



⑫ **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift :
03.03.93 Patentblatt 93/09

⑤① Int. Cl.⁵ : **F01N 3/02**

②① Anmeldenummer : **90119972.9**

②② Anmeldetag : **18.10.90**

⑤④ **Verfahren zum Regenerieren eines Russfilters einer Diesel-Brennkraftmaschine, sowie Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.**

③⑩ Priorität : **16.12.89 DE 3941635**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :
26.06.91 Patentblatt 91/26

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung :
03.03.93 Patentblatt 93/09

⑧④ Benannte Vertragsstaaten :
DE ES FR GB IT SE

⑤⑥ Entgegenhaltungen :
EP-A- 0 244 798

⑤⑥ Entgegenhaltungen :
EP-A- 0 292 688
WO-A-87/07974
DE-A- 3 818 158
PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 9, no. 70
(M-367)(1793) 30 März 1985, & JP-A-59 201915
(HINO JIDOSHA KOGYO) 15 November 1984,

⑦③ Patentinhaber : **MAN Nutzfahrzeuge**
Aktiengesellschaft
Dachauer Strasse 667 Postfach 50 06 20
W-8000 München 50 (DE)

⑦② Erfinder : **Henkel, Dietmar, Ing. grad.**
Kopernikusring 50
W-8430 Neumarkt (DE)

EP 0 433 598 B1

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Regenerieren eines Rußfilters einer Diesel-Brennkraftmaschine, bei dem das Abgas zwei gekoppelten Helmholtz-Resonatoren derart zugeführt wird, daß durch periodische adiabate Verdichtung der in den Resonatoren schwingenden Abgassäule, angeregt durch Zündung eines in Resonanzfrequenz getakteten Brenners die Zündtemperatur von Ruß überschritten wird und der stromab einem Resonanzbehälter nachgeschaltete Filter durch Abbrand des Rußes regeneriert wird.

Aus DE-OS 38 18 158 ist es bekannt, zwei miteinander gekoppelte Helmholtz-Resonatoren durch das Abgas einer Diesel-Brennkraftmaschine zu beaufschlagen. Das Abgas der Brennkraftmaschine wird dabei stirnseitig in einen ersten Resonator eingeführt. Der erste Resonator ist über ein Resonanzrohr mit einem zweiten Resonator verbunden. Nach dem Durchströmen der beiden Resonatoren und des Resonanzrohres gelangt das Abgas in einen Rußfilter, in dem sich der Diesel-Ruß abscheidet. Zur Regenerierung des Rußfilters ist in dem zweiten Resonator, der unmittelbar dem Rußfilter vorgelagert ist ein Brenner vorgesehen, der getaktet betrieben werden kann. Wenn durch Rußablagerung bedingt der Gegendruck im Resonator ansteigt wird der Brenner periodisch aktiviert. Durch Zündung des Brenners mittels einer Hochspannungszündkerze kann das im Helmholtz-Resonator befindliche Abgas zu Resonanzschwingungen angeregt werden. Wenn sich im zweiten Resonator nach einer Druckabsenkung wieder ein Druckanstieg aufbaut kommt es zu einer adiabaten Verdichtung des Abgases mit der daraus resultierenden Temperaturerhöhung, die ausreicht, den Ruß im angrenzenden Rußfilter zu entzünden, so daß der Ruß durch Abbrand vernichtet wird. Ein Nachteil einer solchen Vorrichtung besteht darin, daß aus dem ersten Resonator eine Rückwirkung auf die Brennkraftmaschine erfolgt, da der Druckanstieg im ersten Resonator den Gegendruck in der Abgasleitung erhöht, was eine Leistungsminderung und Wirkungsgradverschlechterung der Brennkraftmaschine zur Folge hat. Durch den Einbau von selbstschließenden Klappen in der Abgasleitung wird zwar die Rückwirkung aus dem ersten Resonator gemindert, jedoch kommt es kurzfristig durch Rückstau des Abgases vor der zeitweise geschlossenen Klappe ebenfalls zu einer Erhöhung des Gegendruckes mit den nachteiligen Wirkungen.

