

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(19)
ČESKÁ
REPUBLICA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **28.02.2002**
(32) Datum podání prioritní přihlášky: **02.03.2001**
(31) Číslo prioritní přihlášky: **2001/798826**
(33) Země priority: **US**
(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **14.01.2004**
(Věstník č. 1/2004)

(21) Číslo dokumentu:

2002 - 757

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl. ⁷:

C 03 B 5/00

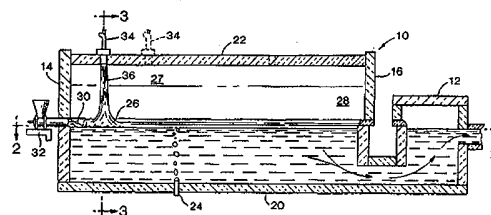
C 03 B 5/235

(71) Přihlašovatel:
THE BOC GROUP, INC., New Providence, NJ, US;

injektorem paliva, je uzpůsoben pro nižší rychlost vstřikování paliva.

(72) Původce:
Simpson Neil George, Sylvania, OH, US;
Prusia Greg Floyd, Holland, OH, US;
Clayton Thomas G., Toledo, OH, US;
Richardson Andrew Peter, Clinton, NJ, US;
LeBlanc John R., Perrysburg, OH, US;

(74) Zástupce:
Kalenský Petr JUDr., Hálkova 2, Praha 2, 12000;



(54) Název přihlášky vynálezu:
**Způsob vytápění tavicí sklářské pece při použití
vícestupňového kyslíko-palivového hořáku ve
stropě pece**

(57) Anotace:

V průmyslových sklářských pecích, které volitelně obsahují rekuperátory, regenerátory, elektrický přehřev nebo jiná zařízení pro dodávku tepla do vsázky sklářského kmene, se ve stropě pece montuje alespoň jeden kyslíko-palivový hořák s odstupňovaným spalováním tak, aby poskytoval teplo pro tavení vsázky sklářského kmene: zajištění přítoku paliva do kyslíko-palivového hořáku, zajištění přítoku plynného okysličovačla ve spojení s uvedeným kyslíko-palivovým hořákem, vstřikováním paliva a okysličovačla do pece, a spalováním paliva takovým způsobem, že alespoň část spalování se uskutečňuje v blízkosti uvedené vsázky sklářského kmene tak, aby se zlepšil přenos tepla konvekcí a radiací do uvedené vsázky sklářského kmene bez jejího podstatného mechanického narušení. V jedné realizaci je kyslíko-palivový hořák uzpůsoben pro vstřikování kapalných paliv. V jiné realizaci je kyslíko-palivový hořák uzpůsoben pro odstupňované spalování paliva a obsahuje alespoň jeden vnější injektor okysličovačla a dva vnitřní injektory paliva, přičemž injektor paliva, umístěný nejvíce uvnitř hořáku je uzpůsoben pro velkou rychlost vstřikování paliva, a další injektor paliva, umístěný mezi tímto injektorem a vnějším

**ZPŮSOB VYTÁPĚNÍ TAVICÍ SKLÁŘSKÉ PECE PŘI
POUŽITÍ VÍCESTUPŇOVÉHO KYSLÍKO-
PALIVOVÉHO HOŘÁKU VE STROPĚ PECE**

Křížová reference k příbuzným přihláškám

Předkládaná přihláška navazuje na americkou přihlášku s číslem 09/374,921, podanou 16. srpna 1999.

Oblast techniky

Vynález se týká použití kyslíko-palivového hořáku s montáží ve stropě pece pro tavení skla. Tento vynález se dále týká použití alespoň jednoho kyslíko-palivového hořáku, který využívá vnitřního nebo vnějšího spalování při umístění ve stropě sklářské tavicí pece. Vynález se týká jak pecí s plně kyslíkovým vytápěním, tak pecí s vytápěním elektřinou nebo nekyslíkovým plamenem, jako jsou vzducho-palivové hořáky, nebo jejich kombinací.

Dosavadní stav

Jedna realizace předmětu vynálezu se týká použití alespoň jednoho kyslíko-palivového hořáku umístěného ve stropě tavicí sklářské pece za účelem zvýšení výrobní kapacity nebo zachování současné výrobní kapacity při snížení elektrického přitápění, nebo v důsledku zhoršení funkce existujícího zařízení pro regeneraci tepla, jako je rekuperátor nebo regenerátor. Postup zajišťuje částečné nahrazení existujícího nebo dřívějšího vytápění vzducho-palivovým plamenem nebo elektrickou energií energií ze spalování paliva

s kyslíkem. S výjimkou regeneračních pecí vytápěných U-plamenem z tavicího konce a elektrických pecí proces zahrnuje blokování regenerativních vletů nebo izolaci rekuperačních hořáků. Zejména konstrukce, nasměrování a umístění hořáků nad vsázkou sklářského kmene vstupující do pece zlepšuje tavitelnost, zvyšuje výtěžnost produktu, zajišťuje vyšší energetickou účinnost a zlepšuje jakost skla. K optimalizaci přenosu tepla při současné minimalizaci emisí oxidů dusíku a kysličníku siřičitého se používá přesné řízení stechiometrického poměru spalování v hořáku, řízení rozdělení výkonu mezi jednotlivé hořáky a zónové rozdělování poměru palivo/kyslík.

Pece s regenerativním, rekuperativním, elektrickým a přímým vytápěním se všeobecně používají při výrobě skla a příbuzných fritových produktů.

Regenerativní pece typu vzduch-palivo se dělí na dvě kategorie: vytápěné z tavicího konce a s příčnými plameny. Regenerativní pece s příčnými plameny mají větší množství vletů, typicky tři až osm na každé straně pece, které jsou spojeny buď do společného nebo děleného regenerátoru, jehož úkolem je předehřívání spalovacího vzduchu. Regenerátory, které mohou mít různé tvary a velikosti, každých 15 až 30 minut reverzují v závislosti na provozu pece. Při každém cyklu reverzace spalovací vzduch z ventilátoru prochází jedním průchodem v reverzačním ventilu a vstupuje do základny regenerátoru na jedné straně pece a je předehříván před vstupem do vletů, které ústí do pece. Palivo, jímž je olej a/nebo plyn, se vstříkuje buď spodem, vrchem, středem nebo bokem vletu a vznikající plamen tak hoří uvnitř sklářské tavicí pece.

Horké produkty spalování opouští pec vlety v protějším boku, dále procházejí dolů skrze mřížovky (děrované cihly) regenerátoru, kde odevzdávají teplo a odcházejí výfukovým komínem a druhým průchodem v reverzačním ventilu. Protože regenerátor se na straně vstupu spalovacího vzduchu ochlazuje, výfukové plyny regenerátor ohřívají tak dlouho, dokud reverzační ventil nereverzují a spalovací vzduch pak vstupuje původně horkým výfukovým regenerátorem.

Sklo se taví částečně díky přímému vyzařování plamene, ale hlavně díky sekundárnímu vyzařování stropu a stěn, které jsou vyhřívány produkty spalování. Za účelem zvýšení výrobní kapacity skla jsou mnohé pece vybaveny elektrickým přihřevem pomocí elektrod ponořených do skla. Tento způsob je nákladný a může způsobit poškozování stěn nádrží skla. Regenerátory se časem mohou zablokovat vlivem tepelně-strukturálních změn a nanášením materiálů, které tvoří surové sklo a jimž se také říká kmen, nebo i kondenzací těkavých složek uvolňovaných ze sklářského kmene. Když se regenerátory začínají blokovat nebo vynechávat, teplota předeřátého vzduchu začíná klesat a atmosférický tlak uvnitř pece začne stoupat, přičemž se snižuje tepelná účinnost pece. Pro zajištění stejné výrobní kapacity je pak třeba větší množství paliva a spalovacího vzduchu. A co je ještě důležitější, protože stoupá tlak v peci, je třeba snižovat produkci skla, aby se předešlo poškozování žáruvzdorných materiálů, které tvoří vyzdívku pece.

Aby se obnovil objem výroby snížený vlivem uvedených příčin, nebo aby se zvýšila produkce nepoškozené pece, používá se kyslík, a to čtyřmi způsoby: všeobecně pro

obohacení vzduchu, vstřikováním kyslíku pod plameny v otvorech, instalací kyslíko-palivového hořáku mezi první vlet a zavázečí stěnu pece a instalací kyslíko-palivových hořáků chlazených vodou přímo ve vletech. Nárůst kapacity těmito technikami je omezen přístupností, požadavky výrobního procesu a maximální přípustnou teplotou žáruvzdorných materiálů.

U regeneračních pecí vytápěných U-plamenem z tavicího konce je provoz podobný pecím s křížovými plameny. Mají však jen dva spojovací vlety k individuálním regenerátorům v koncové stěně. K poškození regenerátorů dochází na základě stejného mechanismu jako v pecích s křížovými plameny a podobně se zde používá elektrický a kyslíkový příhřev.

Aby se obnovila výrobní kapacita ztracená v důsledku uvedených poškození regenerátorů, nebo aby se zvýšila, používají se zde tři prostředky: obohacení vzduchu kyslíkem, vstřikování kyslíku pod vlety a instalace kyslíko-palivových hořáků uvnitř pece. Tyto techniky jsou však typicky omezené z kapacitního hlediska v důsledku omezení maximální teploty v peci, umístění a přehřívání pece.

Rekuperační pece využívají alespoň jeden výměník rekuperačního typu. Na rozdíl od regenerátoru pracuje rekuperátor kontinuálně, má souběžný výměník tepla, ve kterém výfukové plyny předehřívají spalovací vzduch, který je pak veden k jednotlivým vzducho-palivovým hořákům umístěným podél stěn pece. Rekuperační pece mohou také využívat elektrického příhřevu. Podobně jako u regenerativních pecí mohou také rekuperátory začít ztrácet účinnost a

schopnost přehřívát vzduch. Mohou se zablokovat nebo mohou vzniknout netěsnosti mezi stěnami oddělujícími spalovací vzduch a výfukové plyny.

Aby se obnovila výrobní kapacita ztracená v důsledku uvedených poškození regenerátorů, nebo aby se zvýšila, používá se zde kyslík třemi způsoby: obohacení vzduchu kyslíkem, vstřikování kyslíku pod vzducho-palivové hořáky a instalace kyslíko-palivových hořáků uvnitř pece. Tyto techniky jsou však typicky omezené z kapacitního hlediska v důsledku omezení při umístování hořáků v peci a přehřívání pece.

