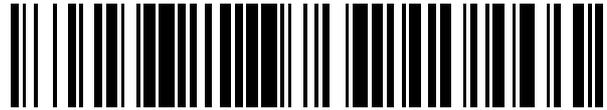


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 397 653**

51 Int. Cl.:

**F01M 13/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.09.2006 E 06831188 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.01.2013 EP 1934441**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo de tratamiento de los gases de cárter de un motor de combustión interna**

30 Prioridad:

**29.09.2005 FR 0552948**

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

**08.03.2013**

73 Titular/es:

**PEUGEOT CITROËN AUTOMOBILES SOCIÉTÉ  
ANONYME (100.0%)  
ROUTE DE GISY  
78140 VELIZY VILLACOUBLAY, FR**

72 Inventor/es:

**GAUCHARD, SÉBASTIEN y  
BLEUSSE, MICHEL**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 397 653 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**

Procedimiento y dispositivo de tratamiento de los gases de cárter de un motor de combustión interna.

5 La presente invención concierne al ámbito de los motores de combustión interna y de modo más especial a un procedimiento y a un dispositivo para la ventilación del cárter de un motor de combustión interna. La invención encuentra una aplicación particularmente ventajosa en el ámbito de la industria del automóvil.

10 En un motor de combustión interna, la cámara de combustión está delimitada en el lado del cárter por el pistón y los segmentos que aseguran la estanqueidad entre el pistón y la pared del cilindro montado en el cárter (o formando parte integrante del cárter). Sin embargo, esta estanqueidad no es nunca perfecta, y de modo inherente al principio mismo de concepción de un motor de este tipo, es ineluctable una fuga de una parte de los gases de combustión a través de los segmentos. Estos gases son denominados comúnmente gases de cárter, o también utilizando la terminología anglosajona, gas de blow-by, siendo utilizados estos diferentes términos como sinónimos en lo que sigue de este documento.

15 Especialmente por cuestiones de control de las emisiones de gases contaminantes, actualmente es obligatorio reciclar los gases de cárter reintroduciéndoles a nivel de la admisión. Para hacer esto, estos son por tanto aspirados a la admisión del motor lo que permite además mantener la parte inferior del cárter en depresión.

20 Además de los gases de combustión, es decir esencialmente vapor de agua, dióxido de carbono y nitrógeno, los gases de cárter comprenden igualmente gases no quemados (aire o más exactamente oxígeno y nitrógeno y carburante) y aceite (esencialmente el aceite de lubricación de los pistones arrastrado por los gases de combustión). Los gases de cárter fluyen hacia la parte inferior del cárter, y después ascienden generalmente hacia la culata por chimeneas.

25 La readmisión se obtiene típicamente con la ayuda de un repartidor. En tiempo frío, este repartidor puede presentar una temperatura muy inferior a 0 °C de modo que el vapor de agua contenido en los gases de cárter puede condensarse, y después solidificarse, o formar una emulsión agua/aceite que se solidifica, formando una masa que tapona los conductos, hace aumentar la presión en el cárter y así puede provocar una rotura del motor y/o un incendio del vehículo.

30 Para poner remedio a este riesgo, el medio más corriente consiste en la implantación de medios eléctricos de calentamiento de las tuberías de gases de cárter. Estos medios están constituidos típicamente por una resistencia bajo tensión que recalienta localmente una superficie (véase el documento GB 2158153). Este medio presenta no obstante el inconveniente de ser caro desde un punto de vista energético y supone la presencia de un haz eléctrico – con un cierto número de inconvenientes ligados a los problemas de ergonomía para el operario, de paso de herramientas, y de implantación porque los puntos de fijación para instalar los haces eléctricos, las conexiones de alimentación y los múltiples soportes necesarios no están siempre disponibles en el motor. Por otra parte, esta solución no erradica la formación de hielo o de emulsión sino que simplemente crea una zona en la que esta formación queda efectivamente prohibida, pero sin garantía de que el hielo o la emulsión no se forme en otro punto.

35 Otra solución conocida consiste en hacer pasar las tuberías de gases de cárter por el interior de las tuberías que encaminan el fluido de refrigeración. Aquí también, esta solución plantea problemas de implantación, es relativamente cara y quedan zonas en las cuales eventualmente pueden formarse el hielo o la emulsión.

Así pues, sería deseable disponer de una solución que permita obviar de modo más eficaz el riesgo de formación de hielo o de emulsión en los circuitos de gases de cárter, al tiempo que se minimicen los problemas de implantación.

