

FACTORES QUE DEBE CONSIDERAR CUANDO SELECCIONE UNA BOMBA VIKING PARA LA MANIPULACIÓN DE LÍQUIDOS DE ALTA TEMPERATURA

Se ha encontrado un incremento en el número de aplicaciones de bombas que incluyen altas temperaturas. En Viking consideramos una aplicación que incluye altas temperaturas cuando la temperatura operativa se encuentra por sobre los 225°F.

Las bombas que se usan bajo temperaturas ambientales no se recomiendan que se usen bajo altas temperaturas sin algunas modificaciones.

Si no toma en cuenta algunos de los problemas que podrían resultar del uso de una bomba estándar o en “stock” en aplicaciones de altas temperaturas puede tener consecuencias desde menores a aquellas que comprenden la vida y miembros del cuerpo – juntas con fugas, mecanismos retenidos, partes rotas de la bomba, caja destrozada.

¿Por qué es necesario que un líquido se manipule bajo altas temperaturas?

Existen varias respuestas a esta pregunta:

- (1) El líquido es un sólido o semi-sólido bajo temperaturas ambientales; el calor permite que se mueva fácilmente o permite que se aplique, extienda, procese o utilice. Los materiales en esta categoría son asfaltos, melazas, brea para techos, sulfuro, plomo, anhídrido ftálico, etc.
- (2) El líquido es un proceso subproducto o se usa en un producto que usa calor como un catalizador para iniciar, sostener, acelerar o completar una reacción. Dichos líquidos incluyen a aquellos encontrados en las plantas de proceso de la soya (extracción de solvente), refinerías (descomposición, mezcla, combinación, destilación), asfaltos y almíbares (combinación y mezcla), etc., etc.
- (3) El líquido se usa para transferir el calor. Este tipo de aplicación se está haciendo muy popular así como la industria encuentra deseable para tener una fuente constante, dependiente, fácil de controlar y económica de calor con una respuesta rápida de temperatura. Las nuevas industrias tales como los fabricantes y moldeadores de plásticos, fabricantes de equipos para retirar la nieve, e industrias antiguas como los procesadores de alimentos, fabricantes de caramelos, fabricantes de químicos y farmacéuticos están encontrando la conveniencia de los líquidos de transferencia de calor a baja presión y altas temperaturas.

Las grandes empresas de químicos y petróleo producen muchos de los líquidos que se encuentran en la categoría de transferencia de calor y se comercializan bajo las marcas tales como Dowtherm (Dow Chemical), Therminol (Monsato), Mobiltherm (Mobil Oil) y Ucon (Union Carbide).

En esta carpeta, en lugar de cubrir los problemas particulares en la selección de las bombas para las aplicaciones específicas bajo altas temperaturas, explicaremos las diferentes partes y características de las bombas Viking y mostraremos que consideraciones son necesarias para las altas temperaturas.

PARTES METÁLICAS EXTERNAS

Las partes metálicas externas se consideran a aquellas que se encuentran (1) en contacto con el líquido en el interior y (2) expuestas a las condiciones ambientales en la parte externa.

Las partes metálicas externas incluyen el colector, caja, soportes (escuadras) o la manga del cojinete del rotor, el cuerpo de la válvula de escape, cubierta y tapa, la placa de cubierta del colector y la corona de junta. Los pines del engranaje y ejes podrían posiblemente incluirse en esta lista pero se cubrirán bajo otro título.

Al seleccionar un metal adecuado para las partes externas de la bomba para una aplicación bajo altas temperaturas debe considerar los siguientes factores:

- (1) Cambios dimensionales que ocurren como resultado de la expansión térmica
- (2) Resistencia a la corrosión
- (3) La temperatura práctica máxima para el uso en las bombas Viking se determina por la resistencia de choque térmico, pérdida de fuerza u otros factores.

La tabla 1 de la página 2, provee información relativa a estos factores para los diferentes metales que se usan comúnmente para las partes metálicas de las bombas bajo altas temperaturas.

Cambio dimensional

El cambio dimensional que resulta de la expansión térmica es un factor importante en la selección de un material para las partes metálicas externas por dos razones:

(A) *El efecto en los espacios libres dentro de la bomba
 El efecto en los diferentes encajes de interferencia usados en la bomba (por ejemplo el pin del engranaje en el colector, y el cojinete de la caja, soporte o manga del cojinete del rotor).
 Estos encajes de interferencias pueden incrementar o disminuir a temperaturas elevadas dependiendo de los ratios de expansión térmica de las diferentes partes.
 Por ejemplo, un pin de ratio de expansión bajo o mediano instalado en un colector con un ratio de expansión alto perderá su interferencia o "encaje" bajo alguna temperatura elevada definida. Véase la figura 2. En la práctica real, esta pérdida de encaje entre cualquier pin de engranaje y el colector, tomado de un grupo de sub-ensamblajes podría ocurrir en alguna parte del rango de temperatura en lugar que ocurra a una temperatura predecible debido a la variación en la interferencia inicial por las tolerancias de fabricación en las partes comprendidas.
 Un pin flojo puede forzarse que salga del colector ocasionando la falla de la bomba además permite que el líquido caliente se rocíe alrededor del área de trabajo. Deberá prestar atención a este problema de pérdida de encaje cuando considere un pin de carburo de tungsteno para altas temperaturas. Su coeficiente bajo de expansión, véase la Tabla 3 en la página 8, podría requerir un incremento en e el encaje de interferencia cuando se usa en las aplicaciones de alta temperatura. Si el ratio de expansión del pin es igual a o mayor que el del colector, el encaje de interferencia permanece igual o incrementa. Al considerar los metales que normalmente se usan para el colector y pin, no hay un incremento suficiente en el encaje de interferencia que ocasione que cualquiera de los metales se tensionen más allá de su límite elástico. El Boletín de Servicio de Ingeniería (ESB-3) muestra el límite de la temperatura operativa para los cojinetes de grafito de carbón de encaje a presión cuando se usan en varios modelos de bombas y con diferentes metales.
 Deberá considerar problemas similares de "encaje" cuando seleccione un cojinete para la caja, soporte o manga del cojinete del rotor. Si un cojinete se afloja o se tensiona más allá de su límite elástico normalmente resulta en un rápido desgaste y falla la bomba.

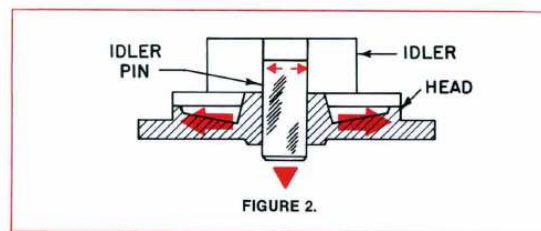
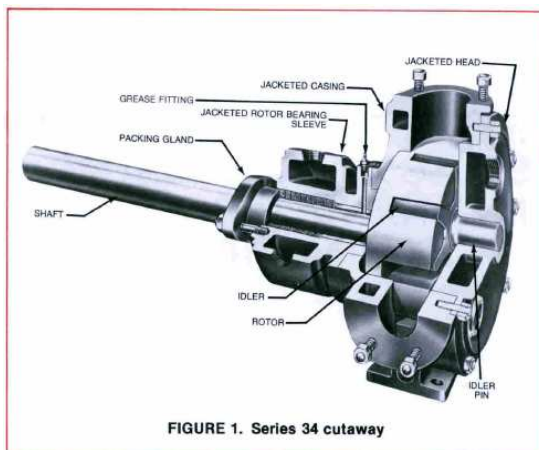


Tabla 1
Información sobre los metales importantes para la selección apropiada como partes metálicas externas para el servicio de altas temperaturas

Metal	Coeficiente de expansión térmica pulg/pulg/°F/10⁻⁵	Resistencia relativa a la corrosión	Temperatura máxima* práctica para su uso en las bombas Viking °F
Meehanite® Hierro fundido Código 100	6.5	Regular	650
Carbón bajo Acero fundido Código 271	7	Regular	800
Hierro dúctil Código 150	7	Regular	Como fundido (Perlita) 650°F Tratado al calor (Ferrítico) 800°F

* Viking Pump considera 800°F, ser la temperatura máxima de bombeo

Resistencia a la corrosión

Con pocas excepciones, un incremento en la temperatura hace que un líquido sea más activo en la corrosión. En algunas instancias un metal que es adecuado para el manipuleo de un líquido a temperatura ambiental sólo trabajará justamente cuando manipula el mismo líquido bajo altas temperaturas. Así, cuando trabaja bajo temperaturas elevadas,

* Los espacios libres se indicarán bajo el título "Espacios Extras".

sería mejor considerar un metal con un mayor grado de resistencia a la corrosión que lo que se requiere normalmente. Los términos en la tabla 1 se usan para proporcionar una indicación de resistencia a la corrosión y son, por supuesto, sólo relativos pero pueden explicar por qué algunas veces es necesario usar un metal diferente y generalmente más caro que lo que se ha determinado como necesario.

Límites de Altas Temperaturas

Los límites de altas temperaturas que se dan en la Tabla 1 son aquellas que se usan por Viking. Se basan en el uso actual, experiencia, pruebas de laboratorio y una extensiva investigación por la Sección de Metalurgia de Viking en la información contenida en numerosos artículos publicados sobre las propiedades de las altas temperaturas de los diferentes metales.

El uso del hierro fundido se limita a las aplicaciones de 650°F y por debajo debido a la baja resistencia a la falla por choque térmico.* Tenemos en registro un número de bombas de hierro fundido que trabajan satisfactoriamente en el rango de 550-650°F.

