



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

205090
(11) (B2)

[51] Int. Cl.³
F 02 B 29/04

[22] Přihlášeno 06 09 77
[21] (PV 5809-77)
[32] [31] [33] Právo přednosti od 15 10 76
(13081/76) Švýcarsko
[40] Zveřejněno 31 07 80
[45] Vydáno 15 01 84

[72]
Autor vynálezu HÖRLER HANSULRICH dr., CURYCH (Švýcarsko)

[73]
Majitel patentu BBC AKTIENGESELLSCHAFT BROWN, BOVERI & CIE., BADEN
(Švýcarsko)

(54) Způsob zpětného chlazení plicního vzduchu přeplňovaného spalovacího motoru a zařízení k jeho provádění

1

Vynález se týká způsobu zpětného chlazení plicního vzduchu přeplňovaného spalovacího motoru prostřednictvím vzduchem chlazeného tepelného výměníku, přičemž se přeplňování spalovacího motoru provádí plynovým dynamickým strojem s tlakovou vlnou a plicní vzduch se do stroje s tlakovou vlnou přivádí přes vstupní otvor nízkotlakého vzduchu vzduchové skříně, opatřené sacím hrdlem. Dále se týká vynález zařízení k provádění tohoto způsobu.

Používat vzduch pro vzduchové chlazení plicního vzduchu spalovacího motoru je známo. Plicní vzduch, stlačený v turbokompresoru, proudí tepelným výměníkem do sacího systému spalovacího motoru. Před tepelným výměníkem se část stlačovaného plicního vzduchu odbočuje a rozpíná se v turbině, která je spřažena přímo s větrákem tepelného výměníku. Větrák přitom nasává okolní vzduch přes čistič, a dopravuje jej přes chladič opět do okolního ovzduší.

Podle jiného známého způsobu proudí celé množství plicního vzduchu po průchodu tepelným výměníkem turbinou, která je přímo spřažena s větrákem tepelného výměníku. Stejně tak jako u prvního známého způsobu nasává i zde větrák okolní o-

2

vzduší a dopravuje je opět přes chladič do okolí.

Hlavní nevýhoda obou uvedených způsobů spočívá v tom, že je třeba pro chlazení plicního vzduchu samostatně hnací turbíny s připojeným větrákem a že se ohřátý chladič vzduch odvádí bez dalšího využití do okolního ovzduší.

Oba uvedené způsoby chlazení se používají u spalovacích motorů, které jsou přeplňovány turbodmychadly. Tento vynález se však zabývá chlazením plicního vzduchu při přeplňování spalovacího motoru s plynovým dynamickým strojem s tlakovou vlnou. Vzhledem ke známému způsobu práce stroje s tlakovou vlnou, který bude ještě v následující části popisu krátce vysvětlen, je zpětné chlazení plicního vzduchu zvláště atraktivní, protože vzhledem k výměně tepla přes stěny komůrkového rotoru vznikají při stejných poměrech stlačování vyšší teploty plicního vzduchu než při turbodmychadle na výfukové plyny. Tím se o všem také získá ve srovnání s turboplněním při zpětném chlazení u plnění se stroji s tlakovou vlnou větší podíl stlačení.

Vynález so klade za úkol vytvořit způsob uvedeného druhu, který by bylo možno provádět bez přídavné dopravy vzduchu a bez pohyblivých součástí.

Tento úkol se řeší vynálezem, jehož podstata spočívá v tom, že celé množství čerstvého vzduchu, nasávané strojem s tlakovou vlnou, se dělí na dílčí proud vyplachovacího vzduchu a na dílčí proud plnicího vzduchu, potom protéká vyplachovací vzduch jako chladicí prostředí tepelným výměníkem a po jeho opuštění vykonává vlastní vyplachovací funkci v procesu s tlakovou vlnou, a že plnicí vzduch se po stlačení v procesu s tlakovou vlnou zpětně ochlazuje v tepelném výměníku, chlazeném vyplachovacím vzduchem.

Nehledě na vlastní výhody chlazení plnicího vzduchu, jako například zvýšení výkonu, snížení tepelných ztrát, zdokonalení mechanické účinnosti a pokles spotřeby paliva, spočívá hlavní výhoda vynálezu v tom, že vyplachovací vzduch potřebný pro proces s tlakovou vlnou lze dále užitečně zhodnotit, aniž to má nepříznivý vliv na charakteristiku stroje.

