



SISTEMAS MECÁNICOS de 6° Año

Trabajo práctico N° 8

1. ¿Cómo es el mantenimiento preventivo en bombas industriales centrífugas y a engranajes?
2. ¿Cuáles son sus partes críticas?
3. Frecuencia de inspecciones



CAPITULO XI

Bombas industriales centrífugas y a engranajes. Descripción de las partes críticas de estas máquinas con la finalidad de analizar su mantenimiento preventivo. Datos técnicos que deben considerarse para el registro de las máquinas. Análisis de la frecuencia de inspecciones. Requisitos críticos.

a) *Bombas centrífugas.*

Estas bombas están destinadas a impulsar fluidos de distinta naturaleza en trabajo continuo o no, cuya temperatura depende de las condiciones de trabajo impuestas.

El cuerpo de las bombas, así como el soporte de los cojinetes, generalmente es de hierro fundido, de grano fino homogéneo, y en lo que interesa al mantenimiento, debe tenerse en cuenta que el material esté exento de soldaduras y fallas.

Los rotores generalmente son de bronce fosforoso, con sus superficies perfectamente pulidas y su masa correctamente balanceada. Los cojinetes de las bombas conviene que estén diseñados no sólo para absorber esfuerzos radiales, sino también axiales, o sea, en la dirección del eje.

Los ejes deben ser de muy buena calidad para asegurar un servicio continuo, evitándose en lo posible el desgaste y la corrosión; de ahí que el empleo de acero inoxidable esté tan generalizado. La caja prensaestopa deberá estar bien lubricada y refrigerada la empaquetadura por una derivación de agua de la impulsión de la bomba.

Muchas bombas, y esto es muy conveniente, están provistas de manómetros para registrar la presión de aspiración y de impulsión. Los cojinetes sobre los cuales gira el eje son generalmente a bolillas. Estos cojinetes trabajan dentro de una caja o cámara que contiene una cantidad adecuada de aceite lubricante. Al trabajar la bomba, en esta caja se elevan la presión y la temperatura,



elementos éstos que tienden a desalojar el aceite lubricante hacia el exterior. Los elementos de cierre, llamados empaquetaduras (juntas), son los que impiden la fuga del aceite lubricante. Además, las juntas protegen a la caja contra el ingreso de polvo y humedad. Conviene que el jefe de mantenimiento tenga disponibles las curvas características de funcionamiento de la bomba. Las más importantes de estas curvas son:

- 1) Curva de la altura de impulsión en función del caudal, $H = f(Q)$;
- 2) Curva del rendimiento en función del caudal, $R = f(Q)$;
- 3) Curva de la potencia en el eje en función del caudal, $P = f(Q)$.

Las bombas son, por lo general, accionadas directamente, o sea, por *acoplamiento con manchón*, a través de un motor eléctrico monofásico o trifásico con rotor en corto circuito (jaula de ardilla). Conviene también que el motor tenga una potencia 10 % o 15 % superior a la requerida por la bomba.

El motor eléctrico es normalmente accionado por botonera (a distancia), colocada en una caja de maniobra que contiene el correspondiente contactor con protección térmica.

Los repuestos más críticos de las bombas son los *cojinetes* y, eventualmente, el *eje*. Un stock razonable de repuestos sería, entonces, un juego de cojinetes. Si se practica una inspección adecuada a los cojinetes, se puede evitar el tener un eje de repuesto, pues con la inspección se advertirá a tiempo si el aro interior del cojinete gira, desgastando el eje, efecto que también puede producir una empaquetadura reseca o excesivamente apretada.

Los principales datos sobre las bombas que debe registrar el jefe de mantenimiento son, entre otros, los siguientes:

- 1) Marca y fabricante;
- 2) Modelo y/o tipo;
- 3) Caudal al régimen previsto, en $m^3/hora$;
- 4) Rendimiento total con el régimen de caudal previsto, en por ciento;
- 5) Rendimiento total con el régimen de caudal máximo, en por ciento;
- 6) Altura manométrica con el caudal de régimen previsto.



