

Máquinas para Fluidos I

Examen



Julio, 2024

En una planta industrial se dispone de dos compresores de tornillo estancos (sin fugas al exterior), cada uno con un motor acoplado directamente y con el sistema de regulación de velocidad incluido.

Las características de cada compresor son las siguientes:

Compresor I – Sin lubricación, $n=1.35$, Relación de compresión intrínseca (en términos volumétricos) 5, volumen desplazado 9 litros, Velocidad de rotación entre 500 rpm y 1000

$$\text{rpm}, \eta_v = 1 - \frac{60}{N}r, \eta_p = 1.95\left(\frac{r}{13}\right) \cdot e^{-\left(\frac{r}{13}\right)^2}, \eta_m = 0.85.$$

Compresor II – Inundado, $n=1.2$, Relación de compresión intrínseca (en términos volumétricos) 4, volumen desplazado 19 litros, Velocidad de rotación entre 500 rpm y 2000

$$\text{rpm}, \eta_v = 1 - \frac{30}{N}r, \eta_p = 2.1\left(\frac{r}{14}\right) \cdot e^{-\left(\frac{r}{14}\right)^2}, \eta_m = 0.93.$$

En ambos compresores el rendimiento volumétrico está asociado a recirculaciones a sus admisiones y no a fugas al exterior.

En la planta industrial se busca alimentar un tanque que se mantiene a 54 bar (abs) para lo cual se propone instalar los dos compresores en serie con un intercambiador de calor intermedio que lleva la temperatura al mismo valor de la temperatura ambiente y que produce una pérdida de carga despreciable. El aire es aspirado del ambiente donde la presión vale 1 bar y la temperatura 20 °C.

- Con el compresor II instalado en baja, determinar la velocidad a la que debe operar dicho compresor, si se debe entregar un caudal de 650 m³/h en condiciones ambientes, suponiendo que el compresor I opera a 500 rpm.
- Para la configuración de la parte a), determinar la potencia que demanda cada compresor.
- Seleccionar la configuración en la cual deberían instalarse los compresores de manera que la instalación opere lo más cerca al fraccionamiento óptimo, en cuya situación puede considerarse $r_B = r_A = \sqrt{r}$.

a) $\dot{V} = 650 \text{ m}^3/\text{s}$, $N_I = 500 \text{ rpm} \rightarrow N_{II} ?$

C_{II} en baja

B.M. $P_1 \dot{V} = P_1 V_{0II} N_{II} \left(1 - \frac{30}{N_{II}} r_B\right)$ (1)

$P_1 \dot{V} = P_1 V_{0I} N_I \left(1 - \frac{60}{N_I} r_A\right)$ (2)

(2) $\rightarrow 650 \times \frac{1000}{60} = \frac{54}{r_A} \times 9 \times [500 - 60 r_A]$

$r_A = 6,08 \rightarrow r_B = 8,88$; $P_I = 8,88 \text{ bar}$

(1) $\rightarrow 650 \times \frac{1000}{60} = 19 \times [N_{II} - 30 \times 8,88]$

$N_{II} = 836,6 \text{ rpm}$

b) $r_{II_i} = 4^{1,2} = 5,28 \rightarrow r_B = 8,88$ (Compresión abrupta)

$r_{I_i} = 5^{2,35} = 8,78 \rightarrow r_A = 6,08$ (Expansión abrupta)

$\dot{W}_{II} = \frac{1}{\eta_{pII} \eta_{mII}} \left[\frac{r_{II}}{r_{II_i} - 1} P_1 V_{0II} N_{II} \left(r_{II_i}^{\frac{r_{II}-1}{r_{II}}} - 1 \right) + (P_I - P_1 r_{II_i}) V_{0II} r_{II_i}^{-\frac{1}{r_{II}}} N_{II} \right]$

$\eta_{pII} = 2,1 \times \frac{8,88}{14} e^{-\left(\frac{8,88}{14}\right)^2} = 0,89$ $\eta_m = 0,93$

$\dot{W}_{II} = 90,97 \text{ KW}$

$\dot{W}_I = \frac{1}{\eta_{pI} \eta_{mI}} \left[\frac{r_I}{r_{I_i} - 1} P_1 V_{0I} N_I \left(r_{I_i}^{\frac{r_I-1}{r_I}} - 1 \right) - (P_I r_{I_i} - P_I) V_{0I} r_{I_i}^{-\frac{1}{r_I}} N_I \right]$

$\eta_{pI} = 2,95 \times \frac{6,08}{13} e^{-\left(\frac{6,08}{13}\right)^2} = 0,733$ $\eta_{mI} = 0,85$

$\dot{W}_I = 254,1 \text{ KW}$

2/3



C) ① Pruebo C_{II} en bajo y C_I en alto

B.M. $\frac{P_1}{I_A} V_{DII} N_{II} \left(1 - \frac{30}{N_{II}} r_B\right) = \frac{P_1}{I_A} V_{DI} N_I \left(1 - \frac{60}{N_I} \times \frac{54}{r_B}\right)$



Pruebo extremos de velocidad

$$\left. \begin{array}{l} N_I = 1000 \text{ rpm} \\ N_{II} = 500 \text{ rpm} \end{array} \right\} r_B = 4,04$$

$$\left. \begin{array}{l} N_I = 500 \text{ rpm} \\ N_{II} = 2000 \text{ rpm} \end{array} \right\} 13,25$$

② C_I en bajo y C_{II} en alto

B.M. $\frac{P_1}{I_A} V_{DI} N_I \left(1 - \frac{60}{N_I} r_B\right) = \frac{P_1}{I_A} V_{DII} N_{II} \left(1 - \frac{30}{N_{II}} \times \frac{54}{r_B}\right)$

Pruebo extremos de velocidad:

$$\left. \begin{array}{l} N_I = 1000 \text{ rpm} \\ N_{II} = 500 \text{ rpm} \end{array} \right\} r_B = 3,96$$

$$\left. \begin{array}{l} N_I = 500 \text{ rpm} \\ N_{II} = 2000 \text{ rpm} \end{array} \right\} r_B = 0,92$$

En la configuración (1) existe una combinación de valores de N_I y N_{II} que hacen que $r_B = \sqrt{54} = 7,35$

Elijo configuración C_{II} en bajo y C_I en alto