

COMPRESOR VILTER DEL TIPO TORNILLO SENCILLO

DISEÑO Y OPERACION

por Wayne Wehber, Director de Mercadeo y Desarrollo de Productos

Descripción

El compresor Vilter del tipo tornillo sencillo es un compresor rotativo, de desplazamiento positivo que incorpora un rotor principal y dos estrellas laterales. La compresión del gas se lleva a cabo por medio del engranaje de las dos estrellas laterales con las ranuras helicoidales en el rotor principal. El eje de acople imparte el movimiento rotativo al rotor principal el cual a su vez acciona las estrellas laterales engranadas.

El compresor consta de tres componentes fundamentales los cuales rotan y completan el trabajo del proceso de compresión. Esto incluye típicamente un rotor principal cilíndrico con 6 ranuras helicoidales y dos estrellas laterales planas, cada una con 11 dientes. Los ejes rotativos de las estrellas laterales están paralelos unos a otros y mutuamente perpendiculares al eje del rotor principal.

Teoría

El ciclo de compresión comienza después de que el gas de succión llena las ranuras superiores e inferiores del rotor principal en el lado de la succión. Como el compresor tiene dos estrellas laterales, el proceso de compresión ocurre simultáneamente en los lados opuestos del rotor, en la parte superior e inferior. Cuando el rotor principal gira, este a su

vez acciona las estrellas laterales. El engranaje de la estrella lateral con una de las ranuras del rotor principal atrapa el gas de succión y así comienza el proceso de compresión. Mientras el rotor principal gira, el engranaje de la estrella lateral continúa, reduciendo el volumen inicial de la ranura y aumentando su presión en la ranura. Esto ocurre simultáneamente en los lados opuestos del rotor principal.

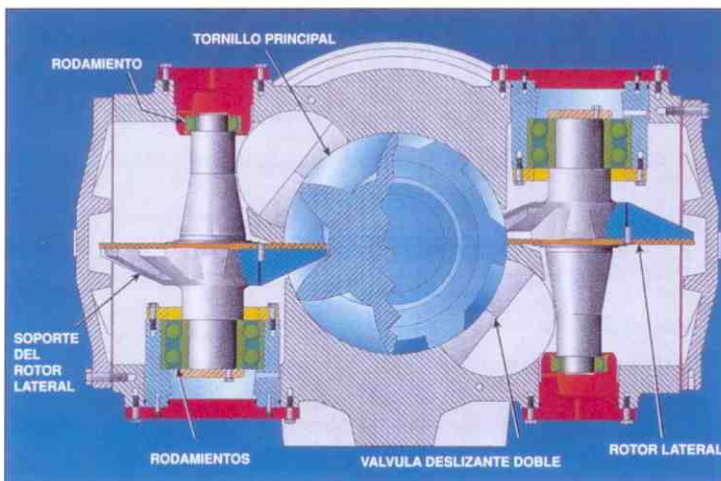
Finalmente, mientras el rotor principal sigue rotando hacia la conclusión del ciclo de compresión, la ranura se alinea al puerto de la carcasa en el lado de la descarga. El gas y cualquier líquido que se encuentre en la ranura son descargados radialmente a través del puerto hacia la cámara de descarga. Como hay seis ranuras en el rotor principal, el proceso de compresión ocurre simultáneamente seis veces en dos sitios por cada revolución del rotor. Una operación a 3600 RPM resulta en 21,600 golpes de compresión simultáneos en las ranuras superiores e inferiores por minuto y un flujo relativamente parejo del gas comprimido.

