



TI-P493-02
CH Issue 2

Termocompresor de vapor SJT

Descripción

En este mundo consciente del medio ambiente, las empresas en el sector de Industrias de Procesos están cada vez más conscientes de los ahorros de costos adicionales que se pueden hacer al mismo tiempo que se comprometen más amigable con el entorno.

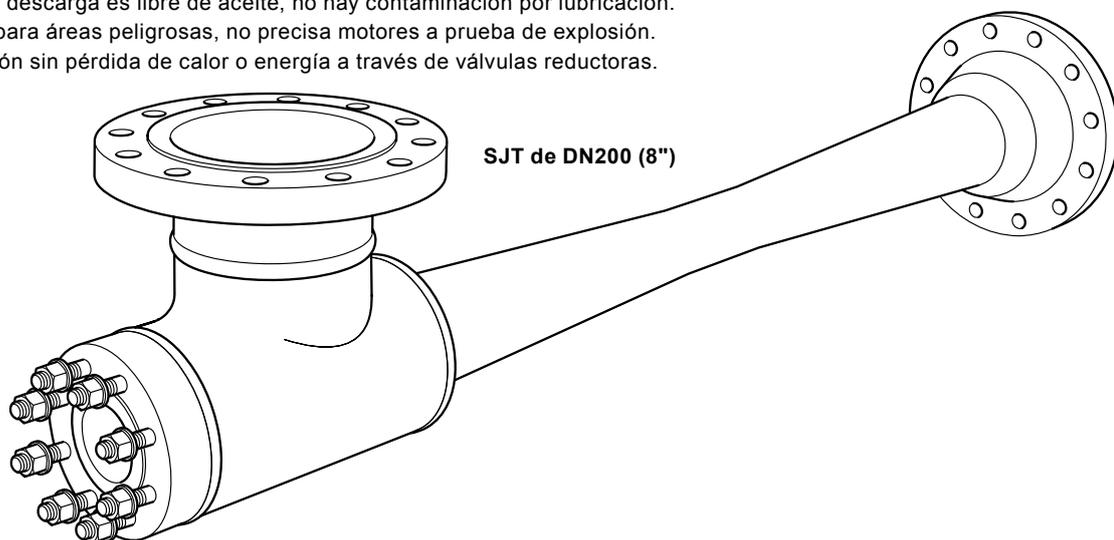
Una de las áreas más comunes es la planta de producción de vapor y la proporción de producto de desecho que se emite a la atmósfera. Si se puede reducir la cantidad de residuos y por lo tanto tener un efecto sobre la cantidad que se está generando en primer lugar, a continuación, se puede mejorar el medio ambiente y reducir los costes de funcionamiento. Es justamente en este área de operación donde la aplicación de un termocompresor de vapor SJT puede ser ventajoso.

Durante más de 25 años Spirax Sarco ha diseñado soluciones de ingeniería innovadoras y rentables para las instalaciones de vapor. El termocompresor de vapor es un buen ejemplo de este compromiso; el SJT es un dispositivo de ahorro de energía que comprime vapor de baja presión, a menudo vapor residual, a una presión superior utilizable. Todos los termocompresores de vapor SJT de Spirax Sarco están diseñados y construidos según los criterios específicos del cliente, para la aplicación prevista y para proporcionar un rendimiento óptimo y una rápida amortización.

Se puede describir un termocompresor de vapor SJT como un tipo de eyector. Se utiliza un chorro de vapor a alta presión (llamado la presión motriz) para arrastrar vapor a baja presión (llamada presión de succión). Los dos medios se mezclan profundamente y posteriormente se descargan a una presión que se encuentra entre las presión motriz y la de succión.

Ventajas sobre alternativas electromecánicas:

- Construcción sencilla; los termocompresores de vapor SJT se pueden fabricar de cualquier material mecanizable para una mayor resistencia a la abrasión.
- Diseño compacto y comparativamente ligero que permite instalaciones en lugares altos.
- Bajo coste de inversión en equipo y de operación.
- Sin piezas móviles o giratorias, con un mantenimiento mínimo y, por lo tanto, las unidades pueden ser instaladas en lugares remotos o inaccesibles.
- No se requiere un mantenimiento de especialista.
- El vapor de descarga es libre de aceite, no hay contaminación por lubricación.
- Adecuado para áreas peligrosas, no precisa motores a prueba de explosión.
- Recirculación sin pérdida de calor o energía a través de válvulas reductoras.