Pece s přímým spalováním nepoužívají přehřátý vzduch a jsou proto méně účinné než předchozí typy konstrukce pecí. Aby se zvýšila tepelná účinnost nebo zvýšila výrobní kapacita, nahrazují se vzducho-palivové hořáky stěnovými kyslíko-palivovými hořáky.

Elektrické pece nebo pece využívající elektrický ohřev pro většinu tavení mají typicky nákladný provoz a mají kratší dobu životnosti než typické pece využívající vytápění fosilními palivy. U jedné hotových pecí tohoto typu je obtížné zvýšit výrobní kapacitu. Předmět vynálezu se týká toho, čemu se v průmyslu obvykle říká elektrická pec s vytápěným stropem a teplými stěnami a netýká se pecí s chladným stropem.

Americký Lauwersův patent č. 5,139,558 chrání použití pomocného kyslíkového hořáku chlazeného vodou, s vysokou hybností, a umístěním ve stropě tavicí sklářské pece, který je zaměřen na povrch směsi roztaveného a pevného skla v úhlu směřujícím proti toku skla, přičemž pevné složky skla jsou mechanicky zadržovány, čímž se zabrání jejich úniku z tavicí zóny.

Americký Cableův patent č. 3,337,324 chrání postup tavení vsázkového materiálu ve sklářské peci při použití hořáku umístěného tak, aby plameny směřovaly v zásadě dolů přes násypnou stranu pece chlazené vodou.

V minulosti se o hořácích umístěných ve stropě sklářské pece uvažovalo, ale tato myšlenka byla opuštěna. Myslelo se, že uvolňování tepla z hořáků ve stropě by bylo příliš velké a že by vedlo k tavení stropu (koruny) pece. Navíc by plameny s velkou pohybovou energií rozprašovaly vsázkový materiál do okolí, přičemž by poškozovaly stěny pece, a vytvářely by vrstvu plynových bublin na povrchu skelné taveniny, obvykle nazývanou pěna.

V poslední době se navrhuje instalovat kyslíko-palivové hořáky ve stropě tavicích sklářských pecí vyzděných žáruvzdorným materiálem. Tyto hořáky míří dolů v úhlu větším než 45° vzhledem k povrchu vsázky sklářského kmene, přičemž výtoková rychlost spálených plynů je řízena tak, aby nedocházelo k unášení vsázkového materiálu do atmosféry pece, a dále řízena tak, aby obecně sloupcovitý tok paliva a kyslíku se spaloval v blízkosti povrchu vsázky, a aby takto vzniklý plamen dopadal na povrch materiálu vsázky. To umožňuje podstatné zvýšení přenosu tepla do skla, přičemž je zajištěno, že teplota žáruvzdorné vyzdívky se udržuje v bezpečných provozních mezích a zabrání se přehřívání stěn a stropu pece. Toto technologické řešení používající stropní hořáky (bez odstupňování) jako primárního zdroje tepla ve sklářské tavicí peci bez regenerátorů a rekuperátorů je popsáno v americkém LeBlancově patentu č. 08/992,136, který je zde uveden jako odkaz.

Konstrukce kyslíko-palivového hořáku se zabudovaným odstupňováním je chráněna americkým Taylorovým patentem č. 5,458,483. Jeho využití pro stropní montáž však nebylo uvažováno.

Při realizacích je žádoucí zajistit proces odstupňování spalování, které zlepší přenos tepla a/nebo sníží emise oxidů dusíku při provozu alespoň jednoho kyslíko-palivového hořáku umístěného ve stropě sklářské tavicí pece.

Podstata vynálezu

Předmět vynálezu se týká sklářských pecí vyhříváných jak zcela kyslíko-palivovým plamenem, tak pecí s vytápěním vzduch-palivo a kyslíko-palivovým přívěvem, ať už využívajících nebo nevyužívajících obnovy tepla regenerátory nebo rekuperátory a/nebo obohacování kyslíkem.

Předmět vynálezu se tudíž týká jak modifikace existujících sklářských pecí, tak nově konstruovaných speciálních sklářských pecí.

Podle předmětu vynálezu lze zvýšit výkon sklářské tavicí pece jakékoliv konstrukce použitím alespoň jednoho ve stropě pece instalovaného kyslíko-palivového hořáku umístěného nad vstupem vsázky sklářského kmene, takže se zlepší množství taveniny a jakost skla a/nebo výtěžek produktu. Vzhledem k zvýšenému množství a výtěžku skleněné taveniny získané díky konstrukci a umístění těchto hořáků, lze s ohledem na stav a typ pece docílit jedné nebo více z následujících výhod: zvýšení produkce skla, zlepšení jakosti skla, snížení elektrického přívěvu, snížení výrobních ztrát v důsledku málo účinného získávání tepla (zablokované

regenerátory), snížení spotřeby kyslíku náhradou obohacení atmosféry v peci kyslíkem, snížení spotřeby kyslíku náhradou vstřikování kyslíku, snížení spotřeby kyslíku náhradou konvenčních kyslíko-palivových hořáků nasměrovaných proti stěnám sklářské pece, snížení teploty v konstrukci pece, zvýšení doby životnosti pece, zlepšení energetické účinnosti, snížení emisí kysličníků dusíku a síry, snížení spotřeby fosilních paliv, snížení spotřeby skelného odpadu, možnost řízení výstupní teploty skla, a zvýšená výtěžnost skla.

Tento vynález lze aplikovat na následující typy pecí. V elektrických pecích s horkým stropem se podle tohoto vynálezu nainstaluje alespoň jeden kyslíko-palivový hořák do stropu pece. V regenerativních pecích s křížovými plameny může použití tohoto vynálezu někdy vyžadovat, aby alespoň jeden pár protilehlých vletů byl zcela nebo zčásti zablokován nebo izolován. V regenerativních pecích s ohřevem z tavicího konce se podle tohoto vynálezu instaluje alespoň jeden kyslíko-palivový hořák ve stropě pece a přítok spalovacího vzduchu se sníží o část původně navrženého maximálního toku. Ve všech aplikacích tohoto vynálezu v rekuperačních pecích se do stropu pece instaluje alespoň jeden kyslíko-palivový hořák. V pecích s více hořáky se odstraní stěnové hořáky v sousedství hořáků ve stropě a přívody vzduchu se uzavřou. V aplikacích s jedním hořákem nebo jedním vletem se přítok spalovacího vzduchu sníží o část původně navrženého maximálního toku.

Při použití tohoto vynálezu v pecích s přímým vytápěním se alespoň jeden kyslíko-palivový hořák instaluje ve stropě pece. U pecí s více hořáky se odstraní stěnové hořáky v sousedství hořáků ve stropě a přívody vzduchu se uzavřou.

V aplikacích s jedním hořákem nebo jedním vletem se přítok spalovacího vzduchu sníží o část původně navrženého maximálního toku.

Ve všech uvedených případech je rozsah využití vynálezu prakticky totožný: tavení skla, které se uskutečňovalo pomocí vzducho-palivových nebo kyslíko-palivových hořáků, včetně pecí využívajících elektrický přehřev nebo konvenční kyslíkové přehřívání, se původní hořáky nahradí kyslíko-palivovými hořáky umístěnými ve stropě nad vstupující vsázkou tak, aby se zlepšila rychlost tavby a/nebo jakost skla a/nebo výtěžnost produktu. Díky možnosti umístit tyto hořáky na specifická místa je možno docílit zvýšeného přenosu tepla do neroztaveného surového vsázkového materiálu.

Ve všech případech je nad vstupem surové vsázky do pece umístěn alespoň jeden kyslíko-palivový hořák, čímž se zvýší rychlost tavení alepší jakost skla, a ve všech vícevletových a vícehořákových aplikacích lze odpojit alespoň jednu dvojici vletů nebo hořáků. Ve všech aplikacích s jedním vletem nebo jedním hořákem se množství spalovacího vzduchu a paliva sníží pod navrhovanou maximální hodnotu. Účinnější hořáky instalované ve stropě zajišťují energii, která nahradí konvenční energii potřebnou v procesu výroby a poskytnou dodatečnou energii pro dosažení požadovaných vlastností výroby. Umístění hořáků nad vstupem vsázky do pece zlepšuje rychlost tavení. Stechiometrický poměr kyslíku a paliva a průtokové charakteristiky hořáků instalovaných ve stropě a ostatních hořáků typu vzduch-palivo lze řídit tak, aby se minimalizovaly emise kysličníků dusíku a kysličníku siřičitého ze sklářské pece.

Další realizace předmětu vynálezu se týká použití alespoň jednoho kyslíko-palivového hořáku, který využívá vnitřního nebo vnějšího odstupňování spalování, a který je umístěn ve stropě sklářské tavicí pece. Tato realizace se týká jak pecí s úplným vytápěním kyslíko-palivovým plamenem, tak pecí vytápěných elektricky nebo nekyslíkovým plamenem (jako je např. vzducho-palivový hořák). Použití předmětu vynálezu v pecích vytápěných kyslíkovým plamenem přináší zvýšenou rychlost tavení, z níž vyplývá alespoň jeden z následujících důsledků: zlepšení jakosti skla, zvýšení výrobní kapacity a energetické účinnosti (omezením přehřevu fosilními palivy nebo elektřinou) na jednotku vyrobeného skla. Využití předmětu vynálezu v pecích s nekyslíkovým plamenem dovoluje zlepšit jakost skla a zvýšit výrobní kapacitu nebo udržet současnou výrobní kapacitu buď při snížení elektrického přehřevu anebo při zhoršení vlastností existujícího systému rekuperace tepla. Při dodatečné instalaci postup umožňuje dodání nebo náhradu části existujícího nebo dřívějšího kyslíko-palivového vytápění, vzducho-palivového nebo elektrického prostřednictvím energie z alespoň jednoho kyslíko-palivového hořáku s vnitřním nebo vnějším odstupňováním spalování umístěného ve stropě pece.

Při instalaci nových pecí dovoluje předmět vynálezu plné využití kyslíkových hořáků včetně alespoň jednoho kyslíkového hořáku ve stropě pece s vnitřním nebo vnějším odstupňováním spalování. Případně mohou být všechny hořáky umístěny ve stropě pece.

V nově instalovaných sklářských pecích dovoluje předmět vynálezu použít všechny hořáky kyslíko-palivové, a to

včetně alespoň jednoho umístěného ve stropě, jehož spalování je vnitřně nebo externě odstupňované. Případně mohou být ve stropě pece umístěny všechny hořáky.