40 La solución aquí propuesta consiste en diluir los gases de cárter por un fluido gaseoso que presente un bajo grado de humedad y cuya temperatura sea sensiblemente superior a la temperatura ambiente, como se define en las reivindicaciones 1 o 7. El fluido gaseoso diluyente es preferentemente aire que ventajosamente, esté tanto más deshidratado cuanto más baja sea la temperatura ambiente.

45 En una variante preferida de la invención, la alimentación de fluido diluyente se manda solamente si la temperatura ambiente es considerada como baja, por ejemplo inferior a 0 °C, es decir, si ésta es considerada como en una gama de riesgo.

La invención tiene así por objeto igualmente, un motor de combustión interna que comprenda medios para recalentar aire de admisión y diluir los gases de cárter con este aire recalentado, siendo los citados medios de calentamiento por ejemplo un conducto que se extienda a lo largo de la culata o del colector de escape.

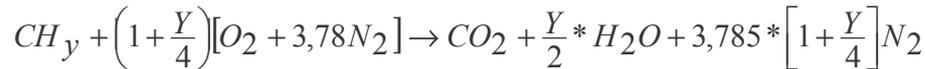
50 Otros detalles y características ventajosas de la invención surgirán de la descripción que seguidamente se hace, en relación con los dibujos anejos, en los cuales:

La figura 1 es un esquema que ilustra el diagrama de estado del agua;

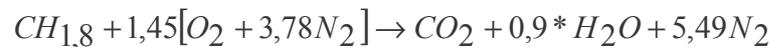
La figura 2 es un esquema que ilustra el circuito de los gases de cárter en un bloque motor de acuerdo con la invención.

5 Para comprender el riesgo de helada en los gases de cárter, es útil referirse a sus composiciones químicas y características termodinámicas. Como se indicó anteriormente, estos gases están constituidos por una mezcla de gases de combustión (esencialmente agua, dióxido de carbono y nitrógeno), de gases no quemados (oxígeno, nitrógeno y carburante) y de aceite.

La reacción de combustión puede ser escrita, según un modo simplificado, llevada a una molécula de hidrocarburo CH<sub>y</sub>, suponiendo la mezcla de riqueza 1, y con una composición del aire igual, del modo siguiente:



10 En el caso de los carburantes comerciales, tales como el gasóleo (diesel) o la gasolina, el valor y es igual aproximadamente a 1,8. Lo que permite reescribir la ecuación anterior de la manera siguiente:



15 De esta ecuación, resulta que por cada mol de carburante, se generan en el escape un mol de gas carbónico, 0,9 moles de agua y 5,49 moles de nitrógeno; o sea habida cuenta de las respectivas masas moleculares, 44 g de gas carbónico, 16 g de vapor de agua y 154 g de nitrógeno, correspondientes a una masa total de 214 g o 198 g de gas seco y una presión parcial del agua  $P_{H_2O}$  igual al producto de la presión de los gases por la relación molar entre agua y gas, o sea como los gases de cárter están a una presión sensiblemente igual a la presión atmosférica,  $P_{H_2O} \approx 12000 Pa$  o también 0,12 bares.

20 Por otra parte, los gases de escape contienen además una cierta cantidad de gases no quemados, o sea esencialmente aire y carburante. Para un carburante comercial, se necesitan típicamente 14,7 g de aire para quemar 1 g de carburante con una mezcla de riqueza 1 (es decir en las condiciones estequiométricas de la reacción de combustión). Este aire contiene una cierta masa de agua que varía en función del grado de higrometría. Si se admite que la temperatura exterior es de 20 °C y el grado de higrometría del 50%, su contenido en agua es de 0,0073 kg de agua por kg de aire seco. Como las ecuaciones de combustión muestran que para un mol de carburante CH<sub>1,8</sub>, se necesitan 177 g de aire, en la admisión, se admiten aproximadamente 1,29 g de agua por mol de carburante (que hay que comparar con los 16 g generados además por la reacción de combustión).

30 El análisis de los gases de cárter ha puesto en evidencia que tras el secado y el desaceitado, estos están constituidos en masa típicamente por 1,5% de CO<sub>2</sub>, 18% de oxígeno y 80% de nitrógeno N<sub>2</sub>. Deberá observarse que la composición exacta varía en función de numerosos parámetros como por ejemplo la arquitectura del motor, la riqueza de la mezcla aire-carburante, el avance del encendido, o también el tipo de combustión. El oxígeno y el nitrógeno provienen del aire de admisión, o sea para 100 moles de gases de cárter (18\*16+80\*28)=2530 g de aire, que como se calculó anteriormente aportarán 18,4 g de agua suponiendo el aire de admisión a 20 °C y 50% de higrometría. Estos 18,4 g de agua corresponden sensiblemente a 1 mol de agua.