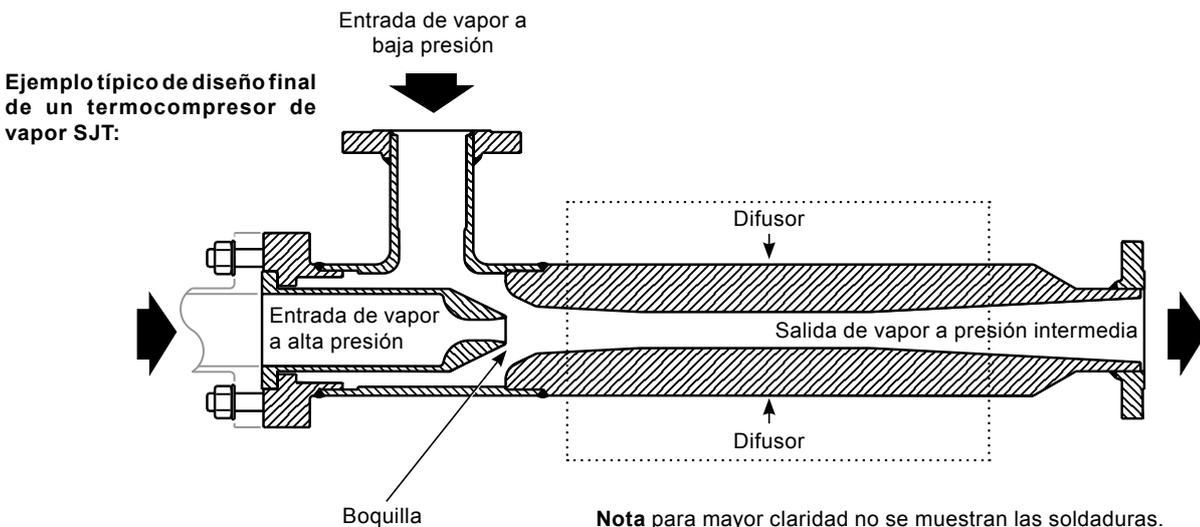
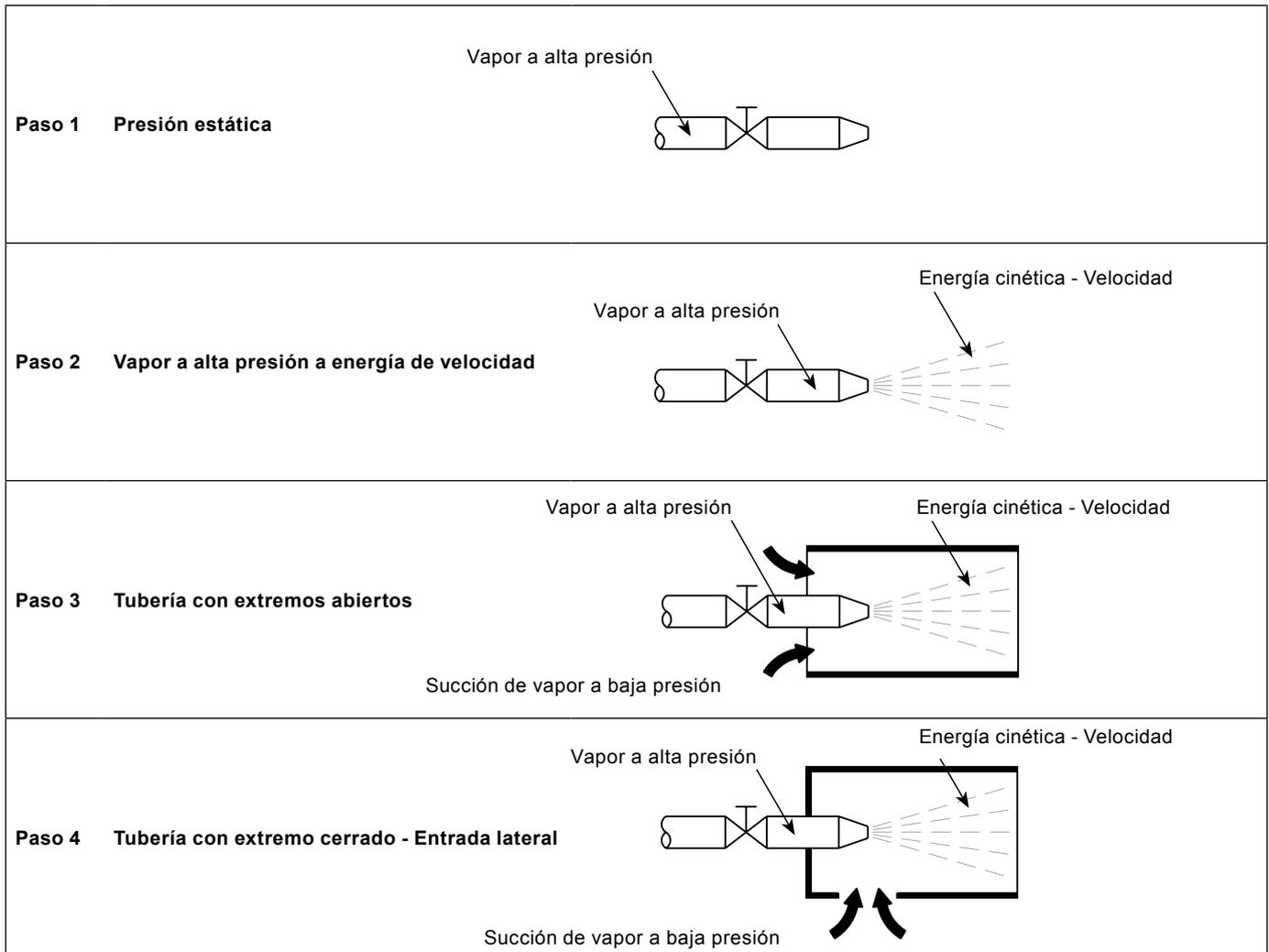
Aplicaciones típicas

