

Bombas y Motores Hidráulicos

Análisis de Fallas
Aplicado



CATERPILLAR

LIBRO DE REFERENCIA

TABLA DE CONTENIDOS

Introducción	2
Diseño del Motor y de la Bomba Hidráulica	3
Operación y Carga	6
Apariencia Normal	9
Apariencia Anormal	12
Desgaste Abrasivo	13
Material Externo	16
Aeración y Cavitación	17
Falta de Lubricación	18
Sobrecalentamiento del Fluido Hidráulico	20
Exceso de Presión	21
Quebraduras Térmicas	21
Problemas de Partes	22
Conclusión	24

PREFACIO

El propósito de este libro es explicar e ilustrar los principios básicos que serán usados en el análisis de fallas de la bomba y del motor hidráulico. La información esta condensada de la Serie de Análisis de Fallas Aplicado, la cual es más completa. Si desea obtener mas información sobre el análisis de falla aplicado, debería contactar a su representante Caterpillar local.



INTRODUCCIÓN

Ocho pasos para el análisis de falla aplicado



- Defina el problema clara y concisamente
- Organice la recolección de hechos
- Observe y registre los hechos
- Piense lógicamente de acuerdo a los hechos
- Identifique la causa de raíz más probable
- Comuníquese con la parte responsable
- Realice reparaciones de la manera indicada
- Realice un seguimiento con el cliente

El uso de un enfoque organizado, tal como **Los Ocho Pasos para el Análisis de Falla Aplicado** nos puede ayudar a determinar en forma rápida y precisa la causa de raíz de la mayoría de las fallas de la bomba y del motor hidráulico. Los resultados son reparaciones exitosas al primer intento, aumento en la disponibilidad del equipo y una mejora de las relaciones de trabajo.

Si nos permitimos adivinar que causó la falla, podemos distorsionar los hechos para que se adecuen a nuestra preconcepción de lo que sucedió. Esto puede provocar reparaciones innecesarias, tiempo de parada adicional del equipo, e insatisfacción del cliente. Evitar las ideas preconcebidas es esencial para realizar un buen análisis de falla de la bomba y el motor.



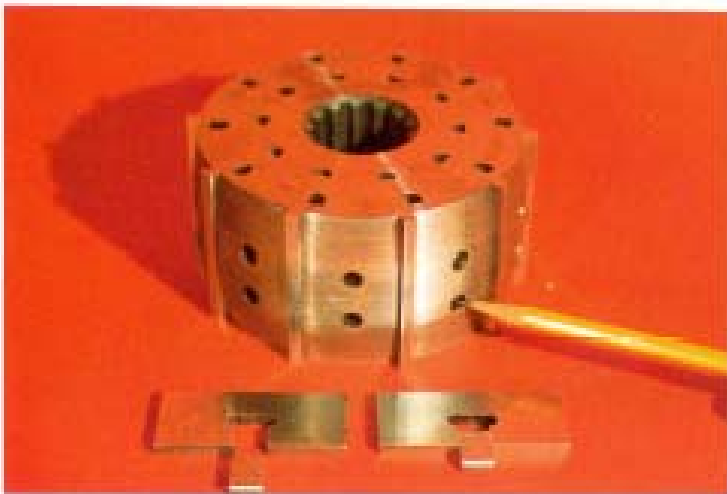
Caterpillar utiliza tres diseños básicos para el motor y las bombas hidráulicas: bombas de engranajes, bombas de paletas y bombas de pistones. En estas referencias excelentes se puede encontrar información detallada sobre las partes y nomenclatura para cada tipo de diseño e información acerca del diagnóstico de fallas de la bomba y el motor. Diagnóstico de Fallas de la Bomba de Engranajes (FEG45137), Diagnóstico de Fallas de la Bomba Hidráulica (SEBD0501) y Análisis de Fallas de la Bomba de Pistones Axiales y el Motor (SEBD0641).

DISEÑO DEL MOTOR Y LA BOMBA HIDRAULICA

En las bombas de engranajes, el eje y engranaje de una pieza es fabricado por una aleación de acero de bajo carbono carburizado y endurecido a aproximadamente 60 Rc. Las carcasas están fabricadas de hierro o aluminio fundido, dependiendo de la presión de operación. Las placas de presión son fabricadas de una aleación de cobre adherido a una aleación de acero de bajo carbono. Las carcasas de aluminio y las placas de presión son los metales más blandos de la bomba.



Los ensambles de la bomba de paletas contienen carcasas finales, sellos, placas de flexión, un anillo elíptico, un rotor y un conjunto de paletas. El anillo elíptico por lo general es fabricado por una aleación de acero de alto carbono endurecido a aproximadamente 62 Rc. Esto produce un anillo muy fuerte con mucha resistencia al desgaste. La superficie interna del anillo elíptico es rectificada con dimensiones muy exactas para proporcionar una superficie lisa contra la cual se sellan las puntas de la paleta.



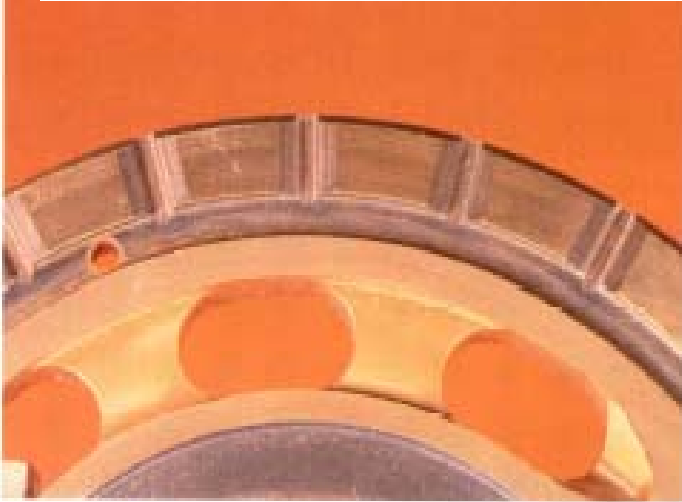
Los rotores son fabricados por una aleación de acero de bajo carbono carburizado y endurecido a aproximadamente 60 Rc. Las paletas son de acero para herramientas endurecido por aire a alrededor de 62 Rc. Los insertos por lo general son fabricados de acero de alto carbono endurecido a aproximadamente 60 Rc.



