

CONIC-SEMESP 13º Congresso Nacional de Iniciação Científica

Anais do Conic-Semesp. Volume 1, 2013 - Faculdade Anhanguera de Campinas - Unidade 3. ISSN 2357-8904

TÍTULO: CURVA DA BOMBA E DO SISTEMA PARA O TRANSPORTE DE FLUIDO VISCOZO

CATEGORIA: CONCLUÍDO

ÁREA: ENGENHARIAS E TECNOLOGIAS

SUBÁREA: ENGENHARIAS

INSTITUIÇÃO: UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA

AUTOR(ES): GABRIEL PERI ROCHA DOS SANTOS, ERICK DE AQUINO GIL RIBEIRO, MARCEL HARDING LOVARINHAS

ORIENTADOR(ES): IRENE SILVA FARIAS

COLABORADOR(ES): RODRIGO MARTINEZ MACHADO

Realização:



Apoio:



Curva da bomba e do sistema para transporte de fluido viscoso

Resumo

O trabalho teve como objetivo principal, estudar a curva do sistema e da bomba de um óleo com viscosidade elevada e fluido não-newtoniano. Empregou-se nos ensaios um equipamento de escala piloto, composto por um motor WEG PLUS de 2hp, uma bomba principal do tipo regenerativa marca Ferreri modelo BI-10, um tanque de acrílico, um manômetro digital Agatec, válvulas de gaveta, e aparelhos de medição de força (Dinamômetro) e de rotação (Tacômetro).

A curva da bomba de óleo foi obtida experimentalmente através das leituras de rotação, pressão e vazão pelo método de massa por unidade de tempo, sendo a curva do sistema calculada por dados da perda de carga de acessórios fornecidos pela literatura. Obteve-se como resultado a coerência dos pontos de operação dos valores experimentais com os calculados.

Introdução

O óleo é um produto utilizado em um vasto campo de atuação, como combustíveis, lubrificantes, anti-ferruginosos e culinária.

O fluxo do óleo de alta viscosidade flui com maior dificuldade que o de baixa, em um sistema de transporte ou através dos componentes do motor. Para o transporte de fluidos as bombas se caracterizam por seus parâmetros de desempenho, cuja finalidade é deslocar líquidos por escoamento, resultando em um gráfico denominado curva da bomba.

Objetivo

Este trabalho teve como finalidade construir a curva de uma bomba regenerativa em operação com óleo de viscosidade 673 cSt a uma temperatura de 40°C. Obter o cálculo das potências e construir a curva do sistema e obter o ponto de operação.

METODOLOGIA

O tanque (3 da Figura 1) conectado a bomba principal (1 – Figura 1) foi preenchido com um volume de 50,20 litros de óleo Lubrax Gear ISO 680, de densidade 917 Kg/m³ e viscosidade de 673 cSt para uma temperatura de 40°C. Estas condições de estudo foram corrigidas pelo gráfico disponibilizado pelo fornecedor (MANSERV), em uma viscosidade de 2800 cSt para uma temperatura medida de 22,5° C.