A continuación se enumeran las aplicaciones en las que se pueden instalar termocompresores de vapor SJT, por lo general para la circulación y aumentar el vapor a baja presión que normalmente se pierde.

Cilindros secadores	Industria de papel y cartón
Evaporadores de revaporizado	Desalinización
Receptores de condensado	Industria química, petroquímica, petróleo y generación de energía
Vulcanizadores	Industria del caucho
Evaporadores de una sola fase y de efecto múltiple	Industrias de alimentación, productos lácteos, farmacéuticos y químicos
Cubas de lupulado	Industria cervecera
Líneas de escape de vapor	La mayoría de las industrias de proceso
Máquinas de escaldado	Industria de alimentación

Como funciona un termocompresor de vapor SJT (Eyector)

Los siguientes **cuatro pasos** nos muestran de manera sencilla como se creó un 'Eyector':

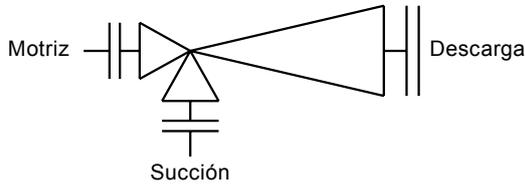


El vapor motriz a alta presión entra en el termocompresor de vapor SJT y pasa a través de una boquilla donde la energía del vapor a alta presión se convierte en energía cinética. Al salir de la boquilla a alta velocidad, el vapor entra en una cámara de succión donde se pone en contacto con la corriente de succión. En ese momento se produce un intercambio de velocidades entre la corriente motriz y la de succión, que produce una aceleración del vapor de succión, dando lugar a su posterior arrastre. En la parte más estrecha del difusor (llamada la garganta) se produce una mezcla uniforme y, finalmente, la energía de la velocidad se convierte en la energía de la presión en la sección divergente del difusor.

Un termocompresor de vapor SJT es un tipo de eyector que utiliza vapor a alta presión (HP) para arrastrar vapor a baja presión (LP) y descargar a una presión (P_d) que se encuentra en algún lugar entre las presiones HP y LP.

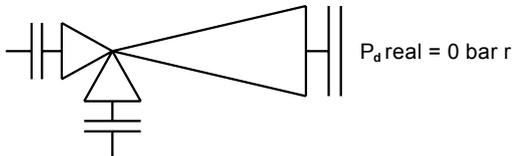
Entender las presiones de descarga de un termocompresor de vapor SJT

Se puede representar un termocompresor de vapor SJT por el siguiente diagrama:



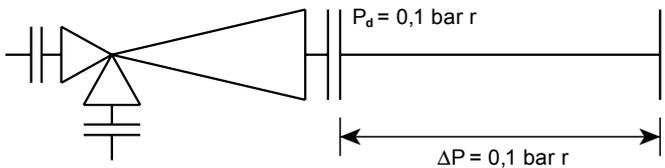
El termocompresor de vapor SJT está diseñado para 'ajustarse' una presión de descarga específica. Por ejemplo el siguiente SJT está diseñado para descargar contra una contrapresión de 18,5 bar r.