Los ejes son fabricados por una aleación de acero de alto carbono. Las estrías son cortadas en el eje y no laminadas. El eje es endurecido por inducción en los asientos del cojinete y las estrías como muestran los colores de templado.

DISEÑO DEL MOTOR Y LA BOMBA HIDRAULICA (Cont.)

Los motores y las bombas de pistones están fabricados por una amplia variedad de materiales con una variedad de durezas. Los materiales y las durezas proporcionadas son representativos de las bombas fabricadas por Caterpillar.



Las placas de puertos son fabricadas por aleaciones de acero o cobre. La placa de puerto que se muestra aquí está fabricada por una aleación de cobre.



Muchos tambores son maquinados a precisión por aleaciones de acero endurecido y forjado. Los calibres tienen manguitos de bronce a presión y la superficie del puerto es endurecida por inducción a 55 Rc.



Los pistones son fabricados por una aleación de acero de bajo carbono, el cual es carburizado y endurecido a aproximadamente 60 Rc. Los patines son de bronce moldeados en frío.



Las placas de desgaste están fabricadas por una aleación de acero de medio carbono tratado térmicamente a 55 Rc. Las placas de retracción están fabricadas de un material similar de aproximadamente la misma dureza.

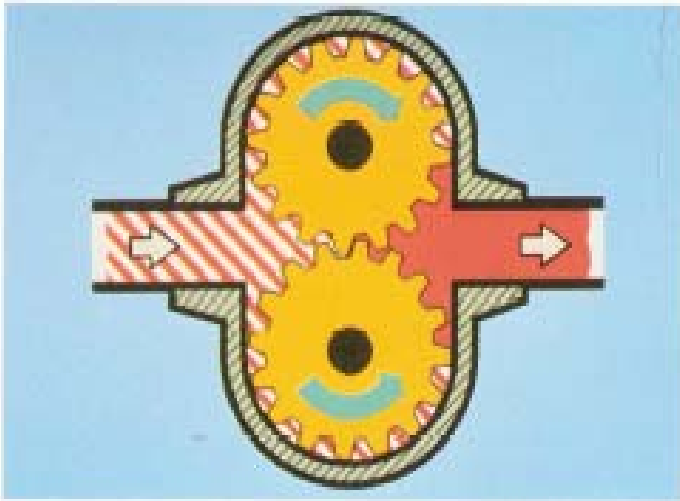


Los ensambles de pistón articulado están fabricados por una aleación de acero carburizado y endurecido a aproximadamente 60 Rc.

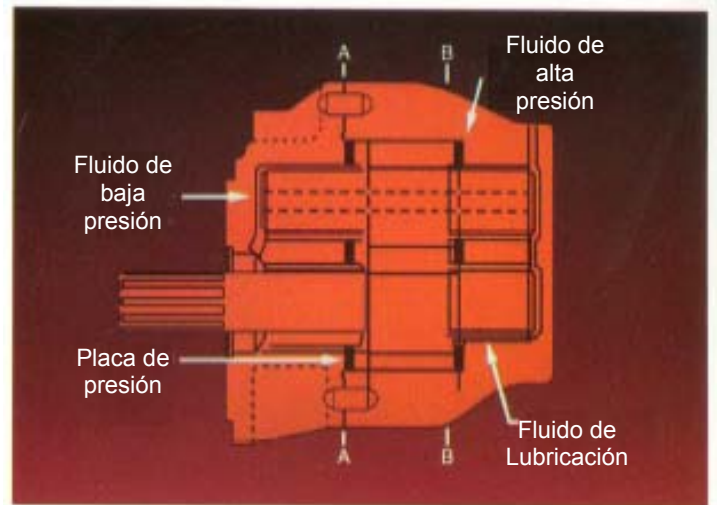


Los ensambles de unión cardanica de los motores articulados están fabricados por una aleación de acero endurecido y forjado. La dureza de la superficie es aproximadamente 44 Rc.

