

MAHLE

Driven by performance

TURBOCOMPRESORES:

TIPOS DE DAÑOS, CAUSAS Y PREVENCIÓN

Información técnica

AFTERMARKET



Índice

1	Prólogo	4
2	Falta de lubricación	6
3	Aceite sucio	8
4	Fuga de aceite en el turbocompresor	10
5	Daños por partículas extrañas	12
6	Daños por temperaturas demasiado elevadas de los gases de escape	13
7	Número excesivo de revoluciones	14

1 Prólogo

MAHLE es uno de los socios de desarrollo y fabricantes de componentes y sistemas de motor y sistemas de filtración para la industria de la automoción más importantes. En estrecha colaboración con los fabricantes de motores y automóviles, los ingenieros de MAHLE desarrollan en todo el mundo productos de la más alta calidad. Estos mismos elevados criterios de calidad se aplican también a las piezas destinadas al mercado del recambio.

Múltiples controles durante y después de la fabricación garantizan el elevado nivel de calidad de los productos MAHLE. Si en la práctica se produce una avería, las causas suelen encontrarse en el entorno del motor.

TURBOCOMPRESOR: EL GRUPO

Los turbocompresores se utilizan para incrementar el rendimiento y optimizar la combustión. Para una combustión correcta y completa en el motor es necesaria una relación de mezcla de 1 kg de combustible por aprox. 15 kg de aire (relación estequiométrica). Este volumen de aire equivale a unos 11 m³. En la sobrealimentación se incrementa la densidad del aire de admisión y por tanto la cantidad de aire.

Gracias a la sobrealimentación mejora significativamente el grado de llenado y por tanto el grado de eficiencia del motor de combustión. Además, es posible elevar considerablemente el par motor, que a su vez permite obtener un aumento de potencia. Así, el motor turboalimentado que tenga una potencia equivalente a la de un motor de aspiración, puede diseñarse con una cilindrada más pequeña y por tanto un peso más reducido (downsizing).

La pieza clave del turbocompresor es el rotor, que se compone de la rueda de la turbina con eje y la rueda del compresor. La rueda de la turbina se encuentra en el lado de escape y está unida con el eje de forma fija, p.ej. mediante soldadura por fricción o soldadura láser. La rueda del compresor está montada en el otro extremo del eje del rotor, normalmente mediante rosca.

El flujo de gases de escape procedente del motor es conducido a través de la turbina, generando en la rueda de la turbina un movimiento de giro rápido que a su vez impulsa la rueda del compresor. El número de revoluciones de la turbina depende del tipo de construcción y del volumen de gases de escape. En turbocompresores pequeños, el rotor alcanza las 300.000 rpm. La mayoría de las ocasiones, la presión de sobrealimentación máxima se limita mediante regulación a fin de evitar la destrucción del turbocompresor y del motor.

CAMBIO DEL TURBOCOMPRESOR: A TENER EN CUENTA

Desde el punto de vista constructivo y funcional, el diseño de un turbocompresor se calcula con respecto a la vida útil del motor. No obstante, en la práctica, los componentes de alto rendimiento dentro del sistema de gases de escape están expuestos a diversos factores de riesgo que pueden llevar a un fallo prematuro.

El análisis y la eliminación de la causa de la avería son esenciales para que la reparación tenga éxito. En caso contrario, existe el riesgo de que el nuevo turbocompresor vuelva a averiarse en poco tiempo.

En la presente guía se han recopilado los daños más comunes y se proporciona información sobre sus posibles causas. Esta información se complementa con consejos para evitar este tipo de daños en el futuro.

De este modo, deseamos facilitar al taller y al técnico de reparación la búsqueda de las posibles causas de los daños y contribuir a una reparación profesional del motor, que a su vez es una condición básica para el funcionamiento duradero y fiable de nuestros productos y por tanto del motor en su conjunto.

2 Falta de lubricación

La falta de lubricación es una de las causas de avería más habituales de un turbocompresor. Si la alimentación de aceite al turbocompresor es insuficiente, el daño se produce en poco tiempo. Esto se debe al elevado número de revoluciones del turbocompresor.