Sin embargo, si se permite a la unidad descargar a la atmósfera, la presión de descarga real sería la presión atmosférica, a pesar de que fue diseñado para descargar a una presión más alta.

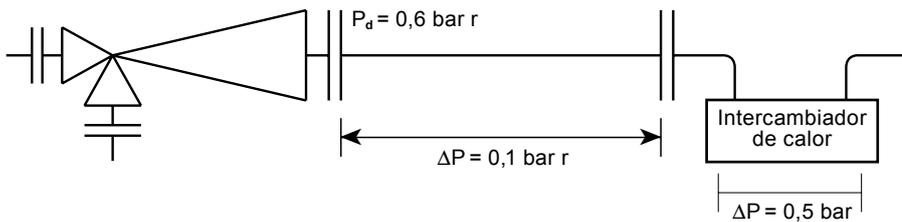


Donde: P_d = Presión de descarga

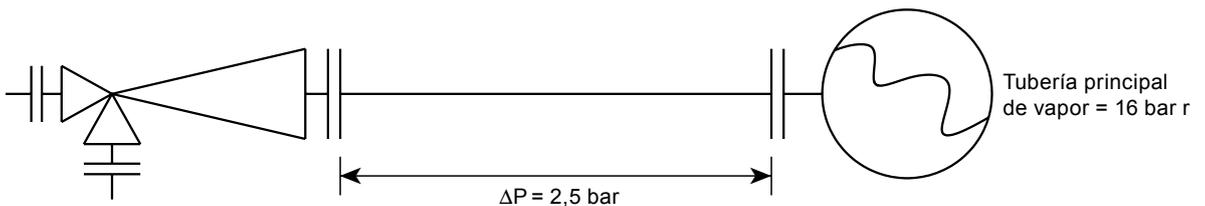
Si una pequeña sección de la tubería que tiene una caída de presión de 0,1 bar se coloca después del SJT, la presión inmediatamente aguas abajo del SJT sería de 0,1 bar r. La presión después de la tubería sería la atmosférica.



Si añadimos un proceso después de esta tubería, por ejemplo, un intercambiador de calor, con una caída de presión de 0,5 bar, la presión en el ramal de descarga del SJT sería de 0,6 bar r.



Ahora, si tomásemos un proceso (o una tubería principal de vapor) que opera a una presión de 16 bar r y con una caída de presión de 2,5 bar a través de la tubería entre el proceso y el SJT, la presión en la descarga del SJT sería de 18,5 bar r.



Para el propósito de este ejemplo, el SJT está operando a su presión de descarga de diseño, ya que la unidad se ha diseñado para una presión de descarga de 18,5 bar r.

Hay que tener en cuenta que el termocompresor de vapor SJT no 'crear' la presión de descarga. Está diseñado para ajustarse a una presión de descarga.

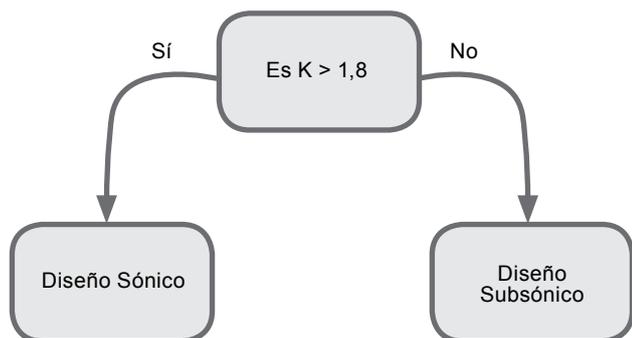
Tipos de termostato

Hay dos tipos de termostato; sónico y subsónico. Aunque parezcan similares, se comportan de manera diferente y deben ser controlados de manera diferente.