Para bombas a *engranajes* y *helicoidales* interesa siempre conocer la presión efectiva que se obtiene con el régimen de caudal deseado:

- 1) Velocidad de rotación para el régimen previsto, en rpm;
- 2) Potencia mecánica o eléctrica requerida en el eje de la bomba;
- 3) Sistema de arranque del motor eléctrico;
- 4) Sistema de acoplamiento entre motor eléctrico y bomba;
- 5) Materiales de que está compuesto el rotor, la carcasa, el eje de accionamiento, cojinetes y el lubricante sugerido por el fabricante;
- 6) Dimensiones principales de la bomba, en mm;
- 7) Detalle de los accesorios complementarios (válvulas, manómetros, amperímetros, etc.).

b) *Bombas a engranajes.*

Estas bombas están destinadas a *trasegar* fluidos o sustancias con una viscosidad superior a la del agua, tales como combustibles, aceites, miel, melaza, etc., donde la presión y la temperatura dependen de las condiciones del proceso. De estas condiciones, a su vez, dependen las dimensiones de la bomba, con el conocimiento del caudal y la viscosidad.

El cuerpo de estas bombas es normalmente de hierro fundido, y los engranajes, del tipo helicoidal doble o en V, construidos en aceros especiales, templados y rectificadas.

Los rodamientos pueden ser a bolillas o de bronce antifricción (bujes), y la lubricación está efectuada por el mismo fluido trasegado por la bomba.

Los fabricantes cuidan que la caja prensaestopa esté dispuesta en forma accesible para facilitar el cambio de las empaquetaduras. El acoplamiento al motor eléctrico es normalmente directo, o sea, efectuado con manchón. El motor y el accionamiento son similares a los de las bombas centrífugas.

Por lo menos una vez al año conviene verificar el desgaste de los engranajes en relación con las tolerancias indicadas por el fabricante. En general, este tipo de bomba requiere un mantenimiento mínimo si se respetan las condiciones de trabajo para las cuales se ha instalado la bomba (presión, temperatura, caudal, viscosidad, etc.). Para este tipo de bomba no tiene objeto hablar de repuestos, pues generalmente es reemplazada por una nueva



cuando sus engranajes han sufrido excesivo desgaste por el uso específico que han tenido.

Para el caso de las bombas centrífugas se ha visto la conveniencia de disponer de un juego de repuesto de todos aquellos elementos sujetos a mayor desgaste, como ser los cojinetes y, eventualmente, un eje. Para el caso de las bombas a engranajes, el jefe de mantenimiento decidirá, conforme a las condiciones del servicio, si se justifican o no los cojinetes de repuesto.

En lo referente a los repuestos críticos de cada máquina, existe una relación directa con las exigencias de trabajo a las cuales está sometida (horas de funcionamiento, temperatura y presión de trabajo, polvo, humedad, corrosión exterior, fluido trasegado, etcétera).

Las bombas centrífugas requieren muy poco mantenimiento. Aun así, se puede considerar que, desde el punto de vista de la conservación, las partes más vulnerables son:

- a) Los cojinetes;
- b) El eje;
- c) El manchón de acoplamiento;
- d) La empaquetadura;
- e) Eventualmente, el reductor de velocidad, ya que no todas las bombas lo disponen.

La frecuencia de inspección está íntimamente relacionada con las condiciones de servicio (medio ambiente, temperatura, polvo, humedad, horas de funcionamiento, etc.).

Sobre la base de 8 horas de funcionamiento, *anualmente* deberían efectuarse las siguientes operaciones:

- 1) Limpiar el depósito de aceite de los cojinetes (con nafta o querosene) y reponer aceite nuevo. De ser posible, se usará tetracloruro de carbono por no ser inflamable;
- 2) Verificar el estado de los cojinetes;
- 3) Verificar el estado de la empaquetadura y su acción sobre el eje, pues las empaquetaduras resacas rayan el eje, en cuyo caso deberá ser metalizado o cambiado. Igual observación vale para el aro interior de los cojinetes en caso de verificar que el aro gira sobre el eje de la bomba.

Cuando las boquillas de engrase tengan juntas de fieltro para el ajuste de las respectivas tapas, conviene reponerlas, pues al cabo de un año se han resacasado y endurecido.



MANTENIMIENTO PREVENTIVO

NOTA

Por considerarlo de interés para el operario de mantenimiento, reproducimos un "Cuestionario para bombas", sugerido por una prestigiosa firma de bombas, dedicada a la fabricación de éstas.

