

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

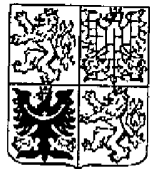
zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

763-97

(19)

ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **31. 08. 95**

(32) Datum podání prioritní přihlášky: **12.09.94**

(31) Číslo prioritní přihlášky: **94/304128**

(33) Země priority: **US**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **12. 08. 98**
(Věstník č. 8/98)

(86) PCT číslo: **PCT/US95/11091**

(87) PCT číslo zveřejnění: **WO 96/08641**

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.⁶:

F 02 B 47/02

(71) Přihlašovatel:

ENTHERM, INC., Lindale, TX, US;

(72) Původce:

Binion Sidney W., Houston, TX, US;

(74) Zástupce:

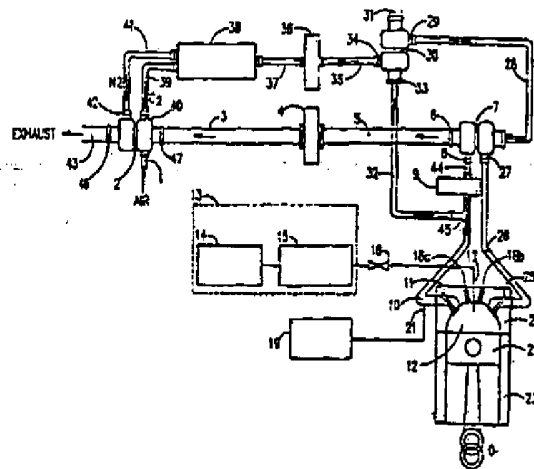
Švorčík Otakar JUDr., Hálkova 2, Praha 2,
12000;

(54) Název přihlášky vynálezu:

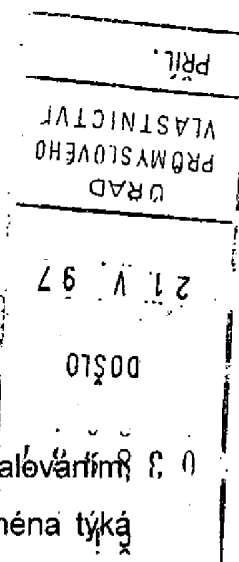
Motor se vstřikováním vody do válce

(57) Anotace:

Motor má alespoň jednu spalovací komoru /12/, alespoň jeden válec /23/ se sacím kanálem /10/ a výfukovým kanálem /26/. Válec /23/ má vytvořenu spalovací komoru /12/, a alespoň jeden píst /22/ umístěný uvnitř spalovací komory /12/. Motor je opatřen ventily /11, 25/ a má nejméně jeden vstřikovač /21/ pro dávkování paliva, dvě turbodmychadla /7, 30/, jednu tlakovou rekuperační turbínu/kompresor /3/ poháněnou dusíkem, tři dochlazovače /4, 9, 30/, vstřikovače /17/ pro dodávání rozprašované vody nebo jiných forem nízkoteplotní vody a membrány /38/ pro separaci kyslíku a dusíku. Systém pro vstřikování vody se skládá ze zdroje tlakové vody a prostředků na měření času a množství vody, která musí být vstřikována v přesných časových intervalech a při přesně stanoveném tlaku.



CZ 763-97 A3



Motor se vstřikováním vody do válce.

Oblast techniky

Uvedený vynález se týká obecně motoru s vnitřním spalováním, zejména motoru se vstřikováním vody do válce. Vynález se zejména týká motoru s vnitřním spalováním s vstřikováním vody přímo do válce během komprese pro zlepšení jeho účinnosti chlazením stlačovaných plynů.

Dosavadní stav techniky

Různé kapaliny jako je voda a směsi vody s dalšími substancemi jako jsou alkoholy bývají přidávány do motorů spalujících uhlovodíková paliva pro zlepšení chodu motoru. Během komprese se kapky vody odpařují a absorbují tepelnou energii vzniklou uvnitř spalovacího prostoru a zabraňují předčasnému zapálení. Odpařovaná voda je následně ohřata hořící palivovou směsí během expanze, přičemž se zvyšuje mechanická účinnost spalovacího procesu. Uvedené úpravy mohou bránit usazování karbidů na stěnách válce motoru. Výsledkem dané úpravy dané účinkem vstřikování vody je plynulejší a účinnější chod motoru při chudší palivové směsi. Dále, snížením horních teplot spalování se snižuje tvorba oxidů dusíku a minimalizuje se tepelné namáhání součástí motoru.

Bylo vytvořeno mnoho různých typů zařízení dodávajících kapalinu do vstupujícího vzduchu u motoru s vnitřním spalováním. Tato zařízení obsahují emulzní vstřikovací systémy a zvlhčovače vstupního vzduchu, kterými vzduch prochází přes vodu před přivedením do motoru. Přímé vstřikování kapaliny do vstupního vzduchu je limitováno schopností mechanického systému přesně měřit relativně malá množství vody pro získání optimálního poměru vody v konečném složení směsi palivo/vzduch. Zvlhčovací systémy nebo systémy s

přímým vstřikováním vody jsou nevýhodné protože hlavní část absorbované tepelné kapacity vody se nachází ve fázi transformace z kapaliny na plyn.

Známé systémy nemohou zcela splnit požadavky dané potřebami motoru, kladené na čistě mechanická zařízení, odpovídající v celém širokém rozsahu pracovních podmínek. Způsob dodávání dvou různých kapalin do společného spalovacího prostoru je popsán v US patentu č. 4,031,864 os W.T. Crothera. Voda je použita pro dosažení fáze separace když jsou metanol a plyn skladovány ve společném zásobníku, ale dodávány z různých hladin uvnitř zásobníku. Základním účelem tohoto vynálezu je umožnění užití různých paliv.

Způsob dodávání vody během konečné fáze expanze v motoru s vnitřním spalováním je popsán v US patentu č. 4,351,289 od V.A. Renda. Vstřikovací voda je přiváděna z tlakové nádrže vstřikovacím čerpadlem, které je sepnuto pouze při předem daném kroutícím momentu, pomocí ovládání tlakového spínače reagujícího na podtlak v sacím kanálu.

