



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Química

APLICACION DEL SELLADO MECANICO
EN BOMBAS CENTRIFUGAS.

T E S I S
Que para obtener el título de:
INGENIERO QUIMICO
p r e s e n t a :
TOMAS CUELI DIAZ

México, D.F.

1978



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CLAS TESIS 1978
ABO M. De 1978 11/4
FECHA _____
PRSC _____

LIBRO ASIGNADO ORIGINAL VENCIDA

ORIGINAL VENCIDA
LIBRO ASIGNADO
ORIGINAL VENCIDA
LIBRO ASIGNADO
ORIGINAL VENCIDA



JURADO ASIGNADO ORIGINALMENTE SEGUN EL TEMA.

PRESIDENTE	PROF. CARLOS DOORMAN MONTERO
VOCAL	PROF. VICTOR PEREZ AMADOR
SECRETARIO	PROF. ANTONIO FRIAS MENDOZA
1er. SUPLENTE	PROF. ROBERTO ANDRADE CRUZ
2o. SUPLENTE	PROF. CLAUDIO AGUILAR MARTINEZ

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:

MEXICO, D.F.

SUSTENTANTE: TOMAS CUELI DIAZ

ASESOR DEL TEMA: I.Q. ANTONIO FRIAS MENDOZA

A MI MADRE Y HERMANOS

A MI ESPOSA E HIJOS

A MI UNIVERSIDAD

I N D I C E

PROLOGO

GENERALIDADES

- CAP. I.- BASES PARA LA SELECCION DE DISPOSITIVOS DEL SELLADO.
- CAP. II.- EMPAQUETADURAS.
- CAP. III.- SELLOS MECANICOS
A) CONSTRUCCION
B) CLASIFICACION
C) SELECCION
- CAP. IV.- APLICACION DE LOS SELLOS MECANICOS
A) SELLOS MECANICOS EN SERVICIO ABRASIVO
B) SELLOS MECANICOS EN ALTA TEMPERATURA
- CAP. V.- AVERIAS DE SELLOS MECANICOS
- CAP. VI.- CONCLUSIONES
- BIBLIOGRAFIA

P R O L O G O

El interés que para la industria moderna tiene el Sello Mecánico, estriba en que las condiciones de los fluidos a manejar o a mantener confinados, varían entre -225°C a 540°C , de vacío absoluto a 250 kg/cm^2 y estos fluidos - pueden ser agua simple, agua radioactiva, oxígeno líquido, ácido sulfúrico y los altamente tóxicos: acrilonitrilo y ácido cianhídrico, pasando por las enormes variedades de fluidos y condiciones inherentes de los mismos.

Aunque los principios básicos en que se apolla el Sello Mecánico son de fácil comprensión, la enorme variedad de aplicaciones requiere toda la atención posible, dado -- que en la actualidad se trabaja con una escala sumamente extensa de velocidades periféricas, presiones, temperaturas, etc., y cada caso requiere una selección cuidadosa en el diseño y materiales del mismo.

Como es fácil comprender, el Sello Mecánico es un dispositivo de precisión y con un costo relativamente alto, - razón por la cual están usándose las empaquetaduras en gran número de aplicaciones en donde las condiciones de trabajo son menos severas.

Espero que este trabajo sea de utilidad para los hombres conectados con la industria y para mis compañeros, dado que no he encontrado ningún libro que desde mi punto de

vista, abarque este tema con la profundidad necesaria; salvo catálogos, folletos y algunas conferencias que -- han proporcionado los fabricantes especializados en las compañía que he trabajado.

GENERALIDADES

La aplicación de sellos mecánicos en la operación de -- bombas centrífugas, han crecido a un ritmo impresionan- te en los últimos años. Esto no sólo ha sido causado - por los requisitos críticos con que opera la industria actual, sino por el rápido avance de desarrollos y cono- cimientos sobre lo que hoyse llama "Ingeniería del -- Sellado" y en la cual por fin la práctica se empieza a unir con la teoría para obtener sorprendentes resulta- dos.

La operación cada vez a mayores velocidades, presiones, temperaturas de fluidos corrosivos y derivados del pe- troleo ha impuesto mínimos críticos a las fugas. La que ya se puede llamar vieja forma de sellado: La empaqueta dura a compresión, tiene muchas limitaciones y ante -- ella el Sello Mecánico recibe prominencia en los nuevos equipos y obliga a transformar antiguas instalaciones.

El Sello Mecánico es un producto de alto costo inicial, de muy alta precisión en sus formas, temperamental y de- licado. Sin embargo, su uso representa superiores venta- jas contra la empaquetadura a compresión convencional - en aplicaciones en bombas centrífugas, las cuales se -- mencionan a continuación:

- (A) Reduce la fricción y pérdida de potencia
- (B) Elimina el desgaste prematuro de la flecha o su manga

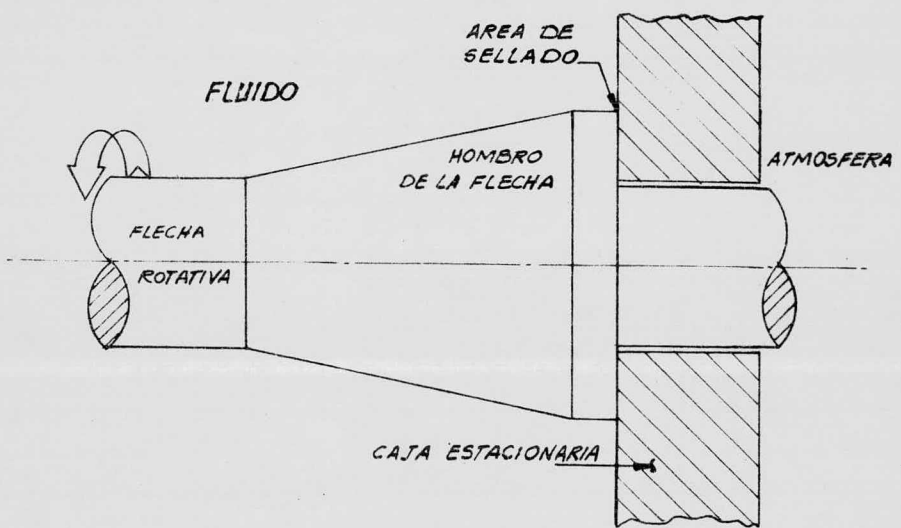
- (C) Mínima o invisible fuga del producto en operación.
- (D) Habilidad para absorber el juego y deflexión normales del eje rotativo.
- (E) Reduce tiempo de mantenimiento.
- (F) Permite operar con seguridad fluidos tóxicos, corrosivos o inflamables.

El sello Mecánico puede ser definido técnicamente como un dispositivo mecánico que previene el escape de fluido de un recipiente, al cual atravieza una flecha rotativa; realizándose el sellado por el contacto axial de sus caras - que se encuentran perpendiculares a la flecha y en movimiento relativo una a otra.

La forma más primitiva de un Sello Mecánico, se muestra en la Lámina No. 1, un hombro de la flecha, girando contra la pared estática del recipiente; el sellado se logra en el área donde las dos caras establecen el contacto.

Esta forma simplificada ilustra el concepto, pero tiene las siguientes desventajas prácticas:

- 1) El sellado es demasiado rígido, no tiene flexibilidad para compensar los movimientos axiales y excentricidad de la flecha y no permite amortiguar vibraciones.
- 2) No hay posibilidad de intercambio de materiales para cubrir diferentes condiciones de operación, cuando el desgaste se complete, los componentes deben sustituirse en su totalidad o bajo costosas modificaciones



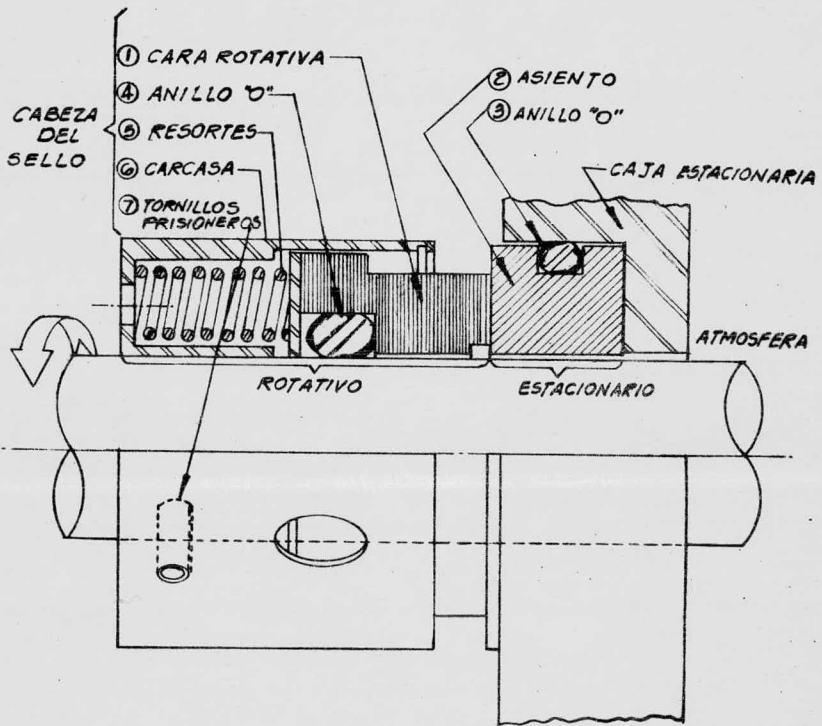
TESIS PROFESIONAL
LAMINA N° 1
SELLO MECANICO PRIMITIVO
TOMAS CUELI DIAZ
FAC.DE QUIMICA UNAM 1978

- 3) No existe ajuste automático que mantenga la unión - constante de las caras en contacto a medida que éstas se desgastan.
- 4) El lapeado de precisión de las caras en contacto es antieconómico.

Las desventajas anteriores se superan en la versión práctica de un sello mecánico que usa componentes por separado (Lámina No. 2). El hombro de la flecha está reemplazado por una cara de sellado rotativo (1); y un asiento (2) es insertado en la pared de la caja. Estas dos piezas son el corazón del sello mecánico, y al efectuar el sello dinámico entre el plano de sus caras, reciben el nombre de Elementos Sellantes Primarios.

Dado que estas piezas están separadas, cada una ha creado otra posible senda de fuga que debe ser sellada. Para ésto se utilizan Elementos Sellantes Secundarios; el sello secundario (3) entre el asiento y la pared de la caja es estático, por el contrario el sello secundario (4) entre la flecha y la cara rotativa es en cierto modo dinámico, puesto que es requerido a desplazarse en cuanto aparece desgaste en las caras.

Para mantener constante contacto entre las caras, la fuerza axial es suministrada por un resorte o resortes (5) que tienen su reacción contra una carcaza (6) sujeta firmemente a la flecha por medio de tornillos prisioneros (7). La carcaza posee dientes de arrastre que se engranan en las correspondientes ranuras de la cara rotativa para proporcionar el arrastre positivo del conjunto rotativo.



TESIS PROFESIONAL
LAMINA N° 2
SELLO MECANICO
TOMAS CUELI DIAZ
FAC.DE QUIMICA UNAM 1978

C A P I T U L O I

BASES PARA LA SELECCION DE DISPOSITIVOS DE SELLADO

BASES PARA SU SELECCION

Todas las industrias que operan con flúidos, o bien -- aquellas otras que construyen equipos que habrán de manejarlos en su operación, utilizan en sus actividades - los productos elaborados por los fabricantes de dispositivos de sellado. Estas industrias pueden dividirse en dos grupos: el primero comprende las industrias quími--cas y del petróleo y el segundo lo constituyen los fa--bricantes de bombas, válvulas, equipos de proceso, etc.

La denominación "flúido", se aplica aquí a todos los -- líquidos. Engloba tal cantidad de sustancias y productos, y tal diversidad de condiciones operantes que sería empeño inútil su enumeración. Solamente en los líqui--dos y refiriéndose como ejemplo únicamente al agua, encontramos que abarca: desde el agua fangosa que corre -- por el cause del río y el agua corrosiva de los mares, -- pasando por la más corrosiva todavía del agua de las mi--nas a la altamente purificada que se precisa en la in--dustria farmacéutica o en los reactores nucleares. Aún más: el agua pura misma, sobre todo a temperaturas ele--vadas, es un verdadero problema, pues su efecto sobre - los materiales de empaque, elastómeros, fibras, metales inclusive, es mucho más severo que lo que generalmente se supone.

Muchas sustancias químicas que hoy se manejan en escala comercial son tan corrosivas o inestables, que sólo hace unos pocos años se dispuso de los materiales adecuados para manejarlas fuera de laboratorio. Entre ellas se puede mencionar los combustibles empleados en los -- cohetes, el ácido nítrico fumante (rojo), el peróxido - de hidrógeno de 90 a 100% , la hidrazina, etc.

Cada día se extienden más las temperaturas de operación hacia uno y otro extremo. Hoy se necesitan dispositivos de sellado sobre un espectro de más de 1260°C, es decir, desde -150°C a más de 1110°C. Por si ésto fuese poco, - la escala de presiones, partiendo de un vacío casi perfecto, sube a varios centenares de kilogramos por centímetro cuadrado.

De lo expuesto, es fácil deducir que ha surgido un número incalculable de problemas, que han traído como consecuencia obligada, el empleo de nuevos materiales de sellado y nuevas técnicas de construcción. Mientras algunos - servicios pueden manejarse con éxito con una simple empaquetadura, hay infinidad de casos en los que el éxito -- sólo llega cuando los materiales, el diseño y una experta y cuidadosa construcción, concurren en la solución - correcta del problema.

En ciertas instalaciones han ocurrido fracasos debido a que el personal encargado del equipo no ha suministrado la información correcta, completa y adecuada, concerniente a su particular problema.

La falta de esta información en un problema de sellado, que bien pudiera ser el de un fluido peligroso, en el -- cual los requisitos son críticos; se traduce en retraso-
aumentamiento de la correspondencia, llamadas telefónicas, etc., todo ello motivado por el lógico afán de asegurar los datos esenciales, en los cuales se base una escripulosa recomendación sobre la junta, sello o empaquetadura que deba utilizarse.

Se indicará a continuación cual es la información que se precisa para que pueda ser resuelto de una manera rápida, eficaz y económica, cualquier problema de sellado. Lo - que sigue es un resumen del problema, sus condiciones y los datos esenciales para una solución satisfactoria.

P R O B L E M A

- A.- Impedir o controlar el movimiento de un fluido -- desde un espacio cerrado, a otro, o al exterior.
- B.- Permitir movimiento mecánico entre dos espacios -- separados sin pérdida de fluido.

TIPO DE CONFINAMIENTO

- 1.- ESTATICO.-
 - a).- Permanente
 - b).- Operante

2.- DINAMICO

Giratorio.- (bombas centrífugas y rotatorias)

Puede ser:

- . Continuo
- . Intermitente

Vibracional.- (existen o no movimientos radiales en la flecha)

Combinado.- (movimiento axial y radial en la flecha)

FLUIDO EN OPERACION

1.- TIPO

- a) Líquido
- b) Mezcla de líquidos
- c) Líquido volátil
- d) Líquidos saturados
- e) Lodos
- f) Sólidos en suspensión
- g) Polvo seco

2.- CARACTERISTICAS ESPECIALES

- a) Corrosivo
- b) Inflamable
- c) Explosivo
- d) Tóxico
- e) Inestable
- f) Costoso

- g) Radioactivo
- h) Abrasivo
- i) Alta o baja temperatura

SOLUCION AL PROBLEMA

- 1.- Empaquetadura
- 2.- Junta
- 3.- Sello mecánico
- 4.- Fuelles (bellows)

Cualquiera que sea el dispositivo elegido, cuando se especifica diseño, tipo y material, el usuario debe suministrar información exacta y completa.

INFORMACION ESENCIAL

- 1.- Dimensiones de la zona de sellado
- 2.- Fluído de operación
- 3.- Escala de temperatura
- 4.- Escala de presiones
- 5.- Clase de movimiento
- 6.- Velocidad
- 7.- Material en contacto con el sello
- 8.- Clase de servicio (continuo, intermitente)
- 9.- Condiciones mecánicas
- 10.- Requisitos especiales

SUSTANCIAS QUE REQUIEREN INFORMACION EXTRA

SUSTANCIAS QUIMICAS.-

- . Nombre químico
- . Concentración
- . Porcentaje de mezclas
- . Viscosidad
- . Gravedad específica
- . Propiedades especiales
- . Presión de vapor

PRODUCTOS DEL PETROLEO.-

- . Nombre
- . Gravedad específica
- . Viscosidad
- . Presión de vapor
- . Número C
- . Punto de anilina
- . Admisión de contaminación
- . Aditivos

MARCAS COMERCIALES.-

- . Nombre completo
- . Número
- . Fabricante
- . Uso
- . Incluye también las características indicadas en -
el renglón sustancias químicas.