Ya que el hierro fundido dúctil tiene un límite de 650°F, por las características del choque térmico. El acero y los hierros dúctiles tratados, todos tienen propiedades útiles por sobre nuestro límite Viking de 800°F.

PARTES METÁLICAS INTERNAS

Para los propósitos de esta carpeta el rotor y engranaje, figura 1, son las únicas partes metálicas internas que se consideran.

Generalmente la selección del metal para las partes internas se basan sobre las mismas consideraciones (véase Tabla 1), como aquellas comprendidas en la selección de las partes metálicas externas.

Así como con la caja o soporte, la selección del material del engranaje debe tomar en cuenta el coeficiente de expansión para prevenir la "pérdida de encaje" entre el engranaje y el cojinete y sobre tensionar el material del cojinete. Esta consideración es aún más crítica con el engranaje y el cojinete ya que se encuentran operando a una temperatura aún más alta que la caja o soporte y cojinete.

En varias instancias se requiere el uso de un engranaje y/o rotor de un metal diferente al usado para las partes externas de la bomba.

Para una aplicación por sobre los 650°F que requiere una bomba con partes exteriores de acero o hierro dúctil puede considerar el uso del hierro fundido para el interior si la probabilidad de un choque térmico interno (una bomba fría con un flujo interno rápido de líquido caliente) es remota. Las ventajas del uso del hierro fundido podrían ser 1) menos caro, 2) entrega más rápida de las partes de repuesto, y 3) con las partes externas de acero menor espacios extras debido a una menor tendencia a las rozaduras y así una mejor capacidad.

El uso de las partes internas de acero templado con las partes externas de hierro fundido se justifica en una bomba usada para manipular un líquido abrasivo de alta temperatura tal como el asfalto de relleno.

Cuando use diferentes metales para las partes internas y externas de la bomba, debe considerar cualquier diferencia en los ratios de expansión térmica. Los espacios extras adicionales pueden ser necesarios para compensar la diferencia en los ratios de expansión.

COJINETES

Los cojinetes de forros (forros o cojinetes) en las bombas Viking son los engranajes y los soportes del cojinete. Según el modelo, el cojinete del soporte podría ser la caja o el cojinete del forro del rotor. Véase la figura 3.

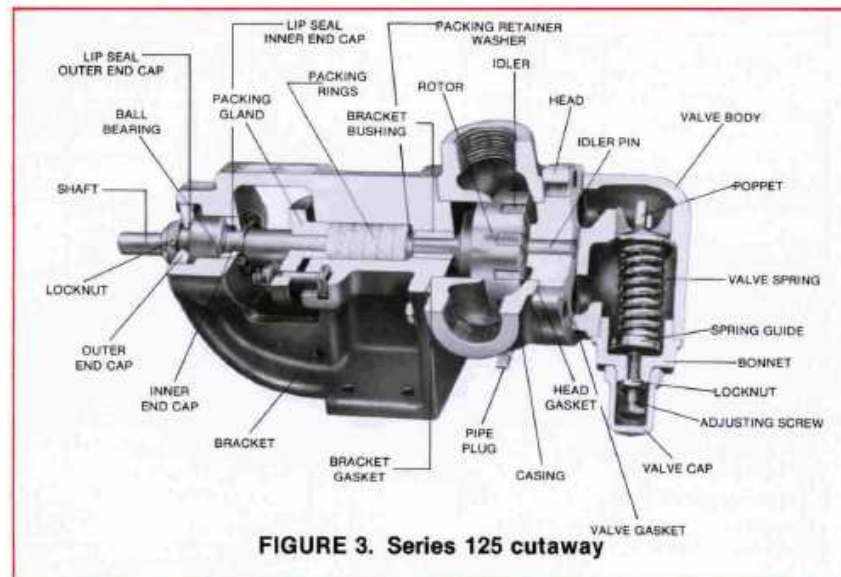
El cojinete del engranaje es la parte más crítica de los dos. Comparado al cojinete del soporte, trabaja más rápido, tiene una carga más pesada, se encuentra en un área más caliente y tiene menor oportunidad de una fuente externa de lubricante que permanezca en la superficie del cojinete. Si un material serviría como un cojinete del engranaje sería adecuado para el cojinete del soporte. En muchos casos pueden usarse materiales menos caros para el cojinete del soporte.

En general, los cojinetes de forros usados en los engranajes internos, las bombas deben auto lubricarse, compatible con el líquido que se bombea, lo suficientemente fuerte para instalarse fácilmente, y llevar la carga requerida, menos costoso, buenos conductores de calor, y lo suficientemente duro para resistir cualquier abrasivo del líquido que se bombea. Estos son los requerimientos para los cojinetes que se usan en las bombas que operan a temperaturas

* El Choque térmico ocurre cuando hay cambios repentinos en la temperatura del metal en la bomba, por ejemplo, una bomba que manipula aceite caliente se rocía con un chorro de agua durante un fuego o al limpiarla, o un líquido precaliente se deja en la bomba en el arranque.

ambientales. Combine los requerimientos de arriba al agregar las complicaciones que pueden ocurrir debido a las altas temperaturas, por ejemplo, la pérdida de tensión, pérdida de componentes (transpiración del plomo), aplastamiento o pérdida del encaje o espacio libre por el coeficiente de las diferencias de expansión térmica, choque térmico, y el problema de selección del mejor material de los cojinetes para una aplicación de alta temperatura llega a ser uno de los compromisos que debe realizar.

De las complicaciones que se agregan a la selección del cojinete debido a la alta temperatura, probablemente lo más importante y lo menos entendido es aquel que se trata sobre cualquier diferencia entre las características de expansión térmica del material del cojinete y el material del engranaje o soporte.



Un material como el bronce, con un coeficiente relativamente alto de expansión térmica, cuando se instala como un cojinete en el engranaje o soporte de un material como el hierro con un coeficiente medio, tiene una temperatura finita en el que las tensiones comprensivas en el cojinete ocasionadas por la interferencia del encaje a presión inicial y la diferencia de los ratios de expansión exceden el límite elástico del material del cojinete. El resultado es la deformación plástica o el ceder del cojinete el cual se aflojará en el engranaje o soporte cuando se enfríe.

Por el contrario, cuando un material del cojinete tal como el grafito de carbón con un coeficiente bajo se usa en un engranaje de hierro, allí existe una temperatura finita en el que ocurre una pérdida de la interferencia de encaje a presión, teniendo como resultado que el cojinete se afloja.

Se puede usar los encajes de reducción con los materiales para los cojinetes como el grafito de carbón para incrementar el encaje de interferencia más allá de lo posible que el encaje a presión. Los encajes por reducción pueden realizarse al usar los engranajes o soportes con agujeros reducidos o al usar cojinetes grandes en su diámetro exterior. El procedimiento para instalar el cojinete es calentar la parte del metal a una temperatura elevada para expandir el agujero y luego instalar el cojinete frío en él o por medio de un encaje a presión ligero. Esta operación es cara, de alguna manera peligrosa y existe un límite práctico de la cantidad de encaje por reducción que puede usarse sin exceder la tensión comprensiva del material del cojinete. Refiérase al ESB-3.

Los problemas del cojinete como la deformación plástica y la pérdida de encaje se componen por las tolerancias de fabricación necesarias en el diámetro exterior del cojinete y diámetro interior del agujero así como el hecho que muchos materiales muestran puntos de rendimiento bajo temperaturas elevadas.

El problema de proveer espacios extras en los cojinetes con coeficientes altos y bajos se explica en "Espacios Extras". La Tabla 2 provee información sobre muchos de los materiales considerados por Viking para su uso como cojinetes para el servicio bajo altas temperaturas.

Cualquier cojinete de forro trabajará mejor y durará más si se encuentra bien lubricado. Hay varias formas de que el lubricante llegue a los cojinetes del engranaje y soporte. Una forma es permitir que el líquido bombeado sirva como lubricante. Esta es la manera más fácil, pero si el líquido es muy delgado podría no haber una tensión de película suficiente para soportar la carga. Parece lógico introducir una fuente externa de lubricante tal como una grasa de alta temperatura. Algunas de las aplicaciones serán tan calientes que la grasa no tendrá mucho valor como lubricante. Otras aplicaciones no podrán tolerar la contaminación. Otra manera de asegurarse que llegue el líquido a la superficie del cojinete del engranaje es taladrar el cojinete entre los dientes del engranaje de tal manera que el líquido bombeado ingrese a través de estos agujeros como una malla de los dientes del engranaje y rotor. Este método de lubricación se usa frecuentemente con los líquidos tales como asfalto en donde el líquido puede tener una tendencia de sedimentarse en el pin del engranaje si es que no hubiera un flujo positivo hacia esta superficie. Esto no puede realizarse con aquellos materiales para cojinetes tales como el carburo de tungsteno que no pueden taladrarse.

Otra manera de asegurar que el flujo del líquido pase a través del cojinete del engranaje es llevando el líquido desde el puerto de descarga a través del pin del engranaje hacia el área del engranaje. Esto puede realizarse ya sea internamente o externamente. Una forma adecuada pero cara de lubricar ambos, los cojinetes del engranaje y del soporte es la inyección de un suministro frío del líquido bombeado. Esto requiere de una fuente externa de suministro y un medio para presurizarlo, posiblemente con otra bomba.

Si ninguna de las formas sugeridas para lubricar el cojinete es factible, tendrá que seleccionar el grafito de carbón ya que es superior por ser un material auto lubricante.

