

3º Lista de Exercícios – TA 631 (1º sem/2011)

Exercício 1. (Bomba - Pressurização).

INTRODUÇÃO - Para obter-se café do tipo instantâneo, segue-se o seguinte roteiro: (i) torrefação do café; (ii) moagem; (iii) extração de partículas de café com água quente, obtendo-se um líquido de 20° Brix; (iv) evaporação da mistura até obter-se uma concentração de 40° Brix até 60° Brix; (v) secagem por atomização, obtendo-se café em pó; (vi) agregação, onde o café em pó é umidificado parcialmente e misturado para obter-se partículas de fácil solubilização.

PROBLEMA –Deseja-se transportar uma solução concentrada de café de 60°Brix e a 80°C ($\rho=1250 \text{ kg/m}^3$, $\mu=40\text{cP}$ e $P_{\text{vapor}}=47342\text{Pa}$) até um conjunto de bicos de pressão para nebulização de líquido de um “spray-dryer” (secador por atomização), com o objetivo de obter-se café em pó. O líquido deve chegar ao bico com uma pressão de $15 \text{ kg}_f/\text{cm}^2$. A função da bomba neste problema, não é tanto vencer a resistência à fricção, mas fornecer fluido a pressão elevada no ponto de saída do sistema. Considerando as informações fornecidas e o sistema mostrado na Fig.1, selecione uma bomba capaz de realizar o trabalho. Desconsidere as perdas friccionais na saída do reservatório.

