



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

255116

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.⁴

F 02 B 37/12

F 02 D 33/02

B 60 K 15/00

(22) Přihlášeno 27 03 86

(21) PV 2142-86.G

(40) Zveřejněno 11 06 87

(45) Vydáno 15 11 88

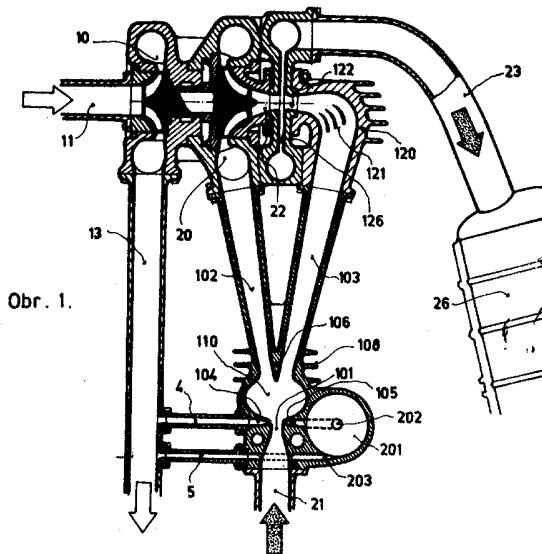
(75)

Autor vynálezu

TESAŘ VÁCLAV ing. CSc., PRAHA, KLIMENT VLADIMÍR ing. CSc.,
LIBČICE nad Vltavou, TAKÁTS MICHAL ing. CSc.,
ŠTIBINGER VLADIMÍR ing., PRAHA, KUSÝ PETR ing., STRAKONICE

(54) Fluidické ústrojí pro korekci funkce přeplňovacího turbodmychadla

Fluidické ústrojí pro korekci funkce přeplňovacího turbodmychadla sestává z proudového rozváděcího zesilovače zapojeného napájecí tryskou na výfukové potrubí spalovacího motoru a prvním kolektorem připojeným na hlavní vstup turbíny turbodmychadla, zatímco druhým kolektorem spojeným s obtokem, kde první řídicí tryska proudového rozváděcího zesilovače je připojena přímo prvním spojovacím kanálkem na výtlačné potrubí dmychadla, druhá řídicí tryska je připojena druhým spojovacím kanálkem na výtlačné potrubí dmychadla přes vírovou diodu, jejíž tangenciální tryska je napojena na výtlačné potrubí a jejíž osový vývod je spojen s druhou řídicí tryskou. Fluidické ústrojí pro korekci funkce přeplňovacího turbodmychadla je využitelné v oboru spalovacích motorů, zejména motorů vozidlových.



Obr. 1.

Vynález se týká fluidického ústrojí pro korekci funkce přeplňovacího turbodmyhadla.

Pro tento způsob přeplňování je typické, že tlakový spád generovaný kompresorem a tím i průtočná hmotnost vzduchu dopraveného do válců motoru za otáčku roste s otáčkami motoru. Motor s takovýmto přeplňováním má tak nežádoucí strmý průběh charakteristiky. Je proto vhodné korigovat funkci přeplňovacího turbodmyhadla tak, aby se po dosažení určitých otáček, a tedy i výstupního přetlaku dmyhadla, přestaly otáčky turbodmyhadla dále zvyšovat. Je k tomu možné použít celé řady různých cest, z nich nejobvyklejší je, že se po dosažení zmíněné meze část výfukových plynů pohánějících turbinu vede do obtoku mimo hlavní vstup turbíny; jde buď o obtokové potrubí, které turbinu zcela obchází, nebo jsou výfukové plyny vedeny do turbíny jiným kanálem vedoucím k jinému systému statorových lopatek a tak dále.

U dosud známých provedení korekčního ústrojí je takový obtok umožněn tím, že po dosažení zvoleného plnicího přetlaku se otevře mechanický přepouštěcí ventil. Ten je ovládán buď přetlakem vzduchu ve výtlačném potrubí dmyhadla nebo podtlakem vzduchu vyvozeným v lokálním zúžení potrubí. Konstrukce obtokového ventilu provádějícího korekční zásah do funkce turbodmyhadla je mimořádně náročným problémem, který dosud nebyl vyřešen způsobem, který by naprosto vyhovoval. Vysoké teploty výfukových plynů a vibrace při chodu motoru představují mimořádně náročné pracovní podmínky a i při provedení ze speciálních drahých materiálů mají známá provedení ventilů omezenou životnost.

