

Cojinetes Anti-Fricción

Análisis de Fallas
Aplicado



CATERPILLAR

LIBRO DE REFERENCIA

TABLA DE CONTENIDOS

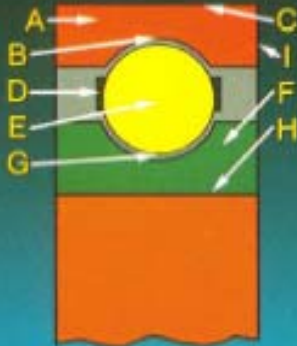
Nomenclatura	2
Estructura	3
Remoción/ Instalación	4
Operación	6
Desarrollo del Análisis de Fallas	8
Condiciones Anormales	9
Fatiga por Tensión por Contacto	10
Deformación Plástica	12
Desgaste Adhesivo	15
Desgaste Abrasivo	15
Corrosión	16
Corrosión por Frotación y Esgurrimento Plástico	16
Picaduras Eléctricas y Acanaladuras	17
Daños por Manipuleo e Instalación	18
Fracturas	21
Problemas de Cojinetes	23
Conclusión del Análisis	24

PREFACIO

El propósito de este libro es ilustrar y explicar los principios básicos que son usados en el análisis de fallas de cojinetes anti- fricción. La información esta condensada del Seminario de Análisis de Fallas Aplicado, el cual es más completo. Cualquier persona que desee más información sobre el Análisis de Fallas Aplicado debería contactar a su representante Caterpillar local.

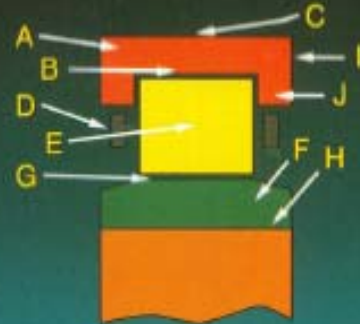
NOMENCLATURA

Nomenclatura



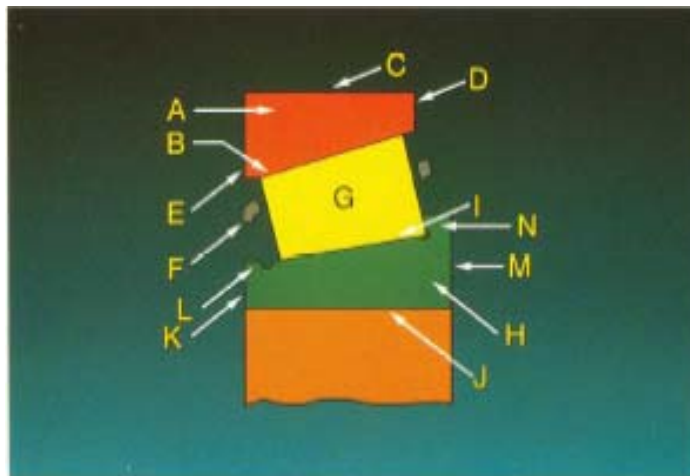
Cojinete de Bolas

- A. Aro externo (Pista)
- B. Canal del aro externo
- C. Superficie O.D del aro externo
- D. Jaula
- E. Bolas
- F. Aro interno (pista)
- G. Canal del aro interno
- H. Calibre o superficie O.D del aro interno
- I. Superficies de los aros.



Cojinete de Rodillos Cilíndricos

- A. Aro externo (Pista)
- B. Canal de aro externo
- C. Superficie O.D del aro externo
- D. Jaula
- E. Rodillos
- F. Aro interno (pista)
- G. Canal del aro interno
- H. Calibre o superficie O.D del aro interno
- I. Superficies de los aros.
- J. Nervaduras



Cojinete de Rodillos Ahusados

- A. Tapa (aro externo o pista)
- B. Canal de la tapa
- C. Superficie O.D de la tapa
- D. Cara frontal de la tapa
- E. Cara posterior de la tapa
- F. Jaula
- G. Rodillos
- H. Cono (aro interno o pista)
- I. Canal del Cono
- J. Superficie de calibre o I.D del Cono
- K. Cara frontal del cono
- L. Nervadura en la cara frontal del cono
- M. Cara negra del cono
- N. Nervadura en la cara posterior del cono

ESTRUCTURA

Los cojinetes anti- fricción son fabricados por aleaciones de acero para cojinetes de máxima calidad. Algunos son derretidos al vacío y la mayoría son desgasificados al vacío para una mayor limpieza



Las pistas de la mayoría de los cojinetes de rodillos ahusados y cilíndricos tienen una superficie endurecida a 58 RC como mínimo (la superficie de la sección transversal esta tratada al agua viva para demostrar la profundidad de la superficie endurecida. Las temperaturas de revenido son aproximadamente 375° a 400° F.