MATERIALES SECRETOS.-

- . Grupo químico básico

- . Materiales resistentes
- . Precauciones especiales

C A P I T U L O I I

EMPAQUETADURAS

SUS PROBLEMAS.-

El problema que se afronta, es el de restringir una fuga de fluido entre una parte móvil y una estacionaria mediante el uso de empaquetaduras. La parte móvil puede hallarse animada de movimientos giratorio, recíproco, oscilante, en espiral y a veces combinaciones de unos y otros.

COMBINACIONES.-

Con uno o más de estos movimientos, se encuentran en las bombas, válvulas, compresores, cilindros, prensas, sopladores, ventiladores, mezcladores, autoclaves, condensadores, y cambiadores de calor. En algunos, la amplitud de movimiento, es casi imperceptible, como es el caso de los tubos de un condensador a través de la plancha que los mantiene en forma.

Por contraste, en las bombas, el movimiento adquiere valores fantásticos, como en las centrífugas, donde velocidades periféricas en la flecha de la zona de sellado, del orden de dos mil, dos mil quinientos y tres mil metros por minuto, son cosa natural y corriente; y hay diseños futuros, en los que se están tomando en consideración velocidades superiores a 4,500 metros por minuto.

Cuando a este factor de la velocidad, se le suman los de la temperatura, la presión y la acción química de los líquidos y gases; y se añaden los que provocan la excentricidad de giro, falta de alineación y ejes rayados y desgastados - surge en toda su extensión un verdadero problema de ingeniería.

El fabricante, al diseñar cada empaquetadura, mide cuidadosamente estos factores y hace un estudio detenido de las condiciones operantes, para seleccionar entre los muchos materiales y diseños disponibles, aquella empaquetadura que realice la tarea perfecta en cada aplicación específica.

DISEÑO DE EMPAQUETADURAS.-

Las empaquetaduras pueden dividirse en tres grandes grupos: empaquetaduras a compresión, automáticas y las de tipo flotante, (Lámina No. 3).

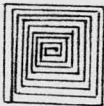
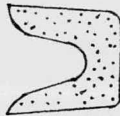
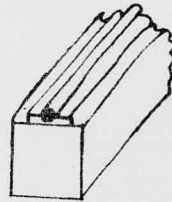
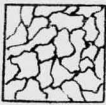
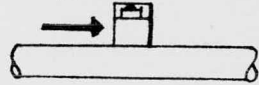
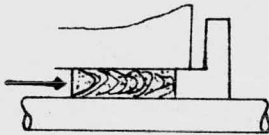
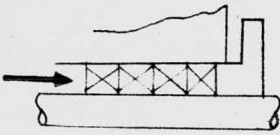
Como indica su nombre, las del tipo a compresión crean el sellado al ser comprimidas entre el collarín de la caja de estroperos y el casquillo del prensa-estopas. Bajo la acción de estas fuerzas de compresión el material que forma la empaquetadura se expande, sellando contra la superficie interna de la caja, para sellar contra la parte móvil. Las empaquetaduras a compresión requieren ajustes frecuentes del prensa-estopas, con el fin de compensar su desgaste y reducción del volumen.

El tipo automático, es aquél que aprovecha la presión del fluido operante para crear el sello, y por tanto, necesita poco o ningún ajuste del prensa-estopas.

COMPRESION

AUTOMATICA

FLOTANTE



TESIS PROFESIONAL

LAMINA N°3

TIPOS DE EMPAQUETADURA

TOMAS CUELI DIAZ

FAC.DE QUIMICA UNAM 1978

En este diseño se hace uso de un labio flexible para sellar contra una o ambas superficies. Los anillos en "V" y las copas en "U", constan de dos labios, sellando uno contra la parte estacionaria y otro contra la parte móvil. En el caso de anillos del tipo "copa de pistón" o empaquetaduras con faldilla, el labio sella únicamente contra la parte móvil. Los anillos en "O", anillos cuádruples y en "T" (O' rings, Tee-rings, Quad-rings), son empaquetaduras del tipo a compresión en las que se aprovecha además la presión del fluido operante, para completar la acción selladora.

El tercer grupo de empaquetaduras comprende las del tipo flotante. Debieran incluirse aquí los anillos de pistón o empaquetadura segmentales. Todos los de este tipo, trabajan en canales o ranuras, por lo general individuales, siendo energizados por acción de resorte.

A continuación se enumeran las propiedades que debe reunir una empaquetadura y son las que siguen:

- 1) Debe ser lo suficientemente elástica para adaptarse al eje y a las paredes de la caja de estoperos bajo la acción del prensa-estopas.
- 2) No debe llevar en su composición, nada que pueda ser disuelto, debilitado o susceptible a hincharse por causa del fluido operante o por el lubricante de la máquina.
- 3) Apretada en exceso, debe poseer medios de liberación por si misma, para no causar demasiada fricción ni calentamiento.

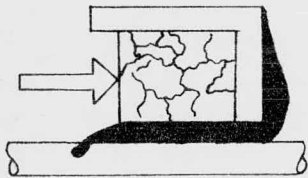
- 4) Debe tener elasticidad suficiente para absorber - cualquier excentricidad que no haya sido eliminada en el diseño de la máquina.
- 5) No debe corroer ni ejercer abrasión sobre la parte móvil.
- 6) Debe perder volúmen lentamente con el fin de no requerir frecuentes ajustes y sustituciones.

DISEÑO DE LA CAJA DE ESTOPEROS Y FUNCIONAMIENTO DE LA-EMPAQUETADURA.-

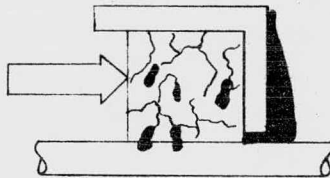
Se comprenderá mejor el funcionamiento de este conjunto, sí se observa qué sucede en el interior de la caja de estoperos, cuando una bomba, por ejemplo, se haya en reparación. En la Lámina No. 4 se presenta una sencilla - caja de estoperos, diseñada para utilizar seis anillos - de empaquetadura trenzada.

- a) Empaquetadura en operación correcta.
- b) No hay fuga, el saturante fluye.
- c) Nuevamente el producto lubrica.
- d) Saturante agotado, se daña el eje.

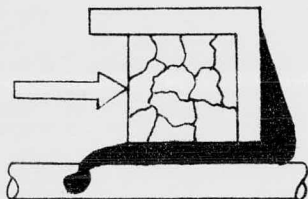
Inicialmente, la empaquetadura se acomoda por medio del prensa-estopas. Tan pronto como la bomba empieza a -- funcionar, el fluído operante se filtrará a lo largo de la senda que le ofrece el pequeño claro existente entre la parte móvil y la empaquetadura, y actuará sobre ésta como un lubricante Lámina No. 5.



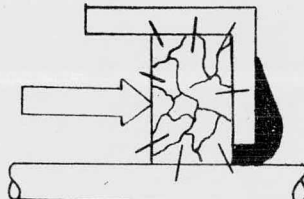
(a)



(b)



(c)



(d)

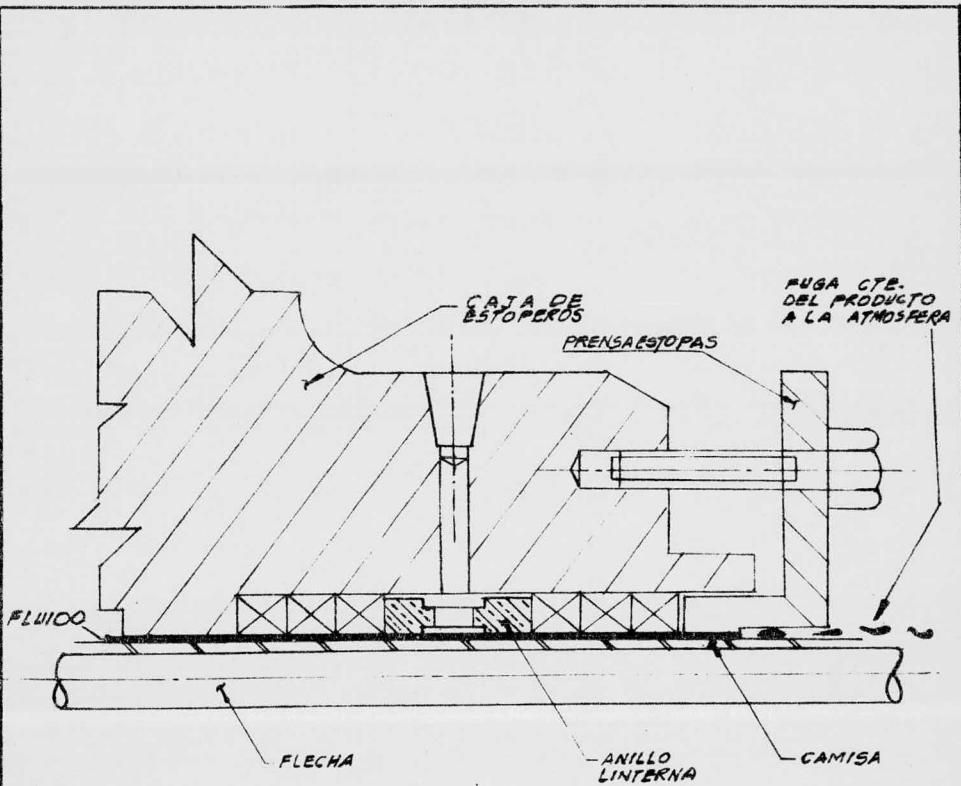
TESIS PROFESIONAL

LAMINA N°4

EMPAQUETADURAS EN OPERACION

TOMAS CUELI DIAZ

FAC. DE QUIMICA UNAM 1978



TESIS PROFESIONAL

LAMINA Nº 5

CAJA DE ESTOPEROS CON EMPAQUET.
TOMAS CUELI DIAZ

FAÇ DE QUINCA UN A M 1978

Aquí es donde puede ocurrir la primera dificultad, ya que un mecánico inexperto se verá tentado a actuar sobre las tuercas del prensa-estopas y en lugar de un ajuste ligero apretará en exceso aquéllas, con el fin de eliminar totalmente la fuga. De momento a conseguido suspenderla, pero también ha llevado a cabo un efecto contraproducente, que es hacer trabajar en seco a la empaquetadura, lo que, irremisiblemente crea calor por fricción.

A partir de este instante, el impregnante de la empaquetadura se comienza a derretir, suministrando de momento el lubricante vital para impedir que arda. Desde ahora, la empaquetadura principia a reajustarse por sí misma y a expensas de su volúmen, lo cual motiva que la fuga vuelva a aparecer. Si continúa la torpe acción del mecánico y estos ciclos viciosos se repiten, hasta que llega el momento en que se agota el impregnante que había en la empaquetadura. Seca, ya no puede hacer otra cosa que dañar el eje y arder. Desde este punto de vista, una empaquetadura es como un cojinete; en ambos es vital la lubricación.

Como se mencionó al principio, y es bueno insistir sobre éllo, la empaquetadura se limita a obstruir la senda de la fuga, restringiéndola. No debe suspenderla totalmente, de otro modo, deben esperarse averías.

El ejemplo anterior pone de manifiesto lo que sucede a una empaquetadura suave de telas trensadas, sujeta a una compresión excesiva con prensa-estopas.

Lo mismo ocurrirá y con mayor rapidéz, en el caso de empaquetaduras plásticas o metálicas, por ser éstas más densas y no contener tanto impregnante.

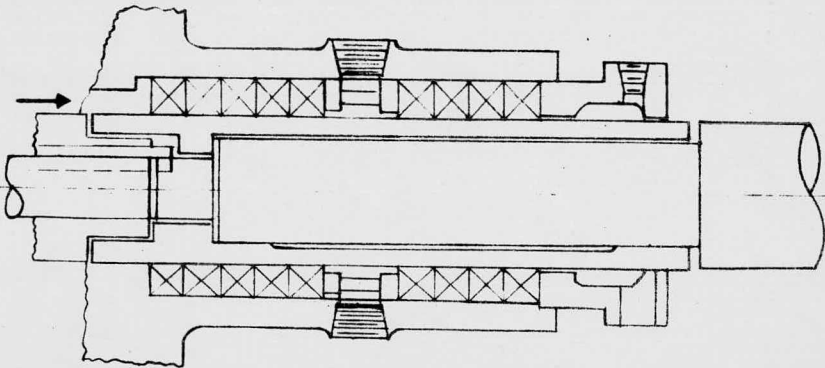
A veces el fluído que maneja la bomba es por su naturaleza un buen lubricante, pero presenta riesgos desde el punto de vista de incendio o corrosión. Entonces se utilizan prensa-estopas de un diseño especial como el presentado en la Lámina No. 6.

Estos tipos de prensa-estopas ("Quench Gland" y "Smothering Gland" en la terminología inglesa), están contruídos de manera que pueda circular por la manga un líquido extintor o inhibidor.

Al mezclarse con la fuga controlada del fluído operante, rebajan su punto de inflamación o reducen su poder corrosivo. Asimismo, se utiliza este tipo en las bombas que operan con fluídos que gasifican en contacto con el aire atmosférico, así como en las bombas de alimentación de calderas, donde existe el riesgo de vaporización.

Cuando se usan estos prensa-estopas, no es posible darse cuenta si la fuga está bien controlada y si llega a lubricar debidamente la empaquetadura. Por lo tanto, se recomienda que a diario se suspenda por unos momentos la alimentación del líquido, para ver si la fuga del fluído operante es la permitida y realiza satisfactoriamente su tarea de lubricar la empaquetadura.

En todas estas instalaciones siempre ha sido un problema el cómo y dónde obtener el fluído o fluídos necesarios para estos propósitos.



TESIS PROFESIONAL

LAMINA N° 6

PRENSA ESTOPAS DE DISEÑO

TOMAS CUELI DIAZ

FAC. DE QUIMICA UNAM 1978

En ocasiones resulta anti-económico. Algunas compañías han resuelto su problema utilizando el condensado como líquido sellante en la bomba.

No existen empaquetaduras que puedan resistir el trabajo en condiciones abrasivas. La única solución es crear un sello líquido que rechace y mantenga el fluido operante alejado del área de la empaquetadura. Para ello, es preciso situar un anillo linterna en el cuello de la caja de estoperos, inyectando una grasa o fluido a una presión que exceda en 0.3 a 0.7 Kg./cm² la presión de servicio.

Naturalmente, el sistema está limitado a los casos en que se permite una ligera dilución o contaminación del fluido operante.

Sin embargo, éstos últimos poseen cualidades que les hacen superiores, en muchos casos, a las empaquetaduras de tela, pues una correcta instalación aprovecha sus mejores cualidades de configuración de elasticidad.

Existen servicios en donde hay que enfrentarse a temperaturas o presiones que exigen un claro muy pequeño entre la parte móvil y la empaquetadura, en los que irremisiblemente se genera excesivo calentamiento por fricción. Entonces se hacen necesarios medios exteriores de lubricación y enfriamiento. De paso se debe hacer notar, que también requieren lubricación externa, todos aquéllos casos, en los que el fluido operante carece de propiedades lubricantes.

En todas estas ocasiones, se hace llegar el lubricante a la caja de estoperos a través de un anillo linterna, situado por regla general en el centro del juego de empaquetaduras. Sin embargo, su situación exacta la determinan los valores lubricantes y la viscosidad del líquido utilizado; y también, la clase de trabajo como en el caso de una empaquetadura sellando contra una condición de vacío o succión.

Los medios de introducir el lubricante en la caja de estoperos, varían con cada instalación. Puede ser una cosa tan simple como una copa de engrase o algo tan complicado como un sistema de bombeo exterior. En cualquier caso, la lubricación continua es preferible a la intermitente, debido a la tendencia de ésta última a desacomodar las empaquetaduras.

Es frecuente utilizar el fluido operante mismo, cuando sus propiedades lubricantes son las adecuadas. Basta para ello conectar una línea entre el lado de descarga en la voluta de la bomba y el orificio sobre la linterna. Si el fluido fuese ligeramente abrasivo, habrá que intercalar un filtro o un ciclón separador en la línea, y si las temperaturas de operación son más altas que las deseables, habrá que intercalar un cambiador de calor. Normalmente la lubricación termina en la linterna, pero hay casos en que el lubricante sigue de la linterna y desagua en el interior.

Se intenta en este caso de que el lubricante actúe también como un enfriador. Sobre este último punto, hay mucha controversia, y mucha gente alega que es muy poca cantidad de calor que arrastra el lubricante.

C A P I T U L O I I I

SELLOS MECANICOS.

