



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

226180

(11) (B2)

- (22) Přihlášeno 12 01 79
(21) (PV 281-79)
(32) (31)(33) Právo přednosti od 03 03 78
(P 28 09 202.6)
Německá spolková republika
(40) Zveřejněno 29 07 83
(45) Vydáno 15 03 86

(51) Int. Cl.³
F 02 B 37/00
F 02 D 23/00

- (72) Autor vynálezu HENSSLER HANS-DIETER Dr. ing., FRANKENTHAL, HASSELMANN VOLKER ing.,
WORMS, REELING PETER ing., FRANKENTHAL (NSR)
(73) Majitel patentu AKTIENGESELLSCHAFT KÜHNLE, KOPP & KAUSCH, FRANKENTHAL/PFALZ (NSR)

(54) Plnicí systém víceválcového spalovacího motoru

1

Vynález se týká plnicího systému víceválcového spalovacího motoru, který je opatřen dvěma na straně výfuku a na straně přívodu vzduchu paralelně spojenými turbodmychadly, z nichž každé má turbinu a kompresor, přičemž druhé turbodmychadlo, připojené přes zpětný ventil na plnicí potrubí, je pro spodní oblast otáček motoru odpojitelné.

Je všeobecně známo, že objemový proud, který vtéká do motoru, se u malých a rychloběžných spalovacích motorů v oblasti vysokých otáček mění v poměru od zhruba 1:5 až zhruba 1:6 v závislosti na různých provozních stavech.

Protože turbodmychadla s radiálním kompresorem nejsou vzhledem ke své tlakově objemové charakteristice schopná pokrýt celou provozní oblast takových spalovacích motorů, mohou jednak při nízkých otáčkách motoru a provozu při plném zatížení vzniknout takové provozní stavy, které jsou vlevo od čerpadlové charakteristiky kompresoru, případně od meze odtrhnutí, a jednak při vysokých otáčkách motoru a provozu při plném zatížení vpravo od charakteristiky kompresoru a meze zahlcení.

Z tohoto důvodu je obvyklé vytvářet turbodmychadla tak, aby se nepřekročila mez čerpání, případně odtržení při nízkých otáčkách motoru a při částečném, případně plném zatížení směrem vlevo.

Uspořádáním odpouštěcí regulace na kompresorové straně nebo obtokové regulace na straně turbíny se dbá o to, aby se nevytvářel při vysokých otáčkách motoru příliš vysoký plnicí tlak, který by byl motoru škodlivý. V obou případech se velmi snižuje účinnost turbodmychadla, čímž je třeba vysokého protitlaku před turbinou, aby se dosáhlo určitého plnicího tlaku.

Pro lepší přizpůsobení plnicího systému víceválcového spalovacího motoru, zejména pro lepší přizpůsobení jeho účinnosti na provozní podmínky spalovacího motoru je již známé upravení jednoduchý a řadový systém turbodmychadel, u kterého jsou alespoň na výfukové straně obě turbodmychadla paralelně spojena. Uspořádáním přídavného kompresoru u řadového turbodmychadlového systému se zajistí nucené vyplachování zabraňující samočinnému škrcení, viz například zveřejněná přihláška vynálezu NSR č. 1 576 222. Tento plnicí systém je však pro spalovací motory s velkou oblastí otáček velmi nákladný.

Jsou rovněž známa dvě turbodmychadla v paralelním zapojení s příčným spojením mezi různými skupinami plnicích potrubí, přiřazených k válcům motoru, u kterých je toto příčné spojení vytvořeno jako větrník, který tlumí výfukové rázy, viz například britský patent č. 1 164 018. U tohoto plnicího systému, vytvořeného pro pomaluběžné dieselovy motory, u kterého se předpokládá jen částečné paralelní spojení jednotlivých válců, se má přiřazením větrníku, které se uskutečňuje v závislosti na otáčkách, zajistit, aby se při nízkých otáčkách motoru pracovalo rázovým plněním a při vysokých otáčkách motoru dynamickým plněním.

Tímto známým plnicím systémem však nelze řešit výše uvedené problémy u víceválcových spalovacích motorů s velkou oblastí otáček.

