

FEDERÁLNÍ ÚŘAD
PRO VYNÁLEZY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

273 937

(21) PV 2797-89.Y
(22) Přihlášeno 10 05 89

(40) Zveřejněno 14 08 90
(45) Vydáno 25 05 92

(11)

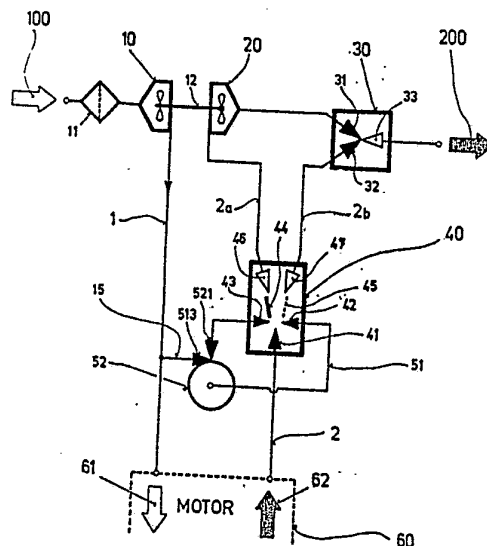
(13) B1

(51) Int. Cl.⁵
F 02 B 37/12
F 02 D 33/02
B 60 K 15/00

(75) Autor vynálezu TESAŘ VÁCLAV ing. CSc.,
TAKÁTS MICHAL ing. CSc., PRAHA

(54) Ústrojí k obtokové korekci přeplňovacího
turbodmychadla spalovacího motoru

(57) Ústrojí k obtokové korekci přeplňovacího turbodmychadla spalovacího motoru sestává z fluidického proudového rozváděcího prvku (40), opatřeného napájecí tryskou (41) a dvěma kolektory (46, 47). Ve fluidickém proudovém rozváděcím prvku (40) jsou mezi napájecí tryskou (41) a prvním kolektorem (46) a druhým kolektorem (47) umístěny dvě přídržné stěny (44, 45). Fluidický proudový rozváděcí prvek (40) je opatřen první řídicí tryskou (42) a druhou řídicí tryskou (43), které jsou orientovány proti sobě. První řídicí tryska (42) je spojena prostřednictvím zpětnovazebního kanálku (51) s vírovou komorou (52) fluidického vírového zesilovače. S vírovou komorou (52) je prostřednictvím radiální trysky (521) spojena druhá řídicí tryska (43). S vírovou komorou (52) je také prostřednictvím tangenciální trysky (513) a spojovacího potrubí (15) spojeno vzduchové potrubí (1), připojené k výstupu kompresoru (10). Ústrojí k obtokové korekci přeplňovacího turbodmychadla spalovacího motoru nalezne uplatnění v podnicích vyrábějících spalovací motory, zejména vozidlové, popřípadě podnicích vyrábějících přeplňovací turbodmychadla.



Vynález se týká ústrojí k obtokové korekci přeplňovacího turbodmychadla spalovacího motoru.

Je řešen problém přeplňování spalovacího motoru turbodmychadlem a sice úloha dosažení vhodného průběhu charakteristiky takto přeplňovaného spalovacího motoru. Pokud přeplňovací ústrojí není korigováno, je pro něj typické, že průtočná hmotnost vzduchu dopraveného tímto ústrojím do válců motoru roste s otáčkami motoru, což vede k tomu, že motor ve srovnání s nepřepřňovaným uspořádáním získá nepříznivý, strmý průběh charakteristiky. Korekce funkce se provádí tak, že po dosažení určité úrovně otáček motoru se postupně stále zvětšující část výfukových plynů vede do obtoku, který míjí turbínu turbodmychadla. U dnes vyráběných řešení provádí tento korekční zásah mechanicky přepouštěcí ventil. Některé součástky takových ventilů musí být zhotovovány ze speciálních, drahých a u nás obtížně dostupných materiálů. Přesto v mimořádně náročných pracovních podmínkách vysokých teplot a vibraací motoru vykazují tyto ventily jen omezenou životnost.