El manejo, cada vez en mayor escala, de sustancias químicas corrosivas de subproductos del petróleo y de líquidos costosos, ha impuesto mínimos críticos a las fugas. Las viejas formas de sellado: empaquetaduras mecánicas, sellos de laberinto, labiales y demás, tienen muchas limitaciones: fugas mayores de lo deseable, necesidad de constante mantenimiento, desgastes inaceptables en los ejes, además su funcionamiento no ofrece garantías en los medios tóxicos o corrosivos.

Por todo ello, el sello mecánico ha ganado prominencia en los nuevos equipos, y ha obligado a transformar las viejas instalaciones. Desde hace años, su dominio en este campo es innegable, haciéndose presente en cada instalación.

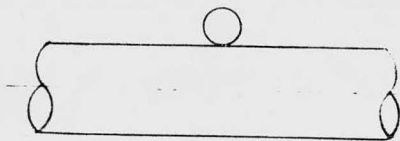
Lo que más interesa subrayar, es que la aplicación atinada de estos sellos, se traduce en ganancias, en la forma de larga duración en servicios y supresión de paros; con el ahorro consiguiente de jornales y de mermas en la producción.

A) CONSTRUCCION:

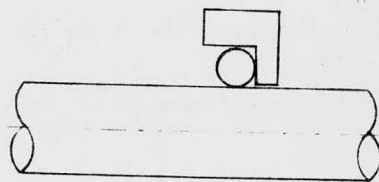
A continuación se presenta en su forma más simple, el esquema básico de los sellos mecánicos.

Lo primero es un eje y un simple anillo "O", Lámina No. 7(a)

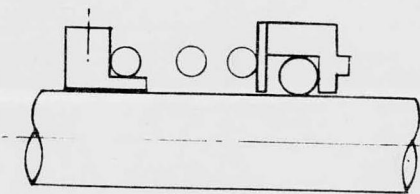
La necesidad de un envolvente o de un alojamiento para esto es evidente. Se logra mediante una pieza especial que a su vez, incorpora una de las caras del sellado Lámina No. 7 (b)



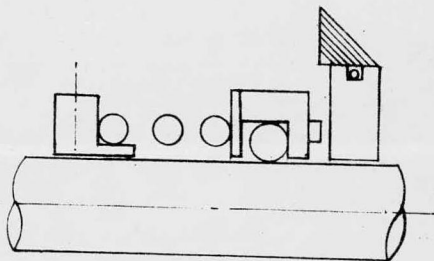
(a)



(b)



(c)



(d)

TESIS PROFESIONAL
LAMINA N°7
ESQUEMA BASICO DEL SELLADO
TOMAS CUELI DIAZ
FAC. DE QUIMICA UNAM 1978

Notese que esta pieza ejerce ya una carga previa sobre el anillo "O" comprimiéndolo contra el eje y manteniendo en esta parte su sellado.

Tras ésto se añade un resorte Lámina No. 7 (c), con el fin de energizar axialmente la pieza. Se asegura de este modo, el sellado del anillo en "O" y la presión que se necesitará en las caras selladoras, cuando por estar separado el equipo no hay presión hidráulica en la bomba.

La pieza inmediatamente después del resorte es un collar, fijado en el eje mediante un tornillo de sujeción. Un anillo elástico o un escalón en el eje serviría igualmente para este propósito.

Finalmente, el elemento estacionario, lámina No. 7 (d), completa la combinación. Esto es un sello mecánico en su forma básica.

Por razones de identificación, se debe considerar el sello formado por dos elementos; diferenciando entre el dispositivo que contiene el resorte y los componentes básicos; conjunto al que se denomina "Cabeza del Sello"; y el elemento estacionario, al que se le llama "Asiento del Sello".

B) CLASIFICACION:

Existen muy variados tipos de diferentes sellos mecánicos. Independientemente de lo diferente que nos pueda parecer, todos ellos encajan dentro de una cierta clasificación; ésta puede ser hecha por las características de su diseño o por el arreglo posicional que el sello ocupa en la aplicación específica. El cuadro general se ilustra en el Diagrama No. 1.

CLASIFICACION DE LOS SELLOS MECANICOS

POR CARACTERISTICAS DE DISEÑO

POR ARREGLO POSICIONAL

SELLO SENCILLO

SELLO MULTIPLE

NO BALANCEADO
BALANCEADO

MONTAJE INTERIOR
MONTAJE EXTERIOR

SELLO DOBLE
SELLO EN TANDEM

CABEZA EN ROTACION
ASIENTO EN ROTACION

SELLOS DE EMPUJE
SELLOS DE NO EMPUJE

ANILLO "O"
CUÑA
ANILLO "V"
EMPAQUE

FUELLE
ELASTOMERO
TFE
METALES

RESORTE UNICO
RESORTES MULTIPLES

TESIS PROFESIONAL

DIAGRAMA N° 1

CLASIFICACION DE LOS SELLOS.

TOMAS CUELI DIAZ

FAC. DE QUIMICA UNAM 1978

CLASIFICACION POR CARACTERISTICAS DEL DISEÑO.

Esta es ilustrada esquemáticamente en la Lámina No. 8, el primer grupo incluye los sellos balanceados y los no balanceados.

Un sello mecánico se denomina como balanceado, cuando los - - diámetros de las caras en contacto han sido reducidos en relación al diámetro de movimiento relativo, de modo que la carga en la cara sea menor que la presión hidráulica del fluido en operación.

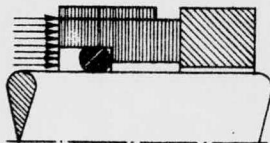
Esto es necesario para asegurar la presencia de una película del fluido entre las caras, dado que la presión que trata de penetrar entre las superficies lapeadas debe ser mayor que la carga que por empuje axial están soportando. Y particularmente indispensable cuando se opere en altas presiones o se manejen fluido de baja gravedad específica.

Dependiendo de cual de los elementos de sellado primario está en giro, los sellos mecánicos se agrupan en Cabeza en Rotación o Asiento en Rotación. Ambos sistemas son usados, la selección depende primordialmente del tipo de equipo en que serán usados. En muy altas revoluciones, el diseño simple del asiento permite más fácil asiento dinámico. Sin embargo, las mayores aplicaciones incluyen cabeza rotativa.

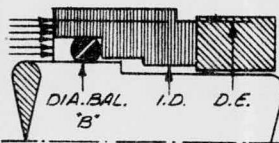
El tipo de sellado secundario agrupa a los sellos mecánicos - dentro de las categorías de sellos de empuje y sellos de no empuje. Con el sello de empuje que utiliza anillos "O", cuñas, u otros empaques, el sello secundario debe deslizarse - por empuje a lo largo del diámetro exterior de la flecha para compensar el desgaste de las caras en contacto.

CARACTERISTICAS DE DISEÑO

A: NO BALANCEADO



B: BALANCEADO



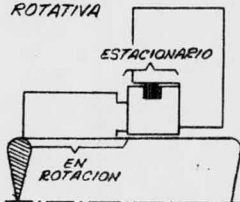
$$\text{BALANCE DEL SELLO} = b = \frac{(O.D.)^2 - B^2}{(O.D.)^2 - (I.D.)^2} \times 100$$

$b \geq 100\%$

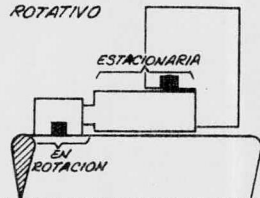
$b < 100\%$

ROTACION

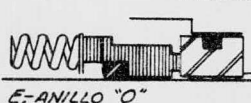
C: CABEZA ROTATIVA



D: ASIEN TO ROTATIVO



SELLOS DE EMPUJE



E: ANILLO "O"



F: CUÑA



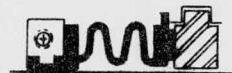
G: ANILLOS EN "V"

SELLOS DE NO EMPUJE

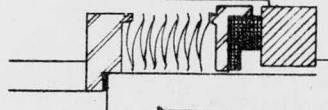
H: FUELLES ELASTOMERICOS



J: FUELLES DE T.F.E.



K: FUELLES DE METAL



TESIS PROFESIONAL

LAMINA N°8

CARACTERISTICAS DE DISEÑO

TOMAS CUELI DIAZ

FAC. DE QUIMICA UNAM 1978

Los anillos "O" son simples y de fácil habilitación, sus limitaciones son la compatibilidad del fluido operante con el elastómero seleccionado y la temperatura que éste pueda soportar.

Las cuñas fabricadas de T.F.E. son compatibles con una gran variedad de productos químicos y su resistencia a los límites de temperatura, cubre desde aplicaciones criogénicas - a -215 °C hasta un máximo de 260 °C; fabricadas de asbestos especiales, este límite puede incrementarse hasta - - 345 °C.

En muy altas presiones usan anillos en "V" o arreglos especiales de empaquetadruas. Sin embargo, como estos ensambles requieren mayor espacio, se sacrifica la flexibilidad entre las caras y se pierde el buen punto pivote que tiene por configuración el anillo en "O" o la cuña.

Los sellos de no-empuje utilizan en contraste, el elemento sellante secundario en configuración de fuelle; uno de sus extremos se sujeta firmemente a la flecha formando un sellado estático y creando un punto inicial de arrastre positivo. Cuando se habla de arrastre positivo, se refiere a los métodos empleados para eliminar esfuerzos en los elastómeros y plásticos y la unión efectiva entre los elementos selladores, o entre éstos, y el equipo mismo.

Las circunvoluciones del fuelle que no establecen contacto con el diámetro exterior de la flecha, compensan el desgaste de las caras en contacto y proporcionan excelente flexibilidad.

Además de los conocidos fuelles de cauchos sintéticos, se utilizan para productos corrosivos fuelles de TFE, y para servicios exóticos y temperaturas sobre 345°C fuelles metálicos.

Por último, la clasificación por diseño se agrupa en -- resorte único o resortes múltiples. En el resorte único el mayor grueso de su sección resiste por más tiempo la corrosión que el delgado alambre de los resortes múltiples, éstos sin embargo, producen en conjunto radial mejor uniformidad de carga a las caras de contacto y pueden fabricarse económicamente de materiales exóticos de alta resistencia corrosiva (Hastelloys, Inconel y aún - Titanio).

CLASIFICACION POR ARREGLO POSICIONAL.

Esta es ilustrada esquemáticamente en la Lámina No. 9.

El mayor número de aplicaciones de sellos mecánicos, son cubiertas satisfactoriamente con el uso de un solo sello o sello sencillo. La cabeza rotativa del sello sencillo puede montarse en el interior del equipo y circundada - por el líquido en operación, o bien a su exterior.

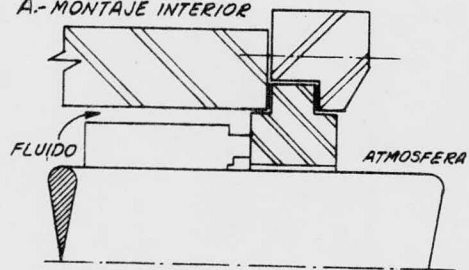
El montaje interior es preferido porque la presión hidraúlica del fluido en operación, actúa positivamente para mantener las caras en contacto y se obtiene una lubricación interfacial más estable. Además, la fuerza centrífuga actúa a su favor alejando las posibles partículas abrasivas del área de sellado.

El montaje exterior, es en ocasiones necesario por facilidades de mantenimiento; o para evitar el contacto del fluido en operación, con los componentes metálicos que forman parte de la cabeza del sello. Lamentablemente se desperdician todas las ventajas operativas indicadas en el montaje anterior.

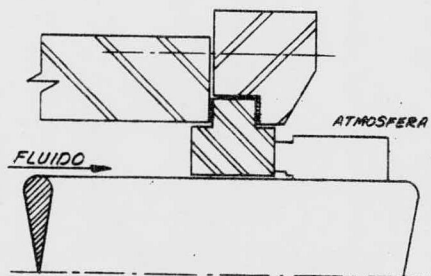
ARREGLOS POSICIONALES

SELLOS SENCILLOS

A.-MONTAJE INTERIOR

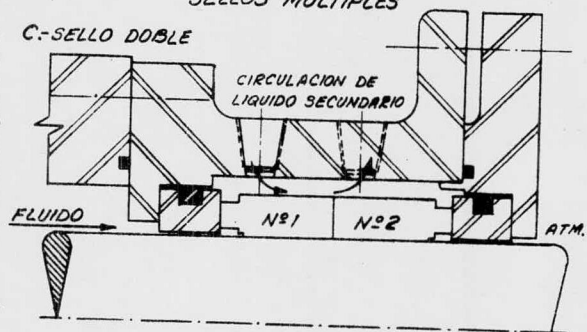


B.-MONTAJE EXTERIOR

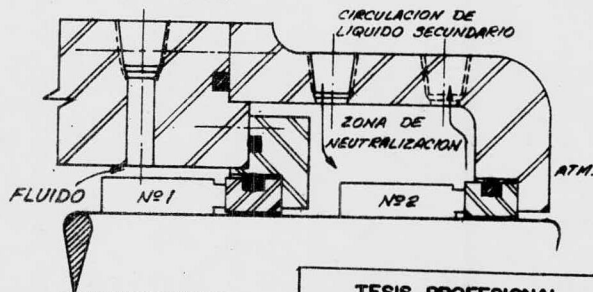


SELLOS MÚLTIPLES

C.-SELLO DOBLE



D.-SELLO EN TANDEM



TESIS PROFESIONAL

LAMINA N°9

ARREGLOS POSICIONALES

TOMAS CUELI DIAZ

FAC. DE QUIMICA UNAM 1978

Los sellos dobles consisten en dos sellos sencillos montados en sentido opuesto en la misma caja de sellado. Su objetivo es proporcionar una zona neutral en la que se circula un líquido secundario, limpio y con poder lubricante y a mayor presión que la que presenta el fluido en operación. De este modo, se logra que la película interfacial sea proporcionada por el líquido secundario si se mantiene en todo momento la diferencia de presión.

Este sistema es particularmente útil en la operación de gases, pues las caras de contacto no operan en seco; y en la operación de líquidos abrasivos, no se desgastan prematuramente las caras en contacto.

Los sellos en Tandem son un arreglo de dos sellos sencillos montados en la misma dirección. El líquido secundario crea una zona de amortiguamiento (buffer) entre el fluido en operación y el medio exterior.

Este arreglo es usado cuando el fluido en operación se convierte en abrasivo al cristalizar en contacto atmosférico, o en sellado de fluidos tóxicos o inflamables por medidas de seguridad.

C).- SELECCION:

Antes de seleccionar el diseño y materiales de un sello mecánico para cualquier aplicación, las condiciones totales de operación deben ser conocidas:

- 1.- Fluído a ser sellado.
- 2.- Presión del fluído.
- 3.- Temperatura del fluído.
- 4.- Diámetro de la flecha.
- 5.- Velocidad de la flecha.
- 6.- Condiciones del equipo.

Sólo después que estos puntos sean analizados en conjunto, puede hacerse una recomendación inteligente de un sello mecánico.

LOS ELEMENTOS DEL SELLADO PRIMARIO:

La cara rotativa y su asiento, son realmente el corazón del sello mecánico, en donde se han concentrado los esfuerzos del trabajo dinámico y el desgaste tiene lugar. Por tanto, la selección de los materiales adecuados es definitivamente el más difícil.

Al arranque de la bomba, existe una inicial operación en seco, seguida de una lubricación hidrodinámica. A este respecto, la teoría del sello se asemeja a la de un cojinete deslizante y se puede postular que en general, un buen material de cojinete puede ser un prometeador material de sello.

El problema sin embargo, es más complejo, los cojinetes son lubricados generalmente con aceites y el "lubricante" para los sellos incluye agua, aceites, gasolinas, soluciones, salinas, cáusticos y ácidos.

La tabla de la Tabla No. 1, muestra algunas de las combinaciones típicas de materiales de mayor uso en las caras de contacto.

COMBINACION DE MATERIALES USUALES
EN LAS CARAS DE SELLADO PRIMARIO

PARA AGUA _____

Carbón-
Grafito VS Bronce
Ni-Resist.
Cerámico
Stellite
Diversos VS Carburo Tungsteno
Grados. TFE Relleno Carbón
TFE Relleno Bronce

PARA CAUSTICOS _____

Carbón-
Grafito VS TFE Relleno Carbón
Stellite
Carburo Tungsteno

Carbón
Grafito VS Cerámica

PARA SOLUCIONES SALINAS _____

Carbón-
Grafito VS Cerámica

Teeplite* VS Cerámica

Carbón VS Aluminio Bronce

PARA AGUA DE MAR _____

Carbón
Babbit VS Aluminio Bronce

Stellite VS Aluminio Bronce

Teeplite* VS Bronce

PARA ACIDOS _____

Carbón-
Grafito VS Cerámica
Stellite
TFE Relleno Carbón
Carbón
Grados VS Hastelloy A,B. o C.
Esp.

Cerámica VS Stellite
TFE Relleno Carb.