Los rodillos también son endurecidos (a 60 Rc como mínimo) y luego modificados hasta la dimensión final. El endurecimiento de la superficie les otorga buena resistencia contra el desgaste y la fatiga mientras que se mantiene un núcleo más blando y fuerte (25- 40 RC)



Los cojinetes de bolas y de rodillos esféricos son fabricados de una manera similar, excepto por las pistas y los elementos de rodado por lo general son completamente endurecidos. Por lo tanto, no observamos profundidad de la superficie de la bola ni de las secciones transversales de la pista que se muestran aquí.

REMOCION/ INSTALACION

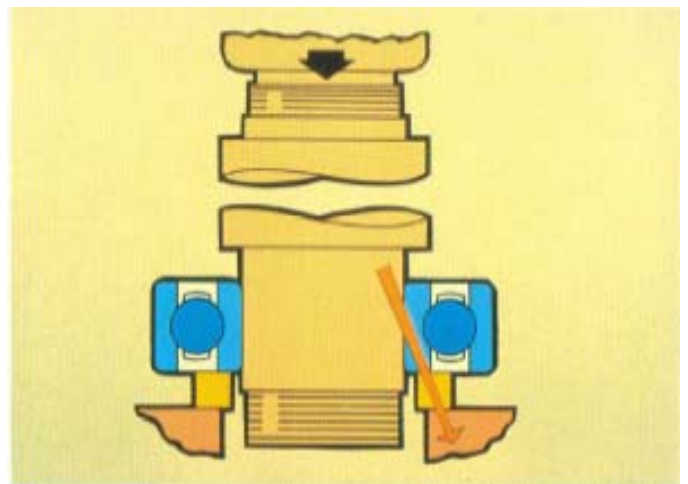
Es muy importante usar los cojinetes anti- fricción correctos para la aplicación de los procedimientos correctos de remoción e instalación.

1. Asegúrese de pedir los cojinetes del sistema de partes Caterpillar para evitar el uso de cojinetes estándares cuando se necesitan cojinetes “especiales”. Una cinta de video llamada “Cojinetes Anti-Fricción Caterpillar” (Vea la foto a continuación) explica la importancia del uso de cojinetes Caterpillar. También el cuadernillo “Charla Directa sobre Cojinetes Anti- Fricción Caterpillar” (Vea la foto a continuación) y el panfleto “No. Forma PEDP8110, discute la diferencia entre los cojinetes estándares y los cojinetes “especiales”.
2. Los calibres de los cojinetes, ejes, carcasas deben estar limpios y libres de suciedad u otros restos.
3. Se debe usar procedimientos y herramientas adecuadas para evitar fuerzas excesivas entre las pistas y los elementos de rodado, y para evitar daños las pistas, las carcasas y los ejes (vea la ilustración a continuación)
4. El alineamiento de los ejes y las carcasas tienen que ser preciso.
5. El encaje de los cojinetes en los calibres de los ejes y las carcasas debe ser correcto.
6. Los ajustes a los cojinetes, si son necesarios, deben ser precisos.
7. Se debe usar la cantidad, viscosidad y tipo correcto de lubricante.

