

Maquinas Para Fluidos 1
Examen, Julio 2022.

En una refinería se necesitan trasegar $100 \text{ m}^3/\text{h}$ de fuel oil a 50°C (densidad $\rho=950 \text{ kg/m}^3$ viscosidad cinemática $\nu=0.00038 \text{ m}^2/\text{s}$) desde un tanque a cota 3m hasta otro a cota 10m, a través de una cañería de acero comercial, de 200 m de longitud y 140 mm de diámetro interior, donde pueden despreciarse las pérdidas de carga localizadas.

Se cuenta con un conjunto de bombas centrífugas de la cual se conoce su funcionamiento con agua, la cual es alimentada por un motor eléctrico de potencia nominal 25 kW y rendimiento eléctrico $\eta_e=0.90$ (el cual se puede suponer constante) accionado desde un variador de frecuencia. El fabricante de la bomba recomienda no operar a más de 1950 rpm.

Curva de bomba centrífuga ensayada con agua a 15°C girando a $N=1450 \text{ rpm}$

Q (m^3/h)	0	20	40	60	80	100
H(m)	21	19.5	18	16.5	14	8
$\eta(\%)$	17	39	58	64	65	57

- Presentar el funcionamiento de la bomba Q (m^3/h), H(m), $\eta(\%)$ para $N=1450 \text{ rpm}$ siendo el fluido de trabajo fuel oil a 50°C
- Calcular la velocidad de giro a la que debería operar la bomba para trasegar el caudal de fuel oil requerido por la refinería. ¿Es posible esta condición de operación ?.
- Para poder cumplir con el caudal requerido en la refinería se plantea instalar dos bombas en serie o dos bombas en paralelo. Seleccionar la configuración, para la configuración seleccionada calcular la potencia eléctrica.



1/7

a)

$$R_{w-r} = \frac{W_r Q_r^{1/2}}{(g H_r)^{3/4}} = 0,56 \quad (1)$$

$$B = \frac{480 \sqrt{8}}{Q_{w-r}^{0,25} (g H_{w-r})^{0,125} \left(\frac{0,38}{R_{w-r}} \right)^{0,25}}$$

$$B = 11,86$$

$$C_H = \frac{H_{visc}}{H} \quad C_Q = \frac{Q_{visc}}{Q} \quad C_M = \frac{M_{visc}}{M}$$

$$C_Q = e^{-0,165 (\log_{10} B)^{3,75}}$$

$$C_Q = 0,813$$

$$Q = Q_r \quad C_H = C_Q = C_{Hr}$$

$$Q \neq Q_r \quad C_H = 1 - (1 - C_{Hr}) \left(\frac{Q}{Q_r} \right)^{0,75}$$

$$N = 1450 \text{ rpm} \quad \text{FUEL oil } 50^\circ\text{C}$$

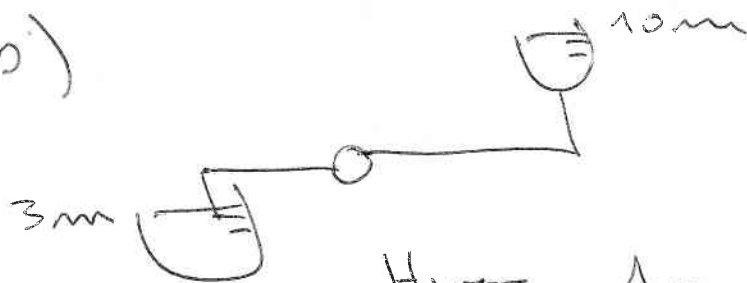
$$Q_{visc} (m^3/h) \quad 0 \quad 16,3 \quad 32,5 \quad 48,8 \quad 65,1 \quad 81,3$$

$$H_{visc} (m) \quad 27,0 \quad 18,2 \quad 16,0 \quad 14,0 \quad 11,4 \quad 6,2$$

$$\eta_{visc} (\%) \quad 8,7 \quad 18,5 \quad 27,5 \quad 30,4 \quad 30,8 \quad 27,$$



b)



