

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: 1995 - 3330

(22) Přihlášeno: 15.12.1995

(30) Právo přednosti:
15.12.1994 US 1994/356600

(40) Zveřejněno: 11.09.1996

(Věstník č. 9/1996)

(47) Uděleno: 05.06.2003

(24) Oznámeno udělení ve Věstníku: 13.08.2003
(Věstník č. 8/2003)

(13) Druh dokumentu: B6

(51) Int. Cl. ⁷:
F 23 D 11/44

(73) Majitel patentu:

MEGTEC SYSTEMS, INC., De Pere, WI, US;

(72) Původce vynálezu:

Ruhl Andreas, DePere, WI, US;
Rentzel Gert, Gelnhausen, DE;
McGehee Patrick W., Green Bay, WI, US;
Charamko Serguei Afanaseevich, DePere, WI, US;
Anderson Kim, Green Bay, WI, US;

(74) Zástupce:

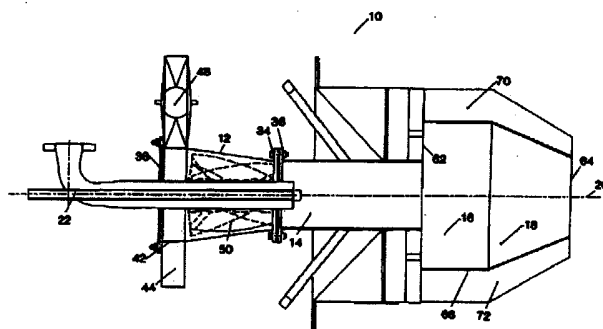
Kalenský Petr JUDr., Hálkova 2, Praha 2, 12000;

(54) Název vynálezu:

**Způsob spalování spalitelných složek
pracovního plynu a zařízení k provádění tohoto
způsobu**

(57) Anotace:

Způsob spalování spalitelných složek pracovního plynu v hlavním spalovacím prostoru (114), odděleném avšak spojeném s hořákovou spalovací komorou (16), opatřenou prostředky pro zavádění plynu obsahujícího kyslík a paliva do spalovací komory (16), za míšení a spalování plynu obsahujícího kyslík a paliva, přičemž spálená směs plynu obsahujícího kyslík a palivo se odvádí z hořákové spalovací komory (16) a oxiduje spalitelné složky pracovního plynu, který je vně spalovací komory (16), za dodávání bezplamenné tepelné energie pracovnímu plynu vně spalovací komory (16), při kterém se spaluje palivo a plyn obsahující kyslík a část pracovního plynu. Zařízení k provádění tohoto způsobu, obsahuje hořák (10) s vířivou komorou (12) a se spalovací komorou (16), jehož podstata spočívá v tom, že obsahuje směšovací komoru (14) spojenou s vířivou komorou (12), přívodní ústrojí (40, 42) plynu obsahujícího kyslík do vířivé komory (12), vířidla (50) ve vířivé komoře (12) a přívod (22) paliva do směšovací komory (14).



Způsob spalování spalitelných složek pracovního plynu a zařízení k provádění tohoto způsobu

5 Oblast techniky

Vynález se týká způsobu spalování spalitelných složek pracovního plynu v hlavním spalovacím prostoru. Vynález se dále týká zařízení k provádění uvedeného způsobu, obsahujícího hořák mající vířivou komoru a spalovací komoru.

10

Dosavadní stav techniky

15 V minulosti úvahy o životním prostředí požadovaly, aby odpadní látky vypouštěné do ovzduší obsahovaly velmi nízké hladiny škodlivých látek. Národní a mezinárodní pravidla emise oxidů dusíku NO_x byla velmi zpřísněna.

Emise NO_x se typicky vytvářejí následujícím způsobem. NO_x z paliva se vyvíjejí uvolňováním chemicky vázaného dusíku v palivu během procesu spalování. Tepelný NO_x se vyvíjí udržováním 20 procesního proudu obsahujícího molekulární kyslík a dusík při zvýšených teplotách v plameni nebo za ním. Čím delší je perioda styku nebo čím vyšší je teplota, tím vyšší je vyvíjení NO_x . Největší podíl NO_x vyvíjený procesem je tepelný NO_x . Okamžitý NO_x je vyvíjen atmosférickým kyslíkem a dusíkem v hlavním spalovacím pásmu, kde je proces bohatý na volné radikály. Tato emise může být až 30 % celkového množství v závislosti na koncentraci přítomných radikálů.

25

Jednotky dodatečného spalování, jako je jednotka popsaná v patentovém spisu US 4 850 857, byly použity k oxidaci odpadního plynu z procesu. Takové jednotky mají mnoho využití v průmyslu, například v tiskařském průmyslu, kde odpadní plyny mohou obsahovat látky škodlivé pro životní prostředí. Běžně používané hořáky však emitují plynné NO_x .

30

K zajištění schopnosti vývoje tepelné oxidace jako techniky kontroly těkavých organických sloučenin je třeba vyvíjet hořáky se sníženou emisí NO_x .

35 Úkolem vynálezu tudíž je vytvořit způsob spalování oxidovatelných složek v pracovním plynu, který by minimalizoval vyvíjení NO_x zařízením podmínek, které vedou k vyvíjení NO_x . Dále je úkolem vynálezu vytvořit hořák k provádění uvedeného způsobu.

Podstata vynálezu

40

Způsob spalování spalitelných složek pracovního plynu v hlavním spalovacím prostoru, odděleném avšak spojeném s hořákovou spalovací komorou, opatřenou prostředky pro zavádění plynu obsahujícího kyslík a paliva do spalovací komory, za míšení a spalování plynu obsahujícího kyslík a paliva, přičemž spálená směs plynu obsahujícího kyslík a palivo se odvádí z hořákové 45 spalovací komory a oxiduje spalitelné složky pracovního plynu, který je vně spalovací komory, za dodávání bezplamenné tepelné energie pracovnímu plynu vně spalovací komory, spočívá podle vynálezu v tom, že se spaluje palivo a plyn obsahující kyslík a část pracovního plynu.

Při způsobu podle vynálezu se plynu obsahujícímu kyslík, proudícímu do hořáku udílí vířivý pohyb před jeho smíšením s palivem. Zvířený plyn obsahující kyslík je soustředný s palivem a obklopuje palivo. Směs plynu obsahující kyslík a paliva se recirkuluje do hořákové spalovací komory a dochází k dokonalému spálení paliva v hořákové spalovací komoře.

55 Zařízení k provádění způsobu podle vynálezu, obsahující hořák s vířivou komorou a se spalovací komorou, spočívá podle vynálezu v tom, že obsahuje směšovací komoru spojenou s vířivou

- komorou, přívodní ústrojí plynu obsahujícího kyslík do vířivé komory, vířidla ve vířivé komoře a přívod paliva do směšovací komory. Vířivá komora má podélnou osu a má prostředky k zavádění plynu obsahujícího kyslík do vířivé komory, tangenciálně k vnitřnímu obvodovému povrchu vířivé komory. Vířivá komora má tvar komolého kužele s užší podstavou přecházející do směšovací komory. Hořák má podélnou osu a vířidlo zahrnuje řadu lopatek skloněných pod úhlem v rozmezí 0 až 90° vůči podélné ose hořáku. Lopatky jsou zahrnuty vůči svým rovinám v úhlu v rozmezí 5 až 45°. Poměr průměru směšovací komory k průměru spalovací komory je v rozmezí 1:1 až 1:4.
- 10 Spalovací komora má na vzdálením konci od směšovací komory výstupní sekci ve tvaru komolého kužele, přičemž průměr výstupu spalovací komory k výstupu směšovací komory je v poměru v rozsahu 1:0,75 až 1:2. Přívod paliva do směšovací komory tvoří koaxiální soustava vnitřní trubky a vnější trubky. Vnitřní trubka obsahuje jedinou palivovou výstupní trysku a vnější trubka má několik palivových výstupních trysek koncentricky uspořádaných kolem vnitřní trubky. Vnější trubky má řadu výstupních trysek umístěných soustředně v kruzích koncentricky uspořádaných kolem vnitřní trubky. Prostředky k zavádění paliva do směšovací komory tvoří soustava trubek uspořádaných vedle sebe.
- 15 Na rozdíl od dosavadního stavu techniky, se palivo nespaluje vně spalovací komory, nýbrž výlučně ve spalovací komoře, což zaručuje, že obsah NO_x je značně snížen. Směs spáleného paliva a plynu zůstává dostatečně horká pro zapálení pracovního plynu, který se spaluje vně spalovací komory, zejména v hlavním spalovacím prostoru zařízení dodatečného spalování nebo ve vysokorychlostní směšovací trubce při v plamenci spojujícím směšovací trubce či v plamenci spojujícím směšovací trubky se spalovací komorou. Palivo a pracovní plyn jsou spalovány fyzicky odděleně. Toto opatření zajišťuje, že emise NO_x jsou sníženy.
- 20 Podle výhodného provedení vynálezu plyn obsahující kyslík proudící do hořáku se před smícháním s palivem uvádí do vířivého pohybu. Tímto opatřením se dosahuje vysoce účinného spalování paliva ve spalovací komoře. Podle dalšího výhodného provedení vynálezu je plyn obsahující kyslík soustředný s palivem a toto palivo obklopuje.
- 30 Podle dalšího výhodného provedení způsobu podle vynálezu směs plynu obsahujícího kyslík a paliva se uvádí do recirkulace ve spalovací komoře pro zajištění úplného spalování paliva v ní.
- 35 I když vynález doporučuje přivádět do spalovací komory jako plyn obsahující kyslík čerstvý vzduch, mohou být použity i jiné zdroje spalovacího vzduchu, jestliže je dosažitelné dostatečné množství kyslíku pro zajištění úplného spalování paliva. Bez ohledu na to, jaký plyn obsahující kyslík je použit, palivo je úplně spáleno ve spalovací komoře.
- 40 Podle dalšího výhodného provedení předloženého vynálezu plyn obsahující kyslík je částí pracovního plynu.
- 45 Vynález dále vytváří hořák obsahující vířivou komoru a spalovací komoru, jehož podstata spočívá v tom, že obsahuje směšovací komoru ve spojení s vířivou komorou a se spalovací komorou a přívodní ústrojí plynu obsahujícího kyslík do vířivé komory, vířivé ústrojí umístěné ve vířivé komoře pro víření plynu obsahujícího kyslík a přívodní ústrojí paliva do směšovací komory, přičemž při použití se vířivý plyn obsahující kyslík smíchává ve směšovací komoře s palivem a proudí do spalovací komory, kde se směs spaluje.
- 50 Podle výhodného provedení předloženého vynálezu vířivá komora má podélnou osu a plyn obsahující kyslík se zavádí do vířivé komory kolmo k podélné ose víření komory.