Tabla 2 Información sobre los materiales de los cojinetes usados para el servicio de altas temperaturas						
Material del cojinete	Coefficiente de expansión térmica pulg/pulg/°F/10 ⁻⁶	Dureza, promedio bajo temperatura ambiental	Propiedades de auto lubricación	Resistencia relativa a la corrosión	Temperatura máxima* práctica para su uso en las bombas Viking °F	Comentarios
Cojinete de bronce 80-10-10 Código 454	10.3	65BHN (500Kg)	Bueno	Regular	450	Material para cojinete más comúnmente usado en Viking
Meehanite® Hierro fundido Código 100	6.5	160BHN (3000Kg)	Malo	Regular	650	Requiere una capa nueva. Tiene poca capacidad de transporte de carga
Carburo de tungsteno Código 765	8	91RA (70 + Rc)	Regular	Muy bueno	800	Normalmente requiere un encaje por reducción para el servicio de altas temperaturas. Material estándar para cojinetes en las bombas de líquido abrasivo
Cerámico Código 930	8	9 Escala Moh	Muy malo	Muy bueno	800	Baja resistencia al choque térmico. Normalmente requiere encaje por reducción para el servicio de altas temperaturas
Grafito de carbón Código 880	8	70-100 escleroscopio	Excelente	Excelente	800	Material estándar para cojinetes en las bombas de aleación. Material usado más frecuentemente en las bombas que manipulan líquidos de transferencia de calor
Grafito de carbón (alta temperatura) Código 882	3	70-100 escleroscopio	Excelente	Excelente	800	El grafito de carbón se usa cuando se requiere un cojinete con encaje por reducción (Véase ESB-3)

* Viking Pump considera 800°F, ser la temperatura máxima de bombeo

PINES DEL ENGRANAJE

En la bomba Viking el pin del engranaje, véase Figura 3, es una de las partes funcionales más importantes que encontrará en todo el ensamblaje. Los factores que debe considerar cuando seleccione un pin de engranaje son:

1. Tensión y dureza bajo temperaturas ambientales
2. Retención de la tensión y dureza a temperaturas elevadas
3. Características de la expansión térmica del material del pin
4. La resistencia de corrosión del material del pin
5. Maquinabilidad
6. Costo total

La retención de la dureza al calor es un factor importante cuando se considera un material para el pin del engranaje debido a la relación entre la dureza al calor y la resistencia al desgaste. Las altas cargas del cojinete, la velocidad relativamente alta del engranaje (el engranaje gira más rápido que el rotor por el ratio del número de dientes) y la casi completa falta del valor de lubricación de muchos líquidos bajo altas temperaturas todo esto requiere la necesidad de un material resistente al desgaste para el pin.

El uso de un material del pin del engranaje que tiene un coeficiente de expansión térmica diferente de aquel material en el colector resultará en un incremento o disminución en el encaje de interferencia entre el colector y el pin. Una disminución en esta interferencia puede resultar en la pérdida del encaje con un pin flojo o fuga a lo largo del pin puede llegar a ser una posibilidad que debe tener en cuenta. En las bombas que tienen placas de los colectores forradas y utilizan vapor presurizado como un agente de calor, puede ocurrir la fuga del vapor a lo largo del pin del engranaje hacia la bomba.

Los espacios apropiados entre los cojinetes del pin del engranaje y el engranaje son muy importantes. Los diferentes ratios de expansión de las diferentes partes incluidas (pin, engranaje, y cojinete de engranaje) pueden requerir la modificación del diámetro interno del cojinete para proveer un espacio libre apropiado bajo altas temperaturas. Esto se cubre mejor en “Espacios Extras”.

La resistencia a la corrosión del material del pin del engranaje debe ser igual a, o mejor que las otras partes de la bomba debido a la parte crítica que el pin desempeña en la operación exitosa de la bomba. Debemos repetir que la actividad corrosiva de un líquido generalmente se acelera bajo altas temperaturas.

Los pines del engranaje pueden suministrarse en una variedad de configuraciones en las bombas Viking dependiendo de alguna forma del tamaño de la bomba, modelo de la bomba y el material del pin. Los ejemplos de los diferentes tipos son: plano-recto, recto externamente lubricado, recto internamente lubricado, plano escalonado, escalonado externamente lubricado y escalonado internamente lubricado. Debido a la dificultad de la maquinabilidad de los materiales bastantes duros de los pines (carburo de tungsteno, Stellites), estos pines generalmente se suministran sólo en una configuración plano - recto. La selección de los pines con características de diseño tales como los agujeros de lubricación, ranuras y pasos deben restringirse a los materiales que pueden trabajarse, consecuentemente deben tratarse al calor para obtener la dureza requerida y luego rebajar hasta el tamaño final.

La tabla 3 proporciona una comparación de las propiedades de muchos de los materiales para los pines de engranaje usados actualmente por las Bombas Viking.

La revisión de la tabla revela que ningún material es ideal para cada uno de los aspectos de un pin de engranaje. Por ejemplo, la economía y el ratio de expansión térmico de un pin 291 debe descontarse cuando la dureza al calor y la resistencia a la corrosión son factores determinantes. Por otro lado, un pin de carburo de tungsteno que podría tener la dureza al calor y resistencia a la corrosión necesaria podría tener un ratio bajo de expansión térmico lo que podría ocasionar la pérdida de encaje entre el colector y el pin bajo altas temperaturas. Posiblemente el uso de 760Stellite podría representar un compromiso.

Tabla 3 Información sobre los materiales de los pines del engranaje usados para el servicio de altas temperaturas							
Material del pin de engranaje	Coefficiente de expansión térmica pulg/pulg°F/10 ⁻⁴	Dureza, promedio bajo temperatura ambiental	Retención de dureza bajo altas temperaturas	Resistencia relativa a la corrosión	Maquinabilidad	Temperatura máxima* práctica para su uso en las bombas Viking °F	Comentarios
Acero de carbón Templado por inducción Código 291	7	62 Rc	Malo	Malo	Bueno (antes del tratamiento de templado)	450	Material para pin de engranaje más comúnmente usado en Viking. Algunos tamaños más grandes podrían usar el código 281
Nitralloy Código 321	7	92 R15N (66Rc Min)	Muy bueno	Regular	Bueno (antes del tratamiento de templado)	800	Material para los pines de engranaje usado más frecuentemente para altas temperaturas sobre los 450°F.
Inoxidable 440C Templado Código 671	5.6	55Rc	Bueno	Bueno	Regular (antes del tratamiento de templado)	800	Usado cuando se requiere algún grado de resistencia de corrosión en altas temperaturas
Acero inoxidable cubierto Código 634	9	58Rc	Muy Bueno	Bueno	Malo – acabado sólo puliendo	800	Buena resistencia a la corrosión además de buen templado al calor
Stellite #93 Código 761	6	58Rc	Muy Bueno	Bueno	Malo – acabado sólo puliendo	800	Buena resistencia a la abrasión además de buen templado al calor
Carburo de tungsteno Código 765	3	91 RA (70 + Rc)	Excelente	Muy bueno	Muy malo – acabado sólo puliendo con diamante	800	Usado cuando no hay otro material que resista el desgaste. Requiere de un encaje por reducción

*Viking Pump considera 800°F, ser la temperatura máxima de bombeo

EJES

Los mismos factores se consideran en la selección del material del eje así como se considera en la selección del material del pin del engranaje, véase “Pines de Engranaje”. Diferentes énfasis se da a los diferentes factores ya que el eje funciona de alguna manera bajo condiciones diferentes.

La dureza al calor, lo más importante cuando considera el material del pin del engranaje, no es de mucha preocupación que cuando considera el material del eje ya que (1) el factor PV (carga del cojinete y velocidad de la superficie) no es tan alta, (2) la temperatura en el cojinete del soporte del eje (podría ser la caja o también el cojinete del forro del rotor) es de alguna forma menor que la del cojinete del engranaje en donde debe operar el pin del engranaje, (3) el desgaste ocurre en toda la circunferencia del eje en lugar de una locación así como en el pin del engranaje y (4) porque frecuentemente es más fácil obtener lubricación externa para el área del cojinete del soporte.

La consideración de las características de la expansión térmica es tan importante en la selección del material para el eje así como para el pin del engranaje, posiblemente mayor. Existe la posibilidad de pérdida de encaje de interferencia entre el eje y el rotor. Si el rotor es de un material que se expande más rápido que el material del eje, algunas veces es necesario ajustar mecánicamente los dos con pines cruzados, tornillos, etc., o realizar un encaje por reducción del rotor

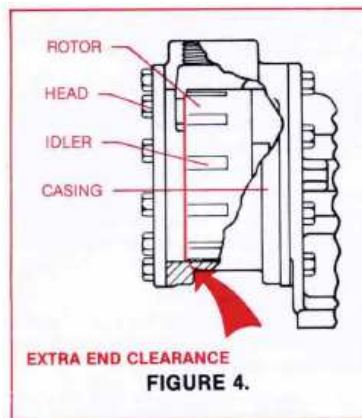
en el eje. También existe la posibilidad de la pérdida del espacio libre del extremo, véase Figura 4, entre el extremo de los dientes del rotor y el colector. El eje podría expandirse más que el resto de la bomba debido a su alto coeficiente de expansión o por recoger calor adicional a través del área de la prensaestopas. Si esto ocurriera el eje anclado en un extremo con un cojinete de empuje forzaría el rotor hacia el colector, disminuyendo el espacio libre del extremo. Esto podría progresar a un punto en donde la bomba se forzaría y detendrá o los metales se “contraerán”.