Nach DE-PS 29 30 969 wird vorgeschlagen, nach dem Rußfilter eine Klappe ins Auspuffrohr einzubauen, die von Zeit zu Zeit kurzzeitig geschlossen werden kann, so daß sich die Abgase stauen und durch die aus der Verdichtung sich ergebende Temperaturerhöhung der im Filter abgelagerte Ruß sich entzündet und abbrennt. Auch diese Einrichtung ist mit dem

Nachteil behaftet, daß durch die Klappe zeitweise der Gegendruck erhöht wird und die Nutzleistung sowie der Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine absinkt.

Ausgehend von einem Verfahren gemäß dem Gattungsbegriff liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Rückwirkung des Regenerierungssystems auf die Brennkraftmaschine zu vermeiden, ohne daß die Regenerierung selbst eine Qualitätsminderung erleidet.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein verfahren nach den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruches 1 gelöst.

Durch den im Gegentakt im ersten Brenner betriebenen zweiten Brenner wird in der Symmetrieebene des zwischen den beiden Resonatoren befindlichen Resonanzrohres durch Interferenzwirkung die von dem getakteten Brennern ausgehende Druckwelle zur Auslöschung gebracht, so daß eine Rückwirkung auf die in der Mitte der Resonanzrohre einmündende Abgasleitung unterbunden wird. Durch die in Resonanzfrequenz getakteten Brennern wird das Abgas in den Resonatoren einer pulsierenden adiabaten Verdichtung unterzogen. Der dadurch bedingte intermittierende Temperaturanstieg löst einen Abbrand des Rußes in den angrenzenden Rußfiltern aus, so daß diese regeneriert werden.

Eine vorteilhafte Weiterbildung des Verfahrens nach Anspruch 1 liegt nach Anspruch 2 darin, daß die Brenner durch eine an sich bekannte Tastverhältnisregelung mit genau gleichen Brennstoffmengen versorgt werden. Dies ist insofern notwendig, um eine Auslöschung durch Interferenz der von den Brennern ausgelösten Druckwellen sicherzustellen.

Eine vorteilhafte Maßnahme die Funktionsfähigkeit der Hochspannungszündkerze über einen langen Zeitraum zu erhalten geht aus Anspruch 3 hervor.

Eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zeichnet sich durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruches 4 aus. Durch die baugleichen Resonanzbehälter mit den Brennern wird die möglichst vollkommene Auslöschung der Druckwellen in der Mitte des Resonanzrohres gewährleistet. Da die Zuführung des Abgases an einer Stelle erfolgt, an der sich die Druckwellen durch Interferenz auslöschen, wird eine Rückwirkung auf die Abgasleitung und die Brennkraftmaschine zuverlässig vermieden.

Eine vorteilhafte Weiterbildung der Vorrichtung nach Anspruch 4 ist Anspruch 5 zu entnehmen.

Durch den Einbau des Rußfilters in den Resonanzbehälter wird eine intensive Berührung der adiabatisch erhitzten Brenngase mit der rußbeladenen Filteroberfläche erzielt. Außerdem werden die Abwärmeverluste spürbar reduziert, da die wärmetauschende Oberfläche vermindert wird, was durch die erhöhte Temperatur im Resonanzbehälter die Randbedingungen für eine gute Verbrennung des Rußes schafft.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist dem Unteranspruch 6 zu entnehmen.

Durch die tangentielle Einleitung des Abgases in die Resonanzrohre und die diffusorartige Ausbildung des Gehäuses wird die kinetische Energie des Abgases mit geringen Verlusten in statische Druckenergie umgesetzt, was zu einer weiteren adiabaten Temperaturerhöhung genutzt werden kann, ohne daß der Gegendruck im Abgasrohr erhöht wird.