Způsob dodávání vody do motoru s vnitřním spalováním za účelem získání chodu s chudou palivovou směsí je popsán v US patentu č. 4,461,245 od M. Vinokura. Vnitřní manometr je užit pro řízení vnějšího vodního čerpadla, čímž je dosaženo vstřikování vody v požadovaném poměru.

Způsob přivádění vody do válců motoru s turbodmyčadlem je popsán v US patentu č. 4,556,665 podaném L. Sandberym. Tento systém vstřikuje vodu do všech rozdělovacích kanálků před každým sacím ventilem a pracuje v závislosti na palivovém systému.

Systém pro vstřikování vody do motoru s vnitřním spalováním, využívající generátory je popsán v US patentu č. 4,960,080 od J. O. Neilla, E. Schislera a P. Kubo. Systém je aktivován když výstup generátoru dosáhne

předem stanovené hladiny, která je stanovena v závislosti na tvorbě NOx při chodu motoru.

Systém pro vstřikování vody do motoru s vnitřním spalováním se zážehovým systémem je popsán v US patentu č. 4,096,829 od G. Spearse. systém pracuje s vodním vstřikovacím čerpadlem v závislosti na motoru s RPM, kde RPM je směrová indukce na jedno ze zážehových vláken. Množství vstřikované vody je řízeno průtokem vzduchu atomizérem.

Systém vstřikování vody do karburátoru pro získání chudších palivových směsí je popsán v US patentu č. 4,448,153 od R. Miller. Vodní vstřikovací čerpadlo je zapínáno a vypínáno v závislosti na velikosti teploty motoru, tlaku oleje a sacího tlaku.

Systém pro koordinaci vstřikování vody a paliva do vstupních kanálků je popsán v US patentu č. 5,148,776 od M.J. Connora. Tento systém využívá počítač pro výpočet poměru palivo/vzduch/voda dodávaného do motoru.

Žádný z výše uvedených materiálů neprovádí ani vstřikování vody přímo do válce během komprese, ani kombinaci vstřikování vody obohacené kyslíkem.

Podstata vynálezu

Normální zážehový motor, přeplňovaný turbodmychadlem, je založen na kombinaci Ottova cyklu - palivo - vzduch, a Braytonova cyklu - vzduch. Takto složený cyklus je vylepšením základního Ottova cyklu v tom, že část komprese (pomocí turbodmychadla) je z válce odstraněna. Rovněž je zlepšeno proudění média a doprovodný výkon. Nicméně zážehový složený motor stále ztrácí objemovou účinnost a účinnost spalování díky jeho společnému válci pro spalování i kompresi. Ideálně by měly být tyto procesy

optimalizovány individuálně a v separovaných komorách tak, jako je tomu u plynové turbíny s Braytonovým cyklem. Složený cyklus ve skutečnosti poskytuje jistý stupeň separace a optimalizace, ale je stále omezen provedením, a tedy termodynamickým kompromisem uvnitř válce. Předložený vynález řeší termodynamickou nerovnost individuální optimalizací termodynamických procesů komprese a spalování/expanze za účelem zvýšení celkové účinnosti a výkonu. K těmto procesům dochází v modifikovaném složeném motoru s vratným pístem s turbodmychadlem a s mechanickými a termodynamicky významnými zlepšeními.

Uvedený cyklus motoru je v podstatě nový cyklus a je zlepšením, v porovnání s konvenčním složeným cyklem. Do cyklu je přidávána voda a případně kyslík za účelem zlepšení proudění média, objemové účinnosti, účinnosti spalování, teploty spalování, stability hoření, vznětlivosti a také snížení spotřeby paliva a produkování oxidů dusíku nebo NOx.

Účinnost konvenčního zážehového motoru s jiskrou nebo plazmou je omezena, což je dáno: 1) nižším kompresním poměrem z důvodu vyloučení předčasného zapálení, 2) neúčinným zmírněním nárůstu teploty během kompresního zdvihu, 3) neúčinným zmírněním kompresní práce, 4) konstantním množstvím média v komoře po uzavření sacího ventilu a s narůstající teplotou za komprese, 5) omezením procentuálního množství kyslíku ve vzduchu.

Omezení kompresního poměru konvenčního zážehového - jiskra/ nebo plazma - motoru je způsobeno narůstající teplotou vzduchu nebo směsi paliva se vzduchem během kompresního zdvihu a následujícího termálně indukovaného předčasného zapálení. Účinnost motoru je silně závislá na kompresním poměru. Nicméně konvekční zážehový motor (jiskra/plazma) nemůže díky omezení předčasného zapálení využít vysoké účinnosti vysokých kompresních poměrů tak, jako je tomu u dieselového cyklu.

Vstřikování nízkoteplotní a/nebo rozprašované vody ve válci před nebo během kompresního zdvihu způsobí fázovou změnu vody na plyn pomocí absorpce okolního tepelného toku (latentní teplo vody při vypařování), čímž dochází k zabránění termálně indukovaného předčasného zapálení.

Konvenční zážehový motor (jiskra/plazma) není sám o sobě schopen efektivně zmírnit nárůst teploty tepelného toku během kompresního cyklu. Během kompresního zdvihu narůstá teplota plynné hmoty uvnitř válce, což je dáno: 1) konvekčním ohřevem a sálavým ohřevem od stěn válce, hlav válců, pístních vyklenutí, ventilů a podobně, 2) adiabatickým nebo polytropickým ohřevem způsobeným stlačováním objemu plynu pístem. Normální zážehový motor (jiskra/plazma) není schopen efektivně zmírňovat nárůst teploty během kompresního zdvihu nebo cyklu díky výše uvedeným ohřevacím jevům. Vstřikování nízkoteplotní a/nebo rozprašované vody ve válci před a/nebo během kompresního zdvihu bude absorbovat tepelný tok, jehož zdrojem je válec, a teplo kompresní práce. Dojde k fázové změně vody na plynné výpary zmírňující nárůst teploty celkového množství média uvnitř válce. Jinými slovy, konečná teplota stlačeného média (skládající se z vody/vzduchu/paliva nebo vody/vzduchu, obohaceného o O_2 /paliva) na konci kompresního zdvihu bude významně nižší důsledkem vstřikování vody. Tato konečná teplota při kompresním zdvihu bude pod bodem termálního vznícení stlačené směsi média, čímž dojde k zamezení předčasného zapálení.

