

Pistones, Aros y Camisas

Análisis de Fallas
Aplicado



CATERPILLAR

LIBRO DE REFERENCIA

TABLA DE CONTENIDOS

Términos	2
Estructura	3
Operación	4
Desarrollo del Análisis de Fallas	6
Condiciones Hostiles	7
Sobrecalentamiento de la cabeza	7
Sobrecalentamiento del faldón	8
Daños por material externo	9
Medio Ambientes Corrosivos	12
Problemas de Partes	14
Fabricación	16
Conclusión	17

PREFACIO

Este cuadernillo contiene un resumen de conceptos claves sobre la estructura, operación, problemas y desgaste anormal o fracturas de los pistones de aluminio, aros y camisas. El propósito de esta publicación es servir como material de referencia para aquellas personas que asistieron al curso de Análisis de Fallas Aplicado de Caterpillar. Si desea más información sobre el análisis de fallas aplicado, contáctese con su representante Caterpillar local.

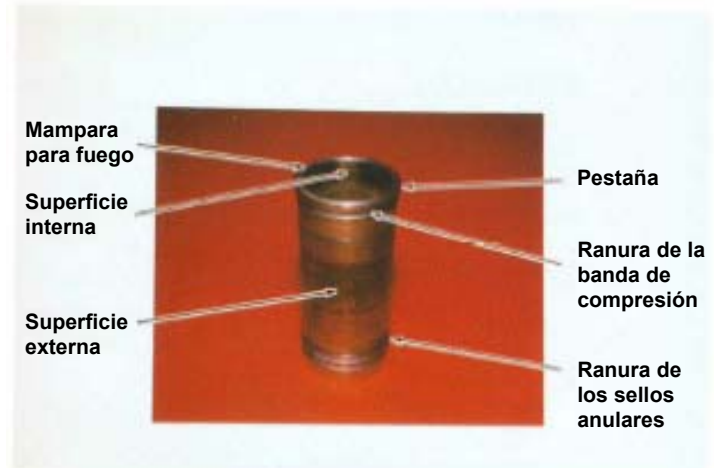


TERMINOS DE PISTONES



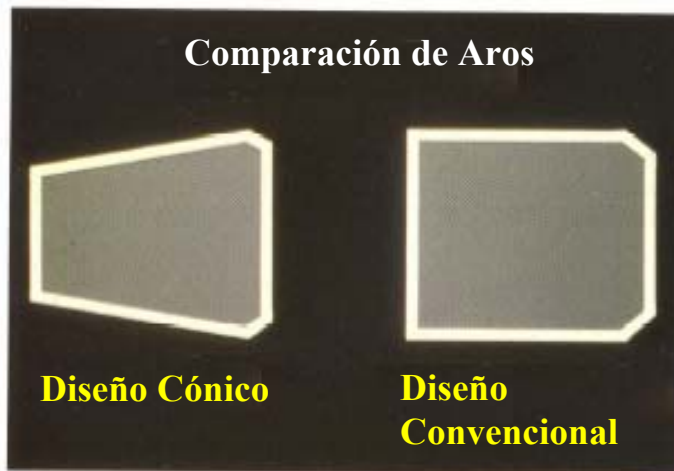
Esta ilustración proporciona los términos generalmente aceptados para las diferentes partes del pistón.

TERMINOS DE CAMISAS



Los términos para las camisas se encuentran en la ilustración anterior.

