

AT 408 255 B

(19)



**REPUBLIK
ÖSTERREICH
Patentamt**

(10) Nummer: **AT 408 255 B**

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer:

2087/94

(51) Int. Cl.⁷: **F02M 59/26**

(22) Anmeldetag:

11.11.1994

(42) Beginn der Patentdauer:

15.02.2001

(45) Ausgabetag:

25.10.2001

(56) Entgegenhaltungen:

DE 2730091A1 GB 1084198A

(73) Patentinhaber:

STEYR NUTZFAHRZEUGE
AKTIENGESELLSCHAFT
A-4400 STEYR, OBERÖSTERREICH (AT).

(72) Erfinder:

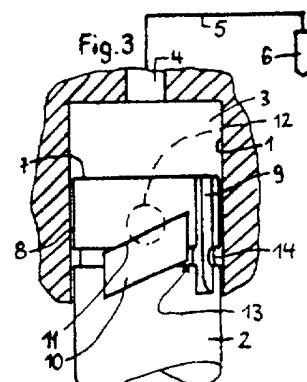
PRIESNER HELMUT DIPL.ING.
STEYR, OBERÖSTERREICH (AT).
RAMMER FRANZ DIPL.ING.
WOLFERN, OBERÖSTERREICH (AT).

(54) KRAFTSTOFFEINSPIRITSYSTEM EINER BRENNKRAFTMASCHINE

(57)

Die Erfindung betrifft ein Kraftstoffeinspritzsystem mit Einspritzpumpe, durch deren Pumpenkolben (2) über je einen Pumpenhochdruckraum (3), eine Ausgangsbohrung (4) und eine Einspritzleitung (5) Kraftstoff zu einem Einspritzventil (6) einer Brennkraftmaschine förderbar ist. Dabei weist jeder durch eine Regeleinrichtung verdrehbare Pumpenkolben (2) eine obere Steuerkante (7), eine seitliche, von letzterer abgehende achsparallele Stop- bzw. Leerlaufnut (9), eine Steuernut (10) mit oberer schräger, das Förder- und Einspritzende bestimmender Steuerkante (11) und eine Drosselstelle (13) auf. In jeden Pumpenzyylinder (1) mündet eine mit dem Niederdrucksystem kommunizierende, durch die pumpenkolbenseitigen Steuerkanten in Verbindung mit der Pumpenkolbenmantelfläche auf- und zusteuerbare Bohrung (12) ein. Dabei besteht die Erfindung darin, dass in der druckventillosen Einspritzpumpe die Verbindung vom Pumpenhochdruckraum (3) zur Einspritzleitung (5) immer uneingeschränkt kraftstoffdurchlässig und an jedem Pumpenkolben (2) eine Drosselstelle (13) in peripherer Lage mit solcher Querschnittsgröße vorgesehen ist, dass sich nach Beendigung jeder pumpenseitigen

Kraftstoffförderung zwischen Pumpenhochdruckraum (3) und Steuernut (10) sowie von dieser zum Niederdrucksystem hin ein gedrosselter, Druckwellen abbauender und eine zu starke Kraftstoffentleerung der Einspritzleitung (5) unterbindender Kraftstoffrückfluss einstellt.



Kraftstoffeinspritzsystem mit einer Einspritzpumpe, durch deren nockengesteuerte Pumpenkolben über jeweils einen Pumpenhochdruckraum, eine Ausgangsbohrung und eine daran anschließende Einspritzleitung Kraftstoff zu einem Einspritzventil Brennkraftmaschine förderbar ist, wobei jeder Pumpenkolben

- 5 - durch eine Regeleinrichtung verdrehbar ist,
- eine obere, stirnseitige Steuerkante und
- kolbenmantelseitig eine seitliche, von letzterer abgehende achsparallele Stop- bzw. Leerlaufnut sowie
- eine Steuernut mit oberer schräger, das Förder- und Einspritzende bestimmender Steuerkante und
- eine Drosselstelle aufweist,

und wobei in jeden Pumpenzylinder eine mit dem Niederdrucksystem kommunizierende, durch die pumpenkolbenseitigen Steuerkanten in Verbindung mit der Pumpenkolbenmantelfläche auf- und zusteuerbare Bohrung einmündet.