Motor, ve kterém dochází ke vstřikování paliva přímo nebo ve válci, a který je také zážehový (jiskra/plazma) - nebo jinak nezapalovaný kompresním ohřevem - bude rovněž vylepšen vstřikováním vody ve válci při kompresním zdvihu. Při tomto cyklu je množství vstřikované vody/vzduchu udržováno pod teplotou vznícení, takže nedojde k předčasnému vznícení vstřikovaného paliva.

Konvenční zážehový motor (jiskra/plazma) sám o sobě není schopen efektivně zmírnit kompresní práci během kompresního cyklu. Vstřikování nízkoteplotní a/nebo rozprašované vody ve válci před a/nebo během kompresního zdvihu způsobí fázovou změnu vody na plyn pomocí absorbování okolního tepelného toku (latentní teplo vody při vypařování), čímž dojde ke snížení teploty nebo zmírnění teploty stlačeného média. Se snížením nebo zmírněním teploty média uvnitř válce je úměrně snížena kompresní práce.

V konvenčním zážehovém motoru (jiskra/plazma) - nebo jinak nezapalováním kompresním teplem - probíhá obecně cyklus při konstantním množství média. Po uzavření sacích ventilů je během kompresního zdvihu množství média ve válci konstantní. Přidáním takového ředícího prostředku, jako je voda během kompresního zdvihu dochází ke zvětšení celkového procházejícího množství média, a tím ke zvýšení výkonu. Výkon, zvýšený vstřikováním vody při kompresním zdvihu, je odvozen jako zvýšené množství/hybnost vody vzhledem k pístu během expanzního zdvihu pro zvýšení výkonu a účinnosti. Vstřikování tlakové a diferenčně tlakové vody během komprese nejen zmírní teplotu při kompresním zdvihu, ale také zvýší celkový výkon motoru v důsledku diferenciálního zvětšení (diferenciálním vstřikováním hmoty) množství média procházejícího během cyklu motoru.

Poměr paliva ke vzduchu je u konvenčního zážehového motoru (jiskra/plazma) omezen zdola procentuálním obsahem kyslíku ve vzduchu. Omezení procentuálního obsahu kyslíku ve vzduchu, nominálně 21% na hladině moře, konečně určuje dolní nízkoprocentní mez pro poměr paliva ke vzduchu. Až do nedávna a do příchodu generátorů kyslíku se statickými membránami s relativně vysokou účinností, bylo použití doplňkového kyslíku pro zlepšené spalování neekonomické. S generátory se statickými membránami, turbodmychadly, poháněnými výfukovými plyny a tlakovými rekuperačními turbínami je minimalizována energetická ztráta, způsobená

produkováním proudu vzduchu obohaceného o kyslík, zatímco dolní mez poměru paliva ke vzduchu je zvětšena, čímž je zvýšena celková účinnost motoru.

Uvedený návrh vstřikování vody v zážehových motorech (jiskra/plazma) má vedle významných zlepšení cyklu i omezení týkající se: 1) hladin absolutní vlhkosti, 2) rychlosti vypařování vody, 3) objemové účinnosti. Byly navrženy různé typy zařízení pro zavedení tekutin do nasávaného vzduchu u motorů s vnitřním spalováním. Tato zařízení obsahují systémy na vstřikování emulze, zvlhčovače nasávaného vzduchu a vstřikovače v sacím kanálu.

Zařízení, která vstřikují vodu do sacího kanálu primárně ovlivňují zvlhčování a zhušťování dávky vzduchu před kompresním zdvihem. Tyto systémy jsou významné, neboť snižují teplotu vstupního vzduchu a provádějí zvlhčování s dosaženou hladinou relativní vlhkosti téměř 100%. Nicméně absolutní vlhkost je funkcí teploty. Zvlhčování v sacím kanálu je omezeno na nižší hladinu absolutního zvlhčování než je tomu při vstřikování nízkoteplotní a/nebo rozprašované vody uvnitř válce, neboť první proces probíhá při nižší teplotě, zatímco ke druhému procesu dochází uvnitř vyššího teplotního rozmezí, kdy teplota narůstá se zvyšujícím se kompresním poměrem kompresního zdvihu. Vyšší teploty během kompresního zdvihu umožňují, aby bylo ve stlačeném médiu obsaženo větší množství vody bez tvoření kapiček, nebo vysokých relativních vlhkostí, které by mohly vzájemně reagovat s olejovými lubrikanty na stěnách válce a tím narušovat některé z lubrikačních vlastností stěny. Tento vynález je schopen přivádět vysokotlaký proud buď nízkoteplotní anebo rozprašované vody do relativně horkého volného prostoru nad pístem, za účelem vytvoření mírné relativní vlhkosti, ale významně vyšší absolutní vlhkosti v porovnání se systémy zvlhčování v sacím kanálu.