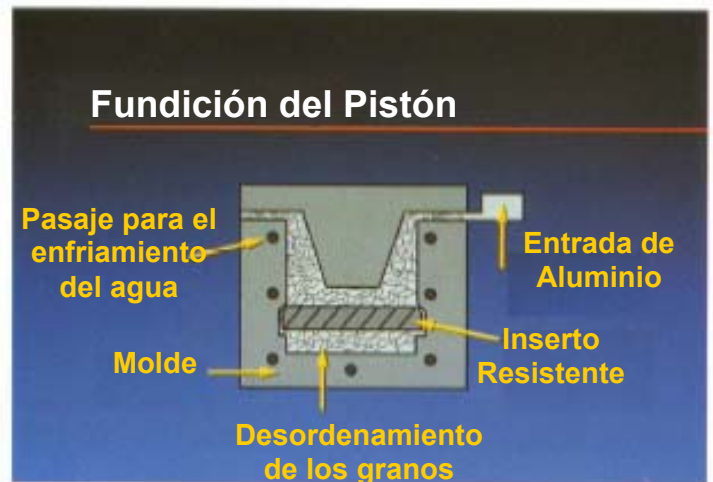
TERMINOS DE AROS



Los aros de pistón pueden ser cónicos o rectangulares formados con un cilindro, templados o con la cara de contacto aplanada, la cual es revestida con un material duro resistente al desgaste. Los aros de compresión son de superficie endurecida por cromo o molibdeno mientras que los aros intermedios por lo general son de superficie endurecida por cromo. La mayoría de los aros intermedios tienen una ranura en su lado posterior, lo cual produce un aro deformable.

ESTRUCTURA DEL PISTON, EL ARO Y LA CAMISA

La mayoría de los pistones son fundiciones de aluminio de una pieza fabricados al verter aluminio derretido en un molde reusable. El aluminio rodea y se adhiere a un inserto especial de hierro fundido que porta el aro. El aluminio se enfría y forma una estructura granular desordenada similar a otros materiales fundidos.



Los aros de pistones son fundiciones producidas en moldes de arena de hierro fundido. La mayoría de los aros son fabricados de hierro fundido dúctil que contiene esferas de grafito en lugar de copos, pero algunos aros son aun realizados de fundición. Los aros de pistón dúctiles son más fuertes y más resistentes al impacto de la carga.



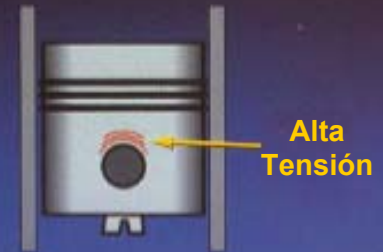
Las camisas de cilindros son hechas de cuatro a seis a la vez en moldes de arena y contienen una estructura granular desordenada con copos de grafito. El diámetro interior de la camisa es endurecido por inducción para resistir el desgaste.



OPERACIÓN DEL PISTÓN, EL ARO Y LA CAMISA

Toda la carga de combustión es llevada por la parte superior del orificio del pasador del pistón, con la cual esta es una de las áreas más altamente cargadas del pistón. Los diseños de pistones proporcionan secciones mas duras en la parte superior del orificio del perno para soportar estas cargas. La mayoría de los pistones son también tratados térmicamente y endurecidos por trabajo para brindar una mayor fortaleza contra la fatiga del orificio del perno

Cargas del Perno Pistón



Carga de Gas



Carga Axiales

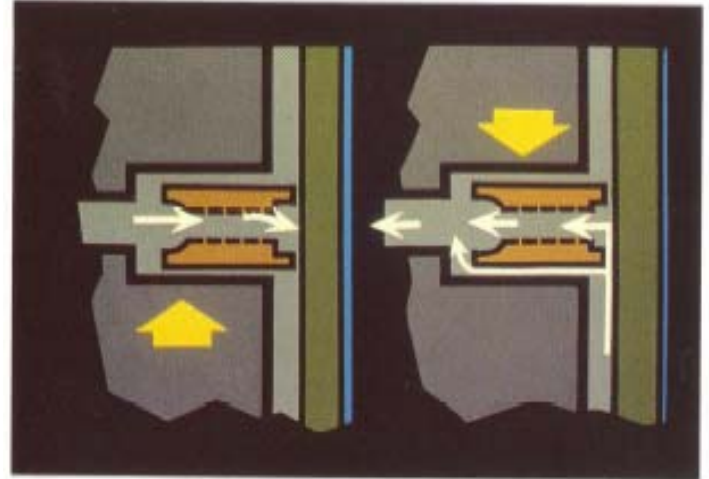
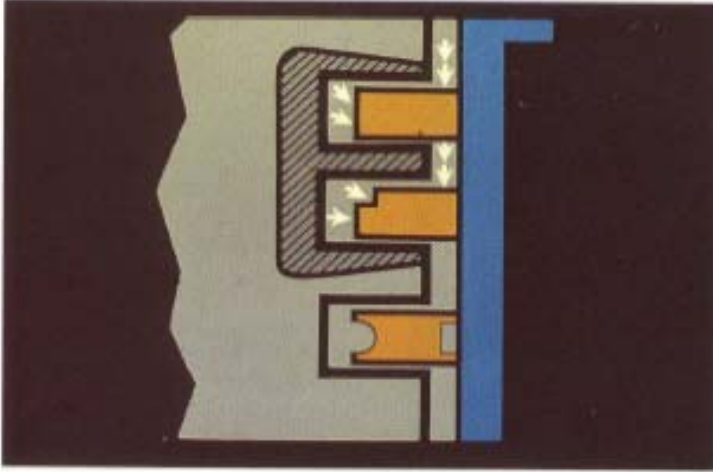


