



Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

209 675

Int.Cl.³

3(51) F 02 M 31/08

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP F 02 M/ 2420 471

(22) 29.07.82

(44) 16.05.84

71) KOMBINAT VEB FAHRZEUGELEKTRIK RUHLA, FORSCHUNGSZENTRUM, RUHLA, DD
72) ZOEPHEL, WOLFGANG; DD;

54) **SCHLITZGESTEUERTE 2-TAKT-BRENNKRAFTMASCHINE**

57) Die Erfindung betrifft die Gemisch- beziehungsweise Verbrennungsluftvorwärmung und die Abgasbeimischung in schlitzgesteuerten 2-takt-Otto- und Dieselmotoren. Das Ziel der Erfindung besteht darin, bei den genannten 2-takt-Brennkraftmaschinen in allen Lastbereichen den thermischen Wirkungsgrad zu erhöhen, Kraftstoff einzusparen, die Abgasemission zu senken und den Verbrennungsablauf zu optimieren. Die Aufgabe besteht darin, bei 2-takt-Brennkraftmaschinen Wärmeenergie der Abgase auf die Frischladung zu übertragen, ohne den Füllgrad zu verschlechtern. Die Frischladung wird beispielsweise dem Kurbelgehäuse entnommen und anschließend vorgewärmt. Figur 1

Titel der Erfindung

Schlitzgesteuerte 2-takt-Brennkraftmaschine

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft die Gemisch- beziehungsweise Verbrennungsluftvorwärmung und die Abgasbeimischung in schlitzgesteuerten 2-takt-Otto- und Dieselmotoren.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Um den Füllgrad in Saugmotoren zu erhöhen, wurde bisher das angesaugte Kraftstoff-Luft-Gemisch bei 2-takt-Ottomotoren ohne Benzineinspritzung oder die Verbrennungsluft bei 2-takt-Ottomotoren mit Benzineinspritzung beziehungsweise bei 2-takt-Dieselmotoren möglichst gekühlt mit dem Ziel, die Leistung der Brennkraftmaschinen zu erhöhen.

In den weiteren Ausführungen wird "Kraftstoff-Luftgemisch beziehungsweise Verbrennungsluft" mit "Frischladung" bezeichnet.

Es sind Brennkraftmaschinen bekannt, die von Hand oder über Regeleinrichtungen (beispielsweise Thermostat oder Unterdruck) in der Phase des Kaltlaufes, vornehmlich im Winterbetrieb, eine Gemisch- oder Verbrennungsluftvorwärmung unter Ausnutzung der Abgas- oder der Kühlwasserwärme ermöglichen.

Diese Einrichtungen verkürzen lediglich das Warmlaufen des Motors. Bei zu langer Zuschaltung wird der Füllgrad der Arbeitszylinder verschlechtert und die Motorleistung gemindert.

In der DE 29 36 127 wurden Möglichkeiten der Wirkungsgradverbesserung für Hub- und Rotationskolbenmotoren untersucht, die im Resultat aber nur auf die Erwärmung des Kraftstoffes in der Druckleitung bei Dieselmotoren hinzielen, um den Zündverzug bei Direkteinspritzung zu beseitigen.

In der DE 28 15 701 wird eine fremdgezündete Brennkraftmaschine mit Vorwärmung der Frischladung durch Abwärme der Brennkraftmaschine, mit getrennter Dosierung für den unteren Teillastbereich und den oberen Lastbereich durch getrennte Zuführkanäle beschrieben.

Die Aufheizung der Frischladung durch die Abwärme der Brennkraftmaschine nur im unteren Teillastbereich stellt einen Kompromiß dar, der im Lastbereich zu unvermeidbaren Leistungsminderungen führen würde.

Als Mangel stellt sich heraus, daß man bei 4-takt-Motoren nur im unteren Teillastbereich, nicht aber im Last- oder Vollastbereich Wärme der Frischladung im Sinne der Verbesserung des thermischen und Nutzwirkungsgrades der Brennkraftmaschine zuführen kann, weil sonst aufgrund der Volumenvergrößerung keine ausreichende Füllung der Arbeitszylinder gewährleistet wird.

