

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 731 368**

51 Int. Cl.:

**F02F 1/10** (2006.01)

**F02F 1/16** (2006.01)

**F02F 1/20** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.03.2005 PCT/US2005/008482**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.09.2005 WO05089290**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.03.2005 E 05725561 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2019 EP 1730396**

54 Título: **Cilindro de acero de alta resistencia para motor diésel**

30 Prioridad:

**15.03.2004 US 553265 P**

**14.03.2005 US 79032 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**15.11.2019**

73 Titular/es:

**TENNECO INC. (100.0%)  
500 North Field Drive  
Lake Forest, IL 60045 , US**

72 Inventor/es:

**AZEVEDO, MIGUEL y  
HIGHUM, ERIC**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 731 368 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Cilindro de acero de alta resistencia para motor diésel

5 Esta solicitud reclama prioridad de la solicitud de patente provisional US n.º de serie 60/553.265, presentada el 15 de marzo de 2004.

**Antecedentes de la invención****10 1. Campo técnico**

Esta invención se refiere a revestimientos del cilindro para aplicaciones en motores diésel.

**15 2. Técnica relacionada**

Históricamente, los motores diésel para tareas pesadas han empleado revestimientos del cilindro reemplazables hechos de diversos grados de hierro fundido. El hierro fundido se selecciona por su bajo coste de producción y buena resistencia al desgaste debido a la presencia de grafito libre en la superficie de rodadura que actúa como lubricante. Se puede lograr una mayor resistencia al desgaste en el orificio del cilindro al endurecer la base de aleación de hierro fundido para crear una microestructura martensítica.

20 Para los revestimientos tradicionales de hierro fundido, se ha demostrado que en condiciones de recirculación de gases de escape, o EGR, en el que algunos de los gases de escape se recirculan de nuevo en el cilindro para una combustión adicional con la mezcla de combustible nuevo, los revestimientos han demostrado desgaste acelerado en comparación con los mismos revestimientos que funcionan en condiciones que no son EGR. Un factor contribuyente es que el escape diésel recirculado contiene partículas abrasivas y promueve la formación de varios ácidos corrosivos dentro de la cámara de combustión que son propensos a atacar los revestimientos de hierro fundido.

30 Además de las consideraciones de desgaste de los revestimientos de hierro fundido, el requisito de una regulación cada vez mayor de las emisiones tiene el efecto de reducir el rendimiento de los motores. Esto, junto con el impulso para producir una potencia cada vez mayor de sus motores, ha provocado que los fabricantes de motores diésel aumenten el desplazamiento de los cilindros para compensar la pérdida de potencia debida al EGR. Una solución es adelgazar los revestimientos para aumentar el tamaño del orificio mientras que evita tener que aumentar el tamaño del bloque del motor. Sin embargo, hay un límite en cuanto a qué tan delgado se puede hacer un revestimiento de hierro fundido y aun así funcionar correctamente. En particular, los revestimientos de hierro fundido de secciones de pared más delgadas son propensos a la cavitación y la distorsión porque el hierro fundido es un material relativamente poroso con grafito libre presente en la superficie.

40 Se sabe que emplean revestimientos de cilindros de acero, pero no se sabe que sean adecuados para su uso en aplicaciones de motores diésel con revestimiento húmedo para tareas pesadas, donde las temperaturas son altas y las presiones pico del cilindro pueden alcanzar 220 bar o más. Se sabe que estos revestimientos de acero anteriores son de la variedad de revestimiento seco (es decir, sin refrigeración por agua) o de la variedad refrigerada por aire para uso en aeronaves.

45 El documento US 6.164.260 describe que un motor de combustión interna incluye un bloque de cilindros con un orificio de cilindro. Una culata está unida al bloque de cilindros y cubre el orificio del cilindro. Un revestimiento del cilindro dentro del orificio del cilindro tiene un extremo distal, un diámetro interior y un hueco anular que se extiende radialmente hacia afuera desde el diámetro interior en el extremo distal. Un pistón está dispuesto recíprocamente dentro del revestimiento del cilindro. Un anillo rascador anular colocado en el rebaje anular tiene un diámetro interior que es más pequeño que el diámetro interior del revestimiento del cilindro y está configurado para raspar los depósitos del pistón. El anillo rascador se extiende axialmente más allá del extremo distal del revestimiento del cilindro. Un anillo de sellado anular está separado de, localizado por y posicionado radialmente hacia afuera adyacente al anillo rascador. El anillo de sellado se acopla y sella directamente entre la culata y el extremo distal del revestimiento del cilindro. El revestimiento del cilindro y el anillo rascador están formados a partir de un mismo grado de acero, como el acero inoxidable.

