



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH

698 171 B1

(19)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(51) Int. Cl.: **F02B** 39/00 (2006.01)
F02C 6/12 (2006.01)
F02M 35/12 (2006.01)

(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 00362/05

(22) Anmeldedatum: 02.03.2005

(30) Priorität: 12.03.2004
DE 10 2004 012 084.6

(24) Patent erteilt: 15.06.2009

(45) Patentschrift veröffentlicht: 15.06.2009

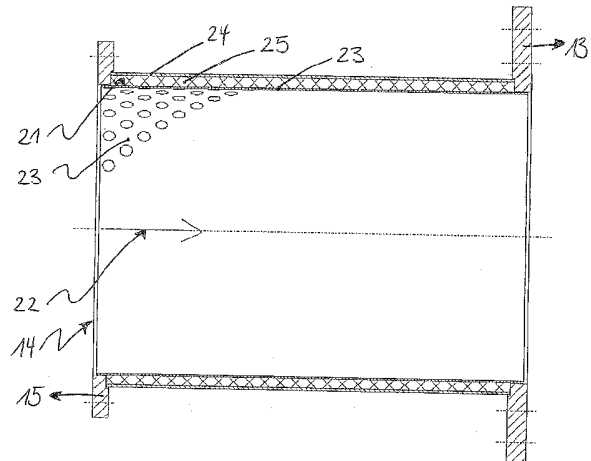
(73) Inhaber:
MAN B&W Diesel Aktiengesellschaft, Stadtbachstrasse 1
86135 Augsburg (DE)

(72) Erfinder:
Peter Forster, 86688 Marxheim (DE)

(74) Vertreter:
E. Blum & Co. AG Patent- und Markenanwälte VSP,
Vorderberg 11
8044 Zürich (CH)

(54) **Hubkolbenbrennkraftmaschine mit einem Abgasturbolader mit Absorptionsschalldämpfer.**

(57) Um bei einer Hubkolbenbrennkraftmaschine, insbesondere Grossdiesel-Motor, mit wenigstens einem Abgasturbolader dessen Ladeluftausgang (13) mittels einer Verbindungsleitung mit einem nachgeordneten Ladeluftkühler verbunden ist, und dem Mittel in Form eines Absorptionsschalldämpfers zur Reduktion von Schallemissionen zugeordnet sind, den Schalldämpfer mit einfachen und kostengünstigen Mitteln so zu verbessern, dass einerseits eine einfache und kompakte Bauweise der Schallbekämpfungsmassnahmen erhalten bleibt und andererseits dennoch auch eine hohe Dämpfungswirkung sowie eine lange Lebensdauer zu erreichen, jedoch ohne die Austragungen eines porösen Materials in Kauf zu nehmen, ist vorgesehen, dass wenigstens in einem strömungsführenden Element des Abgasturboladers der Absorptionsschalldämpfer (21) integriert ist, derart dass eine den zugeordneten Strömungskanal begrenzende, als akustisch durchlässiger Austragsschutz (23) ausgebildete innere Rohrwandung vorgesehen ist, die von einem Aussenrohr (24) mit radialem Abstand etwa koaxial umfasst wird, so dass mindestens eine Ringkammer (25) ausgebildet wird, die mit einem Absorptionswerkstoff aus Aramidfasern (hergestellt aus poly-(Paraphenylen-Terephthalamid), auch Kevlar genannt, Markenname von DuPont) ausgefüllt ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Hubkolbenbrennkraftmaschine, insbesondere einen Grossdieselmotor mit wenigstens einem Abgasturbolader, dessen Ladeluftausgang mittels einer Verbindungsleitung mit einem nachgeordneten Ladeluftkühler verbunden ist, und dem Mittel zur Reduktion von Schallemissionen zugeordnet sind.

[0002] Bei aufgeladenen Hubkolbenbrennkraftmaschinen werden durch den Verdichter des Turboladers Pulsationen erzeugt und in die Ladeluftleitung übertragen. Die dadurch entstehenden Geräusche werden durch das Gehäuse des Ladeluftkühlers verstärkt, das wie ein Resonanzboden wirkt.

[0003] Lange wurde versucht, die Emission des im Abgasturbolader entstehenden Schalls durch eine Schallisolation besonders gefährdeter Elemente zu reduzieren. Dabei ist davon auszugehen, dass eine Schallisolation von Leitungen bzw. Gehäusen nur dann brauchbare Ergebnisse erbringen kann, wenn diese Isolation auf der ganzen Länge der Leitungen bzw. auf der ganzen Oberfläche der Gehäuse angebracht werden kann. Dies ist jedoch vielfach bereits aus baulichen Gründen nicht möglich. Die Schallisolation besteht nämlich aus einer vergleichsweise dicken Dämmmaterialschicht, die mit einem Blech ummantelt ist. Dies erfordert viel Bauraum, der oft nicht vorhanden ist. Ausserdem erfordert die Anbringung einer Schallisolation einen vergleichsweise hohen Aufwand, da die gefährdeten Leitungen etc. in der Regel schlecht zugänglich sind. Ein weiterer, ganz besonderer Nachteil ist darin zu sehen, dass sich das Dämmmaterial bei hohen Temperaturen, die im Bereich seines Abgasturboladers auftreten, leicht zersetzen kann, so dass nach einer bestimmten Zeit die Isolationswirkung abnimmt.