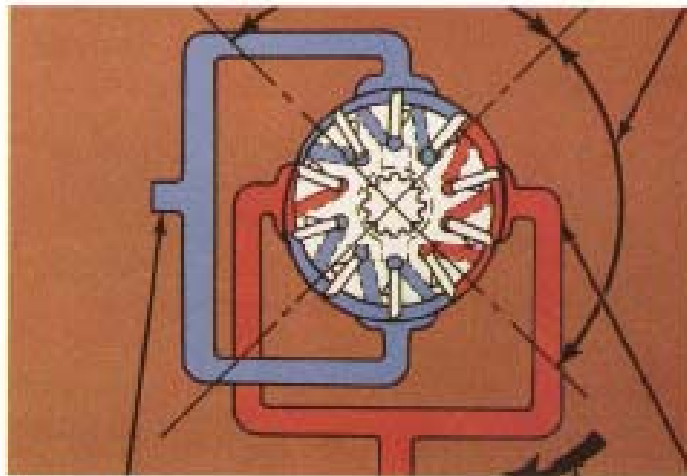
OPERACIÓN Y CARGADO



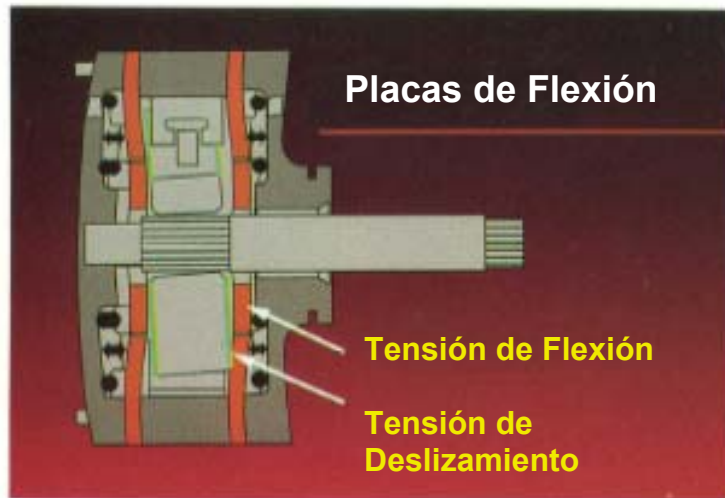
Las bombas de engranajes recogen el fluido hidráulico entre los dientes del engranaje a medida que pasan por la entrada de la bomba. El fluido es llevado a la salida de la bomba, donde es forzado hacia fuera desde los dientes.



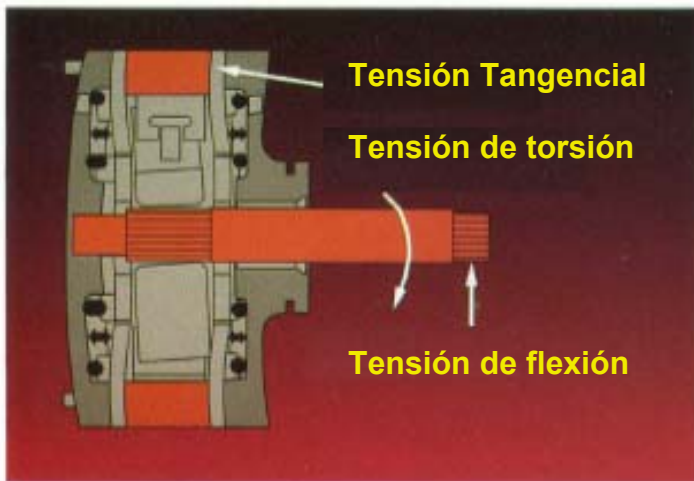
A medida que la presión del sistema aumenta, el fluido de alta presión empuja las placas de presión contra los costados de los engranajes que sellan la bomba. Los ejes se flexionan por efecto de la carga hacia el costado de admisión de la carcasa, lo cual produce un cierto desgaste de la carcasa y el buje.



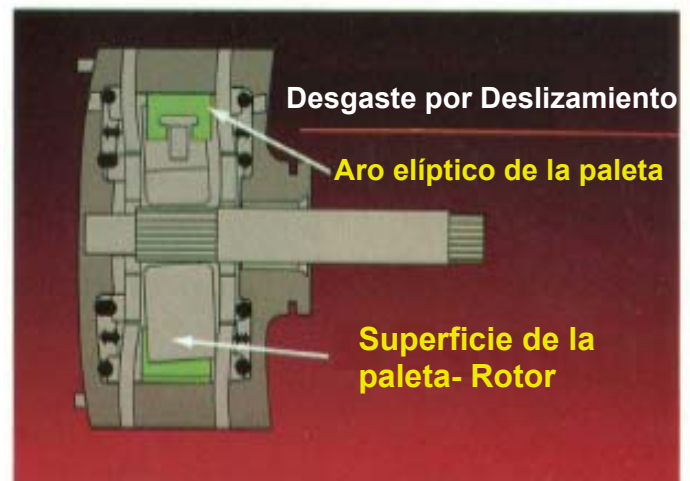
Las bombas de paletas crean un flujo de aceite al atrapar el fluido entre las paletas a medida que gira el rotor. El anillo elíptico empuja a las paletas hacia abajo en sus ranuras a medida que se acercan a la salida de la bomba, lo cual produce la salida del fluido.



Las placas de flexión son sostenidas contra el rotor por el fluido de alta presión y experimentan desgaste a causa del deslizamiento. Debido a que el rotor tiende a tambalearse ligeramente durante el arranque, la placa de flexión también recibe cierta tensión de flexión



Los ejes se cargan torsionalmente a causa de la resistencia al giro y también reciben cierta tensión de flexión creada por el engranaje de mando.

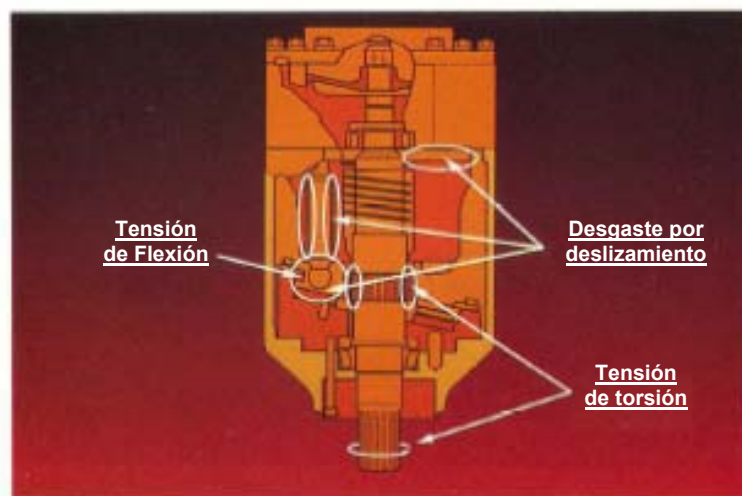


Las paletas son sostenidas en forma ajustada contra los anillos elípticos, lo cual produce un desgaste por deslizamiento en la punta. Las paletas se mueven hacia arriba y hacia abajo, lo cual provoca un desgaste por deslizamiento de las superficies.