Eine Reihe von Patenten beinhaltet die Abgasrückführung vom Abgaskanal in das Ansaugsystem der Brennkraftmaschine und dazu erforderliche Regelsysteme (zum Beispiel DE 23 39 626; 27 10 688; 27 10 761; 27 04 721; 26 21 533).

Als Nachteil haftet diesen Systemen an, daß ebenfalls im Sinne der Leistungserhaltung der Brennkraftmaschine und der Erhaltung des gewünschten Füllgrades das Abgas möglichst gekühlt zugeführt wird. Damit erreicht man lediglich eine Absenkung der Verbrennungstemperatur und damit eine Senkung des Anteiles schädlicher Stickoxide im Abgas.

Auf eine bessere Durchwirbelung und damit Gemischbildung muß verzichtet werden.

Herkömmliche schlitzzgesteuerte 2-takt-Brennkraftmaschinen haben auch den Nachteil, daß die Wandung der Arbeitszylinder neben dem Ein- und Auslaß durch meist mehrere Überströmkanäle unterbrochen beziehungsweise ausgespart ist. Neben den Nachteilen bei der Herstellung solcher Zylinder ist auch der Kolben teilweise ungenügend geführt. Außerdem müssen Kompromisse bei der Anordnung und Formgebung der einzelnen Schlitze gefunden werden. Eine dadurch entstandene annähernd quadratische Form des Auslaßschlitzes bewirkt beispielsweise ein sehr frühes Öffnen des Zylinders und dadurch Unterbrechnung des Arbeitstaktes, was zur Verschlechterung des Wirkungsgrades führt.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, in allen Lastbereichen insbesondere schlitzzgesteuerter 2-takt-Brennkraftmaschinen den thermischen Wirkungsgrad zu erhöhen, Kraftstoff einzusparen, den Anteil giftiger Abgase zu senken und gleichzeitig durch eine innige Gemischbildung Güte und Ablauf der Verbrennung weiter zu optimieren.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, in allen Lastbereichen der 2-takt-Brennkraftmaschinen Wärmeenergie der Abgase auf die Frischladung zu übertragen, ohne den Füllgrad in den Arbeitszylindern zu verschlechtern und die Gemischbildung beziehungsweise Luftaufbereitung in allen Lastzuständen weiter zu optimieren. Dieser Vorgang soll durch die Abgasbeimischung unterstützt werden. Zur Lösung dieser Aufgabe wird die Eigenschaft der 2-takt-Brennkraftmaschinen ausgenutzt, daß bereits vor dem Ladungswechsel die Frischladung in ihrer Menge und im Volumen, beispielsweise im Kurbelgehäuse, abgeteilt und vorverdichtet festliegt.

Aufgrund dieser Merkmale kann die Frischladung dem Kurbelgehäuse oder anderen Vorverdichtungseinrichtungen entnommen werden, um sie anschließend vorzuwärmen. Damit ist im Gegensatz zu bisher bekannten Lösungen die Frischladungsvorwärmung unabhängig vom jeweiligen Lastbereich der Brennkraftmaschine möglich, ohne daß der Füllgrad und damit die Leistung negativ beeinträchtigt werden.

So ist es beispielsweise auch möglich, die Frischladung ohne Unterscheidung in einzelne Lastbereiche in nur einem Zuführkanal zu erwärmen.

Die Erwärmung der Frischladung erfolgt im Gegenstromprinzip in einem getrennten Kanal für die Zuführung der Frischladung, der innerhalb des Abgaskanals verläuft und/oder mit diesem eine gemeinsame Wandung zum Wärmeaustausch hat.

In der jeweilig gewählten Anordnung können Abgas- und Zuführkanal bis zum Arbeitszylinder führen beziehungsweise dort ihren Ursprung nehmen, so daß im Arbeitszylinder Öffnungen entstehen, die dem Querschnitt des Abgas- und Zuführkanals entsprechen.