[0004] Aus diesen Gründen wurde bereits in der DE 19 818 873 C2 eine Lösung vorgestellt, bei der wenigstens ein strömungsführendes Element des Abgasturboladers mit wenigstens einem auf dem Prinzip eines Helmholtzresonators beruhenden Schalldämpfer versehen ist, der wenigstens eine Kammer enthält, die durch ein Lochblech vom zugeordneten Strömungskanal getrennt ist, dessen Lochgeometrie an die Wellenlänge der zu erwartenden Schallwellen angepasst ist und dessen Lochanteil in einem Bereich von etwa 0,5% bis 1,5% liegt.

[0005] Der nach dem Helmholtz-Prinzip arbeitende Schalldämpfer kann trotz kompakter Bauweise viel Schallenergie absorbieren. Im Bereich jedes Lochs des Lochblechs ergibt sich nämlich praktisch ein Feder-, Masse-, Schwingungssystem, indem die sich im Loch befindliche Fluidmasse bei einer Anregung durch eine Schallwelle schwingt, wobei das in der Kammer sich befindende Fluidvolumen als Feder wirkt. Aufgrund der starken Reibung, die sich an den Lochwänden, bei denen ein Lochanteil bezüglich des Lochbleches in einem Bereich von etwa 0,5% bis 1,5% vorgesehen ist, ergibt, resultiert eine starke Dämpfung. Da der Schalldämpfer in radialer Richtung, d.h. Lotrecht zum Lotblech, vergleichsweise wenig Bauraum benötigt, ist in vorteilhafter Weise eine Anordnung des Schalldämpfers nicht nur im Bereich peripherer Leitungen und Gehäuse etc. möglich. Vielmehr ist auch ein Einbau direkt in den Abgasturbolader möglich.

[0006] Ebenfalls beispielsweise aus der DE 3 531 353 C2 sind bereits Absorptionsschalldämpfer, die zwischen Turbolader und Ladeluftkühler integriert sind, bekannt geworden. Dabei ist ein Einlassstutzen zum Anschluss des Ladeluftkühlers an den Lader vorgesehen, in den eben der Absorptionsschalldämpfer eingesetzt ist und ein rohrförmiges Schallabsorptionselement aus einem elastischen, porösen Material und einem zylindrischen, mit Öffnungen versehenen Innenrohr aus einem zähelastischen Werkstoff umfasst.

[0007] Als Material für das Absorptionselement hat sich offenporiger Schaumstoff bewährt. Auch werden bereits für diesen Zweck Mineralstoffe, bzw. glasartige Glasfaserverbindungen mit einem Silicatanteil verwendet.

[0008] Dieses Material ist sehr porös und hat somit den Nachteil, dass durch die hohe Strömungsgeschwindigkeit der Ladeluft es zu Austragungen dieses porösen Materials kommen kann, die sich in den feinen Kühlrippen des Ladeluftkühlers ablagern können. Zur notwendigen Reinigung ist dann ein aufwändiger Ladeluftkühlerausbau erforderlich und eine Reinigung in Säurebädern durchzuführen, was wiederum aufwändig und sehr unbeliebt ist.

[0009] Hiervon ausgehend ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Anordnung eingangs erwähnter Art mit einfachen und kostengünstigen Mitteln so zu verbessern, dass einerseits eine einfache und kompakte Bauweise der Schallbekämpfungsmassnahmen erhalten bleibt, ohne die Lösung mit einem Resonanzschalldämpfer verwenden zu müssen und andererseits dennoch auch eine hohe Dämpfungswirkung sowie eine lange Lebensdauer zu erreichen, jedoch ohne die oben bezeichneten Nachteile, insbesondere die Austragungen eines porösen Materials in Kauf zu nehmen.

[0010] Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

[0011] Dadurch dass wenigstens in einem strömungsführenden Element des Abgasturboladers der Absorptionsschalldämpfer integriert ist, derart dass eine den zugeordneten Strömungskanal begrenzende, als akustisch durchlässiger Ausstragsschutz ausgebildete innere Rohrwandung vorgesehen ist, die von einem Aussenrohr mit radialem Abstand etwa koaxial umfasst wird, so dass mindestens eine Ringkammer ausgebildet wird, die mit einem Absorptionswerkstoff aus Aramidfasern (hergestellt aus poly-(Paraphenyl-terephthalamid), auch Kevlar genannt, Markenname von DuPont) ausgefüllt ist, ist eine gute Schallabsorption im oberen Frequenzbereich >1 kHz gewährleistet.