CONSECUENCIAS

- La rueda del compresor y la rueda de la turbina pueden chocar entre sí debido a un daño en el cojinete de la carcasa del turbo (fig. 1). Este defecto se puede detectar por las marcas de fricción en la carcasa (fig. 2).
- Si la presión de sobrealimentación del turbo es demasiado reducida, el motor presentará un déficit de potencia: el rotor ya no alcanza el número de revoluciones máximo y, por tanto, ya no puede generar la presión de sobrealimentación plena. El origen de esta deficiencia es la fricción mixta originada por la falta de lubricación.
- Del sistema de gases de escape sale humo negro. Se trata de los efectos de un suministro insuficiente de aire al motor y la consecuente mezcla de combustible y aire excesivamente rica.
- El vástago del eje presenta una decoloración patente (fig. 3). Esta decoloración se produce debido a la fricción y a las elevadas temperaturas resultantes entre el eje y los cojinetes que, a su vez, son consecuencia de la falta de lubricación. Si la temperatura sobrepasa un determinado valor, el material de los cojinetes se funde sobre el eje (fig. 4) o el casquillo del cojinete incluso puede soldarse por completo con el eje.
- Un vástago de eje fracturado (fig. 5) es el resultado de un funcionamiento prolongado del turbo en condiciones de lubricación insuficiente. En estas condiciones, el material del eje se puede sobrecalentar y romper.
- Si los casquillos de cojinete fijos montados en la carcasa del cojinete quedan soldados con el eje, los casquillos pueden torcerse dentro de la carcasa (fig. 6).
- Debido a la fricción mixta, el eje puede quedarse bruscamente bloqueado dentro de la carcasa del cojinete. Si se produce este bloqueo brusco del rotor se puede soltar la tuerca de seguridad de la rueda del compresor.
- Debido a la fricción con la carcasa, el rotor puede estar sujeto a un gran desequilibrio. En consecuencia, existe el riesgo que el cojinete radial se rompa (fig. 7).
- Un aceite inadecuado o un apagado en caliente del motor pueden dar lugar a la carbonización de la carcasa del cojinete.
- Los cojinetes radiales se han gripado.
- El cojinete axial presenta marcas de gripado o sedimentaciones de carbonilla.
- Los cojinetes desgastados pueden originar fuertes oscilaciones en el eje, que también pueden dañar el collar del cojinete.



Fig. 1
Rueda de compresor que roza en la carcasa



Fig. 2
Marcas de fricción en la carcasa del compresor



Fig. 3
Decoloración del vástago de eje



Fig. 4
Material de cojinete soldado sobre el eje



Fig. 5
Vástago de eje fracturado



Fig. 6
Casquillo de cojinete torcido



Fig. 7
Cojinete radial fracturado

CAUSAS

- El nivel de aceite general en el motor es demasiado bajo. Por esta razón, no solo el motor sino también el turbocompresor reciben una lubricación y refrigeración por aceite insuficientes.
- El aceite usado no presenta la suficiente resistencia térmica, por lo que se genera un mayor volumen de carbonilla que puede dar lugar a determinados problemas: el conducto de alimentación de aceite del turbo y los orificios de aceite en la carcasa del cojinete del turbo pueden carbonizarse.
- Si el motor se ha apagado en caliente, el orificio de alimentación de aceite puede carbonizarse y, como resultado, el turbo no recibe la suficiente alimentación de aceite.
- Si inmediatamente después de encender el motor, se acelera a revoluciones muy elevadas, existe el riesgo de que la alimentación de aceite en el turbo aún no sea suficiente y por tanto se gaste la película de aceite en el turbo.
- Si el circuito de aceite contiene partículas extrañas como, por ejemplo, suciedad o restos de juntas, se pueden obstruir el conducto de alimentación de aceite del turbo y/o la carcasa del cojinete del turbo.
- Si la viscosidad del aceite es excesiva, el transporte del aceite hasta los puntos del cojinete se retrasa, de modo que no se garantiza la alimentación de aceite del turbo a tiempo. En caso de viscosidad insuficiente, la capacidad de carga del aceite es demasiado reducida, lo que puede dar lugar a una fricción mixta.
- Si el motor funciona con biodiesel o aceite vegetal, existe el riesgo de que el aceite de motor se ponga viscoso. Este aumento de la viscosidad del aceite impide que pueda ser transportado a través de los estrechos orificios dentro del turbo.
- La sección del orificio de alimentación en la carcasa del cojinete puede estar obstruida, bien debido a una junta de brida errónea o bien al sellante líquido.