Z patentové literatury je známo výhodnější řešení s fluidickými prvky bez pohyblivých součástí. Zejména slibné se jeví řešení s rozváděcím fluidickým prvkem proudového typu, umístěným mezi výfukovým potrubím motoru a vstup turbíny turbokompresoru. Na tento vstup turbíny je připojen jeden kolektor proudového prvku, kdežto druhý kolektor je spojen s obtokem. Řídicí tryska tohoto prvku je potom napojena na vývod tlakového vzduchu z kompresoru turbodmychadla. Mezi napájecí tryskou prvku a prvním kolektorem je umístěna přídržná stěna, ke které přilne po výtoku z napájecí trysky proud výfukových plynů v důsledku Coandova jevu. Tak jsou plyny vedeny do turbíny, i když výtok vzduchu z řídicí trysky se je snaží odklonit do druhého kolektoru a tedy do obtoku. Teprve po dosažení jisté úrovně tlaku ve výtlačném potrubí kompresoru přemůže účinek výtoku z řídicí trysky jak Coandův efekt, tak hybnostní účinek výtoku z napájecí trysky. Bez účinku nějakých pohyblivých součástí se tak proud výfukových plynů po dosažení žádané úrovně překloupí ve stále rostoucí míře do druhého kolektoru a do obtoku. Přestože se toto řešení, popsané v popise vynálezu k čs. autorskému osvědčení č. 255118, jeví jako velice slibné, pokusy s ním ukázaly na jeden závažný problém. U zkoušeného provedení se k dosažení potřebného řídicího efektu muselo z výtlačného potrubí kompresoru odebírat daleko větší množství tlakového vzduchu, než se původně očekávalo. Tento značný odběr tlakového vzduchu zhoršil ovšem přeplňovací efekt a účinnost celého ústrojí.

Uvedené nedostatky odstraňuje ústrojí k obtokové korekci přeplňovacího turbodmychadla spalovacího motoru, sestávající z fluidického proudového rozváděcího prvku, opatřeného napájecí tryskou, dvěma kolektory a jednou přídržnou stěnou, podle vynálezu. Jeho podstata spočívá v tom, že ve fluidickém proudovém rozváděcím prvku jsou mezi napájecí tryskou a prvním kolektorem a druhým kolektorem umístěny dvě přídržné stěny, přičemž fluidický proudový rozváděcí prvek je opatřen první řídicí tryskou a druhou řídicí tryskou, které jsou orientovány proti sobě, a první řídicí tryska je spojena prostřednictvím zpětnovazebního kanálku s vírovou komorou fluidického vírového zesilovače, s níž je prostřednictvím radiální trysky spojena druhá řídicí tryska a s níž je prostřednictvím tangenciální trysky a spojovacího potrubí spojeno vzduchové potrubí, připojené k výstupu kompresoru.

Využívá se zesilovací schopnosti fluidického proudového rozváděcího prvku, ve kterém k překlápění proudu výfukových plynů postačuje mnohem slabší výtok z řídicí trysky. Zavede-li se u takového zesilovače dostatečně intenzivní zpětná vazba, bude prvek fungovat jako oscilátor, kde energie potřebná k vyvolání oscilací je odebírána procházejícímu průtokem výfukových plynů. Ve zpětnovazební smyčce je potom umístěn fluidický zesilovač vírového typu. Ovládací průtok tlakového vzduchu z výstupu kompresoru je potom

veden až do řídicí trysky tohoto vírového zesilovače. Vírový zesilovač ovládá mnohem slabší průtoky, než jsou průtoky výfukových plynů vytékajících z napájecí trysky proudového rozváděcího prvku, protože k modulaci oscilací postačuje pouze řídit mnohem menší průtoky procházející zpětnovazebním kanálkem. Navíc i tyto mnohem menší průtoky jsou ovládány tak, že se využívá dalšího zesilovacího efektu ve vírovém zesilovači. Takto se dosáhne to, že potřebné řídicí průtoky tlakového vzduchu, odebírané z výstupu kompresoru turbodmychadla k ovládní korekčního ústrojí, jsou podstatně menší, než u dosud známých fluidických korekčních ústrojí. Přitom celé ústrojí není nějak výrazně komplikovanější. Zůstává zachována výhoda funkce bez pohyblivých součástí a není zde tedy nic, co by se mohlo opotřebovat, vyběhat, zaseknout a nejsou zde žádná uložení, která by bylo nutné mazat, ani těsnění, která by se vyběhala a bylo by nutné je vyměňovat. Má tedy ústrojí vysokou životnost bez nároků na obsluhu.