15 Die Erfindung geht aus von der DE 27 30 091 A1.

Einspritzpumpen, die nockengesteuerte Pumpenkolben aufweisen und mit Einspritzleitungen, Düsenhaltern und Einspritzdüsen das Einspritzsystem einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Dieselmotors, bilden, wurden bisher - das trifft auch beim System der DE 27 30 091 A1 zu - zur Kontrolle des hydraulischen Verhaltens nach dem Ende der Einspritzung in der Regel mit Druckventilen ausgerüstet. Diese Druckventile sind in der Einspritzpumpe räumlich zwischen Pumpenhochdruckraum und Einspritzleitung in der entsprechend ausgestalteten Pumpenhochdruckraum-Ausgangsbohrung angeordnet. Bekannt sind für solche Druckventile insbesondere folgende Bauarten:

- 25 - Gleichraumventile; das sind dichte Ventile, die nach dem Ende der Förderung die Ableitung eines bestimmten Volumens an Kraftstoff aus der Einspritzleitung zulassen,
- Gleichdruckventile; das sind dichte Ventile, die nach dem Ende der Förderung den in der Einspritzleitung eingeschlossenen Kraftstoff bis zu einem bestimmten Restdruck entlasten,
- Rückströmdrosselventile; das sind undichte Ventile, bei denen nach dem Ende der Förderung Kraftstoff durch eine Drossel aus der Einspritzleitung entweichen kann bzw. auch umgekehrt in die Einspritzleitung eingeleitet werden kann, wobei das Ventil in Förderrichtung öffnet und eine ungedrosselte Verbindung freigibt.

In solchen Einspritzsystemen wird der Einspritzvorgang von Druckwellen gesteuert, die im Leitungsweg zwischen Pumpendruckraum und Einspritzdüse hin und her laufen. Je nach Drehzahl, Förderdauer, Einspritzleitungslänge und Kraftstoffeigenschaften kann es dabei entweder zu einer völligen Trennung von vorlaufender Welle (die durch die Einspritzpumpe erzeugt wird) und rücklaufender Welle (die durch die Reflexion der vorlaufenden Druckwelle an der Einspritzdüse entsteht) oder zu einer Überlagerung der beiden Wellen kommen. In jedem Fall verbleibt nach Ende der Förderung eine bedeutende Druckwelle in der Einspritzleitung. Diese muß abgebaut werden, denn andernfalls würde die Düsenadel des Einspritzventiles ein zweites Mal öffnen, mit der Folge einer Nacheinspritzung und damit einhergehend sehr schlechten Abgas- und Verbrauchswerten. Die diesbezügliche Entlastung der Einspritzleitung wird durch besagtes Druckventil erreicht. Dieses muß so ausgestaltet sein, daß die Druckspritze der rückschlagenden Reflexionswelle hinreichend stark abbaubar ist. Dabei ist es jedoch in den meisten Lastbereichen nicht vermeidbar, daß aus der Einspritzleitung mehr Kraftstoff entlastet wird als in der Druckwelle gespeichert ist. Dies bedeutet, daß nach Abklingen der Druckwellen die Einspritzleitung nur noch teilweise mit Kraftstoff gefüllt ist. Zur Sicherstellung von stabilen Einspritzungen muß aber die Einspritzleitung vor Beginn der nächsten Einspritzung mit Kraftstoff gefüllt sein. Da die hierfür durch das Niederdrucksystem bereitgestellten Drücke in der Regel vergleichsweise niedrig sind und in der Größenordnung zwischen 1 bis 3 bar liegen, wird die Ventilnadel des Druckventiles nicht geöffnet, so daß die Rückfüllung der Einspritzleitung mit Kraftstoff nur sehr langsam erfolgen kann, was sich insbesondere im Vollastbereich nachteilig auswirkt.

Im übrigen stellen solche Druckventile sowohl wegen ihrer komplizierten Herstellung und Montage innerhalb einer Einspritzpumpe einen ganz beträchtlichen Kostenfaktor dar.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, Möglichkeiten zu schaffen, mit denen unter Verzicht auf herkömmliche Druckventile trotzdem eine sichere Kraftstoffeinspritzung erzielbar ist.

Diese Aufgabe wird bei einem Kraftstoffeinspritzsystem der gattungsgemäßen Art erfindungsgemäß entsprechend dem Kennzeichen des Anspruches 1 dadurch gelöst, daß - zum Abbau der nach Ende der pumpenseitigen Kraftstoffförderung in den Einspritzleitungen auftretenden Druckwellen sowie zur Verhinderung einer damit einhergehenden zu starken Entleerung der Einspritzleitungen - an jedem Pumpenkolben eine einen gedrosselten Kraftstoffrückfluß zwischen Pumpenhochdruckraum und Steuernut und von dieser zum Niederdrucksystem bewirkende Drosselstelle angeordnet ist.