U jiného známého plnicího systému jsou skupiny více válců spalovacího motoru v paralelním zapojení připojeny přes samostatná turbodmychadla ke společnému plnicímu potrubí pro všechny válce. Společné plnicí potrubí má mezi sloučenými skupinami motorových válců uzavírací ventil s výpustným otvorem pro převod dílčí části stlačeného vzduchu z nerušené části plnicího potrubí do toho úseku plnicího potrubí, ke kterému je přiřazena skupina válců motoru, v nichž dochází k poruchám. Tak se má umožnit nouzový provoz, který zabrání čerpacímu účinku dmychadla.

Pro pomaluběžné dieselovy motory je také známý plnicí systém již uvedeného druhu, viz například německý patent č. 850 965, u kterého jsou obě paralelně spojená turbodmychadla vytvořena pro podíly normálního objemu a vzduchu.

Pro nízkou oblast otáček lze jedno z turbodmychadel odpojit, takže na druhé turbodmychadlo působí příslušně větší objemový proud, takže poskytuje v nízké oblasti otáček vyšší plnicí tlak.

U tohoto plnicího systému může při nízkých otáčkách motoru při zatížení nebo v oblasti plného zatížení to turbodmychadlo, které dodává plnicí tlak, pracovat s příznivější účinností.

Ani tento známý plnicí systém však nemůže bez dalších úprav poskytovat a přizpůsobovat průběh plnicího tlaku po celé oblasti otáček a zatížení motoru tak, aby bylo možné přizpůsobit průběh plnicího tlaku při rychlé změně mezi vysokými a nízkými otáčkami provozních podmínek motoru tak, aby se v celé oblasti otáček motoru dosahovalo optimální účinnosti.

Vynález si klade za úkol vytvořit plnicí systém víceválcového spalovacího motoru s velkou oblastí otáček motoru, u kterého by se energie výfukových plynů optimálně využívala a u kterého by se dosáhlo optimálního plnění motoru v celém rozsahu otáček motoru.

Přitom se má umožnit rychlý přechod z nízkých oblastí otáček motoru do vysokých oblastí a průběh plnicího tlaku má být snadno přizpůsobitelný provozní charakteristice motoru.

Tento úkol se řeší uvedeným plnicím systémem podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že turbina pro spodní oblast otáček motoru odpojitelného druhého turbodmychadla je spojena přes obtokový ventil s výfukovým potrubím, že obtokový ventil je připojen svým ovládacím potrubím na první spojovací potrubí prvního turbodmychadla k plnicím potrubím, že ve spojovacím potrubí druhého turbodmychadla k plnicím potrubím je uspořádán výpustný

ventil, že ovládací potrubí výpustného ventilu je připojeno k odtokové části druhého spojovacího potrubí, a že výpustný ventil je uzavřen při plnicím tlaku druhého turbodmychadla stejně velkým, jako je plnicí tlak prvního turbodmychadla.

Hlavní výhody plnicího systému podle vynálezu spočívají v tom, že u malých rychloběžných spalovacích motorů s velkou oblastí otáček motoru lze při nízkých otáčkách a plném zatížení zabránit plnicímu čerpadlovému efektu.

U tohoto systému se také zabrání vytváření příliš vysokého plnicího tlaku, který by přetěžoval motor, a byl příčinou vysoké spotřeby paliva při plném zatížení, tak, jak je tomu u regulace odpouštěním při plném zatížení.

Obtoková regulace a vypouštění stlačeného vzduchu ve střední oblasti otáček umožňuje pracovat s prvním turbodmychadlem s takovou provozní charakteristikou, která má optimální účinnost v blízkosti meze odtrhnutí, přičemž se rovněž umožňuje přizpůsobovat optimálně průběh plnicího tlaku k charakteristice provozu motoru. To se umožňuje jednoduchým přizpůsobováním provozní charakteristiky obtokového ventilu.

Vynález je v dalším podrobněji vysvětlen na příkladech provedení ve spojení s výkresovou částí, kde na obr. 1 je schematicky znázorněn plnicí systém podle vynálezu pro víceválcový spalovací motor a na obr. 2 další příklad provedení plnicího systému pro víceválcový spalovací motor.

U příkladů provedení, znázorněných na výkresech, spolupracuje plnicí systém podle vynálezu se šestiválcovým spalovacím motorem 10, jehož výfuková potrubí 11 jsou sloučena a jsou spojena s paralelně spojenými turbinami, a to turbinou 13 prvního turbodmychadla 15 a turbinou 14 druhého turbodmychadla 16.