Besonderes Kennzeichen für schlitzzgesteuerte 2-takt-Brennkraftmaschinen, die nach dem der Erfindung zugrundeliegenden Prinzip arbeiten, sind somit kombinierte Ein-Auslaßschlitze. Innerhalb des Auslaßschlitzes befindet sich zweckmäßigerweise die in sich geschlossene Öffnung des Einlaßkanals, der Einlaßschlitz, wobei verschiedene Anordnungen der Öffnungen zueinander möglich sind.

Die Vorwärmung der Frischladung führt zu keiner Volumenvergrößerung, aber zu einem Druckanstieg. Die unter Druck stehende Frischladung wird mit entsprechend hoher Geschwindigkeit aus dem Einlaßschlitz gepreßt. Dabei wird der Ladungswechsel unterstützt und eine intensive Gemischbildung gefördert.

Als weiterer besonderer Effekt ist hervorzuheben, daß mit dem Austritt der unter Druck stehenden Frischgase aus dem Zuführkanal in den Arbeitszylinder eine Entspannung und ein weiterer Temperaturanstieg verbunden sind, wobei eine weitere Verdampfung des Kraftstoffes erfolgt. Dampfförmiger Kraftstoff sichert eine ebenfalls intensive Gemischbildung als Voraussetzung einer optimalen Verbrennung. Diese Vorgänge können durch besondere Formgebung und Anordnung der Schlitze unterstützt werden. So kann es beispielsweise vorteilhaft sein, wenn die Öffnung des Einlaßschlitzes zur gegenüberliegenden Zylinderwand in Höhe des Zylinderkopfes gerichtet ist.

Die Einmündung des Einlaßschlitzes innerhalb des Bereiches des Auslaßschlitzes bewirkt, daß die Abgase schon beim Verlassen des Arbeitszylinders gekühlt werden, wodurch die thermische Belastung der Brennkraftmaschine in diesem Bereich verringert wird. Gleichzeitig geht damit eine Verringerung der Schallemission einher. Der durch die Abgase verursachte Schall kann unmittelbar an seiner Entstehungszone weiter minimiert werden, wenn jeder Abgaskanal zusätzlich schallgedämpft wird.

Die Anwendung des der Erfindung zugrundeliegenden kombinierten Ein-Auslaßschlitzes gestattet, auf die herkömmlichen Überströmkanäle, die hohe Drosselverluste bewirken, zu verzichten. Damit wird die Anzahl der bisher im Zylinder vorhandenen Öffnungen wesentlich verringert. Dadurch können nicht nur die Arbeitszylinder vereinfacht werden, sondern es verbessert sich auch die Kolbenführung und die Kühlung des Zylinders wird homogener. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, nur einen Teil der Frischgase beziehungsweise Frischluft im Zuführkanal durch den Abgaskanal zu führen und zu erwärmen, während man den Rest der Frischladung über einen oder mehrere herkömmliche Überströmkanäle direkt dem Arbeitszylinder zuführt. Diese Anordnung kann vorteilhaft für den Ladungswechsel sein.

Die im Einlaßkanal unter Druck stehende, erwärmte Frischladung tritt mit hoher Geschwindigkeit aus und reißt dabei injektorförmig heiße Abgase in den Arbeitszylinder zurück. Die so bewirkte Abgasbeimischung unterscheidet sich von bekannten Abgasrückführungseinrichtungen dadurch, daß die Abgase den Arbeitszylinder noch nicht verlassen haben, daß es sich um heiße, energiereiche Abgase handelt, die der Frischladung im Arbeitszylinder beigemischt werden. Diese führen nicht zu einer Schichtung, sondern erzeugen eine hohe Turbulenz, die die Gemischbildung weiter fördert und zu einer weiteren Energieanreicherung der Frischgase führt.

Darüber hinaus ist es zur optimalen konstruktiven Auslegung möglich, die Einlaßöffnung des Einlaßkanals in den Arbeitszylinder düsenförmig zu gestalten, starre oder auswechselbare Düsen anzuordnen.

Die Düsen können bekannte Formen haben wie zum Beispiel Lavaldüsen, Kreuzstromdüsen oder andere im Versuch zu ermittelnde Formen und Querschnitte aufweisen, die vorzugsweise in Richtung Zylinderkopf auf die gegenüberliegende Zylinderwand zeigen.