Vstřikování vody v sacím kanálu, jak rozprašováním, přímým proudem nebo v podobě sledu kapiček konečně nasátých do válce je ve všech případech závislé na rychlosti vypařování, která je úměrná teplotě a relativní vlhkosti okolního plynného média. Rozprašování v sacím kanálu, při současných nejvyšších rychlostech vypařování v sacím kanálu je závislé na maximální hladině 100% relativní vlhkosti, za kterou se voda nevypařuje, ale je zavedena do válce s průvodními následky interakce s lubrikanty stěny válce. Přímý proud v sacím kanálu nebo sled vodních kapiček mohou vstřikovat vodu, ale mohou mít také čtyři nežádoucí účinky: 1) vzájemné působení mezi vodou a lubrikantem stěny, a dopad tohoto kompromisu na lubrikační systém, 2) předčasná fázová změna vody na páru, primárně způsobená tepelnou vodivostí sacího ventilu nebo stěny válce, 3) přivedení vody na píst, jehož důsledkem je fázová změna vody na páru, primárně způsobená tepelnou vodivostí vyklenutí pístu (pára nyní vytvořená bude podřízená plné kompresní práci a nebude k dispozici pro zmírnění kompresních teplot nebo kompresní práci), 4) přemístění plynného média kapalnou vodou v dávce válcem nasátého vzduchu snižuje objemovou účinnost. Naproti tomu je podle tohoto vynálezu přiváděna nízkoteplotní nebo rozprašovaná voda do volného prostoru nad pístem, která se díky vyšším teplotám při kompresním zdvihu rychleji vypařuje (na rozdíl od nižších teplot sacího kanálu). Teplo absorbované vodou vstřikovanou ve válci je téměř úplně odvozeno od stlačeného plynného média, čímž je pozitivně ovlivňována termodynamika a dynamika spalování cyklu. Objemová účinnost motoru je maximalizována oproti vstřikování v sacím kanálu, neboť při cyklu vstřikování vody ve válci je přiváděna dávka plynu o maximální hustotě do válce a pak je přidáváno doplňkové množství vody k této dávce ve válci, čímž je dále zvyšována hustota hmoty.

Zvlhčovače vstřikující vodu v sacím kanálu snižují teploty tohoto kanálu a hustotu proudu plynu. Nicméně zvlhčování v sacím kanálu má jistá omezení, která ovlivňují objemovou účinnost dvěma způsoby: 1) při dané

teplotě má suchý vzduch větší hustotu než kombinace vzduchu a vlhkosti při stejné teplotě, 2) zvlhčovací systémy jsou omezeny na teploty, které musejí být nad bodem mrazu vstupního proudu vzduchu, aby bylo zamezeno vnikání ledu do válce. Tento vynález používá chladiče (tepelné výměníky) k mezistupňovému ochlazování nasávaného proudu vzduchu, čímž je zajišťována nejvyšší hustota dávky v komoře válce. Tato dávka je dále zhušťována vstřikováním nízkoteplotní a/nebo rozprašované vody ve válci do volného prostoru nad pístem, a dávka plynu je zhušťována doprovodným stlačováním pístem. Síťový efekt tepelných výměníků spolu s nízkoteplotní a/nebo rozprašovanou vodou ve válci zajišťuje v současné době nejvyšší hustotu dávky u vodních systémů a významně zvyšuje objemovou účinnost.

Předložený vynález představuje cyklus zážehového motoru (jiskra/plazma) s vnitřním spalováním, pro nějž je charakteristické: nekonstantní množství média, atmosférický vzduch, případně obohacený o kyslík, vysoká komprese. V současnosti neexistuje žádné známé použití tohoto cyklu. Uvedený cyklus je tedy novým cyklem.

Předložený vynález zahrnuje motor, který má alespoň jeden válec se sacím/výfukovým kanálem a ventily, ve kterém dochází k zapalování směsi paliva a vzduchu nebo paliva a vzduchu obohaceného o kyslík, který má vstřikovač nebo vstřikovače pro dávkování paliva, dvě turbodmychadla, jednu tlakovou rekuperační turbínu/kompresor poháněnou dusíkem, tři dochlazovače, vstřikovače pro dodávání rozprašované vody nebo jiných forem nízkoteplotní vody a membrány pro separaci kyslíku a dusíku. Systém pro vstřikování vody se skládá ze zdroje tlakové vody a prostředků na měření času a množství vody, která musí být vstřikována v přesných časových intervalech a při přesně stanoveném tlaku.

Předložený vynález funguje následovně. Dávka vstupního vzduchu je formována ze dvou zdrojů - proud filtrovaného okolního vzduchu a proud

vzduchu vysoce obohaceného kyslíkem. Celkový vstupní proud vzduchu je stlačován tlakovou rekuperační turbínou/kompresorem poháněnou dusíkem a vytlačen do potrubí sacího kanálu. Protože tlak a teplota tohoto vzduchu jsou zvyšovány díky práci vykonané turbínou/kompresorem, proud vzduchu musí být ochlazován, aby byla zvýšena hustota dávky a zredukováána práce kompresoru následujícího turbodmychadla. K tomuto konci je připojen dochlazovací tepelný výměník, jehož síť rovněž zvětšuje přítok hmoty do motoru. Tlak následujícího turbodmychadla podporuje vytlačování proudu vzduchu nebo proudu vzduchu obohaceného o kyslík přes dochlazovač do potrubí tvaru T. Jedno rameno tohoto potrubí vede k další kombinaci turbodmychadla a dochlazovače a dále pak do separátorů dusíku a kyslíku. Na druhém konci potrubí tvaru T je plynné palivo vstřikováno a míšeno v sacím kanálu. Ochlazený palivový plyn dále snižuje teplotu vstupní dávky a zvyšuje její hustotu. Směs paliva se vzduchem nebo paliva se vzduchem obohaceným o kyslík vstupuje do válce přes sací kanál a sací ventil. U tohoto vynálezu jsou sací ventily opatřeny izolačním povlakem s vysokou tepelnou odolností, který snižuje tepelný tok do směsi paliva se vzduchem. Výsledkem je skutečnost, že směs paliva se vzduchem vstupuje do válce s vyšší hustotou a tím dochází ke zvýšení objemové účinnosti motoru.

Po vstupu do válce začíná směs paliva se vzduchem nebo paliva se vzduchem obohaceným o kyslík rychle absorbovat teplo. Toto zvýšení teploty směsi je nežádoucí. Účinnost je obětována díky zvýšeným požadavkům na práci pístu, který musí stlačovat teplejší plyny. Proto dochází během kompresního zdvihu ke vstřikování vysokotlaké nízkoteplotní rozprašované vody vstřikovacím systémem do válce, čímž je zmírňován tento tepelný tok. To má za následek snížení kompresní práce, způsobené snížením teploty a tlaku směsi paliva se vzduchem nebo paliva se vzduchem obohaceným o kyslík. Vstřikování ochlazovací vody navíc snižuje teplotu směsi paliva se vzduchem nebo paliva se vzduchem obohaceným o kyslík pod teplotu předčasného zapálení během komprese, takže je možný vyšší a účinnější

kompresní poměr. Nižší teplota komprese spolu se schopností vody absorbovat teplo vysvětluje nižší teplotu spalování. Nižší teploty spalování jsou pak příčinou nižších emisí NOx.

