

Informe N° 6:

Ensayo compresor Tornillo.

Laboratorio de Máquinas (ICM 557)

Segundo Semestre 2020

Profesores: Cristóbal Galleguillos

Tomas Herrera

Ayudante: Ignacio Ramos

Paralelo: 1

Nombre: 6818

Índice

| | |
|------------------------------------|----|
| Introducción | 3 |
| Objetivos..... | 3 |
| Descripción breve del proceso..... | 4 |
| 1 Metodología/Procedimientos..... | 5 |
| 2 Resultados..... | 8 |
| 3 Conclusión..... | 9 |
| 4 Referencias. | 10 |
| 5 Anexo | 11 |

1. Introducción

1.1 Objetivos generales

- a) Analizar el comportamiento del compresor de tornillo como máquina de una instalación industrial, a distintos rangos de operaciones.

1.2 Objetivos específicos

- b) Determinar la capacidad a distintas presiones, comparando estas con las dadas por el fabricante.

2. Descripción breve del proceso.

El aire es aspirado por el compresor a través de la válvula y el filtro, entrando en el tornillo por la zona de aspiración. Una vez en su interior, el aire circula a través del elemento de tornillo y es comprimido sobre el recipiente de separación aire/aceite. El aire comprimido, dentro del separador de aire/aceite, entra de forma forzada y realiza un giro brusco, con la finalidad de conseguir que se separe la mayor cantidad de aceite posible. Una forma de mejorar la eficiencia de esa separación es mediante la utilización de un filtro co propiedades coalescentes que permite que el aire comprimido salga al exterior. Esto elimina el resto de aceite en la corriente de aire hasta un residual muy pequeño (inferior a 3 ppm, según cada fabricante).

3. Metodología-Procedimientos.

En esta sección se presentarán los resultados obtenidos del ensayo realizado a un compresor de tornillo modelo GA7 VSD FF y su comparación con los datos proporcionados por el fabricante.

Antes de iniciar la experiencia se definen parámetros del compresor de tornillo de una instalación industrial ensayado, los cuales son:

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GA 7-37 VSD+

| Tipo | Presión de trabajo | | Capacidad FAD* (mín.-máx.) | | | Potencia instalada del motor | | Nivel sonoro** | Peso, WorkPlace | Peso, WorkPlace Full-Feature |
|--------------------|--------------------|------|----------------------------|--------------|--------------|------------------------------|----|----------------|-----------------|------------------------------|
| | bar(e) | psig | l/s | m³/h | cfm | kW | CV | | | |
| Versión a 50/60 Hz | | | | | | | | | | |
| GA 7 VSD* | 5,5 | 80 | 72-21,9 | 25,9-78,8 | 15,2-46,4 | 7,5 | 10 | 62 | 193 | 277 |
| | 7 | 102 | 70-21,7 | 25,2-78,1 | 14,8-46,0 | 7,5 | 10 | 62 | 193 | 277 |
| | 9,5 | 138 | 6,8-18,0 | 24,5-64,8 | 14,4-38,1 | 7,5 | 10 | 62 | 193 | 277 |
| | 12,5 | 181 | 73-14,2 | 26,3-51,12 | 15,5-30,1 | 7,5 | 10 | 62 | 193 | 277 |
| GA 11 VSD* | 5,5 | 80 | 73-32,9 | 26,3-118,4 | 15,5-69,7 | 11 | 15 | 63 | 196 | 280 |
| | 7 | 102 | 73-32,5 | 26,3-117,0 | 15,5-68,8 | 11 | 15 | 63 | 196 | 280 |
| | 9,5 | 138 | 70-27,2 | 25,2-97,9 | 14,8-57,6 | 11 | 15 | 63 | 196 | 280 |
| | 12,5 | 181 | 76-23,5 | 27,4-84,6 | 16,1-49,8 | 11 | 15 | 63 | 196 | 280 |
| GA 15 VSD* | 5,5 | 80 | 72-42,3 | 25,9-152,3 | 15,2-89,6 | 15 | 20 | 64 | 199 | 288 |
| | 7 | 102 | 71-41,8 | 25,6-150,5 | 15,0-88,6 | 15 | 20 | 64 | 199 | 288 |
| | 9,5 | 138 | 6,8-35,5 | 24,5-127,8 | 14,4-75,2 | 15 | 20 | 64 | 199 | 288 |
| | 12,5 | 181 | 73-27,9 | 26,3-100,4 | 15,5-59,1 | 15 | 20 | 64 | 199 | 288 |
| GA 18 VSD* | 4 | 58 | 15,0 - 63,2 | 53,9 - 227,5 | 31,7 - 133,8 | 18 | 25 | 67 | 367 | 480 |
| | 7 | 102 | 14,7 - 61,8 | 53,0 - 222,6 | 31,2 - 131,0 | 18 | 25 | 67 | 367 | 480 |
| | 9,5 | 138 | 16,9 - 53,0 | 61,0 - 190,8 | 35,9 - 112,3 | 18 | 25 | 67 | 367 | 480 |
| | 12,5 | 181 | 18,3 - 43,0 | 58,5 - 154,8 | 34,4 - 91,1 | 18 | 25 | 67 | 367 | 480 |

Para los cálculos correspondientes se utilizaron las fórmulas del anexo 6.

