Reservatorios Bomba

3ª Questão: (3,5 ptos)

A instalação hidráulica da figura representa dois reservatórios (1) e (2) de grandes dimensões, cujos níveis das superfícies livres da água são respectivamente: NA_1=30 m e NA_2 = 42 m. Estes reservatórios são interligados por uma tubulação de diâmetro constante D, comprimento total é de L= 900 m e rugosidade equivalente k= 0,0005 m.

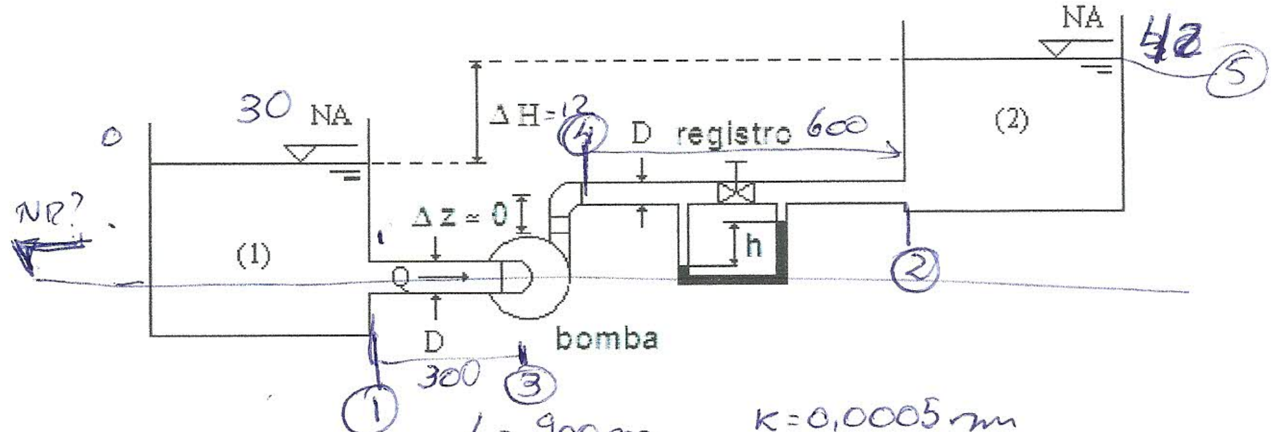
Quando a bomba ainda não está instalada no sistema a vazão de água estabelecida do reservatório (2) para (1) é de 0,13 m^3/s.

Quando se insere uma bomba no sistema à distância de L_{13}= 300 m do reservatório (1) e L_{42}= 600 m do reservatório (2), a vazão estabelecida do reservatório (1) para (2) é de 0,17 m^3/s.

Admitindo-se que as perdas de carga singulares são desprezíveis, pede-se para determinar:

a) O diâmetro da tubulação (calcular quando não há bomba instalada no sistema);
b) A potência disponível no eixo do motor de acionamento da bomba, que tem rendimento de 80%;
c) A pressão relativa na entrada da bomba. Há possibilidade de ocorrência de cavitação na bomba?

Dados:
- o rendimento total da bomba é de 80%;
- o fluido em escoamento é água (γ= 10^4 N/m^3 e ν=10^{-6} m^2/s);
- a pressão de vapor da água a 20 C é de 2,34 kPa;
- g = 9,8 m/s^2.



L = 900 m   K = 0,0005 m

s/ Bomba => 0,13 m^3/s

c/ Bomba = 0,17 m^3/s

$\Delta h_s \approx 0$

Solução da 3ª Questão

a) Diametro da tubulação?

Sentido do escoamento de (2) para (1). Seja (0) a indica-
-ção do nivel d'água ~~em~~ tq(1) e (5) no tq(2).

Aplicando-se a equação da energia entre (5) e (0), resulta:

$$H_5 - H_0 = \frac{W_a}{\gamma Q} - \frac{W_m}{\gamma Q} \qquad \text{I}$$

onde $H_5 = 42m$

$H_0 = 30m$

$\frac{W_m}{\gamma Q} = 0$ e, desprezando-se as perdas singulares:

$$\frac{W_a}{\gamma Q} = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} . \qquad \text{II}$$

Sabe-se que $Q = VS = V \frac{\pi D^2}{4}$, que, subtituída em II:

$$\frac{W_a}{\gamma Q} = \frac{f L \, 16 Q^2}{2 g \pi^2 D_0^5} \xrightarrow{\text{em I}} \qquad 12 = \frac{f L \, 16 Q^2}{2 g \pi^2 D^5} \quad \text{III}$$

$Q = 0{,}13 \, m^3/s$ $\quad L = 900 m$ e adota-se $f = 0{,}02$, o que

resulta: $\boxed{D_0 = 0{,}29 \, m}$

1ª iteração

$$Re = \frac{V \cdot D_0}{\nu} = \frac{4 Q \cancel{D}}{\pi D^{\cancel{2}} \nu} = 5{,}711 \times 10^5$$

$$\frac{\varepsilon}{D_0} = \frac{0{,}0005}{0{,}29} = 0{,}001724$$

$\Big\} \; f = 0{,}0225$

e voltando à eq. II, resulta:

$D_1 = 0{,}297 m$

2ª iteração

$$Re = \frac{4Q}{\pi \frac{D}{2} \nu} = 5{,}576 \times 10^5$$

$$\frac{\varepsilon}{D_2} = \frac{0{,}0005}{0{,}297} = 0{,}001683$$

$f = 0{,}022$

$\therefore D_2 = 0{,}296 \Rightarrow \boxed{D = 0{,}30m}$

② Potência no eixo do motor c/ $\eta = 0{,}80$ sentido do tq① p/ tq②.

$$H_0 - H_5 = \frac{W_a}{\gamma Q} - \frac{W_m}{\gamma Q}$$. e, como $D = 0{,}3$ e $Q = 0{,}17 m^3/s$

$$\rightarrow V = \frac{4Q}{\pi D^2} = 2{,}41 m/s$$

$$-12 = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} - \frac{W_m}{\gamma Q} \quad \text{III}$$

p/ determinar o f:

$$Re = \frac{VD}{\nu} = \frac{2{,}41 \times 0{,}3}{10^{-6}} = 7{,}23 \times 10^5$$

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0{,}0005}{0{,}3} = 1{,}666 \times 10^{-3}$$

$\boxed{f = 0{,}0222}$

em III, resulta

$$W_m = 53280 W$$

e potência no eixo $\Rightarrow \frac{W_m}{0{,}8} = \boxed{66600 W}$

c) Pressão efetiva na entrada da bomba:

$$H_0 - H_3 = \frac{W_a}{\gamma Q}$$

$$30 - \left(\frac{V^2}{2g} + \frac{P_3}{\gamma} + z\right) = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} = 0{,}0222 \cdot \frac{300}{0{,}3} \times \frac{2{,}41^2}{20} = 6{,}45$$

$$\therefore \frac{P_3}{\gamma} = 23{,}28 m \Rightarrow P_3 = 233 kPa.$$

<u>não há cavitação</u>