Předmět vynálezu proto poskytuje způsob tavení sklářského kmene ve sklářské tavicí peci, přičemž uvedená pec má boční stěnu, opěrné stěny nad bočními stěnami, a přední stěnu spojenou se stropem, přičemž alespoň v jedné zadní nebo boční stěně je umístěn alespoň jeden plnič vsázky obsahující:

alespoň jeden kyslíko-palivový hořák ve stropě uvedené pece nad uvedenou vsázkou sklářského kmene, přičemž uvedený alespoň jeden kyslíko-palivový hořák je uzpůsoben pro odstupňované spalování,

přítok paliva do uvedeného alespoň jednoho kyslíko-palivového hořáku,

přítok plynného okysličovadla spojený s uvedeným alespoň jedním kyslíko-palivovým hořákem,

vstříkování paliva a okysličovadla do pece, a

spalování uvedeného paliva v uvedeném alespoň jednom kyslíko-palivovém hořáku tak, že alespoň část spalování se uskutečňuje v blízkosti uvedené vsázky sklářského kmene tak, aby se zvýšil konvekční a radiační přenos tepla do uvedené vsázky sklářského kmene bez podstatného mechanického ovlivňování uvedené vsázky sklářského kmene.

V jedné realizaci poskytuje předmět vynálezu způsob tavení sklářského kmene ve sklářské tavicí peci, přičemž uvedená pec má boční stěnu, opěrné stěny nad bočními stěnami, a přední stěnu spojenou se stropem, přičemž alespoň v jedné zadní nebo boční stěně je umístěn alespoň jeden plnič vsázky obsahující:

alespoň jeden kyslíko-palivový hořák ve stropě uvedené pece nad uvedenou vsázkou sklářského kmene,

přítok kapalného paliva do uvedeného alespoň jednoho kyslíko-palivového hořáku,

přítok plynného okysličovadla spojený s uvedeným alespoň jedním kyslíko-palivovým hořákem,

vstřikování paliva a plynného okysličovadla do pece, a spalování uvedeného paliva.

V této realizaci může být jeden kyslíko-palivový hořák uzpůsoben pro odstupňované spalování, včetně

spalování uvedeného paliva v alespoň uvedeném jednom kyslíko-palivovém hořáku tak, že alespoň část spalování se uskutečňuje v blízkosti uvedené vsázky sklářského kmene tak, aby se zvýšil konvekční a radiační přenos tepla do uvedené vsázky sklářského kmene bez podstatného mechanického ovlivňování uvedené vsázky sklářského kmene.

V jiné realizaci poskytuje předmět vynálezu způsob tavení sklářského kmene ve sklářské tavicí peci, přičemž uvedená pec má boční stěnu, opěrné stěny nad bočními stěnami, a štítovou stěnu spojenou se stropem, přičemž alespoň v jedné zadní nebo boční stěně je umístěn alespoň jeden plnič vsázky obsahující:

alespoň jeden kyslíko-palivový hořák ve stropě uvedené pece nad uvedenou vsázkou sklářského kmene, přičemž uvedený alespoň jeden kyslíko-palivový hořák je uzpůsoben pro odstupňované spalování paliva a obsahuje alespoň jeden vnější injektor okysličovadla a dva vnitřní injektory paliva, přičemž injektor umístěný nejvíce uvnitř hořáku je uzpůsoben

pro vstřikování paliva s vysokou rychlostí a střední injektor je uzpůsoben pro vstřikování paliva s nižší rychlostí,

přítok paliva do uvedeného alespoň jednoho kyslíko-palivového hořáku, přičemž palivo přitékající injektorem nejvíce uvnitř hořáku má vyšší hybnost než palivo přitékající do ostatních injektorů,

přítok plynného okysličovadla do vnějšího injektoru okysličovadla, který má nižší hybnost než přítok paliva do injektoru nejvíce uvnitř hořáku,

spalování uvedeného paliva z uvedeného alespoň jednoho kyslíko-palivového hořáku tak, že alespoň část spalování je ovlivněna blízkostí uvedené vsázky sklářského kmene tak, aby se zlepšil konvekční a radiační přenos tepla do uvedené vsázky sklářského kmene, aniž by se podstatně mechanicky ovlivnil uvedený materiál vsázky.

V další realizaci přináší předmět vynálezu kyslíko-palivový hořák s alespoň jedním vnějším injektorem okysličovadla a dvěma vnitřními injektory paliva, přičemž injektor paliva, který je umístěn nejvíce uvnitř hořáku, je uzpůsoben pro vstřikování paliva velkou rychlostí a další injektor paliva je uzpůsoben pro vstřikování paliva nižší rychlostí.

V další realizaci přináší předmět vynálezu způsob tavení vsázky sklářského kmene ve sklářské peci s regenerátory, rekuperátory a/nebo elektrickým přehřevem, přičemž uvedená pec má boční stěny, zadní stěnu, přední stěnu a strop, a sestává z:

alespoň jednoho hořáku ve stropě uvedené pece nad uvedenou vsázkou sklářského kmene,

přítoku plynného okysličovadla do uvedeného alespoň jednoho hořáku,

přítoku plynného paliva do uvedeného alespoň jednoho hořáku,

alespoň uvedený jeden hořák je zdrojem plamene, přičemž uvedený plamen má rychlost dostatečnou pro maximalizaci přenosu tepla z uvedeného plamene do uvedené vsázky sklářského kmene bez toho, aby uvedený plamen podstatně mechanicky narušoval materiál vsázky, a

přívodu dodatečného kyslíku pro dokonalé spalování na povrch uvedené vsázky sklářského kmene nebo do jeho blízkosti z alespoň jednoho injektoru kyslíku ve stropě uvedené pece.

Stručný popis obrázků

Další vlastnosti a výhody předmětu vynálezu vyplynou jasněji z následujícího podrobného popisu vztahujícího se k obrázkům, v nichž:

Obr. 1 je podélný řez sklářskou tavicí pecí podle předmětu vynálezu,

Obr. 2A je řez podél osy 2-2 realizací sklářské tavicí pece se zkříženými plameny a regenerací podle obr. 1.

Obr. 2B je řez podél osy 2-2 realizací sklářské tavicí pece vytápěné U-plamenem z tavicího konce a regenerací podle Obr. 1.

Obr. 2C je řez podél osy 2-2 realizací sklářské tavicí pece se zkříženými plameny a rekuperací podle obr. 1.

Obr. 2D je řez podél osy 2-2 realizací sklářské tavicí pece vytápěné U-plamenem z tavicího konce a rekuperací podle obr. 1.

Obr. 2E je řez podél osy 2-2 realizací tavicí jednotky sklářské tavicí pece se zkříženými plameny a regenerací podle obr. 1.

Obr. 3 je řez podél osy 3-3 realizací sklářské tavicí pece ukazující dva kyslíko-palivové hořáky v blízkosti zadní stěny podle obr. 1.

Obr. 4 je jiný řez podél osy 3-3 realizací sklářské tavicí pece ukazující kyslíko-palivový hořák v blízkosti zadní stěny podle obr. 1.

Obr. 5 je řez kyslíko-palivovým hořákem a schématické znázornění plamene kyslíkového hořáku.

Obr. 6 je řez sklářskou tavicí pecí s kyslíko-palivovým hořákem se zabudovaným odstupňováním spalování.

Obr. 7 je řez sklářskou tavicí pecí s kyslíko-palivovým hořákem s přidaným externím prostředkem pro odstupňování spalování.

Obr. 8 je schématický plán sklářské tavicí pece se seskupením kyslíko-palivových hořáků ve stropě pece pracujících s různými stechiometrickými poměry pro zajištění odstupňování spalování mezi jednotlivými hořáky.

Obr. 9 je řez sklářskou tavicí pecí s kyslíko-palivovým hořákem ve stropě a přidaným kyslíkovým probublávačem pro zajištění odstupňovaného prokysličení povrchu vsázky sklářského kmene v průběhu tavení.

Obr. 10 je řez kyslíko-naftovým hořákem se zabudovaným kyslíkovým injektorem pro odstupňování spalování podle předmětu vynálezu.

Obr. 11 je schématický řez kyslíko-palivového hořáku s odstupňováním paliva.

Podrobný popis předmětu vynálezu

Ve sklářských pecích, pro něž je určen tento vynález, vytvářejí typické hořáky směs paliva a kyslíku nebo vzduchu v takovém poměru, aby vznikla spalitelná směs. Je-li zapálena, hoří spalitelná směs plamenem, který se využívá k ohřevu a tavení vsázky sklářského kmene. Postup podle předmětu vynálezu se liší od procesu obvykle užívaného v pecích vyhřívaných fosilními palivy spalovanými se vzduchem nebo kyslíkem, kdy se předávání tepla uskutečňuje hlavně vyzařováním přímo ze stěn a stropu pece a přímým vyzařováním plamene. Postup využívající mimo radiační složky přestupu tepla také alespoň jednoho kyslíko-palivového hořáku umístěného ve stropě pece přináší výrazný přenos tepla konvekcí (vedením) díky dopadu a reakci reaktivního meziprojektu, jakým je např. oxid uhlíku, vodík a hydroxylové radikály, na stabilní produkty spalování, jako jsou dioxid uhlíku a vodní pára na povrchu vsázky. Tento typ konvekce se posílí, má-li kyslíko-palivový hořák buď integrální (uvnitř hořákového bloku) nebo vnější odstupňování spalování, čímž se část spalování zpozdí a tím se sníží teplota plamenů a radiační ztráty tepla před dosažením povrchu skla. Výsledkem je snížení přenosu tepla do konstrukce pece.

Mezi paliva vhodná pro spalování patří, ne však výhradně, metan, zemní plyn, zkapalněný zemní plyn, propan, zkapalněný propan, butan, plyny s nízkou výhřevností jako svítiplyn, průmyslový plyn apod., odpařená nebo zplynovaná ropa, petrolej nebo motorová nafta nebo jejich směs, a to buď na teplotě okolí nebo předehřáté. Mezi okysličovadla patří přednostně vzduch obohacený kyslíkem obsahující od 20,9 do asi 90 objemových procent kyslíku, přednostně více než 50 objemových procent, který se vyrábí filtrací, absorpcí, membránovou separací apod., nečištěný kyslík, který se vyrábí např. vakuovým průchodovým adsorpčním postupem a obsahuje od 80 do 95 objemových procent kyslíku, a „průmyslově“ čistý kyslík obsahující asi 90 až asi 100 objemových procent kyslíku, který se vyrábí kryogenickou separací ze vzduchu. Okysličovadlo se zavádí buď při pokojové teplotě nebo předehřáté. Palivo a okysličovadlo se do pece zavádí obvykle nějakým hořákovým zařízením.