Ratio de compresión

Con el fin de determinar qué tipo de diseño tendrá el termostato, tenemos que calcular el 'Ratio de compresión'.

$$\text{Ratio de compresión (K)} = \frac{\text{Presión de descarga (P}_d\text{)}}{\text{Presión de succión (P}_s\text{)}}$$



Por Ejemplo:

- La presión de descarga = 2,5 bar r = 3,513 bar a
- La presión de succión = 1,2 bar r = 2,213 bar a
- El ratio de compresión (K) = $\frac{3,513}{2,213} = 1,59$

Diseño Sónico:

- Ratio de compresión (K) mayor que 1,8
- Con un diseño sónico, el caudal de vapor motriz (HP) es 'fijo'
- El caudal de vapor de succión (LP) puede funcionar con el rango completo (100% a 0%)

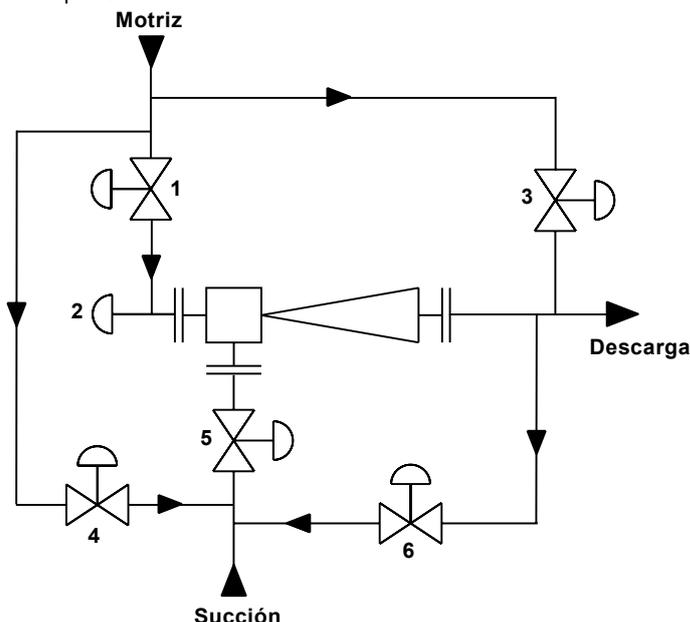
Diseño subsónico:

- Ratio de compresión (K) es inferior a 1,8
- With a subsonic design, el caudal de vapor motriz (HP) puede variar para 'ahorrar' vapor cuando las condiciones del proceso se hacen más favorables
- El caudal de vapor de succión (LP) puede funcionar con el rango completo (100% a 0%)
- Spirax Sarco dispone de un diseño especial que se llama termostato de 'Orificio Variable' termostato que incluye un control de vapor motriz.

Por lo tanto el diseño subsónico proporcionará un rendimiento y eficacia óptima para la aplicación.

Opciones de control

El siguiente esquema nos muestra todas las opciones de control posible que se podrían utilizar para controlar un termostato de vapor SJT.



Diseños Sónico:

Opción 6	se utiliza generalmente para mantener la presión de succión (LP) (si fuese necesario)
Opciones 4 o 5 se utilizan ocasionalmente	
Opción 3	se puede utilizar para añadir vapor adicional a la descarga
Hay que tener en cuenta que no se puede elegir las opciones 1 o 2 si el termostato de vapor SJT es 'Sónico'	

Diseño Subsónico

Opción 2	se puede utilizar para controlar el vapor motriz (HP) desde el 100% al 35%
Opción 1	se puede utilizar para controlar el vapor motriz (HP) desde el 100% al 80%
Opción 3	se puede utilizar para añadir vapor adicional a la descarga. Las opciones 4, 5 o 6 se pueden utilizar ocasionalmente para mantener la presión de succión (LP).

La mayoría de las aplicaciones sólo se utilizan una de las opciones. Algunas aplicaciones no requieren ningún tipo de control. Un termostato de vapor SJT siempre se equilibrará a las presiones del sistema.

Se deberá decidir qué parámetros se desea controlar (presión, caudal, etc.) ya que esto determinará qué opción será la mejor para la aplicación dada. Spirax Sarco le puede ayudar para la seleccionar la mejor opción de control para la aplicación prevista para proporcionar un rendimiento óptimo y el retorno sobre la inversión.

Termocompresor de vapor SJT de área variable

Spirax Sarco dispone de varios tipos de termocompresor. El primero es de boquilla fija que no tiene un rango de control muy amplio, aunque se puede conseguir algo de control mediante el estrangulamiento de la presión del vapor motriz mediante una válvula colocada aguas arriba del termocompresor de vapor SJT (Ver Opción de Control 1, página 5, para las unidades subsónicas).