Cuestionario para bombas

Rogamos facilitar datos exactos, contestando las preguntas siguientes y refiriéndose a los esquemas al dorso.

Téngase en cuenta que ninguna bomba aspira más de 6 m con seguridad. La bomba centrífuga varía mucho en su rendimiento con la variación de la altura. Por eso es importante saber en qué condiciones ha de trabajar.

Los orificios de entrada y salida de una bomba no son determinantes para las cañerías a colocar, especialmente cuando se trata de trayectos largos.

Sírvase especificar siempre las unidades de las medidas usadas (mil litros por hora, m, pulg., kg/cm^2 etc.).

Preguntas	Respuestas
1) <i>¿Qué servicio debe cumplir la bomba?</i> (Abastecimiento, desagüe o desague, riego, alimentación de caldera, instalación contra incendio, trasvaso, refrigeración).	
2) <i>¿Clase de líquido?</i> (Agua fría, limpia, caliente, de qué temperatura máxima, agua sucia, arenosa o cloacal, vino, vinagre, alcohol, petróleo, aceite o ácidos, de qué composición).	
3) <i>¿Caudal por hora, minuto o segundo?</i> (Para alimentación indíquese el consumo máximo de la caldera).	
4) <i>¿Altura manométrica total?</i> (Altura de aspiración, más altura de elevación, más pérdidas por rozamiento en las cañerías). En caso de no poder facilitar esto, sírvanse contestar las siguientes preguntas:	
a) <i>¿Altura de aspiración en metros?</i> Indíquese para pozos: nivel de reposo y nivel de bombeo (depresión) al sacar el caudal deseado; para ríos y cisternas el nivel mínimo. Véase esquemas 1, 2 y 3.	
b) <i>Altura de afluencia</i> Véase esquemas 4 y 5.	
c) <i>¿Distancia horizontal de la cañería de aspiración?</i> Trayecto horizontal desde la toma hasta la bomba. Indíquese igualmente para el caso de afluir.	



<i>Preguntas</i>	<i>Respuestas</i>
d) <i>¿Altura de elevación?</i> Distancia vertical desde la bomba hasta el punto más alto de la descarga. Presión de la caldera. Presión necesaria o deseada en la cañería de riego por presión o de incendio.	
e) <i>¿Longitud total de la cañería de impulsión?</i> (vertical y horizontal).	
f) <i>¿Existen ya estas cañerías?</i> Indíquese el diámetro y la cantidad de curvas y válvulas.	
5) <i>¿Modo de accionamiento?</i> Motor eléctrico: tipo corr. (corriente alterna trifásica o continua). Tensión de servicio y frecuencia. Motor a explosión, Nafta o Diesel. Directo o a correa. Por correa V o plana (polea fija y loca). Velocidad de la máquina de accionamiento o transmisión y diámetro de la polea de la misma.	
6) <i>¿Existe el motor?</i> Indíquese potencia, velocidad y diámetro de la polea.	

Mantenimiento de bombas centrífugas

El prestar atención a muchos detalles pequeños, algunos de los cuales con frecuencia se pasan por alto, constituye el requisito básico para que las bombas centrífugas funcionen satisfactoriamente durante su vida útil.

He aquí algunos aspectos que deben ser parte de todo programa de mantenimiento.

Condición de funcionamiento

No pretender que una bomba haga más (o menos) que lo que su capacidad permite. Una bomba ha sido específicamente seleccionada o concebida para satisfacer ciertas condiciones de servicio. En ningún momento nadie debe desviarse radicalmente de esas condiciones, y sí observar atentamente los factores siguientes:

- 1) *Caudal excesivo.* La mayoría de las bombas, especialmente las unidades de baja velocidad específica, requieren mayor potencia al aumentarse las capacidades. Su funcionamiento