REMEDIO / PREVENCIÓN

- El motor se debe someter a un proceso adecuado de calentamiento y enfriamiento.
- El motor debe disponer de la suficiente alimentación de aceite.
- Solo se deberán usar aceites de motor autorizados por el fabricante del automóvil o del motor.
- Debe evitarse realizar exclusivamente trayectos cortos.
- Se deben cumplir obligatoriamente los intervalos de mantenimiento que indica el fabricante.
- Se recomienda incorporar únicamente filtros de aceite de calidad y diseñados expresamente para el vehículo.
- Siempre se debe usar el kit de montaje apropiado para el turbocompresor.
- En caso de que el motor funcione con biodiesel o aceite vegetal se deberán reducir como mínimo a la mitad los intervalos de mantenimiento.

3 Aceite sucio

La suciedad, el hollín, el combustible, el agua, los residuos de la combustión o de la abrasión metálica pueden contaminar el aceite. Debido al número de revoluciones extremadamente elevado del turbo, incluso las partículas minúsculas en el aceite pueden provocar daños en el turbo.

CONSECUENCIAS

- Partículas extrañas minúsculas en el aceite originan estrías en los casquillos del cojinete (fig. 1). Los segmentos de pistón en el turbo pueden estar sujetos a un elevado desgaste. Los segmentos de pistón desgastados ya no ofrecen la suficiente estanqueidad para el turbo, el aceite penetra en el lado de la turbina. Este problema se detecta cuando el consumo de aceite se incrementa.
- El juego del cojinete del rotor aumenta debido al desgaste de los casquillos del cojinete. Esto da lugar a movimientos de oscilación y a la fricción de la rueda de la turbina o del compresor en la carcasa (fig. 2). Es posible que después de un tiempo se rompa el eje.
- El collar del cojinete, es decir, la arandela de tope del cojinete axial, presenta estrías.
- En el cojinete axial se pueden ver estrías o marcas de gripado.
- Debido a la obstrucción de un conducto de retorno del aceite, el aceite contenido en el turbo no puede salir, sino que es impulsado hacia el lado del compresor y de la turbina. En el lado de la turbina, el aceite puede quemarse sobre el eje y carbonizarse (fig. 3). Debido a la capa de carbonilla, tanto la carcasa del cojinete como los segmentos de pistón pueden sufrir un fuerte desgaste.
- El eje del turbo presenta en los puntos del cojinete marcas de desgaste patentes (fig. 4).

CAUSAS

- Si se superan los intervalos de mantenimiento, el filtro de aceite ya no será capaz de filtrar correctamente la suciedad del aceite. En este caso, las partículas de suciedad llegan hasta el circuito del motor a través de la válvula de bypass abierta del filtro de aceite.
- Si el motor funciona con un filtro de aceite obstruido, no se podrán extraer del aceite las pequeñas partículas abrasivas.
- Si la junta de culata o el radiador presentan una falta de estanqueidad, el agua penetra en el circuito del aceite y diluye este. Esta dilución reduce la capacidad de carga del aceite.
- Si el motor se ha sometido a una reparación, pero no se ha limpiado debidamente antes de su montaje, la suciedad está presente en el motor incluso antes de la primera puesta en marcha de este.
- No se ha sustituido el intercooler. Acumulaciones de aceite de motor, virutas o fragmentos del daño anterior suelen penetrar en el motor en un momento posterior.
- Si el motor está sujeto a un fuerte desgaste, las partículas del desgaste, en su mayor parte metálicas, también penetran en el turbo a través del circuito de aceite.
- Si en el motor se producen fallos de combustión, es posible que el combustible sin quemar penetre en el aceite. Esta dilución hace que se reduzca la capacidad de carga.