La combustión pone cargas altas en el borde superior del inserto de hierro fundido, lo que requiere una buena adherencia entre la fundición de aluminio y la banda de hierro. Los faldones también están cargados axialmente cuando el pistón de cruza ligeramente en el calibre bajo combustión.

El calor afecta la habilidad del pistón para soportar las cargas. Los pistones deben transferir calor a la camisa y al aceite de lubricación para su eliminación por medio del refrigerante del motor o se pueden sobrecalentar, sobre expandir y trabarse en los calibres. Los aros de pistones eliminan aproximadamente 1/3 del calor.

Eliminación del Calor





La carga de gas empuja a los aros de compresión hacia abajo en las ranuras del aro y hacia fuera contra la superficie de las camisas que se sellan en los gases de combustión. Los aros de pistón son cargados hacia fuera por resortes de expansión permitiendo que la cantidad correcta de la película de aceite permanezca en las superficies de la camisa.

Cargas de Gases de Combustión



Cargas Axiales

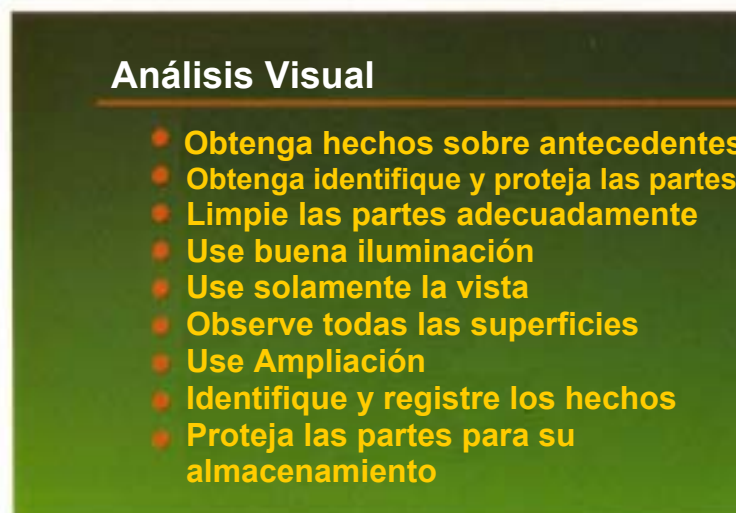


La carga de gases de combustión produce cargas de flexión en los filetes de la pestaña de la camisa que intentan fracturar la pestaña. Los filetes de la camisa son endurecidos por trabajo para mejorar la resistencia a la fatiga. Las camisas también son cargadas por el golpe del pistón, lo cual produce una vibración en la pared de la camisa.

DESARROLLO DEL ANALISIS DE FALLAS DEL PISTON, EL ARO Y LA CAMISA



Debido a que los pistones, aros y camisas CAT son diseñados y fabricados muy cuidadosamente, casi nunca fallan. Sin embargo, cuando lo hacen, necesitamos determinar si la falla fue causada por un problema de sistema, en error de armado o un defecto del proceso o del material. Seguir un enfoque organizado tal como los ocho pasos para el Análisis de Fallas Aplicado es la forma más rápida y segura de identificar la causa de raíz correcta de cada falla y de satisfacer a los clientes.



