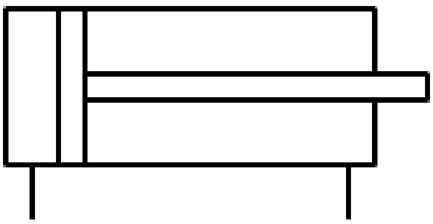
Ejercicio 2

Un cilindro de doble efecto trabaja con aire a una presión p=8 bar, su carrera es e=50mm, el diámetro del émbolo es ϕ_e=30 mm, y el diámetro del vástago es ϕ_v=10 mm, realiza una maniobra de 8 ciclos por minuto y en ambos movimientos presenta un rendimiento de η=85%. Se desea calcular para el caso teórico y para el caso ideal:



a) Fuerza ejercida en las carreras de avance y de retroceso

b) Consumo de aire en condiciones normales durante una maniobra.

c) Potencia producida por el cilindro durante una maniobra.

Solución:

En el caso de un cilindro de doble efecto se desarrolla fuerza en los dos movimientos del vástago, lo que ocurre es que la superficie útil es diferente en la carrera de avance será la que ofrece el émbolo, que es mayor que la superficie útil durante la carrera de retroceso, puesto que a la superficie del émbolo se le tiene que restar la superficie del vástago, por ello la fuerza será mayor en la carrera de avance que en la de retroceso:

a) Avance. La presión actúa sobre la superficie total del émbolo, por lo que la fuerza será:

$$F_{ideal} = p \cdot S_{embolo} = p \cdot \frac{\Pi \cdot \phi_e^2}{4} = 8 \cdot 10^5 \cdot \frac{\Pi \cdot 0,03^2}{4} = 565,49N$$

En el caso real:

$$F_{real} = F_{ideal} \cdot \eta = 565,49 \cdot 0,85 = 480,67N$$

Retroceso. En esta carrera se tiene que restar la superficie del vástago de la del émbolo:

$$F_{ideal} = p \cdot \frac{\Pi \cdot (\phi_e^2 - \phi_v^2)}{4} = 8 \cdot 10^5 \cdot \frac{\Pi \cdot (0,03^2 - 0,01^2)}{4} = 502,65N$$

En el caso real:

$$F_{real} = F_{ideal} \cdot \eta = 502,65 \cdot 0,85 = 427,25N$$

Se comprueba que es mayor la fuerza en la carrera de avance que en la de retroceso.

b) Para determinar el consumo de aire se deben tener en cuenta las dos cámaras del cilindro, tanto la avance como la de retroceso.

El volumen en cada ciclo será:

$$V = V_{av} + V_{ret} = \frac{\Pi \cdot (2 \cdot \phi_e^2 - \phi_v^2)}{4} \cdot e = \frac{\Pi \cdot (2 \cdot 0,03^2 - 0,01^2)}{4} \cdot 0,05$$

$$V = 66,76 \cdot 10^{-6} \frac{m^3}{ciclo}$$

Consumo de aire en cada maniobra:

$$Q_{man} = n \cdot V = 8 \frac{ciclos}{min} \cdot 66,76 \cdot 10^{-6} \frac{m^3}{ciclo} = 534,08 \cdot 10^{-6} \frac{m^3}{min}$$

Ley de Boyle-Mariotte:

$$p_{atm} \cdot V_{atm} = p_{man} \cdot V_{man}$$

O lo que es lo mismo:

$$p_{atm} \cdot Q_{atm} = p_{man} \cdot Q_{man}$$

Ya que:

$$V = Q \cdot t$$

$p_{atm}=10^5$ Pa.

$p_{man}=p_{atm}+p_{trabajo}=10^5+8\ 10^5=9\ 10^5$ Pa.

Por lo tanto:

$$Q_{atm} = \frac{p_{man} \cdot Q_{man}}{p_{atm}} = \frac{9 \cdot 10^5 \cdot 534,08 \cdot 10^{-6}}{10^5} = 4,81 \cdot 10^{-3} \frac{m^3}{min} = 4,81 \frac{l}{min}$$

Donde:

Q_{man}=consumo de aire comprimido durante una maniobra.

Q_{atm}=consumo de aire atmosférico durante una maniobra.

Se tiene que tomar la presión absoluta para realizar el cálculo en condiciones normales

c) Cálculo de la potencia del cilindro en cada maniobra, en el caso teórico y real (se tienen que expresar todas las unidades en el S.I.):

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot e}{t} = \frac{(p \cdot S) \cdot e}{t} = p \cdot \frac{V}{t} = p \cdot Q$$

En el caso teórico:

$$P = p \cdot Q = 8 \cdot 10^5 Pa \cdot 4,81 \cdot 10^{-3} \frac{m^3}{min} \cdot \frac{1}{60} \frac{m^3}{s} = 7,12w$$

En el caso real:

$$P_{real} = P_{ideal} \cdot \eta = 7,12 \cdot 0,85 = 6,05w$$