35 El dióxido de carbono proviene por su parte de los gases quemados, con un mol de CO<sub>2</sub> producido por mol de carburante. Para 1,5 moles de CO<sub>2</sub>, se tienen por tanto 1,5\*0,9=1,35 moles de agua o también 24 g de agua.

40 El contenido de agua de estos gases es por tanto de 42,4 g para 2596 g de gases de cárter secos, o sea 16 g de agua por kilogramo de gases de cárter secos. A los 100 moles de gases de cárter secados corresponden por tanto además 1,35 moles de agua que provienen de la combustión de 1 mol de agua que proviene de la humedad del aire de admisión, o sea en estos gases de cárter considerados a una presión sensiblemente igual a la presión atmosférica, una presión parcial del agua de:

$$P_{H_2O} * = \frac{\text{Número de moles de agua}}{\text{Número total de moles}} * P_{gases} = \frac{2,35}{102,35} * P_{gases} \approx 2200 Pa$$

El hielo de los gases de cárter se producirá si esta agua se encuentra en forma sólida, por tanto si las condiciones de presión parcial y de temperatura están incluidas en la fase sólida del diagrama de estado del agua.

45 Además, si este agua está presente en forma líquida, por tanto si las condiciones de presión parcial y de temperatura están incluidas en la fase líquida del diagrama de estado del agua, el agua formará una emulsión con las gotas de aceite necesariamente presentes en estos gases de cárter, emulsión favorecida por la agitación debida especialmente a las fluctuaciones de presión.

Para evitar a la vez el hielo y la emulsión, hay que colocarse por tanto en condiciones de presión parcial y de temperatura del agua incluidas en la fase gaseosa del diagrama de estado del agua.

Para esto, de acuerdo con una primera variante de la invención, se propone diluir los gases de cárter con y secos o al menos más secos que los gases de cárter a fin de reducir la presión parcial del agua.

5 Este aire seco es preferentemente el aire de admisión. En efecto, en la hipótesis de una temperatura exterior de 0 °C y de una higrometría del 100%, el contenido en agua del aire es de aproximadamente 3,5 g por kilogramo de aire – o sea aproximadamente 5 veces más seco que los gases de cárter - que, como se calculó anteriormente tienen un contenido en agua del orden de 16 g por kilogramo de gases secos.

10 Si la temperatura ambiente disminuye, por ejemplo a -30 °C, conservando siempre este mismo grado de higrometría, la humedad absoluta del aire disminuye drásticamente hasta 0,2 g de agua por kilogramo de aire seco. Así pues, el efecto de la deshumidificación del aire producido por la dilución es tanto más eficaz cuanto más frío esté el aire ambiente.

15 Aplicando los razonamientos sostenidos anteriormente, si la temperatura del aire ambiente es de 0 °C, puede calcularse que por 100 moles de gases de cárter secados, hay además 1,35 moles de agua atribuibles a los gases quemados y 0,5 moles de agua aportada por los gases frescos de admisión; o sea antes de la dilución una presión parcial del agua en los gases de cárter próxima a 1800 Pa.

20 Utilizando este aire ambiente para diluir los gases de cárter, con un coeficiente de dilución del 50% (es decir, añadiendo un volumen de aire ambiente por volumen de gases de cárter), se calcula fácilmente que la composición de los gases diluidos secos es entonces de 1,5 moles de CO<sub>2</sub>, 38,8 moles de O<sub>2</sub> y 158,6 moles de N<sub>2</sub> con además 1,35 + 0,5 moles de agua aportados por los gases de cárter y 0,55 moles de agua aportados por el aire de dilución, o dicho de otro modo una presión parcial en agua de los gases de cárter diluidos de solamente 1100 Pa.

Asimismo, según el mismo razonamiento, puede calcularse que si la temperatura ambiente es de -30 °C, la presión parcial del agua en los gases de cárter es próxima a 1600 Pa y puede ser llevada a solamente 700 Pa con una dilución del 50%.