Los hechos relacionados al desgaste y a las fracturas deberían ser obtenidos a través de una examinación visual cuidadosa de las partes falladas, como así también de otros componentes relacionados. Examine especialmente el desgaste del aro y de las ranuras del aro para buscar evidencias de desgaste excesivo y muestras de material externo que pueda ser responsable por el mismo. La decoloración por calor en el lado interior de la cabeza puede darnos pistas sobre condiciones de operación hostiles. Estos hechos funcionarían como señales para guiarnos hacia la causa de raíz correcta.

MEDIO AMBIENTES HOSTILES SOBRECALENTAMIENTO DE LA CABEZA

El exceso de combustible, los problemas de inyección, las restricciones de admisión y de escape, las toberas de combustible con fugas, la sincronización de inyección incorrecta son algunas de las causas comunes para el sobrecalentamiento de la cabeza. Con los diseños de pistones actuales, la mayor parte del sobrecalentamiento de la camisa no causara obstrucciones debido al aumento de tolerancia en la mayoría de los pistones.

Algunas señales de sobrecalentamiento prolongado de la cabeza se encuentran en el lado interior de la misma. La decoloración anormal marrón/ negra que se extiende por debajo del orificio del pasador hasta los faldones cargados axialmente indican la presencia de exceso de calor recalentando el aceite en el pistón. En la parte superior del pistón encontramos mas señales.



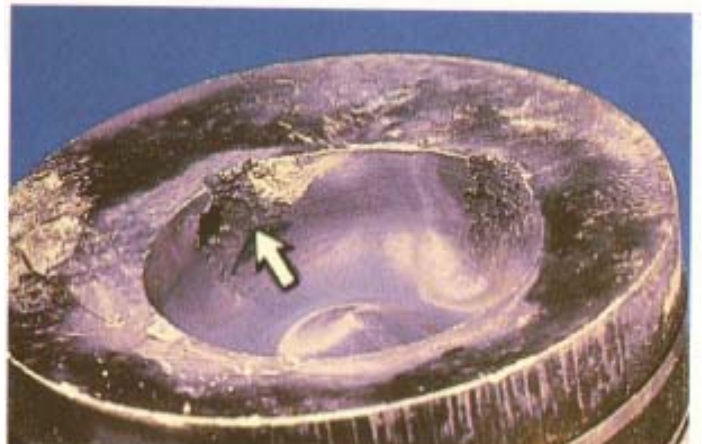
La fractura termal severa es la señal de sobrecalentamiento debido a una calibración alta de la cremallera, o la operación prolongada con carga completa, etc.



La erosión de la cámara de combustión indica que el aire de admisión frío no esta protegiendo el aluminio. Busque las restricciones de admisión o de escape.



Los bordes filosos cortados alrededor de la cámara de combustión indican que esos bordes han sido derretidos por el exceso de calor.



Las cavidades erosionadas indican que el combustible esta siendo pulverizado en el aluminio durante la combustión. Esto indica una inyección prematura.

SOBRECALENTAMIENTO DEL FALDON

El sobrecalentamiento del faldón puede ser causado por el sobrecalentamiento de la cabeza, por falta de lubricante, etc. Cuando se sobrecalienta, el orificio del seguro se expande al máximo, lo que resulta en un desgaste de los cuatro bordes. Debido a que las señales son similares, independientemente de que sistema inicio el problema, a veces es difícil identificar la causa de raíz al observar los pistones. Observe los otros componentes afectados por el sistema y determine cual es la causa de raíz correcta.



Las señales del sobrecalentamiento del faldón son inicialmente un desgaste de los cuatro bordes de aluminio en cada una de las secciones gruesas del orificio del pasador. Esto por lo general hace que el aro rascador de aceite se tome, lo cual produce una disminución de la película de aceite y más desgaste.