Das Öffnen und Schließen des Einlaßkanals oder der Einlaßdüse(n) kann durch den auf- und abgehenden Kolben erfolgen. Bei düsenförmigem Einlaßkanal ist es zweckmäßig, hinter dem Kurbelgehäuse in den Zuführungskanal ein Flatterventil einzubauen, da sonst beim Ansaugen der Frischladung ins Kurbelgehäuse Abgase aus dem Abgaskanal die Füllung verhindern.

Durch den Wegfall der Überströmkanäle kann die Höhe des Auslaßschlitzes zugunsten seiner Breite reduziert werden, so daß der Auslaßschlitz auch bei schnellaufenden Motoren hoher Leistung bei weniger als 65° vor UT öffnet. Bei Wegfall der Überströmkanäle im Zylinderblock kann der typische 2-takt-Kolben mit Spülfenstern oder -schlitzen zugunsten eines normalen 4-takt-Kolbens ausgetauscht werden, so daß außerdem noch die Kolben und damit die Zylinderblockhöhe verringert werden können.

Desweiteren kann durch unterschiedliche Formgebung und unterschiedliche Anordnung der Ein- und Auslaßöffnungen zueinander im Rahmen der kombinierten Ein-Auslaß-Öffnung die Brennkraftmaschine in ihrem Leistungs- und Wirtschaftlichkeitsverhalten variiert werden.

Ausführungsbeispiel

Es zeigen:

- Figur 1 schematische Darstellung eines 2-takt-Ottomotors
mit Längsschnitt durch den Zuführ- und Abgas-
kanal
- Figur 2 Draufsicht auf einen kombinierten Ein-Auslaß-
Schlitz
- Figur 3 Draufsicht nach Figur 2 in anderer Anordnung
- Figur 4 Längsschnitt durch eine Einlaßdüse

Der in der Figur 1 dargestellte 2-takt-Ottomotor besteht aus dem Zylinderblock 1 mit angeflanschem Abgaskrümmmer 2 und einer Zuführleitung 3 für die Frischladung, die im Krubelgehäuse 4 ihren Ursprung hat. Im Arbeitszylinder 5 gleitet der Kolben 6.

Die Frischladung wird getrennt über die Zuführleitung 3 dem Arbeitszylinder 5 zugeführt. Dabei führt mindestens je eine Zuführleitung 3 in den entsprechenden Arbeitszylinder 5. Die Zuführleitung 3 für die Frischladung ist durch den Abgaskrümmmer 2 geführt.

Sie ist vorzugsweise durch einen Flansch 7 am Abgaskrümmmer 2 befestigt, während der Abgaskrümmmer 2 eine seitliche Öffnung 8 aufweist. Der Abgaskrümmmer 2 ist von einem Schalldämpfer 9 ummantelt. In die Zuführleitung 3 ist hinter dem Kurbelgehäuse 4 ein Flatter- oder Rückschlagventil 10 eingebaut.

Die Brennkraftmaschine kann herkömmlich Überströmkanäle 11 besitzen. Dann sind Kolben mit Spülschlitzten oder Spülfenstern 12 erforderlich.

Die Zuführleitung 3 bildet im Abgaskrümmmer 2 einen Zuführkanal 13, der getrennt vom ihn umgebenden Abgas-kanal 14 sich bis in den Arbeitszylinder 5 erstreckt und dort den Einlaßschlitz 15 bildet.

Der Zuführkanal 13 kann auch mit dem Abgaskanal 14 eine gemeinsame Wandung 22 haben.

Der Abgaskanal 14 beginnt im Arbeitszylinder 5, wo er in der Zylinderwand 16 zusammen mit dem Einlaßschlitz 15 den kombinierten Ein-Auslaß-Schlitz 17 bildet.

Die im Kugelgehäuse 4 vorverdichtete und für den betreffenden Arbeitszylinder 5 zugeteilte Frischladung gelangt durch den Zuführkanal 13 in den Arbeitszylinder 5. Während des Ladungswechsels findet nach dem Gegenstromprinzip die Abgasaufheizung der Frischladung statt.