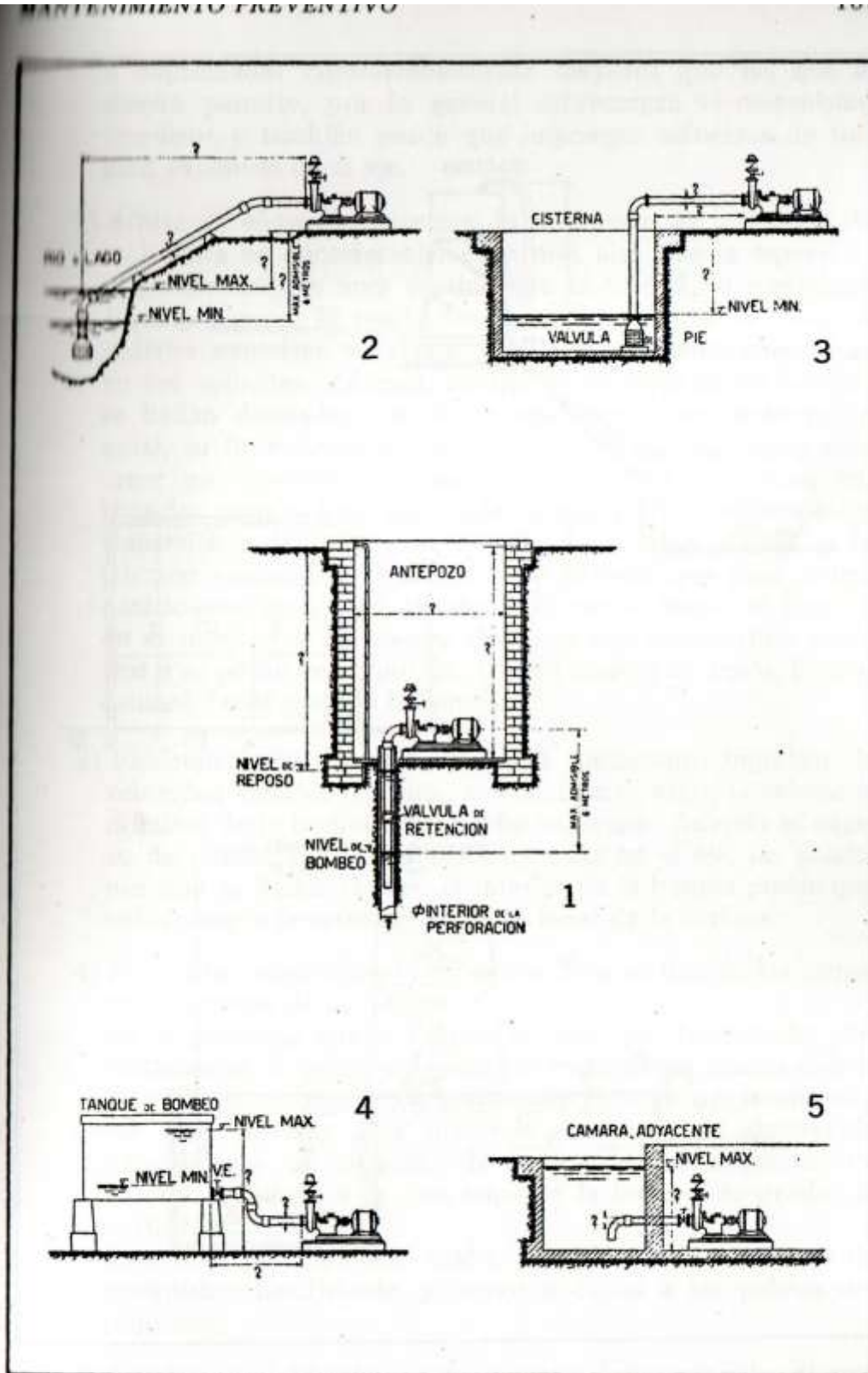


Fig. 1-XI. Aspiración. Referente al cuestionario para bombas.