Si el sobrecalentamiento persiste, el desgaste se extiende por todo el faldón. La falta de la decoloración inusual del interior de la cabeza puede indicar que el aceite estaba enfriando el interior de la cabeza, pero los niveles de enfriamiento estaban bajos, lo que causó que el faldón se expandiera.



Durante las etapas posteriores del desgaste, los daños pueden ocultar el problema inicial. Es necesario inspeccionar las otras partes afectadas por el sistema. Si se sospecha de la falta de lubricación, inspeccione los cojinetes.

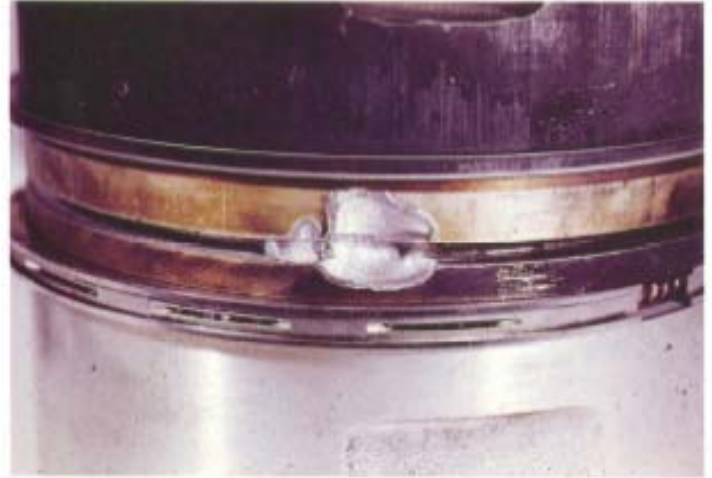


Los faldones de los pistones no están redondeados hasta que alcancen la temperatura de operación. Si los pistones funcionan con cargas altas antes del calentamiento, puede producirse el desgaste central del faldón.

DAÑO A CAUSA DEL MATERIAL EXTERNO



Los daños por el material externo a la parte superior de los pistones produce una apariencia a comido o picado. Algunas veces es confundido con el daño causado por una tobera de combustible con fugas. En la izquierda hay un pistón dañado por una tobera mientras que a la derecha encontramos un pistón dañado por material externo. Trate de identificar el material externo para descubrir la fuente.



Los aros quebrados producen erosión de la banda de hierro fundido y del aluminio a medida que las piezas del aro se quiebran para formar las piezas de impacto. Examine el aro para buscar evidencias de daños por armado o defectos de materiales. También examine los otros pistones y aros para buscar evidencias de detonancia o combustión brusca.



La erosión de los orificios del pasador por lo general es causada por un aro de resorte quebrado. Debido a que los pernos pistones son huecos, una pieza de aro de resorte quebrado puede abrirse paso hasta el otro lado del pistón y causar un daño similar ahí.



Los depósitos de carbón abrasivos pueden ser causados al operar con demasiado frío, por una combustión incompleta, etc. Estos depósitos, eliminan el material de la cabeza. Esto es conocido como desprendimiento de carbón.



Los abrasivos finos que ingresan por la admisión de aire pueden raspar la cara de desgaste del aro superior, producir un aumento de escape de gases en el cilindro y daños a los aros de control de aceite.



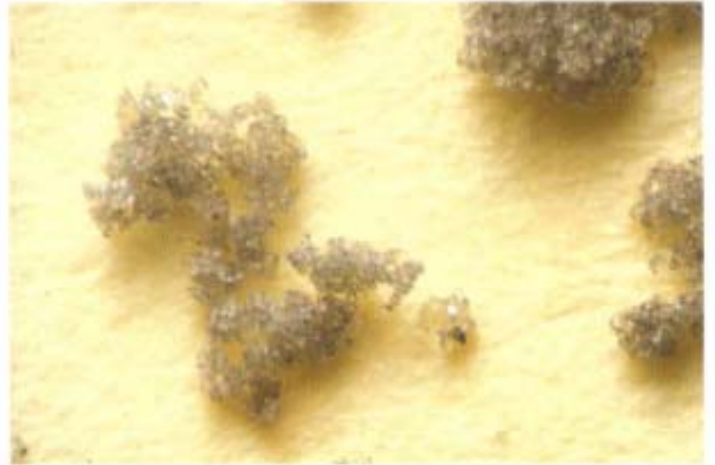
El material abrasivo en el aceite por lo general produce un mayor corte en el centro del faldón. Inspecciones las otras partes afectadas por el sistema de lubricación con el fin de buscar daños abrasivos y seguir las señales hacia la fuente de las partículas abrasivas.



