

Máquinas Para Fluidos I

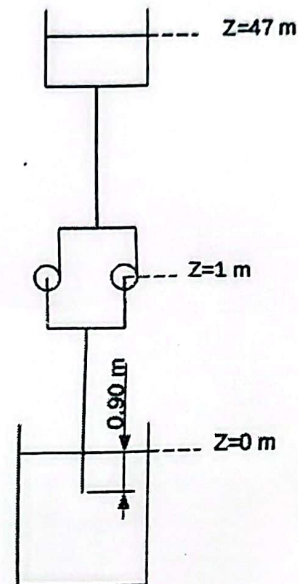
Examen

Agosto, 2024

Se tienen dos bombas iguales instaladas en paralelo en la instalación detallada en la figura, la pérdida de carga en el tramo de succión es $\zeta_s = K_s Q^2$ con $K_s = 0.0008 \text{ m/(l/s)}^2$ y la pérdida de carga en la impulsión es $\zeta_i = K_i Q^2$ con $K_i = 0.0057 \text{ m/(l/s)}^2$, la cañería de succión tiene un diámetro de $\Phi = 18 \text{ cm}$.

Se dispone de las curvas de las bombas a velocidad de giro nominal presentadas por el fabricante.

	N=2900 rpm				D=215mm			
Q(l/s)	0	10	20	30	40	50	60	
H(m)	69	67	65	63	58	53	45	
$\eta(\%)$	--	54	65	78	82	80	75	
ANPAR(m)	--	3,2	3,5	3,7	4	5	7	



a) Calcular los puntos de funcionamiento carga y caudal del sistema:

a1) operando una bomba a velocidad de giro nominal.

a2) operando dos bombas a velocidad de giro nominal.

Comparar el desempeño energético de los puntos de operación a1) y a2).

Indicar que accesorios que no estén dibujados en el diagrama sería conveniente agregar en la instalación.

b) Verificar que para los puntos de operación a1) y a2) las bombas no estén cavitando y que la sumergencia sea suficiente.

c) Se plantea analizar la posibilidad de operar el sistema con las dos bombas en paralelo entregando un mayor caudal. Determinar la mayor velocidad a la cual podrían operar las bombas sin que haya cavitación. En dicho caso determinar el caudal que circularía por la instalación, la potencia demandada por las bombas y verificar si es posible, indicar que problema se podría tener, justificando cuantitativamente.

$$a) H_I = 47 + 0.0065 Q^2$$

Una Bomba $(H_B - 18) \times 10 = -5(Q_B - 40)$
 $H_B = -0.5 Q_B + 78$

$$0.0065 Q_B^2 + 0.5 Q_B - 31 = 0 \rightarrow Q_B = 40.6 \text{ l/s}$$

$$Q = 40.6 \text{ l/s}$$

$$H = 57.7 \text{ m}$$

$$P = 28 \text{ kW}$$

$$\eta = 81.9\%$$

$$h_{svr} = 4.06 \text{ m}$$

Dos bombas $H_I = 47 + 0.026 Q_B^2$

$$H_B = -0.2 Q_B + 69$$

$$0.026 Q_B^2 + 0.2 Q_B - 22 = 0 \rightarrow Q_B = 25.5 \text{ l/s}$$

$$Q_B = 25.7 \text{ l/s} \quad Q = 51 \text{ l/s}$$

$$H_B = 63.9 \text{ m}$$

$$P = 44.4 \text{ kW}$$

$$\eta = 72\%$$

$$h_{svr} = 3.61 \text{ m}$$

$$P/Q \text{ (kW/l/s)}$$

Una Bomba 0.69

Dos bombas 0.87

Se deberían instalar
 • Válvulas de pie

• Válvula esclusa en la impulsión de
 cada bomba/s

b) Una bomba

$$h_{svD} = 10 - 1 - 0.0008 \times 40.6^2 = 7.68 \text{ m}$$

$$7.68 > 4.06$$

Dos bombas

$$h_{svD} = 10 - 1 - 0.0008 \times 51.1^2 = 6.9 \text{ m}$$

$$6.9 > 3.61$$



Una bomba

$$V = \frac{40.6/1000}{\frac{\pi}{4} \times 0.18^2} = 1.6 \text{ m/s}$$

$$\bar{F}_D = \frac{1.6}{(9.8 \times 0.18)^{0.5}} = 1.2$$

$$S/D > 1 + 2.3 \times 1.2 = 3.77 \rightarrow \underline{S > 0.7 \text{ m}} \quad \checkmark$$