Otro se basa en la regulación del vapor motriz mediante una aguja para variar el área de la sección transversal de la boquilla del vapor motriz (Opción de Control 2, página 5.). A diferencia de una válvula de estrangulación situada aguas arriba, la aguja de regulación no reduce la presión del vapor motriz, simplemente varía la zona por la que el vapor fluye. Este enfoque maximiza la energía por kg del vapor motriz que está disponible en la boquilla para hacer el trabajo. Con una instalación con una válvula de estrangulamiento aguas arriba, la energía útil se pierde en el proceso de estrangulación.

Los termocompresores de vapor SJT que utilizan una aguja de regulación del vapor motriz se suelen llamar Eyectores de orificio variable. La aguja se acciona automáticamente. Estos deberían especificarse en los casos en que la carga de succión, la presión de succión o presión de descarga están continuamente variando y es necesario controlar uno o más de estos parámetros de proceso lo más rápido posible.

Nota:

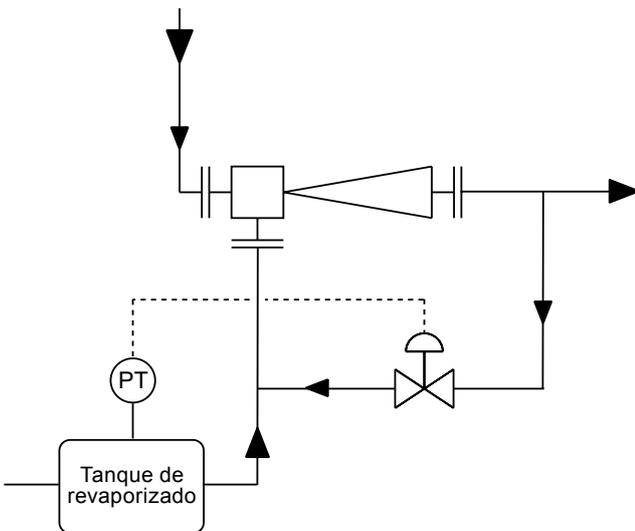
Para los casos que implican grandes variaciones en la carga, a veces es más rentable utilizar varias unidades de diferentes tamaños conectadas en paralelo, que tener una unidad grande con control. También puede ser necesario instalar una válvula de by-pass en algunas aplicaciones.

Programa de cálculo en internet

Ejemplo

Un cliente desea recuperar 1 500 kg/h de vapor de un tanque de revaporizado que opera a 0,1 bar r y quiere comprimirlo a 1,5 bar r para utilizarlo en un proceso. Dispone de vapor seco y saturado a alta presión (HP) a 20 bar r.

El caudal de agua al tanque de revaporizado puede variar. La presión en tanque de revaporizado no debe ser inferior a 0,5 bar a.



Método

Podemos utilizar el programa de dimensionado on-line de Spirax Sarco para diseñar una unidad adecuada (disponible en www.spiraxsarco.com con contraseña).

Cuando se pulsa el botón de cálculo, el programa calculará el caudal de vapor motriz (HP) necesario y los tamaños de conexiones de la unidad. El usuario verá una pantalla resumen, y en ese momento podrá seleccionar el rango de bridas deseado y después hacer clic en el botón 'Save & Email' - Una hoja de datos y un plano general, página 7, se enviará a la dirección de correo electrónico seleccionado.

El programa determinará automáticamente si la unidad es Sónica o Subsónica y lo diseñará de acuerdo a esto.

SJT Steam Jet Thermocompressor Quote

Welcome to the online quote system. Please complete the details below:

Client Reference			
Input			
Pressure bar(g)	Motive 20	Suction 0.1	Discharge 1.5
Temperature °C	<input checked="" type="radio"/> Tsat <input type="radio"/> Other	<input checked="" type="radio"/> Tsat <input type="radio"/> Other	
Flowrate kg/h		1500	
Mechanical Design Conditions			
Pressure bar(g)	Motive 25	Suction/Discharge 25	
Temperature °C	229		
<input type="button" value="Calculate >"/> (It may take a few minutes to calculate)			

Hoja de datos generada por el programa de dimensionado

A continuación mostramos un ejemplo típico:

Spirax Sarco SJT Steam Jet Thermocompressor Datasheet						
1	Client:	Spirax-Sarco Limited			Client Project Ref:	
2	Client's Ref:				Plant Location:	
3	Spirax Ref:	SJT Example/SJT00824			Name-plate Tag No.	
4	Description:	Size 6 Steam Jet Thermocompressor			No. OFF:	1
5	Unit Ref:	SJT150CS4F0			Operation:	
6	Drawing No:	DE-SJT00824-1			Serial No:	
7	Unit Body Size:	6				
8	MOTIVE CONDITIONS			MATERIALS OF CONSTRUCTION		
9	Pressure	(bar g)	20.00	Main body	Carbon Steel	
10	Temperature	(C)	215.0	Nozzle	Stainless Steel	
11	Flowrate	(kg/hr)	2580	Diffuser	Carbon Steel	
12				Flanges	Carbon Steel	
13	SUCTION CONDITIONS			Gaskets	Spirax Sarco to select	
14	Pressure	(bar g)	0.10	Bolts	Carbon Steel (if applicable)	
15	Temperature	(C)	102.7	Name-plate	Stainless Steel	
16	Flowrate	(kg/hr)	1500			
17				MECHANICAL DESIGN	Motive	Suction/Discharge
18	DISCHARGE CONDITIONS				Side	Side
19	Pressure	(bar g)	1.50	Max Design Pressure	25	25 (bar g)
20	Temperature	(C)	145.6	Max Design Temp	220	220 (C)
21	Flowrate	(kg/hr)	4080	Internal Corrosion Allowance	1.5	1.5 (mm)
22	DIFFUSER IS SONIC			Mechanical Design Code	ASME B31.3	
23				Welding Standard	ASME IX	
24				External Surface Finish	High Temp Silicone Aluminum	
25				Weight	TBC (kg)	
26						
27	DIMENSIONS		CONNECTIONS DETAILS		Size	Rating
28	A - 245 mm		Motive Steam (A)		2 ½	300 LB
29	B - 290 mm		Suction Steam (B)		6	300 LB
30	C - 1375 mm		Discharge Steam (C)		6	300 LB
31	D - 1665 mm		Flange Type		ASME B 16.5 Slip-On	
32	GA DRAWING					
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						
43	NOTE: Confirmed dimensions to be issued shortly after order placement					

Ejemplo de selección:

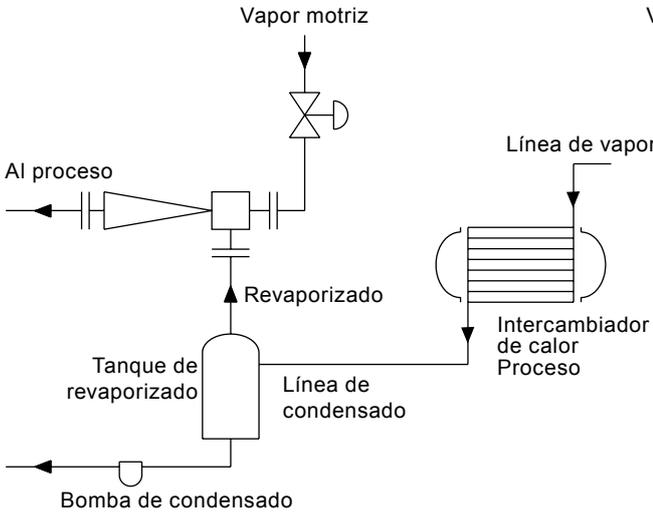
Ha seleccionado un termocompresor de vapor SJT Spirax Sarco Tamaño 6. El caudal de vapor motriz (HP) es de 2580 kg/h. Se muestran las dimensiones aproximadas los tamaños de la conexiones de vapor motriz, succión y descarga calculadas.

