B) de modo a se obter o máximo rendimento (ponto de projeto do fabricante). Entretanto, esta bomba poderá ser posta a recalcar vazões (Q) maiores ou menores que aquela para a qual foi projetada mudando, com a variação de Q , a altura manométrica (H_B), a potência necessária ao acionamento (N_B) e o rendimento (η_B) (Carvalho, D. F. Instalações elevatórias: bombas. Belo Horizonte:IPUC, 1977, 355p)

Pelo exposto anteriormente,
estuda-se o ponto de
trabalho de uma bomba.

O ponto de trabalho de uma bomba hidráulica é obtido pelo cruzamento da curva característica da instalação [CCI] com a curva característica da bomba [CCB], isto porque neste ponto a bomba é capaz de fornecer ao fluido a carga manométrica (H_B) precisamente igual a que o fluido necessita para percorrer a instalação hidráulica com uma vazão Q em regime de escoamento permanente.

Portanto para um projeto eficiente é fundamental que se obtenha o ponto de trabalho o mais próximo possível do ponto de trabalho real e para se obter esta situação deve-se, por exemplo, refletir sobre o que pode causar variações na CCB?

Geralmente a CCB pode ser alterada:

1. mudando-se o diâmetro do rotor;
2. mudando-se a rotação da bomba;
3. bombeando fluidos viscosos;
4. com o envelhecimento da tubulação e (ou) bomba.

Nesta experiência o objetivo é constatar a variação da CCB com a rotação.

Na verdade todas as curvas fornecidas pelos fabricantes são nominais, isto porque foram fornecidas para uma rotação nominal, portanto devem ser corrigidas em função da rotação real, que deve ser obtida com o auxílio de um tacômetro.

Exemplo de tacômetro:



Outro exemplo de tacômetro



A experiência é análoga a realizada no curso básico de mecânica dos fluidos, com exceção da leitura da rotação pelo tacômetro para cada posição da válvula controladora de vazão.

A determinação da rotação de uma bomba pode ser feita pela expressão:

$$n = \frac{120 \times f}{p}$$

$f \rightarrow$ frequência que no Brasil é 60 Hz

$p \rightarrow$ número de polos

Se o número de pólos do motor elétrico for 2, temos a rotação $n = 3600$ rpm e se o número de pólos do motor elétrico for 4, temos a rotação $n = 1800$ rpm. Devido ao escorregamento, a rotação cai na faixa de 3500 rpm para bombas com motores elétricos de 2 pólos, e na faixa de 1750 rpm para bombas com motores elétricos de 4 pólos, ambas consideradas rotações nominais. Os fabricantes de bombas geralmente adotam uma rotação de $n = 3500$ rpm para bombas com motores elétricos com 2 pólos e $n = 1750$ rpm para bombas com motores elétricos com 4.

No nosso laboratório, no Centro Universitário da FEI, sala IS01, o motor da bomba é de 2 pólos o que equivale a dizer que a bomba ensaiada tem a rotação nominal de $n = 3500$ rpm.

Na experiência aplicaremos a equação da energia entre a entrada e a saída da bomba, onde já consideramos o coeficiente de energia cinética (α) igual a aproximadamente 1,0, isto pelo fato do escoamento ser turbulento.

Exemplo:



Equacionamento

$$H_B = (z_{s_s} - z_{s_e}) + \frac{(p_{s_s} - p_{s_e})}{\gamma} + \frac{(v_{s_s}^2 - v_{s_e}^2)}{2g}$$

$v = \frac{Q}{A} \rightarrow Q$ pode ser determinada de forma direta ou indireta

Observe que, quando a válvula estiver totalmente aberta, tem-se máxima vazão (Q) e mínima pressão na seção de saída, quando a válvula estiver totalmente fechada, tem-se máxima pressão na seção de saída e nenhuma vazão (ponto de shutoff), portanto já existem dois (2) pontos, o de máxima pressão na seção de saída ($Q = 0$) e o de mínima pressão na seção de saída ($Q = Q_{\text{máx}}$).

Entre estes 2 pontos acrescenta-se mais 6 pontos para a realização da experiência. A cada leitura de pressão, vazão, deve-se ler a rotação do conjunto motobomba com o auxílio do tacômetro.



A bancada de laboratório representa uma instalação de recalque.

válvula controladora de vazão



pressão de entrada

A rotação será diferente em cada leitura e diferente de 3500 rpm, que foi a rotação especificada pelo fabricante.

Correção da Curva da Bomba

Condição de semelhança completa :

$$\phi_1 = \phi_2 \longrightarrow \phi = \frac{Q}{n \times D_R^3}$$

Coeficiente de Vazão

$$\psi_1 = \psi_2 \longrightarrow \psi = \frac{g \times H_B}{n^2 \times D_R^2}$$

Coeficiente Manométrico

Correção da Curva

Resulta em :

$$H_{B\text{corr}} = H_{B\text{calc}} \times \left(\frac{n_{\text{fabricante}}}{n_{\text{lida}}} \right)^2$$

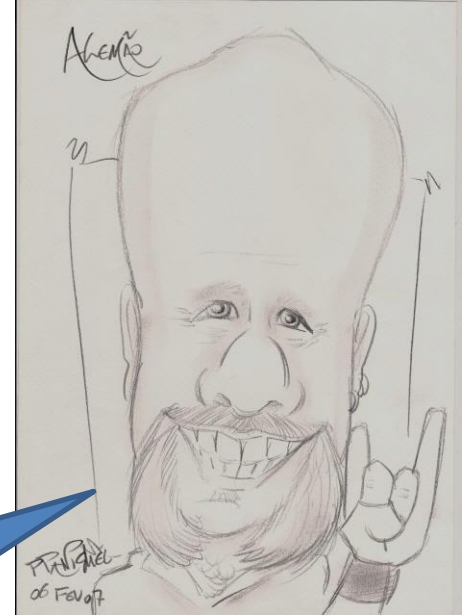
$$Q_{\text{corr}} = Q_{\text{calc}} \times \left(\frac{n_{\text{fabricante}}}{n_{\text{lida}}} \right)$$

Tabela de dados

| Ensaio | Vazão | P_{m1} | P_{m2} | Rotação(n) |
|----------|-------|----------|----------|------------|
| Unidades | | | | |
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |
| 6 | | | | |
| 7 | | | | |
| 8 | | | | |

Através desta experiência
deseja-se obter a curva
característica $H_B = f(Q)$
comparando-a com a curva
fornecida pelo fabricante da
bomba hidráulica em questão.

Importante: o relatório deve ser um relatório técnico, para a sua elaboração consulte a norma que está disponível na página da biblioteca do Centro Universitário da FEI



Anexo ao relatório técnico anterior, deve-se entregar a obtenção da CCI prática através do inversor de frequência e uma breve análise da economia propiciada com a utilização do mesmo.

Para obtenção da CCI prática, basta calcular a carga manométrica da bomba, mantendo a válvula controladora de vazão totalmente aberta para as frequências de 60, 55, 45, 40, 35, 30, 25 e 20 Hz e lembrar que os pontos (Q, HB) fazem parte da CCI, para completá-la basta determinar a carga estática.

Importante: para facilitar a compreensão da obtenção da CCI prática através do inversor de frequência, sugiro a leitura das páginas 160 a 167 da bibliografia básica, bem como uma busca interna a escoladavida.eng.br