La resistencia a la corrosión del material del eje debe ser normalmente similar a aquella del pin del engranaje. En estos casos en donde el líquido que se fuga a través del prensaestopas llega a ser más corrosivo y se diluye por las condiciones ambientales, o en donde la bomba se ubique en una atmósfera corrosiva, podría requerirse el uso de un material para el eje que sea más resistente a la corrosión que el material en el pin del engranaje.

Ya que la maquinabilidad del eje, particularmente en las bombas Viking de trabajo fuerte, incluye girar, fresar, pulir y algunas veces taladrar, la condición de la maquinabilidad del material seleccionado para el eje es de suma importancia. Este factor elimina la consideración de dichos materiales como el Stellite y el carburo de tungsteno ya que ellos sólo pueden terminarse al pulirse. Es por esta necesidad de maquinabilidad del material del eje que se requiere ocasionalmente, si se requiere una superficie dura, considerar un material que pueda endurecerse después de la maquinabilidad.

Tabla 4 Información sobre los materiales de los ejes usados para el servicio de altas temperaturas						
Material del eje	Coefficiente de expansión térmica pulg/pulg/°F/10 ⁻⁴	Dureza, promedio bajo temperatura ambiental	Resistencia relativa a la corrosión	Maquinabilidad	Temperatura máxima* práctica para su uso en las bombas Viking °F	Comentarios
Acero 1040 Código 260	7	215 BHN (3000Kg)	Regular	Bueno	800	Material para el eje más comúnmente usado para altas temperaturas
Nitralloy Código 321	7	92 R15N (66 Rc Min)	Regular	Bueno (antes del tratamiento de templado)	800	Material más duro para el eje disponible para el uso en las bombas de Viking
Níquel, cromo, acero moli Tratado al calor Código 305	7	300 BHN (300 kg) (32 Rc)	Regular	Regular	800	Usado cuando se requiere mayor tensión
Inoxidable 410 Tratado al calor Código 651	5.6	250 BHN (3000 kg) (25 Rc)	Bueno	Regular	800	Usado cuando se requiere algún grado de resistencia a la corrosión
Inoxidable 316 Tratado al frío Código 640	9.5	290 BHN (3000 kg) (31 Rc)	Excelente	Malo	800	Usado cuando se requiere una resistencia máxima a la corrosión

* Viking Pump considera 800°F, ser la temperatura máxima de bombeo



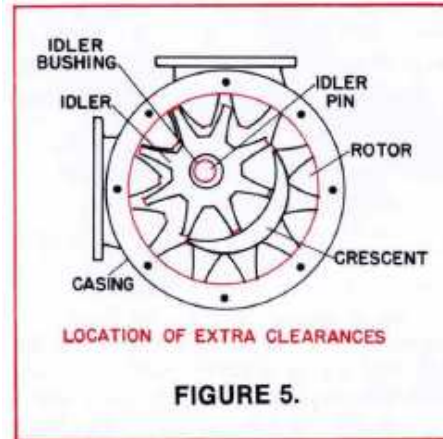
La tensión física del material del eje es la principal preocupación. El diseño básico del eje en las bombas Viking se basan en las físicas de los materiales estándares del eje además de un factor considerable de seguridad. Las características físicas de los materiales del eje que se usan normalmente cambian muy poco dentro de las limitaciones presentes normales de las altas temperaturas de las bombas Viking desde los 225° a 800°F. Así, la tensión del material del eje no es de preocupación real con excepción de las aplicaciones inusuales, y luego sólo cuando las características de la aplicación diferentes a las altas temperaturas, es decir, viscosidad, velocidad o presión se aproximan a los límites de las capacidades de la bomba.

La Tabla 4 proporciona una comparación de las propiedades de muchos de los materiales del eje que ahora usan las bombas Viking en las aplicaciones de alta temperatura.

En muchos casos el eje básico de acero SAE1045 usado en las bombas estándares y de trabajo fuerte es el adecuado para las aplicaciones que incluyen altas temperaturas.

ESPACIO EXTRA

Las bombas Viking, como todas las bombas giratorias de despliegue positivo, requieren cantidades finitas de espacio libre entre las partes giratorias y estacionarias para la operación apropiada. Los espacios libres estándares se han establecido por muchos años de experiencia y han probado ser lo suficientemente cerca para tener como resultado características excelentes de rendimiento de las bombas y lo suficientemente libres para asegurar el cambio de las partes, fabricación económica y falta de interferencia o unión. Para asegurar estos espacios libres estándares, las partes de la bomba se fabrican con dimensiones básicas, estándares y de tolerancias.



La locación, véase la Fig. 5, tipo y magnitud de estos espacios libres dependen de muchos factores. El diseño básico de la bomba, servicio planeado normal, grado de control de tolerancia que se realiza en las operaciones de producción en masa, las posibles distorsiones incluidas por el montaje, tubería, fuerzas hidráulicas internas y liberación de tensión por el envejecimiento de la fundición, son pero unos cuantos de los factores que afectan el establecimiento de los espacios libres en una bomba giratoria.

Las desviaciones, tamaño excesivo o menor, de las dimensiones básicas estándares se denominan “espacios extras” y se aplican a las partes de una bomba dada para una o más de las siguientes u otras consideraciones:

1. Alta temperatura de operación
2. Alta viscosidad
3. Alta velocidad de operación
4. Características de rozaduras o tamaño de los materiales de construcción
5. Tendencias de sedimentos del líquido que se bombea.

Los materiales comunes de la construcción de la bomba muestran la propiedad de expansión en largo y volumen cuando se incrementa a una temperatura alta. Esta propiedad se conoce como la expansión térmica. Para un material específico, la proporción del cambio en longitud por unidad de largo por cada grado de incremento de temperatura se llama el coeficiente de expansión térmico. Este coeficiente se expresa normalmente en Fahrenheit, o pulg/pulg/°F. Los valores promedio de este coeficiente, sobre un rango útil de temperatura, varían desde .000003 a .000011 pulg/pulg/°F para los materiales comúnmente usados en las bombas Viking.

Bajo altas temperaturas, ocurren cambios dimensionales en las diferentes partes de la bomba hasta el punto que se requieren espacios libres sobre y debajo de los espacios libres estándares. Estos espacios libres extras se requieren para aplicaciones bajo altas temperaturas por dos razones básicas:

1. Una diferencia de expansión debido al uso de materiales que tienen diferentes coeficientes de expansión térmica.
2. Una diferencia de expansión debido a las dos partes que tienen el mismo material pero bajo diferentes temperaturas.

En las bombas Viking, varían las siguientes dimensiones, como se indica, para cambiar los espacios libres para un servicio bajo altas temperaturas:

1. Agujeros de los cojinetes – aumentó
2. Diámetro interno del rotor – aumentó
3. Diámetro externo del engranaje – disminuyó
4. Espacio del extremo – aumentó

Las figuras 4 y 5 muestran las partes correspondientes y locaciones de los espacios extras. Los espacios extras se requieren para los agujeros de los cojinetes en los siguientes casos:

Caso 1. Para prevenir que el eje del rotor o el pin del engranaje de ratio medio de expansión térmica se ajuste o cambie de tamaño en un cojinete de ratio bajo de expansión térmica.

Cuando un cojinete con ratio bajo de expansión térmica (por ejemplo, grafito de carbón) se instala en un engranaje o soporte de ratio medio a alto de expansión térmica (hierro, acero, acero inoxidable 360) el cojinete se encuentra libre para expandirse a su propio ratio ya que el material de la caja se expande a un ratio mayor. Un pin de engranaje o eje de rotor de ratio medio a alto de expansión térmica, que trabaja con el cojinete es libre de expandirse. Hará esto hasta que el espacio normal se reduzca al punto en donde la inadecuada lubricación ocasione una aceleración en el calentamiento. El resultado es la unión o detención del cojinete por el pin del engranaje o en el eje del rotor.

Caso 2. Para prevenir que un cojinete de ratio alto de expansión térmica cambie de tamaño en el eje del rotor o pin del engranaje debido a (a) la expansión del eje o pin y (b) la limitación de la expansión del cojinete cuando se instala en una caja con un material de ratio menor de expansión térmica.

Una cojinete con un ratio alto de expansión térmica (por ejemplo, bronce) instalado en un engranaje o soporte con un ratio medio de expansión térmica (hierro fundido, acero, hierro dúctil) limitará su libre expansión por la caja y así el agujero del cojinete no será tan grande bajo altas temperaturas como un cojinete libre de tamaño original y material idéntico. Según las combinaciones de los materiales el tamaño del agujero del cojinete bajo altas temperaturas podría ser el mismo o casi el mismo como el que se encuentra bajo temperaturas ambientales. El eje del rotor operando en el cojinete o pin del engranaje sobre los cuales opera el cojinete se encuentra libre para expandirse y lo hará hasta que se reduzca el espacio normal disponible bajo temperaturas ambientales hasta tal punto que exista una lubricación inadecuada, creando calor adicional, mayor expansión y desgaste eventual drástico y/o detención y falla de la bomba.

En ambos casos la respuesta a estos problemas es proporcionar un espacio libre extra en el ensamblaje para asegurar la operación apropiada a temperaturas operativas.