Podle dalšího výhodného provedení předloženého vynálezu vířivá komora je zúžena ve směru ke směšovací komoře.

Podle dalšího výhodného provedení předloženého vynálezu hořák má podélnou osu, přičemž vířivé ústrojí obsahuje zakřivené lopatky v úhlu v rozmezí 0 do 90° vzhledem k podélné ose hořáku.

- 5 Podle dalšího výhodného provedení předloženého vynálezu lopatky jsou ohnuty vzhledem k jejich rovině v úhlu v rozmezí od 5 do 45°.

Podle dalšího výhodného provedení předloženého vynálezu směšovací komora má průměr d_1 , spalovací komora má průměr d_2 a poměr $d_1:d_2$ je v rozmezí od 1:1 do 1:4.

- 10 Podle dalšího výhodného provedení předloženého vynálezu spalovací komora má zúženou výstupní část na svém konci odvráceném od směšovací komory.

- 15 Podle dalšího výhodného provedení předloženého vynálezu spalovací komora má výstup mající průměr d_3 , směšovací komora má průměr d_1 a poměr $d_1:d_3$ je v rozmezí od 1:0,75 do 1:2.

Podle dalšího výhodného provedení předloženého vynálezu přívodní ústrojí paliva do směšovací komory je přívodní trubka mající souose uspořádanou vnitřní trubku a vnější trubku.

- 20 Podle dalšího výhodného provedení předloženého vynálezu množství paliva proudící vnitřní trubkou je rovné 1/3 celkového toku paliva.

- 25 Podle dalšího výhodného provedení předloženého vynálezu vnitřní trubka obsahuje výstupní trysku výtoku paliva a vnější trubka obsahuje alespoň dvě výstupní trysky uspořádané soustředně kolem vnitřní trubky.

Podle dalšího výhodného provedení předloženého vynálezu vnitřní trubka přívodní trubky má střední trysku pro výstup paliva.

- 30 Podle dalšího výhodného provedení předloženého vynálezu vnější trubka přívodní trubky obsahuje řadu výstupních trysek uspořádaných koncem trysky v kruzích soustředně s vnitřní trubkou.

Podle dalšího výhodného provedení předloženého vynálezu přívodní ústrojí paliva do směšovací komory je přívodní trubka mající dvě vedle sebe uspořádané trubky.

- 35 Byla vyvinuta různá opatření pros nížení hladiny NO_x . Pro zlepšení řízení napájení palivem jako je zemní plyn, byla vyvinuta dvoustupňová přívodní trubka mající vnitřní trubku uloženou soustředně ve vnější trubce, nebo dvě trubky, přednostně dvou různých průměrů, uspořádané vedle sebe. Vnitřní trubkou, to je trubkou menšího průměru, proudí 1/3 paliva a vnější trubkou, to je trubkou většího průměru, proudí 2/3 paliva. Tyto poměry mohou být různé. Je tedy možné, aby stejná množství paliva proudila vnitřní trubkou menšího průměru i vnější trubkou většího průměru. Jsou možné i poměry jako 1/8 ku 1/7 mezi vnitřní trubkou menšího průměru a vnější trubkou většího průměru.

- 45 Přívod paliva se řídí přiváděním paliva obvyklými ventily, započítím toku paliva trubkou menšího průměru. Jestliže podmínky provozu vyžadují větší výkon hořáku, použije se vnější trubka většího průměru. Postupné zapínání ventilů je kritické pro plynulý provoz hořáku.

- 50 Jiný výsledek spočívá v tom, že během minimálního vypouštění plynu pouze z vnitřní trubky malého průměru se udržuje žádaná rychlost vypouštění plynu. Rychlost vypouštění plynu tedy může být udržována v rozmezí umožňujícím nízké vyvíjení NO_x při spalování.

- 55 Vnitřní trubka přívodní trubky v první komoře má přednostně jednu axiální výstupní trysku s jedním otvorem, zatímco vnější trubka má více výstupních trysek uspořádaných soustředně v kruzích koncentricky vzhledem k vnitřní trubce. Výstupní trysky vnější trubky by měly být

uspořádány tak, aby palivo vytékal co možno těsně k vnitřní trubce. Dále by měly být výstupní trysky vnitřní trubky a vnější trubky navrženy a/nebo uspořádány tak, aby úbytek tlaku byl minimální. Konečně konec vnitřní trysky mající axiální výstupní trysku s jedním otvorem je navržen tak, že vyčnívá mimo konec vnější trubky. Jestliže jsou uspořádány dvě trubky různých průměrů vedle sebe, mohou mít každá jednu výstupní trysku nebo více výstupních trysek uspořádaných v geometrickém vzoru.

V kterémkoli provedení předloženého vynálezu obě trubky, to je vnější a vnitřní trubka, či trubky uspořádané vedle sebe jsou navrženy tak, aby výstupní rychlost byla v rozmezí od 10 do 150 m.s⁻¹.

V jiném provedení přívodní trubky paliva může mít přívodní trubka závěr tvořící alespoň jednu uzavírací trysku s proměnlivým nastavitelným průměrem. Specificky je ve výstupní trysce několik otvorů v kružnici nebo v přímce, které mohou být ovládány rotačním nebo kluzným prvkem. Hlavní rozdíl těchto alternativních provedení je v tom, že je udržována stálá rychlost plynu pro daný napájecí tlak a je řízen objem paliva otvorem vytvořeným rotačním nebo kluzným prvkem.

V dalším provedení může být přívodní trubka zabudována v trubce obsahující alespoň jedno napájecí potrubí, jeden řídicí hořák a/nebo snímač plamene.

Návrh zařízení umožňuje široké rozmezí řízení výkonu ohřevu. Poměr minimálního a maximálního přívodu paliva může být v rozmezí od 1:20 do 1:60. To umožňuje přizpůsobit výkon hořáku proměnlivým podmínkám procesu.

Dodatečné doporučení řešení problému vytyčeného vynálezem spočívá v tom, že plyn obsahující kyslík, který má být smícháván s palivem, a uvedený dále jako vzduch, se zavádí do vířivé komory, kde je podroben složenému tangenciálnímu a axiálnímu vířivému pohybu.

Axiální vířivý pohyb, kterým se vzduch dostává do kmitavého pohybu působením vířivé komory, se vyvíjí několika lopatkami, které opisují ostrý úhel vzhledem k podélné ose přívodní trubky paliva. Úhel lopatek k podélné ose může být různý, takže vířivé napětí může být nastaveno podle požadavku. Za účelem udržování stálého nebo přibližně stálého vířivého pohybu v tomto rozsahu řízení činí vynález opatření spočívající v tom že vzduch vtékající do vířivé komory je podroben tangenciální složce pohybu. To je docíleno vedením vzduchu ve spirále do vířivé komory, která je zúžena ve směru v první komoře a obsahuje lopatky popsané výše, které jsou přednostně umístěny na vnější trubce přívodní trubky upevňovacím prstem nebo válcem. Tyto lopatky mají radiální rozměr menší než je průměr vířivé komory při vrcholové vůli mezi lopatkou a vnitřní stranou. Navíc mohou být lopatky ohnuty směrem k jejich vrcholům a ve směru proudu vzduchu pro vytvoření dalšího víření turbulentního proudu.

Teorie předloženého vynálezu se také vyznačuje návrhem spalovací komory, která sestává z válcové směšovací komory, kde se vzduch smíchává s palivem, a z vlastní spalovací komory s plochým nebo zúženým výstupem.

Za účelem vyvíjení stabilního plamene ve spalovací komoře se podle vynálezu doporučuje, aby mezi směšovací komorou a spalovací komorou byla náhlá změna průměru. to může být dosaženo stupňovým tvarem. Průměr spalovací komory válcového tvaru může být přednostně rovný dvojnásobku průměru směšovací komory. Délky komor jsou naopak závislé na provozních vlastnostech hořáku. Přednostně je poměr délek směšovací komory a spalovací komory v rozmezí od 1:1 do 1:1,5, nejvhodněji v rozmezí 1:1,35. Skoková změna průměrů způsobí recirkulaci horkých spalín a stabilizaci plamene.