25 El diagrama de estado del agua representado en la figura 1 ilustra de modo bien conocido los diferentes estados del agua (V para vapor, L para líquido y S para sólido), en función de la temperatura y de la presión parcial del agua en el aire. En esta figura, se indica por 1, la curva de equilibrio líquido sólido, por 2, la curva de vapor saturante por encima del agua líquida, por 3, la curva de vapor saturante por encima del hielo, estando las curvas 2 y 3 prácticamente confundidas en la zona 4 que corresponde a la curva de vapor saturante por encima del agua sobrefundada. Finalmente, por 5, el punto triple del agua, correspondiente a las condiciones de temperatura y de presión en las cuales el agua está en equilibrio bajo sus 3 estados.

Así pues, diluir los gases de cárter con el aire ambiente viene a ser desplazarse según el eje de las ordenadas a isotemperatura, como ilustra la flecha 6, para aproximarse a la zona de las bajas presiones, en la cual el agua está sistemáticamente en el estado gaseoso.

35 Otro modo de desplazarse hacia esta zona gaseosa es aumentar la temperatura de los gases de cárter, lo que corresponde por tanto a un desplazamiento en el sentido de la flecha 7. Concretamente, esta variante de la invención puede ser puesta en práctica en asociación con la primera variante procediendo a un recalentamiento de los gases de dilución. Un método simple para obtener este recalentamiento, es encaminar los gases de dilución a través de un conducto que se extienda a lo largo de una parte caliente del motor, tal como por ejemplo la culata o el colector de escape.

Así, en el ejemplo de realización ilustrado en la figura 2, está realizado un canal 8 en la culata, ya sea por bruto de fundición o por mecanizado. La longitud de este canal se ajustará de modo que se obtenga un buen compromiso entre un buen calentamiento (alargamiento) y un mínimo de pérdida de carga (acortamiento).

45 Una electroválvula 9, gobernada por ejemplo por el calculador en función de la temperatura medida por una sonda de temperatura, podrá ser utilizada para permitir o no una dilución. Una estrategia tipo será proceder a la dilución en cuanto la temperatura exterior sea inferior a 0 °C.

De modo conocido, aguas arriba de la electroválvula se coloca un filtro para evitar perturbar el funcionamiento de ésta.

50 La tasa de dilución puede ser mantenida constante, y en este caso, podrá utilizarse un venturi en asociación con la electroválvula. En otra variante de la invención, esta tasa de dilución podrá ser ajustada, ya sea por medio de una mariposa o de una guillotina, o bien por medio de un quemador 10. Deberá observarse que el especialista en la materia habrá comprendido que la mariposa puede ser utilizada igualmente en lugar de la electroválvula.

De modo general, la tasa de dilución será elegida entre el 25% y el 100%, dicho de otro modo, con un volumen de gases diluyentes al menos igual a la mitad del volumen de los gases de cárter y como mucho igual a dos veces el

volumen de los gases de cárter. Si el volumen de dilución es demasiado pequeño, el efecto de dilución es insuficiente. Por el contrario, con volúmenes demasiado importantes habrá que redimensionar el circuito de reaspiración, y esto podrá perturbar la composición de la mezcla de admisión.

5 Si el circuito de motorización está equipado con un turbocompresor, el aire de dilución podrá igualmente ser tomado a la salida del compresor, preferentemente antes del intercambiador, es decir en un punto en que el aire ha sido comprimido, por tanto se ha calentado, y se encuentra a una presión superior a la presión de los gases de cárter, podrá utilizarse entonces una electroválvula y/o un quemador para la regulación del caudal.

10 Otra variante de la invención es la utilización de los gases de escape como gases de dilución, presentando los gases de escape naturalmente la ventaja de estar calientes. Sin embargo, debe subrayarse que esta variante plantea problemas de implantación, justamente en razón de la gran temperatura de los gases de escape (necesidad de una electroválvula apta para funcionar a una temperatura de más de 600 °C) y que además, la ganancia obtenida en recalentamiento es compensada entonces ampliamente por el aumento de la humedad, siendo el contenido en agua de los gases de escape considerablemente mayor que el del aire ambiente (incluso suponiendo un grado de higrometría del 100%, generalmente no encontrado en tiempo frío).

15 Así, por modificaciones relativamente menores, especialmente la implantación de una electroválvula en la culata (por tanto en zona « tibia ») y la adición de canales internos a la culata y/o al colector de escape, se hace posible erradicar totalmente cualquier el riesgo de formación de hielo y/o de emulsión, eliminando así cualquier necesidad de medios tendentes a destruir el hielo o la emulsión formados en un punto del circuito de los gases de cárter.