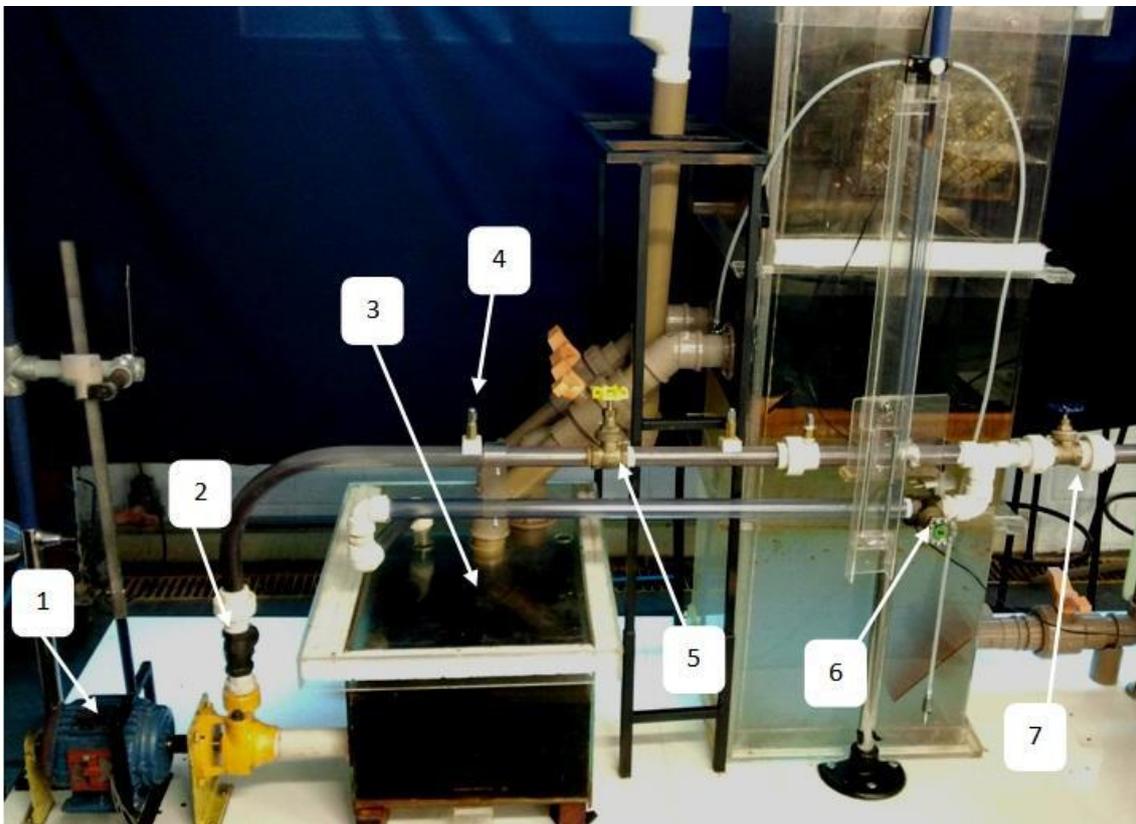


Figura 1 – Medição de vazão e pressão do tanque de óleo.

Legenda: **1** – Motor WEG PLUS de 2HP, **2** – Bomba Principal do tipo Regenerativa marca FERRARI modelo BI-10, **3** – Tanque, **4** – Posição do manômetro, **5** – Válvula de gaveta, **6** – Válvula de gaveta de reciclo, **7** – Válvula de gaveta para fechamento do sistema

Nestas condições, a primeira válvula de gaveta foi posicionada em 6 arranjos diferentes, a partir do “shut off” (fechada) para as frequências de 30, 40 e 50 Hz do inversor de frequência CFW 08. As medições de pressão foram adquiridas no primeiro ponto (4 – Figura 1) antes da válvula de gaveta, item (5) da Figura 1, pela leitura do manômetro digital Agatec. A vazão foi feita pelo método direto, massa por unidade de tempo.

Desta forma, determinou-se o valor de vazão máxima de 0,78 m³/h para a frequência de 50 Hz, valor de Reynolds de aproximadamente de 4.9, sugerindo este um regime laminar e altura manométrica máxima de 16,9 m.c.o.

A perda da sucção para esta vazão de 0,78 m³/h foi calculada pela Equação 1 e a perda do recalque pela equação 2 (método K);

DESENVOLVIMENTO

ALTURA MANOMÉTRICA

A altura manométrica é definida como a energia fornecida ao líquido em um sistema, para que este vença o atrito das tubulações, acessórios, válvulas, etc. Pode ser representada pelo teorema de Bernoulli modificado, ou balanço de energia mecânica, Equação 1.

$$H = \frac{\Delta P}{\gamma} + \frac{\Delta v^2}{2g} + \Delta Z + \ell_w \quad (1)$$

PERDA DE CARGA

A perda de carga é energia dissipada na forma de calor, em função da mudança de velocidade do fluido, ao longo de uma rede de tubulações e acessórios. Foi utilizado o método do K para calcular a perda de carga.

O método do K tem como princípio adicionar um fator, que representa a quantidade de energia cinética perdida em acessórios, ao comprimento total do sistema, ou seja, comprimento do trecho reto da rede de tubulação. O método do fator K é expresso pela equação 2.

$$\ell_{w,tu} = \left(f \frac{L}{D} + K \right) \frac{v^2}{2g} \quad (2)$$

BOMBAS

As bombas regenerativas (bomba turbina ou também bomba periférica) são dispositivos em que a energia de pressão é dada pela recirculação do líquido, gerada por um rotor através do auxílio de pás giratórias.

O rotor (Figura 2) é constituído por um disco com várias palhetas em posição radial, dispostas dos dois lados desse disco.