Výstup ze spalovací komory může mít plochý nebo kuželovitý profil, který také přispívá ke stabilitě plamene. Průměr výtokového otvoru může být přibližně stejný jako průměr směšovací komory.

- 5 K zajištění recirkulace plamene uvnitř spalovací komory mohou být uspořádány panely nebo jiné prvky vytvářející víření.

- 10 Vnější stranu spalovací komory může tvořit chladicí prvek jako žebra, která ochlazují spalovací komoru přenosem tepla do obíhajícího pracovního plynu. Žebra mohou být také uspořádána pro směřování pracovního plynu kolem hořáku pro maximální přenos tepla.

Přehled obrázků na výkresech

- 15 Vynález je znázorněn na výkresech, kde obr. 1 je řez hořákem s kuželovým výtokem podle předloženého vynálezu, obr. 2A je řez prvním provedením přívodní trubky paliva podle předloženého vynálezu, obr. 2B je nárys znázorňující uspořádání trysek z obr. 2A, obr. 3A je alternativní provedení přívodní trubky paliva podle předloženého vynálezu obsahující dvě oddělené trysky, zapalovací zařízení a snímač. obr. 3B je nárys znázorňující uspořádání otvorů z obr. 3A, obr. 4A je další alternativní provedení přívodní trubky paliva podle předloženého vynálezu obsahující jednu tryšku proměnlivého průřezu, obr. 4B je nárys znázorňující uspořádání z obr. 4A, obr. 5A je další alternativní provedení přívodní trubky paliva podle předloženého vynálezu obsahující vícenásobné trysky, zapalovací zařízení a snímač, obr. 5B je nárys uspořádání z obr. 5A, obr. 6A je detail přednostního provedení trysky a ventilu pro přívodní trubku paliva z obr. 4 a 5, obr. 6B je detail přídatného provedení trysky a ventilu, obr. 6C je bokorysný detail z obr. 6A a 6B, obr. 7A je alternativní provedení uspořádání trysky a ventilu, obr. 7B je alternativní provedení uspořádání trysky a ventilu z obr. 7A, obr. 7C je bokorys detailu z obr. 7A a 7B, obr. 8a je řez vířivou komorou podle předloženého vynálezu bez vložených lopatek, obr. 8B je nárys vířivé komory z obr. 8A, obr. 9A je nárys prvního provedení generátoru víru pro zabudování do vířivé komory podle předloženého vynálezu, obr. 9B je bokorys jedné lopatky pro generátor víru znázorněný na obr. 9A, obr. 10A je alternativní provedení generátoru víru pro vířivou komoru z obr. 8A, obr. 10B je bokorys generátoru víru z obr. 10A, obr. 11A je řez vířivou směšovací a spalovací komorou pro sestavu hořáku z obr. 1 podle předloženého vynálezu, obr. 11B je nárys komor z obr. 11A, obr. 12A je alternativní provedení vířivé směšovací a spalovací komory znázorněné na obr. 11A, obr. 12B je nárys komor znázorněných na obr. 12A, obr. 13 je řez hořákem instalovaným v tepelném oxidačním zařízení dodatečného spalování podle předloženého vynálezu a obr. 14 znázorňuje výpočty pro čísla axiálního a tangenciálního víru podle předloženého vynálezu.

40

Příklady provedení vynálezu

- Obrázky výkresů, na kterých stejné součásti mají stejné vztahové značky, znázorňují pouze princip hořáku 10 a jeho detaily, kterýžto hořák 10 je určen pro tepelné zařízení dodatečného spalování popsané v patentovém spise US 850 857 a znázorněné v principu na obr. 13 výkresů.

- 50 Jak je patrné z obr. 13, zařízení 100 obsahuje vnější válcovou skříň 102 omezenou čelními stěnami 104 a 106. U čelní stěny 106 je soustředně se střední osou 108 skříň 102 umístěn hořák 110, který bude dále podrobně popsán. Hořák 110 je přednostně připojen k plamenci 112 a k hlavní spalovací komoře 114, která je omezena čelní stěnou 104.

- 55 Souso s plamencem 112 je uspořádán vnitřní prstenovitý prostor 116 hraničící s uzávěrem 118, ve kterém jsou uspořádány teplosměnné trubky 120 předběžného spalování. Teplosměnné trubky 120 předběžného spalování. Teplosměnné trubky 120 jsou otevřeny do vnější prstenovité komory 122 umístěné podél vnější strany plamence 112. Zmíněná prstencovitá komora 122 je připojena

ke vstupnímu otvoru prstenovitou komorou 124 uspořádanou souose s hořákem 110. Proti prstenovité komoře 124 připojené ke vtokovému otvoru 126 je další prstenovitá komora 128, ze které je vyveden vypouštěcí otvor 130.

- 5 Za účelem omezení emisí NO_x ze zařízení 100 následující kroky zajistí úplné spalování paliva přiváděného do hořáku 110 uvnitř hořáku 110, to je uvnitř spalovací komory 16, zatímco fyzicky oddělené spalitelné složky pracovního plynu přiváděného do zařízení se nedostávají do přímého styku s plamenem, nýbrž jsou oxidovány odděleně od něho.
- 10 Podle obr. 1 hořák 10 podle předloženého vynálezu obsahuje vířivou komoru 12, směšovací komoru 14 a spalovací komoru 16, která obsahuje kuželovitý výstupní oddíl 18.

- Palivo, jako zemní plyn, které je spalováno se spalovacím vzduchem, se přivádí do vířivé komory 12 a je vedeno přívodem 22 uspořádaným v podélné ose 20 hořáku 10 procházejícím přírubou 38
- 15 do směšovací komory 14. Různá provedení přívodu 22 budou popsána dále.

- Přívod 22 podle obr. 2A sestává z vnitřní trubky 24 a z vnější trubky 26, které jsou uspořádány souose, přičemž vnitřní trubka 24 vyčnívá z vnější trubky 26. Vnitřní trubka 24 a vnější trubka 26, které mají výstupní trysky 28 a 30, viz obr. 2B, končí ve směšovací komoře 14, která má válcový tvar, neboli má stálý příčný průřez. Výstupní tryska 28 vnitřní trubky 24 je axiální tryska 28 s jedním otvorem, zatímco vnější trubka 26 má několik výstupních trysek 30 umístěných
- 20 soustředně v kruzích 32 koncentricky uspořádaných s podélnou osou přívodní trubky 22, takže palivo přiváděné vnější trubkou 26 je vypouštěno co nejtěsněji u vnitřní trubky 24. Výstupní trysky 28 a 30 jsou navrženy tak, že v nich je pouze malý úbytek tlaku. Přednostně 2/3 paliva proudí vnější trubkou 26 a 1/3 paliva proudí vnitřní trubkou 24. Nicméně tento poměr může být
- 25 různý. Podíly paliva mohou také být stejné ve vnitřní trubce 24 a ve vnější trubce 26, nebo mohou být maximálně 1/8 ku 7/8. Rychlost, kterou palivo vystupuje z výstupních trysek 28 a 30 a vtéká do směšovací komory 14, závisí na poloze řídicího ventilu paliva.

- 30 V alternativním provedení podle obr. 3A a 3B může přívodní trubka 22' sestávat ze dvou rovnoběžných trubek 24' a 26' do kterých se přivádí palivo. Také může být uspořádána přídatná trubka 27, viz obr. 3A, pro otvor ultrafialového záření u konce přívodní trubky 22' pro snímání plamene. Konečně může být uspořádána čtvrtá trubka 25 pro instalaci neznázorněného zapalovacího zařízení.

- 35 V souvislosti se sousým uspořádáním podle obr. 2A trubka 24' odpovídá vnitřní trubce 24 a trubka 26' odpovídá vnější trubce 26. Trubky 24 a 26 mohou mít nestejný průměr.

- Trubky 24', 26', 25 a 27 mohou být v tomto případě uloženy v jedné trubce 29, jak je znázorněno
- 40 na obr. 3B v nárysu přívodní trubky 22'.

- Na obr. 4A a 4B je znázorněno další provedení přívodní trubky 132 s přírubou 76. Zde sestává přívodní trubka 132 z vnější trubky 134 a z vnější trubky 136 pro přívod paliva, jako je zemní plyn, ze snímače 138 plamene umístěného v trubce 73 a ze zapalovacího zařízení 140. Plamen
- 45 může být pozorován snímačem 138 plamene, výhodně snímačem 138 ultrafialového záření. Přívodní trubka 136 zemního plynu v příkladu znázorněném na obr. 4B má uspořádání výtokových otvorů, které může odpovídat obr. 6. Je zde několik vypouštěcích otvorů 142, 144 uspořádaných v kruhu, které mohou být zavřeny nebo otevřeny rotující deskou 146. Tímto způsobem může uživatel řídit množství vypouštěného paliva. Protože se tlak plynu v přívodní
- 50 trubce 136 udržuje stálý, je množství přiváděného plynu úměrné ploše otvoru.

Obr. 5A a 5B znázorňují další provedení přívodní trubky 132', které představuje kombinaci provedení výtokových otvorů podle obr. 3A a 4A. Jsou zde použity trubky 136', 137' s kluzným uzávěrem uložené ve vnější trubce 134', a snímač 138' a zapalovací zařízení 140'.