Die Mündung des Einlaßschlitzes 15 kann sich zur Unterstützung des Spülvorganges sowohl düsenförmig verengen als auch durch entsprechende Winkelstellung den Frischladungsstrahl in Richtung der gegenüberliegenden Zylinderwand 18 zum Zylinderkopf 19 hinleiten.

Beim Austritt der Frischladung aus dem Einlaßschlitz 15 werden heiße Abgase in den Arbeitszylinder 5 injektorförmig zurückgeführt.

Sie verursachen große Turbulenzen und bewirken so eine zusätzliche intensive Gemischaufbereitung.

Da die Zuführleitung 3 außerhalb des Motorblockes verläuft, kann sie zum Vermeiden von Kondensatbildung bei kaltem Motor auf einfache Weise eine Wärmeisolierung 20 erhalten. Die herkömmlichen Überströmkanäle 11 entfallen wenn man nicht unter Umständen einen besonderen Spüleffekt erzielen will.

Wird auf die Überströmkanäle 11 verzichtet, kann man auch auf die Spülschlitze oder -fenster 12 im Kolben 6 verzichten.

In die Zuführleitung 3 ist ein Rückschlagventil 10 eingebaut, das die Frischladungsfüllung im Kurbelgehäuse 6 gewährleistet.

Die in der Figur 2 dargestellte Form des kombinierten Auslaßschlitzes 17 zeigt einen rechteckförmigen Auslaßschlitz 21 und einen in sich geschlossenen runden Einlaßschlitz 15. Der Einlaßschlitz 15 und Auslaßschlitz 21 besitzen eine gemeinsame Wandung 22. Die Wandung 23 ragt in den Auslaßkanal hinein.

Die gemeinsame Wandung 22 setzt sich im Abgaskanal 14 und im Zuführkanal 13 fort.

In dieser Anordnung wird während des Arbeitstaktes der Kolben 6 zuerst den Einlaßschlitz 15 freigeben.

Die ausströmenden Abgase treffen dann auf die im Zuführkanal 13 befindliche Frischladung, die als Puffer und Dämpfungselement dient.

Der Einlaßschlitz 15 kann ebenso einen rechteckigen oder quadratischen Querschnitt aufweisen.

Eine andere Anordnung des Einlaßschlitzes 15 und des Auslaßschlitzes 21 zeigt Figur 3.

Durch die zentrale Lage des Einlaßschlitzes 15 entstehen zwei Auslaßschlitze 21, die mit dem Einlaßschlitz 15 die geschlossene gemeinsame Wandung 24 bilden, die eine zusammenhängende Form aufweist und der besseren Kolbenführung dient.

Die Figur 4 zeigt einen Längsschnitt durch eine Einlaßdüse 25, die in ihrer Form als Lavaldüse ausgebildet ist.

Erfindungsansprüche

1. Schlitzgesteuerte 2-takt-Brennkraftmaschine mit Vorwärmung des Kraftstoff-Luftgemisches beziehungsweise der Verbrennungsluft in allen Lastbereichen der Brennkraftmaschine, mit einem oder mehreren Zuführkanälen (13) für vorverdichtetes Kraftstoff-Luftgemisch beziehungsweise die vorverdichtete Verbrennungsluft, gekennzeichnet dadurch, daß diese die Verbindung zwischen dem Kurbelgehäuse (4) oder einer anderen Vorverdichtunseinrichtung der Brennkraftmaschine und dem jeweiligen Arbeitszylinder (5) herstellen.
2. Schlitzgesteuerte 2-takt-Brennkraftmaschine, nach Punkt 1 gekennzeichnet dadurch, daß die Zuführkanäle (13) außerhalb des Zylinderblockes (1) verlaufen.
3. Schlitzgesteuerte 2-takt-Brennkraftmaschine, nach Punkten 1 und 2 gekennzeichnet dadurch, daß die Gemisch- bzw. Verbrennungsluftzuführung zum Arbeitszylinder (5) innerhalb eines Zuführkanales (13) erfolgt, der vom Abgaskanal (14) völlig umschlossen ist oder mit ihm eine gemeinsame Wandung (22) bildet, in dieser Anordnung bis zum Arbeitszylinder (5) führt und dort in entsprechenden Öffnungen in der Zylinderwand (16) des jeweiligen Arbeitszylinders (5) als kombinierter Ein-Auslaßschlitz (17) endet.
4. Schlitzgesteuerte 2-takt-Brennkraftmaschine, nach Punkten 1 - 3 gekennzeichnet dadurch, daß der Auslaßschlitz (21) den Einlaßschlitz (15) in der Zylinderwand (16) umschließt oder daß beide gemeinsame Wandungen (22) aufweisen.