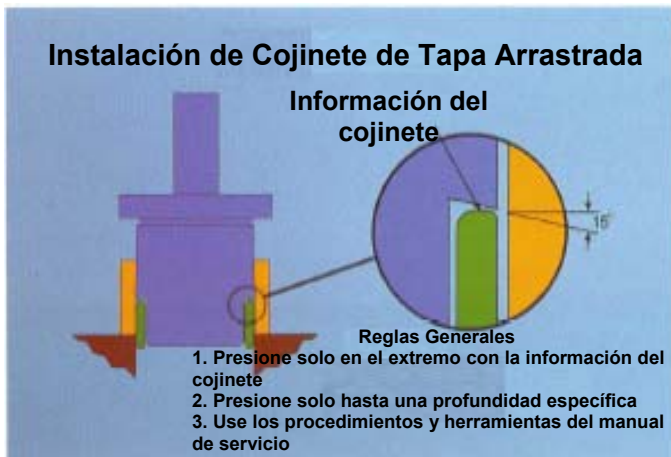
Consulte el sistema de partes Caterpillar, los manuales de servicio y los manuales de operaciones y mantenimiento para encontrar las partes, herramientas y procedimientos correctos, y las especificaciones de lubricación.



Cinta de video No Forma TEVN1412 y Cuadernillo No de Forma PEDP124



Presiones las pistas sobre los ejes o dentro de las carcasas solo a través de la pista que esta siendo montada.



Los cojinetes de agujas de tapa arrastrada necesitan un cuidado especial en la instalación:

1. Presione solo en el extremo de información del cojinete de la tapa.
2. Presiones solo hasta una profundidad específica.
3. Use herramientas y procedimientos adecuados.
4. Siga el manual de servicio.



El calentamiento o enfriamiento de los cojinetes para facilitar la instalación debe ser realizado correctamente. Use calentadores de cojinetes o métodos de enfriamiento que estén controlados termostáticamente. No use una llama abierta para calentar los cojinetes.

Ajuste del Cojinete de Rodillos Ahusados

- Rote mientras controla el juego final
- Siga el Manual de Servicio

Los cojinetes de rodillos ahusados deben ser ajustados siguiendo las instrucciones del manual de servicios. Cuando controle el juego final, gire el eje o la carcasa para asegurarse de que los cojinetes estén debidamente asentados.

Lubricante

- Cantidad, viscosidad y tipo correcto
- No llene en exceso ni deficientemente
- Siga las Guías de Operación & Mantenimiento

Use el tipo, cantidad, viscosidad correcta de aceite o de grasa. Tanto el exceso como la deficiencia de lubricante pueden sobrecalentar los cojinetes. El exceso puede causar altas temperaturas y una reducción en la viscosidad.

OPERACION

Las cargas normales pueden producir patrones característicos de desgaste en las superficies de los canales



Desgaste normal del canal en un cojinete de bolas cargado en forma radial, aro interno en rotación.



Patrón de desgaste típico para un cojinete de bolas cargado en forma radial, aro externo en rotación.



Cojinete de bolas con carga alta axial consistente en una sola dirección.



Cojinete de bolas con cargas axiales y radiales. Observe el patrón de desgaste más grande (hacia abajo) en la dirección de la carga radial.

Los patrones de desgaste normal en los cojinetes de rodillos ahusados y cilíndricos son similares a aquellos de los cojinetes de bolas.



Las superficies en los extremos grandes de los rodillos y las nervaduras de superficies negras de los conos en los cojinetes de rodillos ahusados pueden presentar cierto desgaste ya que las “fuerzas de asentamiento” provocan cargas de deslizamiento entre las superficies del extremo de los rodillos y las nervaduras. Sin embargo, el desgaste y manchado profundo, desplazamiento del metal, decoloración por calor, etc., serían normales.



La mayoría de los cojinetes de rodillos ahusados y cilíndricos presentara un desgaste uniforme a través de las superficies del rodillo y del collar de bolas.

Algunos cojinetes altamente cargados tienen una corona especial. Pueden tener patrones de desgaste los cuales están más concentrados hacia la mitad de las superficies del rodillo y de la pista.

DESARROLLO DEL ANALISIS

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

Siga las Señales



Como se discutió en el Modulo “Administración” del Análisis de Fallas Aplicado, el seguimiento de un enfoque organizado tal como los Ocho Pasos para el Análisis de Fallas Aplicado es la forma mas rápida y segura de identificar la causa de raíz correcta de cada falla y de satisfacer a los clientes.

Los hechos de desgaste y de fractura deberían ser obtenidos a través de un análisis visual cuidadoso de los cojinetes fallados y componentes relacionados. Estos hechos actuaran como señales que nos guiaran hacia la causa de raíz correcta de las fallas.