Plnicí potrubí 12 spalovacího motoru 10 jsou rovněž spojena a jsou také spojena s paralelně spojenými kompresory, a to kompresorem 17 prvního turbodmychadla 15 a kompresorem 18 druhého turbodmychadla 16.

Kompresor 17 je přitom připojen přímo na plnicí potrubí 12, zatímco ve druhém spojovacím potrubí 26 od kompresoru 18 k plnicím potrubím 12 je uspořádán zpětný ventil 19 a výpustný ventil 21.

Ve spojovacím potrubí od turbíny 16 ke sloučeným výfukovým potrubím 11 je podle obr. 1 upraven obtokový ventil 22, jehož ovládací potrubí 23 je připojeno k prvnímu spojovacímu potrubí 24, které přivádí stlačený vzduch od kompresoru 17 prvního turbodmychadla 15 do plnicích potrubí 12. Ovládací potrubí 23 k obtokovému ventilu 22 lze však, jak je to znázorněno na obr. 2, připojit rovněž k výfukovým potrubím 11, takže lze ovládat obtokový ventil 22 v závislosti na tlaku výfukových plynů víceválcového spalovacího motoru 10.

V provozu je první turbodmychadlo 15 v oblasti nízkých otáček spalovacího motoru 10 ovládáno toliko výfukovými plyny, protože obtokový ventil 22 je uzavřen. Toto první turbodmychadlo 15 je z hlediska své kompresorové charakteristiky přizpůsobeno oblasti nízkých otáček, takže se jeho čerpadlová mez, případně mez odtržení nepřekročí ani při zatížení v oblasti nízkých otáček.

První turbodmychadlo 15 pracuje samo například v oblasti otáček až do 40 % maximálních otáček motoru. Pro tuto oblast otáček nepostačí plnicí tlak ve spojovacím potrubí 24 k tomu, aby přes ovládací potrubí 23 otevřel obtokový ventil 22.

Ve střední oblasti otáček spalovacího motoru 10, která může být mezi 40 % až 65 % maximálních otáček, je obtokový ventil 22 působením plnicího tlaku kompresoru 17 prostřednictvím ovládacího potrubí 23 postupně otevírán tak, jak vzrůstají otáčky spalovacího motoru 10 a tím i objem výfukových plynů proudících výfukovým potrubím 11.

Od okamžiku otevření obtokového ventilu 22 expandují výfukové plyny vytékající výfukovým potrubím 11 nejen přes turbinu 13 prvního turbodmychadla 15, avšak také přes turbinu 14 druhého turbodmychadla 16.

Vzduch nasátý a stlačený kompresorem 18 druhého turbodmychadla 16 se nejprve vyfukuje přes výpustný ventil 21, takže druhé turbodmychadlo 16 pracuje v oblasti středních otáček spalovacího motoru 10 jako obtok.

Ovládním obtokového ventilu 22 plnicím tlakem za kompresorem 17 se dosáhne, že plnicí tlak v prvním spojovacím potrubí 24 je v oblasti středních otáček v podstatě konstantní nebo jen nepatrně vzrůstá.

Výpustné potrubí 25 výpustného ventilu 21 má takové rozměry, že kompresor 18 pracuje na v podstatě parabolické křivce kompresorové charakteristiky, která prochází blízko meze odtrhávání. Zpětný ventil 19 zabraňuje zpětnému proudění stlačeného vzduchu přes druhé turbodmychadlo 16, který se přivádí prvním spojovacím potrubím 24 z kompresoru 17 do plnicích potrubí 12. Tento zpětný ventil 19 se otevře tehdy, má-li ve vyšší oblasti středních otáček spalovacího motoru 10 druhé turbodmychadlo 16 stejný plnicí tlak jako první turbodmychadlo 15.

Tento stav je snímán prostřednictvím ovládacího potrubí 27 na výpustném ventilu 21 na straně plnicího potrubí 12, přičemž výpustný ventil 21 při tomto stavu uzavírá výpustné potrubí 25. Při uzavírání výpustného potrubí 25 vzrůstají otáčky druhého turbodmychadla 16 a tím i plnicí tlak. Tento vyšší plnicí tlak působí na zpětný ventil 19 a otevře jej, čímž druhé turbodmychadlo začne pracovat.