Volitelný systém se statickou membránou pro separaci dusíku a kyslíku pracuje optimálně při vyšším tlaku. Až potud jsou druhé turbodmychadlo a tlaková rekuperační turbína/kompresor poháněná dusíkem součástí cyklu, pokud má být použit proud vzduchu obohacený o kyslík. Účinnost membrány je rovněž zvýšena díky recyklování proudu vzduchu obohaceného o kyslík, to znamená, vyšší obsah kyslíku proudu plynu aplikovaný na membránu zvyšuje průstupný tok, kterým je v tomto případě proud obohacený o kyslík, aplikovaný na sací straně vysokotlaké rekuperační turbíny/kompresoru poháněné dusíkem. Sací strana tlakového rekuperačního kompresoru poháněného dusíkem pracuje v částečném vakuu, čímž dochází ke snižování zpětných tlaků na generátory dusíku/kyslíku se statickou membránou, čímž je výrazně zvyšována jejich účinnost při generaci kyslíku.

Cílem tohoto vynálezu je zvýšení pracovní termodynamické účinnosti a omezení tvorby emisí NOx zvýšením kompresního poměru a volitelným zvýšením obsahu kyslíku v přiváděném vzduchu. Tohoto cíle může být dosaženo následujícími způsoby: 1) umožnění činnosti s vyšším kompresním poměrem, využitím vstřikování vody pro zmírnění přidružených vysokých teplot komprese, 2) volitelné zvýšení obsahu kyslíku v přiváděném vzduchu využitím membrány pro separaci dusíku a kyslíku.

Přehled obrázků na výkresech

Na obr. je znázorněno schéma celého zapojení vodního vstřikovacího systému s optimálním generátorem kyslíku se statickou membránou.

Příklady provedení vynálezu

Uvedený vynález je určen pro zvýšení účinnosti motoru s vnitřním spalováním s pomocí využití systému vstřikování a užitím systému s optimálním generátorem kyslíku se statickou membránou. Uvedený vynález zahrnuje:

(a) motor s vnitřním spalováním obsahuje alespoň jednu spalovací komoru, alespoň jednu hlavu válce připojenou k uvedené spalovací komoře a alespoň jeden píst, umístěný uvnitř spalovací komory,

(b) sací kanál vzduch/palivo procházející hlavou válce, připojený ke spalovací komoře,

(c) alespoň jeden vstřikovač vody, připojený k uvedené spalovací komoře,

(d) zdroj vody o stálém tlaku, připojený potrubím k uvedenému vstřikovači vody,

(e) ventily v uvedeném potrubí ovládané elektronickými signály pro otevření a umožnění průtoku vody do vstřikovače vody během komprese uvedeného pístu,

(f) vzduchové sací potrubí připojené k uvedenému sacímu kanálu vzduch/palivo,

(g) výfukový kanál, připojený ke spalovací komoře,

(h) výfukové potrubí, připojené k uvedenému výfukovému kanálu,

(i) alespoň jedno turbodmychadlo připojené k uvedenému výfukovému potrubí a uvedenému vzduchovému sacímu potrubí pro stlačení sacího vzduchu v uvedeném sacím potrubí,

(j) skupinu dusík/kyslík statických rozdělovacích membrán, připojených k vzduchovému sacímu potrubí přes membránové potrubí a připojených k sacímu kanálu vzduch/palivo přes vzduch obohacující potrubí pro odstranění části dusíku v sacím vzduchu před jeho vstupem do sacího kanálu vzduch/palivo,

(k) druhé turbodmychadlo, připojené k uvedenému výfukovému potrubí a uvedenému membránovému potrubí pro stlačení vzduchu přicházejícího do uvedené skupiny dusík/kyslík membrán,

(l) druhé turbodmychadlo po chladícím tepelném výměníku mezi uvedeným druhým turbodmychadlem a skupinou dusík/kyslík membrán, a

(m) dusíkové výfukové potrubí připojené k uvedené skupině dusík/kyslík stálých membrán, a

(n) tlakovou rekuperační turbínu, připojenou k uvedenému výfukovému potrubí a uvedenému dusíkovému výfukovému potrubí pro řízení kompresoru, připojeného k uvedenému vzduchovému sacímu potrubí a vzduch obohacujícímu potrubí pro stlačení vzduchu proudícího do uvedeného vzduch/palivo sacího kanálu.

Řešení podle tohoto vynálezu je nové pro dvoudobé nebo čtyřdobé motory s vnitřním spalováním, což je vidět na obr., kde je schematicky znázorněno schéma celého zapojení systému s vstřikováním vody s optimálními generátory se statickými membránami pro obohacení kyslíku.

Motor 0 obsahuje alespoň jeden tepelně zpracovaný píst 22 s vrstvou yttrium-zirkonium pro omezení přestupu tepla do hlavy pístu. Motor 0 rovněž obsahuje alespoň jednu hlavu 24 válce s alespoň jednou spalovací komorou 12 opatřenou na své horní straně dvěma zapalovacími svíčkami 18a a 18b, alespoň jedním sacím ventilem 11, alespoň jedním výfukovým ventilem 25 a jedním vodním vstřikovačem 17 v každém válci. Sací ventil 11 a výfukový ventil 25 a hlava 24 válce, obklopující spalovací komoru 12 v každém válci, jsou opatřeny vrstvou yttrium-zirkonia, kromě ventilových sedel. Sací kanál 10 je připojen k palivovému vstřikovači 21, zatímco hlava 24 je propojena s vodním vstřikovačem 17.