Sestava hořáku obvykle obsahuje hořákový blok sestavený tak, že tvoří spalovací komoru se vletovými a výtokovými otvory, zařízení pro vypouštění paliva do spalovací komory vytvořené v hořákovém bloku a zařízení pro vypouštění kyslíku do spalovací komory. V provozu se vstříkovaný kyslík ve spalovací komoře směšuje s palivem z hořáku. Hořlavá směs paliva a kyslíku může být zapálena a vznikne tak plamen, jehož kořenová část je ve spalovací komoře a vrcholová část mimo ni. Je-li použitá sestava hořáku vybavena hořákem s vnitřním odstupňováním pro účely sekundárního spalování, může hořákový blok dále obsahovat obchozí vedení kyslíku mimo spalovací komoru, např.

k otvorům pro vstřikování kyslíku umístěným kolem výtoků spalovací komory. V provozu může kyslík procházet obchozím vedením vytvořeným v hořákovém bloku k výpustným otvorům, a tryská z hořákového bloku do oblasti „druhého stupně“, která obsahuje část plamene a leží v peci mimo spalovací komoru, přičemž ohřívá vsázku sklářského kmene nebo taveninu.

V některých upřednostňovaných realizacích je hořákový blok s integrálně odstupňovaným spalováním vyroben z žáruvzdorného materiálu a obsahuje vnější stěnu vytvořenou tak, že obsahuje vletový otvor spalovací komory a větší počet výpustných otvorů kyslíku okolo vletového otvoru. Hořákový blok obsahuje dále stěnu, která leží uvnitř pece a obsahuje výstupní ústí spalovací komory a větší počet výpustných otvorů kyslíku okolo výstupního ústí. V alternativních realizacích může být jeden nebo více vstupních zařízení okysličovačla umístěn mimo hořákový blok, jak je popsáno dále, aby se v peci mohlo uskutečňovat odstupňované spalování.

Mezi vhodné materiály pro stavbu hořákových bloků patří, ne však výhradně, tyto: kysličník křemičitý, mullit, kysličník zirkoničitý, tavená směs kysličníků hliníku, zirkonu a křemíku (AZS), regenerovaný AZS (s přísadou pojiva), pojený kysličník křemičitý. Konkrétní materiály se volí v závislosti na typu skla, které se má v peci zpracovávat.

Odstupňované spalování bylo navrženo pro hořáky sklářských pecí, ve kterých se z hořáku vstříkuje do pece bohatá palivová směs kyslík-palivo, a dodatečný kyslík se vstříkuje prostřednictvím vnějšího zařízení do hořákového bloku, aby k dokonalému spalování docházelo mimo výstup

hořáku. V případě hořáků umístěných ve stropě pece by mělo k dokonalému spalování docházet přednostně v blízkosti povrchu vsázky sklářského kmene. Přídavné injektory kyslíku by měly být umístěny přednostně tak, aby se dokonalé spalování zpozdilo do okamžiku, kdy plamen narazí na povrch vsázky. Umístění dodatečných injektorů kyslíku je závislé na žádaných provozních podmínkách hořáku/ů, jakož i na jejich počtu a umístění. Podle předmětu vynálezu se spalování s externím odstupňováním docílí přednostně instalací alespoň jednoho injektoru kyslíku ve stropě nebo koruně pece, injektory kyslíku však mohou být umístěny kdekoliv, pokud se tím dosáhne požadovaného zpoždění spalovacích efektů.

Podle předmětu vynálezu je alespoň jeden z kyslíko-palivových hořáků přednostně umístěn ve stropě (nebo koruně) pece nad vsázkou (a případně drceným odpadovým sklem) a namířen na povrch vsázky. Hořáky mohou být umístěny co nejbližší vstupů vsázky, kde je materiál vsázky nejchladnější, blízko zadní stěny pece, kudy se vkládá vsázka, aby se docílilo rychlého roztavení v důsledku vyššího teplotního rozdílu. Obvyklé hořáky vzduch-palivo nebo kyslík-palivo mohou být umístěny ve stěně pece dále od vstupu vsázky za hořáky ve stropě, kde realizují rafinační zónu a dokonalé spálení reagujících složek. Alternativně mohou kyslíko-palivové hořáky umístěné ve stropě zajistit přenos tepla ve směru od vstupu vsázky ke vsázce v blízkosti přední stěny pece.

Podle předmětu vynálezu je kyslíko-palivový hořák umístěný ve stropě pece úspěšný, protože spalování se odehrává částečně na povrchu vsázky v tavicí peci, což k tradičnímu přestupu tepla radiací přidává ještě přestup

konvekční. Dále se v souladu s upřednostňovanou realizací podle předmětu vynálezu použitím kyslíko-palivových hořáků umístěných ve stropě pece a vybavených vnitřním nebo vnějším odstupňováním spalování zpozdí smíšení kyslíku a paliva, takže se zóna spalování odsune dále od stropu. Výsledkem toho je, že většina procesu spalování se odehraje na povrchu vsázky sklářského kmene nebo taveného materiálu nebo v jeho těsné blízkosti, čímž se zvýší konvekční i radiální přestup tepla. Plamen s vysokou teplotou se přesune dále od stropu, takže nebude ohrožovat jeho konstrukci, a blíže ke sklu, čímž se podpoří přestup tepla. Další výhodou je, že realizace se stropní montáží a odstupňovaným spalováním podle předmětu vynálezu umožňuje provádění postupu i v pecích s vyššími stropy. Zpoždění se dosáhne dostatečným oddělením toku obou plynů (buď samotný kyslík/samotné palivo, nebo chudá směs/bohatá směs), a v jedné realizaci jejich vzájemným nasměrováním tak, že středové přímky jejich toků se protnou na povrchu vsázky nebo taveniny.

Hořáky typu kyslík-zemní plyn pracují se stechiometrickým poměrem 2:1, přičemž zemní plyn je čistý metan a okysličovadlem je čistý kyslík. Obvyklý kyslíko-plynový hořák s kuželovitým plamenem používá koncentrické trubky, přičemž vnitřní trubka vede plyn a vnější trubka kyslík. Délka plamene je potom funkcí rychlosti obou plynů a relativního rozdílu jejich rychlostí, který ovlivní rychlost směšování na rozhraní mezi oběma toky a tím i rychlost spalování. Protože oba toky při opouštění trubky expandují, začnou se míchat okamžitě a spalování začne velice blízko u výstupu hořáku.

Předmět vynálezu odděluje oba plyny (palivo a okysličovadlo) do dvou nebo více oddělených toků. V jedné realizaci může být tok plynného paliva použit samotný, nebo v koncentrickém trubkovém hořáku s menším přísunem kyslíku, než by odpovídalo stechiometrickému poměru. Zbývající kyslík potřebný pro dokonalé spalování, volitelně až do 100%, se zavádí jednou nebo dalšími přídatnými trubkami umístěnými dostatečně daleko od trubky přivádějící plyn tak, aby se oba toky nemíchaly, dokud neurazí podstatnou část vzdálenosti k cíli, tj. k povrchu skelného materiálu. Úhel oddělující oba toky může být velmi malý (až 0° - rovnoběžné) nebo velký (až 90°), pokud se vstříkuje stěnou pece, nebo až 180° , pokud se kyslík probublává zesponu povrchem taveniny, kde ke směšování dochází pod výtokovým otvorem hořáku.

Jak bylo uvedeno, výhodou postupu podle předmětu vynálezu je schopnost provozu hořáku umístěného ve stropě pece ve větší vzdálenosti od cíle, tj. dovoluje větší vzdálenost mezi stropem pece a povrchem skelného materiálu. To umožňuje provoz kyslíko-palivového hořáku/ů v již existujících pecích, v nichž je strop pro provoz hořáku bez odstupňování spalování umístěného ve stropě příliš vzdálen od vsázky, než aby se mohlo docílit nějakého podstatného přenosu tepla konvekcí.

Na obrázcích je uvedena sklářská tavicí pec 10 pro dodávku taveného skla do předpecí nebo čeřicí části pece 12, přičemž tavené sklo se dále čistí a poté dodává do jednoho nebo více sklářských tvarovacích strojů, jakými jsou nádrže, rozvláknovací stroje, plavicí lázně a další (neznázorněno). Na obrázcích nejsou v zájmu přehlednosti uvedeny některé

podrobnosti konstrukce, protože jsou obvyklé a velmi dobře známé odborníkům v oboru. Vynechané položky jsou vlety regenerátoru, hořáky vzduch-palivo a výfuky, protože ty jsou pro každý typ pece specifické.

Sklářská tavicí pec 10 typicky obsahuje podélný kanál uzavřená zadní stěnou 14 a přední stěnou 16, bočními stěnami 18, podlahou 20 a stropem 22, které jsou provedeny z vhodného žáruvzdorného materiálu, jako je kysličník hlinitý, křemičitý, jejich směs, kysličník zirkoničitý, směs kysličníků zirkonu, hliníku a křemíku, kysličník chromitý apod. Strop 22 je znázorněn obecně, jako by měl tvar klenutý příčně vůči podélné ose tunelu. Strop však může mít jakoukoliv vhodnou konstrukci. Strop 22 typické sklářské tavicí pece 10 je umístěn ve výšce 1 – 5 m nad povrchem vsázky. Jak je v oboru známo, sklářská tavicí pec 10 může být volitelně vybavena jedním nebo více probublávači 24 a/nebo páry elektrod elektrického přehřevu (není znázorněno). Probublávače a/nebo elektrody elektrického přehřevu zvyšují teplotu skelné náplně pece a zlepšují cirkulaci taveniny pod vsázkou.

Sklářská tavicí pec 10 má dvě po sobě následující zóny: tavicí zónu 27 a druhou, dolní, čerčící zónu 28. Tavicí zóna 27 tvoří první, horní zónu sklářské tavicí pece 10, přičemž surový materiál vsázky se plní do pece pomocí zavážecího zařízení 32 typu dobře známého v oboru. Surový materiál vsázky 30 může být směsí surovin typicky používaných při výrobě skla. Složení sklářského kmene (vsázky) 30 závisí na typu vyráběného skla. Normálně materiál obsahuje mj. surovinu obsahující kysličník křemičitý včetně skelného sběru, kterému se obecně říká drcené sklo. Ostatní materiály tvořící vsázkou jsou, ne však

výhradně, živec, nefelín, syenit, vápenec, dolomit, kalcinová soda, potaš, borax, kaolinový jíl a kysličník hlinitý. Pro změnu vlastností skla se může přidat malé množství arzenu, antimonu, síranů, sirníků, uhlíku, fluoridů a/nebo dalších složek. Pro výrobu speciálních skel se dále přidávají oxidy barya, stroncia, zirkonu a olova, případně další barvotvorné oxidy kovů pro dosažení žádané barvy.