Debido a los controles minuciosos de fabricación y al acero de alta pureza usado, los cojinetes anti- fricción casi nunca son la causa de raíz de una falla. Por lo tanto, cuando los cojinetes fallan, deberíamos separar cuidadosamente las causas de los resultados al identificar cualquier condición de operación anormal que pueda haber debilitado o sobrecargado a los cojinetes y al clasificar los tipos de desgaste y de fractura.

CONDICIONES ANORMALES

Los tipos más comunes de daños a los cojinetes (no en orden de prioridad) debido a condiciones de operación anormales son:

1. Fatiga por tensión por contacto (desastillado)
2. Deformación Plástica.
3. Desgaste Adhesivo
4. Desgaste Abrasivo.
5. Corrosión.
6. Corrosión por Frotación y Esgurrimiento Plástico.
7. Picaduras Eléctricas y Acanaladuras
8. Daños por Manipuleo e Instalación
9. Fracturas

Los puntos claves para recordar cuando se analizan las fallas de los cojinetes son:

1. La mayoría de las condiciones anormales eventualmente causaran cargas y/ o temperaturas altas en los canales y en los elementos de rodado, que perturbarán la película de aceite, y causaran un desgaste anormal, desastillado y/ o deformación plástica y finalmente una fractura.
2. Cuando se produce un tipo de daño, puede generar otros tipos de daños en la misma superficie de la parte. Por lo tanto, en el momento de la investigación, puede haber dos o más tipos de daños presentes, con un daño secundario por encima del daño inicial.
3. Por lo tanto es recomendable investigar la falla es sus primeras etapas para determinar con mas certeza la causa de raíz correcta.
4. También debemos asegurarnos de considerar todos los hechos y las posibles condiciones durante nuestro análisis.

FATIGA POR TENSION POR CONTACTO

Si hay una sobrecarga y suficiente aceite frío para evitar que el cojinete se ablande, el canal y los elementos de rodado pueden desarrollar “Fatiga por Tensión por Contacto” y desastillado. Las posibles causas de raíz incluyen cojinetes de rodillos ahusados demasiado flojos, cojinetes de rodillos ahusados demasiado apretados, ejes demasiado grandes o carcasa demasiado pequeñas, carcasa o eje fuera de circunferencia, calibre de carcasa o eje ahusado, mal alineamiento, baja viscosidad de lubricante, cargas aplicadas excesivas, etc.



Si los cojinetes de rodillos ahusados demasiado sueltos, el desgaste y desastillado por lo general se evidenciara solo en una pequeña parte del canal estacionario. Este cojinete estaba tan suelto que los rodillos no lo estaban contrayendo a través de toda su superficie.

Los rodillos en los cojinetes sueltos pueden estar desastillados en los extremos pequeños a causa del mal alineamiento debido a la perdida de ajuste.

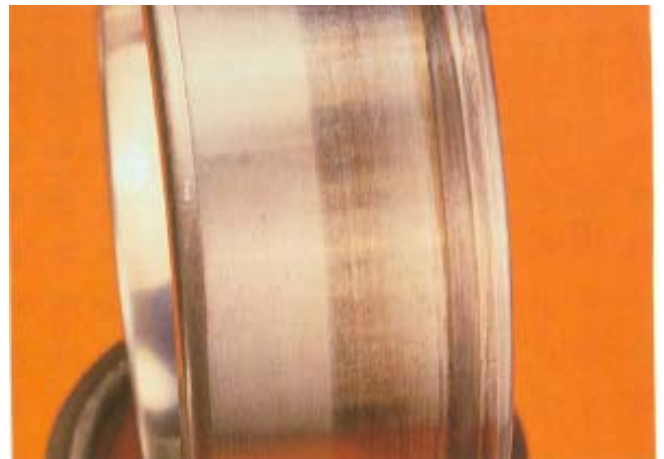


Si los cojinetes de rodillos ahusados son ajustados demasiado apretados, o están sometidos a demasiada carga axial, el canal estacionario por lo general tendrá un patrón de desgaste/ desastillado parejo completamente alrededor de su circunferencia y de cara a cara.

Los rodillos y el canal en rotación también tendrán un patrón de desgaste/ desastillado parejo indicando que la tapa y el cono estaban funcionando demasiado apretados durante la instalación.



El patrón de desgaste o desastillado en una pista que esta instalada dentro o sobre la zona de circunferencia presentara dos o mas zonas de carga.