Pracovní nasazení druhého turbodmychadla 16 začíná u daného příkladu provedení otáček spalovacího motoru 10. Od tohoto okamžiku je první turbodmychadlo 15 a druhé turbodmychadlo 16 v plném paralelním provozu.

Při klesajících otáčkách spalovacího motoru 10 se uskutečňuje regulace v opačném sledu.

Činnosti výpustného ventilu 21 s výpustným potrubím 25 lze dosáhnout také tak, jak je to znázorněno na obr. 2, kdy druhé spojovací potrubí 26 druhého turbodmychadla 16 je spojeno přímo přes zpětný ventil 19 s plnicími potrubími 12 a na vstupu kompresoru 18 je uspořádáno vstupní rozváděcí ústrojí 30.

Toto vstupní rozváděcí potrubí 30 je přestavitelné v závislosti na plnicím tlaku, který se přivádí ovládacím potrubím 31 od plnicích potrubí 12. Tímto vstupním rozváděcím ústrojím 30 lze zajistit změnu momentu hybnosti a tak udržovat plnicí tlak v oblasti středních otáček v podstatě konstantní nebo jen nepatrně stoupající.

V tomto případě se nevypouští žádný stlačený vzduch, nýbrž objemový proud a zvýšení tlaku kompresoru 18 druhého turbodmychadla 16 se známým způsobem přizpůsobuje požadavkům.

Nastavením ovládací charakteristiky obtokového ventilu 22 a nastavením ovládací charakteristiky výpustného ventilu 21 je umožněno dosáhnout požadovaného průběhu plnicího tlaku v širokých mezích. Hlavní výhodou obtokové regulace přizpůsobené oblasti středních otáček je ta skutečnost, že ztráta energie, vznikající vypouštěním, se uskutečňuje v příznivé oblasti provozní charakteristiky spalovacího motoru 10 a při plném zatížení v horní oblasti otáček motoru pracuje první turbodmychadlo 15 a druhé turbodmychadlo 16 s optimální účinností, což se zvláště příznivě odráží na spotřebě paliva.

Ovládání obtokového ventilu 22, závislé v oblasti nízkých otáček na plnicím tlaku kompresoru 17 prvního turbodmychadla 15 umožňuje, že kompresor 18 druhého turbodmychadla 16 pracuje optimálně poblíž meze odtrhávání, čímž se spolehlivě zamezí vzniku čerpadlového efektu, což se příznivě odráží na celém plnicím systému.

Současně tak lze dosáhnout ploché charakteristiky kompresorového pole při plném zatížení, což je rovnocenné příznivějšímu tlakovému zatěžování spalovacího motoru 10.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Plnicí systém víceválcového spalovacího motoru, který je opatřen dvěma na straně výfuku a na straně přívodu vzduchu paralelně spojenými turbodmychadly, z nichž každé má turbínu a kompresor, přičemž druhé turbodmychadlo, připojené přes zpětný ventil na plnicí potrubí, je pro spodní oblast otáček motoru odpojitelné, vyznačený tím, že turbína (14) pro spodní oblast otáček motoru odpojitelného druhého turbodmychadla (16) je spojena přes obtokový ventil (22) s výfukovým potrubím (11), že obtokový ventil (22) je připojen svým ovládacím potrubím (23) na první spojovací potrubí (24) prvního turbodmychadla (15) k plnicím potrubím (12), že ve spojovacím potrubí (26) druhého turbodmychadla (16) k plnicím potrubím (12) je uspořádán výpustný ventil (21), že ovládací potrubí výpustného ventilu (21) je připojeno k odtokové části druhého spojovacího potrubí (26), a že výpustný ventil (21) je uzavřen při plnicím tlaku druhého turbodmychadla (16) stejně velkým, jako je plnicí tlak prvního turbodmychadla (15).