[0012] Aramidfasern haben etwa die gleiche Festigkeit wie Glasfasern (Dichte $1,44 \text{ g/cm}^3$, Zugfestigkeit ca. 2.800 N/mm^2), sind aber wesentlich zäher, sprich: Sie lassen sich wesentlich stärker dehnen bis zum Versagen. Sie sind organische Chemiefasern auf der Basis aromatischer Polyamide.

[0013] Dieser Absorptionsschalldämpferwerkstoff hat eine hohe Resistenz gegenüber mechanischer Materialaustragung (z.B. durch hohe Strömungsgeschwindigkeit). Durch Abrieb entstehen zwar Feinststaubpartikel, diese können aber z.B. mittels Industriestaubsauger leicht beseitigt werden. Es sind keine Spezialmaschinen oder die unbeliebte Reinigung mittels Säurebädern mehr erforderlich.

[0014] Des Weiteren ist die Faser weitgehend unempfindlich gegenüber Chemikalien und schwer entflammbar, besitzt also eine Temperaturbeständigkeit (Verkohlung bzw. Pyrolyse erst oberhalb ca. 300°C), damit ist ein Aufschmelzen oder Verbacken des Dämmwerkstoffs ausgeschlossen, da normalerweise kein Abgasturbolader-Rohr die Temperatur von 250°C überschreitet.

[0015] Ausserdem ist die Aramidfaser beständig (also langlebig) und bakteriell kaum abbaubar. Dies ist von unschätzbarem Wert im Falle des Auftretens von Kondenswasser.

[0016] Ein Ausführungsbeispiel soll anhand der Zeichnung im Folgenden erläutert werden. In der nachstehend beschriebenen Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine Ansicht eines mit einem Abgasturboladers versehenen Grossdiesel-Motors,

Fig. 2 einen Schnitt durch die mit einem erfindungsgemässen Schalldämpfer versehene, an den Ladeluftausgang des Abgasturboladers anschliessende Rohrleitung.

[0017] Der der Fig. 1 zugrundeliegende Grossdiesel-Motor 1 besitzt mehrere, reihenförmig angeordnete Zylinder 2, deren Abgasauslass 3 an ein über alle Zylinder 2 sich erstreckendes Abgassammelrohr 4 angeschlossen ist. Vom Abgassammelrohr 4 führt eine Abgasleitung 5 zu einem Abgasturbolader 6, der eine durch das Abgas antreibbare Turbine 7 und einen von dieser antreibbaren Verdichter 8 zur Bereitstellung von den Zylindern 2 zuführbarer Ladeluft enthält. Die Abgasleitung 5 ist an den Ansaugstutzen 9 der Turbine 7 angeschlossen. Der Abströmstutzen 10 der Turbine 7 mündet in einen kanalartigen Abströmkanal 11.

[0018] Dem Verdichter 8 des Abgasturboladers 6 ist ein Ladeluftkühler 12 nachgeordnet, der über eine Leitungsverbindung mit dem Druckstutzen 13 des Verdichters 8 verbunden ist. Diese Leitungsverbindung besteht hier aus einem an den Druckstutzen 13 anschliessenden Rohr 14 und einem hieran anschliessenden, in den Ladeluftkühler 12 einmündenden Diffusor 15.

[0019] Im Abgasturbolader 6, insbesondere im Verdichter 8 des Abgasturboladers 6, entstehen Schallwellen, die sich in Strömungsrichtung des strömenden Mediums, also in der Luft bzw. im Abgas ausbreiten und daher dem Abgasturboladers 6 nachgeordnete Bauelemente zu Schwingungen und damit zu Schallemissionen anregen können. Um dem entgegenzuwirken, ist im Bereich des Abgasturboladers 6 wenigstens ein Schalldämpfer vorgesehen, der Schall dämpft. Der genannte Schalldämpfer kann auch in den Abgasturbolader 6 integriert sein. Da sich der Schall in Strömungsrichtung ausbreitet kommen hierfür in erster Linie die vom Abgasturbolader 6 wegführenden Leitungen in Frage. Hierbei handelt es sich um rohrförmige Elemente, was den Einbau des Schalldämpfers erleichtert.

[0020] Da der Verdichter 8 des Abgasturboladers 6 eine Hauptlärmquelle darstellt und der hier entstehende Lärm in Strömungsrichtung ausbreitet, werden bereits gute Ergebnisse erreicht, wenn im Bereich der an den Druckstutzen 13 des Verdichters 8 anschliessenden Leitungsverbindung zum Ladeluftkühler 12 ein Schalldämpfer erfindungsgemässer Art vorgesehen ist. Dieser kann in besonders bevorzugter Weise dem Rohr 14 zugeordnet sein, weshalb in Fig. 1 das Rohrteil 14 gestrichelt dargestellt ist.