La contaminación por material externo del aceite de lubricación puede producir un desgaste severo en las caras laterales del aro.



El desgaste severo de los laterales y de la superficie del aro indica la presencia de contaminantes abrasivos. Si examinamos cuidadosamente los cojinetes, las ranuras del aro del pistón, y los aros rascadores de aceite, por lo general se puede encontrar el contaminante responsable.



Este material abrasivo duro provoco un desgaste severo del pistón y del aro antes ilustrado. Fue encontrado en las ranuras del aro y el cojinete y fue identificado como arena de una maquina arenadora.



Otra fuente de contaminantes abrasivos son las camisas. Si las camisas son rectificadas, deben ser cuidadosamente lavadas para eliminar el material esmerilado abrasivo antes de ser re usadas.

MEDIO AMBIENTES CORROSIVOS



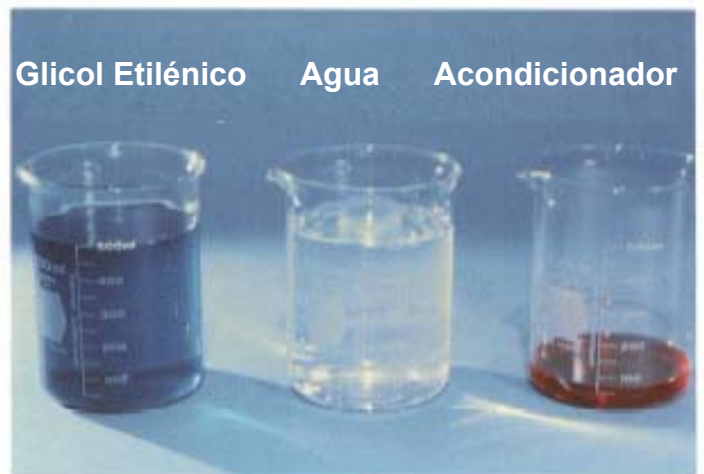
La señal de condiciones corrosivas en el diámetro interior es un picado excesivo y manchas marrones en la parte superior del área de traslación del aro.



Con una mayor ampliación, las manchas marrones aparecen mas enrojecidas. Esta es la estructura escariada en el hierro fundido expuesto al acido.



Las picaduras en el diámetro exterior es la señal de erosión por cavitación, lo cual por lo general es una consecuencia de un acondicionamiento incorrecto del agua.



Caterpillar recomienda utilizar una mezcla de 50/50 de agua y glicol con aproximadamente de 3 al 6% de acondicionador para evitar la corrosión. El uso de un refrigerante CAT es otro método excelente para evitar la erosión por cavitación y la corrosión de los componentes del sistema de enfriamiento.



Los depósitos grandes y las picaduras profundas son señales del uso de agua contaminada, de no usar un acondicionador de agua o de permitir que el acondicionador se agote. Esta picadura tiene una apariencia diferente que la picadura causada por la cavitación, ya que el fondo de la picadura no se puede ver fácilmente como sucede con la erosión por cavitación.



La picadura en la ilustración anterior difiere de la erosión por cavitación en el sentido de que los orificios grandes son producidos por debajo de la superficie.

En algunos casos, el ataque de la corrosión es mas severo en el extremo inferior de la camisa, alrededor de los sellos anulares, donde el refrigerante esta mas estancado y hay mas probabilidades de que se produzca acido.