50 El documento EP 1 231 393 A1 describe un elemento deslizante de baja fricción para un motor, que se puede usar como una pared de cilindro. El elemento deslizante está provisto de rebajes y mesetas interrumpidas por los rebajes sobre una superficie deslizante. Los rebajes tienen profundidades que varían regularmente en una dirección predeterminada. Los rebajes se utilizan para proporcionar aceite lubricante a lo largo de la carrera de deslizamiento de varias partes en el motor.

**65 Resumen de la invención y ventajas**

La presente invención se refiere a un motor diésel de acuerdo con la reivindicación 4.

Además, la presente invención se refiere a un conjunto de pistón, anillo de pistón y revestimiento que comprende un revestimiento del cilindro fabricado de un grado de acero de una alta resistencia, resistente a la corrosión para el montaje en un bloque de un motor diésel, dicho revestimiento del cilindro teniendo una superficie interior que rodea uno de dichos orificio de dicho revestimiento; un pistón y al menos un anillo de pistón soportados en dicho pistón, dicho pistón y dicho al menos un anillo que se pueden posicionar dentro de dicho orificio de dicho revestimiento del cilindro de tal manera que dicho al menos un anillo de pistón puede disponerse en contacto operativo con dicha superficie interior de dicho revestimiento del cilindro; dicha superficie interna de dicho revestimiento del cilindro tiene un acabado superficial definido por un descriptor de rugosidad de textura, TRD = 5Rvk (100-Mr2) de entre 50 y 400  $\mu\text{m}$ ; y dicha superficie interna de dicho revestimiento del cilindro y dicho al menos un anillo de pistón que tienen durezas relativas en el intervalo de 10 a 20 Rc entre sí. Las realizaciones preferidas se reivindican en las reivindicaciones dependientes.

Aunque la presente invención tiene aplicación fuera de los motores diésel que tienen una cierta cantidad de gas de escape recirculado (EGR) de nuevo al cilindro del motor, es particularmente favorable en este entorno por su resistencia a los efectos corrosivos de un entorno EGR. La presente invención ofrece una solución a las limitaciones de los revestimientos de hierro fundido en aplicaciones de EGR, así como también ofrece soluciones de alta resistencia para motores que no son de EGR, en particular la conexión con revestimientos superiores y medios mediante la fabricación de revestimientos de acero en lugar de hierro fundido. El acero es considerablemente más duro que el hierro fundido y carece del grafito libre que es atribuible en parte al desgaste y la cavitación indeseables mencionados anteriormente. Los aceros que se pueden usar para la presente invención incluyen aceros al carbono endurecibles y de alto cromo. Los revestimientos se fabrican con un descriptor de rugosidad de textura, TRD = 5Rvk (100-Mr2) de entre 50 y 400  $\mu\text{m}$ . Esta textura se puede aplicar sobre toda la superficie interior del revestimiento o solo a una parte superior dentro de 30-40 mm desde la parte superior del revestimiento en la región de la carrera de retorno del anillo del pistón superior. Los revestimientos son preferiblemente de pared delgada con una relación de espesor de sección de revestimiento promedio compuesto a diámetro del orificio en el rango de 1,5 a 4 por ciento. Esta sección de pared delgada permite mayores diámetros de perforación en los motores EGR, lo que permite a los fabricantes de motores obtener un desplazamiento adicional del cilindro mediante el uso de revestimientos de acero relativamente delgados, como se favorece sobre los revestimientos tradicionales de hierro fundido. Además, la pared interna del revestimiento se forma con una dureza que está dentro de una extensión de 10-20 Re de dureza de la de los anillos del pistón.