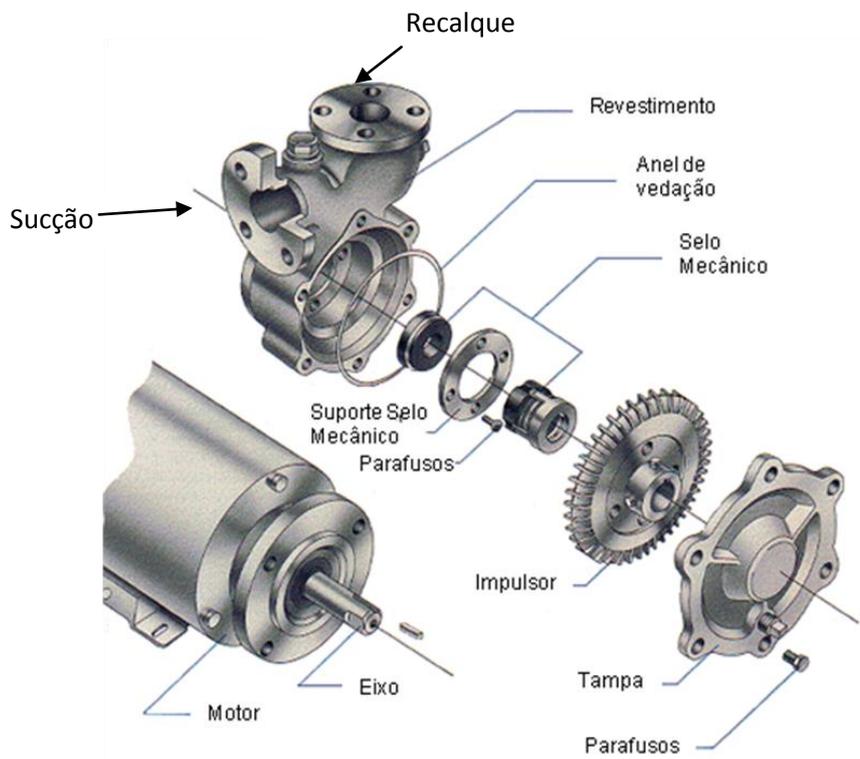


Figura 2: Bomba regenerativa.

O líquido entra pela câmara de aspiração, preenche-a totalmente e circula com auxílio das palhetas giratórias que estão acopladas ao eixo do motor. Dentro da câmara existe uma parede posicionada de maneira adjacente às palhetas que quebra a circulação do líquido redirecionando-o ao recalque do rotor.

Todas essas partes são desenhadas de forma a deixar o mínimo de espaço possível, para assim o líquido obter pressão com uma trajetória única dentro da câmara.

Macintyre (1997) descreve que no percurso da entrada até a saída da bomba, o líquido recircula várias vezes, adquirindo energia considerável, e que o número de vezes que isso ocorre depende da pressão contra a qual a bomba opera. A potência do motor é máxima quando a saída do rotor estiver fechada.

Macintyre (1997) também ressalva que tais tipos de bombas são usadas para descargas pequenas (6 a 7 l/s), alturas de elevações consideráveis (300 metros) e líquidos com viscosidade máxima de aproximadamente 50 cP. Alguns empregos para este tipo de bomba são em água potável, lavagem de carros, processos químicos, refinarias, fabricação de cerveja, etc. e algumas limitações são que não podem bombear sólidos ou líquidos abrasivos. Além disso, produzem também ruído maior do que as bombas centrífugas e rotativas.

Macintyre (1997) explica que, no ponto em que as curvas características da bomba e do sistema se encontram, ocorre o chamado “Ponto Ótimo” ou “Ponto de Trabalho” de operação, que reúne as informações das características necessárias para que a bomba apresente seu melhor rendimento, sendo que, sempre que algum valor for modificado, o rendimento cairá.

PONTO DE OPERAÇÃO

Em regime permanente, a curva característica da bomba indica a energia fornecida por esta ao fluido para cada vazão de operação, e a curva do sistema indica a energia que deve ser fornecida ao fluido para que, em cada vazão de operação, o mesmo percorra toda a tubulação. O cruzamento dessas duas curvas mostra o ponto de trabalho (PT), ou seja, o ponto ideal, com o melhor rendimento. (BATISTA e LARA, 2002). Isso pode ser observado na Figura 3.



Figura 3: Curva da bomba e do sistema.

POTÊNCIA

A potência de um motor em balanço pode ser determinada tendo-se distância entre o centro do eixo do motor e o ponto a 90° onde é posicionado o dinamômetro, força e o número de rotações do motor, conforme Equação 3. (Moraes; Moraes, 2011).

$$P = 2 \cdot \pi \cdot n \cdot F \cdot d \quad (3)$$

A energia recebida pelo fluido, denominada de potência hidráulica é dada pela Equação 4.

$$P = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{\eta} \quad (4)$$

RESULTADOS

De acordo com o experimento, obteve-se o gráfico (figura 4), da curva da bomba para as rotações de 1750, 2330 e 2932 rpm, que foi adquirida experimentalmente, conforme supracitado. A curva do sistema foi obtida com dados da perda de carga dos acessórios disponíveis na literatura e foi associado à curva da bomba para obtenção do ponto de operação.