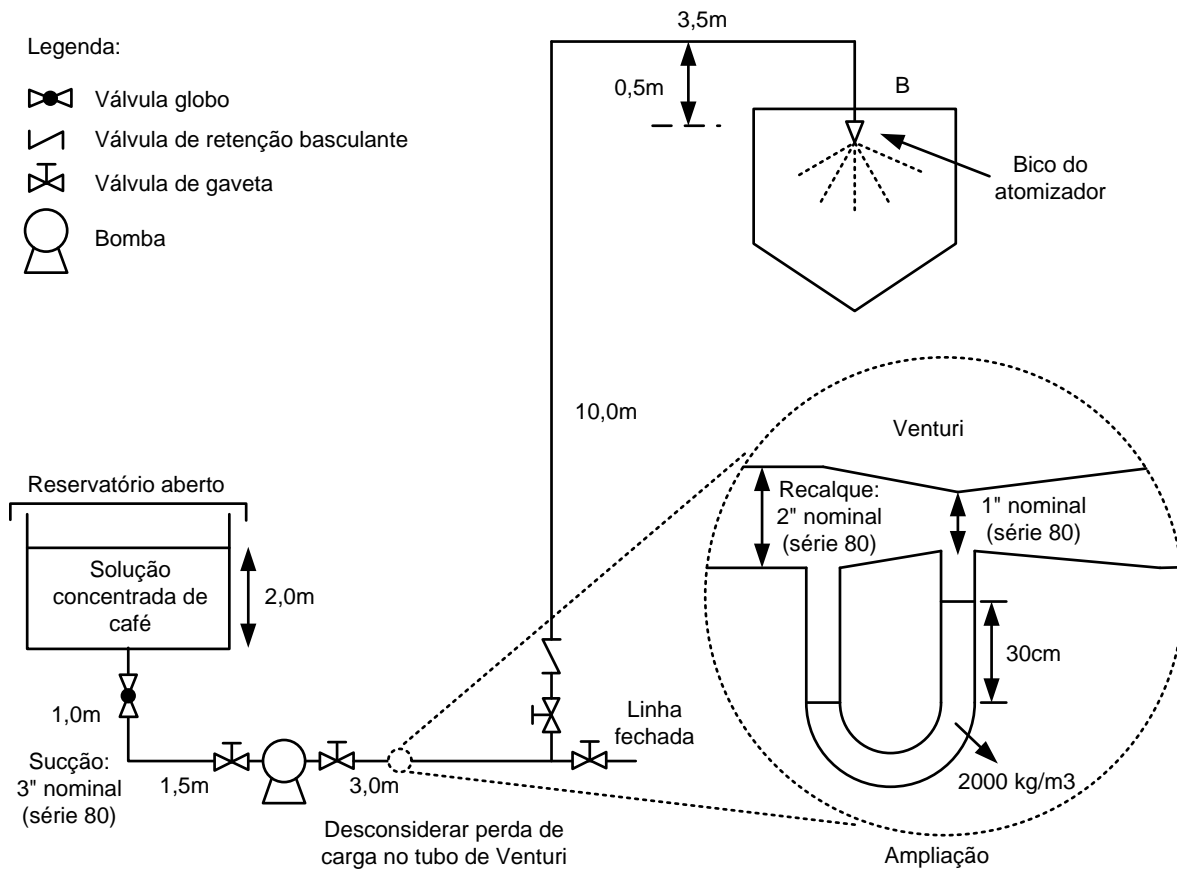


Fig.1

Respostas: $v_{\text{sucção}}=0,21\text{m/s}$; $v_{\text{recalque}}=0,47\text{m/s}$; $\dot{Q}_{\text{proj.}}=3,21\text{m}^3/\text{h}$; $H_{\text{proj.}}=119\text{m}$; $\hat{E}_{f\text{-total}}=6,60 \text{ J/kg}$; $NPSH_{\text{sistema}}=7,28\text{m}$.

Exercício 2. (Consumo de potência em um agitador). Uma turbina de disco de seis lâminas retas é instalada em um tanque similar à Fig.2. O diâmetro do tanque é 1,83m, o diâmetro da turbina é 0,61m, $D_t=H$, e a largura da turbina é de 0,122m. O tanque contém quatro defletores de 0,15m de largura cada um. A turbina é operada a 90rpm e o líquido no tanque possui uma viscosidade de 10cP e uma densidade de 929kg/m³.

(a) Calcule o kW requerido pelo sistema de agitação. Use as curvas do Anexo 1.

(b) Para as mesmas condições, calcule o kW requerido pelo sistema de agitação se o líquido possuir uma viscosidade de 100000cP. **Respostas:** (a) 1,33 kW; (b) 3,71 kW.

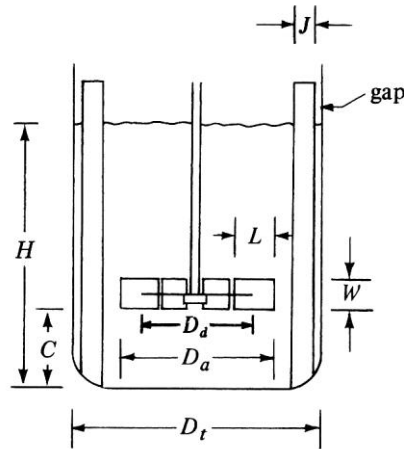


Fig.2

Exercício 3. (Consumo de potência em um agitador e mudança de escala). Uma turbina de disco de seis lâminas retas tem um diâmetro de 0,203m e é utilizada em um tanque com diâmetro de 0,61m altura de 0,61m. A largura da turbina é de 0,0405m. Quatro defletores são utilizados, todos possuindo uma largura de 0,051m. A turbina opera a 275rpm com um líquido que possui densidade de 909 kg/m³ e viscosidade de 0,020Pa.s.

(a) Calcule o kW requerido pelo sistema de agitação e identifique a intensidade de agitação.

(b) Aumente a escala desse sistema de agitação para um volume de 100 vezes superior ao original. Considere potência por volume como fator para mudança de escala, além das seguintes relações geométricas: $D_t/H=1$; $D_a/D_t=1/3$; $C/D_a=1$. Calcule as dimensões e a potência para esse novo sistema de agitação.

(c) Considerando uma eficiência mecânica de 60%, qual a potência do motor comercial que você escolheria? **Respostas:**

(a) 0,15 kW e 0,845 kW/m³ (agitação intensa); (b) 99rpm; 15kW; (c) 40HP.

Exercício 4. (Dimensionamento de um sistema de agitação). Um sistema de agitação precisa ser dimensionado para misturar um fluido com uma densidade de 950kg/m³ e viscosidade de 0,005Pa.s. O volume do fluido é de 1,50m³ e uma turbina aberta de seis lâminas inclinadas a 45 graus (Anexo 1) deve ser utilizada com $D_a/W=8$, $D_a/D_t=0,35$ e $C/D_a=1$ (usar nomenclatura da Fig.2). Um nível de agitação forte deve ser considerado, além das seguintes relações geométricas: $D_t/J=12$ e $D_t/H=1$. Calcule as dimensões do sistema de agitação, rpm e kW de potência requerida. **Respostas:** 95rpm; \cong 907W.