Para el cálculo de errores experimentales se utilizó la siguiente formula:

$$\text{Error} = \frac{\text{valor experimental} - \text{valor teorico}}{\text{valor teorico}} * 100$$

Valores medidos en el desarrollo del ensayo se pueden ver en tabla 1:

| P.Descarga | Veloc. | Temp Amb | Hum. Amb. | Temp Desc. | Punto Rocio | Temp. EBP | Pres. EBP | Corriente | Caudal | Pres. Atm |
|------------|--------|-------------|-----------|---------------|----------------|--------------|---------------------|-----------|--------|---------------------------------|
| P_d | n | t_{amb} | H_{amb} | t_{desc} | PRP | t_{EBP} | Δh | I | Q | P_{atm} |
| [bar] | [rpm] | [°C] | % | [°C] | [°C] | [°C] | [mm _{ca}] | [A] | [%] | [mm _{H₂O}] |
| 5,5 | 4315 | 18 | 59,4 | 73 | 4 | 20 | 476 | 17 | 98 | 759,5 |
| 6 | 4350 | 19 | 58,9 | 73 | 4 | 20 | 484 | 16 | 100 | 759,5 |
| 7 | 4350 | 18 | 58,6 | 75 | 4 | 21 | 464 | 17 | 100 | 759,5 |
| 8 | 4176 | 18 | 58,9 | 76 | 4 | 21,5 | 406 | 17 | 100 | 759,5 |
| 9 | 3984 | 19 | 58,9 | 77 | 4 | 21 | 348 | 17 | 100 | 759,5 |

Tabla1:Valores medidos.

Valores Calculados vendrán dados en tabla 2:

| Patm | \dot{V} |
|------------|-----------------|
| [cmagua] | $\frac{m^3}{h}$ |
| 1032,57321 | 71,7808594 |
| 1032,57321 | 72,6301522 |
| 1032,57321 | 70,7497143 |
| 1032,57321 | 66,1241223 |
| 1032,57321 | 61,4814949 |

Tabla 2: Valores Calculados.

Al aplicar fórmulas de anexo, obtenemos la siguiente tabla de valores normalizados:

| | | Caudal Normalizado a: | | | |
|------------|---------------------|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------|
| P.Descarga | Caudal Calculado | T y P | H.relativa | Velocidad | Velocidad |
| P_d | \dot{V} | q_{NXRh} | q_{NX} | q_N | n |
| [bar] | $\frac{m^3}{h}$ | $\frac{m^3}{h}$ | $\frac{m^3}{h}$ | $\frac{m^3}{h}$ | [rpm] |
| 5,5 | 71,780859 | 75,040231 | 74,131733 | 74,733034 | 4315 |
| 6 | 72,630152 | 75,984322 | 75,013211 | 75,013211 | 4350 |
| 7 | 70,749714 | 73,628933 | 72,749527 | 72,749527 | 4350 |
| 8 | 66,124122 | 68,329038 | 67,508754 | 70,321619 | 4176 |
| 9 | 61,481495 | 63,295651 | 62,486706 | 68,227202 | 3984 |

Tabla 3: Valores Normalizados.

Gráficos obtenidos y comparación de valores con los del fabricante:

De los datos de las tablas se obtuvo el siguiente gráfico:

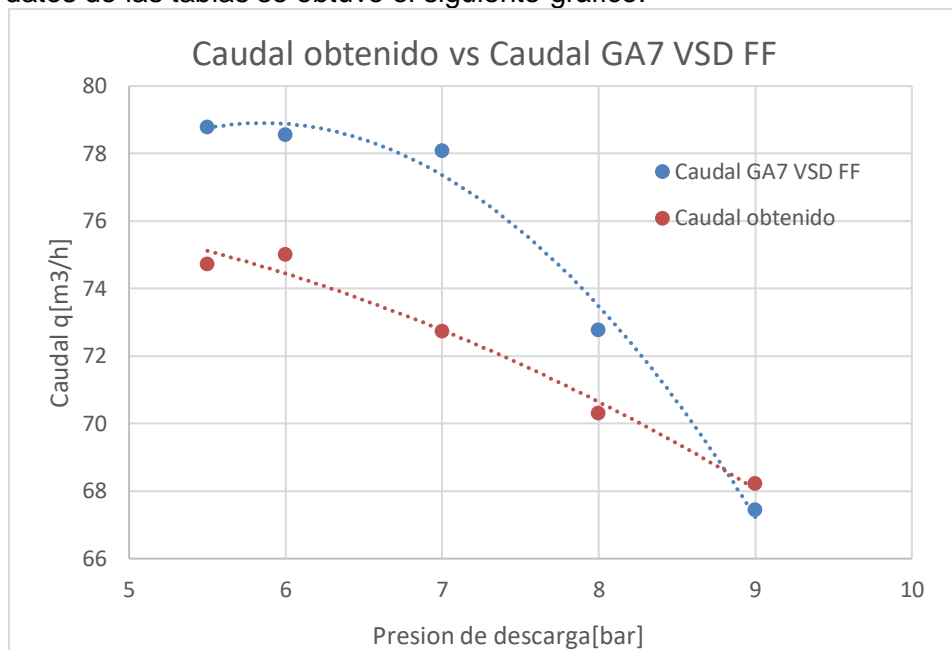


Gráfico 1: Comparación Caudal obtenido vs Caudal fabricante.