Vynález a jeho účinky jsou blíže vysvětleny v popise příkladu jeho provedení podle připojeného výkresu, který znázorňuje schéma zapojení prvků ústrojí k obtokové korekci přeplňovacího turbodmychadla spalovacího motoru podle vynálezu. Trysky, ve kterých ve směru proudění dochází k postupnému zmenšování průřezů, a tím se zde kinetická energie protékající tekutiny zvětšuje na úkor energie tlakové, jsou znázorněny jako černé trojúhelníčky. Naopak jako bílé, nevyplněné trojúhelníčky, jsou znázorněny součástky, ve kterých se ve směru proudění protékající průřez zvětšuje a kinetická energie tekutiny se tedy naopak mění na energii tlakovou.

Podle celkového uspořádání z připojeného výkresu vzduch nasávaný z atmosféry přichází na levé straně nahoře do kompresoru 10 a pokračuje z jeho výstupu vzduchovým potrubím 1 dolů v levé části obrázku do motoru 60. Naopak z motoru 60 vystupující výfukové plyny jsou vedeny výfukovým potrubím 2 směrem vzhůru v pravé části obrázku. Výfukové potrubí 2 se asi v polovině obrázku rozděluje do dvou větví, hlavní větev 2a a obtokové větve 2b. Hlavní větev 2a prochází turbinou 20 turbodmychadla. Hlavní větev 2a i obtoková větev 2b se spolu spojují v ejektoru 30 a výfukové plyny odtud odcházejí do tlumiče, který zde již není kreslen.

Do vzduchového potrubí 1 vstupuje nasávaný vzduch 100 a prochází vzduchovým filtrem 11 do kompresoru 10, jehož rotor je spojen hřídelem 12 s rotorem turbíny 20. Ačkoliv většina vzduchu vstupuje jako plnicí vzduch 61 do motoru 60, jisté velmi malé množství je odebíráno spojovacím potrubím 15 a předává informaci o úrovni tlaku vzduchu ve vzduchovém potrubí 1. Tato informace se využívá k řízení korekčního ústrojí, které je vlastním předmětem vynálezu. Výfukové plyny 62 z motoru 60 jsou sice takto poněkud zředěny ve výfukovém potrubí 2 čistým vzduchem a výstupní průtok 200 je tak o něco málo větší, ale tento rozdíl je nepatrný.

Nejdůležitější částí korekčního ústrojí podle vynálezu je fluidický proudový rozváděcí prvek 40. Výfukové plyny 62 v něm procházejí napájecí tryskou 41, ve které jsou urychleny, takže v dutině fluidického proudového rozváděcího prvku 40 je nižší tlak, než jinde ve výfukovém potrubí 2. To také usnadňuje přítok vzduchu spojovacím potrubím 15. Po stranách dutiny, do které proud z napájecí trysky 41 vytéká, jsou umístěny dvě přídržné stěny. Kromě přídržné stěny 44, která je preferována tím, že je umístěna blíže k ústí napájecí trysky 41 a svírá menší úhel se směrem výtoku z napájecí trysky 41, je zde také vedlejší přídržná stěna 45 na protilehlé straně. Ta je umístěna dále a pod větším sklonem, takže proud vytékající z napájecí trysky 41 bez účinků řídicích průtoků přilne vždy k přídržné stěně 44. Přídržná stěna 44 vede k ní přilnutý proud do prvního kolektoru 46. Pokud proud přilne k vedlejší přídržné stěně 45, bude jí veden do druhého kolektoru 47. Důležité je, že fluidický proudový rozváděcí prvek 40 má v tomto uspořádání dvě řídicí trysky, a to první řídicí trysku 42 vpravo a proti ní zleva druhou řídicí trysku 43. Výtok tekutiny z první řídicí trysky 42 vychyluje proud vytékající z napájecí trysky 41 tak, aby přilnul k přídržné stěně 44. Naopak výtokem

ze druhé řídicí trysky 43 je možné překloupat proud z napájecí trysky 41 od přídržné stěny 44 k vedlejší přídržné stěně 45.