Jako další alternativu znázorňuje obr. 6 návrh výtokového otvoru 148 vytvořeného jako oblouková štěrbinu přívodní trubky paliva. V tomto případě může být výtokový otvor 148 otevírán a zavírán rotující deskou 146. Další provedení vypouštěcích otvorů je na obr. 7A a 7B. Obr. 7A
 5 znázorňuje vypouštěcí otvory 150, 152 nestejných průměrů uspořádaných v přímce, které se otevírají nebo zavírají kluznou deskou 154. Na obr. 7B má kryt přívodní trubky 132' paliva úzkou obloukovitou štěrbinu 156, která může být uzavřena kluznou deskou 158.

Jak je patrné z obr. 1, přívod 22 prochází vířivou komorou 12 do směšovací komory 14, kde
 10 palivo vystupující z přívodu 22 je podrobeno složenému tangenciálnímu a axiálnímu vířivému pohybu spalovacího vzduchu vytékajícího z vířivé komory 12. Vířivý pohyb působí směšování vzduchu a paliva před spalovací komorou 16. To umožní tak úplné spalování směsi vzduchu a paliva ve spalovací komoře 16, že emise NO_x je velmi nízká.

Vířivá komora 12, která je vyústěna do směšovací komory 14 a je vzhledem k ní utěsněna
 15 přírubami 34 a 36, se zužuje směrem ke směšovací komoře 14. Jsou zde dva vstupní otvory 40, 42 vzduchu, viz obr. 8B, diametrálně protilehlé ve stěně 38 odlehle od směšovací komory 14, které vystupují z kanálů 44 a 46 uspořádaných ve šroubovici kolem vířivé komory 12 v rovině kolmé k její podélné ose 20 přes společný otvor 48, ze kterého se přivádí vzduch neznázorněným
 20 dmychadlem. Vzduch přiváděný do vířivé komory 12 v tečné rovině kolmé k podélné ose 20 je potom axiálně odkloněn ve vířivé komoře 12 omezovacími deskami a/nebo vodícími lopatkami, resp. vířidly 50 podle obr. 9A a 9B nebo 52 podle obr. 10A a 10B s ní umístěnými a svírajícími ostrý úhel α s podélnou osou 20 vířivé komory 12 a hořáku 10. Úhel α , který omezovací desky a/nebo vodící lopatky, resp. vířidla 50, 52, svírají s podélnou osou 20, může být nastaven
 25 v závislosti na žádaném vířivém pohybu vzduchu.

Omezovací desky na lopatky 50, 52 jsou upevněny na prstenovitém nebo válcovém nosiči 54 nebo 56, který obklopuje přívodní trubku 22.

Radiální rozměr lopatek, resp. vířidel 50, 52, je menší než průměr vířivé komory 12, takže je zde
 30 stejná vzdálenost mezi vnějšími okraji 58 a 60 lopatek, resp. vířidel 50, 52, a vnitřní stěnou vířivé komory 12.

Srovnání obr. 9A a 9B na jedné straně a obr. 10A a 10B na druhé straně ukazuje, že axiální
 35 rozměr lopatek, resp. vířidel 50, 52, při návrhu hořáku 10 může být vhodně zvolen. Přirozeně tento axiální rozsah závisí na délce vířivé komory 12.

Lopatky, resp. vířidla 50, 52, mohou být u svých konců zahrnuty v úhlu α v rozmezí od 5 do 45°
 40 vůči rovnému povrchu lopatek, resp. vířidel 50, 52, přednostně v úhlu 25°, takže může být vyvíjen vír ve víru. Počet a úhel lopatek, resp. vířidel 50, 52, může být různý pro vyvíjení různého čísla vírů. Axiální číslo vírů S_{AXI} a tangenciální číslo vírů S_{TANG} může být vypočteno podle obecného znázornění na obr. 14. Mohou být užita čísla vírů v rozmezí od 0,5 do 5, přednostní jsou čísla v rozmezí od 1,0 do 2,0.

Palivo vypouštěné z přívodu 22 se smíchává v nutném množství ve směšovací komoře 14 se
 45 vzduchem proudícím vířivou komorou 12, aby bylo v požadované míře spalováno ve spalovací komoře 16. Pro vyvíjení stabilního plamene a tedy i nízké hladiny NO_x a/nebo oxidu uhelnatého CO ve vypouštěném plynu je podle předloženého vynálezu provedena náhlá změna průměru mezi směšovací komorou 14 a k ní připojenou spalovací komorou 16, která má také tvar válce. Tato
 50 změna je provedena skokem 62 znázorněným na obr. 11A, který má za následek stabilizaci plamene, jak bylo uvedeno výše. Průměr spalovací komory 16 je přednostně rovný dvojnásobku průměru směšovací komory 14. Výstupní oddíl 18 zužující se kuželovitě směrem ven rovněž způsobuje stabilizaci plamene. Průřez vypouštěcího otvoru 64 výstupního oddílu 18, viz obr. 11B, je přednostně rovný průřezu otvoru ve směšovací komoře 14. Přednostně je poměr

délky ku průměru spalovací komory 16 v rozmezí od 1:1 do 4:1, nejvýhodněji je 2:1. Příliš malá délka má za následek zhasínání plamene. Příliš velká délka zhoršuje stabilitu zařízení.

Přednostní uspořádání spalovací komory 160, s otvorem 64', je znázorněno na obr. 12. Dvě válcové komory 162, 164 jsou spojeny skokovým dílcem 166. Rychlosti mohou být v rozsahu od 20 do 200 m.s⁻¹, přednostně 100 m.s⁻¹ při plném toku (palivo při plné rychlosti spalování a spalovací vzduch přednostně při stechiometrickém poměru 1,05). Přednostní poměr průměrů válcové komory 164 a komory 162 je 2:1, ačkoliv možný provozní poměr je v rozmezí do 1:1 do 1:4.

Všechna výše uvedená opatření mají za následek, že plamen zpočátku vyvinutý jako difuzní turbulentní vířivý plamen, ve spalovací komoře 16 recirkuluje, což zajišťuje dokonalé spalování paliva přiváděného přívodem 22. Horký plyn vystupující ze spalovací komory 16 má dostatečnou energii pro zapálení pracovního plynu proudícího vně spalovací komory 16. Spalování spalitelných složek obsažených v pracovním plynu se tedy děje odděleně od plamene vyvíjeného ve spalovací komoře 16.

Další opatření spočívá v tom, že jsou vytvořena chladicí žebra 70, 72 a 70', 72' probíhající v axiálním směru na vnější straně 66 a 68 spalovací komory 16. Tato předávají teplo pracovnímu plynu proudícímu podél vnějšího povrchu spalovací komory 16, takže se tato ochlazuje. Tato chladicí žebra 70, 72 mohou být vytvořena také tak, že směřují tok pracovního plynu kolem spalovací komory 16 a do plamence 112.

Za podmínky, že hořák 10 je navržen tak, že vyvíjí plamen typu I, definovaný normami spalovací techniky, vířivý spalovací vzduch se přivádí k palivu, jako je zemní plyn, vytékajícímu z přívodu 22 v přibližném stechiometrickém poměru $\eta = 1,05$. Provoz hořáku 10 při jiných stechiometrických poměrech je možný, vyžaduje však modifikaci ploch vířivých ústrojí a komor. Nadbytečný spalovací vzduch snižuje provozní účinnost hořáku.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob spalování spalitelných složek pracovního plynu v hlavním spalovacím prostoru (114), odděleném avšak spojeném s hořákovou spalovací komorou (16), opatřenou prostředky pro zavádění plynu obsahujícího kyslík a paliva do spalovací komory (16), za míšení a spalování plynu obsahujícího kyslík a paliva, přičemž spálená směs plynu obsahující kyslík a palivo se odvádí z hořákové spalovací komory (16) a oxiduje spalitelné složky pracovního plynu, který je vně spalovací komory (16), za dodávání bezplamenné tepelné energie pracovního plynu vně spalovací komory (16), **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že se spaluje palivo a plyn obsahující kyslík a část pracovního plynu.

2. Způsob podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že se plynu obsahujícímu kyslík, proudícímu do hořáku (10), udílí vířivý pohyb před jeho smíšením s palivem.