Vynález dále obsahuje dvě turbodmychadla 7 a 30, jednu tlakovou rekuperační turbínu 3, tři dochlazovače 4, 9 a 36, membránu 38 na separaci

dusíku a kyslíku, vodní vstřikovací čerpadlo a nádrž 13 a kontejner 19 s palivem. Každé turbodmychadlo nebo tlaková rekuperační turbina má kompresor a turbínu v uvedeném pořadí. Každá z turbin je poháněna buď výfukovými plyny nebo odvzdušněným kyslíkem a pohání kompresory pomocí společného hřídele.

Okolní vzduch vstupuje do vstupu 1 tlakového rekuperačního kompresoru. Nízkotlaký proud vzduchu obohaceného o kyslík vstupuje do tlakového rekuperačního vstupu 40, kde je proporcionálně smíšen s okolním vzduchem. Smíšení okolního vzduchu a nízkotlakého vzduchu obohaceného o kyslík v tlakovém rekuperačním kompresoru 2 vytváří tlakový proud vzduchu obohacený o kyslík, který opouští výstup 47 tlakového rekuperačního kompresoru a vstupuje do potrubí 3. Proud vzduchu obohaceného o kyslík vstupuje do dochlazovače 4, kde je ochlazen po vykonání kompresní práce tlakové rekuperační turbíny 2 a vystupuje do potrubí 5. Dochlazování je nezbytné pro zvýšení účinnosti kompresoru a zvýšení hustoty vytlačného množství kompresoru. Proud vzduchu obohaceného o kyslík jde do turbodmychadla 7, kde vstupuje do vstupu 6 turbodmychadla 7, je stlačen a vystupuje výstupem 8. Kompresní výstup 8 turbodmychadla 7 je spojen pomocí potrubí 44 s dochlazovačem 9, kde je ochlazen po vykonání kompresní práce turbodmychadla 7. Výstup dochlazovače 9 je spojen s kompresním vstupem 33 turbodmychadla 30 pomocí T-potrubí 45 a potrubí 32, a také se sacím potrubím 10 pomocí T-potrubí 45. Další stlačení turbodmychadlem 30 na vyšší tlak je vyžadováno pro účinnou funkci separátoru 38 dusíku a kyslíku. Kompresní výstup 34 turbodmychadla 30 je spojen s dochlazovačem 36 pomocí potrubí 35, kde je ochlazen po vykonání kompresní práce turbodmychadla 30. Odstranění tepla vzniklého díky kompresní práci je nezbytné k ochraně separačních membrán. Výstup dochlazovače 36 je spojen se vstupem separátoru 38 dusíku a kyslíku pomocí potrubí 37, kde je odebírán potrubím 41 dusík o vysokém tlaku. Separátor 38 obsahuje skupinu statických membrán, které jsou tvořeny dutými

polymerovými vlákny, a které ovlivňují separaci kyslíku a dusíku. Dusík o vysokém tlaku vstupuje do vstupu 42 tlakové rekuperační turbíny a je hnací silou tlakové rekuperační turbíny 2. Po zvýšení tlaku dusíku a jeho průtokové energie jako mechanické kompresní práce, vystupuje dusík výstupem 47 tlakové rekuperační turbíny jako výfukový plyn 43. Výstup separátoru 38 dusíku a kyslíku, z něž vychází proud nízkotlakého vzduchu obohaceného o kyslík je pomocí potrubí 39 spojen s kompresním vstupem 40 tlakové rekuperační turbíny 2. Tento proud vzduchu s vysokým obsahem kyslíku nebo obohaceného o kyslík je ten, výše zmíněný, který proudí potrubím 39 a mísí se s filtrovaným okolním vzduchem a tím je na výstupu tlakového rekuperačního kompresoru uvolňován do potrubí 3 proud vzduchu obohaceného o kyslík.

Plynné palivo je vstřikováno vstřikovačem 21 a míšeno s tlakovým vzduchem nebo vzduchem obohaceným o kyslík v sacím kanálu 10. Ochlazené plynné palivo dále snižuje teplotu nasávané dávky. Stlačená směs paliva se vzduchem nebo paliva se vzduchem obohaceným o kyslík vstupuje do spalovací komory 12 pomocí sacího ventilu 11. Pata sacího ventilu 11 je opatřena izolačním povlakem z yttria se zirkoniem s vysokou tepelnou odolností, který snižuje přívod tepelného toku do směsi paliva se vzduchem. Povlak rovněž prodlužuje životnost ventilu 11 při provozu za vysokých teplot. Výsledkem těchto opatření je, že směs paliva se vzduchem vstupuje do válce při nižší než normální teplotě a tím o vyšší hustotě, čímž je zvýšena objemová účinnost motoru.

Po vstupu do spalovací komory 12 začne prudce narůstat teplota směsi paliva se vzduchem. Tento nárůst teploty směsi paliva se vzduchem nebo paliva se vzduchem obohaceným o kyslík je způsoben kombinací konvekčního a sálavého tepla, jehož zdrojem jsou stěny spalovací komory 12. Po uzavření sacího ventilu 11 dále narůstá teplota směsi paliva se vzduchem nebo paliva se vzduchem obohaceným o kyslík, což je způsobeno kompresní

práci pístu vykonávajícího zdvih k horní úvratí. Proto se během kompresního zdvihu otevře ventil 16 za účelem vstříknutí rozprašované vody o vysokém tlaku do spalovací komory 12, pomocí vstřikovače 17. Vstřikovaná voda se bude rychle odpařovat a bude zmírňovat nadměrný nárůst teploty. Následkem toho bude omezena kompresní práce, což je dáno nižší teplotou i tlakem směsi paliva se vzduchem nebo paliva se vzduchem obohaceným o kyslík. Vstřikování chladicí vody udržuje mimoto teplotu směsi paliva se vzduchem nebo paliva se vzduchem obohaceným o kyslík pod diesellovou teplotou během komprese, čímž je eliminováno předčasné vznícení. Plynná hmota uvnitř válce je rovněž zvětšena o množství vstříknuté vody, což má za následek vyšší výkon motoru. Vstřikování tlakové nebo diferenciálně tlakové vody během komprese zvýší hybnost vůči pístu v průběhu expanzního zdvihu, čímž se zvýší výkon a účinnost. Vstřikování vody uvnitř válce rovněž snižuje teplotu adiabatického spalování, neboť konec kompresního zdvihu je omezen vstřikováním vody a dochází k větší absorpci tepla, vzniklého při spalování, větší inertní hmotou, jejíž složkou je voda.