Zvláště výhodné uspořádání způsobu podle vynálezu spočívá v tom, že dílčí proud vyplachovacího vzduchu činí při používání oblasti otáček při plném zatížení spalovacího motoru alespoň 40 % množství plnicího vzduchu a že se s výhodou vyplachovací vzduch a plnicí vzduch přivádějí do procesu s tlakovou vlnou prostorově odděleně.

Hlavní výhoda tohoto uspořádání spočívá v tom, že vlastní plnicí vzduch má před stlačněním ještě nízkou sací teplotu, protože se ještě nedostal do styku s tepelným výměníkem.

Podstata zařízení k provádění způsobu podle vynálezu spočívá v tom, že vzduchová skříň stroje s tlakovou vlnou je od sacího hrdla vzduchu až ke vstupnímu otvoru nízkotlakého vzduchu rozdělena dělicí stěnou na dva kanály a že v kanálu vyplachovacího vzduchu je uspořádán tepelný výměník, který může být vytvořen jako rekuperační chladič.

Hlavní výhody tohoto uspořádání spočívají v tom, že má jen nepohyblivé prvky a že u stávajících strojů s tlakovou vlnou je třeba v případě chlazení plnicího vzduchu vyměnit toliko vzduchovou skříň.

Vynález je podrobněji vysvětlen na jednom příkladu provedení ve spojení s výkresovou částí, kde na obr. 1 je znázorněn plynový dynamický stroj s tlakovou vlnou s vestavěným tepelným výměníkem a na obr. 2 je znázorněn v rozvinutí řez válcem v polovině výšky komůrek komůrkového kola a na něj připojených částí bočních dílů skříně.

U axonometrického znázornění podle obr. 1, který zobrazuje základní konstrukci stroje s tlakovou vlnou, jsou pro lepší přehlednost z hlediska vynálezu nepodstatné části, jako například přeplňovaný spalovací motor, pohon a uložení stroje s tlakovou vlnou, plášť, který obklopuje komůrkové

kolo 1, jakož i vnější obrysy vzduchové skříně a plynové skříň zcela vynechány. Mimoto je znázorněn stroj s tlakovou vlnou pro jednoduchost zobrazen jako stroj s jedním cyklem, což je vyjádřeno tím, že jak plynová skříň na své čelní straně 2, tak i vzduchová skříň na své čelní straně 3 jsou opatřeny toliko jedním vysokotlakým a jedním nízkotlakým výtlačným otvorem, přičemž otvory plynové nejsou znázorněny. Aby bylo možné přehledněji vysvětlit funkci systému, jsou směry proudění pracovních prostředí a směr otáčení stroje s tlakovou vlnou znázorněny šipkami.

Horké výfukové plyny spalovacího motoru vstupují vstupem 4 vysokotlakého plynu do komůrkového kola 1, opatřeného axiálně přímými, po obou stranách otevřenými komůrkami 5, kde expandují a opouštějí stroj výstupem 6 nízkotlakého plynu do neznázorněného výfuku. Na vzduchové straně se nasává čerstvý vzduch sacím hrdlem 7 vzduchu, proudí vstupním otvorem 8 nízkotlakého vzduchu axiálně do komůrkového kola 1, stlačuje se v něm a opouští stroj jako plnicí vzduch výstupním otvorem 9 vysokotlakého vzduchu, odkud se přivádí do motoru kanálem 10 vysokotlakého vzduchu.

Průběh procesu, který je nutný pro porozumění vynálezu, je vysvětlen na příkladu znázorněném na obr. 2, ve kterém jsou uspořádány tytéž prvky a se stejnými vztahovými znaky jako na obr. 1. Pás komůrek, tvořený komůrkami 5, je rozvinutím válce kolem 1, které se při svém otáčení pohybuje ve směru dolů, jak je to znázorněno šipkou. Procesy s tlakovou vlnou probíhají uvnitř komůrkového kola 1 a způsobují, že se vytváří prostor 11, naplněný plynem, a prostor 12, naplněný vzduchem.