El espacio extra se aplica al diámetro externo del rotor por dos razones. Lo primero es lo mismo que para el diámetro interno del rotor u el diámetro externo del engranaje a excepción del diámetro externo del rotor que ya que presionará o golpeará el agujero de la caja en lugar de la parte curva del colector. Lo segundo es que mientras que el rotor depende de la temperatura real del fluido bombeado y se expande como corresponde, la caja depende del efecto de enfriamiento debido a su ambiente externo. Por esta razón la caja depende de un grado térmico y se expande menos que el rotor. Además el espacio extra del diámetro externo del rotor acomoda una expansión rápida del rotor cuando el líquido caliente se introduce en la bomba fría.

El espacio extra del extremo se requiere para proporcionar la expansión de las diferentes partes, previniendo la detención y desgaste a temperaturas elevadas. Las bombas de trabajo duro tienen el eje del rotor limitado externamente de la zona de bombeo. El incremento de la longitud del eje desde el cojinete del engranaje hacia el rotor, como se indica en "Ejes", requiere un espacio extra de extremo. Esto es cierto espacialmente cuando los ejes del rotor se encuentran hechos de materiales que tienen un ratio relativamente alto de expansión térmica tales como el acero inoxidable 316 usado en las bombas series 724 y 4724. Las bombas de propósito general, sin control de engranaje, generalmente requieren menos espacio extra debido a la falta del límite del eje.

La cantidad real del espacio extra se determina por el tamaño de las partes de la bomba, materiales de construcción y temperatura operativa.

Como se ha mencionado, existen factores diferentes a las altas temperaturas (alta velocidad, viscosidad, etc.) cuando se requieren espacios extras. Debe indicarse que cuando existe una combinación de estos factores en una aplicación dada de la bomba, el factor que requiere los valores más grandes de espacios extras determina que espacios extras se usan en la bomba. Los espacios extras requeridos para cada factor no se acumulan o agregan.

Ciertas bombas de aleación presentan problemas especiales y reciben consideración especial cuando se especifica para las aplicaciones a altas temperaturas debido a la práctica de usar los espacios seleccionados e incrementados a temperaturas ambientales para prevenir las rozaduras o detenciones de las diferentes partes.

SELLOS MECÁNICOS

Los sellos, como los llamaremos en este texto, son mecánicos o sellos frontales, en lugar de sellos lubricantes o de borde. Por supuesto, su propósito es prevenir la fuga a lo largo del eje del rotor.

Los sellos se usan cada vez más en Viking desde hace 25 años. Ahora se usan en aproximadamente el 45% en todas las bombas Viking construidas.

Los sellos tienen diferentes ventajas para los empaques:

1. Son virtualmente libres de fugas, esto conserva el producto, reduce el desorden, reduce la corrosión, elimina los posibles daños a la salud.

2. No requieren de atención y ajuste frecuente
3. No requieren lubricación externa
4. Podrían, en algunos casos, ser menos caros
5. Reduce las fugas internas de aire en las aplicaciones al vacío.
6. Elimina el desgaste del eje

Los sellos tienen algunas desventajas

1. Cuando un sello falla, algunas veces la fuga es copiosa, y podría requerir la detención inmediata de la bomba.
2. Algunas veces es necesario desensamblar completamente la bomba para cambiar o reparar un sello
3. La selección de un tipo y material del sello para usarlo en una bomba o línea de bombas determinadas para una variedad amplia de servicios es difícil y de repente imposible
4. Para las condiciones inusuales o severas de operación, un sello puede ser muy caro, algunas veces excede el costo de la bomba
5. La operación exitosa depende de un considerable equipo auxiliar, por ejemplo, líneas de desagüe, sistemas de presurización, líneas de enfriamiento, etc.

En casi todos los sellos mecánicos hay cinco partes básicas: Asiento del sello, junta del asiento del sello, anillo de sello giratorio, miembro de sellado del eje, y resorte. Véase Figura 6.

En algunos casos se usa también un medio positivo de manejar el anillo de sellado giratorio.

Cada una de estas partes o componentes toma muchas formas y materiales diferentes según el tipo del sello, aplicación y el abastecedor.

Véase AD-17 para una explicación general de los sellos mecánicos.

Locación del sello dentro de la bomba

En la línea de bombas de trabajo pesado hay tres locaciones prácticas para el sello. La más común es entre el rotor y el soporte o cojinete de la caja como se muestra en las figuras 6 y 7. En este punto, las temperaturas de la bomba son las mismas que las del fluido bombeado; así, con un sello en esta locación una bomba no puede manipular un líquido más caliente que los materiales del sello puedan soportar.

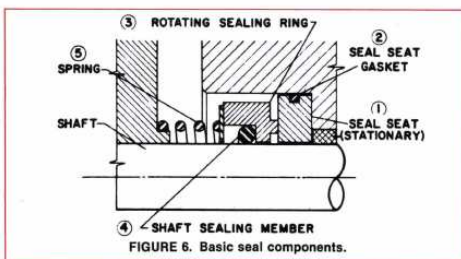


FIGURE 6. Basic seal components.

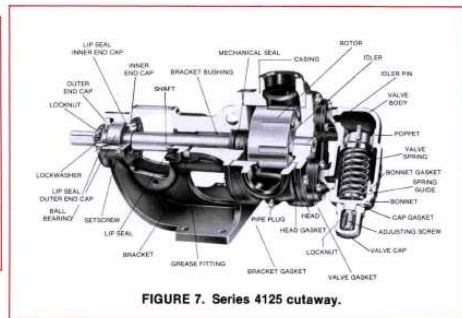


FIGURE 7. Series 4125 cutaway.

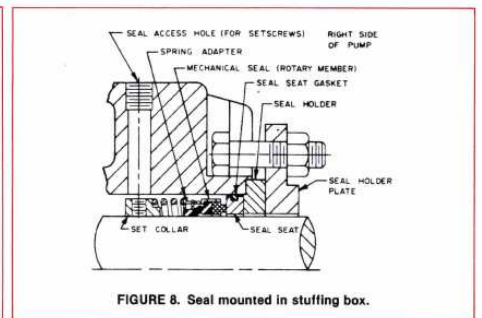


FIGURE 8. Seal mounted in stuffing box.

Una segunda locación se encuentra en el prensaestopos, véase figura 8. Esta locación se requiere desde el punto de vista de colocar el sello lejos del calor del líquido bombeado. Una ventaja adicional es la facilidad de enjuagar, enfriar y templar. Las desventajas que resultan de colocar un sello en esta locación son menores pero deben tomarse en cuenta.

La circulación alrededor del sello se encuentra limitada ya que el líquido no tiene salida en el prensaestopos, en algunos modelos se requieren modificaciones del eje, y es necesario confrontar el extremo del prensaestopos y taladrar y tapar los agujeros en la caja o soporte para proveer acceso para los tornillos del mecanismo del sello. Puede usarse una tubería para enjuague para que circule el líquido para sellar el área cuando se bombean líquidos que tienden a solidificarse.

Una tercera locación para el sello es básicamente la misma que la segunda con la excepción de que el sello se ensamble con la porción giratoria en el lado externo del prensaestopos. Esta locación tiene la ventaja de colocar el sello aún más lejos del calor del líquido bombeado, proporciona al sello el beneficio de enfriarse por el flujo de aire que se encuentra alrededor, permite una fácil inspección visual del desgaste y fugas y permite un ajuste simple. Tiene la desventaja de que por estar expuesto a la atmósfera tiene la posibilidad de llenarse de suciedad, o se limita en la presión de ciertos tipos de sellos.

Capacidades de la temperatura de algunos de los materiales usados en los diferentes componentes de los sellos

Véase la tabla 5.

Compatibilidad del material de los componentes de los sellos con el producto bombeado

Los materiales para los asientos de los sellos comúnmente usados – hierro fundido, Ni-Resist, Stellite y cerámicos – tienen un incremento en la resistencia de corrosión según la orden de la lista. Cuando se selecciona un material de asiento para altas temperaturas deben considerarse varios factores: (1) muchos de los líquidos son más corrosivos bajo altas temperaturas que las condiciones ambientales, (2) no puede tolerarse la corrosión en la cara del sellado ya que esto podría destruir la superficie suave y plana que permite que el sello opere y previene la fuga, (3) algunos materiales para los asientos tienen la tendencia de calentarse debido al calor localizado en las caras (esto ocurre ocasionalmente con el Stellite) y (4) otros materiales tales como el cerámico son susceptibles a fracturarse por un choque térmico si es que hay cambios repentinos de temperatura.

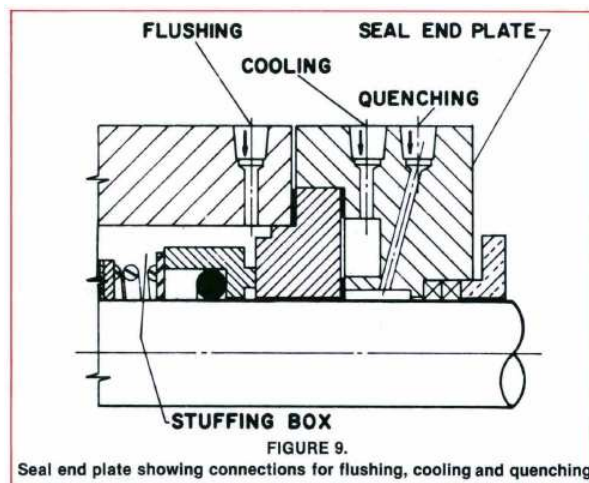
Los materiales usados frecuentemente para la junta del asiento del sello y el miembro de sellado del eje son Buna, Viton y Teflón: listados en orden de incremento de resistencia a los solventes u otros químicos. El Viton tiene un rango útil de resistencia química de alguna mejor que Buna y puede usarse a temperaturas por sobre el rango de Buna. El teflón es relativamente inerte a muchos líquidos de temperaturas de 450F pero es el más caro y difícil de trabajar.