OPERACIÓN Y CARGADO (Cont.)



La presión de salida alta hace que la forma del anillo sea elíptica. Esto crea tensiones de tracción en las lumbreras de salida (OD). En la entrada, el anillo elíptico es aplanado por medio de la tensión de tracción en la lumbrera de entrada (ID). Los anillos elípticos están diseñados con salidas de alta presión en posición opuesta unas a otras para reducir el desgaste del buje.



La resistencia a la rotación produce una tensión de torsión en los ejes de mando, las placas de mando, y las estrías del tambor. La mayoría de los componentes de la bomba experimentan condiciones de desgaste por deslizamiento debido a que los pistones se mueven o los patines se deslizan contra las placas de desgaste. Las placas de retracción experimentan cargas de flexión entre el lado de admisión y el lado de salida. Cuando la bomba de pistones rota, algunos cilindros están llenos de fluidos en el puerto de admisión a medida que los pistones se mueven hacia abajo en el calibre. A medida que la rotación continua, estos mismos cilindros están expuestos al puerto de salida donde el fluido es expulsado a medida que los cilindros se mueven hacia arriba en el calibre.

APARIENCIA NORMAL



Puede haber un pulido abrasivo fino en el lugar en el que los bujes hacen contacto con el eje. Los sellos por lo general hacen una ranura poco profunda en el eje después de cientos de horas de operación.



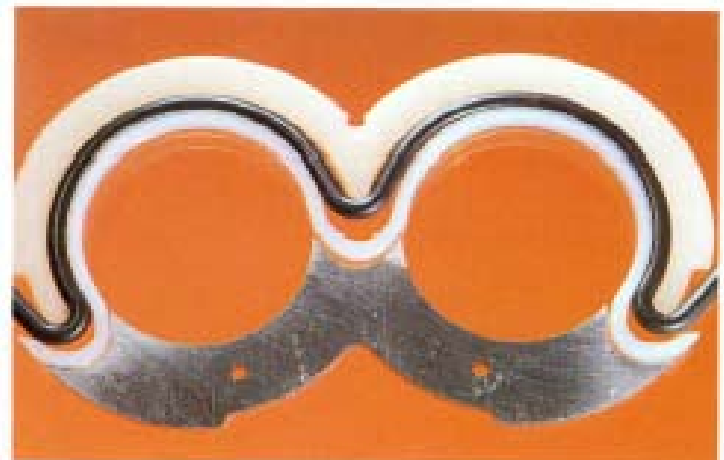
El engranaje loco y el engranaje de mando por lo general muestran cierto pulido en el lado de carga del diente del engranaje



Los engranajes se pueden conectar con carcasas de aluminio en el puerto de entrada a medida que los ejes se flexionan bajo presión.



Las placas de presión por lo general presentan un ligero pulido de la aleación de cobre en el lugar en el que los engranajes engranan en la salida

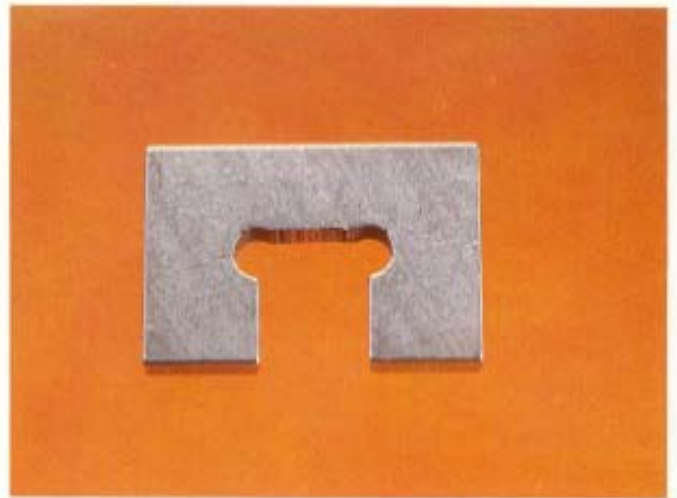


Los sellos no deberían estar aplanados, deformados, frotados o quebrados y deberían conservar su flexibilidad.

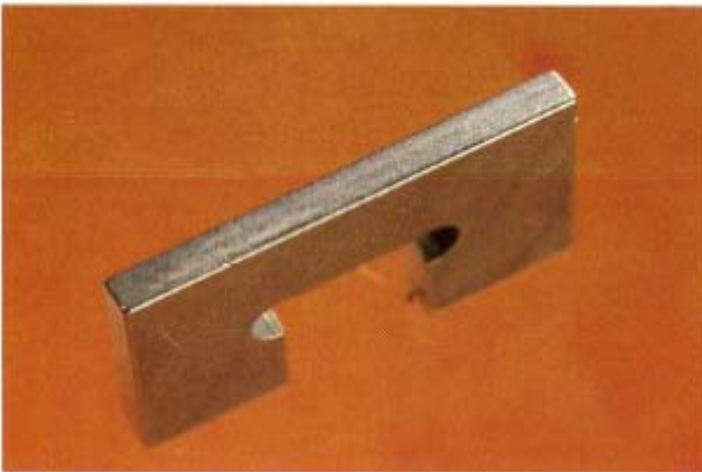
APARIENCIA NORMAL (Cont.)