Fig. 1
Estrías en el cojinete radial



Fig. 2
Rueda de turbina que roza en la carcasa



Fig. 3
Aceite carbonizado en el lado de la turbina



Fig. 4
Marcas patentes de desgaste en el punto del cojinete sobre el eje

REMEDIO / PREVENCIÓN

- Se deben cumplir obligatoriamente los intervalos de mantenimiento que indica el fabricante.
- Se recomienda incorporar únicamente filtros de aceite de alta calidad y diseñados específicamente para el vehículo.
- Solo se deberán usar aceites de motor autorizados por el fabricante del automóvil o del motor.
- Siempre que se sustituya el turbocompresor se deberán montar también un intercooler y un filtro de aire nuevos. Además se deberá realizar un cambio de aceite, así como de filtro del aceite.
- Se recomienda limpiar mediante aspiración tanto la carcasa del filtro de aire como el tramo de aire de admisión.

4 Fuga de aceite en el turbocompresor

Si el motor presenta un aumento del consumo de aceite y emite humo azulado, será necesario incluir el turbocompresor en el análisis de causas. Importante: el aceite solamente rebosa de la carcasa del turbocompresor si en su entorno predominan unas condiciones de servicio anómalas.

CONSECUENCIAS

- Del lado de la turbina o del compresor del turbo sale aceite.
- Del sistema de escape sale humo azulado.
- En el sistema de admisión y el intercooler se ha acumulado aceite de motor.
- El motor sufre una pérdida de potencia.
- En el motor se generan revoluciones excesivas y descontroladas (lo que suele conocerse como "embalamiento") debido a que el aceite de motor acumulado en el intercooler es succionado hacia la admisión del motor y se quema.
- En un turbo de geometría variable (VTG) pueden estar carbonizados los álabes.

CAUSAS

- Si el conducto de retorno del aceite del turbo está obstruido (*fig. 1*) o estrangulado debido a un pliegue, el aceite ya no puede salir del turbo (*fig. 2, esquema B*). La posible causa de un conducto de retorno de aceite obstruido es la carbonización del conducto de retorno, que puede deberse a la falta de protección térmica, un conducto de retorno mal colocado, el apagado en caliente del motor, una calidad deficiente del aceite o el uso de sellantes líquidos. Puesto que el turbo sigue recibiendo aceite desde el circuito del motor, el aceite sale por el lado de la turbina o del compresor.
- Cuando el motor se llena con demasiado aceite, el aceite del conducto de retorno del turbo ya no puede volver al cárter de aceite (*fig. 2, esquema C*). Además, el cigüeñal agita el aceite, de modo que se genera espuma de aceite que forma una barrera adicional para el aceite que retorna desde el turbo (*fig. 2, esquema D*).
- Si la presión en el cárter es demasiado elevada - bien por un blow-by excesivo (*fig. 2, esquema E*) o bien porque el respiradero del cárter está obstruido (*fig. 2, esquema F*) - esta presión también se transmite al conducto de retorno de aceite del tubo. De este modo, se impide la salida del aceite del turbo, y el aceite rebosa por el lado de la turbina o del compresor.