| | Fabricante | Ensayo |
|---------------------|-------------|--------------------|
| Presión de descarga | Caudal | Caudal Normalizado |
| p_d | Q | q_N |
| [bar] | [m³/h] | [m³/h] |
| 5,5 | 78,8 | 74,73303368 |
| 6 | 78,56666667 | 75,01321124 |
| 7 | 78,1 | 72,74952688 |
| 8 | 72,78 | 70,32161915 |
| 9 | 67,46 | 68,22720212 |

Tabla 4: Comparación con fabricante.

Se observa del gráfico 1, que ambas curvas presentan tendencias similares, con una pequeña diferencia que se puede apreciar en la tabla 4.

3.1 Contenido de humedad del aire que entra y que sale del compresor

Utilizando las formulas para Punto de Rocío(PR) y Humedad relativa(w), obtenemos los siguientes resultados mostrados en la tabla 5.

| | | Hum. después de la compresión y refrigeración | | | |
|------------|-------------------|---|---------------|------------|-----------------------------|
| P.Descarga | Hum. Amb | | agua retirada | Eficiencia | |
| pd(bar) | masa (agua entra) | masa (agua sale) | masa (agua) | (%) | masa(Kg agua/ Kg aire seco) |
| 5,5 | 7,66 | 0,96 | 7,54 | 98,433 | |
| 6 | 8,13 | 0,9 | 8,02 | 98,647 | |
| 7 | 7,56 | 0,85 | 7,47 | 98,81 | |
| 8 | 7,6 | 0,75 | 7,53 | 99,079 | |
| 9 | 8,13 | 0,63 | 8,08 | 99,385 | |

Tabla 5: Comparativa de valores obtenidos para la entrada y salida de humedad de aire del compresor.

. En este se logra apreciar que a medida que sube la presión de descarga la masa de agua que sale es menor, indicando que el proceso de posterior compresión y refrigeración al que se somete el aire está dentro de los márgenes esperados. Se genera la máxima eficiencia de 99.385% a una presión de 9[bar].

4. Conclusión.

4.1 Caudal:

El compresor de Tornillo ensayado modelo GA7 VSD FF presento un comportamiento similar al del fabricante, salvo pequeñas diferencias que puede deberse a errores humanos de medición.

4.2 Contenido de humedad del aire que entra y que sale del compresor

La temperatura del punto de rocío, es la temperatura en el cual comienza la condensación si el aire se enfría a una presión constante. Es el valor al cual debe descender la temperatura del aire para que el vapor de agua existente empiece a condensarse. Esto es un problema Regular en las instalaciones de aire comprimido, es por ello que se emplean equipos de secado de aire.

5. Referencias

- Termodinámica 6th edición, Yunus A. Cengel.
- COMPRESOR DE TORNILLO GA7 VSD FF, Ramiro Mege Thierry.
- <https://www.mundocompresor.com>

6. Anexo

6.1 Formulas:

6.1.1 Capacidad

$$\dot{V} = 8,62 * \alpha * S * T_a * \sqrt{\frac{H}{T * P_a}}$$

Donde:

\dot{V} : Capacidad, caudal de aire libre [m3/h]

$\alpha = 0,600$ coeficiente de caudal del diafragma

S: sección del orificio del diafragma en [cm2], el diámetro del orificio es de 22 [mm]

T_a : temperatura absoluta de aspiración del compresor [K]

T: Temperatura absoluta del estanque de baja presión [K]

H: presión en el manómetro diferencial [cmagua]

P_a : presión barométrica [cmagua]

6.1.2 Capacidad respecto a la presión y la temperatura:

$$q_{NxRH} = q_x * \frac{T_N * P_x}{T_x * P_N}$$

Donde:

q_x : Capacidad

T_N : Temperatura normalizada.

P_N : Presión normalizada.

P_x : Presión absoluta.

T_x : Temperatura absoluta.

6.1.3 Capacidad respecto a la humedad relativa:

$$q_{Nx} = q_{NxRH} * (1 - \frac{xRh * P_s}{P_{atm}})$$

Donde:

q_{NxRH} : Capacidad respecto a la presión y la temperatura

xRh : Humedad relativa

P_s =Presión de saturación

P_{atm} =Presión atmosférica.

6.1.4 Capacidad respecto a la velocidad de rotación del compresor. (1)

$$q_N = q_{Nx} * \frac{N}{N_x}$$

Donde:

q_{Nx} = Capacidad respecto a la humedad relativa.

N=velocidad máxima de rotación del compresor.

N_x = velocidad medida de rotación del compresor