PARA GASOLINA _____

Carbón VS Hierro Fundido
Ni Resist.
Cerámica
Grafito VS Stellite
TFE Relleno Carbón
Carburo Tungsteno

PARA ACEITES _____

Carbón VS Bronce
Grafito VS Hierro Fundido
Ni-Resist.
Cerámica
Stellite
Carburo Tungsteno
Hierro Sinterizado
Bronce Sinterizado

Bronce VS Hierro Fundido

TESIS PROFESIONAL

TABLA N°1

COMBINACION DE MATERIALES

TOMAS CUELI DIAZ

FAC. DE QUIMICA UNAM 1978

Un estudio más detallado de la tabla muestra que cada categoría contiene carbón grafito, o lo que la industria llama carbón mecánico y una lista completa de recomendaciones para compatibilidad de materiales, enseñaría que un 95% de los productos en operación industrial, pueden ser sellados con éxito con una de las caras de contacto de carbón grafito.

Por supuesto, no siempre es la misma clase de carbón; para lograr la mayor duración y compatibilidad contra otros materiales en diversos medios, se necesitan fabricar en grados diferentes.

Algunos con composición pura de carbón grafito, los más, con impregnantes de aceites, resinas sintéticas, sales inorgánicas, polímeros y muchos metalizados con cobre, plomo, antimonio, babbit o plata. Cada grado tendrá sus propias virtudes específicas para una determinada aplicación.

El hecho de que un 95% de los productos en operación industrial, puedan ser sellados con una de las caras de contacto de carbón grafito, es una impresionante cifra, y la pregunta que se plantea es ¿Porqué es un material tan deseable en las caras en contacto de un sello mecánico?.

La respuesta más simple sería: Los años de experiencia y pruebas efectivas de los fabricantes lo han demostrado. Sin embargo, una respuesta más aceptable se puede dar, si analizamos las propiedades deseables en las caras de los sellos mecánicos, comprendidas en la tabla No. 2.

PROPIEDADES DESEABLES

DE LOS MATERIALES EN LAS CARAS DEL SELLO MECANICO

QUIMICAS: Inertes y resistentes a la corrosión.

TERMICAS: Bajo coeficiente de expansión.
Alta conductividad térmica.
Resistencia al choque térmico.
No afectarse mayormente en sus propiedades, entre extremos diferenciales de temperatura.

MECANICAS: Dureza y excelente resistencia al desgaste.
Características lubricantes propias en operación en seco.
Bajo coeficiente de fricción.
Alta fuerza tensil.
Alto módulo de elasticidad.

ADICIONALES: Estabilidad dimensional.
Fácil manufactura y maquinado.
Precio razonable
Habilitación rápida.

TESIS PROFESIONAL

TABLA, N°2

PROPIEDADES DESEABLES EN CARAS

TOMAS CUELI DIAZ

FAC. DE QUIMICA UNAM 1978

Como podemos observar, las composiciones de carbón grafito cumplen una mayor parte resaltando su inercia química, lubricidad, disipación de calor y resistencia térmica.

La práctica general es usar diferentes materiales en cada una de las caras de contacto de un sello mecánico, basándose en que iguales composiciones de material, tienden a unirse molecularmente y crean por tanto, mayor fricción.

Desde el punto de vista de similitud dinámica, no hay diferencia en cuál material gira y cuál permanece estacionario, aunque generalmente es preferible usar el material más ligero en la cara rotativa para aliviar efectos torque al conjunto.

En el trabajo dinámico de dos caras en contacto, es generalmente asumido que el material de menor dureza se desgastará más rápido. Esto no siempre es cierto, la experiencia ha enseñado que bajo ciertas condiciones abrasivas, la pieza más blanda se desgasta menos; por tanto, la dureza del material no es directamente proporcional a su resistencia al desgaste.

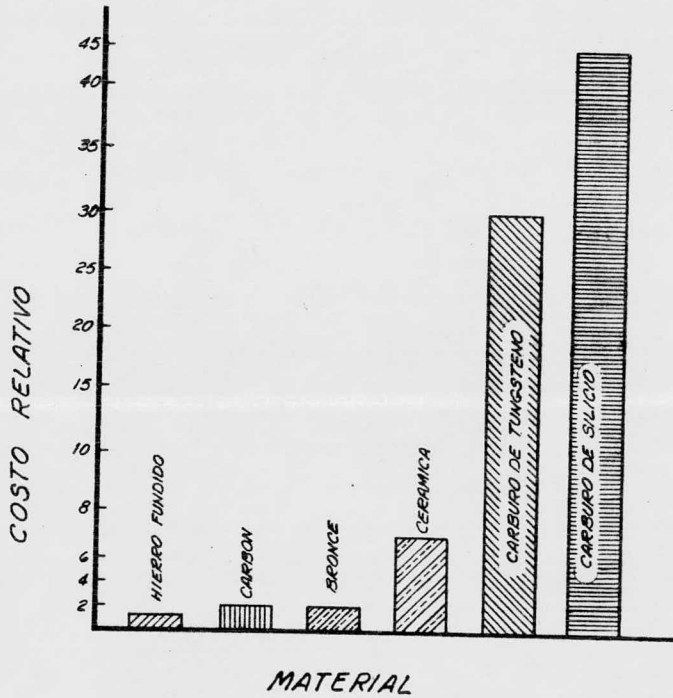
Para aplicaciones en alta presión y temperatura, como es el servicio en bombas de alimentación a calderas, o el de muchos hidrocarburos, la combinación ideal actual es carbón contra carburo de tungsteno. Carbón contra cerámica es la mejor selección para muchos medios químicos, pero se deben cuidar las fluctuaciones bruscas de temperatura, dada la baja resistencia al choque térmico de la cerámica.

Los muchos grados de carbón en desarrollo constante, brindan cada vez mayores oportunidades, por último las nuevas resinas de TFE con relleno de bronce, ofrecen posibilidades ilimitadas para la correcta operación y mínimo desgaste de las caras de contacto de un sello mecánico.

Las innovaciones radicales serán probablemente muy pocas, hasta que un conocimiento más profundo del fenómeno que ocurre entre las caras de contacto sea alcanzado. Entretanto, la demanda de sellar extremas temperaturas y presiones en medios exóticos aumenta día con día.

Un material también debe ser vendido y en ocasiones a precios de competencia; el diseñador por tanto debe hacer, no solamente uso de su criterio de ingeniería, sino un inteligente balance económico, la gráfica No. 1 muestra el costo relativo de algunos materiales básicos de caras de contacto.

COSTO RELATIVO DE MATERIALES



TESIS PROFESIONAL
GRAFICA N° 1
COSTO RELATIVO DE MATERIALES
TOMAS CUELI DIAZ
FAC. DE QUIMICA UNAM 1978

C A P I T U L O I V

APLICACION DE LOS SELLOS MECANICOS

A) SELLOS MECANICOS EN SERVICIO ABRASIVO.

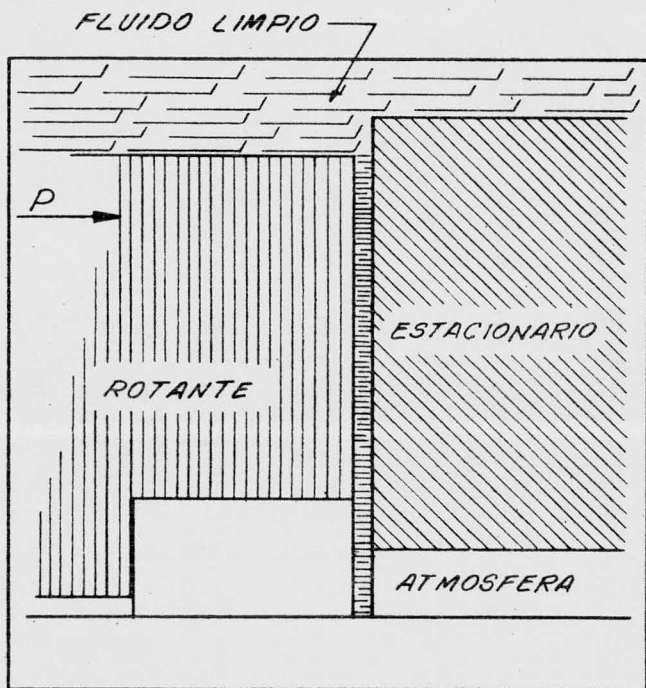
Cuando las caras de sellado primario se mueven en relación una a otra, se establece una película de fluido entre ellas. Las investigaciones han mostrado que el grosor promedio de esta película, varía entre 1 a 5 micrones y partículas abrasivas dentro de este orden, efectuarán una acción cortante entre las caras y acelerarán su desgaste (Lámina No. 10 y Lámina No. 11).

El enemigo principal por tanto, de un sello mecánico, son los abrasivos y el desarrollo de crear sistemas para evitarlos, han estado bajo estudio constante. Actualmente existen una serie de recomendaciones definitivas.

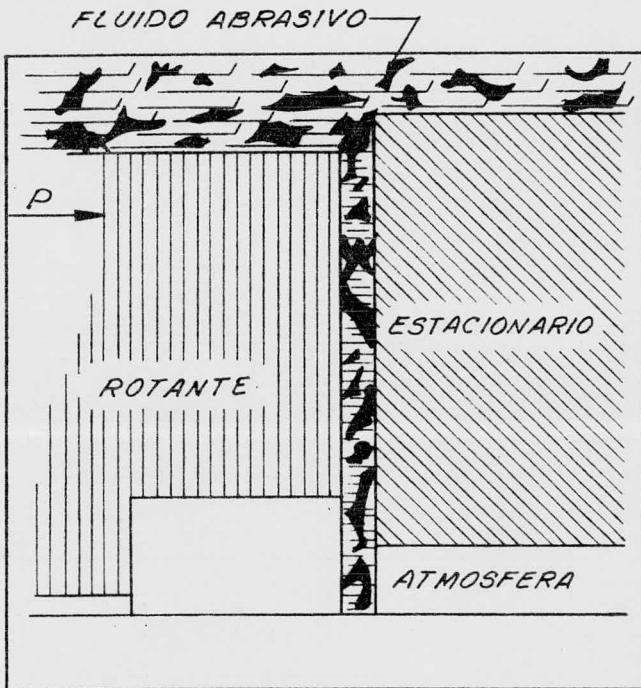
Para combatir una condición abrasiva, debe conocerse ante todo, el origen abrasivo; tres distintas categorías se conocen:

TERMICA: Ciertos líquidos forman cristales cuando cambian las condiciones de temperatura en que son operados, por ejemplo, el nitrato de amonio formará cristales abrasivos en las caras, si la temperatura que los mantiene en solución no se controla.

CONTACTO ATMOSFERICO: Algunos líquidos crean depósitos abrasivos o forman estructuras cristalinas al contacto atmosférico, por ejemplo, agua tratada con cromatos, jarabes de azúcar.



TESIS PROFESIONAL
LAMINA N° 10
SELLOS CON FLUIDO LIMPIO
TOMAS CUELI DIAZ
FAC. DE QUIMICA UNAM 1978



TESIS PROFESIONAL
LAMINA N° II
SELLOS CON FLUIDO ABRASIVO
TOMAS CUELI DIAZ
FAC. DE QUIMICA UNAM 1978

INHERENTE: El abrasivo es parte propia del fluido operante, como agua arenosa, lodos o soluciones sobresaturadas con cristales en suspensión.

Si una condición térmica existe, la temperatura debe mantenerse a un nivel que impida que el fluido manejado cristalice, si ésta debe ser elevada, se puede circular vapor por las chaquetas de la caja de sellado o bien, usar elementos de calentamiento eléctrico, si no hay vapor disponible.

En condición atmosférica, la solución lógica es mantener las caras de contacto del sellado, alejadas de la atmósfera, esto se logra creando una zona de neutralización o buffer con un arreglo posicional en tandem de doble sello.

Sin embargo el método más práctico y económico es usar un arreglo de sello mecánico sencillo con la brida de asiento tipo extinción (Quench Gland), mostrado en la Lámina No. 13. En el cual, dos anillos de empaque crean una zona inundada entre el sello y la atmósfera.

La condición abrasiva inherente se contraresta inyectando un líquido compatible limpio, sobre las caras del contacto.

Esto causará una dilución del producto manejado, por tanto, para minimizarla, se instalará un buje restrictivo en el fondo de la caja de sellado que reducirá la dilución, Lámina No. 14.

Varios diseños de bujes restrictivos hay disponibles, y -- todos trabajan bajo el mismo principio; el líquido secundario inyectado debe estar a mayor presión que el fluido --- abrasivo manejado y mantendrá a éste alejado de las caras de contacto.

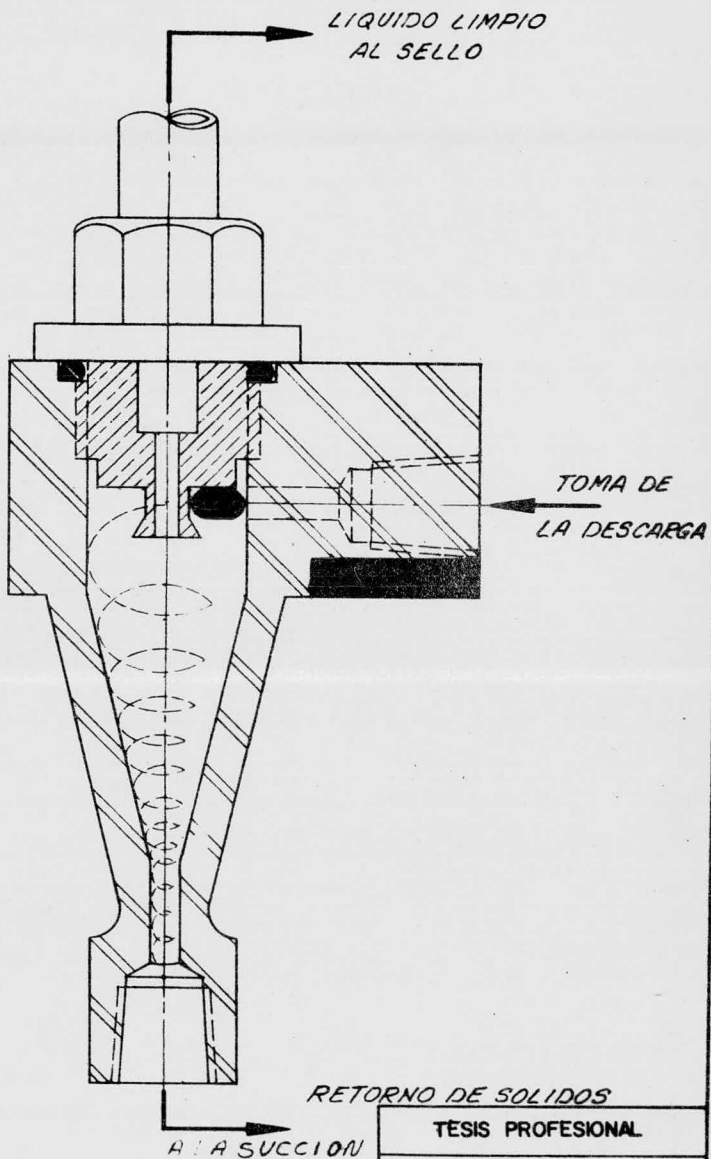
Si la dilución no es permisible en ningún grado, el arreglo posicional de doble sello con recirculación de líquido secundario a mayor presión, deber ser considerado.

Por último, si los abrasivos inherentes no están en muy alto porcentaje y tienen mayor peso que el fluido que los conduce, se podrá usar separadores centrífugos.