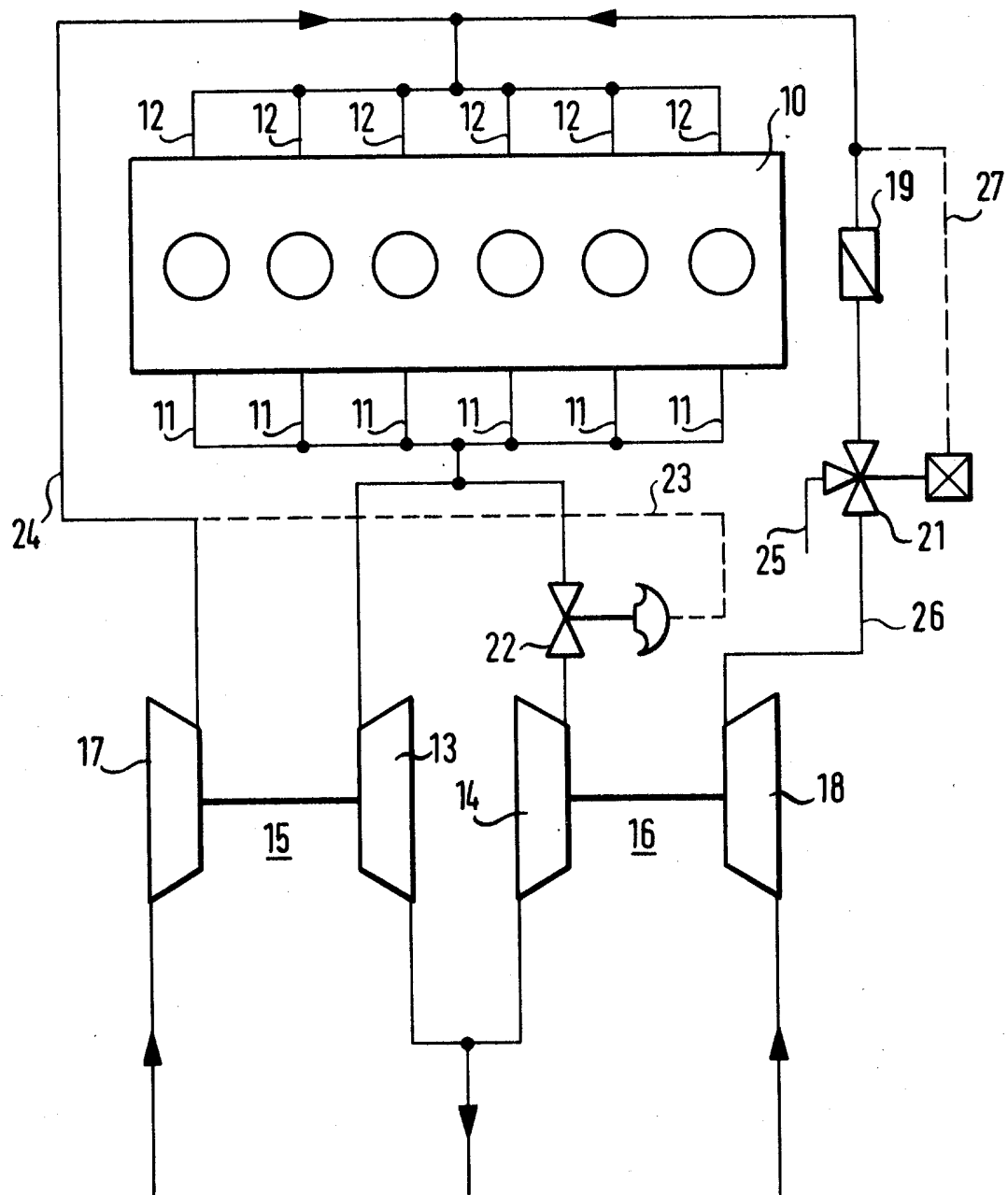
2. Plnicí systém podle bodu 1, vyznačený tím, že obtokový ventil (22) se svým ovládacím potrubím (23) je připojen k výfukovému potrubí (11).

3. Plnicí systém podle bodu 1, vyznačený tím, že druhé spojovací potrubí (26) druhého turbodmychadla (16) je vedeno přes zpětný ventil (19) k plnicím potrubím (12) a že kompresor (18) druhého turbodmychadla (16) je opatřen vstupním rozváděcím ústrojím (30), jehož ovládací potrubí (31) je připojeno k odtokové části druhého spojovacího potrubí (26) od zpětného ventilu (19) k plnicím potrubím (12).

4. Plnicí systém podle jednoho nebo několika z bodů 1 až 3, vyznačený tím, že paralelně zapojené první turbodmychadlo (15) a druhé turbodmychadlo (16) mají různé tlakové objemové charakteristiky.

2 výkresy

Obr.1



Obr. 2