Z patentové literatury je známo řešení obtokového ventilu, využívající principy moderní fluidiky k tomu, že převádění výfukových plynů do obtoku je prováděno bez pohyblivých součástí, pouze aerodynamickými efekty. Jde o uspořádání s vírovým uzávěrem v obtokovém potrubí. Jeho nevýhodou je, že vírovým efektem nelze dosáhnout úplného uzavření, neboť v mezních vrstvách na dně a víku vírové komory, kde je rotační pohyb plynů třením zabrzdněn, nedochází ke generaci postačujícího odstředivého účinku. I při nízkých otáčkách motoru, kdy by se obtok neměl uplatnit, dochází k jistému úniku části výfukových plynů mimo hlavní vstup do turbíny a jejich energie tedy není využita, což se nepříznivě odrazí v účinnosti.

Problém je řešen fluidickým ústrojím pro korekci funkce přeplňovacího turbodmyhadla podle tohoto vynálezu, jehož podstatou je, že sestává z proudového rozváděcího zesilovače zapojeného napájecí tryskou na výfukový kanál spalovacího motoru a prvním kolektorem na hlavní vstup turbíny turbodmyhadla, kdežto druhým kolektorem spojeným s obtokem, kde první řídící tryska proudového rozváděcího zesilovače je připojena přímo prvním spojovacím kanálkem na výtlačné potrubí dmyhadla, kdežto druhá řídící tryska je připojena druhým spojovacím kanálkem na výtlačné potrubí dmyhadla přes vírovou diodu, jejíž tangenciální tryska je napojena na výtlačné potrubí a jejíž osový vývod je spojen s druhou řídící tryskou.

Může také být podle vynálezu účelné uspořádání, kdy druhý kolektor proudového rozváděcího zesilovače je propojen s obtokem tak, že na něj je napojena druhá kolísni tryska směřující proti obdobné první kolísni trysce napojené na výstup turbíny, přičemž prostor mezi oběma kolísními tryskami je spojen s výfukem přes radiální difuzor.

U uspořádání podle tohoto vynálezu se tedy zachovávají příznivé vlastnosti fluidického provedení korekčního ústrojí, tedy prakticky neomezená životnost neovlivněná nepříznivými provozními podmínkami. Dosahuje se však toho, že při nízkých otáčkách motoru nedochází k úniku ani jakkoliv malého množství výfukových plynů obtokovou cestou bez jejich účelného využití. Ústrojí je také schopné spojit korekční funkci a nikoliv jen skokové změny náhlým otevřením obtoku. Může tedy provádět složitější korekční zásah do funkce turbodmyhadla, což opět může být spojeno s dosažením vyšší účinnosti motoru s takto korigovaným přeplňováním.

Na připojených dvou obrázcích je vynález objasněn na příkladu provedení turbodmyhadla s korigovanou funkcí určeného pro malý vznětový motor. Na obr. 1 je turbodmyhadlo s korekčním fluidickým ústrojím naznačeno v řezu vedeném osou rotujících součástí turbodmyhadla a přívodními i odváděcími potrubími. Na obr. 2 je pak diagram průběhu průtoků spojovacími kanálky do řídících trysek proudového rozváděcího zesilovače.

Vlastní turbodmychadlo na obr. 1 je vysokootáčkové provedení s velmi malými rozměry rotorů jak dmychadla 10, tak turbíny 20. Vzduch, nasávaný z atmosféry přes zde nakreslený filtr, přichází sacím potrubím 11 z levé strany do dmychadla 10 a vystupuje z něj výtlačným potrubím 13, vedoucím případně přes chladič k sacím ventilům motoru. Výfukové plyny z motoru jsou pak vedeny výfukovým potrubím 21 k turbíně 20, odkud výfukem 23 odcházejí do tlumiče 26. V přívodu výfukových plynů k turbíně 20 je umístěn fluidický výkonový prvek bez pohyblivých součástí, odpovídající známým proudovým rozváděcím zesilovačům se spojitou, proporcionální funkcí. V interakční dutině 110 tohoto prvku je měněn směr proudění výfukových plynů, které odtud proudí v různé velké míře jednak prvním kolektorem 102, jednak druhým kolektorem 103.