5. Schlitzgesteuerte 2-takt-Brennkraftmaschine, nach Punkten 1 - 4 gekennzeichnet dadurch, daß pro Arbeitszylinder (5) ein oder mehrere kombinierte Ein-Auslaßschlitze (17) angeordnet sind.
6. Schlitzgesteuerte 2-takt-Brennkraftmaschine, nach Punkten 1 - 5 gekennzeichnet dadurch, daß die Öffnung des Einlaßschlitzes (15) auf die gegenüberliegende Zylinderwand (18) zum Zylinderkopf (19) hin gerichtet ist.
7. Schlitzgesteuerte 2-takt-Brennkraftmaschine, nach Punkten 1 - 6 gekennzeichnet dadurch, daß nur ein Anteil des Kraftstoff-Luftgemisches beziehungsweise der Verbrennungsluft durch den Zuführkanal (13) geleitet und erwärmt, der Rest direkt über einen oder mehrere herkömmliche Überströmkanäle (11) dem Arbeitszylinder (5) zugeführt wird.
8. Schlitzgesteuerte 2-takt-Brennkraftmaschine, nach Punkten 1 - 7 gekennzeichnet dadurch, daß jeder Abgaskrümmner (2) von einem Schalldämpfer (9) ummantelt ist.
9. Schlitzgesteuerte 2-takt-Brennkraftmaschine, nach Punkten 1 - 8 gekennzeichnet dadurch, daß die Öffnungen des Zuführkanals (13) im Arbeitszylinder (5) düsenförmig starr oder auswechselbar ausgebildet sind.
10. Schlitzgesteuerte 2-takt-Brennkraftmaschine, nach Punkten 1 - 9 gekennzeichnet dadurch, daß im Zuführkanal (13) für das Kraftstoff-Luft-Gemisch beziehungsweise die Verbrennungsluft ein Flatter- oder Rückschlagventil (10) eingebaut ist.

11. Schlitzgesteuerte 2-takt-Brennkraftmaschine, nach Punkten 1 - 10 gekennzeichnet dadurch, daß die Auslaßschlitze (21) im Arbeitszylinder (5) so flach gestaltet sind, daß der Auslaß auch bei Leistungsmotoren und Schnellläufern bei weniger als 65° vor dem unteren Totpunkt öffnet.
12. Schlitzgesteuerte 2-takt-Brennkraftmaschine, nach Punkten 1 - 11 gekennzeichnet dadurch, daß die Kolben (6) keine Spülfenster oder -schlitze (12) besitzen.
13. Schlitzgesteuerte 2-takt-Brennkraftmaschine, nach Punkten 1 - 12 gekennzeichnet dadurch, daß der kombinierte Ein-Auslaßschlitz (17) aus einem im weitesten Sinne rechteckigen Auslaßschlitz (21) und einem separaten Einlaßschlitz (15) besteht, der entweder teils eine gemeinsame Wandung (22) mit dem Auslaßschlitz (21) aufweist, teils in den Auslaßschlitz (21) mit der Wandung (23) hineinragt oder keine gemeinsame Wandung (22) aufweist.
14. Schlitzgesteuerte 2-takt-Brennkraftmaschine, nach Punkten 1 - 13 gekennzeichnet dadurch, daß der kombinierte Ein-Auslaßschlitz (17) aus einem zentral angeordneten Einlaßschlitz (15) oder Einlaßdüse (25) und zwei symmetrisch dazu angeordneten Auslaßschlitzen (21), die vornehmlich eine Rechteckform aufweisen, besteht, wobei die gemeinsame Wandung (22) eine zusammenhängende geschlossene Form aufweist.

"Hierzu 1 Seite Zeichnungen"