Aufgrund des Vorsehens dieser erfindungsgemäßen Drosselstelle am Pumpenkolben kann in der Einspritzpumpe auf das Vorsehen herkömmlicher Druckventile verzichtet werden, was die Einspritzpumpe vereinfacht und eine erhebliche Herstellkostenreduzierung bedeutet. Die Herstellung der erfindungsgemäßen Drosselstelle am Pumpenkolben verursacht demgegenüber nur vernachlässigbare Mehrkosten.

Für die konkrete Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Drosselstelle gibt es verschiedene Möglichkeiten. Beispielsweise kann die Drosselstelle am Übergang zwischen Stop- bzw. Leerlaufnut und Steuernut durch eine Querschnittsverengung eingangs der Steuernut gebildet sein. Alternativ hierzu kann die Drosselstelle Teil einer am Pumpenkolben außen umlaufenden, mit der Steuernut und der Stop- bzw. Leerlaufnut kommunizierenden Ringnut sein. Diese besitzt einen wesentlich geringeren Querschnitt als die Stop- bzw. Leerlaufnut. Innerhalb dieser Ringnut ist die Drosselstelle am Übergang zwischen Stop- bzw. Leerlaufnut und umfangmäßig davon etwas entferntem Eingangsbereich der Steuernut gegeben.

In weiterer Alternative besteht beispielsweise auch die Möglichkeit, die Drosselstelle durch eine von der oberen Steuerkante des Pumpenkolbens abgehende, vorzugsweise achsparallele und an einem umfangseitigen Ende in die Steuernut ausmündende, querschnittsmäßig entsprechend bemessene Drosselnut zu bilden. In diesem Fall darf keine Kommunikationsverbindung zwischen Stop- bzw. Leerlaufnut und Steuernut bestehen. Die Stop- bzw. Leerlaufnut steht nur in Leerlaufstellung des Pumpenkolben mit dem Niederdrucksystem in Verbindung. In von der Leerlaufstellung verschiedenen Verdrehstellungen des Pumpenkolbens, dagegen erfolgt die Kommunikation zwischen Niederdrucksystem und Pumpenhochdruckraum ausschließlich über die Steuernut und die Drosselnut.

Nachstehend ist die erfindungsgemäße Lösung anhand mehrerer in der Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele noch näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

- Fig. 1 einen Vertikalschnitt durch eine Einspritzpumpe mit Pumpenkolben mit einer ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Drosselstelle,
- Fig. 2 einen Querschnitt durch die Einspritzpumpe gemäß Fig. 1,
- Fig. 3 einen Vertikalschnitt durch eine Einspritzpumpe mit Pumpenkolben mit einer zweiten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Drosselstelle,
- Fig. 4 einen Querschnitt durch die Einspritzpumpe gemäß Fig. 3,
- Fig. 5 einen Vertikalschnitt durch eine Einspritzpumpe mit Pumpenkolben mit einer weiteren Variante der erfindungsgemäßen Drosselstelle, und
- Fig. 6 einen Querschnitt durch die Einspritzpumpe gemäß Fig. 5.

In den Figuren sind gleiche bzw. einander entsprechende Teile des jeweils dargestellten Kraftstoffeinspritzsystems mit gleichen Bezeichnungen versehen, nämlich mit 1 ein Pumpenzylinder einer Einspritzpumpe, mit 2 ein darin wirkender,nockengesteuerter und durch eine Regeleinrichtung verdrehbarer Pumpenkolben, mit 3 der zugehörige Pumpenhochdruckraum, mit 4 dessen Ausgangsbohrung, mit 5 eine an letzterer angeschlossene Einspritzleitung und mit 6 ein aus letzterer mit Kraftstoff versorgtes Einspritzventil, das im Zylinderkopf einer Brennkraftmaschine eingebaut ist. Jeder Pumpenkolben 2 weist generell eine obere, stirnseitige Steuerkante 7, eine umfangseitige Mantelfläche 8, eine von der Steuerkante 7 abgehende, kolbenmantelseitig eingearbeitete Stop- bzw. Leerlaufnut 9 und eine Steuernut 10 mit oberer schräger, das Förder- und Einspritzende bestimmender Steuerkante 11 auf. Darüber hinaus mündet in jeden Pumpenzylinder 1 quer eine mit einem der Kraftstoffversorgung und -entlastung dienenden Niederdrucksystem kommunizierende Bohrung 12 ein, die durch die pumpenkolbenseitigen Steuerkanten 7, 11 in Verbindung mit der Pumpenkolben-Mantelfläche 8 abhängig von der Pumpenkolbenbewegung auf- und zusteuert ist.