La invención tiene la ventaja de proporcionar revestimientos de cilindros de acero que están diseñados para operar en aplicaciones de motores diésel. Los revestimientos de acero son mucho menos costosos de fabricar que los revestimientos de hierro fundido y se pueden hacer más delgados para permitir un mayor desplazamiento del cilindro sin tener que aumentar el tamaño del bloque del motor. Tales revestimientos de acero delgados son capaces de soportar presiones máximas de cilindros de 220 bar y superiores sin distorsión, a diferencia de sus homólogos de hierro fundido de espesor comparable. Las nuevas plataformas de motores podrían hacerse más pequeñas y livianas, ya que la masa necesaria para garantizar un soporte adecuado y la resistencia de los revestimientos de acero sería menor que la requerida para soportar los revestimientos convencionales de fundición. Los revestimientos de acero son menos propensos a romperse y son menos propensos a la distorsión en comparación con los revestimientos de hierro fundido tradicionales. Los revestimientos de acero proporcionan un buen sellado con los anillos de pistón para mejorar la potencia y disminuir las emisiones. Los fabricantes de dichos revestimientos no necesitan poseer las costosas instalaciones de fundición necesarias para la fabricación de revestimientos de hierro fundido y gran parte del equipo de mecanizado y los procesos utilizados actualmente para el acabado de revestimientos de hierro fundido se pueden usar para los revestimientos de acero.

La invención contempla además un motor diésel que tiene dicho revestimiento de acero, y el equipamiento original o equipo de cilindro de potencia de recambio que tienen tales revestimientos de acero en combinación con anillos de pistón de dureza compatible.

### **Los dibujos**

Estas y otras características y ventajas de la presente invención serán más fácilmente apreciadas cuando se consideran en conexión con la siguiente descripción detallada y los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 es una vista fragmentaria en sección de un motor diésel equipado con un revestimiento de tope superior de acuerdo con la invención; y

La figura 2 es una vista fragmentaria en sección de un motor diésel equipado con un revestimiento de tope intermedio según la invención.

### **Descripción detallada**

Volviendo ahora en más detalle a los dibujos, las figuras 1 y 2 ilustran vistas fragmentarias en sección transversal de un motor diésel 10, 10' provisto de revestimientos de tope superior e intermedio 12, 12', respectivamente. Los mismos números de referencia se usan para designar características similares de las realizaciones de las figuras 1 y

2, pero las de la figura 2 están inyectadas previamente.

El motor diésel 10, 10' incluye un bloque de motor 14, 14' formado con al menos un orificio de pistón 16, 16' en la que el revestimiento 12, 12' está montado de forma desmontable. Los revestimientos 12, 12' tienen un cuerpo generalmente cilíndrico 18, 18' definido por una pared de revestimiento 20, 20' de espesor predeterminado. El revestimiento 12, 12' se extiende longitudinalmente entre un extremo superior o superior 22, 22' y un extremo inferior opuesto 24, 24' que están ambos abiertos. La pared 20, 20' se presenta en la superficie de funcionamiento interior 26, 26' y una superficie exterior 28, 28'. Un pistón 30, 30' se recibe en el revestimiento 12, 12' y está acoplado operativamente a una manivela (no mostrada) del motor 10, 10' por una biela 32, 32' para impulsar el pistón 30 con arriba y abajo movimiento recíproco dentro del revestimiento 12, 12' de manera conocida. El bloque 14, 14' se forma con una cavidad o cámara 34, 34' de revestimiento de agua que está en comunicación abierta con los orificios del pistón 16, 16', pero que posteriormente se cierra de los orificios del pistón 16, 16' tras la instalación del revestimiento 12, 12' de manera que la superficie exterior 28, 28' de los revestimientos 12, 12' está en contacto directo con el agua de refrigeración contenida en el revestimiento de agua 34, 34'. Esta construcción de revestimiento del cilindro "húmeda" proporciona enfriamiento adecuado a los revestimientos 12, 12' durante el funcionamiento del motor 10, 10'.

El revestimiento de tope superior 12 de la figura 1 incluye un reborde superior 36 formado en el extremo superior 22 del revestimiento que se extiende radialmente hacia fuera de la superficie exterior 28 y presenta un hombro o cara de montaje inferior 38. El bloque del motor 14 se forma con un escalón o rebaje 40 que rodea el orificio del pistón 16 y presenta una cara de montaje anular 42. La cara 38 del revestimiento 12 se alinea con la cara 42 del bloque 14 y luego se sujeta firmemente contra la cara 42 al atornillar una culata 44 del motor 10 al bloque 14 de manera conocida. La región del revestimiento 12 debajo del reborde superior 36 cuelga libremente y no está bajo compresión aparte de la que puede ser necesaria para sellar la región inferior del revestimiento de agua 34.