Sklářský kmen 30 tvoří vrstvu pevných částic vsázky na povrchu roztaveného skla v tavicí zóně 27 sklářské tavicí pece 10. Plovoucí pevné částice vsázky 30 se taví především alespoň jedním kyslíko-palivovým hořákem 34 s řízeným tvarem a délkou dopadajícího plamene umístěným ve stropě 22 sklářské tavicí pece 10. Bylo zjištěno, že instalace a správné řízení alespoň jednoho kyslíko-palivového hořáku 34 umístěného ve stropě 22 sklářské tavicí pece 10 nad vsázkou sklářského kmene 30 v souladu s předmětem vynálezu zvyšuje rychlost tavení vsázky a současně zajišťuje provozní teplotu okolního žáruvzdorného materiálu v přijatelných provozních mezích.

Fráze „alespoň jeden kyslíko-palivový hořák“, jak je používána zde, znamená jeden nebo více kyslíko-palivových hořáků. Další obrat „100% kyslíko-palivový ohřev“ znamená, že všechny hořáky jsou uzpůsobeny pro použití kyslíku nebo kyslíkem obohaceného vzduchu na rozdíl od hořáků, které jako okysličovadla používají jen vzduch. Další fráze „v zásadě alespoň jedním kyslíko-palivovým hořákem“ se týká přestavby pecí, kdy zvýšená nebo obnovená výrobní kapacita skla a náhrada vzducho-palivového a/nebo elektrického přihřevu pro tavení se realizuje alespoň jedním kyslíko-palivovým hořákem. V jedné realizaci má sklářská tavicí pec 10 tři kyslíko-palivové

hořáky 34, jak ukazují obr. 1 a 2A. Jeden kyslíko-palivový hořák 34 je umístěn proti směru přítoku suroviny od dvou navzájem sousedících kyslíko-palivových hořáků. Je však třeba si uvědomit, že jakýkoliv počet kyslíko-palivových hořáků 34 může být umístěn v téměř jakémkoliv vhodném místě stropu 22 pece 10 nad vsázkou tak, aby tavily materiál vsázky 30. Například dva kyslíko-palivové hořáky 34 mohou být umístěny vedle sebe v souhlasu s obr. 3 nebo může být použit jediný kyslíko-palivový hořák v souhlasu s obr. 4. Nicméně v souladu s předmětem vynálezu může být úhlová orientace každého kyslíko-palivového hořáku 34 ve stropě 22 sklářské tavicí pece 10 taková, že vytvářený plamen je směřován v zásadě kolmo k povrchu vsázky sklářského kmene tak, aby dopadající plamen vytvořil na povrchu vsázky oblast dopadu 26. V jedné upřednostňované realizaci jsou kyslíko-palivové hořáky 34 směřovány v zásadě svisle k povrchu skelné vsázky s úhlem asi 90° vzhledem k povrchu skelné vsázky 30. Tento úhel se od 90° může odchylovat ve směru ke koncové stěně toku skla (tj. přední stěně pece) u některých realizací až do max. 45° , přednostně ale méně než 10° . Bylo zjištěno, že rychlost výroby skla a jeho jakost lze zvýšit tavením vsázky sklářského kmene 30 při použití alespoň jednoho kyslíko-palivového hořáku 34 směřovaného dolů, který má řízený tvar a délku dopadajícího plamene v souladu s předmětem vynálezu.

Uvedený alespoň jeden kyslíko-palivový hořák vyžaduje přísun paliva a okysličovadla. Palivo může být plynné nebo kapalné nebo směs obou. Mezi plynná paliva patří ta, která již byla uvedena, a také směsi uvedených plynů. Mezi kapalná paliva patří těžké, střední a lehké topné oleje, petrolej a

motorová nafta. Kapalná paliva musí být rozprášena a/nebo odpařena. Rozprášení se provádí buď mechanickými prostředky nebo pomocí sekundárních rozprašujících médií, mezi něž patří vzduch, pára, kyslík, jakékoliv z uvedených plyných paliv a v některých případech i nějaký inertní plyn. Odpařování oleje spočívá na teple okolních spalin hořících plynů. Okysličovadlem může být buď 100% čistý kyslík nebo směs kyslíku a inertního plynu při koncentraci kyslíku přednostně 50 – 100%, jak bylo uvedeno výše.

Jak ukazuje obr. 5, uvedený alespoň jeden kyslíko-palivový hořák 34 ve stropě 22 sklářské tavicí pece 10 má alespoň jeden kanálek 40 pro přívod paliva a alespoň jeden kanálek 42 pro přívod okysličovadla. Kyslíko-palivový hořák 34 může mít kapacitu v rozsahu od asi 0,5 do asi 15 MM BTU/hod. v závislosti na velikosti sklářské tavicí pece 10 a žádané rychlosti tažení skla. Kyslíko-palivový hořák 34 je navržen pro vyšší procentní obsah kyslíku, než obsahuje vzduch, a tak je teplota dosažená nad oblastí dopadu plamene 36 podstatně vyšší, než v konvenční sklářské tavicí peci používající vzducho-palivové hořáky. Nicméně, jak je dobře známo každému odborníkovi, teplota plamene 36 kyslíko-palivového hořáku 34 je závislá na vlastnostech paliva a poměru palivo/kyslík. V jedné upřednostňované realizaci je koncentrace kyslíku v kyslíko-palivovém hořáku 34 typicky asi 90 – 125% stechiometrického množství kyslíku nutného pro spálení paliva. Poměr palivo/kyslík však může být různý tak, aby byla zajištěna celá řada provozních parametrů sklářské tavicí pece 10, které ovlivňují více či méně žádané vlastnosti, mezi něž patří například oxidačně redukční hladina, barva skla,

množství plynných bublinek známých jako zrníčka a puchýře a další vlastnosti skla.

Kyslíko-palivový hořák 34 vyčnívá směrem dolů z hořákového bloku 38 umístěného ve stropě 22 sklářské tavicí pece 10. Každý primární hořákový blok 38 obsahuje ústí s vnitřním průměrem (id), který alespoň tak velký jako vnější průměr nejširšího vedení 42 nebo 40 v závislosti na uspořádání. Vnitřní průměr (id) ústí hořákového bloku 38 může mít velikost mezi 5 a 20 cm. Konec primární zóny spalování kyslíko-palivového hořáku 34 se od ústí hořákového bloku 38 nachází ve vzdálenosti (LBb), která činí od 0 do 45 cm. Sekundární a v některých případech i terciární zóna spalování jsou mimo hořákový blok 38. Je žádoucí, když ústí hořákového bloku 38 mezi koncem kyslíko-palivového hořáku 34 a koncem hořákového bloku v některých případech soustřeďuje plamen hořáku a brání jeho rozšiřování a navíc i chrání potrubí hořáku. Hořákový blok 38 je vyroben ze žáruvzdorného materiálu, jak je to v tomto oboru obvyklé, a může mít jakýkoliv vhodný vnější tvar jako např. pravoúhlý apod.

Spodní plocha hořákového bloku 38 může být v rovině s vnitřní plochou stropu 22 nebo může vyčnívat z vnitřní plochy stropu do vzdálenosti asi 5 cm, aby chránila hořákový blok 38 a okolní vyzdívku koruny před opotřebením. Dále, jak ukazuje obr. 5, vyčnívají potrubí paliva 40 a kyslíku 42 kyslíko-palivového hořáku 34 dolů v hořákovém bloku 38 a končí buď v zásadě stejné výšce nebo úplně jiné výšce vzhledem k ústí hořákového bloku 38.

V závislosti na výšce hořákového bloku 38 nad vsázkou sklářského kmene a na žádaných provozních podmínkách

hořáku se mění poměr odstupňování paliva a kyslíku uvnitř a vně hořákového bloku 38. Přídavné injektory kyslíku 60 jsou umístěny tak, aby oddálily dokonalé spalování až na okamžik dopadu plamene na hladinu vsázky. Umístění těchto přídavných injektorů 60 je závislé na počtu a umístění hořáků ve stropě, mohou však být umístěny prakticky kdekoli v stropě a stěnách.

V souladu s předmětem vynálezu je dolů nasměřovaný dopadající plamen 36 vytvářený alespoň jedním kyslíko-palivovým hořákem 34 přesně řízen tak, aby poskytoval plamen o délce větší nebo rovné vzdálenosti mezi ústím hořákového bloku 38 a povrchem vsázky 30 nebo povrchem roztaveného skla a co nejdále od okolní vyzdívky, čímž se snižuje nebezpečí přehřívání stropu 22 a bočních stěn 18 sklářské tavicí pece 10. Dopadající plamen 36 může být řízen podobným řídicím zařízením, jaké je obvyklé v chemické výrobě. Skládá se např. z ventilů, termočlánků, termistorů propojených s vhodnými servoobvodů, ovládači vyhřívání a podobně, které jsou běžně dostupné a používané pro řízení množství a rychlosti paliva a kyslíku do kyslíko-palivového hořáku 34.

Dopadající plamen 36 je přesně řízen ovládním jak relativní rychlosti, tak i maximální a minimální rychlosti přítoku paliva a kyslíku, a vnitřního i vnějšího odstupňování alespoň jednoho kyslíko-palivového hořáku 34.

Maximální a minimální rychlost přítoku paliva a kyslíku dopadajících na povrch vsázky sklářského kmene 30 musí být řízeny tak, aby se zabránilo narušování jejího povrchu a strhávání nebo vytlačování vsázky na boční stěny 18 a strop 22

pece, a současně zajistilo optimálního konvekčního přenosu tepla do povrchu materiálu vsázky. Je třeba si uvědomit, že přenášení materiálu vsázky na boční stěny 18 a strop 22 pece by nežádoucím způsobem ovlivňovalo žáruvzdorný materiál vyzdívky a zřejmě zkracovalo dobu životnosti tavicí sklářské pece 10.

Pro určení správné maximální rychlosti přítoku paliva a kyslíku do hořáku byl tento upevněn a nasměrován svisle dolů do lože ze skelného písku, v němž byly vytvořeny příčné žlábků. Hořák byl poté nastavován do různých výšek nad pískovým ložem a různě zasouván do hořákového bloku (LBb), přitom byly zaznamenávány rychlost hoření, při které bylo možno zjistit pohyb písku. Výsledky těchto pokusů byly srovnávány s daty získanými pomocí běžně dostupného počítačového programu pro simulaci dynamického proudění (model CFD), čímž byly získány hodnoty maximální rychlosti vůči povrchu, nad níž již byl písek narušován.