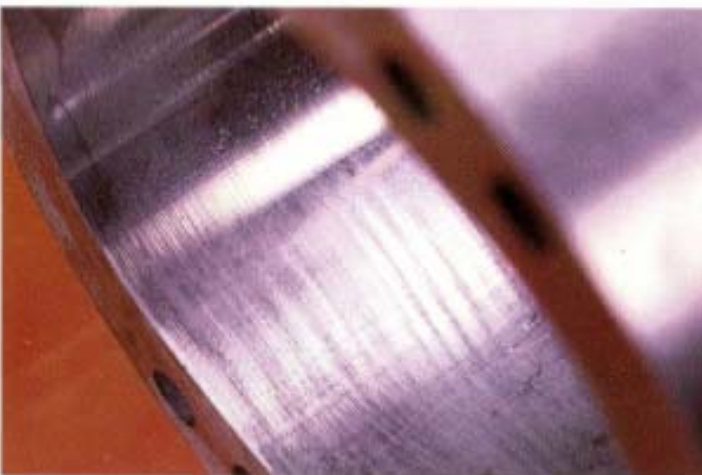
El desgaste de la bomba de paletas ocurre entre las placas de flexión y el ensamble del rotor, entre las paletas y las ranuras del rotor y entre el anillo elíptico y las puntas de las paletas



Las paletas experimentan poco desgaste de las superficies si se opera normalmente. Por lo general se percibe una ligera ralladura vertical cruzando la superficie de la paleta por encima de la ranura cuando hay más horas de uso de la bomba.



Las puntas de la paleta experimentan poco desgaste si se mantiene a los fluidos limpios y libres de contaminación. Una cantidad adecuada de fluidos es necesaria para evitar cualquier contacto de metal a metal entre la punta de la paleta y el anillo elíptico.



Los anillos elípticos por lo general no muestran decoloración o desgaste por calor. El patrón de ondulación que es parte del proceso de pulido todavía puede ser apreciado



Los sellos de goma y los retenedores plásticos no deberían mostrar indicaciones de decoloración por calor, derretimiento, frotado, fracturas o fragilidad.



Las placas de puerto de aleación de cobre en las bombas de pistones pueden oscurecerse un poco en temperaturas normales de operación.



La superficie del puerto del tambor puede presentar cierto pulido en el lugar en que hace contacto con la placa del puerto.



Las placas de desgaste también pueden presentar cierta ralladura pero no deberían estar desgastadas, fracturadas, ni descoloridas por calor.



Las placas de retracción experimentan cierto pulido fino en el lugar en el que los patines hacen contacto con los orificios.



Los patines por lo general presentan una superficie nula con una ralladura fina

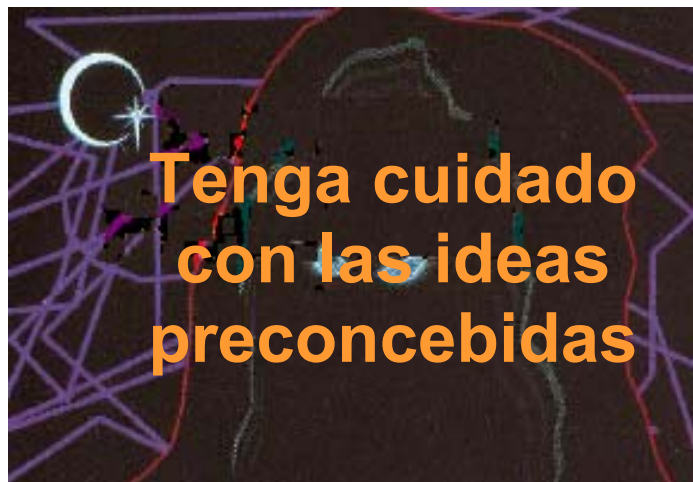


Los ejes pueden exhibir cierto desgaste en las estrías, lo cual debería ser controlado con las guías de re uso.

APARIENCIA NORMAL

- Desgaste Abrasivo
- Aeración- Cavitación
- Falta de Lubricación
- Sobre calentamiento
- Exceso de Presión
- Problemas de Partes

Las bombas y motores hidráulicos pueden experimentar medio ambientes hostiles, tales como contaminación abrasiva, aeración, cavitación, falta de lubricación, sobre calentamiento o exceso de presión. También puede haber problemas con el diseño, materiales, procesado o armado de la bomba. Cuando existe alguna condición inusual, deja las señales características. Al reconocer estas señales, podemos usarlas para que nos ayuden a rastrear la causa de raíz de la falla.



A medida que seguimos las señales hacia la causa de raíz, tenemos que tener constante cuidado de no tener ideas preconcebidas. Estos atajos probablemente nos hagan cometer errores que resulten en reparaciones innecesarias, aumento del tiempo de parada de la maquina, o sobre facturación al cliente. Todos estos factores aumentan el riesgo de perder ventas y servicios debido a la insatisfacción del cliente.

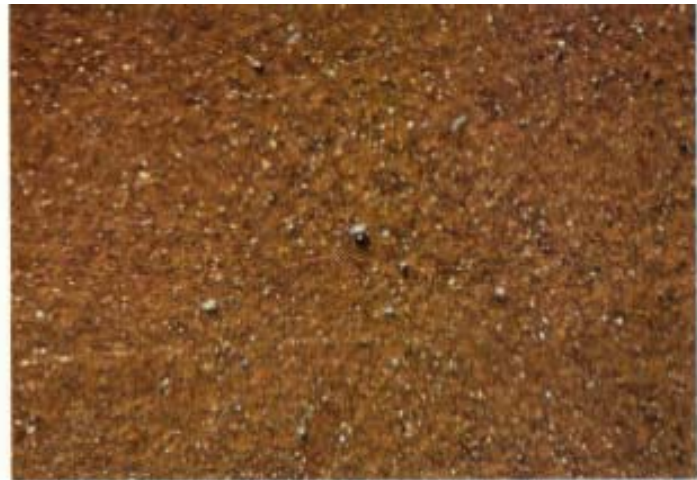
FALLAS A CAUSA DEL DESGASTE ABRASIVO



Los abrasivos en las bombas de pistones se pueden presentar en los dientes del engranaje. Observe la ralladura fina vertical en el lado de mando de este diente indicando la presencia de abrasivos.



Otra señal de desgaste abrasivo es un ranurado profundo por parte de los sellos. Necesitamos identificar el abrasivo y como ingresó.