El carbón, el usado generalmente en el material del anillo del sello giratorio, es aceptable para usarlo con muchos líquidos manipulados bajo altas temperaturas.

Los elementos giratorios, por ejemplo, resortes, cuello del mecanismo, retenedor, rociador, etc., pueden suministrarse generalmente con un material o aleación que resistiría la acción corrosiva del líquido bombeado. Normalmente, se usa el acero y el acero inoxidable serie 300, con algunas de las aleaciones menos comunes tales como Carpenter 20, Hastelloy y Monel se usan cuando son necesarios.

Características especiales

- A. *Enjuague* – Véase la figura 9 – Suministran líquido desde cualquier descarga de la bomba o desde una fuente externa hacia la cámara del sello para enfriar las caras, mantiene el flujo del fluido en el área para prevenir la formación de residuos o mantiene la presión en el área para prevenir que el líquido ingrese a las caras de los sellos. El enjuague puede también ser útil cuando se aplica a los sellos mecánicos ensamblados detrás del rotor tales como en las bombas de las series 4125 y 4195.



- B. *Templado* – Véase la figura 9 – al atrapar el vapor o goteo de líquido a través de las caras del sello de tal manera que se envía a un drenaje. Esto es importante cuando se manipula líquidos inflamables o tóxicos.
- C. *Enfriamiento* – Véase la figura 9 – el enfriamiento externo ayuda a reducir la temperatura de los componentes del sello; esto extiende la duración del sello y puede permitir el uso de un material mucho más disponible o menos caro en las diferentes partes del sello.
- D. *Sello doble* – (no es una característica especial pero un arreglo especial) véase la figura 10. Un sello doble permite el uso de un líquido secundario en la cámara del sello o entre los sellos. El líquido secundario puede enfriarse al circular a través de un equipo externo de enfriamiento. Generalmente es un líquido que se contiene mucho mejor por los sellos que el líquido bombeado. Los sellos dobles son caros, podrían requerir modificaciones extensivas de las bombas y equipos auxiliares. Algunas aplicaciones tales como aquellas que incluyen líquidos altamente tóxicos o líquidos sensibles al contacto con aire podrían requerir estos sellos y pueden realizar un trabajo acreditable.

Tabla 5 Capacidades de temperaturas de los materiales de los componentes de los sellos					
Material	Rango límite de la temperatura normal, °F				
	Parte del sello o componente				
	Asiento del sello	Junta del asiento del sello	Anillo de sellado giratorio	Miembro de sellado del eje	Resorte
Hierro fundido	500	---	---	---	---
Ni-Resist	500 Generalmente se prefiere sobre el hierro fundido	---	---	---	---
Stellite	500 Puede calentarse si el calentamiento localizado se encuentra en la cara	---	---	---	---
Cerámico	500 Puede rajarse con un cambio repentino de la temperatura	---	---	---	---
Buna		225	---	225	---
Viton		350	---	350	---
Teflón		*450	---	*450	---
Carbón		---	500	---	---
Acero		---	---	---	350
Acero inoxidable		---	---	---	500

*Viking Pump considera 450°F ser la temperatura límite aproximada de teflón. Si el líquido se bombea por sobre los 450°F el sello se mueve al prensaestopas y se enfría. El calor de fricción generado por las caras del sello a menudo eleva las temperaturas de las caras de 50 a 100°F, sobre la temperatura del líquido. Esto puede considerarse cuando seleccione el material del sello, locación y equipo auxiliar.

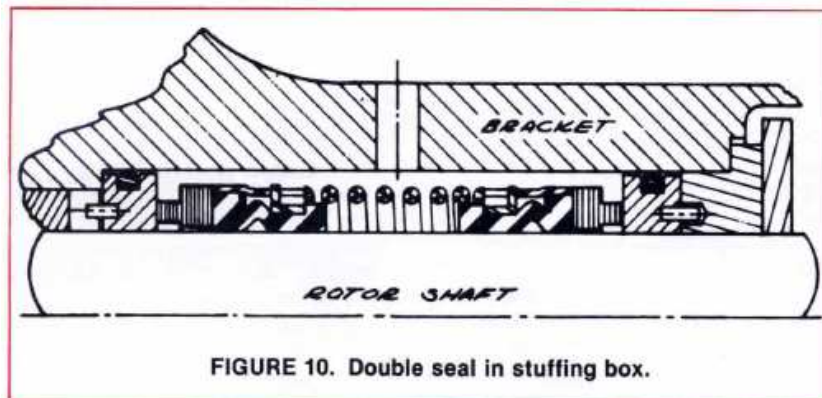


FIGURE 10. Double seal in stuffing box.

Modificaciones de las bombas requeridas para aceptar el sello

En la línea estándar de las bombas de trabajo pesado requieren muy pocas modificaciones o ninguna para aceptar un sello para altas temperaturas cuando se coloca detrás del rotor. Cuando se coloca un sello en el área del prensaestopas es necesario que el extremo del prensaestopas se confronte para aceptar la junta; generalmente, es necesario taladrar un agujero radial en el soporte o caja para permitir el acceso a los tornillos en el cuello del mecanismo de la porción giratoria del sello, y algunos modelos requieren que se reduzca el diámetro del eje o se incremente el agujero del soporte para proveer mayor espacio libre radial para la instalación del sello. Las modificaciones adicionales podrían requerirse, particularmente en el caso de los sellos dobles, tuberías de enjuague, etc.

Costo

Si la temperatura del líquido que se manipula, incrementa, el costo del sello incrementa. Se puede usar el hierro fundido, Buna N, carbón y acero a 200°. A 400°F, u na posible elección podría ser Ni-Resist, Teflón, carbón y acero inoxidable y a 550°F la selección podría ser Ni-Resist, Teflón, carbón y acero inoxidable con un enfriamiento auxiliar y montaje en el extremo del prensaestopas. Cuanto más alta la temperatura, más alto es el costo del sello.

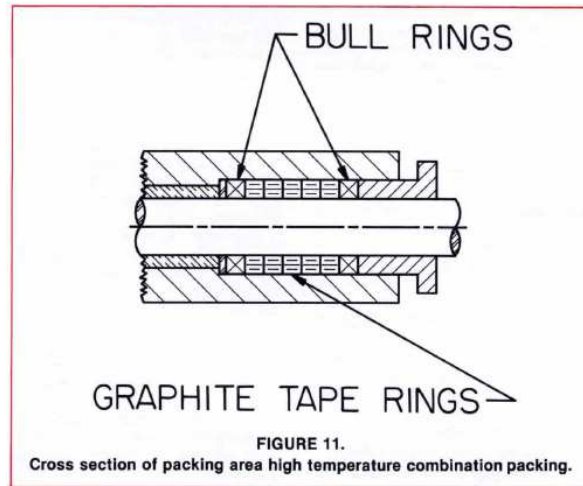
EMPAQUETADURA

En Viking cuando las temperaturas de la aplicación exceden los 500°F debe considerar la empaquetadura para determinar si es adecuada para las temperaturas que se comprenden. La figura 3 ilustra una preparación típica de empaquetaduras para las bombas de trabajo pesado de Viking.

La empaquetadura estándar es teflón expandido tronzado con grafito ultra fino y lubricante mineral. Se usa en todas las bombas Viking hasta 500°F y se recomiendan para sol ventos, ácidos, químicos y servicios similares severos.

Para las altas temperaturas se usa una combinación de empaquetaduras para altas temperaturas. Véase la figura 11. Consiste de un anillo interno y otro externo (anillos en U) de hilos de filamentos de grafito tronzado y los anillos centrales restantes se acuñan con cinta de grafito y no contiene uniones de resina no rellenos inorgánicos. Esta combinación de empaquetadura puede usarse para los rangos de pH de 0-14 y temperaturas hasta 800°F. Re fiérase al ESB-521.

En algunos casos la empaquetadura metálica se usa para las aplicaciones de alta temperatura; normalmente se ensambla a solicitud del cliente.



Los puntos principales que debe recordar al ajustar la empaquetadura son inicie la bomba y tome las tuercas hasta que disminuya la fuga hasta un mínimo tolerable. Asegúrese que los pernos se ajusten parejamente. Revise que el área de la empaquetadura de la bomba para revisar si está sobrecalentando. Es necesaria una pequeña fuga durante el periodo de ingreso para ayudar a lubricar y enfriar la empaquetadura.

A continuación indicamos unas pocas innovaciones que se han usado con diferentes grados de éxito para solucionar una variedad de problemas de empaquetaduras:

1. Use una ranura de succión en la caja para reducir la presión en el prensaestopas y así reducir la cantidad de la fuga.
2. Enjuague el líquido exterior a través del cojinete del soporte o anillo para mantener los abrasivos o materiales de desechos pegajosos lejos de la empaquetadura.
3. Colocar lubricante bajo presión por medio de un lubricador o acumulador en el prensaestopas a través del cojinete o anillos para mantener el líquido lejos del prensaestopas
4. Caliente el área de la empaquetadura antes de iniciar a suavizar el material que tiene una tendencia de "colocarse" en la empaquetadura.
5. Enfríe el área de la empaquetadura para incrementar la viscosidad del líquido bombeado y así se hace más fácil sostenerlo.
6. Use los anillos alternadores de diferentes empaquetaduras para obtener los beneficios de las buenas características de ambos.