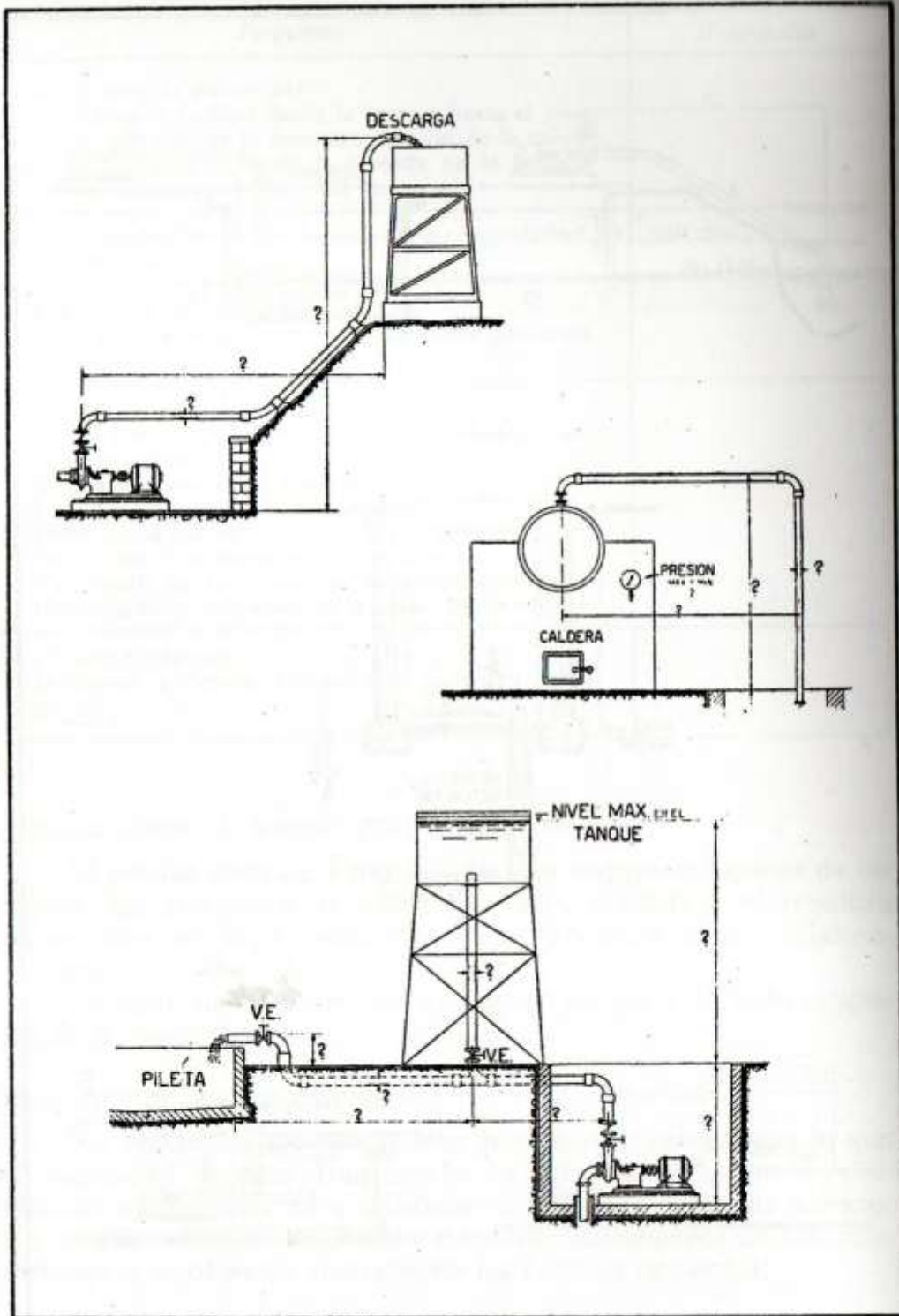


Fig. 2-XI. Impulsión. Referente al Cuestionario para bombas.



a capacidades considerablemente mayores que las que el diseño permite, por lo general sobrecargan el mecanismo impulsor y también puede que impongan esfuerzos de torsión excesivos en el eje.