Zum Zwecke des Abbaus der nach Ende der pumpenseitigen Kraftstoffförderung in den

Einspritzleitungen 5 auftretenden Druckwellen/Reflexionswellen, sowie zwecks Verhinderung einer damit einhergehenden zu starken Entleerung der Einspritzleitungen 5 ist im Ersatz bisher notwendiger Druckventile in der Einspritzpumpe gemäß der Lehre der Erfindung an jedem Pumpenkolben 2 eine Drosselstelle 13 vorgesehen, die einen gedrosselten Rückfluß von Kraftstoff zwischen Pumpenhochdruckraum 3 und Steuernut 10 und von dieser über die Bohrung 12 zum Niederdrucksystem zuläßt. Der wirksame Querschnitt der Drosselstelle ist auf den jeweiligen Anwendungsfall (Druck, Durchlaßmenge pro Zeit) angepaßt.

Dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 und 2 liegen Pumpenkolben 2 zugrunde, bei denen die Steuernut 10 seitlich von der Stop- bzw. Leerlaufnut 9 abgeht. In diesem Fall ist die Drosselstelle 13 am Übergang zwischen Stop- bzw. Leerlaufnut 9 und Steuernut 10 durch eine Querschnittsverengung eingangs der Steuernut 10 gebildet. Diese Querschnittsverengung ist vorzugsweise so realisiert, daß der Übergangsbereich zwischen den Nuten 9 und 10 eine geringere radiale Tiefe hat und sich über die ganze Höhe der Steuernut 10 oder nur einen Teil derselben erstreckt (siehe Fig. 2). Erzeugt wird diese Art der Drosselstelle durch entsprechendes Einfräsen oder Einschleifen der betreffenden Vertiefung in die Pumpenkolben-Mantelfläche 8 entweder separat oder bei Herstellung der Steuernut 10.

Beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 und 4 ist am Pumpenkolben 2 eine außen umlaufende Ringnut 14 gegeben, die sowohl mit der Steuernut 10 als auch der Stop- bzw. Leerlaufnut 9 kommuniziert und einen wesentlich geringeren Querschnitt als letztere aufweist. In diesem Fall ist die erfindungsgemäß Drosselstelle 13 Teil dieser Ringnut 14 und innerhalb dieser am Übergang zwischen Stop- bzw. Leerlaufnut 9 und umfangsmäßig davon etwas beabstandetem Eingangsbe- reich der Steuernut 10 gegeben.

Dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 5 und 6 liegen Pumpenkolben 2 zugrunde, bei denen keine Kommunikationsverbindung zwischen Stop- bzw. Leerlaufnut 9 und Steuernut 10 besteht. Die Stop- bzw. Leerlaufnut 9 steht nur in Leerlaufstellung des Pumpenkolbens 2 über die Bohrung 12 mit dem Niederdrucksystem in Kommunikation. In diesem Fall ist die Drosselstelle 13 durch eine von der oberen Steuerkante 7 des Pumpenkolbens 2 abgehende, vorzugsweise achsparallele und an einem umfangsseitigen, vorzugsweise jenem weiter von der Stop- bzw. Leerlaufnut 9 entfernten Ende der Steuernut 10 in diese ausmündende Drosselnut 15 gebildet, deren Querschnitt dem angestrebten Zweck entsprechend bemessen und wesentlich kleiner als jener der Stop- bzw. Leerlaufnut 9 ist. Ober diese Drosselnut 15 und die Steuernut 10 erfolgt auch die Kommunikation zwischen Niederdrucksystem und Pumpenhochdruckraum 3 in allen von der Leerlaufstellung verschiedenen Verdrehstellungen des Pumpenkolbens 2.