Existen muchos fabricantes de empaquetaduras comercializando una amplia variedad de materiales de empaquetaduras de calidad. Casi frecuentemente para una aplicación específica la empaquetadura de un proveedor en particular es superior de alguna forma.

JUNTAS

Las juntas planas se usan en toda la línea de productos Viking para proveer un sellado entre las partes que encajan. Los ejemplos incluyen las juntas de los colectores, juntas de las bridas posteriores, juntas de las válvulas de escape, y las juntas de las bridas acompañantes.

Hay muchos fabricantes acreditados de materiales para juntas quienes ofrecen una amplia variedad de materiales de juntas para las aplicaciones de sellado similares a aquellas que encuentra en las bombas Viking. La mayoría de las juntas usadas por las bombas Viking son hechas de: (1) papel tratado, (2) plástico, (3) sin asbesto y (4) fibra dura.

Las juntas de papel tratado, plástico y fibra dura se consideran adecuadas para las temperaturas hasta 300°F. (250°F en la fibra dura). Para las temperaturas mayores a 300°, se especifican generalmente juntas comprimidas sin asbesto. Estas juntas se consideran generalmente buenas para casi todas las aplicaciones de altas temperaturas para las que las bombas Viking podría considerarlas.

En ciertos casos que incluyen las bombas sumergidas no se usan juntas. En estas bombas el sellado no es importante. Normalmente se requieren modificaciones internas especiales en las bombas y es mejor consultar con la fábrica con respecto a las bombas sumergidas requeridas para las aplicaciones bajo altas temperaturas.

Ocasionalmente las juntas gotearán. Esto no es bueno nunca y con líquidos a altas temperaturas puede aún ser peligroso. Existen varias causas para la fuga en las juntas: (1) se excede la capacidad de la temperatura del material, por ejemplo usando el papel tratado a 400°F., (2) suciedad entre las superficies que encajan, (3) los tornillos se encuentran flojos, (4) la junta es muy gruesa.

Los siguientes comentarios generales pueden ayudarle a resolver los problemas o responder las preguntas con respecto a las juntas: (1) las juntas de los materiales más suaves – papel tratado y compreso sin asbesto – normalmente se comprimen 30 a 40% de su grosor cuando se aprisionan entre las superficies de encaje. Esto es importante, particularmente cuando las juntas se usan para ajustar los espacios libres de los extremos. (2) Las juntas de la brida del puerto se dejan en el centro de ellos de tal manera que pueden servir como cubierta de los puertos durante el embarque. En el momento de la instalación el centro se retira desde la junta y luego se usa como una junta de conexión con bridas. (3) Siempre es buena práctica y frecuentemente necesario, particularmente en aplicaciones a altas temperaturas, reemplazar un conjunto completo de juntas cuando la bomba se ha malogrado. (4) Los cementos de las juntas tales como Tite Seal, sello de plástico, etc., son útiles al llegar que selle la junta pero su efectividad en altas temperaturas es limitada. (5) Los tornillos, pernos sin cabezas y pernos se extienden y los materiales de las juntas se relajan durante el ciclo de calentamiento; esto podría resultar que los sujetadores se aflojen cuando la bomba se enfría. Los sujetadores deben revisarse y reajustarse así como se requiera.

Los ANILLOS O (una forma de junta auto estimuladora) se han usado en un alcance limitado para las aplicaciones bajo altas temperaturas.

Es limitada la disponibilidad comercial de una variedad de compuestos de ANILLOS O que pueden resistir las temperaturas mayores a 225°. Viking usa más frecuentemente Viton A y Teflón. Viton A es adecuado para el rango de 300-400°F y el teflón en bueno para los 500°F.

Actualmente estos compuestos son relativamente caros y muestran algunas propiedades físicas no adecuadas o tienen una compatibilidad límite con los líquidos que se bombean. Por esta razón este tipo de juntas se usan limitadamente para el servicio bajo altas temperaturas en Viking. Los fabricantes se encuentran mejorando constantemente las calidades bajo altas temperaturas de los compuestos de los ANILLOS O y se podría esperar un incremento en el uso de este tipo de juntas en las aplicaciones bajo altas temperaturas en el futuro.

COJINETES ANTIFRICCIÓN

Los cojinetes de antifricción, diferentes de los cojinetes planos o cojinetes de forros, son aquellos en donde el enrollamiento es la forma primordial de movimiento en lugar de deslizamiento. Los cojinetes de bolas y los cojinetes de rodillos son las dos clases de cojinetes antifricción. Los cojinetes de aguja, cojinetes de rodillo ahusados y los rodillos de rodillo esférico, son todas las variaciones del cojinete de rodillo básico.

Muchos de estos tipos diferentes de cojinetes antifricción se usan en las bombas Viking, según el modelo. Las bombas de trabajo pesado series 124, 125 y 335 – las que se consideran normalmente para el servicio bajo altas temperaturas – se encuentran equipadas con cojinetes de bolas de doble fila (serie 5000) y cojinetes de rodillo ahusados respectivamente.

Como una política de años de la empresa, Viking ha incorporado en los diferentes modelos de bombas los cojinetes antifricción los cuales son:

1. Hechos por fabricantes de prestigio
2. Disponibles comercialmente
3. Disponibles de diferentes fuentes
4. Conservadoramente cargadas
5. Económicas en su precio

Muchos cojinetes se encuentran hechos de acero de cromo de carbón del tipo 52100. Generalmente los fabricantes de los cojinetes acuerdan que las temperaturas de operación de 225°F no deben excederse cuando se usan los cojinetes de acero 52100. La operación de estos cojinetes estándares a temperaturas más altas tendría como resultado los cambios dimensionales, reducción en la dureza y una falla temprana del cojinete.

Preferimos mantener la temperatura en el área del cojinete del engranaje a 225°F. Creemos que es más fácil proporcionar un medio auxiliar de enfriamiento para el cojinete en aquellas aplicaciones en donde la temperatura del cojinete podría exceder los 225°F, que tratar de incluir cojinetes especiales. El enfriamiento del área puede realizarse por medio de prensaestopas de enfriamiento, forros de enfriamiento, y flujo de aire.

La operación exitosa de un cojinete antifricción depende de una amplia variedad de factores tales como carga, velocidad, ciclo de trabajo, preparación de ensamblaje, tamaño, tipo, lubricación y medio ambiente. Todos estos factores son de preocupación cuando el cojinete debe operar cerca a la marca de los 225°F.

LUBRICACIÓN

La operación exitosa de una Bomba Viking y particularmente aquella utilizada en una aplicación bajo altas temperaturas depende mucho de la lubricación provista para las partes de funcionamiento y transportadoras de carga.

La lubricación se requiere para las superficies del rotor, caja, engranaje y colector que tienen un movimiento relativo, el cojinete del engranaje en el pin del engranaje, el eje del rotor en la caja, el forro del cojinete del rotor o el cojinete del soporte, el eje debajo de la empaquetadura, y el cojinete antifricción del engranaje utilizados en los tipos de las bombas de trabajo pesado.

Por diseño, las partes internas giratorias de una bomba Viking se lubrican por líquido bombeado. Muchos de los líquidos manipulados a temperaturas altas tienen una muy baja viscosidad y subsecuentemente proveen muy poca lubricación.

El grafito de carbono, como material del cojinete para las bombas de altas temperaturas, ha probado ser muy exitoso debido a su inherente naturaleza de auto lubricación. Podrían considerarse otros materiales para los cojinetes siempre que la calidad de lubricación del líquido bombeado sea suficiente para asegurar una buena operación.

Los alemites o "zerks" se suministran en muchas de las bombas Viking para proveer un medio para lubricar los cojinetes, empaquetaduras y cojinetes antifricción. La lubricación es la grasa aplicada manualmente o con una pistola a presión de lubricación.

Una explicación detallada de los méritos de los diferentes tipos de lubricantes disponibles comercialmente para el servicio bajo altas temperaturas se encuentra más allá del alcance de esta carpeta. Debe usar un producto de buena calidad el cual se debe encontrar clasificado para las temperaturas por lo menos para las temperaturas que se encuentran en diferentes puntos de la aplicación de la bomba. Generalmente, esto deberá ser la temperatura máxima de operación anticipada de la bomba para su aplicación directamente en la bomba y aproximadamente 225°F para la aplicación en el ensamblaje del cojinete antifricción del cojinete utilizado en las bombas de trabajo pesado.

El lubricante estándar que Viking usa tiene un rango de temperatura de -40 a 350°F. Véase ESB-515. Hay muchos fabricantes de buena reputación de dichos lubricantes y generalmente proveen ayuda al seleccionar un lubricante apropiado para la aplicación dada bajo altas temperaturas.

MISCELÁNEOS

Existen varias consideraciones menores con respecto a la selección y aplicación de las bombas Viking para el servicio bajo altas temperaturas; sin embargo, creemos que sólo los siguientes tres deben comentarse.

Resortes

Los resortes helicoidales se usan en las válvulas de escape internas y a presión de retorno al tanque. El material estándar de los resortes usado en las válvulas en la mayoría de las bombas de Viking es acero inoxidable. Tiene un límite máximo de temperatura práctica de 550°F. Para los tamaños G, GG, H, HJ, HL, R y P construidos en hierro fundido, el material del resorte de la válvula de escape a presión estándar es acero, temperatura máxima de 350°F.