V prostoru 11, naplněném plynem, se rozpínají výfukové plyny a unikají potom výstupem 6 nízkotlakého plynu, zatímco v prostoru 12, naplněném vzduchem, se část nasátého vzduchu stlačuje a vytlačuje se do kanálu 10 vysokotlakého vzduchu. Zbývající podíl čerstvého vzduchu se komůrkovým kolem 1 vytlačuje do výstupu 6 nízkotlakého plynu a způsobuje tak úplné uniknutí výfukových plynů. Toto vyplachování je pro průběh procesu podstatné a musí zůstat zachováno za všech okolností. Důvodem k tomu je ta skutečnost, že se musí za každou cenu zabránit, aby výfukové plyny nezůstaly v komůrkovém kole 1, a tak se při následujícím cyklu nepřivedly spolu s plnicím vzduchem do spalovacího motoru. Mimoto ochlazuje vyplachovací vzduch stěny komůrek 5, které se horkými výfukovými plyny velmi silně ohřívají.

Podle vynálezu se nasává čerstvý vzduch, který nasává stroj s tlakovou vlnou, rozděluje na dílčí proud vyplachovacího vzduchu a dílčí proud plnicího vzduchu. Podíl

plnicího vzduchu se přivádí, z hlediska směru otáčení komůrkového kola 1 za podílem vyplachovacího vzduchu, přímo do komůrkového kola 1 a prochází tam procesem s tlakovou vlnou.

Vyplachovací vzduch se přivádí jako chladicí prostředí do tepelného výměníku 13, který je na obr. 2 znázorněn jen symbolicky, opouští tepelný výměník 13 s teplotou, která je větší než sací teplota, a plní potom v procesu s tlakovou vlnou svoji vyplachovací funkci. Průtok komůrkovým kolem 1 se uskutečňuje podél čárkované čáry 16, přičemž vyplachovací vzduch v nejbližším následujícím cyklu stroj opouští. Je samozřejmé, jak bude v dalším ve spojení s číselnými údaji vysvětleno, že vyplachovací vzduch má stále ještě dosti nízkou teplotu k tomu, aby ochlazoval stěny komůrek 5. Stlačovaný plnicí vzduch se potom zpětně chladí ještě předtím, než se přivede do sacího systému spalovacího motoru, a to v tepelném výměníku 13. Jaké teploty plnicího vzduchu se přitom dosáhne, závisí mimo jiné na stupni účinnosti použitého tepelného výměníku 13. Protože je třeba mimoto brát zřetel ještě na tlakové ztráty, vznikající na plochem tepelném výměníku 13, je volba chladiče vlastně problémem optimalizace, který je třeba řešit individuálně pro každý jednotlivý případ.

Příklad chlazení plnicího vzduchu při tlakovém poměru přeplňování o hodnotě 2,5 a při teplotě nasávaného vzduchu o hodnotě 20 °C představuje pro plnicí vzduch a pro vyplachovací vzduch vzrůst teploty o hodnotě 85 °C pro stupeň vyplachování o hodnotě 1, pokud je požadován plnicí vzduch o teplotě 60 °C.

Tomu odpovídá ohřátí vyplachovacího vzduchu, použitého jako chladicí prostředí, na hodnotu 105 °C, čímž může stále ještě plnit svoji chladicí funkci. Aby se dosáhlo maximálního ochlazení plnicího vzduchu s relativně malými náklady na chlazení, je žádoucí stupeň vyplachování nejméně o hodnotě 1,0. Pokud se bude vykonávat provoz s menšími zatíženími, může stupeň vyplachování vzhledem ke způsobu práce stroje s tlakovou vlnou značně klesnout. Tím může odpadnout chlazení plnicího vzduchu, což však je při částečném zatížení nežádavé, protože tepelný stav ve spalovacím motoru již nevyžaduje chlazení.

Na obr. 1 je znázorněno zařízení podle

vynálezu pro provádění způsobu chlazení. Vstup nízkotlakého vzduchu ve vzduchové skříni je od sacího hrdla 7 vzduchu až k výstupnímu otvoru 8 nízkotlakého vzduchu rozdělen dělicí stěnou 15 do dvou kanálů 14, 14a. Geometrické rozdělení proudových průřezů se dělá v závislosti požadovaného stupně vyplachování stroje s tlakovou vlnou při jmenovitém výkonu spalovacího motoru. Prostorové oddělení plnicího vzduchu od vyplachovacího vzduchu až ke vstupní rovině komůrkového kola 1 umožňuje mimoto popřípadě v budoucnu prováděnou oddělenou regulaci množství.

V kanálu 14a vyplachovacího vzduchu je uspořádán tepelný výměník 13. Ten je vytvořen například jako rekuperační chladič, ve kterém se vede chladicí prostředí v příčném proudu vzhledem k ochlazovanému pracovnímu prostředí. Uspořádání chladiče se volí tak, aby umožňovalo jednoduchou montáž nebo demontáž při údržbě.