Ausführungsbeispiele zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in Zeichnungen dargestellt. Es zeigt:

Figur 1 eine schematische Darstellung der Abgasführung mit doppeltem Helmholtz-Resonator und in Resonanzbehältern integrierten Brennern mit nachgeschalteten Rußfiltern

Figur 2 ein Gehäuse zur verlustarmen Einführung des Abgases in die Resonanzrohre

Figur 3 eine alternative Lösung zur Anordnung des Rußfilters in Bezug auf den Resonanzbehälter

Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Abgasführung einer Diesel-Brennkraftmaschine 1. Das Abgas wird im dargestellten Beispiel von der Brennkraftmaschine 1 kommend zunächst über eine Abgasturbine 2 und eine Abgasleitung 3 Resonanzrohren 4 eines aus zwei Helmholtz-Resonatoren 5 und 6 bestehenden Schwingungssystems zugeführt. Die Helmholtz-Resonatoren 5 und 6 sind symmetrisch zum Abgasrohr 3 angeordnet und vollkommen baugleich, weshalb in der Beschreibung gleiche Bauteile auch mit gleichen Bezugszeichen versehen werden. Das von der Abgasleitung 3 kommende Abgas passiert zunächst ein Gehäuse 7, welches die Resonanzrohre 4 coaxial umschließt. Um die kinetische Energie des Abgases mit gutem Wirkungsgrad in potentielle Druckenergie umzusetzen weist das Gehäuse im Übergangsbereich einen ersten Diffusor 8 auf.

Die Helmholtz-Resonatoren 5 und 6 werden, wie bekannt, aus je einem Resonanzrohr 4 und einem Resonanzbehälter 9 gebildet, in welchen die Resonanzrohre 4 stirnseitig coaxial einmünden. Stromab ist an jedem Resonanzbehälter 9 ein Rußfilter 10 mit darin befindlichem Filter 11 vorgesehen. Die Resonanzbehälter 9 verfügen jeweils über einen Brenner 12, dessen Brennstoffzufuhr durch ein intermittierend mit Helmholtz-Resonator-Resonanzfrequenz getaktetes Brennstoffventil 13 und dessen Luftzufuhr durch ein Luftventil 14 geregelt wird. Beide Ventile werden elektronisch angesteuert. Vorteilhafterweise werden beide Ventile durch Elektromagnete 16 und 17 betätigt. Zur Zündung des eingespritzten Brennstoffes bedient man sich einer Hochspannungs-Zündkerze 18, die im Strahlbereich des Brenners 12 liegt.

Nachfolgend soll die Wirkungsweise erläutert werden.

Der von der Brennkraftmaschine 1 kommende Abgasstrom wird im Gehäuse 7 auf die gleichlang

ausgeführten Abschnitte der Resonanzrohre 4 aufgeteilt. Von den Resonanzrohren 4 gelangt der rußbeladene Abgasstrom über die Resonanzbehälter 9 zu den Rußfiltern 10, in denen sich die Filter 11 befinden, welche den Ruß aus dem Abgas herausfiltern. Durch die Abscheidung des Rußes erhöht sich der Strömungswiderstand des Rußfilters 10, so daß der Gegendruck in der Abgasleitung 3 ansteigt. Durch eine hier nicht dargestellte Druckmeßdose wird der Druckanstieg erfaßt und löst ein Signal aus, der das System zum Abbrennen des in den Filtern 11 angesammelten Rußes aktiviert. Dies kann durch eine Elektronik bewerkstelligt werden, die hier nicht näher erläutert werden soll.