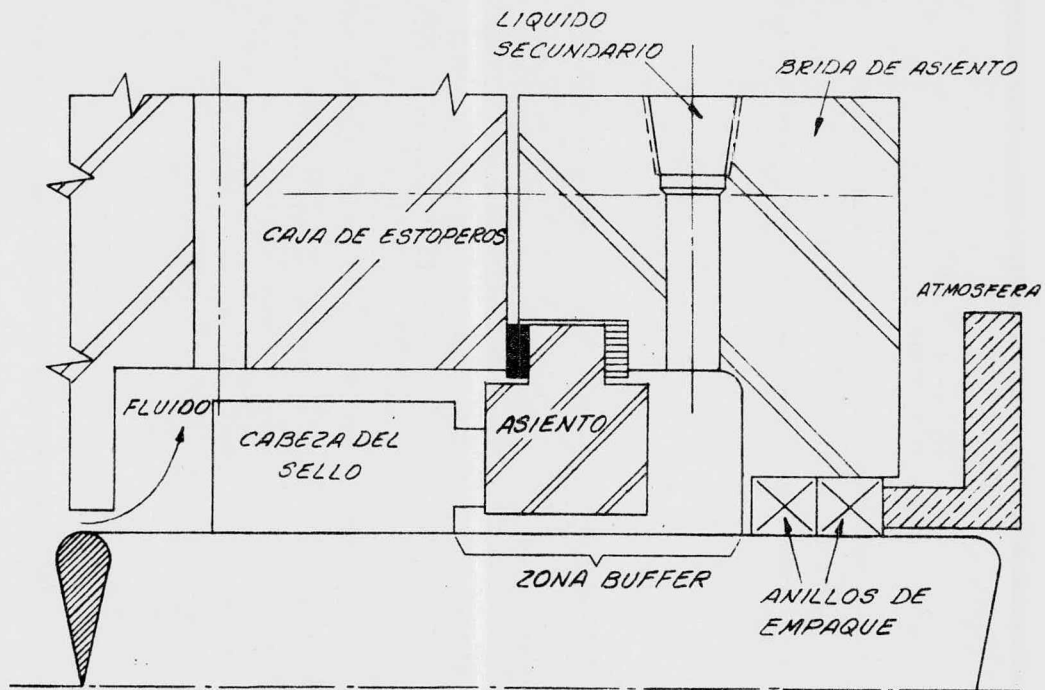
El fluido de operación se toma de la zona de descarga de la bomba y se hace pasar por el separador, el afluente limpio de éste se inyecta directamente a las caras del sello y la descarga de sólidos del separador se retorna a la succión de la bomba para no tener desperdicios en el proceso. La mina # 12, muestra la acción del separador removiendo las partículas abrasivas del fluido en operación.

B).- SELLOS MECANICOS EN ALTA TEMPERATURA.-

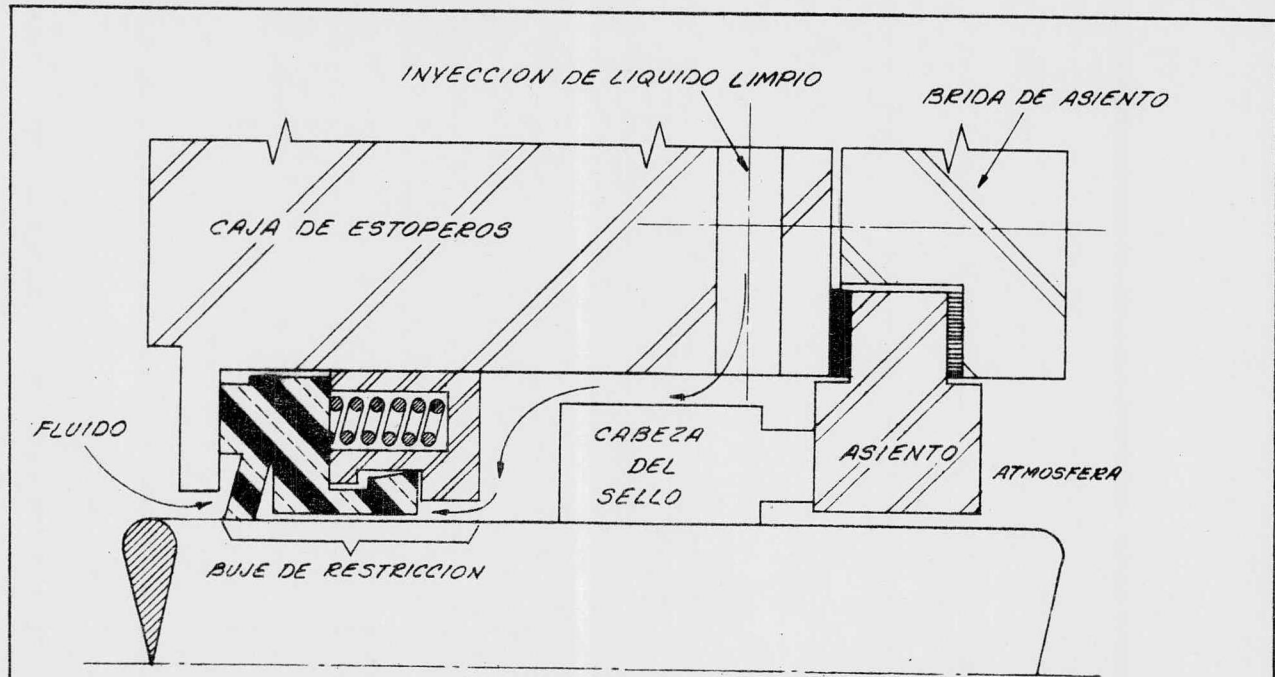
En los últimos años se han incrementado las temperaturas de proceso industrial enormemente. En refinerías, el aceite crudo reducido se está bombeando a 400°C, y ya es común en varias industrias los procesos de transferencia de calor en el rango de 350-400 °C.



TESIS PROFESIONAL
LAMINA N°12
SEPARADOR DE SOLIDOS
TOMAS CUELI DIAZ
FAC.DE QUIMICA UNAM 1978



TESIS PROFESIONAL
LAMINA N°13
SELLO BRID. DE ASIEN. TIPO EXTINCION
TOMAS CUELI DIAZ
FAC. DE QUIMICA UNAM 1978



- 51 -

TESIS PROFESIONAL
LAMINA N°14
SELLOS CON BUJE RESTRICTIVO
TOMAS CUELI DIAZ
FAC. DE QUIMICA UNAM 1978

El diseño y operación de un sello mecánico, no solamente es afectado por el propio calor del fluido manejado, sino también por su estabilidad. En altas temperaturas de bombeo - muchos líquidos no son estables y tienden a vaporizarse al llegar a las caras de contacto que están sujetas a la presión atmosférica en su diámetro interno.

Esta vaporización del líquido, crea fundamentalmente 3 problemas básicos:

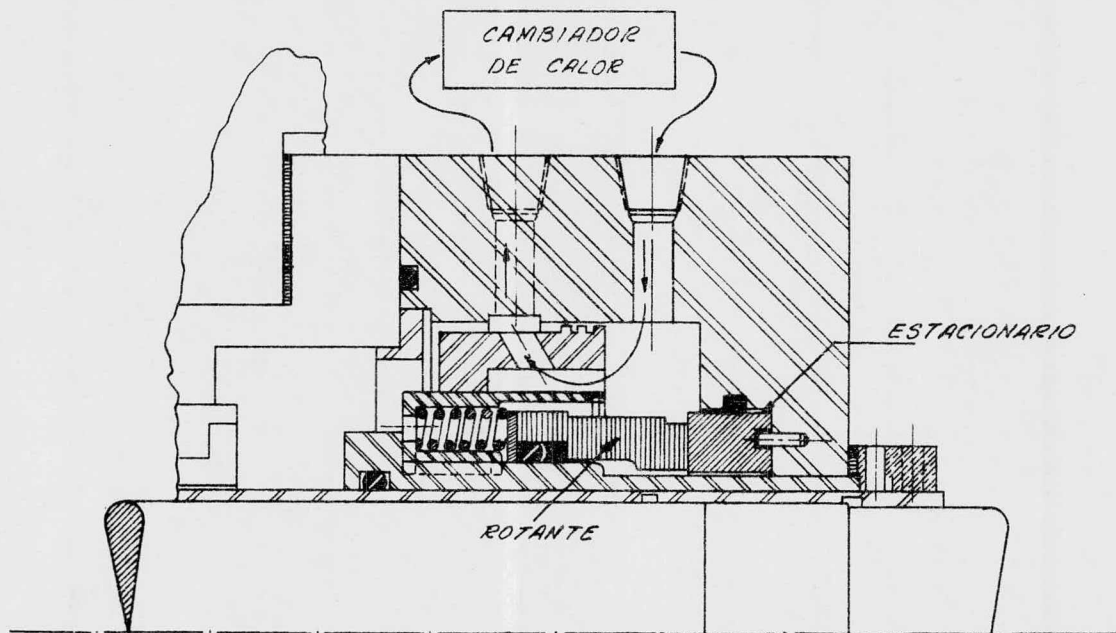
1.- Pérdida de lubricación interfacial:

Cuando un líquido no es estable a la temperatura de bombeo y presión atmosférica, el método de asegurar la presencia de una película estable interfacial, es el de enfriar el líquido a una temperatura abajo de su punto de ebullición atmosférico.

El arreglo posicional de la Lámina No. 15, nos muestra el más moderno método de lograr un medio operativo a baja temperatura. El anillo de bombeo crea un sistema circulante-cerrado en la caja de sellado a través de un pequeño cambiador de calor.

De este modo, logramos una película interfacial líquida y estable sin afectar mayormente la temperatura de proceso - del fluido manejado.

Los sistemas de enfriamiento del mismo fluido en operación tomando éste de la descarga de la bomba, haciéndolo pasar por un cambiador de calor e inyectándolo directamente a las caras de sellado, son también satisfactorios; sin embargo, estos sistemas requieren cambiadores de calor más grandes y se afecta en mayor porcentaje la temperatura del proceso.



TESIS PROFESIONAL
LAMINA N°15
SELLO CON CAMBIADOR DE CALOR
TOMAS CUELI DIAZ
FAC. DE QUIMICA UNAM 1978

También deben considerarse los sistemas de enfriamiento - auxiliados por fuentes de líquido secundario:

- a) En ocasiones es suficiente la recirculación de agua fría por las chaquetas de enfriamiento de la bomba para asegurar una película interfacial estable.
- b) La inyección de líquido frío secundario, directamente sobre las caras de sellado, pero alterando la temperatura del proceso primario.
- c) Sellos mecánicos dobles, con recirculación a mayor - presión de líquido frío secundario.

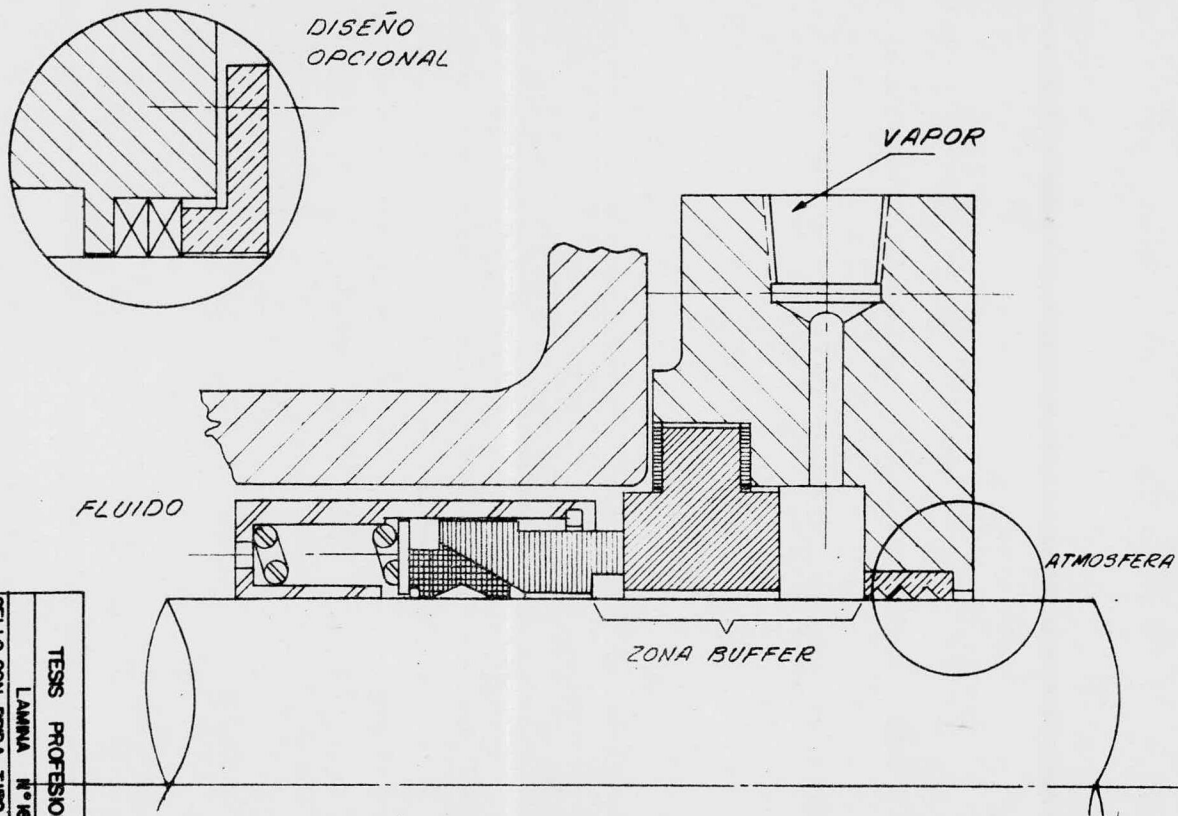
Los dos últimos sistemas, cumplen el objetivo, pero requerirán de equipo auxiliar o modificaciones a la instalación que pueden ser costosas.

2.- Descomposición del Producto.

En el manejo de ciertos hidrocarburos estables y fluídos - transmisores de calor, la vaporización crea residuos carbonosos que se acumularán con el tiempo y éstos impedirán - la flexibilidad del sello mecánico o rallarán sus caras de contacto.

Esta situación se remedia instalando una brida de sello - tipo extinción (Quench Gland) Lámina No. 16 y Tabla No. 3.

Es obvio que si se hace circular vapor por la zona neutral entre el sello y la atmósfera, con objeto de redissolver dichos residuos y arrastrarlos, los elementos de sellado secundario no sufrirán obstrucción.



TESIS PROFESIONAL
LAMINA N° 16
SELLO CON BANDA TIPO EXTENSION
TOMAS CUELI DIAZ
FAC DE QUIMICA UNAM 1978

**USOS GENERALES DE BRIDAS DE ASIENTOS DE EXTINCION
(QUENCH GLAND)**

PRODUCTO BOMBEADO	REQUIRIMIENTO	FLUIDO SECUNDARIO	RAZON DE SU USO
Hidrocarburos Estables	Continuo	Vapor	Descomposición del Producto
Hidrocarburos No Estables	Emergencia	Vapor	Seguridad
Hidrocarburos Baje Cero	Arranque	Metanol	Evitar Congelamiento
Soluciones Cristalinas	Continuo	Agua-Aceite	Disolución Cristales
Líquidos Tóxicos	Emergencia	Vapor o Agua	Dilución de Fuga
Líquidos Costosos	Continuo	Ninguno	Recuperación

TESIS PROFESIONAL

TABLA N° 3

USOS GRALES. BRID. DE ASIENEXTINCION

TOMAS CUELI DIAZ

FAC.DE QUIMICA UNAM 1978

Parece incongruente que si el problema es alta temperatura, todavía se agregue más con la recirculación de vapor; a pesar de ello, este sistema compensa y alarga la vida operativa del sello mecánico, por las razones indicadas.

3.- Inseguridad Industrial.

El tercer factor problema cuando se bombean fluidos a temperaturas en exceso de 200 °C, es la potencial naturaleza peligrosa de estos fluidos, que pueden ser inflamables o sus vapores de alta temperatura entran en ignición al contacto atmosférico.

Las instalaciones de sellos mecánicos bajo tales condiciones deben ser cuidadosamente seleccionadas, para obtener una completa seguridad de operación de la Planta y sus operadores.

Nuevamente el arreglo de sello mecánico con brida de extinción, Lámina No. 16 es el método económico y más usado. La zona neutral permite ventear o drenar las fugas normales de la operación y en falla inesperada del sello mecánico, la emergencia puede ser controlada con inyección de vapor para arrastrar el exceso de fuga.

C A P I T U L O V

AVERIAS EN LOS SELLOS MECANICOS

El estudio de las fotografías, unido a la explicación de sus causas, ayudará al personal de operación a disgnosticar mejor sus dificultades de sellado.

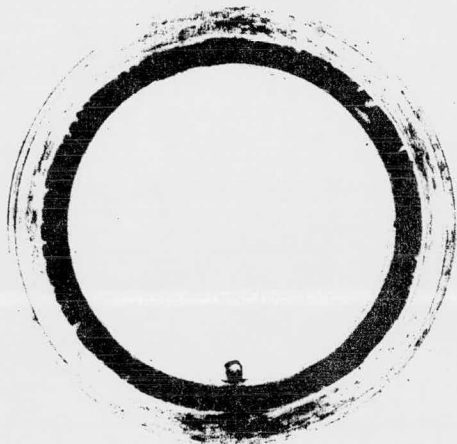
En la Lámina No. 17, se muestra lo que ocurre en la superficie de metales endurecidos. La pieza es una cara rotatoria de 316 Stellite # 1, que se monta en una bomba que maneja hidrocarburos ligeros. El elemento estacionario del sello que operaba contra esta pieza, estaba hecho de carbón.

Es significativo que las grietas estén confinadas a la superficie que estuvo en contacto directo con la estacionaria de carbón, lo que marca una condición de localización definida.

Las grietas se deben al calor intenso generado en la superficie de metal duro, mientras el resto de la pieza permanece a la temperatura ambiente.