Kanál 10 vysokotlakého vzduchu je rozdělen do dvou pásů, přičemž první část vede od výstupního otvoru 9 vysokotlakého vzduchu k tepelnému výměníku 13 a druhá část vede od tepelného výměníku 13 k sacímu systému spalovacího motoru. Stlačený plnicí vzduch se vede u takového uspořádání buď s jednoduchým vychýlením (čárkovaný směr proudění v obr. 1) nebo s vícenásobným vychýlením uvnitř chladiče v příčném proudu vzhledem k chladicímu vzduchu.

Vynález se samozřejmě neomezuje na příklad provedení, který je znázorněn na výkrese a popsán v popise. Tak je bez dalších opatření například možné takové uspořádání, že tepelný výměník není integrální částí vzduchové skříně stroje s tlakovou vlnou, nýbrž je uspořádán mimo ni. Řešení, které se zvolí, může například záviset na místě, které je k dispozici v motorovém prostoru. Dále není mimo rámec vynálezu takový chladič, který pracuje na principu protiproudu. Stejně tak hodnoty uvedené v číselném příkladu je třeba považovat toliko za zvláště příznivé provedení. Je samozřejmé, že plnicí vzduch lze bez dalšího způsobem podle vynálezu ochlazovat na teplotu, která je jen těsně nad sací teplotou. Mimoto je odborníkovi zcela jasné, že způsob podle vynálezu lze s úspěchem použít již u plnicího poměru od 1,5.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob zpětného chlazení plnicího vzduchu přeplňovaného spalovacího motoru prostřednictvím vzduchem chlazeného tepelného výměníku, přičemž přeplňování spalovacího motoru se provádí plynovým dynamickým strojem s tlakovou vlnou a plnicí vzduch se do stroje s tlakovou vlnou přivádí přes vstupní otvor nízkotlakého vzduchu vzduchové skříně, opatřené sacím hrdlem vzduchu, vyznačený tím, že celé množství čerstvého vzduchu, nasávané strojem s tlakovou vlnou, se dělí na dílčí proud vyplachovacího vzduchu a na dílčí proud plnicího vzduchu, potom protéká vyplachovací vzduch jako chladicí prostředím tepelným výměníkem a po jeho opuštění vykonává vlastní vyplachovací funkci v procesu s tlakovou vlnou, a že plnicí vzduch se po stlačení v procesu s tlakovou vlnou zpětně ochlazuje v tepelném výměníku, chlazeném vyplachovacím vzduchem.

2. Způsob podle bodu 1, vyznačený tím, že dílčí proud vyplachovacího vzduchu či-

ní při používané oblasti otáček při plném zatížení spalovacího motoru alespoň 40 % množství plnicího vzduchu.

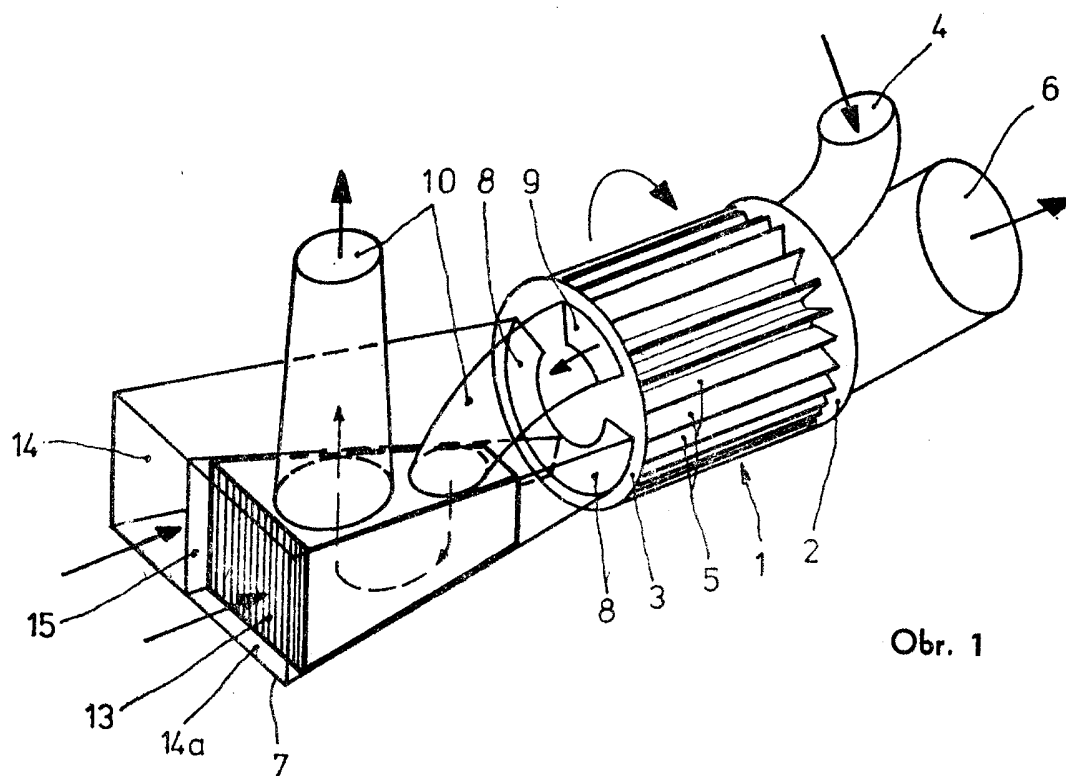
3. Způsob podle bodu 1, vyznačený tím, že vyplachovací vzduch a plnicí vzduch se přivádějí do procesu s tlakovou vlnou prostorově odděleně.