Carga Balanceada

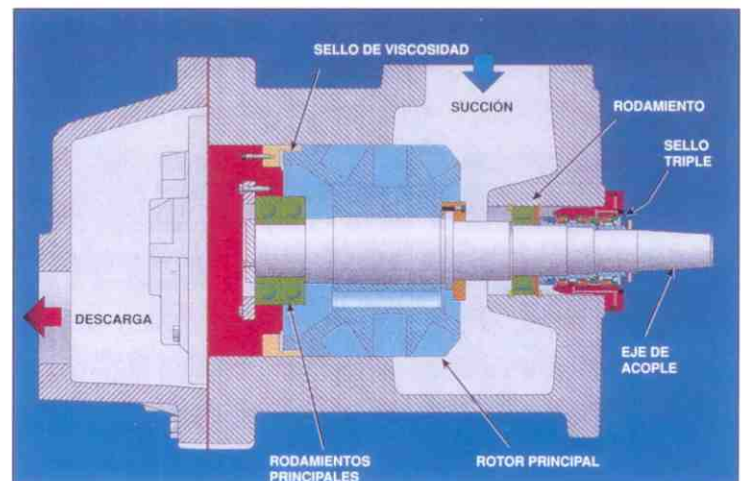
Una ventaja del compresor de tornillo sencillo es que no existen fuerzas netas radiales o axiales ejercidas en el rotor principal o en los componentes del eje de acople por trabajo de compresión. Como

el proceso de compresión ocurre simétricamente y simultáneamente en los lados opuestos del rotor, las fuerzas causadas por la compresión se cancelan. Las únicas cargas verticales ejercidas en los cojinetes del rotor principal son causadas por la gravedad. Debido a las características constructivas del sello de laberinto que tiene este compresor, el rotor principal solamente estará expuesto a la presión de succión. Esta presión de succión es ejercida en ambos lados del tornillo dando como resultado cargas axiales balanceadas.

El compresor de tornillo sencillo tiene una ventaja de diseño inherente la cual es la de cargas reducidas durante el proceso de compresión. Esto se debe a que el área del diente de la estrella lateral disminuye a medida que la presión del gas en la ranura se acerca a la presión de descarga. Cuando la estrella lateral se engrana por primera vez con el rotor principal el proceso de compresión comienza. A medida que la rotación continúa, el área del diente de la estrella lateral que está en contacto con el gas aumenta. La fuerza resultante crea las cargas axiales que son transmitidas a las estrellas laterales. Aproximadamente en la mitad del golpe, ó cuando el eje radial de un diente de la estrella lateral está en posición perpendicular al eje del rotor principal, el



El compresor standard de tornillo sencillo de Vilter (como se muestra en esta vista de fondo) consiste en dos estrellas laterales y un rotor principal. Todos los rodamientos son alimentados por aceite a presión.



Esta vista del corte transversal de un compresor Vilter de tornillo sencillo inundado en aceite ilustra los puertos de succión y de descarga así como también varios sellos y el eje de acople.

PROCESO DE SUCCION



A medida que la ranura aumenta hacia su máximo, el gas fluye hacia las ranuras abiertas.



Cuando la ranura alcanza su longitud máxima o su volumen máximo, la ranura es cerrada por el rotor lateral y es contenido dentro de la carcasa.

área máxima de este diente está expuesta al gas que está siendo comprimido.

Mientras el ciclo de compresión continúa, la presión dentro de la ranura aumenta pero el área del diente de la estrella lateral que está en contacto con el gas dentro de la ranura continúa disminuyendo. Las cargas disminuidas transmitidas a los componentes y a los rodamientos dan como resultado una mayor seguridad. Al final del golpe, el área del diente de la estrella lateral ha sido reducido a cero y al mismo tiempo este diente se desengrana del rotor principal.

Otra característica del diseño del compresor del tipo tornillo sencillo que aumenta su confiabilidad es que las cargas en el ensamble de las estrellas laterales están bien definidas y aisladas del rotor principal. Como los ensambles de las estrellas laterales son independientes y no interfieren con el resto del cuerpo del rotor principal, los rodamientos pueden ser dimensionados para una seguridad máxima.

PROCESO DE COMPRESION



El gas es atrapado en la ranura a la presión de succión.



Mientras el volumen disminuye, la presión en la ranura aumenta.



El gas continúa siendo comprimido hasta que alcanza el volumen mínimo y la presión máxima para la aplicación.

Sellamiento

El sello de la compresión se logra por medio de una combinación de precisión de las aberturas existentes entre la estrella lateral y el cuerpo del rotor principal. Esta abertura es sellada por medio del aceite lubricante

PROCESO DE DESCARGA



El gas en la ranura está a presión de descarga. El tornillo principal se alinea con el puerto de descarga en la carcasa y empuja el gas a través del puerto hacia la cámara de descarga.