PROBLEMAS DE PARTES

La mayoría de las fallas son causadas por condiciones de operación adversas debido a un problema con el sistema, a un mantenimiento u operación incorrecta, o a una mala aplicación. Sin embargo, hay ocasiones en las que las partes pueden ser la causa de raíz de las fallas.



Una adherencia insuficiente entre el aluminio y el inserto de hierro fundido puede producir fallas por fatiga como esta. La señal es la falta de una sección de la cabeza con poco o ningún otro daño.



En ocasiones, los defectos de fundición se presentan en el aluminio. Las señales son orificios o impurezas de color oscuro en el punto de iniciación de la fractura como se ve en el borde de la fractura por fatiga del perno pistón.



La señal de fatiga es un aluminio pulido brillante con mas pulido en el origen. Esta fundición contenía un defecto en la inyección de aceite lo que inicio la fractura por fatiga que se desarrollo hasta la ranura del aro rascador de aceite.



La señal de problemas de endurecimiento de las caras es una sección grande de endurecimiento de la cara con escamado. El escamado localizado pequeño por lo general no es problema.

En algunos casos, las camisas de cilindros son manipuladas bruscamente antes del armado, lo cual produce una fractura pequeña en el diámetro interior de la pestaña. La señal es una fractura por fatiga que se desarrolla hacia abajo de uno de los lados de la camisa.

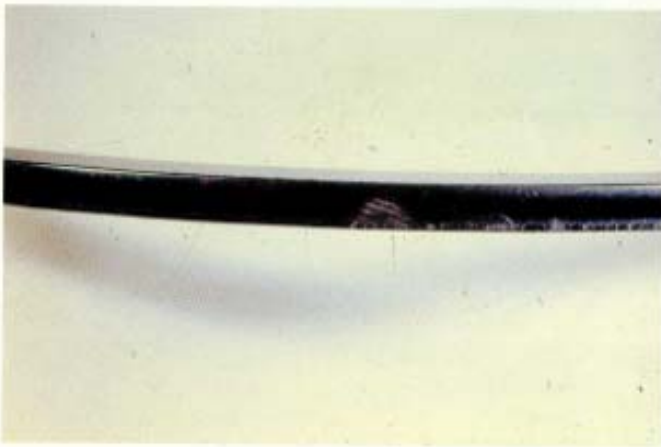


La señal es un endurecimiento por trabajo incorrecto de la camisa, debajo del filete de la pestaña hay una fractura que se desarrolla desde el filete (flecha) en forma recta hacia arriba hasta la mampara para fuego.



FABRICACION

Algunas fallas son la consecuencia de una fabricación pobre, lo cual causa que las partes estén defectuosas antes de que sean puestas en servicio, Estos defectos pueden causar fracturas que se desarrollen mas durante el servicio y pueden producir un desgaste inusual y una falla prematura.



El endurecimiento desastillado de la cara en un borde de un aro de pistón puede ser causado por una compresión del aro insuficiente durante la instalación. El borde del aro sobresaliente puede quedar en la camisa, lo cual causa el desastillado.



La fractura del aro a 180° de la abertura puede ser causada por la sobre expansión del aro durante la instalación.



Algunas veces, las cabezas de cilindros son instaladas con una camisa demasiado sobresaliente o sin la junta de la cabeza en su lugar. Esto resulta en un contacto directo de la cabeza con la mampara para fuego, lo cual produce la fractura de la pestaña de la camisa desde el filete de la pestaña hasta el diámetro interior de la camisa.

CONCLUSION DEL ANALISIS

Al usar los Ocho Pasos para el Análisis de Fallas Aplicado deberíamos estar en condiciones de determinar la causa de raíz más probable del problema dejando que los hechos nos guíen. Debemos tener cuidado de no dejar que ideas preconcebidas nos predispongan contra seguir las señales hacia una conclusión exitosa.



Una vez que tenemos la causa de raíz más probable, deberíamos compararlas con los hechos para asegurar que estos se adapten con el caso. Nos deberíamos hacer la pregunta de doble control, ¿hay alguna forma posible por la cual la otra parte puede haber causado la falla? Cuando estemos seguros de la respuesta, estamos listos para obtener la recompensa





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