Zatímco z prvního kolektoru 102 pokračují výfukové plyny do turbíny 20, ze druhého kolektoru 103 vede jejich dráha mimo turbínu 20 do výfuku 23. V místě spojení obou cest za turbínu 20 je umístěn fluidický prvek kolisního typu zajišťující převládnutí jedné z obou cest. V tomto prvku proti sobě směřují dvě kolisní trysky, první kolisní tryska 22 na výstupu z turbíny 20 a druhá kolisní tryska 122 napojená na druhý kolektor 103. Kolisí obou výtoků z nich se vytváří radiální proudění, postupující radiálním difusorem 126 do výfuku 23.

Rozvádění průtoků v proudovém rozváděcím zesilovači je ovládáno účinky výtoků z proti sobě umístěných řídicích trysek, první řídicí trysky 104 napojené přímo prvním spojovacím kanálkem 4 na výtlačné potrubí 13 z dmychadla 10 a druhé řídicí trysky 105. Ta je spojena také s výtlačným potrubím 13 a sice prostřednictvím druhého spojovacího kanálku 5, ale toto spojení je provedeno přes další fluidický prvek, vírovou diodu. Ta je tvořena vírovou komorou 201 ve tvaru relativně nízké válcové dutiny s tangenciální tryskou 203 na svém obvodu a osovým vývodem 202 v ose. Osový vývod 202 je spojen se druhou řídicí tryskou 105 proudového rozváděcího zesilovače. Tepelně nejvíce namáhaná část proudového rozváděcího zesilovače je zevnějšku opatřena chladicími žebry 108. Podobně je žebrováno také koleno 120, tvořené odlitkem, který má ve svém protékaném kanále vodicí lopatky 121. Ty mají za účel usměrnění proudění před druhou kolisní tryskou 122.

Funkce korekčního ústrojí podle tohoto vynálezu je založena na superkvadraticitě vírové fluidické diody, což je vlastnost objevená autorem v r. 1976 a později přihlášená jako objev v přihlášce objevu PO 35-83. Tato vlastnost spočívá v tom, že závislost mezi průtokem diodou v závěrném směru a energetickým spádem na diodě není kvadratická, jak je tomu obvykle u trysek s dostatečnou přibližností, ale v logaritmických souřadnicích lze tuto charakteristiku nejlépe vystihnout proloženou přímkou se sklonem větším než 2,0. Byly například sestaveny vírové diody vykazující hodnotu tohoto sklonu 3,0, tedy kubický průběh charakteristiky. Na obr. 2 je vynášena závislost řídicích průtoků om_x , procházejících řídicími tryskami 104, 105 proudového rozváděcího zesilovače, a sice v závislosti na otáčkách n turbodmychadla.

Vzrostou-li otáčky, vzroste i tlakový spád mezi výtlačným potrubím 13 a interakční dutinou 110. U dráhy průtoku tvořené druhým spojovacím kanálkem 5, tangenciální tryskou 203, vírovou komorou 201 a druhou řídicí tryskou 105 napojenou na osový vývod 202 narůstá průtok om_{x1} s rostoucími otáčkami n nejprve velmi prudce, ale poté se růst průtoku zpomalí. To je dáno superkvadraticitou proudění v této dráze, i když se zde uplatňují i kvadratické charakteristiky trysek 105, 203. Naproti tomu ve druhé dráze řídicího průtoku, tvořené prvním spojovacím kanálkem 4 a první řídicí tryskou 104 se tento efekt neuplatňuje; počáteční nárůst průtoku om_{x2} s rostoucími otáčkami n je méně strmý, ale udržuje si strmost růstu i při vyšších hodnotách otáček n , kdy se již průtok om_{x1} procházející druhou řídicí tryskou 105 mění jen málo.