Todo el gas que fue atrapado en la ranura es descargado. El volumen en la ranura se reduce a cero.

que se inyecta en esta zona del compresor. Este aceite debe además tener la viscosidad adecuada para lubricación de los rodamientos del compresor. El aceite es arrastrado dentro de la ranura durante el proceso de succión y además es inyectado en el rotor durante el proceso de compresión para maximizar el sellado.

Debido a la rotación del tornillo, la fuerza centrífuga impulsa el aceite inyectado hacia el volumen circunferencial del espacio entre el tornillo y la carcasa. Esto minimiza la fuga que se conoce como cascada. Una cascada se define como la fuga que existe desde la ranura de alta presión pasando la zona que separa las ranuras hacia la de baja presión que la sigue. Otro atributo inherente del diseño del compresor de tornillo sencillo es que la ranura tiene un área mayor hacia su descarga que en el centro de esta. Este atributo también minimiza la fuga del gas desde las áreas donde al gas está a mayor presión hacia las ranuras donde éste está a menor presión.

CONTROL DE CAPACIDAD



El volumen máximo del gas está atrapado en la ranura.



Aproximadamente 50% del volumen de la ranura está atrapado y puede ser comprimido.



Aproximadamente 20% del volumen de la ranura está atrapado y puede ser comprimido.

Otra área donde la fuga es minimizada es entre el lado de alta presión de la ranura hacia la parte posterior del rotor principal la cual está a la presión de succión. Este posible punto de fuga es sellado por medio de un sello hidrodinámico de no-contacto que se conoce por el nombre de sello de viscosidad ó por la fuerza opuesta por el gas que está siendo comprimido ó por un sello de laberinto.

Sistema de Sello del acople

Un sistema de sello del acople previene que ningún gas de proceso se escape hacia el medio ambiente alrededor del eje de acople del rotor principal. El compresor de tornillo inundado en aceite tiene dos tipos de sellos: El sello tipo standard de una sola cara ó el sello tipo de triple cara con capacidad de purga dependiendo de los requerimientos del proceso. La parte de carbón estacionaria del sello está sobre una película (capa) hidrodinámica de aceite en el anillo rotativo que está fijo en el acople. El triple sello opcional permite varias opciones incluyendo que una purga y una descarga sean conectadas a la carcasa por lo que le estaría añadiendo una seguridad secundaria durante la operación. La incorporación de este sello se muestra en el corte transversal del lado de gas inundado en aceite.

Diseño

Cada ensamble rotativo dentro del lado de gas tiene dos sets de rodamientos. Un compresor típico de tornillo sencillo inundado en aceite consiste en dos estrellas laterales y un rotor principal, cada uno teniendo un par de rodamientos de contacto angular para mantener la posición axial del ensamblaje y un cojinete de rodillos para soportar el lado opuesto. Todos los rodamientos son alimentados de aceite por presión. El aceite, cuando se drena de los rodamientos, es conducido hacia la succión del rotor principal y es descargado junto con el gas y el aceite inyectado. Como el rotor principal no tiene cargas excepto por la gravedad, los rodamientos se consideran sobre diseñados debido a que son determinados por el diámetro requerido por el eje de acople para los caballos de fuerza aplicados. El diseño del tornillo sencillo no limita los tamaños de los rodamientos para los soportes de las estrellas laterales. Como resultado, los rodamientos son optimizados para una confiabilidad máxima.

El diseño de válvulas deslizantes duales del compresor de tornillo sencillo Vilter

CONTROL DE RADIO DE VOLUMEN



El puerto de descarga se abre temprano en el ciclo permitiendo solamente una pequeña reducción en el volumen y un pequeño aumento en la presión.



El puerto de la descarga se abre mas adelante en el ciclo permitiendo una reducción significativa de volumen y un aumento significativo de presión.



La válvula deslizante y la situación resultante del puerto estan en su posición máxima dando como resultado una reducción máxima en el volumen y un aumento máximo en la presión de descarga.