(2)

$$H_{\text{work}} = \Delta z + f \frac{L}{\phi} \frac{v^2}{2g}$$

FOR OIL $\rho = 950 \text{ kg/m}^3$ $\nu = 0,00038 \text{ m}^2/\text{s}$

$$Q = \frac{100}{3600} = 0,028 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$v = \frac{Q}{\frac{\pi \phi^2}{4}} = 1,82 \text{ m/s}$$

$$Re = \frac{v \phi}{\nu} = 665 \quad f = \frac{64}{Re}$$

$$H_{\text{work}} = 22,85 \text{ m}$$

Buscamos el momento
FOR OIL

$$N = 2310 \text{ rpm}$$

$$N = 1450$$

$$Q = 62,8 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H = 11,8 \text{ m}$$

$$H/Q^2$$

NO PUEDE OPERAR PORQUE
LA VELOCIDAD MÁXIMA
ES 1280 rpm



C) DOS BOMBAS EN PARALELO

$$H = 29,85 \text{ m} \quad Q = 50 \text{ m}^3/\text{h}$$

... SUSO HOMOLOGO A $N = 450 \text{ rpm}$

$$\rightarrow Q_H = 36,1 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H_H = 13,9 \text{ m}$$

$$N = 2008 \text{ rpm}$$

NO ES POSIBLE A
OPERARLO



DOS BOMBAS EN SERIE

$$Q = 100 \text{ m}^3/\text{h} \quad H = 14,92 \text{ m}$$

SUSO HOMOLOGO A $N = 1450 \text{ rpm}$

$$Q_H = 74,7 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H_H = 8,3 \text{ m}$$

$$N = 1941 \text{ rpm}$$

ES POSIBLE

$$\eta = 28,6 \%$$

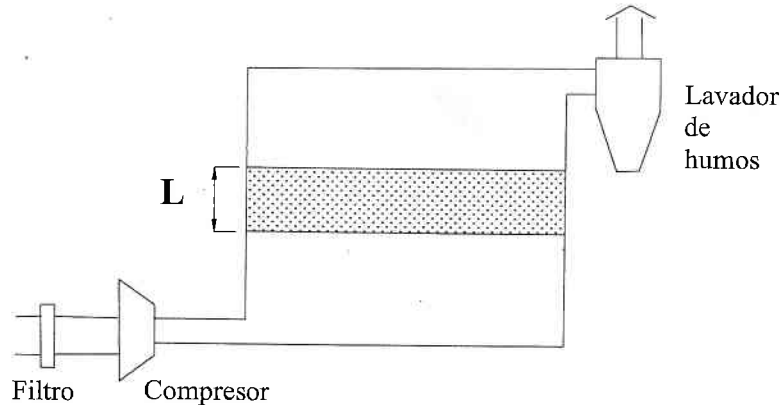
$$POT_{ELECT} = 2 \times \frac{100}{3600} \times \frac{9800 \times 14,92}{0,286 \times 0,2}$$

$$POT_{ELECT} = 30,6 \text{ kW} \quad 4/7$$

Máquinas para Fluidos I

Examen, Julio 2022.

- En un sistema de aireación, que se presenta en la figura, operan cuatro compresores de tornillo en paralelo aportando el caudal de aire requerido. Los compresores aspiran aire del ambiente y desde la instalación se vuelca al ambiente.



En la succión de cada compresor se dispone un filtro que produce una reducción de la presión $7.7 \times 10^{-5} Q^2$ bar, con Q el caudal por el filtro en m^3/min . Luego, el lecho introduce una pérdida de carga $0.042 Q/L$ bar, con Q el caudal por el lecho en m^3/min y L la altura del lecho en metros. La pérdida de carga en la salida resulta $1.9 \times 10^{-5} Q^2$ bar con Q el caudal por la instalación en m^3/min .

El compresor de tornillo presenta una relación de compresión intrínseca de 6, su rendimiento volumétrico es $\eta_v = 1 - 0.02 \cdot r \left(\frac{N}{750} \right)$ girando a 750 rpm, su rendimiento politrópico $\eta_p = 0.95 - 0.05r$ y el índice politrópico 1.25.

Los valores de chapa que se disponen son: $Q = 42 \text{ m}^3/\text{min}$, $\Delta P = 5 \text{ bar}$, aspirando a 1 bar, $N = 750 \text{ rpm}$ y $P = 328 \text{ kW}$