4. Způsob podle bodu 3, vyznačený tím, že vyplachovací vzduch se z hlediska průběhu procesu s tlakovou vlnou přivádí do tohoto procesu před plnicím vzduchem.

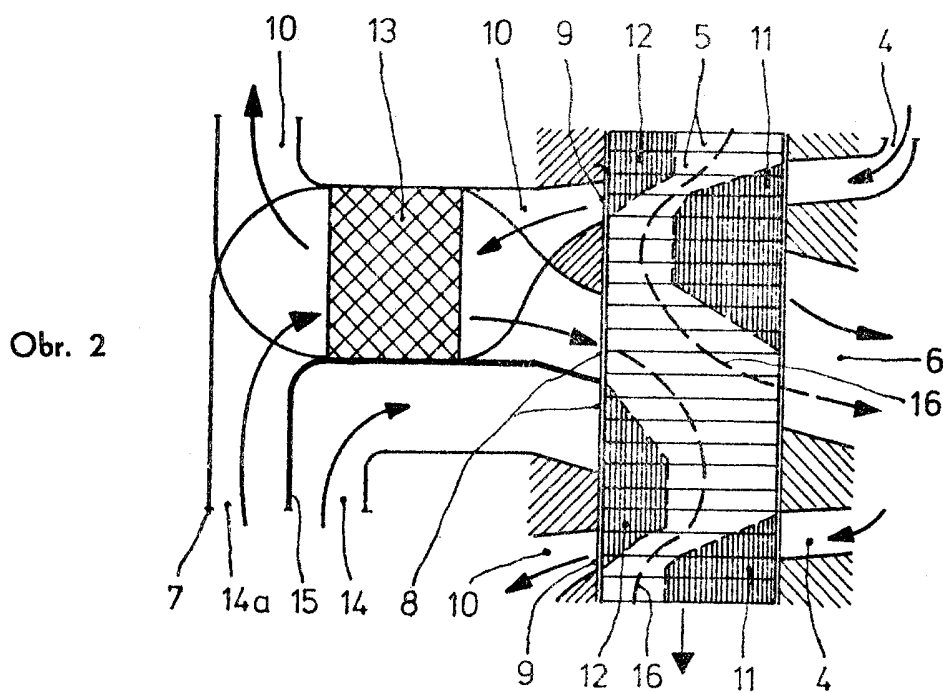
5. Zařízení k provádění způsobu podle bodu 1, vyznačené tím, že vzduchová skříň stroje s tlakovou vlnou je od sacího hrdla (7) vzduchu až ke vstupnímu otvoru (8) nízkotlakého vzduchu rozdělena dělicí stěnou (15) na dva kanály (14, 14a), a že v kanálu (14a) vyplachovacího vzduchu je uspořádán tepelný výměník (13).

6. Zařízení podle bodu 5, vyznačené tím, že tepelný výměník (13) je vytvořen jako rekuperační chladič.

1 list výkresů



Obr. 1



Obr. 2