CONTROL DE RADIOS DE CAPACIDAD Y DE VOLUMEN



La válvula de capacidad es calibrada para comprimir el máximo (100%) del volumen mientras la válvula de capacidad es calibrada para permitir un aumento mínimo en la presión de descarga.

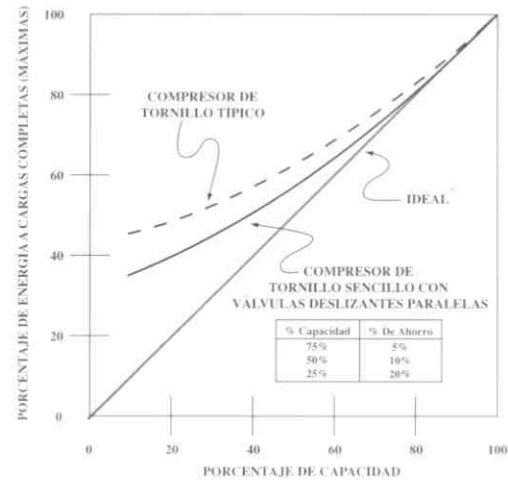


La válvula de capacidad es calibrada para comprimir el máximo (100%) del volumen arrastrado mientras que la válvula de volumen está calibrada para permitir un aumento máximo en la presión de descarga.

ofrece el nivel más alto de flexibilidad y una óptima operación en este tipo de compresores. Este diseño en realidad tiene dos válvulas deslizantes por lado de compresión en el lado del gas. Las dos válvulas deslizantes son conocidas comúnmente como válvula deslizante de capacidad y válvula deslizante de volumen. La válvula deslizante de capacidad se mueve entre posiciones de 20% a 100% de flujo para permitir que el compresor iguale los requerimientos de flujo del sistema. Mientras que índices de flujo mas bajos son posibles, no son recomendados debido a que esto reduce la cantidad de aceite que está fluyendo lo que puede resultar en sobrecalentamiento. La válvula deslizante de volumen permite que el puerto de descarga se situe en una posición óptima dependiendo de la posición de la válvula deslizante de capacidad y las propiedades del gas.

Una característica única de este diseño dual de válvulas deslizantes es que permite al compresor a arrancar completamente descargado. En esto se diferencia a cualquier otro compresor de tornillo. Cuando ambas válvulas deslizantes están en la posición abierta, un paso sin restricción de flujo a través del compresor es creado. Si por cualquier razón el lado del gas está completamente lleno de aceite, la posición de las válvulas deslizantes al momento del arranque permitirá que el aceite sea arrastrado hacia la descarga previniendo la posibilidad de una traba hidráulica. Las válvulas deslizantes también permiten la operación a radios extremadamente bajos, hasta 1.2. Sin embargo, los puntos de operación recomendados para una eficiencia óptima de diseño ocurre a radios de presión de 2.0 ó mayores. Debido a su diseño, los compresores de tornillo sencillos pueden operar más eficientemente y seguros y con presiones de succión más altas y radios

COMPRESOR DE TORNILLO SENCILLO VILTER FUNCIONAMIENTO A CARGAS PARCIALES



más bajos que otros tipos de compresores de tornillo.

Como las válvulas de capacidad y de volumen operan paralelamente, (no en serie como otros tipos de compresores de tornillo), una característica importante del compresor de tornillo sencillo es la habilidad de operar con eficiencia óptima a cargas parciales. Otros tipos de compresores de tornillo tienen válvulas duales deslizantes que operan en series. Esto dá como resultado que una de las válvulas deslizantes bloquee parte del puerto detrás de la otra válvula creando una restricción y una penalidad de desempeño a cargas parciales.

Conclusión

Los compresores de tornillo sencillos tienen muchos atributos de diseño que los hacen ideales para una gran variedad de aplicaciones de compresores de proceso. Estos atributos incluyen un alto nivel de seguridad y eficiencia, demostrada versatilidad y la habilidad para operar a un alto diferencial y presiones de descarga.

El compresor de tornillo sencillo tiene una historia comprobada de economía y servicio seguro en compresión de aire, aire acondicionado y en la industria de refrigeración. Hoy en día están proporcionando el mismo nivel de calidad de servicio a la industria petroquímica y la industria de proceso de alimentos.

* * * *