Fig. 1
Conducto de retorno de aceite carbonizado

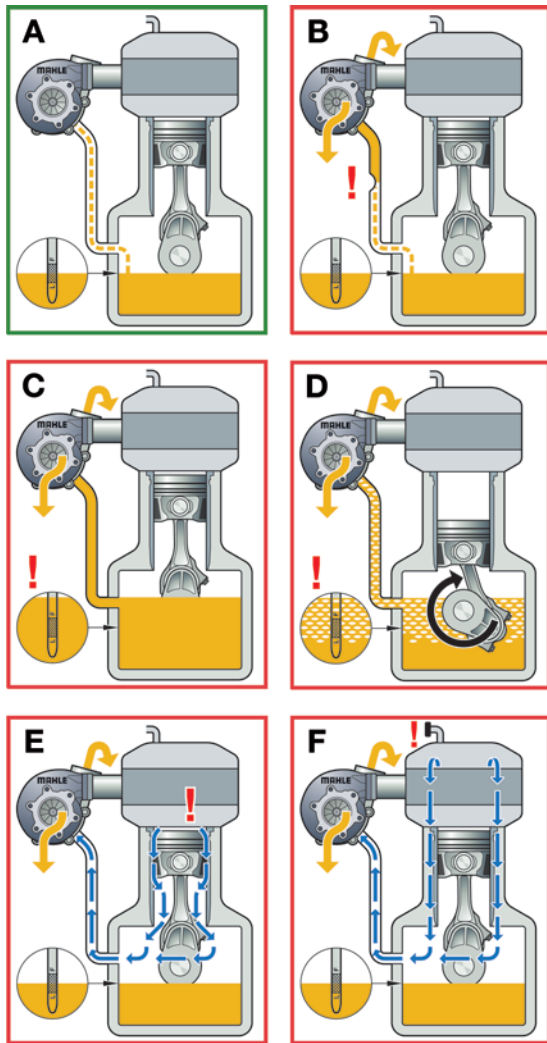


Fig. 2
Fuga de aceite en el turbocompresor. El esquema A muestra el estado óptimo.

REMEDIO / PREVENCIÓN

- El motor solo se debe llenar con la cantidad de aceite máxima especificada.
- Solo se deberán usar aceites de motor autorizados por el fabricante del automóvil o del motor.
- El conducto de retorno del aceite debe colocarse exactamente igual que en su estado original. Además es necesario prestar atención a la colocación de todas las protecciones térmicas.
- Se deberá comprobar que el conducto de retorno de aceite y las conexiones al cárter no estén obstruidos. En general, se recomienda sustituir el conducto y el conector.
- Es necesario comprobar, y en su caso sustituir, el respiradero del cárter del cigüeñal.
- Es necesario comprobar el desgaste de los pistones y los segmentos, y en su caso sustituirlos.
- Siempre que se sustituya el turbocompresor se deberán montar también un intercooler y un filtro de aire nuevos. Además se deberá realizar un cambio de aceite, así como de filtro del aceite.

5 Daños por partículas extrañas

Si en el lado de admisión o en el de escape entran cuerpos extraños como arena, tornillos, partes de segmentos de pistón o de válvulas y sedimentaciones, debido a las revoluciones muy altas se puede producir una avería total del turbo. Otra consecuencia pueden ser daños en el intercooler.

CONSECUENCIAS

- A causa de un daño anterior es posible que cuerpos extraños procedentes del motor o del colector de escape dañen los lados de entrada de gas de la rueda de la turbina.
- Los álabes del turbo de geometría variable se dañan y se doblan (fig. 1). El resultado es una considerable pérdida de potencia.
- Debido a los cuerpos extraños en el aire de admisión se producen desperfectos en la rueda del compresor (fig. 2). Las aletas pueden desgastarse por completo. Además, el canal de admisión de la carcasa del compresor puede sufrir desperfectos (fig. 3).
- Debido a la congelación del agua condensada dentro del tramo de admisión se puede producir un deterioro de la rueda del compresor. En este caso resulta característico el daño en tan solo una aleta: debido al elevado número de revoluciones, las partículas de hielo se quiebran al impactar en la primera aleta, por lo que no se dañan las demás aletas (fig. 4).

CAUSAS

- Si, por ejemplo, se produce la rotura de una válvula o de segmentos, estas piezas impactan sobre los álabes del turbo de geometría variable y sobre la rueda de la turbina después de pasar por el colector de escape.
- La intrusión de partículas extrañas en el sistema de admisión se puede deber tanto a la falta de estanqueidad en dicho sistema como a un filtro de aire defectuoso o sucio.
- En el sistema de admisión se puede formar hielo durante el invierno debido al agua condensada.