Díky výše uvedeným opatřením může být kompresní poměr u tohoto vynálezu zvýšen na takovou hodnotu, jaká je běžná u normálních diesellových motorů. Toto je přínosné proto, že účinný výkon spalovacích motorů je ovlivněn kompresním poměrem. Směs paliva se vzduchem na konci kompresního zdvihu je směs o vysokém tlaku, relativně nízké teplotě, obohacená o kyslík, s vyšším obsahem vodní páry a s nižším obsahem dusíku, v porovnání s konvenčními zážehovými motory (jiskra/plazma). Proces spalování je započat zahrátím zapalovacích svíček 18a a 18b sledem impulsů o vysokém napětí. Při tomto procesu je zapálení velmi chudé směsi paliva se vzduchem zdokonaleno a je zamezeno vynechání zapalování.

Relativně vysoká koncentrace kyslíku v plynné směsi uvnitř válce zvyšuje rychlost a stabilitu plamene, a to má za následek zvýšení účinnosti. Zvýšený obsah vody v plynné hmotě má za následek nižší adiabatickou

teplotu plamene, čímž je redukována tvorba oxidů dusíku nebo NOx, která je silně závislá na teplotě. Zvýšení obsahu vody snižuje relativní obsah dusíku ve válci, a tím je opět omezen sklon cyklu motoru k tvorbě NOx. Zvýšení obsahu kyslíku zvýší tvorbu NOx při cyklu motoru, ale díky výše uvedeným účinkům vody bude tvorba emisí NOx při celkovém cyklu omezena, na rozdíl od zážehového motoru (jiskra/plazma) s podobnou konfigurací a s nižším kompresním poměrem a bez vstřikování vody uvnitř válce.

Expanzní cyklus nebo pracovní zdvih je u tohoto vynálezu zlepšen z části z důvodu omezeného tepelného toku uvnitř izolované komory. Hlava 24 spalovací komory 12, píst 22, ventily 11 a 25 jsou opatřeny povlakem odolným proti teplotě. Omezený tepelný tok přes píst 22 do vodního pláště v hlavě 24 válce a do ventilů přes spalovací komoru zdokonaluje účinnost spalování. Díky nárůstu dostupné energie při vyšších tlacích v souvislosti s vyšším kompresním poměrem a zvětšení průtoku hmoty přidanou vodou, je významně zlepšen expanzní cyklus nebo pracovní zdvih v porovnání s konvenčním motorem.

Výfukový zdvih obsahuje výfukovou dávku o vyšší teplotě, větší hmotě a vyšším tlaku ve srovnání s konvenčním zážehovým motorem (jiskra/plazma). Tato výfuková dávka o vyšší energii opouští motor prostřednictvím výfukového kanálu 26, který je izolováno za účelem zachování energie, a vstupuje do vstupů 27 a 29 turbíny pomocí potrubí 26 a 28, v uvedeném pořadí, a pohání turbíny turbodmychadel 7 a 30, v uvedeném pořadí. Výfuková dávka o vyšší energii znamená zvýšenou hnací sílu turbodmychadel, která jsou vybavena vysokoteplotními oběžnými koly. Využití výfukové dávky o vysoké teplotě zachovává vysokofrekvenční složky výfukového pulsu, a tím je zvýšena účinnost turbodmychadla a motoru.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Motor se vstřikováním vody do válce, v y z n a č u j í c í s e t í m, že obsahuje:

(a) motor s vnitřním spalováním obsahuje alespoň jednu spalovací komoru, alespoň jednu hlavu válce připojenou k uvedené spalovací komoře a alespoň jeden píst, umístěný uvnitř spalovací komory,

(b) sací kanál vzduch/palivo procházející hlavou válce, připojený ke spalovací komoře,

(c) alespoň jeden vstřikovač vody, připojený k uvedené spalovací komoře,

(d) zdroj vody o stálém tlaku, připojený potrubím k uvedenému vstřikovači vody,

(e) ventily v uvedeném potrubí ovládané elektronickými signály pro otevření a umožnění průtoku vody do vstřikovače vody během komprese uvedeného pístu.

2. Motor se vstřikováním vody do válce podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že obsahuje vzduchové sací potrubí připojené k uvedenému sacímu kanálu vzduch/palivo, výfukový kanál, připojený ke spalovací komoře, výfukové potrubí, připojené k uvedenému výfukovému kanálu a alespoň jedno turbodmychadlo připojené k uvedenému výfukovému potrubí a uvedenému vzduchovému sacímu potrubí pro stlačení sacího vzduchu v uvedeném sacím potrubí.

3. Motor se vstřikováním vody do válce podle nároku 2, v y z n a č u j í c í s e t í m, že dále obsahuje druhé turbodmychadlo za chladícím tepelným výměníkem mezi uvedeným turbodmychadlem a sacím kanálem vzduch/palivo.

4. Motor se vstřikováním vody do válce podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že dále obsahuje skupinu dusík/kyslík statických membrán připojených k vzduchovému sacímu potrubí přes membránové potrubí a připojených k sacímu kanálu vzduch/palivo přes vzduch obohacující potrubí pro odstranění části dusíku v sacím vzduchu před jeho vstupem do sacího kanálu vzduch/palivo.

5. Motor se vstřikováním vody do válce podle nároku 4, v y z n a č u j í c í s e t í m, že dále obsahuje druhé turbodmychadlo, připojené k uvedenému výfukovému potrubí a uvedenému membránovému potrubí pro stlačení vzduchu přicházejícího do uvedené skupiny dusík/kyslík membrán.

6. Motor se vstřikováním vody do válce podle nároku 5, v y z n a č u j í c í s e t í m, že dále obsahuje druhé turbodmychadlo za chladicím tepelným výměníkem mezi uvedeným druhým turbodmychadlem a skupinou dusík/kyslík membrán.