[0021] Zusätzlich oder alternativ kann auch der Diffusor 15 mit einem derartigen Schalldämpfer versehen sein. Dabei ist davon auszugehen, dass die Wirkung umso höher ist, je länger der Schalldämpfer ist. Auf Grund der oben vorgeschlagenen, verdichternahen Positionierung des Schalldämpfers wird eine Beaufschlagung im nachgeordneten Elemente mit Schallwellen reduziert, so dass dort eigene Schallbekämpfungsmassnahmen evtl. entfallen können. Dies gilt insbesondere für das Ansaugsystem des Dieselmotors 1.

[0022] Die Fig. 2 zeigt einen Abschnitt des mit einem erfindungsgemässen Schalldämpfer 21 versehenen Rohrs 14. Der Schalldämpfer 21 besitzt eine den Strömungskanal 22 begrenzende, als akustisch durchlässiger Austragsschutz ausgebildete innere Rohrwandung, die in besonders vorteilhafter Weise als Lochblech 23 ausgeführt ist. Diese wird von einem mit radialem Abstand angeordneten Aussenrohr 24 im Wesentlichen coaxial umfasst. Zwischen Lochblech 23 und Aussenrohr 24 ergibt eine Kammer 25, die mit dem erfindungsgemässen Absorptionswerkstoff ausgefüllt ist. Es ist eine über die ganze Länge des Schalldämpfers durchgehende und mit dem Absorptionswerkstoff ausgefüllte Kammer 25 vorgesehen. Natürlich sind auch unterteilte und ausgefüllte Kammern vorstellbar.

[0023] Der erfindungsgemäss verwendete Absorptionswerkstoff benötigt die innenliegende Lochblechwandung 23 als mechanischen Schutz vor der Strömung. Diese Schutzvorrichtung hat zwar eine unerwünschte Durchmesserergrösserung der Wandung des strömungsführenden Bauteils zur Folge, dies ist jedoch an besonders vorteilhaft ausgewählten Bereichen tolerierbar.

[0024] So kann vorteilhaft ein an den Ladeluftausgang 13 des Abgasturboladers 6 anschliessendes Rohr 14 mit dem Absorptionsschalldämpfer 21, oder ein in den Ladeluftkühler 12 einmündender Diffusor 15 mit dem Absorptionsschalldämpfer 21, oder der den Ladeluftausgang 13 bildende Druckstutzen des Verdichters 8 des Abgasturboladers 6 mit dem Absorptionsschalldämpfer versehen sein.

[0025] Alternativ oder zusätzlich zum beschriebenen, dem Rohr 14 zugeordneten Schalldämpfer 21, kann natürlich auch noch weiteren strömungsführenden Elementen innerhalb des Abgasturboladers 6 oder im Bereich seiner Peripherie ein Schalldämpfer erfindungsgemässer Art zugeordnet sein.

Patentansprüche

1. Hubkolbenbrennkraftmaschine, insbesondere Grossdiesel-Motor, mit wenigstens einem Abgasturbolader (6), dessen Ladeluftausgang (13) mittels einer Verbindungsleitung mit einem nachgeordneten Ladeluftkühler (12) verbunden ist, und dem Mittel in Form eines Absorptionsschalldämpfers zur Reduktion von Schallemissionen zugeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens in einem strömungsführenden Element des Abgasturboladers der Absorptionsschalldämpfer (21) integriert ist, derart dass eine den zugeordneten Strömungskanal begrenzende, als akustisch durchlässiger Austragsschutz (23) ausgebildete innere Rohrwandung vorgesehen ist, die von einem Aussenrohr (24) mit radialem Abstand etwa koaxial umfasst wird, so dass mindestens eine Ringkammer (25) ausgebildet wird, die mit einem Absorptionswerkstoff aus Aramidfasern ausgefüllt ist.
2. Hubkolbenbrennkraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein an den Ladeluftausgang (13) des Abgasturboladers (6) anschliessendes Rohr (14) mit dem Absorptionsschalldämpfer (21) versehen ist.
3. Hubkolbenbrennkraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein in den Ladeluftkühler (12) einmündender Diffusor (15) mit dem Absorptionsschalldämpfer (21) versehen ist.
4. Hubkolbenbrennkraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der den Ladeluftausgang (13) bildende Druckstutzen des Verdichters (8) des Abgasturboladers (6) mit dem Absorptionsschalldämpfer versehen ist.
5. Hubkolbenbrennkraftmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der akustisch durchlässige Austragsschutz (23) als Lochblech ausgeführt ist.