První řídicí trysku 42 spojuje se druhou řídicí tryskou 43 zpětnovazební kanálek 51. Jde o zpětnou vazbu označovanou někdy jako Spyropoulosova vazba. Tou se vytvoří z fluidického proudového rozváděcího prvku 40 generátor oscilací. Jestliže po nastartování motoru začne proud výfukových plynů 62 vytékat napájecí tryskou 41 přilne při nízkých otáčkách motoru 60 vždy k přídržné stěně 44 a sleduje ji do prvního kolektoru 46 a turbíny 20. Zakřivení proudu způsobuje v něm příčný tlakový gradient: Ve druhé řídicí trysce 43 je nižší tlak než v první řídicí trysce 42 a tekutina, respektive výfukové plyny, proudí zpětnovazebním kanálkem 51 z první řídicí trysky 42 do druhé řídicí trysky 43. Po dosažení určitých otáček motoru 60 takto vyvozený výtok ze druhé řídicí trysky 43 nabude takové intenzity, že postačí k odchylení proudu z napájecí trysky 41 od přídržné stěny 44. V přímém směru tento proud není stabilní. Nemůže-li přilnout k přídržné stěně 44, pokračuje v překlápění až na vedlejší přídržnou stěnu 45. Tím se ovšem tlakové poměry v řídicích tryskách změní: proud je zakřiven na opačnou stranu a působí tedy v něm opačný tlakový gradient. Tlak v první řídicí trysce 42 je potom nižší, než ve druhé řídicí trysce 43. Ve zpětnovazebním kanálku 51 začne tekutina proudit obráceně, směrem do první řídicí trysky 42. Z té ovšem potom vytéká a poměrně snadno překloupat proud z napájecí trysky 41 nazpět k přídržné stěně 44. Ani u té ovšem nemůže trvale spočinout a tak se popsany děj periodicky opakuje. Pokud by fluidický proudový rozváděcí prvek 40 byl stranově symetrický a zpětnovazební kanálek 51 neměl jednosměrné vlastnosti, byly by takto generované oscilace symetrické. Znamená to, že po polovinu oscilační periody by výfukové plyny 62 procházely hlavní větví 2a výfukového potrubí 2 a po druhou polovinu periody by procházely obtokovou větví 2b výfukového potrubí 2 mimo turbínu 20. Protože přídržná stěna 44 je preferována, oscilace nejsou symetrické a průtok turbínou 20 neklesá rázem na polovinu, ale na větší než padesátiprocentní část. Nicméně toto procentuální rozdělení je právě ještě ovlivněno dalšími vlivy. Jedním z nich je to, že symetrie nebo asymetrie oscilací také závisí na poměru zátěží v obou výstupech fluidického proudového rozváděcího prvku 40. V daném případě je zatížení značně asymetrické, v jednom z obou výstupů prvku je zapojena turbína 20, která klade průtoku výfukových plynů 62 mnohem větší odpor, než obtoková větev 2b ve druhém výstupu. Úpravě tohoto vlivu zatížení slouží ejektor 30. V něm do kolektoru 33 ústí vedle sebe jednak primární tryska 32, zapojená na obtokovou větev 2b, jednak sekundární tryska 31 připojená na hlavní větev 2a s turbínou 20. Při průtoku výfukových plynů 62 obtokovou větví 2b se tak v hlavní větví 2a vytvoří podtlak, usnadňující zpětné překloupatí proudu z napájecí trysky 41 do hlavní větve 2a přes první kolektor 46. Poměry mohou také být upravovány volbou disipance primární trysky 32 a sekundární trysky 31: Větší zúžení průřezu v primární trysce 32 znamená, že průtok obtokovou větví 2b nebude tak snadný. Ejektor 30 však není pro funkci korekčního ústrojí podle vynálezu nějak podstatný a lze se obejít i bez něj.

Nejdůležitější však je, že procentuální rozdělení průtoků do obou větví v průběhu oscilací může být ovládáno modulací oscilací. Tato modulace je řízena přetlakem ve vzduchovém potrubí 1, ze kterého je odebírán vzduch spojovacím potrubím 15 do vírového zesilovače zapojeného do zpětnovazebního kanálku 51. Nejdůležitější částí vírového zesilovače je vírová komora 52, rotačně symetrického tvaru, například půjde o nízkou válcovou dutinu. Z osy dutiny vychází vývodní otvor, který je zde spojen jednou částí zpětnovazebního kanálku 51 s první řídicí tryskou 42 fluidického proudového rozváděcího prvku 40. Do vírové komory 52 jsou vyústěny dvě trysky. Je to jednak radiální tryska 521, která je spojena zbývající částí zpětnovazebního kanálku 51 s druhou řídicí tryskou 43, jednak je to tangenciální tryska 513. Ta je zase napojena na spojovací potrubí 15.