Los resortes de acero inoxidable se encuentran disponibles y se usan en las válvulas de estas bombas así como se requiera por la temperatura.

Debe indicarse que el rendimiento del resorte podría variar de alguna manera con los cambios de la temperatura y podría requerirse algún ajuste en la configuración de la válvula de escape después que bomba se ha puesto en servicio.

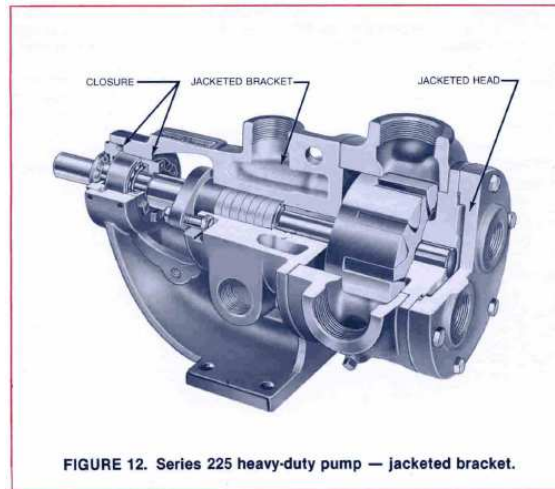
Cierres

Los cierres disponibles comercialmente tienen la característica de los elementos de sellado elastómero y generalmente son adecuados para las temperaturas de hasta 225°F. Elastómeros especiales se encuentran disponibles en ciertos fabricantes de cierres o sellos de aceite del tipo borde o de lubricantes los que son adecuados para las temperaturas mayores a 225°F. Estos ítems no se encuentran disponibles y la naturaleza de operación y configuración de las bombas Viking son tales que estos ítems especiales se usan rara vez. Véase figura 3.

Alemites

Según la ocasión, los clientes especifican que se suministren los alemites, "zerks", en la construcción especial para soportar altas temperaturas. La diferencia primordial es el reemplazo de una bola pequeña de plástico usada como una válvula anti retorno con una bola similar de metal.

Esta modificación no es necesaria en la gran mayoría de las aplicaciones de las bombas bajo altas temperaturas; sin embargo, algunos clientes han encontrado esto como la solución a los problemas peculiares de su aplicación en particular.



MEDIOS DE CALENTAMIENTO DE LA BOMBA

Como se ha indicado en la introducción de esta carpeta, una de las razones para manipular líquidos bajo altas temperaturas es que son más fáciles de bombear. Los materiales como el asfalto, melazas, sulfuro, plomo, etc., son ya sea sólidos a temperatura ambiental o tan viscosos que no es práctico tratar de bombearlos. Si la bomba se usa para manipular líquidos como estos y luego se le permite estar inactiva mientras que el líquido se enfría, sería imposible iniciar sin que se caliente el líquido primero.

Al iniciar la bomba con un material "frío" puede resultar en el daño de una parte de la bomba, remoción del piñón, deslizamiento de una faja o "zapatee" un motor. Para este tipo de aplicación, se recomienda normalmente una bomba con forro.

Viking tiene tres series de bombas que incorporan partes forradas. Véase la serie 34 de las bombas de trabajo estándar con un colector forrado, caja y forro del cojinete de rotor, la Figura 1; y la serie 225, bombas de trabajo pesado, Figura 12. Viking también tiene válvulas de escape de presión forradas construidas de hierro fundido para las bombas en los tamaños de 90 a 600 galones. Los colectores del tipo de válvula de escape no se encuentran disponibles con forro, con la excepción de las series R y P 335.

Las bombas forradas se han diseñado para que circule vapor o aceite caliente a través de los forros. La presión del vapor se limita a 125 o 150 PSIG, según el modelo; esto a su vez limita la temperatura en el forro a 350-365°F (las temperaturas de saturación para el vapor a 125-150PSIG). El aceite caliente puede usarse en los forros en un rango de temperatura de 450-650°F, nuevamente depende de la serie de las bombas. Las limitaciones en las presiones y temperaturas de los forros se dan en las secciones respectivas del catálogo.

Los medios diferentes a los forros algunas veces se usan para suministrar calor a la bomba. Frecuentemente se realiza un rastreado de vapor en la bomba y tubería; también la bomba puede envolverse con una cinta o cable de calor eléctrico. En algunos casos se aplica un aislamiento pesado a la bomba sobre las líneas de rastreo o cables de calor para ayudar a mantener el calor. Hemos escuchado de muy pocas aplicaciones que comprenden cambios pequeños de temperatura en donde se usan lámparas de calor.

Si hubiera alguna duda si el material en la bomba es líquido, debe voltear la bomba sobre la mano o pararse cerca del interruptor de inicio del motor o el embrague del motor de tal manera que puede apagar rápidamente la energía del motor si la bomba no gira.

Asegúrese que el material en las tuberías de la bomba sea también líquido. El material sólido o viscoso en la tubería de succión privará a la bomba del flujo – en la tubería de descarga ocasionará que el líquido realice un bypass a través de la válvula de escape de presión de la bomba, u ocasionará que se forme una presión excesiva en la bomba si es que no hay protección en contra de la presión.

SELECCIÓN DE UNA BOMBA PARA LAS APLICACIONES BAJO ALTAS TEMPERATURAS

Se seleccionarán las bombas para las tres aplicaciones típicas bajo altas temperaturas en los siguientes párrafos:

Aplicación: Asfalto, 300 GPM, temperatura de bombeo 350°F, presiones de descarga 45PSI, succión de inundación, 300°F aceite caliente disponible para la circulación a través de los forros de la bomba, no se requiere una válvula de escape de seguridad, servicio – 8 a 12 horas por día durante la temporada de construcción de carreteras.

Selección de la bomba: bomba forrada M34, equipo estándar, operación a 300RPM para entregar 300 GPM. La construcción estándar para las bombas serie “34” incluye los cojinetes de bronce para altas temperaturas, juntas comprimidas de asbesto, empaquetadura para aceite caliente y espacios libres extras. Un pin de engranaje de acero templado se considera estándar en estas bombas. Un pin de engranaje de Nitralloy podría proveer de alguna manera un servicio más largo, pero la economía desde el punto de vista del usuario final normalmente no justifica el gasto agregado del pin de Nitralloy. Normalmente este es un servicio muy duro para la bomba y frecuentemente se considera a toda la bomba prescindible, de tal manera que los usuarios desean que la bomba les proporcione el costo más bajo por galón bombeado.

Aplicación: aceite de transferencia de calor, 25 GPM, rango de la temperatura de bombeo 70°F a 450°F, viscosidad de 500cps a 0.82cps, presión de descarga de 40PSI, succión de inundación, se requiere una válvula de escape de presión, servicio – 16 horas por día seis días a la semana, se requiere de un sello mecánico.

Selección de la bomba: bomba equipada estándar K4125 con válvula de escape configurada a 75PSI, cojinetes de grafito de carbón, pin de engranaje de Nitralloy, juntas sin asbesto para altas temperaturas, sello mecánico ensamblado entre el rotor y el soporte. Los materiales del sello son de Teflón, carbón, acero inoxidable y Ni-Resist, espacio libres extras, cámaras de lubricante llenos con lubricantes para altas temperaturas. La bomba opera a 350RPM para entregar 25GPM a 40PSI.

Comentarios: Cuando seleccione una bomba para manipular aceites que transfieren calor es necesario recordar que la bomba debe tener que manipular el líquido cuando se encuentre frío y que depende del aceite en particular y la temperatura, podría ser un poco viscoso. Ya que muchos líquidos de transferencia de calor llegan a adelgazarse bastante y tienen muy poco valor de lubricación a temperaturas normales de operación, cualquier cosa que se puede hacer para reducir la presión de operación que la bomba debe desarrollar, debe extenderse materialmente la duración del servicio. Una bomba para el servicio de aceite de transferencia de calor rara vez se forra.

Aplicación: Líquido orgánico – no abrasivo, 40 GPM, temperatura de bombeo 500°F, presión de descarga 75 PSI, viscosidad 20,000 SSU a temperatura de bombeo, se requiere una construcción de acero inoxidable, prensaestopas, se requiere forro, proceso de tanda de servicios aproximadamente dos horas cada 24 horas.

Selección de la bomba: la bomba de aleación de acero inoxidable 316, L724, con cojinetes de grafito de carbón para altas temperaturas, espacios libres extras, y lubricante para alta temperatura. La bomba debe tener la característica del colector forrado. La bomba debe operar a 190RPM para entregar 40GPM aproximadamente.

Comentarios: En un líquido desconocido como este es necesario asegurarse que el usuario sepa de las dificultades que podría desarrollar debido al incremento probable de viscosidad si el líquido se enfría. Frecuentemente recomendamos una bomba más grande de lo que se requiere para permitir algunas variaciones en la viscosidad sin afectar el rendimiento de la bomba.

La mitad de lo necesario al seleccionar apropiadamente la bomba es obtener todos los detalles que se incluyen en la aplicación. Normalmente un cliente indicará la capacidad requerida, líquido, temperatura y presión de operación. La información adicional para hacer una buena selección son (1) la viscosidad a una temperatura ambiente, (2) condiciones de succión, (3) ciclo de trabajo, (4) presión *máxima* de operación y presión *normal* de operación, (5) tipo de líquido y temperatura del líquido usado en los forros, (6) material de construcción si no se identifica el líquido o si hay requerimientos especiales debido a la locación, contenido abrasivo del líquido, etc.

La selección de la bomba no puede ser mejor que la información dada sobre la cual se basa la selección.