Si un calibre o un eje son ahusados, el patrón de contacto puede ser más fuerte en las zonas más apretadas. También, aunque no lo vemos en este ejemplo, se puede producir fractura por fatiga o corrosión debido a la flexión donde el canal no esta debidamente protegido. La línea (recta) bien definida en el borde del área de contacto más pesada puede indicar que hubo realmente un escalón en este calibre de carcasa.



Los ejes o carcasas mal alineadas pueden producir patrones de desgaste/ desastillado que circulan desde una cara a la otra o en ambos canales. Si se le permite circular por demasiado tiempo, el canal puede desarrollar fatiga por tensión de contacto y desastillado.



El aceite de baja viscosidad puede resultar en mas contacto superficial del normal y puede sobrecargar las superficies del cojinete produciendo fatiga por tensión por contacto y desastillado. El patrón de desastillado pueden tener una orientación axial (en alineación con el eje)

DEFORMACION PLASTICA

Una deformación plástica puede ser causada por altas temperaturas y una película de aceite insuficiente para separar las superficies, o puede ser causada por cargas pesadas que deforman permanentemente los materiales del cojinete en temperaturas normales. Las posibles causas de raíz incluyen: cantidad de aceite (cantidad excesiva o insuficiente de aceite o grasa), calidad del aceite (demasiado espeso o demasiado fino), cargas altas de los cojinetes, etc.



Los cojinetes que operan sin grasa o aceite por lo general parecen calientes con poco aceite quemado o carbonizado sobre ellos. También presentaran mucha deformación plástica a causa del ablandamiento por el calor extremo. Este cojinete de piñón del diferencial fallo cuando un tapón se salio de la carcasa del eje.

La jaula del cojinete y los rodillos también muestran signos de calor severo. Los rodillos son ablandados. Observe la deformación plástica sobre ellos. La jaula estaba deformada permitiendo que los rodillos dejen de girar, causen desgaste adhesivo y generen aun mas calor.



Acercamiento a los rodillos deformados plásticamente



Otros canales de los cojinetes en el mismo sistema también presentaron decoloración por calor.



Los cojinetes se pueden sobrecalentar y deformar plásticamente por otras razones aparte de la falta de aceite y grasa- razones tales como la calidad del lubricante, altas temperaturas, altas cargas, acabados superficiales ásperos, etc. El daño puede comenzar con asperezas y una fractura axial fina como se ve a la derecha de este canal.



El daño también puede empezar con encristalado, decoloración, y picadura de las superficies.



La deformación plástica también puede producirse en los bordes de las ventanas de la jaula.



En etapas posteriores, se puede producir deformación plástica, decoloración o aceite carburizado si se generan temperaturas altas.

DEFORMACION PLASTICA (Cont.)



Las abolladuras alrededor de los canales con el mismo espaciado que los rodillos, con marcas de esmerilado en la parte inferior de las depresiones, podrían indicar que un canal fue presionado en posición a través del otro canal y los elementos de rodado.



Las abolladuras en solo una porción de la circunferencia con marcas de esmerilado sin cambios y un patrón de desgaste en la parte inferior de las depresiones indican que fueron producidas por una carga de impacto, después de que el cojinete estaba en operación durante cierto tiempo.



Las marcas son abolladuras en el canal y en los elementos de rodado producidas por partículas grandes en el sistema de lubricación, tales como metal de un engranaje o una falla del cojinete.



Si son severas, las marcas se pueden convertir en desastillado.

DESGASTE ADHESIVO

El desgaste adhesivo (sin una deformación plástica severa) puede producirse si hay suficiente aceite frío para controlar el calor, pero los rodillos parar de girar y se empiezan a deslizar por algún motivo. Las causas pueden incluir desgaste excesivo de la jaula o jaulas fracturadas que permiten el deslizamiento de los rodillos.

Desgaste adhesivo con suficiente suministro de aceite para enfriar las partes



DESGASTE ABRASIVO

Los abrasivos tales como la suciedad o arena en los sistemas de lubricación también pueden causar fallas en los cojinetes. Las posibles causas incluyen desechos generados dentro del sistema, mangueras o carcasas fracturadas, entrada de suciedad a través de sellos fallados, grasa contaminada, etc. Con el desgaste abrasivo, necesitamos determinar la fuente exacta del material abrasivo. Use ampliación para identificar que tipo de partículas producen desgaste. Esto por lo general conducirá a la causa de raíz.