Control

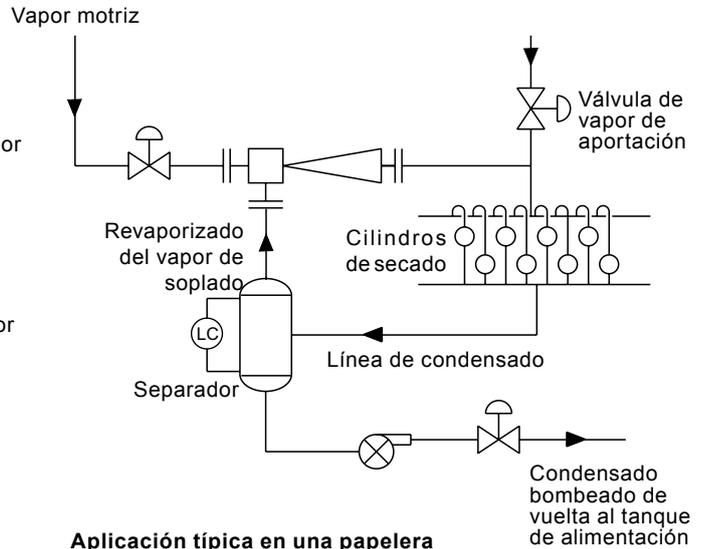
El ratio de compresión es de 2,25 (ver el ejemplo de la página 4 que ilustra la forma de calcular el ratio de compresión) así que el termocompresor de vapor SJT será 'Sónico'. Por tanto, el caudal de vapor motriz (HP) calculado del debe ser fijo.

El termocompresor de vapor SJT está diseñado para un caudal de succión de 1500 kg/h. Sin control, si el caudal de vapor de succión (LP) baja, el SJT intentará de succionar más y la presión de succión comenzará a caer. En consecuencia, en esta aplicación, podemos instalar un bucle sencillo de 'recirculación'. Se recircula parte del vapor de descarga a la succión. Al mantener el caudal de succión, el SJT funciona en su punto de diseño que mantiene constante la presión de succión

Aplicaciones típicas:



Aplicación típica de un termocompresor de vapor SJT



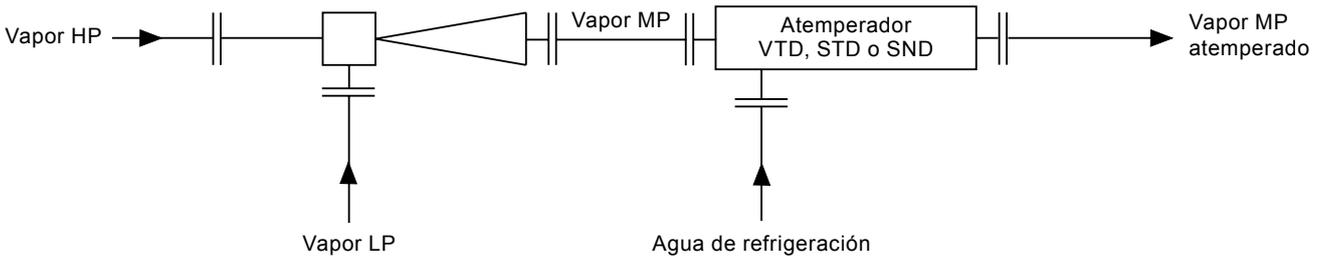
Aplicación típica en una papelera

Otra posible aplicación

Termodinámicamente, el proceso de recompresión de vapor a baja presión utilizando vapor de alta presión es similar a una estación reductora de presión. Es común que el flujo de vapor de descarga del termocompresor de vapor SJT contenga algo de sobrecalentamiento. Dependiendo de cómo se use el vapor de descarga, existe una oportunidad para utilizar un Atemperador Spirax Sarco para reducir el sobrecalentamiento de la salida.

Para evitar complicaciones con el diseño y la instalación, Spirax Sarco recomienda que se instale un atemperador después del termocompresor de vapor SJT.

Para dimensionar, utilizando el programa de cálculo en internet y usando las condiciones de descarga de vapor que aparecen en Hoja de Datos del termocompresor SJT como las condiciones de entrada al Atemperador.



Mantenimiento

El mantenimiento de un termocompresor de vapor SJT es simplemente una cuestión de montar una boquilla de repuesto a la unidad a determinados intervalos de tiempo, estos intervalos dependen del material de la boquilla utilizada y el estado del vapor.

El material elegido por Spirax Sarco en la fabricación de los inyectores de vapor para la totalidad de sus termocompresores de vapor SJT tiene la fama de su longevidad en esta aplicación. Como el desgaste de la boquilla es generalmente un proceso muy lento, se recomienda que se monitoree el desgaste de la boquilla a través de un programa de planificación de mantenimiento

Cómo pasar pedido

Ejemplo: 1 termocompresor de vapor SJT150CS de Spirax Sarco Tamaño 6, conexiones bridas locas ASME 300 RF.

Nota: Adjuntar la Hoja de Datos SJT al pedido.