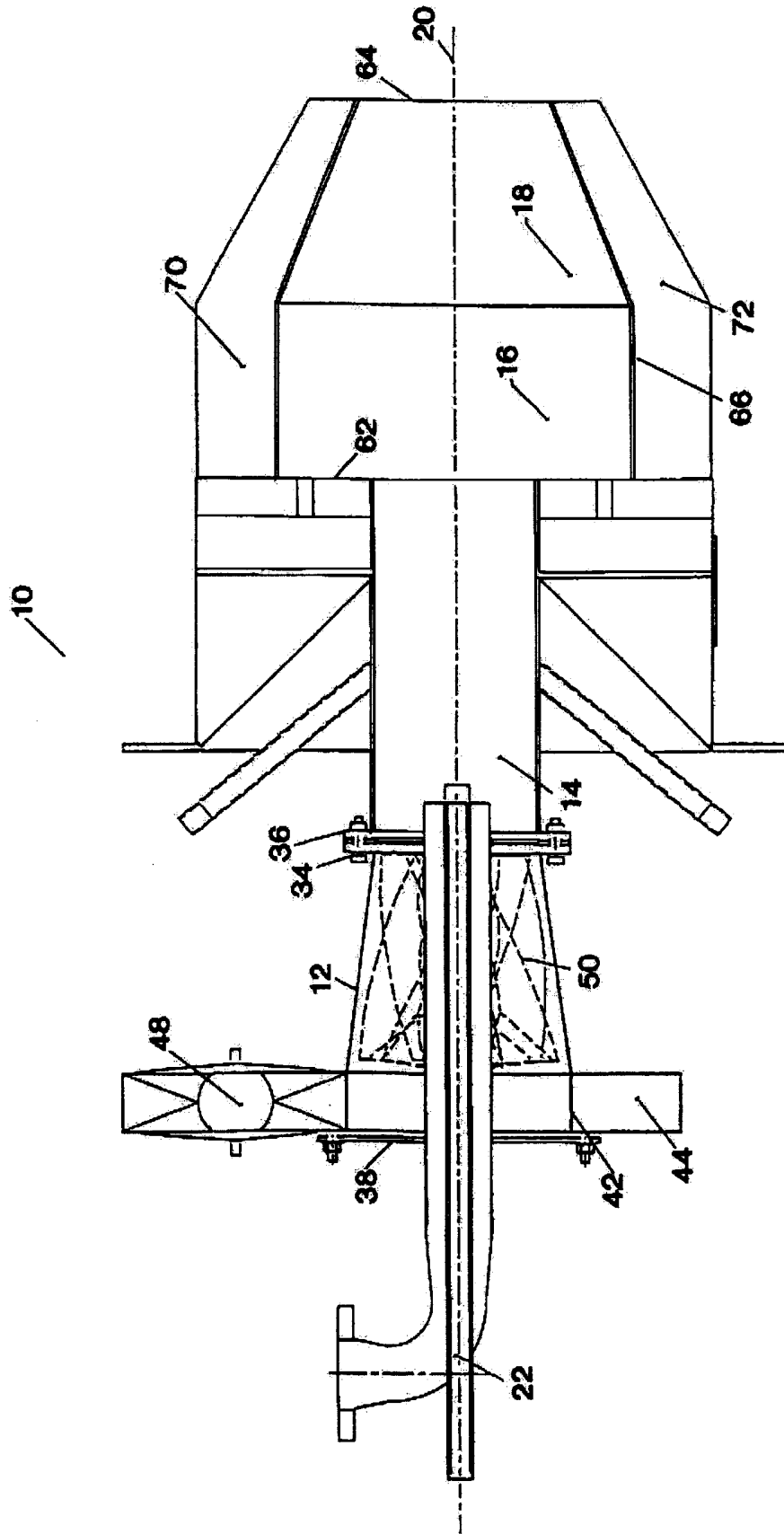
3. Způsob podle nároku 2, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že zvířený plyn obsahující kyslík je soustředný s palivem a obklopuje palivo.

4. Způsob podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že se směs plynu obsahujícího kyslík a paliva recirkuluje do hořákové spalovací komory (16) a dochází k dokonalému spálení paliva v hořákové spalovací komoře (16).

5. Zařízení k provádění způsobu podle kteréhokoli nároku 1 až 4, obsahující hořák (10) s vířivou komorou (12) a se spalovací komorou (16), **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že obsahuje

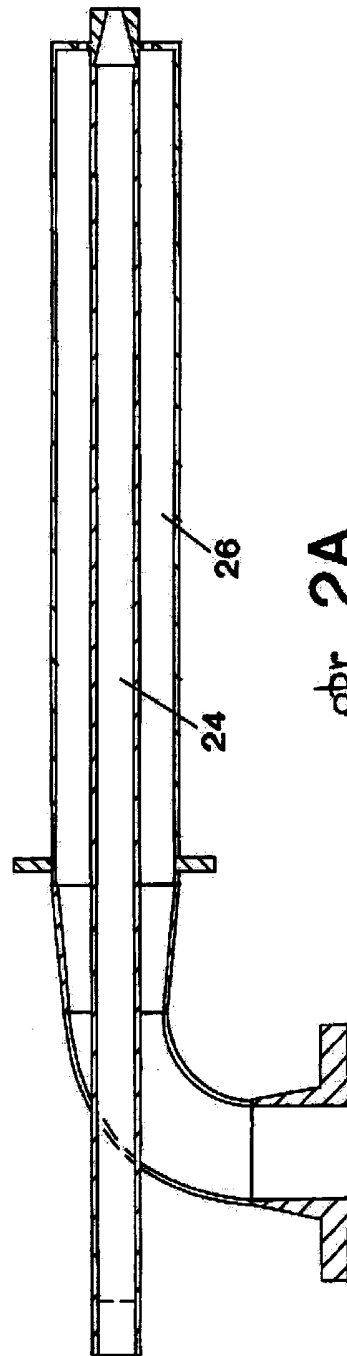
směšovací komoru (14) spojenou s vířivou komorou (12), přívodní ústrojí (40, 42) plynu obsahujícího kyslík do vířivé komory (12), vířidla (50) ve vířivé komoře (12) a přívod (22) paliva do směšovací komory (14).

- 5 6. Zařízení podle nároku 5, **vyznačující se tím**, že vířivá komora (2) má podélnou osu (20) a má prostředky k zavádění plynu obsahujícího kyslík do vířivé komory (12), tangenciálně k vnitřnímu obvodovému povrchu vířivé komory (12).
- 10 7. Zařízení podle nároku 5 nebo 6, **vyznačující se tím**, že vířivá komora (12) má tvar komolého kužele s užší podstavou přecházející do směšovací komory (14).
- 15 8. Zařízení podle nároku 5, 6 nebo 7, **vyznačující se tím**, že hořák má podélnou osu (20) a vířidlo (50) zahrnuje řadu lopatek skloněných pod úhlem (α) v rozmezí 0 až 90° vůči podélné ose (20) hořáku (10).
- 20 9. Zařízení podle nároku 8, **vyznačující se tím**, že lopatky jsou zahrnuty vůči svým rovinám v úhlu (α) v rozmezí 5 až 45°.
- 25 10. Zařízení podle nároků 5 až 9, **vyznačující se tím**, že směšovací komora (14) má průměr (d1) a spalovací komora (16) má průměr (d2), přičemž poměr průměru (d1:d2) je v rozmezí 1:1 až 1:4.
- 30 11. Zařízení podle nároků 5 až 10, **vyznačující se tím**, že spalovací komora (16) má na vzdáleném konci od směšovací komory (14) výstupní sekci (18) ve tvaru komolého kužele.
- 35 12. Zařízení podle nároků 5 až 11, **vyznačující se tím**, že spalovací komora (16) má výstup (64) o průměru (d3), směšovací komora (14) má výstup o průměru (d1) a poměr průměrů (d1:d3) je v rozmezí 1:0,75 až 1:2.
- 40 13. Zařízení podle nároků 5 až 12, **vyznačující se tím**, že přívod (22) paliva do směšovací komory (14) tvoří koaxiální soustava vnitřní trubky (24) a vnější trubky (26).
- 45 14. Zařízení podle nároku 13 nebo 14, **vyznačující se tím**, že vnitřní trubka (24) obsahuje jedinou palivovou výstupní trysku (28) a vnější trubka (26) má několik palivových výstupních trysek (30) koncentricky uspořádaných kolem vnitřní trubky (24).
- 50 15. Zařízení podle nároku 4, **vyznačující se tím**, že vnější trubka (26) má řadu výstupních trysek (30) umístěných soustředně v kruzích koncentricky uspořádaných kolem vnitřní trubky (24).
- 55 16. Zařízení podle nároku 5 nebo 12, **vyznačující se tím**, že prostředky k zavádění paliva do směšovací komory (14) tvoří soustava (22') trubek (24', 26') uspořádaných vedle sebe.