Tabulka 1 – Maximální rychlosti hoření (MM BTU/hod.)

Výška (m)

| (LBb) | 1,5 | 1,8 | 2,1 | 2,4 |
|-------|-----|-----|-----|-----|
| 13 | 3,9 | 4,4 | 5,4 | 6,2 |
| 11,5 | 4,9 | 5,0 | 6,2 | 6,8 |
| 9 | 5,5 | 6,1 | 6,4 | 7,1 |
| 6,5 | 6,4 | 7,2 | 7,4 | 8,1 |
| 4 | 6,9 | 8,8 | 8,3 | 9,1 |

Těmito pokusy a srovnáním s modelem CFD byla určena maximální povrchová rychlost na přibližně 21 m/s. Vlivem změn v materiálu vsázky, v jejím urovňování a kohezi jejích částic se přesné maximum může lišit od vypočteného

maxima, takže by odborník měl mít možnost měnit maximální rychlost až do asi 25 m/s. Pro minimalizaci narušování povrchu vsázky a jejího roznášení by však maximální rychlost neměla nikdy přesáhnout 30 m/s.

Maximální a minimální rychlost paliva a kyslíku v kyslíko-palivovém hořáku 34 jsou také řízeny tak, aby se maximálně využila energie dopadajícího plamene 36 bez poškození vyzdívky. Maximálního využití energie dopadajícího plamene 36 se dosáhne minimalizací množství tepla uvolňovaného do spalovacího prostoru sklářské tavicí pece 10 a maximalizací přenosu tepla do materiálu vsázky 30. Rozsah provozní maximální a minimální rychlosti pro kyslíko-palivový hořák 34 takový, aby byl realizován přijatelný přenos tepla do materiálu vsázky 30 bez poškození žáruvzdorné vyzdívky stěn a konstrukce pece je funkcí konstrukce a umístění kyslíko-palivového hořáku, geometrie ústí hořákového bloku, rychlostí paliva a kyslíku na výstupu kyslíko-palivového hořáku 34, odstupňování hořáku, interakce se sousedními kyslíko-palivovými hořáky, palivovými hořáky a uspořádání výfuku pece.

Mrtvá oblast 56 je oblast, ve které plamen 36 proniká vrstvou tepelné hranice a dopadá na povrch materiálu vsázky 30. V této oblasti 56 plamen 36 proniká termální hraniční vrstvou a dopadá na povrch materiálu vsázky 30, přičemž na tomto povrchu vytváří strmý tlakový gradient, který urychluje horizontální tok vychýleného plamene, což způsobuje rozšiřování plamene radiálně do okolí zasažené oblasti povrchu vsázky. Konec mrtvé oblasti 56 je definován jako místo na povrchu vsázky, kde tlakový gradient vytvářený dopadajícím

plamenem 36 klesá na nulu. Uvnitř mrtvé oblasti 56 lze pečlivým řízením rychlosti plamene 36 dosáhnout toho, že termální hraniční vrstva, která na povrchu materiálu vsázky 30 přirozeně existuje, může být překonána a odstraněna a tím je zeslaben její silný tepelně-izolační vliv. V návaznosti na to může teplo vytvářené dopadajícím plamenem 36 pronikat snadněji do částečně roztaveného materiálu skelné vsázky 30. Navíc v mrtvé oblasti 56 podstatně stoupá svítivost plamene 36, což zvyšuje přenos tepla vyzařováním do relativně chladnějšího materiálu skelné vsázky 30.

Na obvodové hranici mrtvé oblasti 56 začíná oblast 58 paprsku rovnoběžného se stěnou. V této oblasti proudí plamen 36 v zásadě paralelně se zasaženým povrchem a termální hraniční vrstva podél zasaženého povrchu narůstá ve směru ven ze zasažené oblasti 56, takže postupně narůstá její odpor vůči pronikání tepla do materiálu skelné vsázky.

Generování tepla řízeným plamenem v oblasti s volným paprskem 54 je výsledkem dále popsaného procesu. Především řízené částečné spalování v oblasti s volným paprskem 54 umožňuje řízené spalování na povrchu materiálu skelné vsázky 30, čímž se spalovací proces dostane blíže k povrchu vsázky. Přesunutí spalovacího procesu k povrchu vsázky 30 vytváří zvýšený teplotní gradient na povrchu vsázky, čímž se zlepšuje přenos tepla vedením. Za druhé, řízené částečné spalování v oblasti s volným paprskem 54 vytváří vhodnou teplotu pro chemickou disociaci produktů spalování – plynů a ostatních spalin. Tyto disociované produkty, jakmile dopadnou na relativně chladnější povrch vsázky sklářského kmene 30, částečně exotermicky rekombinují, čímž na povrchu vsázky

generují další významné množství tepla. Toto teplo z exotermické reakce dále zesiluje proces konvekčního přenosu tepla. Minimalizace tepelného odporu v mrtvé oblasti 56 na povrchu materiálu skelné vsázky 30 je důsledkem následujících faktorů.

Za prvé, termická hraniční vrstva je odstraněna hybností řízeného plamene 36 a turbulencí vytvářenou pečlivě řízenou spalovací charakteristikou na povrchu vsázky sklářského kmene 30. Za druhé, vytváření lokálního povrchového tepla dovoluje přeměnu vsázky sklářského kmene 30 s malou tepelnou vodivostí v podstatně vodivější skelnou taveninu. Tato přeměna umožňuje teple vytvářenému na povrchu mnohem účinněji pronikat do hloubky vsázky sklářského kmene .

V regenerativní peci se zkříženými plameny podle obr. 2A s regenerátory 81 užívá upřednostňovaná realizace předmětu vynálezu alespoň jeden hořák 34 instalovaný v koruně pece nad materiálem vsázky vstupujícím do pece, aby se zlepšila rychlost tavení a kvalita, obnovila nebo zvýšila výrobní kapacita nebo snížila potřeba elektrického přívěvu. Plamen hořáku 34 instalovaný v koruně pece dopadá na povrch materiálu vsázky 30 v oblasti dopadu 26. Ve všech aplikacích tohoto vynálezu v pecích se zkříženými plameny je alespoň jedna dvojice protilehlých vletů 71 úplně nebo částečně blokována nebo izolována. Typicky to bývá první nebo druhý vlet v závislosti na velikosti potřebného přívěvu. Nad vanou skla ve směru od těchto vletů mohou být umístěny dodatečné stropní hořáky za předpokladu, že nad neroztavenou vsázkou jsou instalovány hořáky v koruně pece. Energie dodávaná

těmito hořáky v koruně pece nahrazuje energii z původních hořákových vletů, ze zrušeného konvenčního elektrického nebo kyslíkového přihřevu.

U pece vytápěné U-plamenem z tavicího konce na obr. 2B s regenerátory 81 využívá upřednostňovaná realizace předmětu vynálezu alespoň jeden hořák 34 instalovaný v koruně pece nad vstupujícím materiálem skelné vsázky, aby se zlepšila rychlost tavení a kvalita, obnovila nebo zvýšila výrobní kapacita nebo snížila potřeba elektrického přihřevu. Ve všech aplikacích tohoto vynálezu v pecích vytápěných U-plamenem z tavicího konce se požadavky na vzduch a palivo pro vytápění proti původnímu návrhu snižují a energie je nahrazena energií alespoň jednoho hořáku 34 instalovaného v koruně pece nad materiálem skelné vsázky a zasahujícího materiál vsázky v oblasti dopadu 26. Nad vanou skla ve směru od vletů mohou být umístěny dodatečné stropní hořáky za předpokladu, že nad neroztavenou vsázkou jsou instalovány hořáky v koruně pece. Energie dodávaná těmito hořáky v koruně pece nahrazuje energii z původního hořákového vletu, ze zrušeného konvenčního elektrického nebo kyslíkového přihřevu.

U rekuperační pece se zkříženými plameny na obr. 2C s rekuperátorem 82 využívá upřednostňovaná realizace předmětu vynálezu alespoň jeden hořák 34 instalovaný ve stropě pece nad vstupujícím materiálem skelné vsázky, aby se zlepšila rychlost tavení a kvalita skla, obnovila nebo zvýšila výrobní kapacita nebo snížila potřeba elektrického přihřevu. Ve všech aplikacích tohoto vynálezu v pecích se zkříženými plameny je alespoň jedna dvojice protilehlých hořáků 73 úplně

nebo částečně blokována nebo izolována použitím bloku 74. Typicky to bývá první nebo druhá zóna hořáků v závislosti na velikosti potřebného přihřevu. Nad vanou skla ve směru od hořáků mohou být umístěny dodatečné stropní hořáky za předpokladu, že nad neroztavenou vsázkou jsou instalovány hořáky v koruně pece. Energie dodávaná těmito hořáky v koruně pece nahrazuje energii z původních hořákových vletů, ze zrušeného konvenčního elektrického nebo kyslíkového přihřevu.

U pece vytápěné U-plamenem z tavicího konce na obr. 2D s rekuperátorem 82 využívá upřednostňovaná realizace předmětu vynálezu alespoň jeden hořák 34 instalovaný v koruně pece nad vstupujícím materiálem skelné vsázky, aby se zlepšila rychlost tavení a kvalita, obnovila nebo zvýšila výrobní kapacita nebo snížila potřeba elektrického přihřevu. Ve všech aplikacích tohoto vynálezu v rekuperačním pecích vytápěných U-plamenem z tavicího konce se požadavky na vzduch a palivo pro vytápění proti původnímu návrhu snižují a energie je nahrazena energií alespoň jednoho hořáku 34 instalovaného v koruně pece nad materiálem skelné vsázky. Nad vanou skla ve směru od vletů mohou být umístěny dodatečné stropní hořáky za předpokladu, že nad neroztavenou vsázkou jsou instalovány hořáky v koruně pece. Energie dodávaná těmito hořáky v koruně pece nahrazuje energii z původního hořákového vletu, ze zrušeného konvenčního elektrického nebo kyslíkového přihřevu.