Es indudable que el calor en la cara rotatoria se debe a la pérdida del lubricante entre las caras de sellado.

Desde el instante en que por una razón o por otra, la película líquida desaparece, se genera calor en cantidad suficiente para agrietar la superficie del metal duro.



TESIS PROFESIONAL
LAMINA N°17
AVERIA EN LA CARA ROTATORIA
TOMÁS GUELI DÍAZ
FAC. DE QUÍMICA UNAM 1978

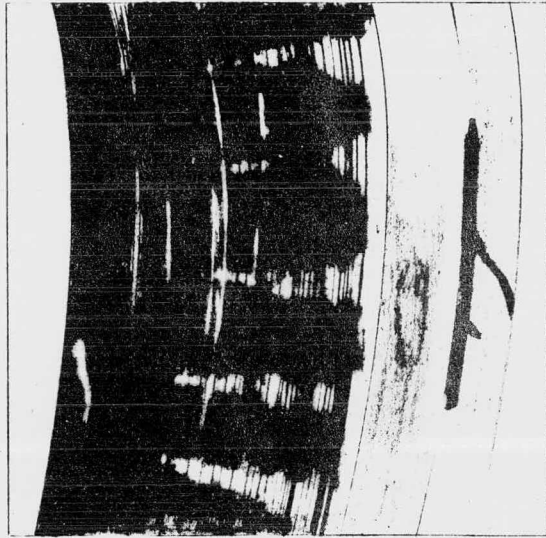
La superficie con alta temperatura, se expande, pero el metal bajo ella con un coeficiente de dilatación diferente, no permite que lo haga en dirección lineal. En consecuencia, se conva hacia afuera y careciendo practicamente de elasticidad, se producen grietas. En éstas, los bordes están ligeramente elevados y empiezan a rallar y limar la cara estacionaria.

AGRIETADO POR CALOR.-

La foto de la Lámina No. 18, es una ampliación (44 aumentos), de una de estas grietas. Las zonas más claras a cada lado de la grieta, corresponden al metal que formó los bordes elevados y ahora ha sido limado y aplanado por la cara estacionaria de carbón. Normalmente la primera señal de un fallo, es la presencia de polvo de carbón depositado en la superficie exterior de las caras.

Sabiendo que el agrietado de estos materiales duros se debe al calor generado en las caras de sellado, se debe encontrar cuál es la causa de la desaparición de la película lubricante.

Si la bomba está manejando hidrocarburos ligeros propensos a inflamarse con presiones bajas, debe revisarse la instalación, comprobando que el líquido empleado para la lubricación sea el adecuado. Lo mismo debe hacerse con todas las líneas y las entradas a la cámara del sello, asegurándose que esten completamente libres.



TESIS PROFESIONAL

LAMINA N°18

AMPLIACION DE UNA FALLA

TOMAS CUELI DIAZ

FAC.DE QUIMICA UNAM 1978

Con frecuencia se instalan orificios en las líneas para disminuir la recirculación del fluido y para abatir la presión. En caso de emplearse un orificio, éste no debe ser inferior a 3.2 mm. de diámetro interior.

La pérdida de succión en la bomba, acarrea inevitablemente la desaparición de la película del lubricante en las caras del sello. Las variaciones en el bombeo, afectan también la lubricación del sello. La misma condición puede ocurrir si la carga mecánica en las caras del sello es excesiva.

Conocer las causas que motivan el agrietado por calentamiento de las caras metálicas, es una buena ayuda para resolver estas dificultades.

Pero si no pueden determinarse las causas y persiste esta anomalía, una alternativa es el empleo de materiales que presenten mejor resistencia. Lamentablemente la mayor parte de materiales que tienen la mejor resistencia a esta condición, no resisten bien la corrosión.

Por otra parte, hay algunos materiales que aunque de alto costo, son una promesa para manejar estas condiciones, especialmente en medios en que la lubricación es de naturaleza marginal.

La experiencia ha mostrado que este problema tiene fácil solución, haciéndose uso de un cambiador de calor, el cual, puede ayudar a abatir la temperatura del hidrocarburo que se está inyectando para la lubricación, dando lugar a seguir usando el sello sin problema alguno.

DESGASTE EN EL ELEMENTO ESTACIONARIO.

Un ejemplo de desgaste al límite de una cara de stellite sin que haya ocurrido "Agrietado por Calentamiento", se muestra en la Lámina No. 19. Aquí hubo lubricación adecuada del sello, sin embargo, el líquido operante contenía abrasivos o era del tipo que tiende a cristalizar - en las caras del sellado.

El elemento de carbón, usualmente sufre el desgaste más severo, pero en ocasiones no muestra señales de desgaste, y es, en cambio, el elemento más duro quien lo sufra con mayor rigor.

Esta condición se presenta cuando las partículas abrasivas se incrustan o depositan en la cara de carbón, transformándola en una especie de muela de afilar, actuando sobre el elemento más duro. Lo mismo ocurre cuando se manejan líquidos que tienen tendencia a cristalizar.

Para corregir estas situaciones, es evidente que los abrasivos deben excluirse de las caras de sellado, por cualquiera de los métodos para manejar líquidos de esta condición, o de aquellos que tienden a formar cristales.

Un método que ha dado buen resultado, es inyectar vapor con una presión que no exceda de 10 psi en orificio de enfriamiento de la brida, dando lugar a un calentamiento de la brida y por ende a los cristales que se encuentran entre las caras.



TESIS PROFESIONAL

LAMINA N°19

AVERIA POR ABRASION

TOMAS CUELI DIAZ

FAC. DE QUIMICA UNAM 1978

Esta operación se debe llevar a cabo de 5 a 10 minutos antes de arrancar el equipo del bombeo.

CARAS QUE SE ADAPTAN E IGUALAN AL DESGASTE.

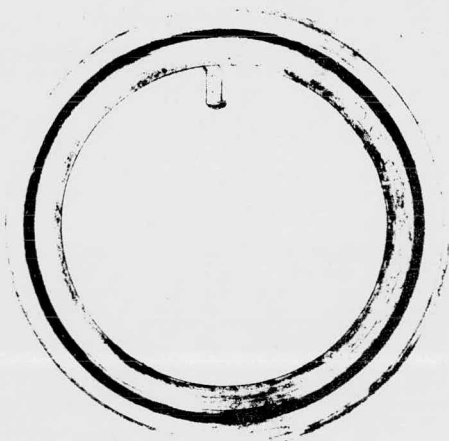
Un ejemplo se tiene en la Lámina No. 20. Es un caso que muestra como a pesar de estar ranuradas y malamente gastadas, ambas caras de sellado realizaban su tarea.

El desgaste de estas caras fue gradual, de modo que durante mucho tiempo dieron un servicio satisfactorio a pesar de que en ninguna de las dos era lisa la superficie. Sin embargo, en esta condición las caras sólo pueden funcionar satisfactoriamente en una unidad en la que las características de giro sean estables y exactas. Es fácil comprender que cualquiera irregularidad en el giro, acabaría con el "aparejamiento" de las caras y daría lugar a una seriefuga.

ELEMENTO ESTACIONARIO DEFORMADO.

Existen ocasiones en que la cara estacionaria se encuentra totalmente deformada indicando la discontinuidad del contacto entre las respectivas superficies. No hay discusión alguna acerca de la exactitud de la pieza antes de instalarla en la unidad, en este caso, una bomba de múltiples pasos en servicio de alta presión en un oleoconductor de productos terminados.

Se hizo la instalación de una pieza nueva arrancándose el equipo por cerca de 20 minutos, se procedió a desmontar el sello y se verificó la superficie de la cara obteniéndose



TESIS PROFESIONAL

LAMINA N° 20

CARAS QUE SE ADAPTAN AL DESGA

TOMAS CUELI DIAZ

FAC. DE QUIMICA UNAM 1978

los mismos resultados. Era evidente que la deformación --- tenía lugar al apretar excesiva e irregularmente las tuer-- cas que sujetan la brida del sello.

CARBON EXPLOSIVO.-

Se debe tener sumo cuidado para la selección del tipo de -- carbón indicado, ya que hay ocasiones en que se selecciona carbón con una impregnación de resinas fenólicas, y ésto, - que en muchos casos es de beneficio, en algunos otros en -- donde se tiene una gran cantidad de calor superficial debi- do a la falta de lubricación, se producen grandes fallas. - El exceso de calor superficial provoca la inmediata expan- sión de la resina usada como aglutinante.

Esta rápida expansión causa una pequeña explosión bajo la - superficie del carbón, aflojando pequeñas partículas de ma- terial. Esta es una condición progresiva en la que sólo -- unas pocas partículas de carbón se aflojan cada vez que se arranca el equipo.

El sello no debe fallar sino hasta que se haya formado, a - fuerza de explosiones, una sienda a través de la superficie lapeada por donde puede escurrir la fuga.

HULE DAÑADO POR CALOR.-

Algunos diseños de sello suelen tener un empaque de asiento que hace que la cara estacionaria quede sellada a la brida, evitando una fuga hacia el exterior.

Cuando por alguna causa la lubricación entre caras ha cesado, el calor generado por la misma falta de lubricación, hace que el empaque reciba mayor temperatura de la deseada, dando lugar a un endurecimiento de elastomero, llegando a tomar una textura parecida a la bakelita, que además de no sellar, se rompe por cualquier esfuerzo ejercido.

Este problema se puede resolver fácilmente haciendo una buena selección de las juntas, ya que se cuenta con materiales que resisten grandes temperaturas, como son: vitón, teflón y asbesto vitón.

CUIDADOS EN EL CAMBIO DE LIQUIDO.-

Existen ocasiones en donde por muchas causas el equipo que se encontraba en un servicio determinado, se cambia a otro, en donde por ningún motivo se pueden esperar grandes resultados, dado que la selección de los materiales se había hecho para un determinado líquido y el usuario piensa que puede manejar otro líquido en las mismas condiciones; esto puede traer como consecuencia que los materiales primeramente seleccionados no resistan el segundo líquido, dando lugar a una fuga, en donde las consecuencias pueden ser irreparables.

RESULTADO DEL INTERFERIR EL EJE Y EL ELEMENTO ESTACIONARIO.-

Por el simple examen del elemento estacionario se descubren las causas por las que falla un sello. El daño al elemento estacionario puede ser debido al espaciamiento insuficiente

entre el eje y el elemento, ejes descentrados o excentricidad entre la caja de estoperos y el eje. Este tipo de averías puede ser peligroso en extremo si se manejan líquidos inflamables, debido al calor generado cuando ocurre contacto de metal con metal.

En aplicaciones críticas, cuando se manejan líquidos inflamables, un buje de material que no provoca chispas, es indispensable. Su diámetro interno debe ser ligeramente menor que el del elemento estacionario, evitando así que haga contacto con el eje.

Independientemente del diseño del sello, es importante como inspección final, verificar por medio del claro entre el eje y el diámetro interno del buje. El claro debe ser el suficiente para evitar contacto.

JUNTA DEFECTUOSA.-

Con frecuencia se atribuyen fugas a un sello mecánico encontrándose que proceden de otras fuentes. Uno de los ejemplos más comunes, es la fuga entre la manga sobre la cual se ha montado el sello y el eje de la bomba.

Algunas veces se prescinde de la junta por completo, lo que da lugar a cambiar varias veces el sello hasta que se descubre la omisión de la junta. Una orientación sobre la falta de la junta entre la manga y el eje, es el ver que la fuga es constante sin que varíe por el cambio de sello. Cuando la fuga es a través del sello, varía con el paso del tiempo.

En una ocasión, una junta de aluminio se empleó para sellar el eje de la manga. Se creyó primero que la fuga estaba en el sello, pero al desmontarlo, se encontró en perfectas condiciones. Buscando las posibles fuentes de la fuga, se halló al fin que la junta de aluminio estaba corroída.

Ocurrió en servicio de alta presión, en el que la más ligera imperfección en la junta o en su asiento, permitiría escapes, mínimos al comienzo, pero en aumento constante debido a la erosión del líquido a altas presiones.

Puede ser interesante mencionar un caso en el que la fuga en una bomba persistía tras cuatro o cinco cambios de sellos. Finalmente se descubrió que la manga en que se habían instalado los sellos, tenía poros.

Las causas de las dificultades anteriormente expuestas pueden resumirse en las palabras siguientes: calor, abrasivos, desalineaciones, instalación defectuosa, especificación errónea de las condiciones de operación y descuido.

Todas las causas de los fallos pueden evitarse, excepto las dos primeras. El calor y los abrasivos se pueden siempre eliminar, pero con diseños, instalaciones y mantenimiento correctos, usualmente se resuelven satisfactoriamente los problemas de sellado.

C A P I T U L O V I
C O N C L U S I O N E S

Durante el desarrollo de la presente tesis, se ha expuesto tanto empaquetaduras como sellos mecánicos.

La aplicación y utilización de empaquetadura o sello-mecánico, deberá analizarse en cada caso en particular, y dependerá de las ventajas técnicas y económicas, así como de las de operación que cada sistema representa.

Se usará empaquetadura en equipos que presentan un servicio continuo y que no tienen equipo de repuesto, ya que una falla inesperada de sello mecánico en esos equipos críticos, generalmente es un riesgo de seguridad que nunca se debe tomar.

Algunas bombas son diseñadas únicamente para usar empaquetadura, por lo cual las flechas requieren el soporte del empaque, previniendo de ese modo una falla en la flecha por altas cargas radiales.

La empaquetadura es necesaria cuando no se puede prevenir de forma alguna la entrada de sólidos en exceso al estopero o cuando el punto de cristalización del líquido a manejar puede gotear sin peligro, o cuando el costo del líquido perdido no es sumamente alto.

Usaremos sello mecánico cuando los productos a manejar son tóxicos o inflamables; altamente volátiles o

nocivos al organismo humano o a los metales.

Productos que puede permitirse fugar vaporizando inmediatamente; pero que no puede permitirse el goteo, son mejor manejados con sellos mecánicos.

Los sellos mecánicos pueden aventajar a las empaquetaduras en equipos donde se mantienen servicios cíclicos, tales como: baja temperatura a alta presión; baja a alta velocidad, de seco a condiciones húmedas; reducción de condiciones de oxidación, oscilaciones de vacío pueden acarrear aire al sistema, obstruyendo la bomba o encontrando vapor en ella.

En el caso de que a un sello se le hagan una o dos reparaciones por año, el costo de mano de obra y el costo por material usado es, aproximadamente, igual a los costos de empaquetadura; no obstante, la ganancia se encuentra en el menor producto de desperdicio, en la mayor seguridad del personal y el menor costo de pólizas de seguro.

Básandose en las generalidades anteriores el primer problema que se presenta, es la recomendación del sello mecánico en un equipo de bombeo para Química Potosí, S.A. de C.V.

Los pasos a seguir en la recomendación es analizar cuidadosamente las condiciones de operación una a una.

Las características del equipo son las siguientes:

Bomba: Centrifuga marca sentinel tipo horizontal.
Modelo: C-25-SS-SM
Número de control de cliente: B-1
Diámetro de la flecha: 3/4"
Brida de succión: 1/4" roscada
Brida de descarga: 1" roscada
Velocidad: 3500 R.P.M.
Potencia: 0.76 - 0.81 HP
NPSH: 5 pies
(Req.)

Condiciones de Operación:

Líquido: Agua destilada
Gravedad específica: 1.08
Sólidos: 1% en minerales
Temperatura de bombeo: Ambiente
Presión en la succión: Ahogada
Presión diferencial: 50 pies \approx 1.22 Kg/cm²
Gasto: 35 a 52 G.P.M.
Material: Acero inoxidable 316
Impulsor: Semiabierto

El tipo de sello para estas características es un sello que no contamine el agua destilada, por lo tanto los elementos del sello deben ser: Elementos metálicos de acero inoxidable 316. Elemento sellante en teflón virgen. Existe un punto que es, los sólidos en suspensión que tienden a rayar las caras de contacto, para este caso se tendrá un buje de restricción como el mencionado en el CAPITULO IV y mostrado en la Lámina No. 14 para evitar el paso de los sólidos a las caras de contacto -

del sello mecánico.

Las características dimensionales se muestran en el dibujo MXSP 0131-1, para el montaje y el dibujo MB-750-01 para el buje restrictivo, diseñado a las dimensiones del estopero de la bomba.

El sello mecánico es un tipo 9 con sellado en la flecha a base de cuña de teflón y de clave de materiales QP1C1/316 para flecha de 3/4" de diámetro.

En el segundo ejemplo se tiene cuatro equipos de bombeo similares al anterior, en los cuales solo varían las condiciones de operación en velocidad, temperatura y presión diferencial, pero dentro de sus variaciones corresponde a un mismo rango de sello mecánico.

Características del equipo:

Bomba: Centrífuga marca sentinel tipo horizontal.