La abolladura esférica en esta placa de presión indica la presencia de partículas esféricas duras como las municiones de acero en el centro de la figura. Nuestro trabajo es identificar de donde provienen.



Las carcasas de bomba de aluminio son lo suficientemente blandas como para rayarse e incrustarse. Los abrasivos quedan atrapados entre los engranajes y la carcasa, lo cual produce ralladuras cerca del puerto de admisión.



Una examinación mas profunda revela ralladuras abrasivas profundas típicas del material duro. El análisis de fluido nos puede ayudar a identificar el contaminante.

FALLAS A CAUSA DEL DESGASTE ABRASIVO (Cont.)



El acabado con ralladuras en esta placa de flexión es una señal de abrasivos. Un buen lugar para buscar abrasivos es el lado de cobre de la placa de flexión, ya que las partículas se incrustaron en materiales más blandos.



Los abrasivos más grandes pueden crear ralladuras profundas y producir mas perdidas entre las partes desgastadas. Esta placa de flexión muestra los resultados de la entrada de arena gruesa a una bomba de paletas.



Los abrasivos se pueden acumular en la ranura de la paleta produciendo ralladuras verticales a lo largo de la superficie de la misma. Por lo general hay una apariencia deslustrada justo debajo de las ralladuras



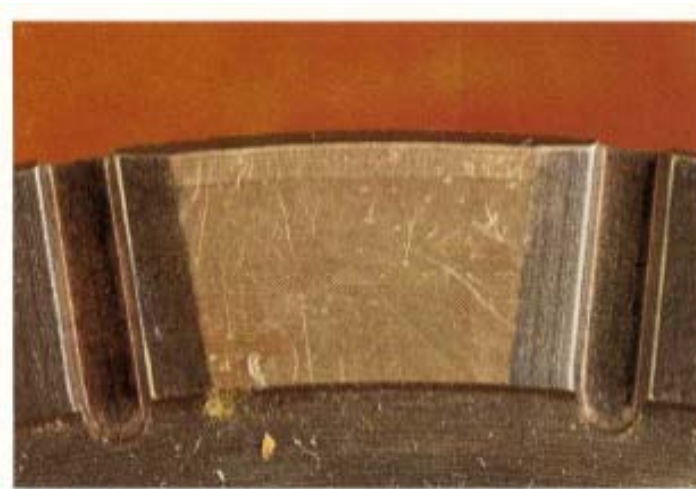
Los abrasivos remueven el material de las puntas de la paleta haciéndolas mas anchas y aplanadas. Compare la paleta con desgaste abrasivo en la parte superior con la paleta normal en la parte inferior.



El desgaste abrasivo puede resultar en fugas excesivas y perdidas de presión en el inserto de la paleta. La acción de la paleta se suprime y produce la variación del anillo elíptico.



Las placas de puerto y los tambores se desgastan mas alrededor de los puertos y bandas de sellado cuando los abrasivos provienen del lado de admisión. Un buen lugar para buscar el material es la superficie axial de la placa de puerto o en las ranuras y orificios en la parte de atrás.



En algunos casos, los abrasivos se incrustan en materiales más blandos, o dejan una abolladura indicando su forma y tamaño.



Las partículas pequeñas esféricas incrustadas son rebordes de cristales de una arenadora. Deberíamos intentar conocer como se introdujeron en la bomba.



Los patines de aleación de cobre son desgastados fácilmente por los abrasivos. La mayor parte del desgaste se presenta entre la superficie del patín y la placa de desgaste.



Las placas de retracción pueden ser desgastadas por el patín, lo cual produce áreas pulidas alrededor de los orificios y un ligero redondeo de los bordes de los orificios.

MATERIAL EXTERNO



Esta placa de flexión fue tomada de una bomba de paletas que estaba operando bien y de repente se trabó. El eje no giraba y el cartucho tuvo que ser removido. Si miramos detenidamente a la placa de flexión, podemos encontrar cavidades profundas en los bordes de los puertos de salida y admisión.



Una examinación visual del ensamble del rotor muestra daños en dos paletas y un pedazo de material todavía alojado entre el rotor y el anillo elíptico.



Aquí vemos los restos de las dos espigas responsables de trabar la bomba encontradas en la carcasa. Una revisión de las reparaciones anteriores reveló que el cartucho había sido instalado recientemente. Al controlar la condición del cartucho, podemos determinar rápidamente si las espigas fueron dejadas adentro o si el nuevo cartucho fue instalado incorrectamente.

DAÑOS POR AERACION Y CAVITACION

Aeración

- **Burbujas de aire atrapadas en el aceite**
- **Escapes de aire en el sistema**
- **Niveles bajos de fluido**

La aeración describe la condición de un sistema que presenta burbujas de aire en el fluido hidráulico debido a los escapes de aire del sistema, al sobrecalentamiento o la turbulencia. Los escapes de aire en los acoples de mangueras o sellos son fuentes típicas de aeración, mientras que el fluido que regresa por encima del reservorio una fuente común de turbulencia.



La aeración o la cavitación se presentan en forma de parches localizados de picaduras de la superficie llamadas erosión por cavitación. Las picaduras por lo general son profundas y ásperas y pueden brillar como una fractura. La erosión por cavitación suave por lo general se presenta en los orificios o ranuras en placas de flexión y es imperceptible. La erosión fuerte por lo general es notoria ya que el material es removido de las superficies normalmente planas.