El revestimiento 12' de la figura 2 incluye un reborde intermedio de tope 46 formado en la mitad de una ubicación generalmente entre el extremos superior e inferior 22', 24' del revestimiento 12' que se extiende radialmente hacia fuera de la superficie exterior 28' y presenta un hombro o una cara de montaje inferior 48. El revestimiento 12' también puede incluir un reborde de tope superior 50 adyacente al extremo superior 22' del revestimiento 22' y espaciado del reborde medio 46. El bloque del motor 14' está formado con un reborde de tope intermedio 52 que rodea el orificio del pistón 16' y presenta una cara de montaje anular 54. La cara 48 del revestimiento 12' está alineada con la cara 54 del bloque 14' y luego se sujeta firmemente contra la cara 54 después de atornillar la culata 44' del motor 10' al bloque 14' de manera conocida. La región del revestimiento 12' por encima del reborde 52 del tope intermedio se sujeta bajo presión, mientras que la porción del revestimiento 12' por debajo del reborde 54 del tope intermedio cuelga libremente.

De acuerdo con un aspecto particular de la invención, un revestimiento de motor resistente a la corrosión, de alta resistencia 12,12' de acero puede fabricarse para un uso particular en aplicaciones de motores diésel de revestimiento húmedo incluyendo aplicaciones de revestimiento de tope superior e intermedio que tienen un descriptor de rugosidad de la textura, TRD = 5Rvk (100-Mr2) de entre 50 y 400  $\mu\text{m}$ . Tal revestimiento de acero 12,12' tiene las propiedades beneficiosas de mantener un volumen controlado de aceite en la superficie en comparación con los revestimientos convencionales que, a su vez, contribuye a una reducción en el consumo de aceite del motor. Un TRD demasiado bajo conduce a un desgaste acelerado (es decir, por debajo de 50  $\mu\text{m}$ ), mientras que un TRD demasiado alto conduce a un consumo excesivo de aceite (es decir, por encima de 400  $\mu\text{m}$ ). Dicho revestimiento 12, 12' es particularmente adaptable a las aplicaciones de revestimiento superior e intermedio que requieren una alta resistencia en la proximidad del reborde, en particular en relación con el revestimiento del reborde superior, que está expuesto al calor de la combustión en la parte superior del revestimiento.

Los aceros adecuados para uso en la presente invención son preferentemente aquellos de la designación de "H", que cubre los grados endurecibles de acero. Un ejemplo es el grado de acero AN-SI/SAE 4140, pero la invención no se limita a este material. Los aceros preferidos poseen una relación K de entre 160 a 170 Gpa, donde K es la relación del módulo de Young a (1 + relación de Poisson) del material.

El revestimiento 12, 12' es de paredes delgadas. El espesor de la sección del revestimiento promedio compuesto T, T' de la pared 20, 20' (excluyendo el espesor de los rebordes) se establece en aproximadamente 1,5 a 4 % de la medida del diámetro del orificio D, D' del revestimiento 12,12'. Dicho revestimiento es capaz de soportar presiones máximas del cilindro de 220 bar o más.

El revestimiento 12,12' está formado con una superficie interior 26, 26' de dureza que está diseñada para estar dentro de un margen de 10 a 20 Re de la dureza de los anillos de pistón 56, 56' del pistón 30, y 30'.

Además de las propiedades físicas del material, el revestimiento de acero 12,12' puede estar recubierto con diversos recubrimientos especiales sobre todo o una porción de la superficie interior 26, 26' para mejorar su resistencia a la abrasión/corrosión y el ataque de EGR, que incluye un revestimiento o chapado de cromo, níquel no eléctrico y aleaciones fundidas por láser, por nombrar algunas. Los expertos apreciarán que se podría emplear cualquiera de una serie de recubrimientos equivalentes en relación con el revestimiento de acero con el objetivo de mejorar la corrosión y/o la resistencia al desgaste.

Muchas modificaciones y variaciones de la invención son posibles a la luz de las enseñanzas anteriores. Por lo tanto, debe entenderse que, dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas, la invención puede ponerse en práctica de manera diferente a la descrita específicamente en este documento.