Los abrasivos finos en el aceite por lo general se producen en un acabado mate o satinado en los canales de los cojinetes y en las superficies de los elementos de rodado



CORROSION

Los cojinetes retirados de una maquina se pueden desgastar muy rápidamente. Por lo tanto es recomendable proteger a los cojinetes retirados con aceite o grasa, u otros inhibidores de corrosión hasta que sean re instalados. La corrosión también se puede producir después de que los cojinetes son instalados. Muchas veces esto sucede cuando la maquina es apagada y se produce una condición conocida como corrosión estática.



Corrosión atmosférica (oxido)



Corrosión estática

CORROSION POR FROTACION O ESCURRIMIENTO PLASTICO

La corrosión por frotación y el “escurrimiento plástico” en las superficies de los calibres I.D y O.D indican que han movido ejes o carcasas relativas. Las posibles causas incluyen ejes que son demasiado pequeños, calibres de carcasas demasiado grandes, pistas que son forzadas a moverse debido a que los elementos de rodado dejan de girar, material externo alojado entre los elementos de rodado y las pistas, etc.



Corrosión por frotación en las superficies de calibre O.D



Escurrimiento plástico- superficie de calibre O.D suave y pulida y superficie de nervadura en donde este collar de bolas ha estado girando excesivamente en la carcasa.

La corrosión por frotación también se puede producir en las superficies de los canales donde los elementos de rodado han vibrado bajo los efectos de la carga mientras que el cojinete no estaba girando. Una posible causa podría ser la vibración cuando se transporta maquinaria en tren durante una distancia larga.



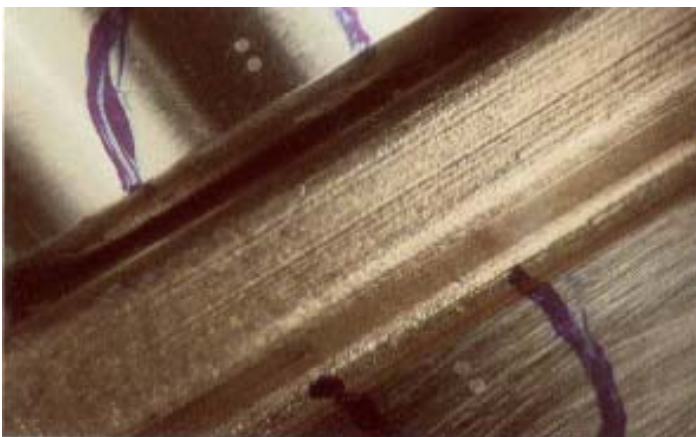
Aquí vemos la pista exterior de un cojinete de rodillos. Las marcas tienen el mismo espaciado que los rodillos. Los patrones de esmerilado y desgaste son perturbados.



Observe en esta vista ampliada, que las marcas de esmerilado originales están desgastadas lejos del lugar en el que el rodillo vibro contra el canal. Ahora necesitamos identificar la causa de la vibración.

PICADURA ELECTRICA Y ACANALADURAS

El pasaje de corriente eléctrica a través de los cojinetes puede dañarlos. Dos formas principales en que esto puede suceder son corrientes relativamente grandes de fuentes tales como soldadura de arco de manera que la corriente pase a través del cojinete cuando no esta rotando, o, corrientes relativamente pequeñas durante un periodo prolongado de tiempo mientras que el cojinete esta rotando.



Corrientes grandes- picaduras localizadas grandes. Las dos picaduras inferiores están en el canal. Las dos picaduras superiores están sobre los rodillos.



Corrientes pequeñas- Muchas picaduras pequeñas- algunas veces agrupadas en líneas axiales, tal como vemos aquí, lo cual es llamado "acanaladuras"

DAÑO POR MANIPULEO E INSTALACION

Si los cojinetes se caen o son manipulados mal durante la remoción e instalación, las pistas pueden ser abolladas, fracturados, comidas, manchadas o presentar otros tipos de daños.