Bei der vorliegenden Problemlösung sind zwei intermittierend, im Gegentakt arbeitende Brenner 12 vorgesehen anstelle eines Einzigen. Ein Arbeiten im Gegentakt bedeutet hierbei eine 180°-Phasenverschiebung der (zeitlich) sinusförmigen Drücke innerhalb der beiden Resonanzbehälter 9. Diese Vorgehensweise dient dem Ziel Betrags-Gleichheit der Scheitelwerte der Behälterwechseldrücke zu erzwingen, was gleiche Längen der Resonanzrohre 4 voraussetzt aber auch gleich große, den beiden Brennern 12 pro Einzeltakt zugemessene Kraftstoffmengen notwendig macht. Letzteres ist mittels elektronisch gesteuerter sogenannter, an sich bekannten Tastverhältnisregelung der Elektromagnete 16 über elektronische Schalter 18a in einfacher Weise realisierbar. Eine phasenrichtige Triggerung des vom Schalter 18a eingeleiteten Zerstäubervorgangs ist in bekannter Weise vom Druckanstieg im jeweiligen Resonanzbehälter 9 ableitbar. Das Zünden des Kraftstoff-Luftgemisches geschieht mit Hilfe der beiden während der Rußabbrandphase aktivierten Hochspannungs-Zündkerzen 18 (Betriebsfrequenz zwischen 50 und 100 Hz). Auf ein phasenrichtiges Synchronisieren der Zündspannung der Zündkerzen 18 mit dem jeweiligen Zerstäubervorgang der Brenner 12 wurde verzichtet. Vielmehr verbleiben diese für die Dauer des Entsorgungsvorganges im aktivierten Zustand, um die dann verfügbare lange Phase der Funkenerzeugung zum Zwecke des Rußabbrandes an der Isolatoroberfläche der Zündkerze zu nutzen (Sicherung der elektrischen Bereitschaft). Das Aktivieren des, die Zerstäuberluft freigebenden Luftventils 14 sollte aus Gründen der Reinhaltung und Kühlung der Brennstoffdüse 12 für die Betriebsdauer des Motors aufrecht erhalten werden.

Die geometrischen Abmessungen der Resonanzbehälter 9 wie der Resonanzrohre 4 sind so zu wählen, daß unter Berücksichtigung der höchsten Schallgeschwindigkeit im Abgas (Vollastfall) die Resonanzfrequenz einen Wert nicht größer als das 0,7fache der niedrigsten Zündfolgefrequenz (untere Leerlaufdrehzahl des Motors) besitzt. Damit sind die Wechseldrücke des Motorabgases nicht in der Lage den Resonator anzuregen, sie werden im Gegenteil in erwünsch-

ter Weise gedämpft.

Die oben erwähnte Erzwingung der Betragsgleichheit der Wechseldruckscheitelwerte in den Resonanzbehältern 9 dient dem Zweck, die vom intermittierenden Betrieb der beiden Brenner 12 herrührenden Resonanz-Wechseldrücke im Bereich des Gehäuses 7 zu Null zu machen (gleichzeitige Vorzeichen-Opposition und Betragsgleichheit zu jedem Zeitpunkt). Auf diese Weise ist sichergestellt, daß im Bereich des Gehäuses 7 ausschließlich die kinetische Energiekomponente der Resonatoren 5 und 6 in Form eines sinusförmig modulierten Volumenstromes vorherrscht. Daraus geht zugleich auch hervor, daß selbst bei höchsten Wechseldrücken in den Resonanzbehältern 9 keine Rückwirkung derselben auf die Abgasleitung 3 und damit den Ladungswechsel der Brennkraftmaschine 1 befürchtet werden muß.

Eine Detailzeichnung eines Schnittes II-II aus Figur 1 ist in Figur 2 dargestellt. Das Gehäuse 7 umgibt das Resonanzrohr 4 konzentrisch. Das Abgas wird über das Abgasrohr 3 und den Diffusor 8 tangential in das Gehäuse 7 eingeblasen. Durch den Diffusor 8 und die tangential eingeblasene Luft wird die kinetische Energie des Abgases möglichst verlustfrei in potentielle Druckenergie umgewandelt.