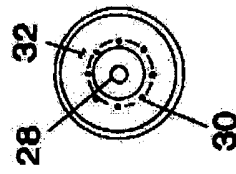


obr. 1

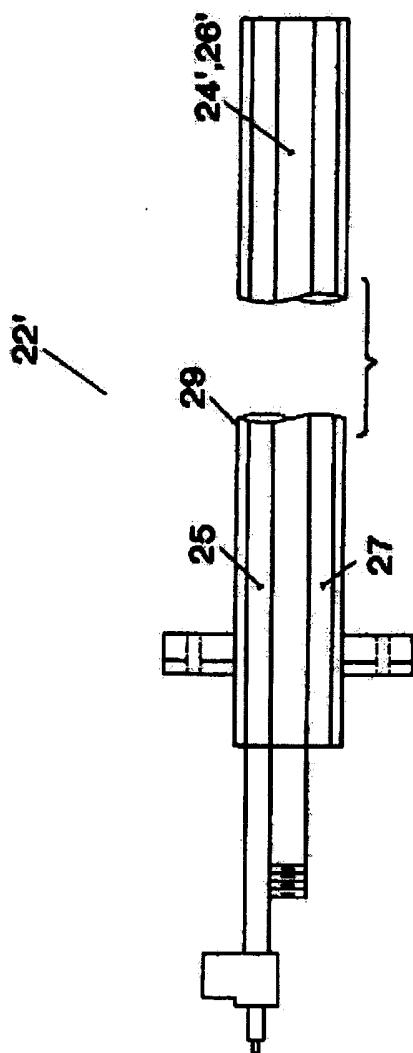
22



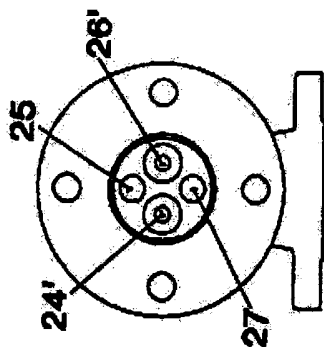
obr. 2A



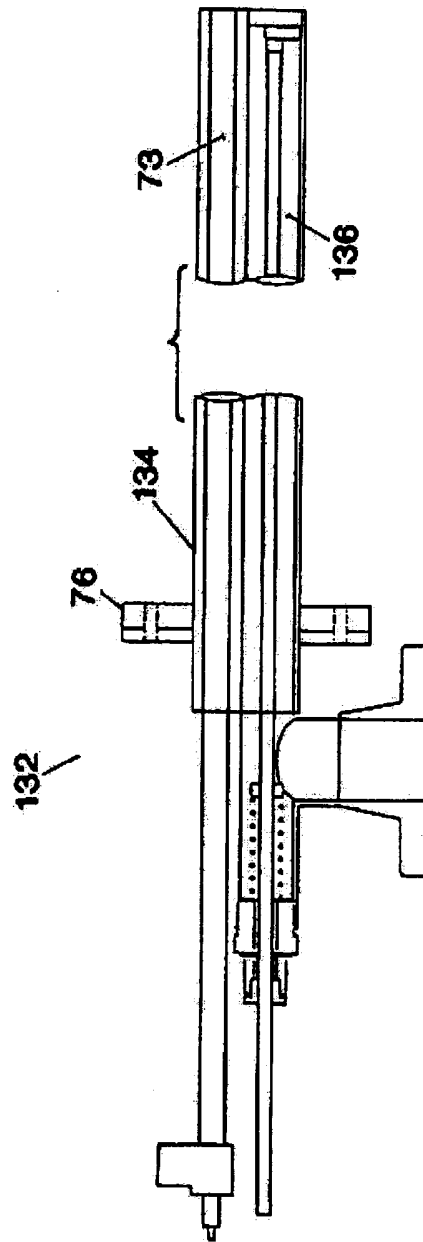
obr. 2B



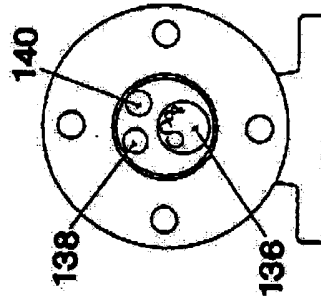
obr. 3A



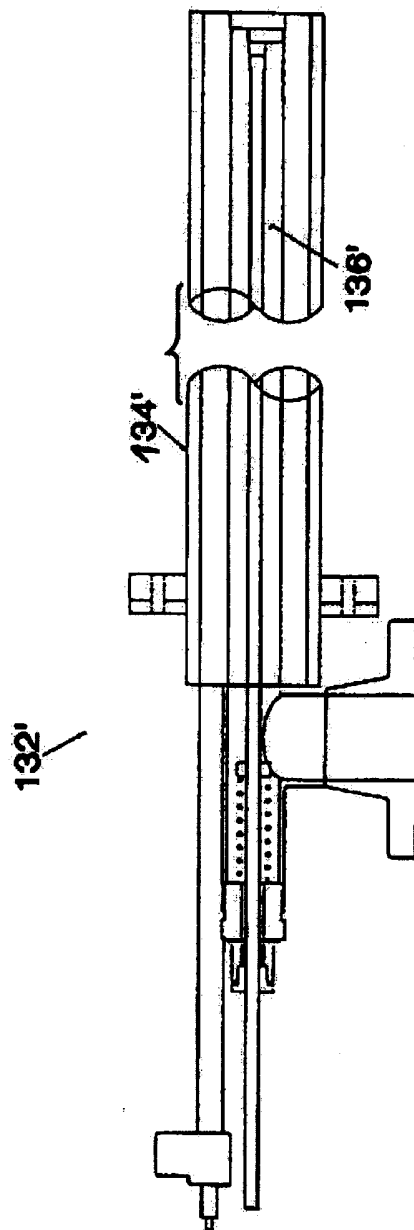
obr. 3B



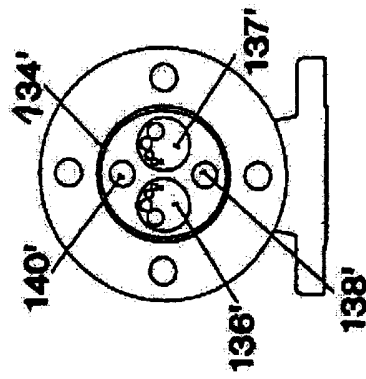
obr. 4A



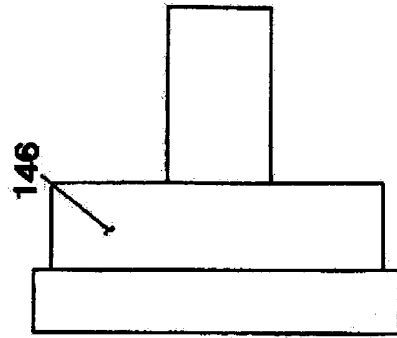
obr. 4B



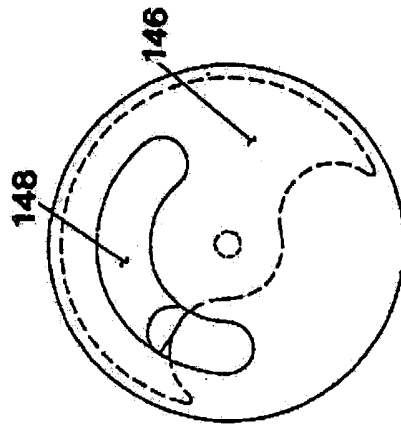