Este cono fue golpeado por una fuerza externa en la superficie de la nervadura. Note el daño por impacto con decoloración por calor localizado a causa de la acción de deslizamiento de la carga de impacto en la superficie de la nervadura.



Esta jaula de cojinete fue dañada al dejarse caer el cono antes de la instalación. Un daño como este podría fracturar las jaulas, hacer que los rodillos se doblen, empiezan a patinar y fallen.



El deslizamiento y el daño adhesivo de la superficie también pueden ser causados al secar los cojinetes con aire comprimido después de limpiarlos.



Las nervaduras de los cojinetes de rodillos pueden ser cortadas o fracturadas al impulsar una pista en su lugar a través de la otra pista y los elementos de rodado. Las fracturas se inician en el interior de las nervaduras o en las ranuras de los aros de resorte.



Este cojinete fue abollado al ser instalado con un punzón. Si las abolladuras como estas tienen la suficiente profundidad pueden producir fracturas por fatiga o desastillado.



Este cojinete fue también removido con un punzón. Observe las marcas del punzón en la carcasa que podrían causar puntos altos detrás de los cojinetes, tolerancias reducidas del cojinete y consecuente sobrecalentamiento o desastillado de las superficies.



Esta tapa esta desastillada solo en un área localizada de su canal. Aunque no se ve aquí, hay otra área similar a aproximadamente 120° alrededor de la circunferencia de la copa.



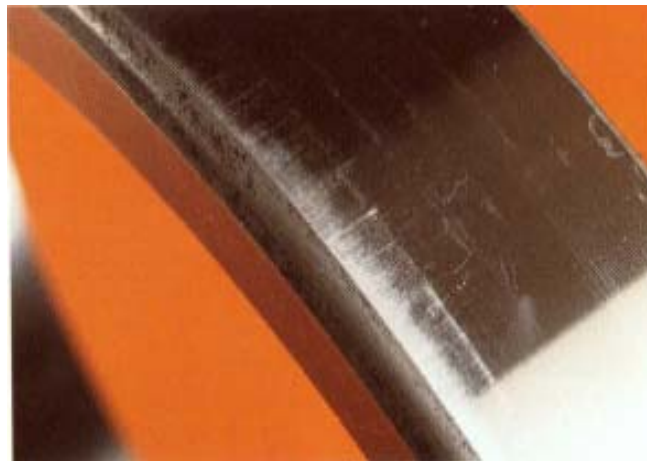
La superficie del calibre O.D. revela dos áreas donde la tapa no se sello adecuadamente debido a puntos altos en la carcasa. Estos puntos altos redujeron las tolerancias y produjeron una sobrecarga localizada y desastillado en el canal.

DAÑO POR MANIPULEO E INSTALACION (Cont.)



Esta tapa fue ajustada en su calibre durante la instalación. Cuando el eje y el cono fueron ajustados en posición la superficie del canal fue marcada a causa de la presión alta de mal alineamiento. Las marcas están concentradas hacia la cara frontal de esta porción de la tapa.

Esta porción de la superficie de la tapa esta a 180° opuesta a la vista previa. Note que las marcas están concentradas más hacia la cara posterior de la tapa.



La superficie del calibre O.D. cerca de la cara posterior de la tapa también presenta marcas solo sobre una sección de su circunferencia, indicando que estaba asentada adecuadamente y que tuvo que enderezarse a si misma durante la instalación del eje y del cono.

Las prácticas comunes que se utilizan durante la remoción del cojinete son pistas internas cortadas a llama o pistas externas encogidas con un cordón de soldadura. Estas prácticas deberían ser evitadas cuando sea posible. Ya que se genera calor sin control y se puede producir daños a las carcasas o ejes. Consulte el manual de servicios para las herramientas y procedimientos correctos de remoción e instalación.



Esta tapa estaba suelta en su calibre por el método del cordón de soldadura. La decoloración por calor indica que puede haber habido un calor excesivo transmitido a la carcasa.



Cono removido por corte a llama. Este eje fue dañado ya sea tanto por elevar un punto alto en él o al cortar una ranura en él.

FRACTURAS

Las fracturas en las pistas de los cojinetes anti fricción o los elementos de rodado por lo general son a causa de una sobrecarga pesada o un mal alineamiento.



Todas las partes que se ven aquí y en la siguiente pagina son de una cigüeña D3 con aproximadamente 100 SMU.