U přímo vytápěné pece na obr. 2E využívá upřednostňovaná realizace předmětu vynálezu alespoň jeden hořák instalovaný v koruně pece nad vstupujícím materiálem

skelné vsázky, aby se zlepšila rychlost tavení a kvalita, obnovila nebo zvýšila výrobní kapacita nebo snížila potřeba elektrického přívěhu. Ve všech aplikacích tohoto vynálezu v přímo vytápěných pecích se požadavky na vzduch a palivo pro vytápění proti původnímu návrhu snižují a energie je nahrazena energií alespoň jednoho hořáku instalovaného v koruně pece nad materiálem skelné vsázky. V aplikaci s více vzducho-palivovými hořáky 73 je alespoň jeden hořák 74 izolován. Nad vanou skla ve směru od hořáků mohou být umístěny dodatečné stropní hořáky za předpokladu, že nad neroztavenou vsázkou jsou instalovány hořáky v koruně pece. Energie dodávaná těmito hořáky v koruně pece nahrazuje energii z původního hořákového vletu, ze zrušeného konvenčního elektrického nebo kyslíkového přívěhu.

U pece s elektricky vytápěným stropem využívá upřednostňovaná realizace předmětu vynálezu alespoň jeden hořák instalovaný v koruně pece nad vstupujícím materiálem skelné vsázky, aby se zlepšila rychlost tavení a kvalita, obnovila nebo zvýšila výrobní kapacita nebo snížila potřeba elektrického přívěhu. Nad vanou skla ve směru od vstupu vsázky mohou být umístěny dodatečné stropní hořáky za předpokladu, že nad neroztavenou vsázkou jsou instalovány hořáky v koruně pece. Energie dodávaná těmito hořáky v koruně pece nahrazuje energii z původního hořákového vletu, ze zrušeného konvenčního elektrického nebo kyslíkového přívěhu.

Ve všech případech lze omezit vznik kysličníků dusíku a síry pečlivým nastavením stechiometrického poměru jednotlivých střešních hořáků a ostatních vzducho-palivových

hořáků. Obr. 2A je příkladem aplikace pece s křížovými hořáky, kdy hořáky 34 instalované v pozicích AL a AR jsou provozovány s nadbytkem stechiometrického kyslíku tak, aby v peci vznikla (oxidační) zóna s chudou směsí. Provozem buď hořáku 34 v pozici BC a/nebo hořáků u druhého vletu 71 s nižším než stechiometrickým přítokem kyslíku nebo vzduchu vznikne v peci (redukční) zóna s bohatou směsí. Tato konfigurace zón (bohatá-chudá-bohatá) účinně odstupňuje zóny spalování v peci, takže se vytvořením oddělovací přehrady z kysličníku uhelnatého optimalizuje přenos tepla a minimalizuje vznik kysličníků dusíku.

Uvedený alespoň jeden stropní kyslíko-palivový hořák 34 může být použit buď v nové vzducho-palivové sklářské tavicí peci 10 nebo dodatečně osazen do existující vzducho-palivové sklářské tavicí pece, aby se zvýšila jakost skla v porovnání s pecí vytápěnou jen vzducho-palivovým plamenem. Je výhodné, že předmět vynálezu umožňuje podstatný nárůst rychlosti tažení, snížení teploty stěn sklářské tavicí pece 10 a zvýšení jakosti skla ve srovnání se stejnou vzducho-palivovou pecí, která není dovybavena alespoň jedním stropním kyslíko-palivovým hořákem, jak bylo popsáno zde. Navíc, což odborník okamžitě ocení, použitím alespoň jednoho kyslíko-palivového hořáku může v protikladu k systému využívajícímu pouze vzducho-palivové hořáky výrazně snížit emise NO_x , a to díky rozdílné stechiometrii kyslíko-palivového a vzducho-palivového plamene.

Příklad 1 – Dovybavení střešními kyslíko-palivovými hořáky

Příkladem byla přestavba existující regenerativní pec se zkříženými plameny, třemi vlety a konvenčním vzducho-palivovým vytápěním postupně na kyslíkový přihřev, na úplné kyslíko-palivové vytápění, zpětný přechod na kyslíkový přihřev a konečně na původní vzducho-palivové vytápění. Pec byla původně kompletně vytápěna vzducho-palivově. Vytápění vletem č. 1 bylo nahrazeno alespoň jedním střešním kyslíko-palivovým hořákem. Ve zbývajících dvou vletech bylo zachováno původní vzducho-palivové vytápění. Ve druhé fázi přestavby bylo vytápění vletu č. 2 nahrazeno alespoň jedním střešním kyslíko-palivovým hořákem a pec dále vytápěna konvenčně do vletu č. 3. Ve třetí fázi bylo vytápění vletu č. 3 nahrazeno z již instalovaných střešních kyslíko-palivových hořáků. Kapacita pece se zvýšila z 55 na 85 tun/den při snížení vstupní energie z 23,5 MM BTU/hod na 18 MM BTU/hod. Pec pak byla postupně znovu přestavěna na vzducho-palivové vytápění. Tento příklad ukazuje možnost selektivně přihřívát existující vzducho-palivovou pec a možnost totálního přechodu pece na vytápění střešními kyslíko-palivovými hořáky. Postup nevyžaduje hořáky chlazené vodou.

Příklad 2 – Hořák a hořákový blok s vnitřním kyslíkovým odstupňováním

V předchozím textu bylo ukázáno, že kyslíko-palivový hořák s vnitřním odstupňováním kyslíku konfigurací hořáku nebo hořákem v kombinaci s hořákovým blokem přinese zvýšení přestupu tepla a snížení emisí NO_x . Podle předmětu vynálezu je alespoň jeden z těchto typů vnitřně

odstupňovaného hořáku 103 použit ve stropě 111 sklářské tavicí pece 110. Hořák 103 je ideálně umístěn nad materiálem skelné vsázky 130 a přednostně nasměrován pod úhlem α (obr. 6) rovným asi 91° až asi 135° ve směru toku 104 skla v peci.

Příklad 3 – Hořák a hořákový blok s vnějším kyslíkovým odstupňováním

Prostřednictvím obr. 7 bylo ukázáno, že hořákem 122 s hořákovým blokem 121 instalovaným ve střeše sklářské tavicí pece 111 s 2 až 8 kyslíkovými injektory 112 mimo hořák 122 i hořákový blok 121 lze docílit vyššího přestupu tepla než u neodstupňovaného hořáku. Hořák 122 je přednostně nasměrován pod úhlem asi 91° až asi 135° vůči povrchu skla ve směru toku skla v peci. Podle tohoto příkladu se primárním kyslíkovým hořákem 133 vstříkuje 0 až 90% kyslíku stechiometricky potřebného ke spalování a zbývajících asi 10% sekundárního spalovacího kyslíku 134 se vstříkuje kyslíkovými injektory 112, které jsou nasměrovány pod úhlem asi 0° až asi 90° vůči povrchu skla. Odborník zjistí, že počet, úhel a průtok odstupňovacích vstupů se navrhuje specificky pro každou pec tak, aby se spálení paliva 145 došlo až při dopadu paliva na povrch materiálu skelné vsázky nebo v jeho těsné blízkosti.

Příklad 4 – Odstupňování mezi alespoň dvěma stropními hořáky

Odstupňování spalování využívajícího kyslíko-palivové hořáky může být podle předmětu vynálezu realizováno podle předmětu vynálezu odstupňováním mezi hořáky, a to alespoň mezi dvěma. Jeden z hořáků je provozován pod

stechiometrickou úrovní kyslíku, tj. s bohatou směsí, a druhý nebo další s vyváženým poměrem kyslíku potřebným pro dokonalé spalování, tzn. s chudou směsí. Proběhly pokusy s přihřevem konvenční sklářské tavicí pece 110 se vzducho-palivovým vytápěním, přičemž dva ze zadních hořáků 162 byly provozovány s chudou směsí, zatímco další dva kyslíko-palivové stropní hořáky 161, umístěné po proudu skla, s bohatou směsí (obr. 8). Tento provozní režim vytvářel kyslíko-palivovou zónu s bohatou směsí, následovanou vzducho-palivovou zónou s chudou směsí. Výsledkem provozu sklářské pece podle této metody bylo zvýšení kapacity pece při snížení emisí oxidů dusíku na tunu produktu. Tato metoda odstupňování spalování mezi hořáky může být též použita ve spojení se dvěma podrobně popsány realizacemi odstupňování spalování.

Příklad 5 – Odstupňované spalování ve sklářské tavicí peci s kyslíkovými probublávači

Jeden způsob odstupňovaného spalování podle předmětu vynálezu zahrnuje použití kyslíkových probublávačů ve spojení s alespoň jedním stropním hořákem (obr. 9). Probublávání kyslíkem se používá v několika sklářských výrobních aplikacích jako mechanická podpora konvekčních proudů ve skelné tavenině. Kyslík je ve skle rozpustný, a při normálních provozních podmínkách se jej do skla injektuje jen malé množství (méně než 5% stechiometrického množství). Umístěním alespoň jednoho stropního kyslíko-palivového hořáku 105 nad jeden kyslíkový probublávač 108 nebo nad řadu či skupinu probublávačů je možno provozovat stropní

hořák/y 105 pod stechiometrickými či sub-stechiometrickými podmínkami a dodávat zbytek kyslíku 134 pro spalování pomocí probublávačů 108 umístěných ve dně 107 tavicí vany skla. To zlepšuje dostupnost kyslíku na povrchu skla 131 pro sekundární spalování paliva nebo částečně zoxidovaných produktů spalování nebo reaktivních meziproduktů.

Příklad 6 – Kyslíko-olejové hořáky

Konvenční olejové a kyslíko-olejové hořáky pro sklářské tavicí pece spočívají na spalování kapiček oleje, které vznikly rozprášením buď dvojitým fluidním rozprašovačem (používajícím páru nebo stlačený plyn) nebo mechanickým rozprašovačem (používajícím buď tlakovou nebo rotační energii). Tvar plamene je řízen tlakem vznikající mlhoviny a velikostí kapiček. Obvyklé kyslíko-olejové hořáky uvolňují značnou část tepla v blízkosti stropu.