obr. 5A



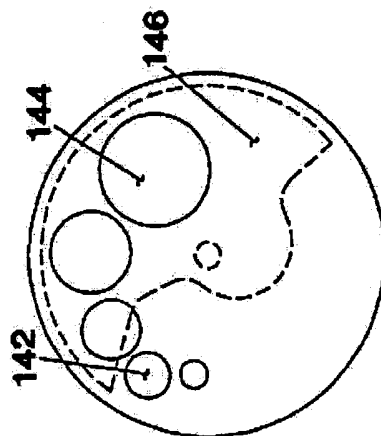
obr. 5B



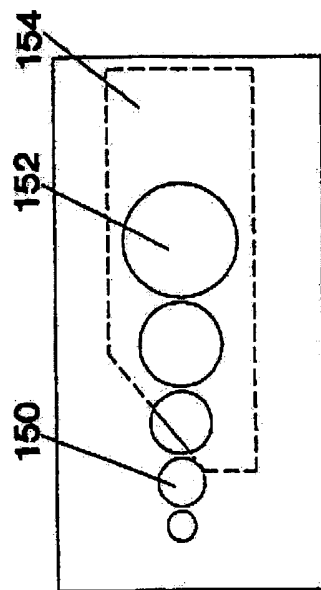
obr. 6C



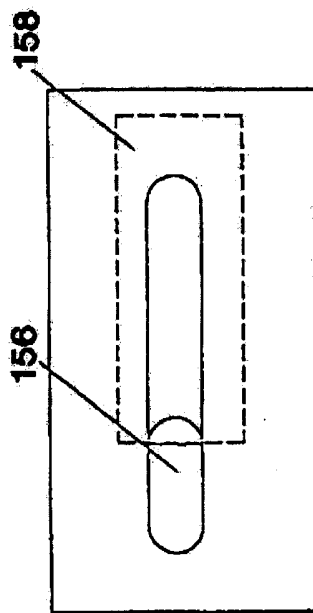
obr. 6B



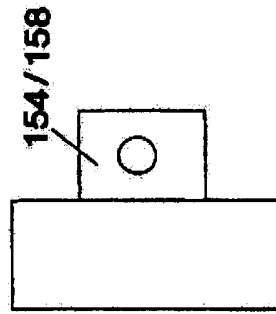
obr. 6A



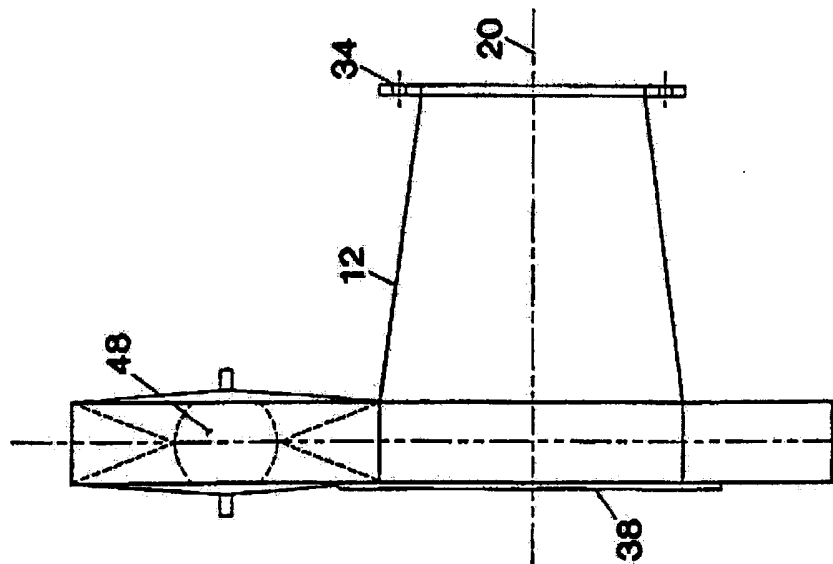
obr. 7A



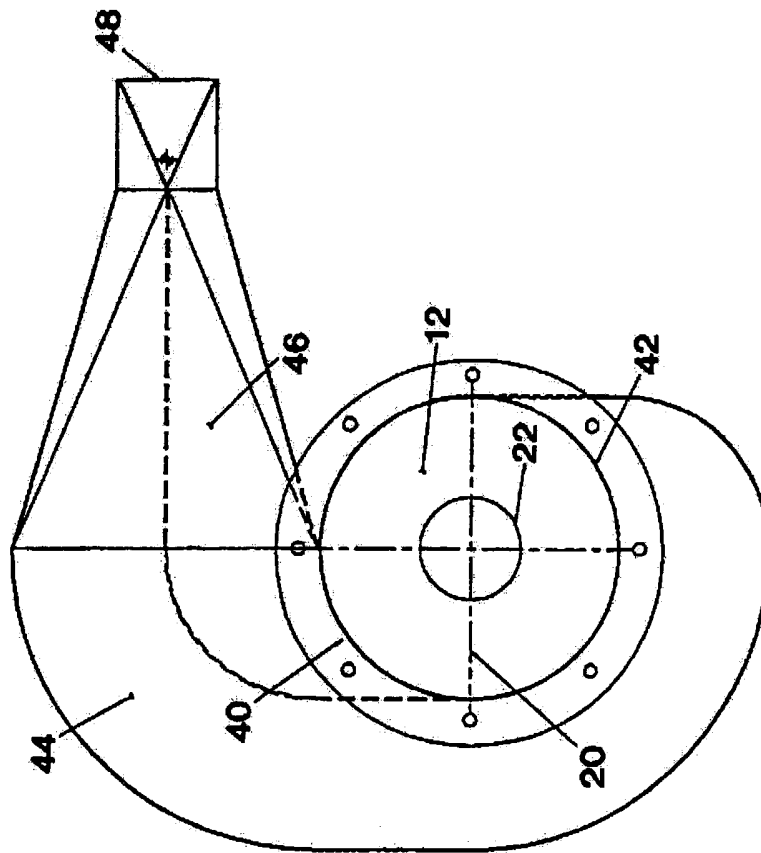
obr. 7B



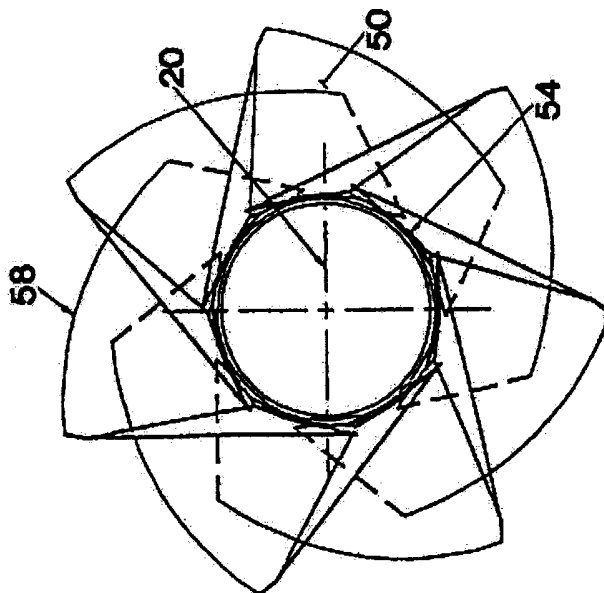
obr. 7C



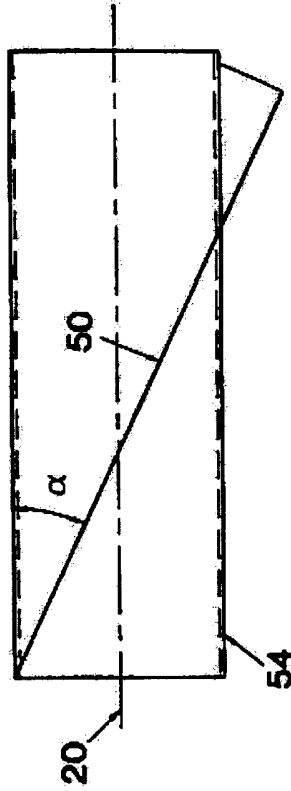
obr. 8A