- 2) *Altura de elevación excesiva.* Si la presión de impulsión de la bomba es considerablemente más alta que la específica originalmente, es muy posible que la unidad no suministre líquido alguno. El resultado de esto puede que sean fuerzas radiales excesivas en el eje, con la consiguiente sobrecarga en los cojinetes. Además, aunque la mayoría de las bombas se hallan diseñadas para estar equilibradas en la dirección axial, su funcionamiento con caudal demasiado bajo puede crear un desequilibrio axial. Su operación sin suministro líquido alguno hace que toda la energía que el impulsor transmite a la bomba se convierta en calor (debido a la fricción viscosa del líquido). Si se permite que esto ocurra pasado un período de tiempo sumamente breve, el líquido en el interior de la bomba alcanzará una temperatura superior a su punto de ebullición, convirtiéndose en vapor, lo cual causará daños graves a la bomba.
- 3) *Velocidad excesiva.* En cualquier mecanismo impulsor de velocidad variable (turbina, motor de c.c., etc.), la velocidad nominal de la bomba jamás debe superarse. Además el exceso de potencia y tensiones exageradas en el eje, las presiones que se desarrollan en el interior de la bomba puede que sobrepasen a la resistencia del material de la carcasa.
- 4) *Presión de aspiración insuficiente.* Ésta es una de las causas más comunes de problemas.
En el supuesto que la bomba en principio funcionaba perfectamente, la presión de succión insuficiente podría deberse a filtros obstruidos en la línea de aspiración a temperaturas más elevadas o a materias extrañas que obstruyeran parcialmente el conducto de aspiración. Si la presión de succión no llega a la que requiere la bomba, se producirá cavitación.
Esto dará por resultado ruido, vibración, una capacidad de suministro insuficiente y también daños a las paletas del impulsor.
- 5) *Cambio en el líquido que se bombea.* Los materiales de una bomba han sido seleccionados para el líquido especificado



originalmente. No cambiar el líquido que se bombea sin considerar los efectos nocivos posibles en el interior de la bomba. En caso de duda, consultar con el fabricante de la bomba antes de cambiar el líquido que ha de bombearse.

Mantenimiento de cojinetes

Los cojinetes de la bomba, ya sean de tipo de antifricción o a bolillas, no pueden funcionar como es debido sin la lubricación adecuada.

Los cojinetes de bolillas lubricados con aceite, por lo general tienen una grasera de nivel constante en sus carcasas. El nivel de aceite requerido en la carcasa se especifica o bien con una marca roja en esta última, o en las instrucciones del fabricante. Inspeccionar para mantener ese nivel, ya que un nivel de aceite demasiado alto es tan perjudicial como uno demasiado bajo. Si el depósito de aceite se conserva lleno, con aceite del grado adecuado (por lo general aceite SAE 20 ó 30), los cojinetes estarán completamente lubricados.

La mayoría de las cubiertas de cojinetes de bolillas tienen una ventilación en la parte superior. Esta ventilación debe conservarse limpia para impedir la posible acumulación de presión en la caja del cojinete. No obstante, debe contar con cierto tipo de protección para impedir la entrada de materias extrañas en los cojinetes que impidan el desahogo a la caja.

Los cojinetes lubricados con grasa deben rellenarse con una grasa de buena calidad. Así también, un exceso de grasa es tan perjudicial como demasiado poca. Esta grasa debe cambiarse por completo cada seis meses aproximadamente, y, ocasionalmente, debe introducirse grasa adicional en los cojinetes, dándole dos o tres vueltas a la tapa de la grasera.

Las temperaturas de los cojinetes varían de acuerdo con las condiciones de funcionamiento. Por lo general, el aceite lubricante debe conservarse a una temperatura entre 45 y 60 °C, constantemente caliente. no indica necesariamente que existe un problema, pero un alza súbita en la temperatura, por lo general es señal de mal funcionamiento.

Por lo tanto, las temperaturas de los cojinetes deben vigilarse a intervalos frecuentes (por lo menos dos veces al día) y cualquier aumento súbito de las mismas debe controlarse. Resulta mucho menos costoso reemplazar un cojinete que reemplazar un eje, un impulsor o una bomba completa, todo lo cual podría ser el resultado de la falla de un cojinete.



Si las cajas de los cojinetes están enfriadas por agua, cerciorarse de ajustar el flujo del agua de enfriamiento a fin de proporcionar las temperaturas correctas del aceite. Una temperatura del aceite demasiado baja puede producir condensación de vapor de agua y la acumulación de agua en el aceite, como resultado de ello, dañará los cojinetes pasado cierto tiempo.

Si los cojinetes se cambian, hay que tener cuidado de hacer el reemplazo correctamente. Estos repuestos deben ser exactamente del mismo tipo y tamaño que los que tenía la bomba originalmente, aun cuando sean de un fabricante diferente.