Vírový zesilovač se uplatní uzavíracím účinkem, zmenšujícím průtok, jestliže jím výfukové plyny se vzduchem procházejí ve směru od druhé řídicí trysky 43 k první řídicí trysce 42. Uzavírací účinek závisí na velikosti průtoku vzduchu tangenciální tryskou 513. Je-li tento průtok malý, jak je tomu při malých otáčkách motoru 60, potom plyny vytékající radiální tryskou 521 projdou vírovou komorou 52 s malou ztrátou. Jakmile však se uplatní výtok vzduchu tangenciální tryskou 513, dostávají se plyny ve vírové komoře 52 do rotace. Rychlost rotačního pohybu se přitom postupně zvyšuje s tím, jak se postupně plyn blíží ke středu vírové komory 52, protože se přitom zkracuje rameno rotačního pohybu. Vzhledem k tomu, že se přibližně zachovává točivost, moment hybnosti plynů, znamená zkrácení ramene, že se plyny urychlí. Blíže středu vírové komory 52 může potom rotace probíhat tak rychle, že se přitom uplatní odstředivé zrychlení v takové míře, až téměř zcela zabrání průtoku do zpětnovazebního kanálku 51. V opačném směru průtoku, z první řídicí trysky 42 do druhé řídicí trysky 43, se tento efekt neprojeví. Znamená to, že čím větší bude tlak vzduchu ve vzduchovém potrubí 1, tím více budou generované oscilace ve fluidickém proudovém rozváděcím prvku 40 asymetrické, a sice půjde o takovou asymetrii, kdy po delší část cyklu budou výfukové plyny 62 proudit do obtokové větve 2b. Naproti tomu doba, po níž v průběhu cyklu budou výfukové plyny 62 z motoru 60 vedeny do turbíny 20, zůstane stále stejně dlouhá, protože bude dána zpožděním ve zpětné vazbě při průtoku zpětnovazebním kanálkem z první řídicí trysky 42 do druhé řídicí trysky 43. Toto zpoždění vírový zesilovač neovlivní. S rostoucím tlakem ve vzduchovém potrubí 1 a tedy rostoucím výtokem vzduchu z tangenciální trysky 513 se však bude prodlužovat zpoždění při opačném směru průtoku ze druhé řídicí trysky 43 do první řídicí trysky 42 - a toto zpoždění určuje právě dobu, po kterou jsou výfukové plyny 62 vedeny do druhého kolektoru 47.

Probíhají tedy procesy v soustavě naznačené schematicky na připojeném výkresu tak, že až do určitých otáček motoru proudí výfukové plyny 62 jen turbínou 20, oscilace nenastávají. Po dosažení určitých zvolených otáček nastávají oscilační cykly, při kterých se ale proud plynů z napájecí trysky 41 rychle navrácí z polohy u vedlejší přídržné stěny 45, protože přídržná stěna 44 je jednak preferována, jednak je průtok do první řídicí trysky 42 zpětnovazebním kanálkem 51 snadný. Postupně s dále se zvyšujícími otáčkami se však v každém oscilačním cyklu průtok do první řídicí trysky 42 více a více zpožďuje a narůstá doba, po kterou jsou výfukové plyny 62 vedeny do obtokové větve 2b, čímž se snižuje výkon turbíny 20, takže tlak plnicího vzduchu 61 nenarůstá na nežadoucí úroveň.

U ústrojí k obtokové korekci přeplňovacího turbodmyhadla spalovacího motoru podle vynálezu se předpokládá uplatnění v podnicích vyrábějících spalovací motory, zejména vozidlové, popřípadě podnicích vyrábějících přeplňovací turbodmyhadla.

P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

Ústrojí k obtokové korekci přeplňovacího turbodmyhadla spalovacího motoru, sestávající z fluidického proudového rozváděcího prvku, opatřeného napájecí tryskou, dvěma kolektory a jednou přídržnou stěnou, vyznačující se tím, že ve fluidickém proudovém rozváděcím prvku (40) jsou mezi napájecí tryskou (41) a prvním kolektorem (46) a druhým kolektorem (47) umístěny dvě přídržné stěny, přičemž fluidický proudový rozváděcí prvek (40) je opatřen první řídicí tryskou (42) a druhou řídicí tryskou (43), které jsou orientovány proti sobě, a první řídicí tryska (42) je spojena prostřednictvím zpětnovazebního kanálku (51) s vírovou komorou (52) fluidického vírového zesilovače, se kterou je prostřednictvím radiální trysky (521) spojena druhá řídicí tryska

(43) a se kterou je prostřednictvím tangenciální trysky (513) a spojovacího potrubí (15) spojeno vzduchové potrubí (1), připojené k výstupu kompresoru (10).

1 výkres