Modelo: C-254-SS-SM

Número de control de cliente: B-3, B-4, B-5, y B-9.

Diámetro de la flecha: 1"

Brida de succión: 1 1/2" brida ASA

Brida de descarga: 1" brida 150 ASA

Condiciones de operación:

Líquido: Orgánico (corrosivo)

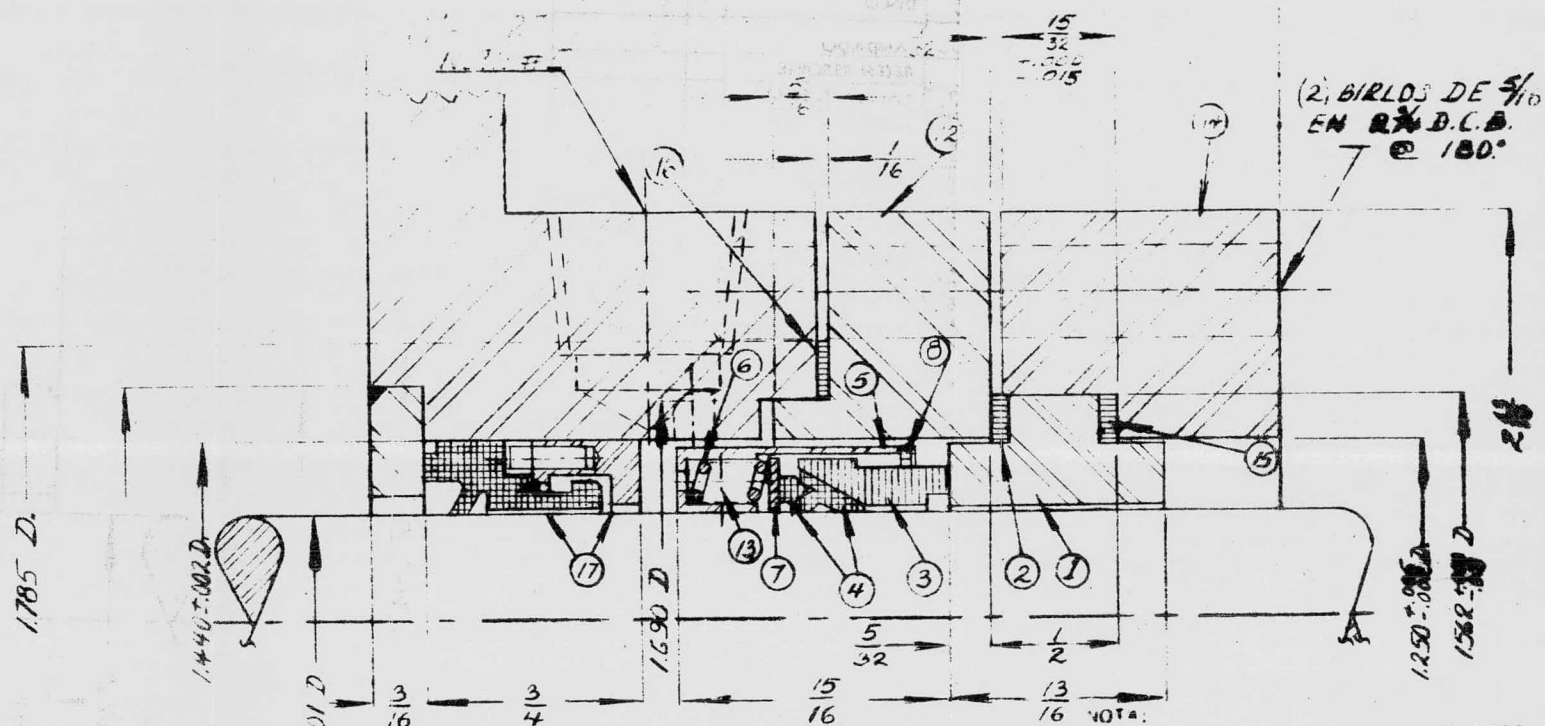
Sólidos: 1%

Gravedad específica: 1.2

11X SP-131-1

ITEM	No. DE PARTE	CLAVE MATL.	NOMBRE DE LA PARTE	CANT.	MATERIAL
1	D 0750 346 0550	0550	ASENTO	1	AC. INOX.
2	D 0750 375 0550	0550	EMPAQUE ASENI	1	TEFLON
3	A97 0750 156 0575	0575	CARA ROTATIVA	1	AC. INOX.
4	7311 0750 312 7500	7500	CUNA CHEMLON	1	TEFLON
5	79 015 059 0540	0540	CARCAZA	1	AC. INOX.
6	2353		RESORTE	4	AC. INOX.
7	A97 0750 157 0550	0550	DISCO	1	AC. INOX.
8	93 015 140 0550	0550	CANDADO	1	AC. INOX.
9			RETEN RESORTE	1	AC. INOX.
10	POR EL FABRICANTE		CAMISA FLECHA	1	
11	POR EL FABRICANTE		EMPAQUE CAMISA	1	
12	M6 0750 02A 055	055	BRIDA AUX	1	AC. INOX.
13	M6 0750 02B 0550	0550	PRISIONEROS	4	AC. INOX.
14	M6 0750 02 0550	0550	BRIDA ASENI	1	AC. INOX.
15	D 1250 075 7350	7350	EMPAQUE BRIDA	1	J.C.B.S.S.
16	POR EL FABRICANTE		EMPAQUE AUX.	1	
17	24.SL-0750-VII-		BUJE RESTRIC.	1	TEFLON 18.8/316
18					
19					
20					
21					

PARTE RECOMENDADAS DE REVESTIDO



CONDICIONES DE OPERACION:
 FLUIDO: AGUA
 92 ± 1.0B

VEL: 3500 R. P. M., TEMP: AMB. °C, PRESION SUC. 1.22 KG/CM2
 DESC. 1.22 KG/CM2
 EQUIPO DE REF. BOMBA SENTINEL C-25-55-M

DIB. DE REF.

NOTAS IMPORTANTES

ULTIMO COMP. 11X SP-131-1
 QUIMICA POTOSI

- LUBRICAR PARTES Nos. 2 y 4 ANTES DE INSTALAR.
- EL ULTIMO ESCALON POR EL CUAL EL SELLO DEBE PASAR AL INSTALARSE DEBE TENER UN ANGULO DE 30° PARA NO DAÑAR EL ELEMENTO SELLANTE.
- LA CAMISA DE LA FLECHA DEBE SER RESISTENTE A LA CORROSION, TENER UNA DUREZA MIN. DE 125 BRINELL, LAS TOLERANCIAS INDICADAS Y UN ACABADO DE 32 RMS.
- ANTES DE TERMINAR LA INSTALACION, LIMPIAR PERFECTAMENTE LAS CARAS DE CONTACTO LAPEADAS Y LUBRICARLAS CON ACEITE LIGERO.
- BY-PASS DESDE LA SUCCION A MAYOR PRESION (135 KG/CM2 MIN.) QUE LA DESCARGA ABSOLUTAMENTE NECESARIO PARA PROPORCIONAR EL DEBIDO ENFRIAMIENTO Y LUBRICACION DE LAS CARAS DE CONTACTO SIN ESTA CONDICION EL SELLO PUEDE OPERAR EN SECO.
- LA PRESION EN LA CAJA DE SELLADO DEBE SER MANTENIDA ARRIBA DE LA PRESION DE VAPOR A LA TEMP DE BOMBEO O EL SELLO PUEDE OPERAR EN SECO.

INDUSTRIAS  DE MEXICO, S. A.

BAJO LICENCIA DE
CRANE PACKING COMPANY E. U. A.

DIB. BUREL RA REV. A#1. AP. ACOTS

SELLO MECANICO "JOHN CRANE"

TIPO: 3/4 φ CLAVE: 6x11 H(51)

DIBUJO: 11X SP-131-1

FECHA: 2/17/61 ESC: 74 ACOTS

MB-750-01

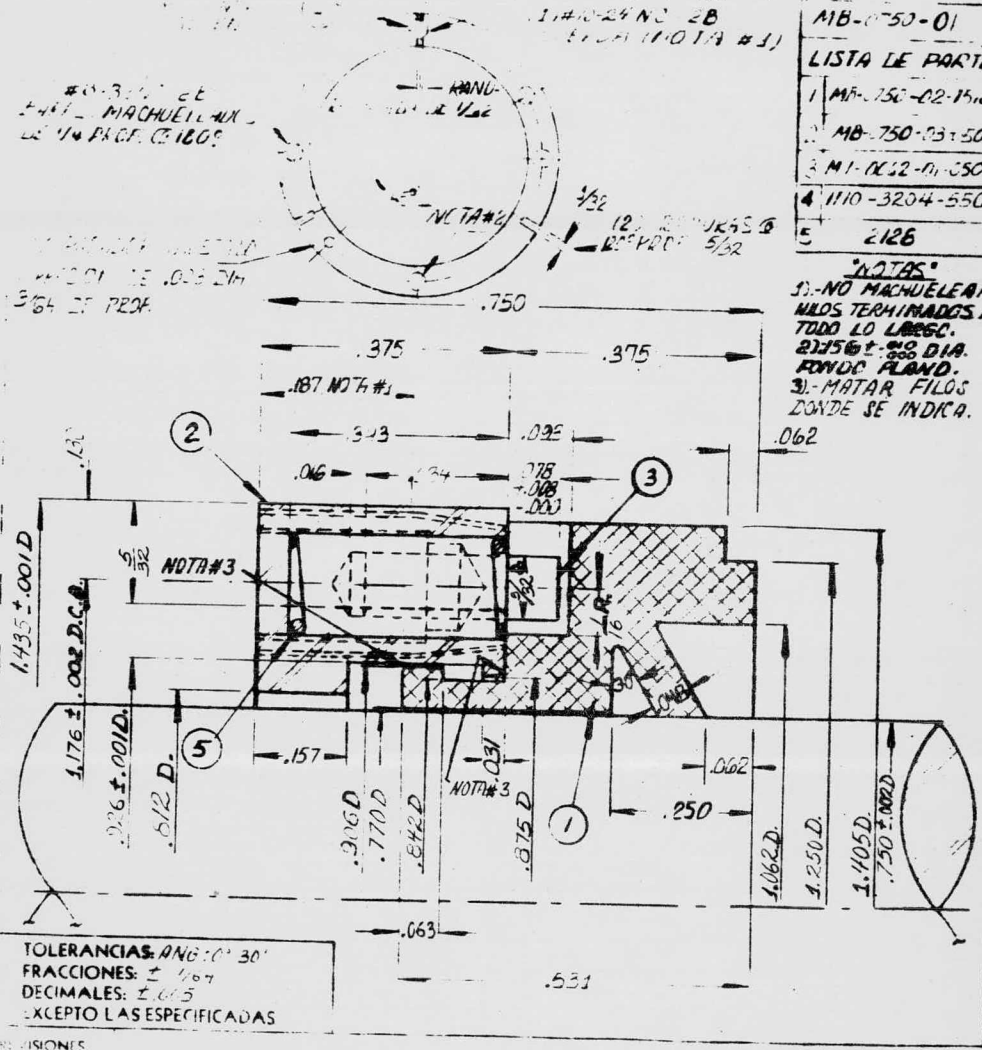
LISTA DE PARTE

1	MB-750-02-1510
2	MB-750-03-500
3	M1-0012-01-0500
4	1110-3204-550
5	2126

NOTAS
 1)-NO MACHUELEAR NILOS TERMINADOS A TODO LO LARGO.
 2)-156 ± .008 DIA. ROND. FLAND.
 3)-MATAR FILOS DONDE SE INDICA.

#0371 de
 MACHUELEAR
 DE 1/4 PAF. C 1805

1141024 N3 EB
 1141024 #1



TOLERANCIAS: ANG: 0° 30'
 FRACCIONES: ± 1/64
 DECIMALES: ± .005
 EXCEPTO LAS ESPECIFICADAS

REVISIONES

ESTE DIBUJO ES PROPIEDAD DE INDUSTRIAS MACHUELEAR DE MEXICO, S. A. Y SE PRESTA CONFIDENCIALMENTE SUJETO A DEVOLUCION SI SE SOLICITA. NO PUEDE COPIARSE NI TRANSFERIRSE. DERECHOS RESERVADOS DE DISEÑO O INVENCIÓN.



ENCARGADO DEL PART. FLECHA
 15 FEB 1964
 REF. C.P. 9385

B-150-01

CUADRO DE COMPARACION:

# CLIENTE	FLUIDO	R.P.M.	TEMP. (°C)	PRES. DIF.
B-3	ORGANICO	3,500	83	2.9 Kg/cm ²
B-4	ORGANICO	1,750	29.5	1.7 "
B-5	ORGANICO	1,750	29.5	1.7 "
B-9	ORGANICO	3,500	AMBIENTE	2.9 "

En estos cuatro casos también se requiere un sello tipo 9, de elementos metálicos de acero inoxidable 316 y elementos sellantes de teflón para evitar la contaminación del líquido orgánico y evitar la corrosión en el sello.

El dibujo MX-SP-0136-1 nos muestra el arreglo dimensional del sello completo.

También se requiere de bujes restrictivos para evitar los solidos en suspensión en las caras de contacto del sello mecánico.

El dibujo dimensional para estos cuatro bujes es el MB-1000-01 que es diseño especial para estas bombas.

El tercer ejemplo que a continuación se cita es un caso real, que originalmente se pretendió solucionar con empaquetaduras convencionales y que, posteriormente, fueron sustituidas ventajosamente por el arreglo adecuado empleando el sello mecánico.

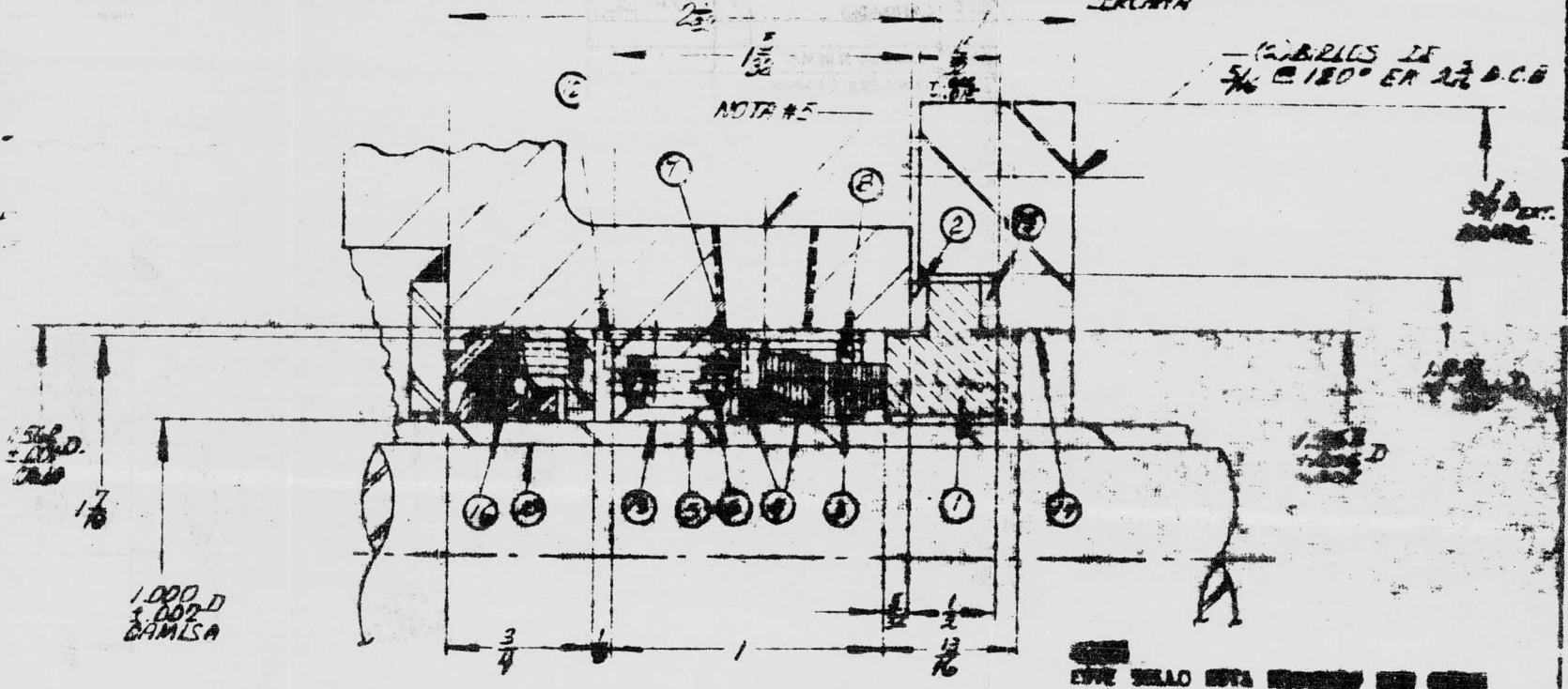
En este ejemplo se considera, que al sacarse de operación un equipo para hacer en el los arreglos necesarios, y así, tenerlo en condiciones adecuadas de servicio, existe un

Nº	Nº DE PARTE	CLAVE MATL.	NOMBRE DE LA PARTE	MTR	MATERIAL
1	D 1001	113	6000	ASENTO	CERAMICA
2	D 1562	182	7500	EMPAQUE ASENTO	TEFLON
3	AS 1000	095	8316	CARA ROTATIVA	CARBÓN
4	AS 1000	095	7500	CUNA CHEMLON	TEFLON
5	AS 1000	091	0240	CARCAZA	316 SS
6	1277			RESORTE	316 SS
7	AS 1000	094	0250	DISCO	316 SS
8	AS 0825	135	1550	CANDADO	316 SS
9					
10	POE E. FABRICANTE			CAMISA FLECHA	
11	POE E. FABRICANTE			EMPAQUE CAMISA	
12	D 002	070	0225	CLIPS RETENCION	4 CL. CAD.
13	1140	3063	0250	RESORTEROS	4 316 SS
14	POE EL FABRICANTE			BRIDA ASENTO	
15	D 1562	182	7350	EMPAQUE BRIDA	1 LC. 888
16	MR 1000	001	141-1	BULE 24 SL	1 1/2"
17					
18					
19					
20					
21					

PARTES RECOMENDADAS DE REPUESTO

ITEM	FLUIDO	VELOC. RPM	TEMP. °C	PRESION DIFERENCIAL	CAVIDAD ESPECIFICA
A-3	ORGANICOS	1500	83	29 KG/CM²	1.2
A-4	ORGANICOS	1750	83	1.7 KG/CM²	1.2
A-5	ORGANICOS	1750	28	1.7 KG/CM²	1.2
A-6	ORGANICOS	3000	AMBIENTE	2.0 KG/CM²	1.1

LA DISTRIBUCION MAS BERRANA



ESTE SELLO ESTA DISEÑADO PARA SER DE RETENCION (ITEM No. 12) LOS CLIPS DEBEN REMOVERSE DESPUES DE INSTALAR EL SELLO EN LA FLECHA.