Dos bombas

$$V = 2 \text{ m/s} \quad \bar{F}_D = 1.5 \quad S/D > 4.41 \rightarrow \underline{S > 0.8 \text{ m}} \quad \checkmark$$

$$c) H_I = 47 + 0.026 Q_s^2$$

$$H_I = H_s \left(\frac{N_I}{N_s} \right)^2 \quad Q_s = Q_s \left(\frac{N_I}{N_s} \right) \quad h_{sv_R} = h_{sv_Rs} \left(\frac{N_I}{N_s} \right)^2$$

$$\left[H_s = 47 \left(\frac{N_s}{N_I} \right)^2 + 0.026 Q_s^2 \right]$$



$$h_{sv_D} = 10 - 1 - 0.000 (2 Q_s)^2 \quad y \quad h_{sv_D} = h_{sv_R}$$

$$\left[h_{sv_Rs} = 9 \left(\frac{N_s}{N_I} \right)^2 - 0.0032 Q_s^2 \right]$$

$$N_I = 3200 \text{ rpm} \quad \frac{N_s}{N_I} = 0.906 \quad H_s = 38.6 + 0.026 Q_s^2$$

$$H_s = -0.5 Q_s + 78$$

$$0.026 Q_s^2 + 0.5 Q_s - 39.4 = 0 \quad Q_s = 30.5 \text{ l/s}$$

$$h_{sv_Rs} = 3.4 \text{ m} \rightarrow N_I = 3363 \text{ rpm}$$

$$N_I = 3363 \text{ rpm} \quad \frac{N_s}{N_I} = 0.862 \quad H_s = 34.9 + 0.026 Q_s^2$$

$$H_s = -0.5 Q_s + 78$$

$$0.026 Q_s^2 + 0.5 Q_s - 43.1 = 0 \quad Q_s = 32.3 \text{ l/s}$$

$$h_{sv_Rs} = 3.27 \text{ m} \rightarrow N_I = 3263 \text{ rpm}$$

$$N_I = 3313 \text{ rpm} \quad \frac{N_s}{N_I} = 0.875 \quad H_s = 36 + 0.026 Q_s^2$$

$$H_s = -0.5 Q_s + 78$$

$$0.026 Q_s^2 + 0.5 Q_s - 42 = 0 \quad Q_s = 31.7 \text{ l/s}$$

$$h_{sv_Rs} = 3.75 \text{ m} \rightarrow N_I = 3296 \text{ rpm}$$

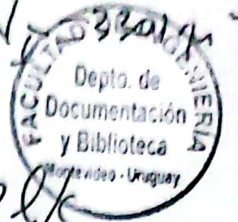
4/5

$$N_T = 3304 \text{ rpm} \quad \frac{M_s}{M_T} = 0.878 \quad H_s = 36.2 + 0.026 Q_s^2$$

$$H_t = -0.5 Q_s + 78$$

$$0.026 Q_s^2 + 0.5 Q_s - 41.8 = 0$$

$$Q_s = 31.6 \text{ l/s} \quad h_{SVR} = 3.75 \text{ m} \rightarrow N_T$$



$$M_{T_{max}} = 3304 \text{ rpm}$$

$$Q = 2 \times 31.6 \times \frac{3304}{2900} \quad Q = 72 \text{ l/s}$$

$$H = 80.7 \text{ m}$$

$$\eta = 78.6\%$$

$$P = 2 \times \frac{9800 \times \frac{72}{1000} \times 80.7}{0.786}$$

$$P = 147 \text{ kW}$$

$$V = 2.8 \text{ m/s} \quad F_D = 2.13 \quad \text{S/D} > 1.89 \rightarrow \text{S} \rightarrow 1.06 \text{ m} \quad \text{Aproximación}$$