**REIVINDICACIONES.**

- 5 1. Procedimiento de tratamiento de los gases de cárter de un motor de combustión interna antes de su readmisión a nivel de la culata caracterizado por la dilución de los gases de cárter por un gas diluyente que presente un menor grado de higrometría que los gases de cárter, siendo gobernada la dilución por una electroválvula o una mariposa de modo que el volumen de gas diluyente sea al menos igual a la mitad del volumen de los gases de cárter y como mucho igual a dos veces el volumen de los gases de cárter.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el citado gas diluyente es el aire de admisión.
- 10 3. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la citada dilución es realizada si la temperatura ambiente es inferior a 0 °C.
4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque los gases diluyentes están más calientes que los gases de cárter.
5. Procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 2 y 4, caracterizado porque el aire de dilución es recalentado por un paso a lo largo de la culata y/o a lo largo del colector de escape.
- 15 6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por un ajuste de la tasa de dilución.
7. Motor para la puesta en práctica del procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque comprende:
- 20
- medios para recalentar el aire de admisión y diluir los gases de cárter con este aire recalentado antes de su readmisión a nivel de la culata, y
  - una electroválvula o una mariposa para gobernar la dilución, de modo que el volumen de los gases diluyentes sea al menos igual a la mitad del volumen de los gases de cárter y como mucho igual a dos veces el volumen de los gases de cárter.

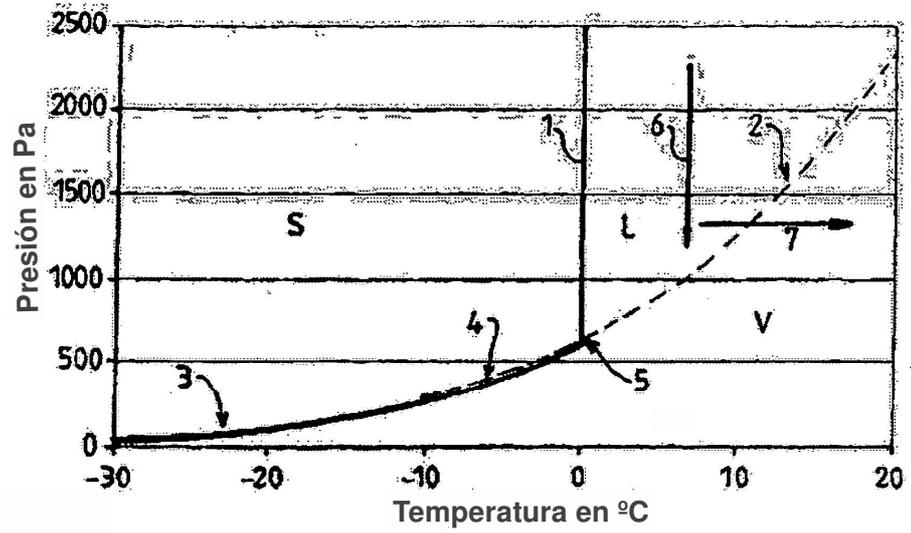


FIG.1

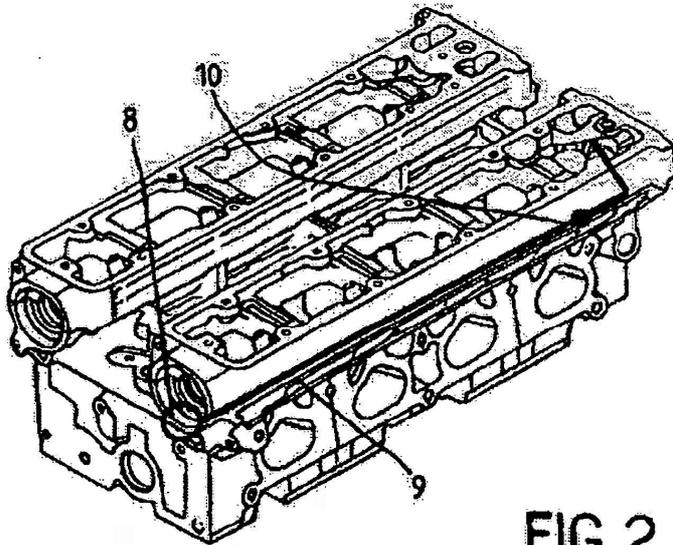


FIG.2