Eine besonders vorteilhafte Anordnung der Filter 11 unmittelbar in den Resonanzbehältern 9 zeigt die Figur 3. Der Filter 11 ist koaxial im Resonanzbehälter 9 angeordnet. Das Abgas wird wie in Figur 1 dargestellt über das Resonanzrohr 4 zugeführt.

Aus Symmetriegründen ist in Figur 3 wiederum nur der eine Resonanzbehälter 9 dargestellt. Das vom Resonanzrohr 4 kommende Abgas wird seitlich über einen zweiten Diffusor 19 dem Resonanzbehälter 9 zugeführt. Der Diffusor dient der möglichst verlustfreien Umsetzung von kinetischer in potentielle Druckenergie. Über das Abgasrohr 20 wird das vom Ruß gereinigte Abgas abgeführt. Durch die Anordnung des Filters 11 im Resonanzbehälter 9 ist der Kontakt der hoch erhitzten Abgase mit dem Filter 11 besonders gründlich und es treten keine unnötigen Wärmeverluste durch die Wände des Rußfilters 10 wie bei der Ausführung nach Figur 1 ein. Damit sind beste Randbedingungen für die Regenerierung des Filters 11 durch Abbrand des Rußes geschaffen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Regenerieren eines Rußfilters einer Diesel-Brennkraftmaschine, bei dem das Abgas zwei gekoppelten Helmholtz-Resonatoren derart zugeführt wird, daß durch periodische adiabate Verdichtung der in den Resonatoren schwingenden Abgassäule, angeregt durch Zündung eines in Resonanzfrequenz getakteten Brenners die Zündtemperatur von Ruß überschritten wird und der stromab einem Resonanz-

behälter nachgeschaltete Filter durch Abbrand des Rußes regeneriert wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Abgas über eine Abgasleitung (3) in einer Symmetrieebene zwischen einem ersten und zweiten Helmholtz-Resonator (5 und 6) den Resonanzrohren (4) zugeführt wird, daß auch der zweite Helmholtz-Resonator (6) über einen Brenner (12) verfügt, wobei beide Brenner (12) im Gegentakt gezündet werden, daß die sich ausbildenden Resonanzschwingungen in den Resonanzbehältern (9) stets gleich große, aber im Vorzeichen umgekehrte Druckwerte hervorrufen, daß die Taktabstände der Brenner (12) der Eigenschwingungsdauer der gekoppelten Helmholtz-Resonatoren (5 und 6) entsprechen, wobei jedoch die Resonanzfrequenz bei höchster Abgastemperatur kleiner als das 0,7fache einer niedrigsten Zündfolgefrequenz der Dieselmotorkraftmaschine ist, und daß durch Aufteilung des Abgasstromes auf die beiden Helmholtz-Resonatoren (5 und 6) deren Rückwirkung auf die Abgasleitung (3) durch Interferenzwirkung eliminiert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Brenner (12) der Resonanzbehälter (9) gleiche Mengen an Brennstoff zugeteilt werden, und daß die Zuteilung durch eine an sich bekannte Tastverhältnisregelung erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Hochspannungszündkerzen (18) nicht phasenrichtig mit dem Zerstäubervorgang der Brenner (12) geschaltet sind, sondern für die Dauer des Rußentsorgens eingeschaltet bleiben, so daß die lange Phase der Funkenerzeugung zum Rußabbrand der Isolatoroberfläche der Zündkerzen (18) genutzt wird.

4. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 3, bestehend aus zwei gekoppelten Helmholtz-Resonatoren, wobei ein Resonanzbehälter einen Brenner mit einem Brennstoff- und einem Luftventil aufweist und eine Hochspannungszündkerze vorgesehen ist und Brennstoff- und Luftventil elektromagnetisch und von einer Elektronik angesteuert betätigbar sind und ein Resonanzbehälter stromab einen Rußfilter aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß auch der zweite Helmholtz-Resonator (6) vollkommen baugleich zum ersten Helmholtz-Resonator (5) einen Brenner (12) mit den zugehörigen peripheren Elementen (13, 14, 16, 17) aufweist, daß der zweite Helmholtz-Resonator (6) stromab ebenfalls einen Rußfilter (10) besitzt welcher an einem Resonanzbehälter (9) angeschlossen ist, und daß eine Abgasleitung (3) symmetrisch zu den Helmholtz-Resonatoren (5 und

6) seitlich in die Resonanzrohre (4) einmündet.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Rußfilter (10) mit Filter (11) koaxial im Innern der Resonanzbehälter (9) angeordnet sind, und daß die Resonanzrohre (4) seitlich in die Resonanzbehälter (9) einmünden, wobei der Übergang der Resonanzrohre (4) in die Resonanzbehälter (9) als zweiter Diffusor (19) ausgebildet ist.

6. Vorrichtung nach den Ansprüchen 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Abgasleitung (3) tangential in ein Gehäuse (7) einmündet, daß der Übergang von der Abgasleitung (3) zum Gehäuse (7) als erster Diffusor (8) ausgebildet ist und das Gehäuse (7) die Resonanzrohre (4) zentrisch umgibt.

Claims

1. A process for the regeneration of a soot filter of a diesel internal-combustion engine, in which the exhaust gas is conveyed to two coupled Helmholtz resonators in such a way that on account of periodic adiabatic compression of the exhaust-gas column oscillating in the resonators, excited by ignition of a burner time-controlled in the resonance frequency the ignition temperature of soot is exceeded and the filter connected downstream of a resonance container is regenerated by burning up the soot, **characterized in that** the exhaust gas is conveyed to the resonance tubes (4) by way of an exhaust-gas duct (3) in a plane of symmetry between a first and second Helmholtz resonator (5 and 6), the second Helmholtz resonator also comprises a burner (12), the two burners (12) being ignited in opposite phase, the resonance oscillations formed produce pressure values always of equal magnitude but with reversed signs in the resonance containers (9), the timing intervals of the burners (12) correspond to the natural oscillation duration of the coupled Helmholtz resonators (5 and 6), but the resonance frequency at the highest exhaust-gas temperature is less than 0.7 times a lowest ignition-sequence frequency of the diesel internal-combustion engine, and by dividing the exhaust-gas flow to the two Helmholtz resonators (5 and 6) the reaction thereof upon the exhaust-gas duct (3) is eliminated by an interference effect.

2. A process according to Claim 1, **characterized in that** equal quantities of fuel are allocated to each burner (12) of the resonance containers (9), and the allocation is made by a pulse-duty factor control known *per se*.

3. A process according to Claim 1, **characterized in that** the high-voltage sparking plugs (18) are not connected in phase with the atomization of the burners (12), but remain switched on for the duration of the soot removal, so that the long phase of the spark generation is used for burning up the soot of the insulator surface of the sparking plugs (18).

4. A device for performing the process according to Claims 1 to 3, comprising two coupled Helmholtz resonators, a resonance container having a burner with a fuel valve and an air valve, a high-voltage sparking plug being provided, the fuel valve and the air valve being actuable electromagnetically and in a manner triggered by an electronic means, and a resonance container having a soot filter downstream, **characterized in that** with complete structural similarity the second Helmholtz resonator (6) also has a burner (12) with the associated peripheral members (13, 14, 16, 17), the second Helmholtz resonator (6) likewise has downstream thereof a soot filter (10) connected to a resonance container (9), and an exhaust gas duct (3) opens laterally into the resonance tubes (5) symmetrically with respect to the Helmholtz resonators (5 and 6).

5. A device according to Claim 4, **characterized in that** the soot filter (10) with the filter (11) is arranged coaxially in the interior of the resonance containers (9), and the resonance tubes (4) open laterally into the resonance containers (9), the transition of the resonance tubes (4) into the resonance containers (9) being formed as a second diffusor (19).