- A partir de los valores de chapa deducir las pérdidas de origen mecánico y el volumen desplazado del compresor.
- Si el caudal por el lecho debe ser de $104 \text{ m}^3/\text{min}$ y la altura del lecho es $L = 1.5 \text{ m}$, determinar la velocidad a la cual debe girar el compresor y la potencia demandada. Se supondrá que las pérdidas de origen mecánico cambian con la velocidad de giro al cuadrado.
- Se busca incrementar el caudal, para lo cual se instalan otros cuatro compresores idénticos en paralelo, cada uno con el filtro en la succión. Además, la altura del lecho se debe ser 2 m. Si se desea que los compresores operen con una relación de compresión igual a la intrínseca, determinar el caudal que circularía por el lecho, la velocidad de giro de los compresores y la potencia demandada por cada compresor,

$$a) \Delta P = P_{out} - P_{in} = 5 \text{ bar} \quad \left. \begin{array}{l} P_{out} = 6 \text{ bar} \\ P_{in} = 1 \text{ bar} \end{array} \right\} \begin{array}{l} r = r_i = 6 \\ \eta_v = 0,88 \\ \eta_p = 0,65 \end{array}$$

$$\dot{W} = \frac{n}{n-1} \frac{P \dot{V}}{\eta_v} \left(r_i^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right) \frac{1}{\eta_p} + P_{mf}$$

$$328000 = \frac{1,25}{0,25} \frac{10^5 (42/60)}{\eta_v} \left(6^{\frac{0,25}{1,25}} - 1 \right) \frac{1}{\eta_p} + P_{mf} \Rightarrow P_{mf} = 64,3 \text{ kW}$$

$$\dot{V} = V_D \cdot N \cdot \eta_v$$

$$42 = V_D \cdot 150 \cdot 0,88 \Rightarrow V_D = 0,064 \text{ m}^3$$



$$b) \dot{V}_{lecho} = 104 \text{ m}^3/\text{min} \quad P_S = -1,7 \times 10^{-5} \left(\frac{104}{4} \right)^2 = -0,052 \text{ bar}$$

$$L = 1,5 \text{ m} \quad P_I = 0,042 Q/L + 1,9 \times 10^{-5} Q^2 = 3,12 \text{ bar}$$

$$r = \frac{1 + P_I}{1 + P_S} = \frac{1 + 3,12}{1 - 0,052} = 4,33$$

$$\frac{104}{4} = 0,064 \times N \times \left(1 - 0,02 \times 4,33 \times \frac{750}{N} \right) \rightarrow 471 \text{ rpm}$$

$$\eta_v = 0,84 \quad \eta_p = 0,433$$

$$\dot{W} = \left[\frac{n}{n-1} \frac{P \dot{V}}{\eta_v} \left(r_i^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right) + N V_D \left(\frac{P_1}{P_{2,i}} \right)^{1/n} (P_{2,i} - P_2) \right] \frac{1}{\eta_p} + P_{mf} \times \left(\frac{471}{750} \right)$$

$$\dot{W} = \left[\frac{1,25}{0,25} \frac{10^5 \left(\frac{104}{4 \cdot 60} \right)}{0,84} \left(6^{\frac{0,25}{1,25}} - 1 \right) - \left(\frac{471}{60} \right) 0,064 \left(\frac{1}{6} \right)^{1/1,25} (6 - 4,33) 10^5 \right] \frac{1}{0,433} + 64300 \left(\frac{471}{750} \right)^2 = 149,7 \text{ kW} \quad 6/7$$

$$c) L = 2m \quad r = r_i = 6$$

$$P_s = -7,7 \times 10^{-5} Q^2$$

$$P_I = 0,042 \left(\frac{8Q}{L} \right) + 1,9 \times 10^{-3} (8Q)^2$$

$$r = 6 = \frac{1 + 0,042 \cdot \left(\frac{8Q}{L} \right) + 1,9 \times 10^{-3} (8Q)^2}{1 - 7,7 \times 10^{-5} Q^2}$$



$$\left| \begin{array}{l} Q = 24,8 \text{ m}^3/\text{min} \\ Q_{\text{lecho}} = 198,4 \text{ m}^3/\text{min} \end{array} \right|$$

$$24,8 = 0,064 \times N \times \left(1 - 0,02 \times 6 \times \frac{750}{N} \right)$$

$$\left| \begin{array}{l} N = 477,5 \text{ rpm} \\ \eta_v = 0,81 \\ \eta_p = 0,65 \end{array} \right|$$

$$\dot{W} = \frac{n}{n-1} \frac{P Q}{\eta_v} \left(r_i^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right) \frac{1}{\eta_p} + P_m f \left(\frac{477,5}{750} \right)^2$$

$$\dot{W} = \frac{1,25}{0,25} \frac{10^5 \left(\frac{24,8}{60} \right)}{0,81} \left(6^{\frac{0,25}{1,25}} - 1 \right) \frac{1}{0,65} + 64300 \left(\frac{477,5}{750} \right)^2$$

$$\left| \dot{W} = 195,2 \text{ KW} \right|$$

7/7