Los cojinetes antifricción nunca deben martillarse para colocarse en el eje.

El mejor método para montar cojinetes consiste en sumergirlos en un baño de aceite soluble y agua, del 10 al 15 %, a una temperatura de 80 a 90 °C. Una vez calientes, los cojinetes pueden deslizarse sobre el eje (para ello, usar guantes de amianto). Asegurarse de que el cojinete queda a tope, a escuadra, contra el resalto del eje.

Mantenimiento de prensaestopas y empaquetaduras

Los prensaestopas pueden dotarse con empaquetaduras o un sello mecánico. Si la bomba tiene sello mecánico, no se requiere otro mantenimiento que tener la seguridad de que el líquido que se suministra a las conexiones al ras se hace en la cantidad y la temperatura adecuadas. Los sellos, a menos que estén diseñados específicamente para funcionamiento a alta temperatura, deben mantenerse a menos de 60 °C. Si la temperatura del líquido que se bombea excede de 60 °C, es necesario enfriar el sello, ya sea mediante un suministro independiente de líquido o enfriando parte del líquido que bombea. Si el líquido que se bombea contiene abrasivos, arenillas, etc., las caras de los sellos deben conservarse libres de esas materias sólidas, y, por lo tanto, el líquido de baldeo se usa para mantener líquido puro en la cámara de sello.

La mayoría de las bombas están equipadas para usar empaquetadura en el prensaestopas.

El tipo exacto de empaquetadura que debe usarse depende de las condiciones de servicio, por ejemplo, líquido que se bombea, presión en el prensaestopas, y velocidad. Para condiciones normales, en que se ha de bombear agua fría, la empaquetadura de amianto trenzado y grafitado es la que rinde el mejor servicio.

No importan las clases de empaquetaduras que se usen, éstas requieren lubricación para que brinde los resultados debidos. Esto se logra haciendo que el líquido pase entre la empaquetadura y el



manguito del eje, en todo momento. Un goteo constante de aproximadamente una gota por segundo es el método preferido. Si se observa que el prensaestopa se calienta durante el funcionamiento de la bomba, el goteo puede aumentarse ligeramente.

El líquido que gotea fuera del prensaestopas por lo general se acumula en el soporte del cojinete y desagua a través de un drenaje en dicho soporte. Asegúrese de que este drenaje no se halla obstruido, pues de lo contrario el líquido en el soporte puede subir a un nivel en que entre en la cubierta del cojinete y contamine el aceite.

La empaquetadura debe cambiarse periódicamente. Cerciórese de que la nueva empaquetadura es del tipo y tamaño correctos. Si la empaquetadura se corta de rollo largo, debe cortarse de un largo ligeramente menor que las circunferencias del prensaestopas. Esto impide que los extremos sobresalgan y se encorven.

El corte de los extremos debe ser a escuadra, sin fibras que se extiendan por el frente. Se debe introducir cada anillo separadamente, empujándolo lo más posible dentro del prensaestopa y asentándolo firmemente. Alternar los anillos, a fin de que las juntas estén a 90 ó 180 ° de separación.

Una vez introducido el número requerido de anillos de empaquetadura, instalar el casquillo del prensaestopa y apretar sus tuercas a mano. Acto seguido, aflojar las tuercas hasta que el casquillo quede suelto. El apretamiento de las tuercas del casquillo debe hacerse uniformemente, para que el anillo no quede inclinado y para someter la empaquetadura a una presión uniforme.

La nueva empaquetadura debe tener el asentamiento debido.

Una buena práctica consiste en poner en marcha la bomba con el casquillo del prensaestopas bastante flojo. Después que la bomba ha estado funcionando de 10 a 15 minutos, aproximadamente, apretar gradualmente el casquillo del prensaestopas hasta que la fuga se reduzca a un goteo constante. La empaquetadura que está demasiado apretada en el prensaestopa será causa de una fricción indebida, dando lugar a una temperatura elevada que hará que aquella se endurezca y hasta pueda rayar los manguitos del eje. La empaquetadura debe permanecer blanda y flexible.