CONDICIONES DE OPERACION
FLUIDO:

VELOC. RPM: 1500
TEMP. °C: 83
PRESION: 29 KG/CM²

EQUIPO DE REF. BOMBAS SENTINEL TALLERES OCHINA MOD. C-254

DIR. DE REF. EF-SP-19063 POE C.P.C.

NOTAS IMPORTANTES →
ULTIMO COMPRADOR QUIMICA POTOSI

- LUBRICAR PARTES Nos. 4 y 7 — ANTES DE INSTALAR.
- EL ULTIMO ESCALON POR EL CUAL EL SELLO DEBE PASAR AL INSTALARSE DEBE TENER UN CHAPLAN DE 1/32" PARA NO DAÑAR EL ELEMENTO SELLANTE.
- LA CAMISA DE LA FLECHA DEBE SER RESISTENTE A LA CORROSION, TENER UNA DUREZA MIN. DE 125 BRINELL, LAS TOLERANCIAS INDICADAS Y UN ACABADO 32 R.M.S.
- ANTES DE TERMINAR LA INSTALACION, LIMPIAR PERFECTAMENTE LAS CARAS DE CONTACTO LAPEADAS Y LUBRICARLAS CON ACEITE LIGERO.
- BY-PASS DESDE LA DISTRIBUCION A MAYOR PRESION (1.35 KG/CM² MIN) QUE LA SUCCION ES ABSOLUTAMENTE NECESARIO PARA PROPORCIONAR EL DEBIDO ENFRIAMIENTO Y LUBRICACION DE LAS CARAS DE CONTACTO SIN ESTA CONDICION EL SELLO PUEDE OPERAR EN SECO.
- LA PRESION EN LA CAJA DE SELLADO DEBE SER MANTENIDA — ARriba DE LA PRESION DE VAPOR A LA TEMP. DE BOMBEO O EL SELLO PUEDE OPERAR EN SECO.

ESTE DIBUJO ES PROPIEDAD DE INDUSTRIAS JOHN CRANE DE MEXICO, S.A. Y SE PRESTA CONFIDENCIALMENTE SUJETO A DEVOLUCION SI ASI ES SOLICITADO. NO PUEDE SER VENDIDO NI TRANSFERIDO SIN LOS PERMISOS RESERVADOS DE DISEÑO O INVENCIÓN.

INDUSTRIAS JOHN CRANE DE MEXICO, S.A.

BAJO LICENCIA DE CRANE PACKING COMPANY E. U. A.

DIB. MENDOZA REV. B. REPERA AP. B. OCHOA FECHA. 9-11-72 ESC. CHD ACOTS PULG.

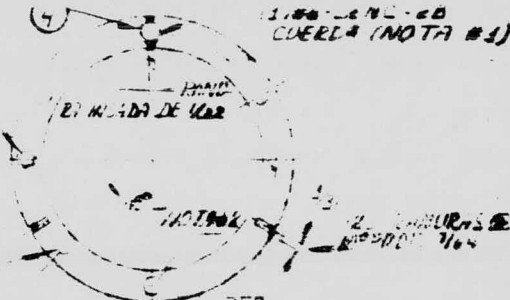
SELO MECANICO "JOHN CRANE"
TIPO: 316 1 φ CLAVE: GFIC1(316)
DIBUJO: MX-SP-0136-1

KRISTENK
ALLEN

11.88 - 1.000 - 01
CUERDA (NOTA #1)

MD-1000-01

27 #6 32ND 28
RAPS. MACHUELEROS
DE 1/4 PROF. @ 180°

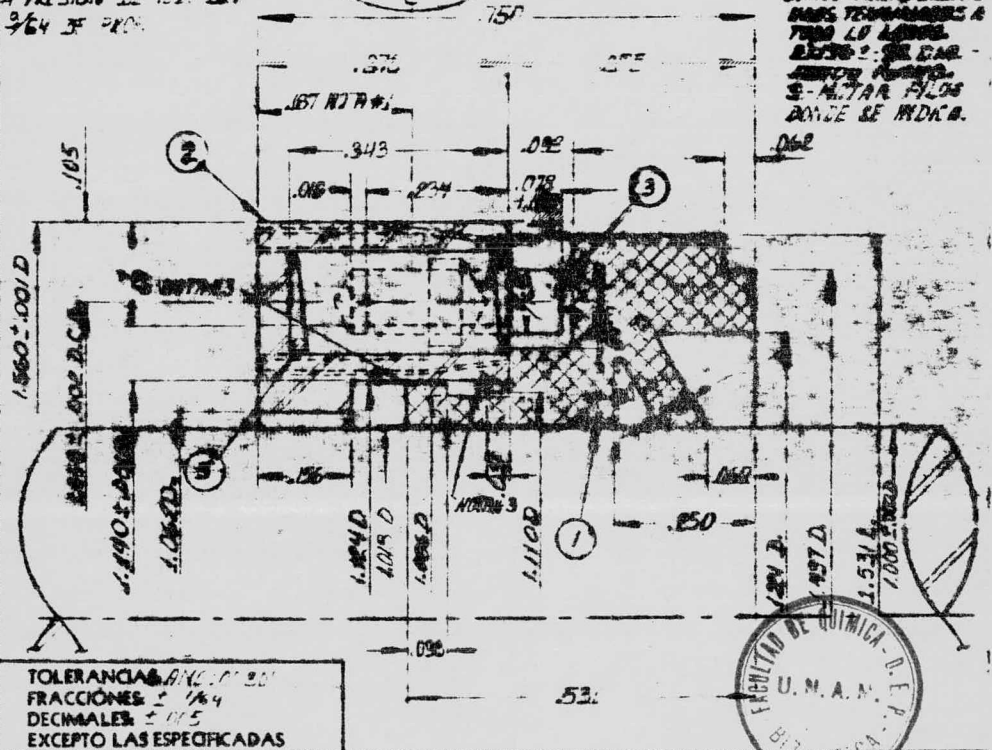


LISTA DE PARTE

1	MD-1000-02-2510
2	MD-1000-03-2500
3	M1-0642-03-0500
4	MD-1000-02-5000
5	2008

COMPACTA A 100 PSI
A PRESION DE 100 PSI
3/4 3/4 PROF.

NOTAS:
1- NO MACHUELEAR
RAPS. TERMINADOS A
TRAVES DE LOS
RAPS. 2- SE CAR-
BONEN RAPS.
3- MANTEN FILAS
DONDE SE INDICA.



TOLERANCIAS ANGULOS
FRACCIONES $\pm 1/64$
DECIMALES ± 0.015
EXCEPTO LAS ESPECIFICADAS

REVISIONES

ESTE DIBUJO ES PROPIEDAD DE INDUSTRIAS JOHN CRANE DE MEXICO, S. A. Y SE PRESTA CONFIDENCIALMENTE SIEMPRE A DEVOLUCION SI ASI ES SOLICITADO. NO PUEDE SER VENDIDO NI TRANSFERIDO. SEÑALOS RESERVADOS DE DISEÑO O INVENCIÓN.

INDUSTRIAS

DE MEXICO, S. A.
BAJO LICENCIA DE
CRANE PACKING COMPANY E. U. A.

BLUETOP 24SL PARA FLECHA
DE 100' DIA CRAN DE J. SERDIA
REF. 228967

MD-1000-01

DIB. MEX-74 REV. 1 AP. 1 FECHA: 11-88 ESC. CHS ACOTS/PINGS

equipo de relevo para el mismo, de tal manera que, en las comparaciones económicas no se considerarán perdidas debidas a tiempos muertos originados por la falta de continuidad en la operación del sistema considerado.

Descripción.- En una compañía dedicada a la manufactura de productos básicos para la Industria Farmacéutica, trabajando los tres turnos completos, utiliza - como materia prima heptano líquido, el cual solo puede encontrarse en el mercado con un porcentaje considerable de sólidos en suspensión, que traen como consecuencia un desgaste excesivo en las camisas de los ejes rotativos del equipo de bombeo haciendo indispensable en períodos de tiempo relativamente cortos su reemplazo, así como también el de la empaquetadura utilizada para su sellado.

Tomando un determinado equipo en este ejemplo, para la solución de dicho problema, se sustituye el método original por un arreglo de sello mecánico y separador ciclónico de abrasivos, obteniéndose como resultado - una disminución en los gastos de operación como se - indicara con la comparación económica de ambos métodos.

Datos del Equipo:

Diámetro de la flecha: 1"

Diámetro de la camisa de la flecha: 1 3/8"

Diámetro interior de la caja de estoperos: 2"

Profundidad de la caja de estoperos: 2-5/16"

Material de la camisa de la flecha: acero al carbón

Condiciones de operación:

Fluido que se maneja: Heptano con sólidos en suspensión

Temperatura de operación: Ambiente

Presión de succión: 0.5 Kg/cm^2

Presión de descarga: 2.5 Kg/cm^2

Gravedad específica: No determinada

Velocidad: 2,950 R.P.M.

Posibles soluciones.- "A" (método ya utilizado).

Instalación sencilla de empaquetadura de mezcla homogénea de fibra larga de asbesto blanco con partículas metálicas de baja fricción y aglutinante a prueba de solventes aromáticos y destilados de petróleo, con sección cuadrada; con un costo de \$ 294.00 Kg., utilizándose 0.400 Kg. en cada operación de empaquetado, considerando ya los desperdicios del material. Costo de la camisa de la flecha de acero al carbón \$ 1,502.50; mano de obra en cada operación de empaquetado \$ 300.00; fuga promedio determinada 11.5 litros por día; costo del litro de heptano \$ 17.20 en este caso la empaquetadura y la camisa de la flecha se deterioran completamente en un mes de operación, sin existir ningún valor de salvamento para el arreglo.

"B" (método recomendado).- Arreglo de sello mecánico sencillo de 1-3/8" de diámetro con resorte único y elementos metálicos en acero inoxidable 304, con elementos sellantes de buna N, una cara de contacto de acero con alto contenido de níquel (Ni-resist) y la otra de carbón con recirculación de heptano limpio que se obtiene de la

salida superior de un separador de abrasivos de KYNAR, formando un sistema cerrado con la succión y descarga de la bomba. El costo inicial del sello mecánico más el del separador de abrasivos y la brida para soporte de la cara estacionaria del sello, fue de \$ 4,286.00; - costo de la camisa de la flecha en acero al carbón - \$ 1,502.50; costo de la mano de obra para la instalación del arreglo \$ 640.00. Con este arreglo las fugas de heptano son practicamente eliminadas en su totalidad y no existe deterioro alguno en la camisa de la flecha. Este arreglo en tales condiciones tiene una vida útil promedio de 2 años, siendo su valor de salvamento de \$ 5,182.50, ya que el costo de las refacciones para el mismo, es de solo \$606.00.

COMPARACION ECONOMICA.

A) Uso de empaquetadura:	
Costo de empaquetadura	
= 0.400 X 294.00	= \$ 117.60
Costo de la camisa de la flecha	= 1,502.50
Costo de la mano de obra	= 300.00
Costo de la fuga en un período (un mes) de operación = 11.5X17.20X30=	<u>5,934.00</u>
Costo total en un período (un mes) de operación	= 7,854.10
Costo total en 2 años de operación = 24X7854.10	\$ 188,498.40
	= = = = = = =

B) Uso de sello mecánico:

Costo del arreglo	= \$	4,286.00
Costo de la camisa de flecha	=	1,502.50
Costo de la mano de obra	=	<u>640.00</u>
Costo total inicial	=	6,428.50
Menos valor de salvamento	=	<u>5,182.50</u>
	=	1,246.00
	=	== == == == ==

Ahorro total en 2 años de
operación al utilizar el
arreglo con sello mecánico = \$ 187,252.40

Ahorro anual al utilizar el
arreglo con sello mecánico

$$\frac{187,252.40}{2} = \$ 93,626.20$$

= = = = =

En el ejemplo anterior, se observa que realmente el uso de un arreglo conveniente con sello mecánico cuando se trabaja con flúidos abrasivos, proporcionará ventajas económicas considerables; ya que, en tal ejemplo solamente se considera un equipo con eje rotativo del total que puede existir en un sistema de operación como en el segundo ejemplo.

Cabe hacer notar que en el caso anterior la solución con uso de empaquetadura no utilizaba el arreglo conveniente para la misma, es mucho muy frecuente encontrar en las Industrias equipos con ejes rotativos empacados sin ningún arreglo adicional, que aunque incrementará el costo inicial del sistema de sellado, también aumentará la

vida útil del mismo en un porcentaje que dependerá de las condiciones específicas que se tengan.

También es cierto, que aunque resulte un poco más económico el uso de un arreglo adecuado con empaquetadura dura, nunca llegará a ser tal que pueda compararse económicamente con ventaja al sistema que utiliza sellos mecánicos; sino más bien las ventajas económicas de este último se encuentran en el rango calculado en el ejemplo anterior, ya que tampoco se está tomando en consideración si el fluído que se fuga por la caja de estoperos forma parte del producto final, lo que traería como consecuencia una disminución en las utilidades que la Empresa obtendría por la venta del mismo.

El error que con mayor frecuencia se comete al tomar una decisión acerca del arreglo a utilizar en un problema de sellado, es que solamente se toman en consideración los costos iniciales de los elementos a usar, haciendo caso omiso del costo que representa la fuga, el cual como se vió anteriormente, constituye uno de los factores principales que se deben considerar. Por lo tanto, para determinar las ventajas económicas que en cada caso puede obtenerse con el arreglo del sello mecánico que se recomienda, se hace necesario siempre determinar practicamente el volúmen real de la fuga que se tiene en cada caso particular, ya que, en el manejo de fluídos abrasivos, esta puede variar considerablemente de un caso a otro dependiendo de la naturaleza de material abrasivo, el material de que esta hecho y el estado en que se encuentre el equipo, así como también de las condiciones de operación con que estamos trabajando.

DESEO EXPRESAR MI PROFUNDO AGRADECIMIENTO A LOS
FABRICANTES DE SELLOS MECANICOS, EMPAQUETADURAS
Y BOMBAS, PUESTO QUE SIN SU VALIOSA COLABORACION
NO HUBIERA SIDO POSIBLE REALIZAR ESTE TRABAJO.

FLEXIBOX, S.A.

INDUSTRIAS JOHN CRANE DE MEXICO, S.A.

BORG WARNER CORP.

DURAMETALLIC CORP.

MACHINE DESIGN.

PACIFIC PUMPS"



TESIS "CLASICAS"

PASEO DE LAS FACULTADES 32-D
FRACC. COPILCO UNIVERSIDAD
CIUDAD UNIVERSITARIA 20. D. F.