Cavitación

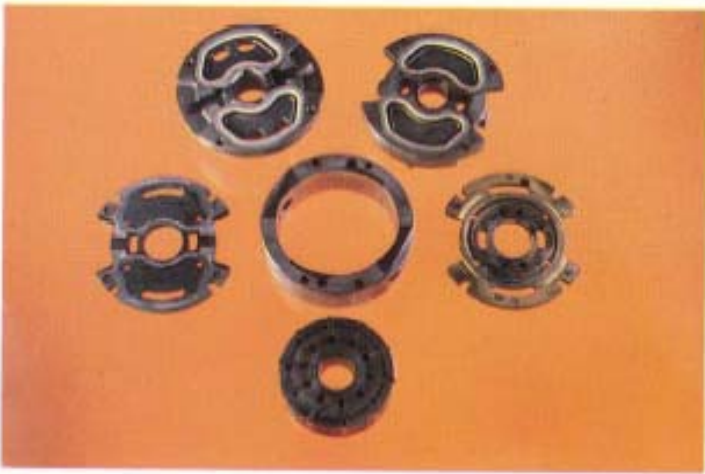
- **Burbujas de aire atrapadas en el aceite**
- **Suministro inadecuado de aceite**
- **Restricción de admisión**

La cavitación describe la condición de un sistema que produce evaporación de fluidos en la entrada de la bomba. Bajo estas circunstancias, se forman burbujas de aire en el fluido por el vacío parcial que es creado y no por la entrada de aire al sistema. Las restricciones de admisión o las líneas de admisión colapsadas son una fuente común de cavitación.



Los anillos elípticos pueden picarse si la aeración o la cavitación hace que el fluido hidráulico sea esponjoso. Bajo estas condiciones, el fluido de alta presión entre la paleta y el inserto es comprimible, lo que provoca la pérdida de control del movimiento de la paleta. Observe que este anillo elíptico está descolorido por el calor, lo cual indica que el sobrecalentamiento de fluido puede haber causado aeración.

FALTA DE LUBRICACION



La inspección visual de estas partes de la bomba de paletas revela decoloración por calor y sellos derretidos. Necesitamos observar más detenidamente a cada componente para determinar que condición produjo este estado.



Una examinacion mas profunda de la placa de flexión revela desgaste adhesivo, decoloración por calor de la placa de flexion, y cortaduras por las paletas. Esto indica un enfriamiento y una lubricación insuficientes.



El rotor presenta metal desgastado con la punta de la paleta severamente desgastada. La mayoría de las paletas están fijadas a las ranuras del rotor. Este hecho también indica falta de lubricación.



El anillo elíptico esta severamente desgastado y sobrecalentado. Las áreas expuestas en los costados del anillo elíptico están descoloridas por el calor, lo cual indica la presencia de altas temperaturas en zonas donde normalmente el aceite enfría las partes.



Si observamos los sellos, encontramos que están parcialmente derretidos cerca del centro. Los puertos de admisión también parecen estar sobrecalentados probablemente debido a la falta de fluido para enfriarlos. Todas las señales apuntan a la falta de lubricación

El desgaste adhesivo en las bombas de pistones tiene varios efectos. Las placas de retracción están sobrecargadas ya que empujan a los pistones en su carrera hacia adentro. Los patines pueden aflojarse o tirarse, lo cual produce un desgaste severo de la placa oscilante, o la placa de retracción se puede romper. El trabado del pistón por lo general produce daños extensivos al extremo inferior.



La bomba de pistones presenta daños típicos en los patines, pistones y la placa de retracción debido al desgaste adhesivo. Uno de los pistones se trabó en el tambor, provocando una sobre carga de la placa de retracción.



La placa de retracción se fracturo repentinamente en cuatro pedazos. Podemos confirmar esto observando las fracturas. Presentaran la apariencia de las fracturas típicas de un golpe repentino de carga.



Al mirar detenidamente a los pistones, deberíamos estar en condiciones de ubicar el desgaste adhesivo que nos indique cual fue el pistón que se trabó. Observe que el pistón de la derecha tiene desgaste longitudinal lo cual no se percibe en el otro pistón extraído de esta bomba



Un acercamiento al pistón revela el desgaste que produjo daño al extremo inferior de la bomba. El tambor revela desgastes similares en su calibre. Una vez que conocemos que fue lo que causa el daño a la bomba, necesitamos descubrir porque se produjo el desgaste adhesivo.

SOBRECALENTAMIENTO DEL FLUIDO HIDRAULICO



Estas partes de una bomba de engranajes de sección doble presentan engranajes y ejes descoloridos por el calor. Los colores celestes y marrones claros indican que la temperatura estuvo en el orden de los 400° a 700° F.



Otra señal es la decoloración y oscurecimiento de las placas de presión. El aceite de alta temperatura oscurece considerablemente las aleaciones de cobre y acero. La decoloración gris más oscura se debe al aceite sobrecalentado que deja un residuo de cenizas.



Cuando encontramos una placa de puerto en estas condiciones, sospechamos la presencia de fluido sobrecalentado por todo el sistema. Todas las superficies presentan una gran cantidad de residuos de cenizas.

EXCESO DE PRESION



La examinacion de la placa de esta bomba de engranajes revela que esta fracturada en el lado de salida de alta presión. La fractura ocurrió en la ranura del aro sello, lo cual eleva geométricamente la tensión. Debido a que esta fracturada en el lado de alta presión y no hay otras señales presentes, sospechamos que el exceso de presión es la causa. Deberíamos controlar la operación correcta de la válvula de alivio de presión y también buscar hechos sobre las condiciones de operación.



Este anillo elíptico esta fracturado en el puerto de alta presión. La presión alta pone tensión de tracción en el exterior del anillo elíptico en esta ubicación. La combinación de esta tensión y el orificio perforado crean una concentración de tensión que puede fracturar el anillo elíptico si se presentan condiciones severas de exceso de presión.

FRACTURAS TERMICAS



El anillo elíptico esta fracturado en varias ubicaciones. La presencia de varias fracturas pequeñas indica una fatiga térmica. Necesitamos examinar el resto de las partes de la bomba para determinar la causa de la fatiga térmica.