6. A device according to Claims 4 and 5, **characterized in that** the exhaust-gas duct (3) opens tangentially into a housing (7), the transition from the exhaust-gas duct (3) to the housing (7) is formed as a first diffusor (8), and the housing (7) surrounds the resonance tubes (4) centrally.

Revendications

1. Procédé de régénération d'un filtre de suies d'un moteur thermique diesel selon lequel les gaz d'échappement sont fournis à deux résonateurs de Helmholtz couplés pour que la compression adiabatique périodique des colonnes de gaz d'échappement oscillant dans les résonateurs, excitées par l'allumage de l'un des brûleurs commandés en cadence à la fréquence de résonance fasse dépasser la température d'allumage des suies et assure la régénération du filtre en aval d'un réservoir résonant par combustion des

suies, procédé caractérisé en ce que les gaz d'échappement sont fournis par une tubulure d'échappement (3) dans un plan de symétrie entre un premier et un second résonateur de Helmholtz (5, 6), à des tubes résonants (4), le second résonateur de Helmholtz (6) disposant également d'un brûleur (12), les deux brûleurs (12) étant allumés à contre-temps, de façon que les oscillations de résonance qui se développent dans les réservoirs résonants (9) soient toujours à des pressions de même amplitude mais de signes algébriques opposés, l'intervalle des cadences des brûleurs (12) correspondant à la période d'oscillation propre des résonateurs de Helmholtz couplés (5, 6), la fréquence de résonance à la température maximale des gaz d'échappement étant toutefois inférieure à 0,7 fois la fréquence d'allumage la plus faible du moteur thermique diesel et en ce que par répartition de la veine des gaz d'échappement entre les deux résonateurs de Helmholtz (5, 6), on élimine toute réaction sur la tubulure d'échappement (3) par effet d'interférences.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque brûleur (12) des réservoirs résonants (9) reçoit les mêmes quantités de carburant et la répartition se fait par une régulation de rapport de travail, connu en soi.
3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les bougies d'allumage à haute tension (18) ne sont pas commutées correctement en phase avec l'opération de pulvérisation des brûleurs (12) mais restent mises en oeuvre pour toute la durée de l'élimination des suies pour que la période longue de formation des étincelles serve à brûler les suies à la surface extérieure de l'isolateur des bougies d'allumage (18).
4. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon les revendications 1 à 3, composé de deux résonateurs de Helmholtz couplés, un réservoir résonant comprenant un brûleur de carburant et une soupape d'air ainsi qu'une bougie d'allumage à haute tension et la soupape de carburant et celle d'air étant commandées de manière électromagnétique par un circuit électronique, et chaque réservoir résonant comportant en aval un filtre à suies, dispositif caractérisé en ce que le second résonateur de Helmholtz (6) est exactement de même construction que le premier résonateur de Helmholtz (5) et comporte un brûleur (12) et les éléments accessoires correspondants (13, 14, 16, 17), le second résonateur de Helmholtz (6) ayant également en aval un filtre à suies (10) qui est relié à un réservoir résonant (9) et en ce qu'une tubulure d'échappement (3) débouche sy-

métriquement par rapport aux deux résonateurs de Helmholtz (5, 6), latéralement dans les tubes résonants (4).

5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que le filtre à suies (10) est monté coaxialement à l'intérieur du réservoir résonant (9) avec son élément de filtre (11) et les tubes résonants (4) débouchent latéralement dans les réservoirs résonants (9), la transition des tubes résonants (4) dans les réservoirs résonants (9) étant constituée par un second diffuseur (19).
6. Dispositif selon les revendications 4 et 5, caractérisé en ce que la tubulure d'échappement (3) débouche tangentiellement dans un boîtier (7), la transition entre la tubulure d'échappement et le boîtier (7) étant constituée par un premier diffuseur (8) et le boîtier (7) entoure de façon concentrique le tube résonant (4).