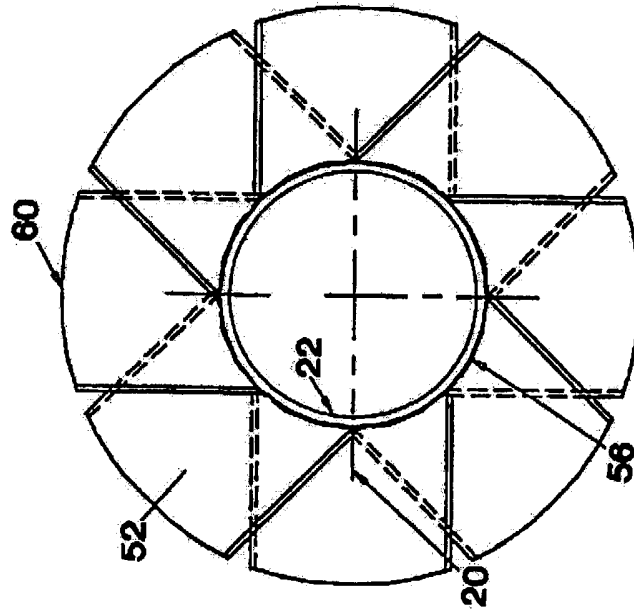
obr. 8B



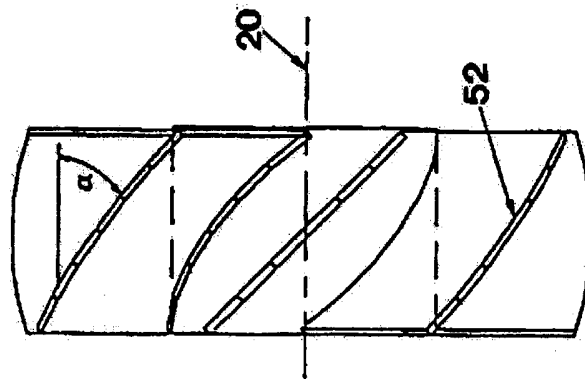
обр. 9A



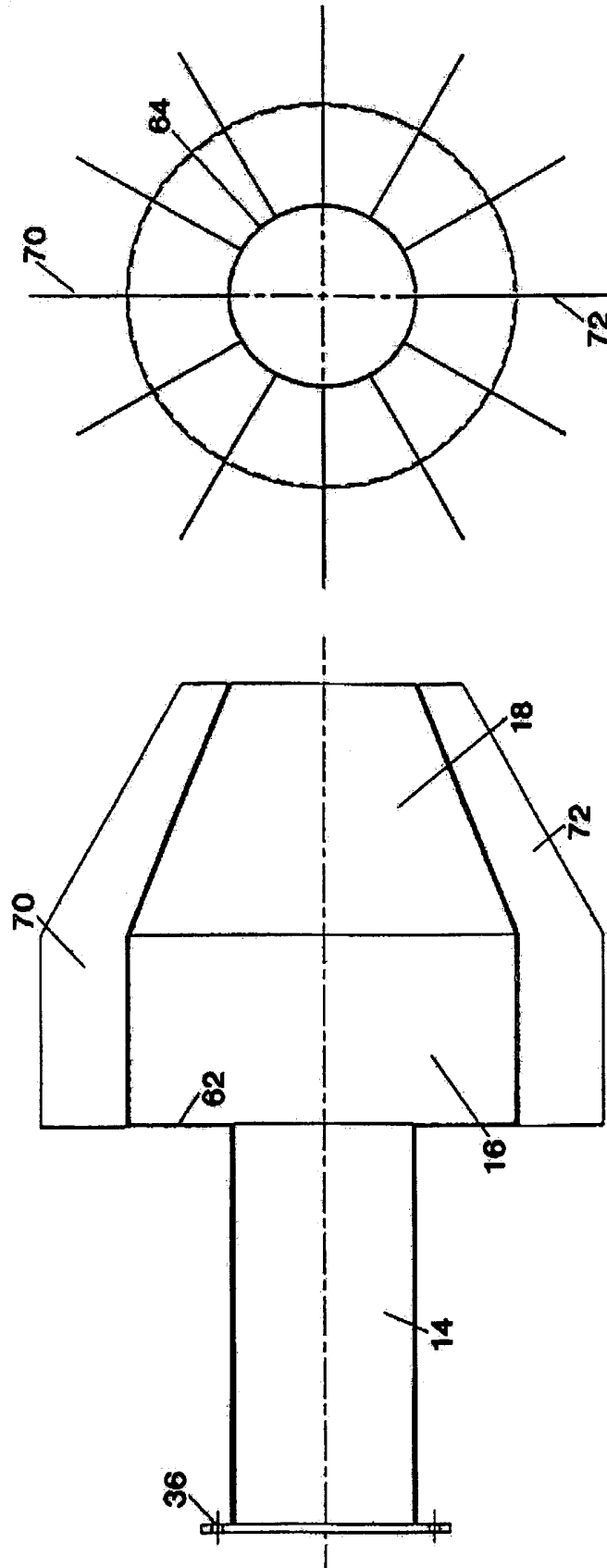
обр. 9B



obr. 10B

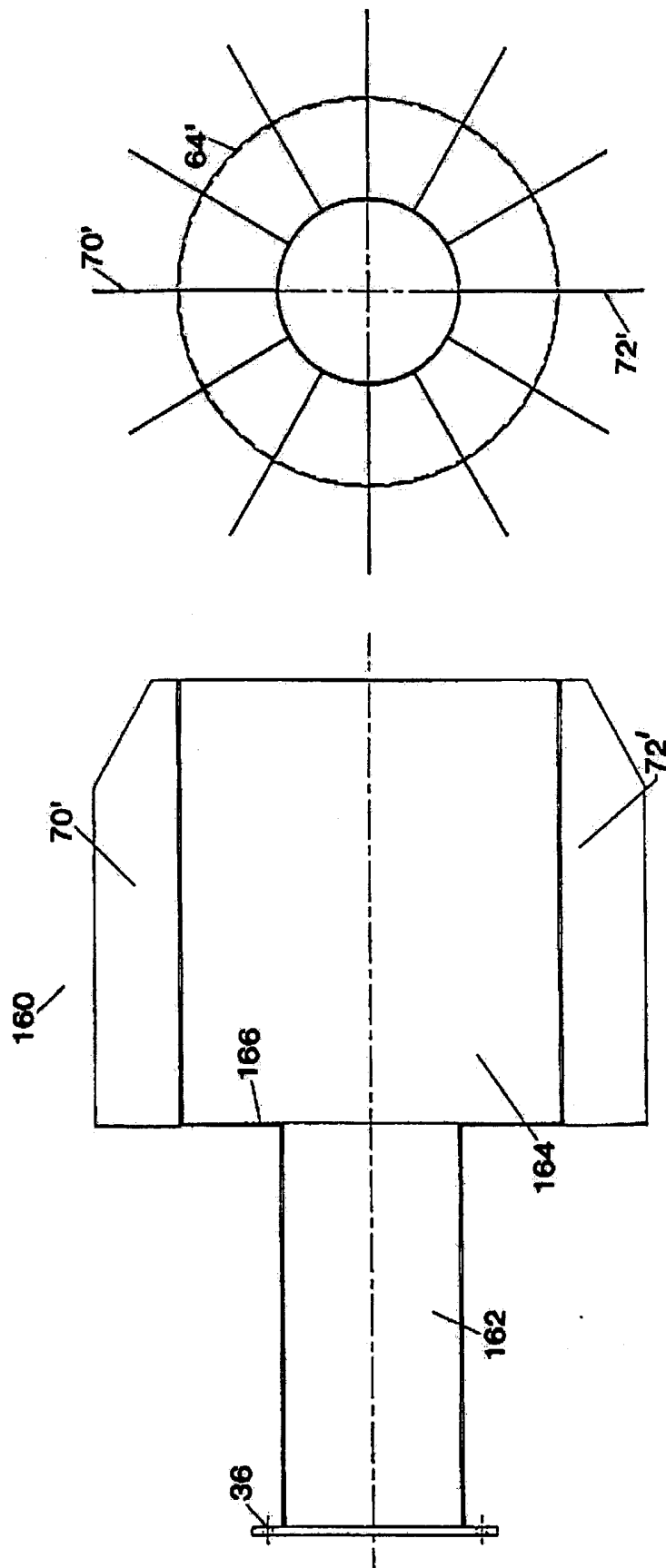


obr. 10A



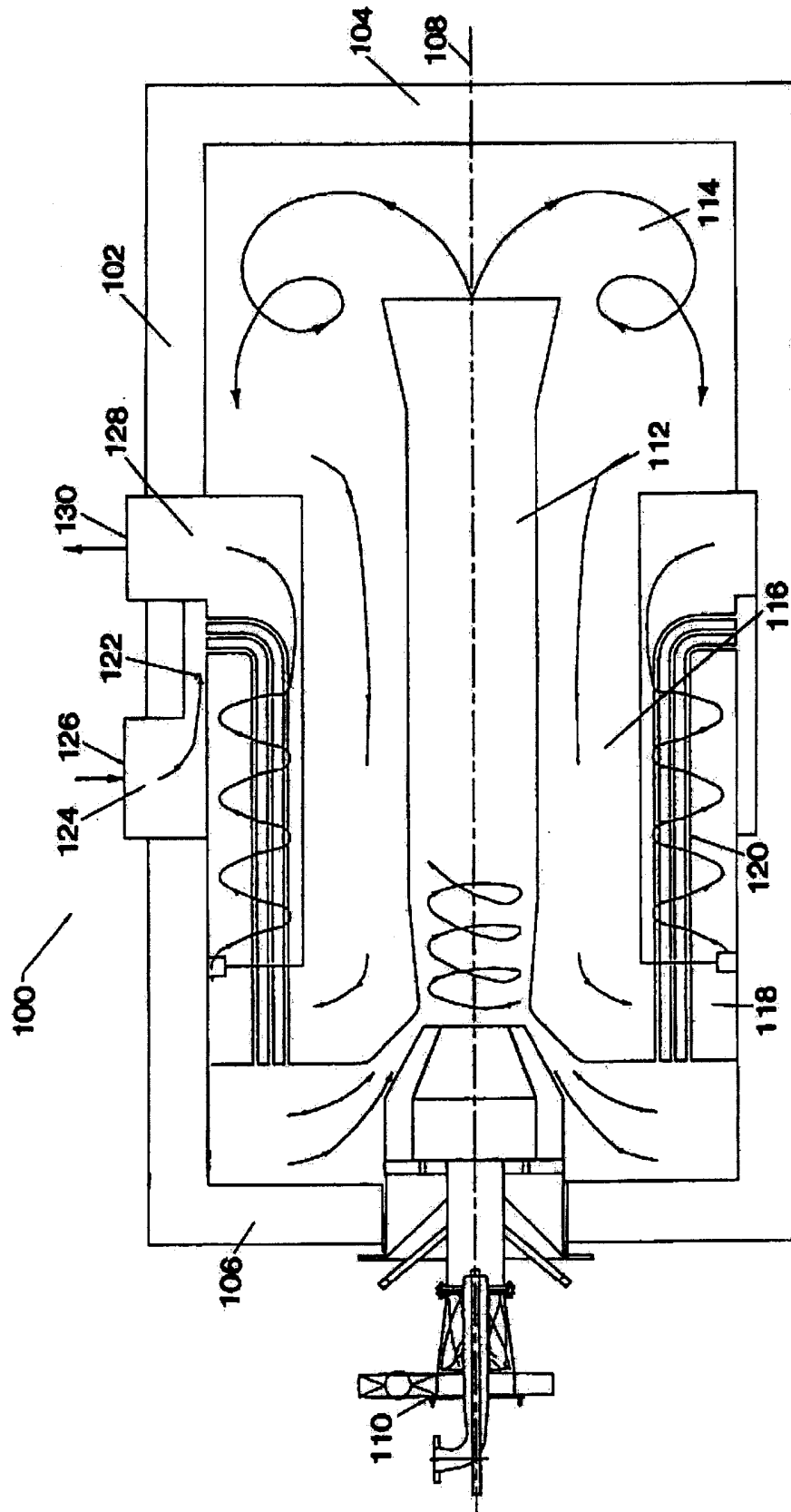
обр. 11B

обр. 11A

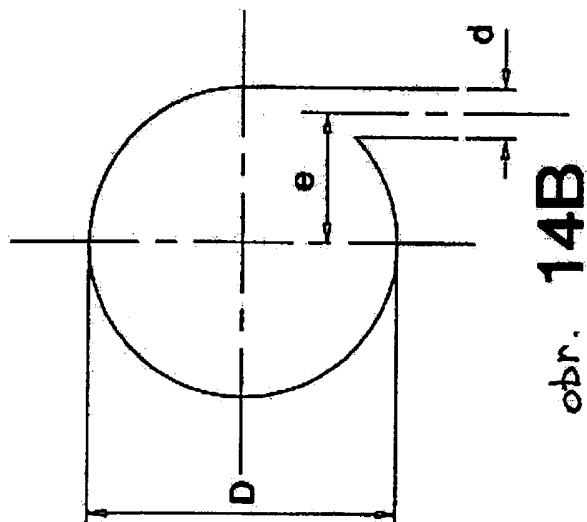


obr. 12A

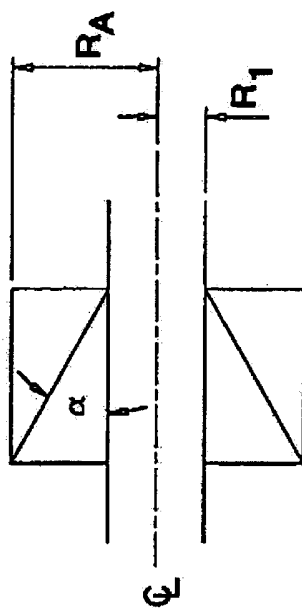
obr. 12B



obr. 13



obr. 14B



obr. 14A

Konec dokumentu