Unabhängig von der jeweiligen Ausgestaltung der Drosselstelle 13 wird deren wirksamer Querschnitt so bestimmt, daß keine wesentliche Verlangsamung des Druckabfalls nach Förderende erfolgt und daß die im Anschluß an einen Einspritzvorgang in den Einspritzleitungen 5 auftretenden sowie in den Pumpenhochdruckräumen 3 ankommenden Reflexionswellen so gedrosselt werden, daß einerseits die Einspritzleitungen nicht zu stark entleert werden, andererseits aber auch keine zweite Öffnung der jeweiligen Einspritzdüse auftreten und somit ein Nachspritzen von Kraftstoff vermieden werden kann. Die Entlastungswirkung der Drosselstelle 13 ist in jedem Fall optimal an die Verhältnisse der Brennkraftmaschine anpaßbar. Aufgrund des Vorsehens der Drosselstelle 13 und deren Bemessung sind außerdem über den gesamten Lastbereich der Brennkraftmaschine die Verhältnisse für die Wiederfüllung der Einspritzleitungen zwischen zwei Einspritzungen eindeutig definiert.

45

PATENTANSPRÜCHE:

1. Kraftstoffeinspritzsystem mit einer Einspritzpumpe, durch derennockengesteuerte Pumpenkolben (2) über jeweils einen Pumpenhochdruckraum (3), eine Ausgangsbohrung (4) und eine daran anschließende Einspritzleitung (5) Kraftstoff zu einem Einspritzventil (6) einer Brennkraftmaschine förderbar ist, wobei jeder Pumpenkolben
 - durch eine Regeleinrichtung verdrehbar ist,
 - eine obere, stirnseitige Steuerkante (7) und
 - kolbenmantelseitig eine seitliche, von letzterer abgehende achsparallele Stop- bzw.

- Leerlaufnut (9) sowie
- eine Steuernut (10) mit oberer schräger, das Förder- und Einspritzende bestimmender Steuerkante (11) und
 - eine Drosselstelle (13) aufweist,
- 5 und wobei in jeden Pumpenzylinder eine mit dem Niederdrucksystem kommunizierende, durch die pumpenkolbenseitigen Steuerkanten in Verbindung mit der Pumpenkolbenmantelfläche auf- und zusteuerbare Bohrung (12) einmündet, dadurch gekennzeichnet, daß in der druckventillosen Einspritzpumpe die Verbindung vom Pumpenhochdruckraum (3) über die Ausgangsbohrung (4) zur anschließenden Einspritzleitung (5) immer uneingeschränkt kraftstoffdurchlässig ist und daß an jedem Pumpenkolben (2) die Drosselstelle (13) in peripherer Lage mit solcher Querschnittsgröße vorgesehen ist, daß sich nach Beendigung jeder pumpenseitigen Kraftstoffförderung zwischen Pumpenhochdruckraum (3) und Steuernut (10) sowie von dieser zum Niederdrucksystem hin ein solch gedrosselter Kraftstoffrückfluss einstellt, daß die in der zum Pumpenhochdruckraum (3) hin offenen Einspritzleitung (5) auftretenden Druckwellen abbaubar und eine damit einhergehend zu starke Kraftstoffentleerung der Einspritzleitung (5) unterbindbar ist.
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 2. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Drosselstelle (13) am Übergang zwischen Stop- bzw. Leerlaufnut (9) und Steuernut (10) durch eine Querschnittsverengung eingangs der Steuernut (10) gebildet ist.
 - 3. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Drosselstelle (13) Teil einer am Pumpenkolben (2) außen umlaufenden, sowie mit der Steuernut (10) und der Stop- bzw. Leerlaufnut (9) kommunizierenden, einen wesentlich geringeren Querschnitt als letztere aufweisenden Ringnut (14) ist und innerhalb dieser am Übergang zwischen Stop- bzw. Leerlaufnut (9) und umfangmäßig davon etwas entfernten Eingangsbereich der Steuernut (10) gegeben ist.
 - 4. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Drosselstelle (13) durch eine von der oberen Steuerkante (7) des Pumpenkolbens (2) abgehende, vorzugsweise achsparallele und an einem umfangseitigen Ende in die Steuernut (10) ausmündende, querschnittsmäßig entsprechend bemessene Drosselnut (15) gebildet ist, in welchem Fall keine Kommunikationsverbindung zwischen Steuernut (10) und Stop- bzw. Leerlaufnut (9) besteht und die Kommunikationsverbindung zwischen Niederdrucksystem (Bohrung 12) und Pumpenhochdruckraum (3) in von Leerlauf verschiedenen Betriebsstellungen des Pumpenkolbens (2) ausschließlich über die Steuernut (10) und die Drosselnut (15) erfolgt.

HIEZU 1 BLATT ZEICHNUNGEN

40

45

50

55