Este tambor esta fracturado en varias ubicaciones en la superficie axial. Estas fracturas múltiples también son causadas por fatiga térmica. El calor es generado por el contacto entre el tambor y la placa de puerto.

PROBLEMAS DE PARTES



Este eje fracturado proviene de una bomba de paletas en un 950C. Observamos que esta fracturado a través de la ranura de un aro de resorte que no es usada en esta aplicación particular de la bomba. Después de consultar con el diseñador, se descubrió que la ranura del aro de resorte esta presente para permitir que el mismo eje sea usado en otra bomba con un cojinete mas angosto.



Si observamos las superficies fracturadas bajo un buen ángulo de luz, notamos las señales de fatiga por flexión por rotación. Las marcas son evidentes en las superficies fracturadas que empiezan casi opuestas al área de fractura final en el borde superior. El problema fue corregido sacando la ranura y produciendo un eje diferente para que sirva para la otra aplicación.



Otro problema reciente fue experimentado por este ensamble de unión cardanica en algunos motores de mando. En pocas horas, los ensambles se fracturaron en el yugo.



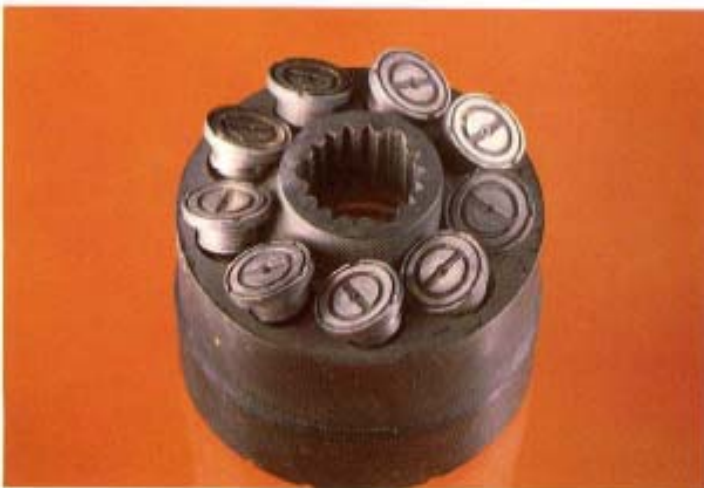
Un acercamiento de la superficie fracturada revela una fractura por fatiga, lo cual indica una fatiga de avance rápido, llamada, fatiga de ciclo bajo. La ubicación de la fractura y la naturaleza de la fatiga de ciclo bajo nos indican que la carga estaba experimentando una sobrecarga cíclica severa. La sobrecarga cíclica provenía de la tensión de la pista y provoco la quebradura del yugo. La solución al problema fue un resorte recuperador más fuerte.



Este eje de bomba ha experimentado una fractura por fatiga como evidencian las marcas en la superficie de la fractura.



Un mayor acercamiento revela fatiga iniciada en el chavetero y en aumento bajo cargas de torsión hasta la fractura final del eje. Después de que se diagnosticaron varias fallas, el eje fue rediseñado para remover el chavetero y para una mejor adaptación al engranaje y al eje cónico junto con un mayor torque en la tuerca de retención del engranaje.



Cuando desarmamos las bombas después de una queja de operación inadecuada, deberíamos inspeccionar cuidadosamente todas las partes y superficies. Esto bomba parecía estar perfectamente normal, sin signos de desgaste, sin una placa de retracción fracturada y sin indicación de problemas en ninguna de las partes.



Cuando controlamos cada ensamble de pistón para buscar signos de desgaste, se descubrió un pistón fracturado. Una inspección más cercana reveló que el pistón estaba fracturado en toda su longitud. Un control sobre la dureza del pistón reveló que era demasiado duro y quebradizo, lo que provocó que la parte se fracture bajo carga.

CONCLUSIÓN

Pregunta de “Doble Control”

- **¿Hay alguna forma posible por la cual la otra parte puede haber causado la falla?**

Una vez que pensamos que tenemos la causa de raíz más probable, necesitamos hacernos la pregunta de “doble control”: ¿Hay alguna forma posible por la cual la otra parte puede haber causado esto? Tomarnos unos minutos para hacer esto nos puede ayudar a evitar cometer errores.

Obtenga la Recompensa



**Comuníquese
Realice reparaciones
profesionales
Realice un seguimiento**

Después de que hemos identificado la causa de raíz mas probable, estamos listos para “obtener la recompensa” al comunicarle nuestros descubrimientos al cliente y trabajar junto a él para completar las reparaciones de la manera mas económica y oportuna posible.

Esto concluye nuestra breve reseña sobre el análisis de fallas en motores y bombas hidráulicas. La mayoría de las bombas y motores fallados no son causas de raíz, pero producen problemas de operación, mantenimiento y sistema. Recuerde obtener buenos antecedentes verídicos y usar las señales de las bombas para determinar donde buscar la causa de raíz real.

OTROS LIBROS DE REFERENCIA

A continuación hay una lista de Libros de Referencia incluidos en la Serie de Analisis de Fallas Aplicado. Debido a que los libros sobre otros temas y componentes estan completados, seran anunciados de la manera usual

N° de Forma	Titulo
SEVB0549	Principios de Metalurgia
SEVB0554	Principios de Desgaste
SEVB0552	Principios de Fracturas
SEVB0547	Principios de Examinacion Visual
SEVB0545	Sujetadores Roscados
SEVB0546	Bielas
SEVB0548	Cigüeñales
SEVB0544	Cojinetes del Motor
SEVB0553	Pistones, Aros y Camisas
SEVB0551	Válvulas del Motor
SEVB0550	Turbocargadores
SEVB0561	Engranajes
SEVB0562	Conjinetes Anti- Friccion
SEVB0563	Motores y Bombas Hidraulicas
SEVB0564	Conjunto Completo de los Libros de Referencia antes enunciados