Exercício 5. (Agitação de um fluido não-newtoniano). Um fluido pseudoplástico tendo as seguintes propriedades reológicas, $n=0,53$, $k=26,49N.s^n/m^2$, e densidade de 975kg/m³ está sendo agitado em um sistema com impulsor de âncora ("flat paddle") e quatro defletores, onde $D_t=0,304m$, $D_a=0,151m$ e com velocidade angular de 5rps. Calcule a viscosidade aparente, Reynolds e a potência em kW requerida pelo sistema. Descreva como você faria para calcular a potência do agitador se não houvesse defletores. **Respostas:** $\mu_{ap}=2,40Pa.s$; $Rey=46,3$; $\dot{W}u=17,22W$.

Anexo 1

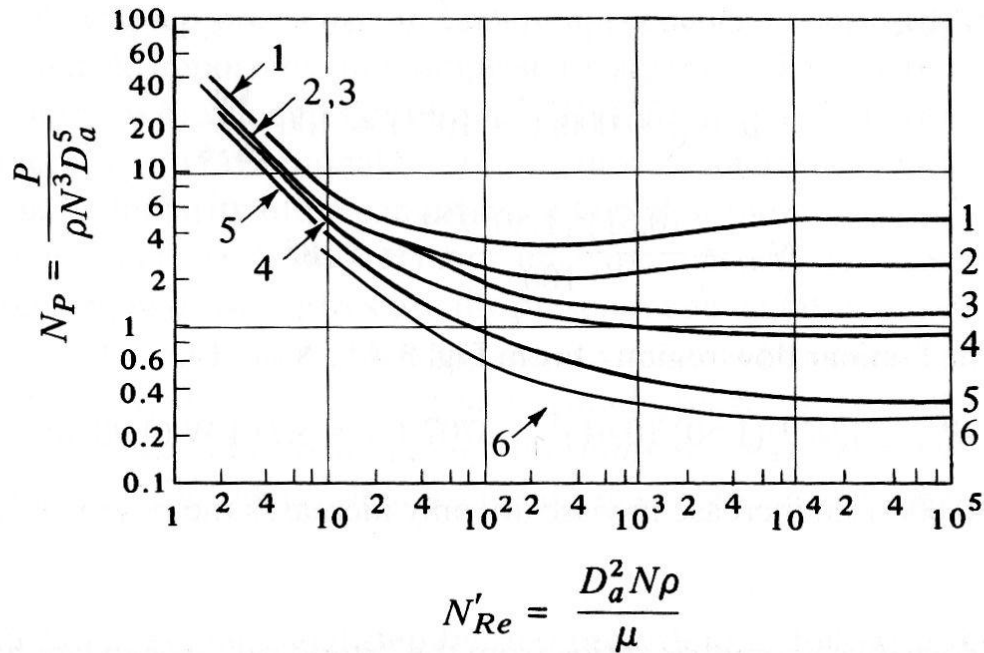


FIGURE 3.4-5. Power correlations for various impellers and baffles (see Fig. 3.4-3c for dimension D_a , D_t , J , and W).

Curve 1. Flat six-blade turbine with disk (like Fig. 3.4-3 but six blades); $D_a/W = 5$; four baffles each $D_t/J = 12$.

Curve 2. Flat six-blade open turbine (like Fig. 3.4-2c); $D_a/W = 8$; four baffles each $D_t/J = 12$.

Curve 3. Six-blade open turbine (pitched-blade) but blades at 45° (like Fig. 3.4-2d); $D_a/W = 8$; four baffles each $D_t/J = 12$.

Curve 4. Propeller (like Fig. 3.4-1); pitch = $2D_a$; four baffles each $D_t/J = 10$; also holds for same propeller in angular off-center position with no baffles.

Curve 5. Propeller; pitch = D_a ; four baffles each $D_t/J = 10$; also holds for same propeller in angular off-center position with no baffles.

Curve 6. High-efficiency impeller (like Fig. 3.4-4a); four baffles each $D_t/J = 12$.

[Curves 1, 2, and 3 reprinted with permission from R. L. Bates, P. L. Fondy, and R. R. Corpstein, *Ind. Eng. Chem. Proc. Des. Dev.*, **2**, 310 (1963). Copyright by the American Chemical Society. Curves 4 and 5 from J. H. Rushton, E. W. Costich, and H. J. Everett, *Chem. Eng. Progr.*, **46**, 395, 467 (1950). With permission.]