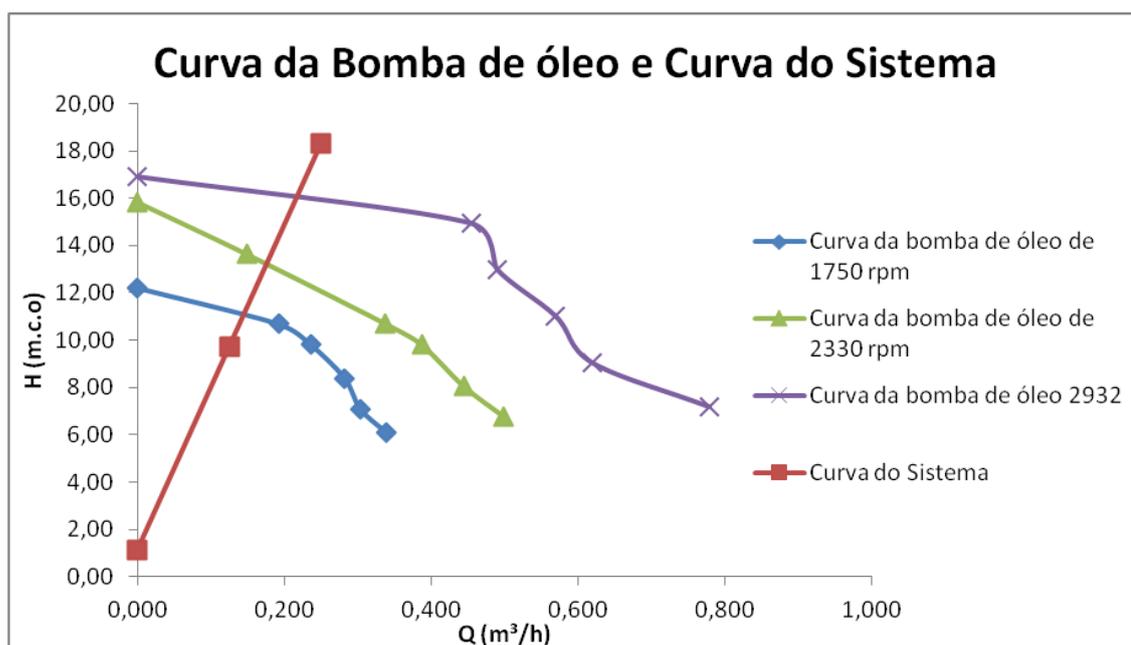


Figura 1.4 – Gráfico da curva da bomba e do sistema.

Os pontos de operação das curvas foram determinados através do MatLab sendo: (0,145 m³/h; 11,05 mco) para rotação de 1750 rpm, (0,176 m³/h; 13,2 mco) para 2330 rpm e (0,216 m³/h; 16 mco) em 2932 rpm.

A potência obtida experimentalmente, para os pontos de máximo e mínimo (Shut-off e válvula de gaveta toda aberta) foram de, respectivamente, 119W e 142W para rotação de 1750 rpm, 133W e 153W em 2330 rpm e 189W e 233W para 2932 rpm.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho permitiu concluir que:

- a) O método do K foi validado, apesar dos erros inerentes a fundição de cada peça.
- b) A curva do sistema é uma reta, uma vez que o regime é laminar. O gráfico obtido do sistema, para o escoamento de óleo, foi uma reta até a vazão de 50m³/h. O regime torna-se turbulento na vazão de 450 m³/h.
- c) Os valores experimentais da Potência foram coerentes com os dados da literatura. Quanto maior a vazão, maior a potência.
- d) Os dados da vazão e da pressão manométrica, foram coletados da maior pressão (shut-off), para a menor pressão (válvula de gaveta toda aberta), uma vez que o fluido é não-newtoniano e sofre alterações das suas propriedades físicas ao longo do tempo.

FONTES CONSULTADAS

MORAES, Jr. D.; SILVA, E. L.; MORAES, M. S.. Aplicações de Estática e Dinâmica dos Fluidos, Santos, UNISANTA, 2011.

MACINTYRE, A.. Bombas e instalações de bombeamento. 2ª.Ed. Rio de Janeiro, LTC, 1997.

MORAES JR., D., MORAES, M.S., **Laboratório de Operações Unitárias I** - Santos, Ed. Autores, 2011.

PERRY R. H., GREEN D. W., MALONEY J. O.; Perry's **Chemical Engineers' Handbook**. 7 ed., New York, McGraw-Hill. 1997, p. 21-22.