El engranaje en su eje y su piñón presentan señales de mal alineamiento severo.

FRACTURAS (Cont.)



La pista exterior del cojinete en un extremo del eje esta fracturada debido a una sobrecarga causada por la acción de palanqueo del eje mal alineado.



La nervadura en la pista exterior del cojinete en el extremo opuesto del eje tiene una fractura frágil indicando la aplicación de una carga por impacto severa



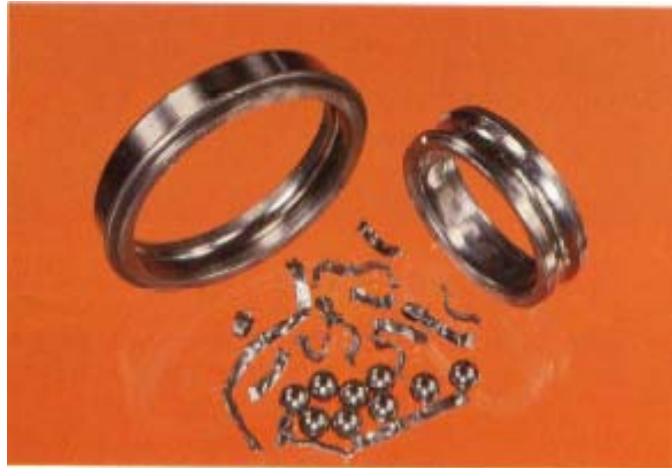
Varios de los rodillos estaban partidos por la mitad, con fracturas dúctiles en el núcleo mas blando en el material de la superficie endurecida.



La carcasa que sostenía un extremo del eje se fracturo primero, produciendo un mal alineamiento. La fractura tiene apariencia frágil, indicando que podría haber sido a causa de una carga de impacto. Sin embargo, las fracturas por fatiga son difíciles de identificar en el hierro fundido, por lo tanto también se deberían investigar la presencia de concentradores anormales de tensión y sobrecargas cíclicas.

PROBLEMAS DE COJINETES

A pesar de que son posibles, los problemas de material, formación, maquinado, tratamiento térmico, esmerilado y armado son extremadamente raros en los cojinetes anti-fricción. Como resultado, solo un ejemplo de problemas de fabricación es presentado aquí.



Este cojinete fallo después de solo unas pocas cientos de horas de operación. La jaula está quebrada en muchos pedazos pequeños.



La pista exterior y las bolas tienen una apariencia relativamente normal. Solo se observa un pequeño desgaste a causa de las piezas de la jaula que se frotaron contra la pista y las bolas cuando la jaula se estaba quebrando.



La pista interna presenta mucha deformación plástica. La muesca en el borde extremo de la pista fue cortada fácilmente con una lima. La dureza fue medida a menos de 20 Rc.

No hay evidencia de una temperatura de operación excesiva (no hay decoloración por calor) en el cojinete o en las partes adyacentes que puedan haber ablandado la pista. La pista interna por lo tanto no estaba tratada térmicamente de la forma correcta.

CONCLUSION DEL ANALISIS

Identifique las causas de la falla



- Piense- hechos
- Pregunta de Doble Control
- Obtenga la información ambiental
- **Calor**
- **Carga**
- **Aplicación, Operación y Mantenimiento**

Cada análisis de falla debería ser perseguido hasta que se identifique la causa de raíz más probable. Esto se realiza siguiendo un procedimiento de análisis ordenado, tal como los Ocho Pasos para el Análisis de Fallas Aplicado, pensando de acuerdo a los hechos, y utilizando la pregunta de “doble control” ¿Hay alguna forma posible de que otro factor pueda haber causado la falla? Durante el análisis también necesitamos investigar condiciones ambientales tales como calor, carga, aplicación, operación y mantenimiento, que con frecuencia son responsables de la causa de raíz

Obtenga la Recompensa



- Comuníquese**
- Realice reparaciones profesionales**
- Realice un seguimiento**

El trabajo no termina una vez que hemos identificado la causa de raíz de una falla. Ahora necesitamos “obtener la recompensa” al comunicarnos con la parte responsable de la falla, realizando reparaciones profesionales y oportunas y realizando un seguimiento para garantizar que los problemas del cliente a corto y largo plazo estén solucionados.



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