Proudový rozváděcí zesilovač je symetrický. Bez řídicích průtoků, které by vytékaly z řídicích trysek 104, 105 budou výfukové plyny z napájecí trysky 101 vytékat přímo proti děliči 106, který je rozdělí ve stejném poměru do turbíny 20 i do obtoku. Ovšem jakmile se turbína 20 otáčí, nedojde nikdy k tomu, že by z řídicích trysek 104, 105 žádné vzduchové

proudy nevytékaly. Při nízkých otáčkách motoru přichází do turbíny 20 relativně malé množství výfukových plynů. I otáčky turbodmychadla jsou relativně nízké a je generován jen odpovídající malý přetlak vzduchu ve výtlačném potrubí 13. Bylo by žádoucí, aby v takovém režimu nedocházelo k žádnému úniku výfukových plynů obtokem mimo turbínu 20 a to právě ústrojí podle vynálezu zajišťuje. V takovém režimu je totiž podle obr. 2 patrné, že výtok z první řídící trysky 104 o velikosti om_{x2} bude mnohem menší než výtok o velikosti om_{x1} ze druhé řídící trysky 105. Proud výfukových plynů z napájecí trysky 101 bude tedy ohnut převládajícím výtokem ze druhé řídící trysky 105 doleva a bude směřovat do prvního kolektoru 102.

Přes tento vychylovací účinek výtoků z řídících trysek 104, 105 by však v zásadě mohlo docházet k jistému proudění do druhého kolektoru 103. Je to proto, že turbína 20 představuje zátěž s vyšší dissipací než je přímý průtok obtokem. Aby výfukové plyny procházely pouze do žádoucího prvního kolektoru 102 a ani malá část nepřetékala do méně blokovaného druhého kolektoru 103, je nezbytné tyto plyny v napájecí trysce 101 značně urychlit. Jejich setrvačnost jim pak zabráňuje navracet se proti směru, do kterého jsou vedeny. Značné urychlení ovšem znamená také značné hydraulické ztráty a tedy úbytek energie, která by mohla být využita v turbíně 20. Aby tedy nemusela mít napájecí tryska 101 velkou kontrakci s nepříznivými důsledky značné energetické ztráty, je právě využit druhý prvek v místech, kde se oba průtoky spojují - tedy za turbínou 20. Je-li proud výfukových plynů v proudovém rozváděčím zesilovači veden do prvního kolektoru 102 a prochází turbínou 20, dochází k výraznému výtoku z první kolisní trysky 22.

Tento průtok směřuje proti eventuálnímu průtoku druhým kolektorem 103. Spíše tedy vznikne tendence opačného proudění ve druhé kolisní trysce 122 proti směru obtokového proudění. Jakmile se ovšem otáčky spalovacího motoru zvýší, generuje se i více výfukových plynů, které jsou takto vedeny všechny do turbíny 20 a turbodmychadlo zvýší své otáčky také. Povede to ke stoupnutí tlaku ve výtlačném potrubí 13. Podle obr. 2 je patrné, že při tomto růstu otáček dojde k situaci, odpovídající vzájemnému průsečíku obou zakreslených křivek; průtoky oběma řídícími tryskami 104, 105 jsou stejné, značná část výfukových plynů již může odcházet obtokem mimo turbínu 20. Vzrostou-li otáčky n ještě více, bude naopak větší řídící průtok om_{x2} procházející první řídící tryskou 104. Většina výfukových plynů pak bude naopak vedena po výtoku z napájecí trysky 101 do druhého kolektoru 103. Výtok ze druhé kolisní trysky 122 pak dokonce může působit proti průtoku turbínou 20. Ten ovšem nepoklesne oproti stavu v nižších otáčkách pokud jde o absolutní velikost, ale relativně, vzhledem k celkovému průtoku výfukových plynů generovaných spalovacím motorem bude tento průtok malý a otáčky turbodmychadla již dále neporostou.

Výfukové plyny zřejmě procházejí jen kanály se značnými průřezy, nehrozí tedy nějaké výrazné nebezpečí jejich zanášení. Mnohem menšími průřezy řídících trysek 104, 105, kde by mohlo být nebezpečí zanesení větší, prochází však jen čistý vzduch, předtím očištěný průcho-dem čistícím filtrem. Jinak další nebezpečné vlivy, zejména vibrace a vysoká teplota, při zhotovení z vhodných materiálů nemohou popsané fluidické ústrojí nijak poškodit. Není zde také nic, co by se mohlo poškodit oběháním, opotřebováním zlomením nebo zaseknutím, nejsou zde žádná uložení, která by bylo nutné mazat ani žádné ucpávky, které by mohly přestat těsnit.