Precaución. Tal vez sea imposible agregar el último anillo de la empaquetadura en el prensaestopa y sin embargo introducir el casquillo. Cuando este caso se presente, omita el último anillo de la empaquetadura y apriete el casquillo. Continúe apretando el casquillo a intervalos periódicos (diariamente), permitiendo el goteo apro-



MANTENIMIENTO PREVENTIVO

piado, hasta que la empaquetadura se haya asentado por sí misma lo suficiente para permitir la introducción del anillo final.

Mantenimiento general. Debe conservarse un registro del funcionamiento de la bomba. Aunque esto no es absolutamente necesario, el registro puede resultar muy valioso para el diagnóstico de fallas. El registro debe incluir, además de las horas de funcionamiento, los ajustes y cambios de empaquetadura, cambios de aceite y adiciones, otros cambios de mantenimiento importantes, etc. Asimismo, debe incluir lecturas periódicas de succión de la bomba y presión de descargas, flujo de potencia de entrada, temperatura del líquido, niveles de vibración y ruido, así como mayor número de datos posibles.

Cualquier cambio significativo de estas lecturas, de los valores iniciales, son indicaciones de posibles fallas. Si la presión de succión desciende (sin que exista reducción en el nivel del pozo de aspiración), ello será indicación de una posible obstrucción en el filtro de succión o en las líneas de succión. Si la presión de descarga desciende a la misma presión de succión y flujo, esto será indicación de que el huelgo (luz) de los anillos desgastables es excesivo. Esto exige el reemplazo del anillo o anillos.

Muchas bombas tienen anillos reemplazables tanto en el rotor como en la carcasa.

Por regla general los huelgos de servicio deben ser de 0,003". No obstante, los anillos hechos de materiales especiales puede que tengan huelgos diferentes a los mencionados, por lo que debe consultarse con el fabricante en cuanto al huelgo apropiado.

Si la bomba también tiene anillos reemplazables en el rotor, la próxima reparación puede realizarse rectificando los anillos de la caja a una diámetro ligeramente mayor introduciendo anillos de rotor desgastables, de sobretamaño. Al renovar alternativamente o armonizar los juegos de anillos, cada anillo puede usarse dos o más veces.

Si la potencia requerida excede de los valores iniciales, mientras las presiones y capacidades siguen las mismas, es posible que el aumento se deba a un problema de fricción. Este defecto puede que radique en el prensaestopas, si la empaquetadura está demasiado apretada, o es posible que los rotores rocen contra la caja.

Un aumento en la temperatura del cojinete es una indicación definitiva de falla incipiente en el mismo. Lo primero que debe comprobarse es si la lubricación del cojinete es adecuada; y si la caja está enfriada por agua es necesario verificar si se suministra suficiente agua de enfriamiento al cojinete. A continuación, com-



probar que los cojinetes no tienen una carga anormal. Esto podría ocurrir, como se ha indicado anteriormente, si el trabajo de la bomba se aparta considerablemente de lo que su diseño permite. En bombas de etapas múltiples, la carga excesiva en los cojinetes puede también ser el resultado de un aumento en los despegos de alguna junta, ya que la mayoría de las bombas de etapas múltiples se equilibran mediante fuerzas antagonistas generadas entre las diversas etapas. Si, debido a despegos excesivos, una etapa desarrolla menos altura de elevación que su contraria, el resultado de esto será una fuerza resultante que recargue el cojinete.

El exceso de vibración o de ruido siempre debe investigarse. La causa más común de estos males es que la bomba y el impulsor se han desalineado, debido a tensiones en la tubería o a otras razones. Otra causa corriente de vibración es la cavitación.

Si ambas cosas no sobrepasan los límites aceptables, es aconsejable que se abra la bomba y se compruebe si hay un eje doblado, paletas del impulsor rotas, etc. Observar, sin embargo, que cierto ruido y vibración es innato en toda bomba, dependiendo la magnitud de la velocidad, tamaño y servicio de la misma. Cuando las bombas se usan solamente en servicio intermitente o de emergencia, es una buena práctica poner la bomba en marcha unos minutos todos los días. De no ser posible, el rotor debe hacerse girar a mano varias veces, por lo menos un día a la semana.

Puesto que los diseños de las bombas son bastante diversos, es aconsejable comunicarse con el fabricante, a fin de pedir su ayuda en cualquier reparación general.