**REIVINDICACIONES**

1. Un conjunto de pistón (30, 30'), anillo de pistón (56, 56') y revestimiento (12, 12') para un motor diésel, que comprende:
  - 5 un revestimiento del cilindro (12, 12') fabricado de acero de alta resistencia y resistente a la corrosión para el montaje en un bloque (14, 14') de un motor diésel, teniendo dicho revestimiento del cilindro (12, 12') una superficie interior (26, 26') que rodea un orificio de dicho revestimiento (12, 12');
  - 10 un pistón (30, 30') y al menos un anillo de pistón (56, 56') transportados en dicho pistón (30, 30'), pudiendo situarse dicho pistón (30, 30') y dicho al menos un anillo (56, 56') dentro de dicho orificio de dicho revestimiento del cilindro (12, 12') de manera que dicho al menos un anillo de pistón (56, 56') pueda disponerse en contacto operativo con dicha superficie interior (26, 26') de dicho revestimiento del cilindro (12, 12');
  - 15 teniendo dicha superficie interna (26, 26') de dicho revestimiento del cilindro (12, 12') un acabado superficial definido por un descriptor de rugosidad de textura, TRD = 5Rvk (100-Mr2) de entre 50 y 400 µm; y teniendo dicha superficie interna (26, 26') de dicho revestimiento del cilindro (12, 12') y dicho al menos un anillo de pistón (56, 56') durezas relativas en el intervalo de 10 a 20 Rc entre sí.
2. El conjunto de la reivindicación 1, en el que dicho revestimiento del cilindro (12, 12') tiene un espesor de pared que está entre el 1,5 y el 4 % del diámetro del orificio de dicho revestimiento del cilindro (12, 12').
3. El conjunto de la reivindicación 2, en el que dicho acero consiste en un grado de acero SAE 4140.
4. El conjunto de la reivindicación 3, en el que dicha superficie interior (26, 26') tiene un revestimiento resistente a la abrasión/corrosión aplicado sobre la parte superior de dicha superficie acabada.
5. Un motor diésel (10, 10') que comprende: un bloque de motor (14, 14') que tiene al menos un orificio de pistón (16, 16'); una culata (44, 44') para ser sujeta a dicho bloque (14, 14'); al menos un revestimiento del cilindro (12, 12') dispuesto de manera desmontable en dicho orificio del pistón (16, 16') de dicho bloque (14, 14') y rodeado por una camisa exterior de agua (34, 34') de dicho bloque (14, 14') en comunicación directa con una superficie exterior de dicho al menos un revestimiento (12, 12'); y en donde dicho revestimiento del cilindro (12, 12') está fabricado con un grado de acero de alta resistencia y resistente a la corrosión y en donde dicho revestimiento del cilindro (12, 12') tiene una superficie interior (26, 26') con un descriptor de rugosidad de textura, TRD = 5Rvk (100-Mr2) de entre 50 y 400 µm, e incluye al menos un pistón (30, 30') dispuesto en dicho al menos un revestimiento del cilindro (12, 12') e incluye al menos un anillo de pistón (56, 56') en contacto deslizante operacional con dicha superficie interior (26, 26') de dicho al menos un revestimiento del cilindro (12, 12'), teniendo dicha superficie interior (26, 26') y dicho al menos un anillo de pistón una dureza relativa en el intervalo de 10-20 Rc entre sí, e incluyen un recubrimiento aplicado a dicha superficie interior (26, 26') de dicho al menos un revestimiento del cilindro (12, 12'), en donde dicho al menos un revestimiento (12, 12') tiene un espesor de sección de revestimiento promedio compuesto establecido en aproximadamente del 1,5 a 4 % del diámetro del orificio de dicho al menos un revestimiento del cilindro.
6. El motor diésel (10, 10') de la reivindicación 5, en el que dicho acero comprende el grado de acero SAE 4140.
7. El motor diésel (10, 10') de las reivindicaciones 5 o 6, en el que dicho revestimiento se basa en cromo.
8. El motor diésel (10, 10') de cualquiera de las reivindicaciones 5 o 6, en el que dicho revestimiento se basa en níquel.
9. El motor diésel (10, 10') de las reivindicaciones 5 o 6, en el que dicho revestimiento es un revestimiento fundido por láser.
10. El motor diésel (10, 10') de cualquiera de las reivindicaciones 5 a 9, en el que dicho al menos un revestimiento comprende un revestimiento de tope superior.
11. El motor diésel (10, 10') de cualquiera de las reivindicaciones 5 a 10, en el que dicho al menos un revestimiento del cilindro (12, 12') comprende un revestimiento de tope intermedio.