Podle konkrétních požadavků na průběh charakteristiky přeplňovaného motoru a podle charakteristiky turbodmychadla lze volit rozměry, například vzdálenost obou kolisních trysek 22, 122 proti sobě. Ústrojí je zejména možné bez problémů zhotovit z moderních keramických materiálů odolných proti vysokým teplotám a nijak zde nehrají roli nepříznivé frikční vlastnosti těchto materiálů. Je-li požadováno elektrické řízení funkce, lze snadno umístit elektromagnetické ventily ve spojovacích kanálcích 4, 5, přičemž je výhodou, že tyto ventily pracují jen s čistým vzduchem o celkem nízké teplotě ve srovnání s teplotou výfukových plynů a jsou jimi ovládány jen malé průtoky, což se příznivě odrazí v nižší ceně, zejména ve srovnání s případem, kdy by měl být elektromagnetickým ventilem přímo řízen celý průtok výfukových plynů. Jistou výhodou použitého proudového typu fluidického prvku oproti známému řešení s vírovým prvkem jsou lepší dynamické vlastnosti, převedení proudu výfukových plynů z jednoho

kolektoru 102, 103 do druhého vychýlením výtoku z napájecí trysky 101 je mnohem rychlejší, než uvedení plynů do rotace ve vírové komoře. Zde však tato okolnost není nějak podstatná, neboť dynamika přepřínování je zde určena dominantními velkými časovými konstantami vlastního turbodmychadla. Mohlo by snad být příznivým faktorem, že například po náhlém snížení dodávky paliva, kdy klesá také výstupní tlak ve výtlačném potrubí 13, se uplatní to, že vzduch ve vírové komoře 201 diody zůstává ještě roztočen, takže diodou neprochází tak velký průtok do druhé řídicí trysky 105, jak by odpovídalo okamžité snížení hodnotě plnicího přetlaku.