REMEDIO / PREVENCIÓN

- Es necesario comprobar la estanqueidad del sistema de admisión.
- Después de realizar trabajos en los conductos de admisión, es necesario asegurarse de que no queden en ellos piezas sueltas.
- El filtro de aire se cambiará de acuerdo con las especificaciones del fabricante, y se recomienda limpiar mediante aspiración tanto la carcasa del filtro de aire como el tramo de aire de admisión.
- Debe evitarse realizar exclusivamente trayectos cortos.



Fig. 1
Álabes del turbo de geometría variable dañados



Fig. 2
Rueda de compresor dañada debido a partículas extrañas



Fig. 3
Impactos de cuerpos extraños en el canal de admisión de la carcasa del compresor



Fig. 4
Solo una aleta de la rueda del compresor dañada

6 Daños por temperaturas demasiado elevadas de los gases de escape



Fig. 1
Fisura en la carcasa de la turbina

Cada turbocompresor está diseñado exclusivamente para un rango de temperatura definido. Si este se sobrepasa, el turbo puede sufrir una avería en el intervalo de pocos segundos.

CONSECUENCIAS

- Se producen fisuras en la carcasa del turbo (*fig. 1*).
- Los conductos de aceite pueden carbonizarse: si el conducto de entrada se carboniza, el turbo no recibe la cantidad suficiente de aceite. Si se carboniza el conducto de retorno, el aceite ya no puede salir y el turbo rebosará aceite hacia el exterior (véase también el capítulo "4 Fuga de aceite en el turbocompresor", página 10).

CAUSAS

- El nivel de temperatura se ha modificado debido al tuning.
- El motor presenta una combustión anómala.
- El motor se apagó en caliente.

REMEDIO / PREVENCIÓN

- El turbocompresor se debe montar exclusivamente en el vehículo previsto.
- El turbocompresor solo se deberá montar y usar en el estado original de entrega. Las modificaciones técnicas no están permitidas.
- Después de un esfuerzo elevado, como trayectos bajo plena carga, el motor siempre se debe dejar enfriar utilizando un número de revoluciones moderado.

7 Número excesivo de revoluciones

Las piezas incorporadas en un turbo están diseñadas para un rango de revoluciones definido. Si este se sobrepasa, el turbo puede sufrir graves daños en el intervalo de pocos segundos.

CONSECUENCIAS

- En la parte trasera de la rueda del compresor se pueden ver pequeñas abolladuras (*fig. 1*). El material (habitualmente aluminio) ha experimentado una deformación plástica debido a las elevadas fuerzas centrífugas generadas por el número excesivo de revoluciones. El material comienza a fluir y el diámetro exterior aumenta.
- Si el número de revoluciones se incrementa aún más, se puede producir una fricción de la rueda del compresor con la carcasa y/o la rotura total de la misma (*fig. 2*).

CAUSAS

- Debido al tuning se ha sobrepasado el número de revoluciones máximo admisible del turbo.
- Debido a la carbonización, los álabes del turbo de geometría variable se han bloqueado en la posición para revoluciones bajas. Si se incrementa entonces el número de revoluciones del motor, el turbo se pasa de revoluciones.
- La regulación neumática o eléctrica está defectuosa o tiene fugas.

REMEDIO / PREVENCIÓN

- El estado original del turbo no se debe alterar.
- El turbo solo se debe incorporar en los vehículos previstos.
- Después de un esfuerzo elevado, como trayectos bajo plena carga, el motor siempre se debe dejar enfriar utilizando un número de revoluciones moderado.
- Solo se deberán usar aceites de motor autorizados por el fabricante del automóvil o del motor.
- Se deben cumplir obligatoriamente los intervalos de mantenimiento que indica el fabricante.



Fig. 1
Abolladuras en el lado trasero de la rueda del compresor



Fig. 2
Rueda del compresor partida

MAHLE

Driven by performance

www.mahle-aftermarket.com