7. Motor se vstřikováním vody do válce podle nároku 6, v y z n a č u j í c í s e t í m, že dále obsahuje dusíkové výfukové potrubí a tlakovou rekuperační turbínu, připojenou k uvedenému výfukovému potrubí a uvedenému dusíkovému výfukovému potrubí pro řízení kompresoru, připojeného k uvedenému vzduchovému sacímu potrubí a vzduch obohacujícímu potrubí pro stlačení vzduchu proudícího do uvedeného vzduch/palivo sacího kanálu.

8. Motor se vstřikováním vody do válce podle kteréhokoli z výše uvedených nároků, v y z n a č u j í c í s e t í m, že motor s vnitřním spalováním obsahuje vstřikování vody přímo do válce během komprese pro zvýšení účinnosti snížením kompresní teploty.

9. Motor se vstřikováním vody do válce, v y z n a č u j í c í s e t í m, že obsahuje:

(a) motor s vnitřním spalováním obsahuje alespoň jednu spalovací komoru, alespoň jednu hlavu válce připojenou k uvedené spalovací komoře a alespoň jeden píst, umístěný uvnitř spalovací komory,

(b) sací kanál vzduch/palivo procházející hlavou válce, připojený ke spalovací komoře,

(c) alespoň jeden vstřikovač vody, připojený k uvedené spalovací komoře,

(d) zdroj vody o stálém tlaku, připojený potrubím k uvedenému vstřikovači vody,

(e) ventily v uvedeném potrubí ovládané elektronickými signály pro otevření a umožnění průtoku vody do vstřikovače vody během komprese uvedeného pístu,

(f) vzduchové sací potrubí připojené k uvedenému sacímu kanálu vzduch/palivo,

(g) výfukový kanál, připojený ke spalovací komoře,

(h) výfukové potrubí, připojené k uvedenému výfukovému kanálu,

(i) alespoň jedno turbodmychadlo připojené k uvedenému výfukovému potrubí a uvedenému vzduchovému sacímu potrubí pro stlačení sacího vzduchu v uvedeném sacím potrubí,

(j) skupinu dusík/kyslík statických membrán připojených k vzduchovému sacímu potrubí přes membránové potrubí a připojených k sacímu kanálu vzduch/palivo přes vzduch obohacující potrubí pro odstranění části dusíku v sacím vzduchu před jeho vstupem do sacího kanálu vzduch/palivo.

10. Motor se vstřikováním vody do válce podle nároku 9, v y z n a č u j í c í s e t í m, že obsahuje druhé turbodmychadlo, připojené k uvedenému

výfukovému potrubí a uvedenému membránovému potrubí pro stlačení vzduchu přicházejícího do uvedené skupiny dusík/kyslík membrán.

11. Motor se vstřikováním vody do válce podle nároku 10, v y z n a č u j í c í s e t í m, že dále obsahuje druhé turbodmychadlo za chladícím tepelným výměníkem mezi uvedeným druhým turbodmychadlem a skupinou dusík/kyslík membrán.

12. Motor se vstřikováním vody do válce podle nároku 11, v y z n a č u j í c í s e t í m, že dále obsahuje dusíkové výfukové potrubí a tlakovou rekuperační turbínu, připojenou k uvedenému výfukovému potrubí a uvedenému dusíkovému výfukovému potrubí pro řízení kompresoru, připojeného k uvedenému vzduchovému sacímu potrubí a vzduch obohacujícímu potrubí pro stlačení vzduchu proudícího do uvedeného vzduch/palivo sacího kanálu.

13. Motor se vstřikováním vody do válce, v y z n a č u j í c í s e t í m, že obsahuje:

(a) motor s vnitřním spalováním obsahuje alespoň jednu spalovací komoru, alespoň jednu hlavu válce připojenou k uvedené spalovací komoře a alespoň jeden píst, umístěný uvnitř spalovací komory,

(b) sací kanál vzduch/palivo procházející hlavou válce, připojený ke spalovací komoře,

(c) alespoň jeden vstřikovač vody, připojený k uvedené spalovací komoře,

(d) zdroj vody o stálém tlaku, připojený potrubím k uvedenému vstřikovači vody,

(e) ventily v uvedeném potrubí ovládané elektronickými signály pro otevření a umožnění průtoku vody do vstřikovače vody během komprese uvedeného pístu,

(f) vzduchové sací potrubí připojené k uvedenému sacímu kanálu vzduch/palivo,

(g) výfukový kanál, připojený ke spalovací komoře,

(h) výfukové potrubí, připojené k uvedenému výfukovému kanálu,

(i) alespoň jedno turbodmychadlo připojené k uvedenému výfukovému potrubí a uvedenému vzduchovému sacímu potrubí pro stlačení sacího vzduchu v uvedeném sacím potrubí,

(j) skupinu dusík/kyslík statických membrán připojených k vzduchovému sacímu potrubí přes membránové potrubí a připojených k sacímu kanálu vzduch/palivo přes vzduch obohacující potrubí pro odstranění části dusíku v sacím vzduchu před jeho vstupem do sacího kanálu vzduch/palivo,

(k) druhé turbodmychadlo, připojené k uvedenému výfukovému potrubí a uvedenému membránovému potrubí pro stlačení vzduchu přicházejícího do uvedené skupiny dusík/kyslík-membrán,

(l) druhé turbodmychadlo po chladícím tepelném výměníku mezi uvedeným druhým turbodmychadlem a skupinou dusík/kyslík membrán, a

(m) dusíkové výfukové potrubí připojené k uvedené skupině dusík/kyslík stálých membrán, a

(n) tlakovou rekuperační turbínu, připojenou k uvedenému výfukovému potrubí a uvedenému dusíkovému výfukovému potrubí pro řízení kompresoru, připojeného k uvedenému vzduchovému sacímu potrubí a vzduch obohacujícímu potrubí pro stlačení vzduchu proudícího do uvedeného vzduch/palivo sacího kanálu.