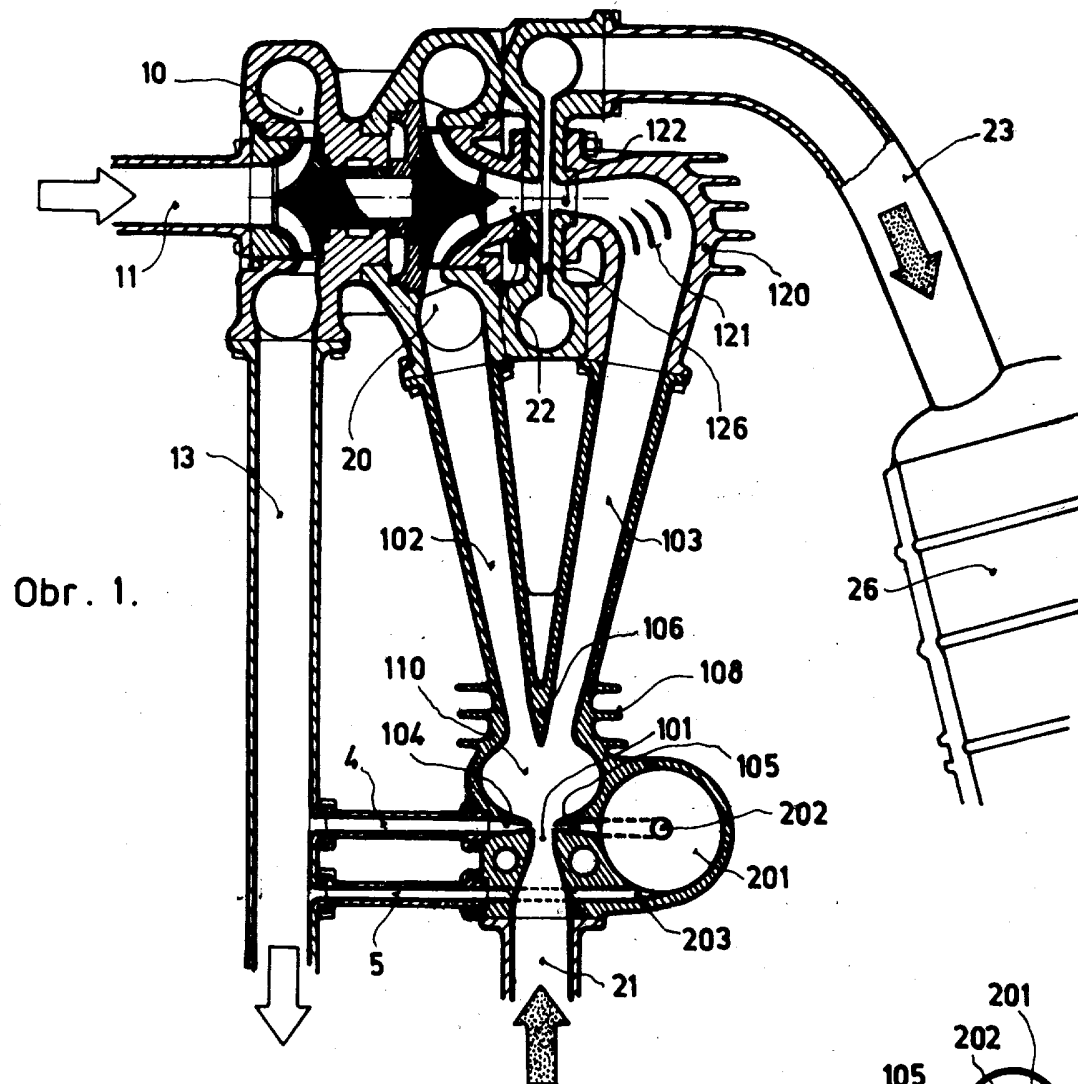
To je příznivé tím, že proud výfukových plynů z napájecí trysky 101 tak zůstává vychýlen do druhého kolektoru 103 a není veden do turbíny 20, která by se tak zase roztáčela do vyšších otáček v situaci, kdy je evidentně žádoucí naopak jejich pokles. Naopak při velmi prudkém přidání plynu, kdy začnou stoupat otáčky turbodmychadla, se uplatní časové zpoždění, dané tím, že se vzduch ve vírové komoře 201 diody musí nejprve uvést do rotace. Znamená to, že v takovém případě bude zase proud výfukových plynů z napájecí trysky 101 veden více do prvního kolektoru 102, neboť dioda představuje nižší disipanci, než by odpovídalo stacionárnímu režimu. I to je příznivé, neboť výfukové plyny budou více procházet turbínou 20 za situace, kdy se evidentně okamžitě potřebuje co největší výkon motoru. Hystereze daná zpožděním vírového efektu zde tedy příznivě působí k překonávání inherentní pomalé reakce vlastního turbodmychadla.

Předpokládá se, že vynález bude využíván v oboru spalovacích motorů, zejména motorů vzdlových.

P R E D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Fluidické ústrojí pro korekci funkce přepřínovacího turbodmychadla, vyznačující se tím, že sestává z proudového rozváděcího zesilovače zapojeného napájecí tryskou (101) na výfukové potrubí (21) spalovacího motoru a prvním kolektorem (102) připojeným na hlavní vstup turbíny (20) turbodmychadla, kdežto druhým kolektorem (103) spojeným s obtokem, kde první řídicí tryska (104) proudového rozváděcího zesilovače je připojena přímo prvním spojovacím kanálkem (4) na výtlačné potrubí (13) dmychadla (10), kdežto druhá řídicí tryska (105) je připojena druhým spojovacím kanálkem (5) na výtlačné potrubí (13) dmychadla (10) přes vírovou diodu, jejíž tangenciální tryska (203) je napojena na výtlačné potrubí (13) a jejíž osový vývod (202) je spojen s druhou řídicí tryskou (105).

2. Ústrojí podle bodu 1, vyznačující se tím, že na druhý kolektor (103) proudového rozváděcího zesilovače je napojena druhá kolísavá tryska (122) směřující proti obdobné první kolísavé trysce (22) napojené na výstup turbíny (20), přičemž prostor mezi oběma kolísavými tryskami (22, 122) je spojen radiálním difusorem (126) s výfukem (23).



Obr. 2.