Jak je vidět na obr. 10, v této konstrukci kyslíko-olejového hořáku je většina kyslíku pro spalování (více než asi 60%) vstříkována alespoň 2 hubicemi 136 nebo větším počtem hubic uspořádaných do koncentrického kruhu obklopujícího přítok oleje 137, i když s ním přímo nesouvisejí, do bodu pod počáteční neviditelnou zónou spalování olejové mlhy. Osa těchto hubic je přednostně nasměrována pod úhlem asi 45° až asi 101° vzhledem k vodorovné rovině. Toto odstupňování kyslíku vytváří reaktivní meziprodukt, jak bylo popsáno dříve, a zpoždí dokonalé spálení až do dopadu na hladinu materiálu skelné vsázky nebo do její těsné blízkosti. Zbývající kyslík může být vstříkovan do bezprostřední blízkosti a koncentricky s přítokem oleje 137, tj. rozprašovačem 138, přidavnou

koncentricky uspořádanou trubkou pro přívod kyslíku (není znázorněna), nebo terciárním vstřikováním do pece pomocí kyslíkové vstřikovací trysky (není znázorněna), čímž se dosáhne dokonalého spalování. Tento kyslíko-olejový odstupňovaný, ve stropě pece instalovaný hořák minimalizuje uvolňování tepla do stropu, zatímco díky přídatnému konvekčnímu přenosu tepla do povrchu vsázky přenos tepla do materiálu vsázky maximalizuje. Hořák může být ochlazován vodním pláštěm, který má vstup 139 a výstup 140.

Je znázorněn rozprašovač oleje obvykle používaný ve sklářském průmyslu pro běžné tavení. Pomocí anemometru s dopplerovským laserem bylo provedeno měření velikosti olejových částic, kterým bylo zjištěno, že střední průměr částic je při rozprašování stlačeným vzduchem okolo 50 mikronů.

Zjistili jsme, že u této i jiných sérií hořáků ke spálení olejové mlhy dojde až v okamžiku, kdy se olej setká s proudem kyslíku. Oblast viditelně bez plamene lze pozorovat až do vzdálenosti 45 cm od zakončení rozprašovače. V této „neviditelné“ fázi spalování v horké sklářské tavicí peci se velikost olejových částic snižuje vlivem endotermického odpařování. Při aplikaci ve stropním hořáku tato endotermická reakce odebrá vyzařovanou tepelnou energii z okolního prostředí, čímž výhodně snižuje čistý přenos vyzařované tepelné energie do stropu pece.

Předmět vynálezu zahrnuje použití rozprašovače, který vytváří částice s podstatně větší velikostí, tedy větší než asi 100 mikronů. K vytváření větších částic stačí méně energie, což vede ke snížení tlaku plamene. Částečně rozprašené velké

olejové kapičky vypadávají ze stropního hořáku a alespoň částečně se odpařují v endotermické zóně neviditelného spalování v blízkosti stropu.

Maximální rychlost složek spalování a spalovacích produktů na povrchu vsázky by však měla být nižší než 30 m/s, aby se předešlo rozfoukávání materiálu vsázky.

Protože volný paprsek plynu (např. kyslíku) se rozšiřuje v úhlu asi 11° , dopadne paprsek kyslíku z kyslíkové trysky umístěné v blízkosti trysky paliva na paprsek paliva v blízkosti obou trysek. Je proto lepší, když se odstupňování kyslíku, a tudíž spalování, realizuje při rozmezí vzájemného úhlu os trysek kyslíku a paliva od asi -45° do asi $+11^\circ$. Toho lze dosáhnout externě odstupňovanými hořáky nebo i interně odstupňovanými hořáky s výstupy kyslíku v hořákovém bloku.

Je možné dále snížit ztráty radiací z kyslíko-olejových plamenů, a to změnou mechanismu, který může vést k vytváření extrémně vyzařujících uhlíkových částic v plameni. K vytváření těchto částic vedou obecně dva procesy, a to štěpení kapalně fáze a znovuvytváření méně těkavých složek v olejových kapičkách, a kondenzační reakce plynné fáze, která vede k vytváření sazí. První mechanismus je zhoršován velkými kapkami a přítomností aromatických složek, jako např. asfalténů. Druhý mechanismus podporují oblasti s vysokou teplotou a bohatou směsí, ve kterých mohou reagovat částečně nasycené plynné reagující složky, např. acetylén, mnoha reakčními cestami a vytvářet tak aromatické mřížky a konečně i pevné saze.

V jedné realizaci využívá předmět vynálezu přednostně vysoký stupeň rozprašení, aby se vytvořily malé olejové

kapičky, o velikosti přednostně od asi 5 do asi 50 mikronů, takže čas setrvání v kapalně fázi je krátký. Štěpení kapalně fáze je tak minimalizováno a jakékoliv výsledně pevně uhlíkové částičky jsou jemně rozprašeny a mohou tak být oxidovány mnohem rychleji díky svému zvětšenému povrchu. Rychlé promíchání s rozprašujícím médiem v počáteční oblasti hořáku vyvolané rozdílem relativních rychlostí rozprašeného paliva a okysličovadla, který zvýší smykové napětí v plynně fázi, rychle rozpouští oblasti bohaté směsi obklopující každou kapičku paliva, čímž vzniká homogennější směs odpařených kapiček paliva, okysličovadla, rozprašujícího média a částečně spálených produktů hoření. Reakce palivové mlhy s oxidačním rozprašujícím médiem vytváří částečně spálenou směs, která je méně náchylná k vytváření sazí. Množství rozprašujícího média přiváděného do počáteční oblasti plamene je velmi závislé na náchylnosti samotného paliva k vytváření sazí, která je výraznou funkcí jejího chemického složení.

Jako všeobecné pravidlo platí, že stupeň vytváření sazí závisí na poměru C:H použitého oleje, přičemž tendence k vytváření sazí se snižuje s rostoucí koncentrací H. Tento trend se však stává výrazně kolísavý s rostoucím obsahem aromatických látek v palivu. Např. nafty mají extrémně velký sklon k vytváření sazí. Tento sklon lze výhodně redukovat volbou rozprašujícího média, které může změnit poměr C:H. Mezi rozprašující média vhodná pro snižování tendence k vytváření sazí patří vzduch, kyslík, pára, zemní plyn a vodík nebo jejich směs. První dvě mají čistě oxidační efekt, poslední dvě upravují poměr C:H ve směsi palivové mlhy a rozprašujícího média v oblasti blízké hořáku, takže zabrání

podmínkám pro vznik sazí. Pára má kombinovaný efekt, a ve spojení s teplem vyzařovaným z hlavního plamene a/nebo pece podporuje zplynování, při kterém dojde ke vzniku CO a H₂ pro další reakci.

Po opuštění výchozí oblasti v těsné blízkosti hořáku přechází proud kapalného paliva v zásadě v tok plynného paliva a reaguje s okolními proudy sekundárního kyslíku stejným způsobem, jak jsme to viděli výše u odstupňovaných plynových hořáků.

Příklad 7 – Kyslíko-palivový hořák s odstupňováním paliva

Kyslíko-palivový hořák 150 znázorněný schématicky na obr. 11 byl navržen pro použití ve stropě sklářské tavicí pece využívající principů odstupňování paliva pomocí jednoho vnějšího injektoru okysličovačla (kyslíku) a dvou vnitřních injektorů paliva, z nichž jeden (středový) injektor paliva je uzpůsoben pro vysokorychlostní vstřikování a druhý (prstencový) injektor je uzpůsoben pro nízkorychlostní vstřikování. Injektory se přednostně skládají alespoň ze tří koncentrických trubek. Délka plamene hořáku a směšování paliva s okysličovačem jsou řízeny centrální vysokotlakou tryskou paliva 142, které je dodáváno stěnami trubky 152 z prvního vedení paliva 147 přivádějícího asi 10 – 90% přítoku paliva. Tento vysokorychlostní tok s velkou hybností řídí tvar plamene a směšování více než tok plynného paliva s nízkou hybností 143. Kvůli řízení směšování je přítok plynu vyšší než přítok kyslíku. Zbytek paliva 143 (asi 90 – 10%) se přivádí druhým přívodem paliva 148 koncentricky alespoň jedním prstencovitým injektorem paliva vytvořeným stěnami trubky

152 a stěnami trubky 153, přičemž kyslík pro spalování 141 je dodáván přívodem kyslíku 146 vnějším prstencovitým injektorem skládajícím se ze stěn trubky 151 a stěn trubky 153. Rozměr centrálního vysokotlakého injektoru je rozhodující pro rychlost směšování, která vyplývá z vysoké hybnosti paprsku. Středový paprsek je odstupňován obalením sekundárními proudy plynu. Toto uspořádání poskytuje prostředek pro pohon plynného paliva, jakým je např. zemní plyn, a dovoluje plynnému palivu interagovat s materiálem vsázky a kyslíkem odstupňovaně v blízkosti povrchu vsázky ve sklářské peci. Středový vysokorychlostní paprsek může mít volitelně nižší hmotnost než nízkorychlostní paprsek paliva, pokud je hybnost středového paprsku vyšší.

V jedné realizaci může vysokorychlostní středový paprsek obsahovat kapalné palivo dodávané hořákem na kapalné palivo, jakým je např. olejový hořák, spíše než hořákem na plynné palivo, a oblak paliva s nižší rychlostí může obsahovat plynné palivo.

Vynálezy a dokumenty zde popisované jsou zde uvedeny jako příklad.

Ačkoliv vynález je zde popsán podrobně ve vztahu k určitým konkrétním realizacím, odborníci zjistí, že v duchu a rozsahu patentových nároků mohou existovat další realizace. Je proto třeba si uvědomit, že předmět vynálezu se neomezuje na specifické zde popsané realizace, ale pokrývá i odchylky, úpravy a ekvivalentní realizace definované následujícími patentovými nároky.

**SPOLEČNÁ ADVOKÁTNÍ KANCELÁŘ
VŠETEČKA ZELENÝ ŠVORČÍK KALENSKÝ
A PARTNEŘI**

120 00 Praha 2, Hájkova 2
Česká republika



JUDr. Petr Kalenský
advokát

4544

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob tavení sklářského kmene ve sklářské tavicí peci, přičemž uvedená pec má boční stěnu, opěrné stěny nad bočními stěnami, a štítovou stěnu spojenou se stropem, přičemž alespoň v jedné zadní nebo boční stěně je umístěn alespoň jeden plnič vsázky, která obsahuje:

alespoň jeden kyslíko-palivový hořák ve stropě uvedené pece nad uvedeným materiálem vsázky, přičemž uvedený alespoň jeden kyslíko-palivový hořák je uzpůsoben pro odstupňované spalování,

přítok paliva do uvedeného alespoň jednoho kyslíko-palivového hořáku,

přítok plynného okysličovadla spojený s uvedeným alespoň jedním kyslíko-palivovým hořákem,

vstřikování paliva a okysličovadla do pece, přičemž paprsek paliva je buď paprsek samotného paliva anebo paprsek bohaté směsi palivo-okysličovadlo, a přičemž paprsek okysličovadla je buď paprsek samotného okysličovadla nebo paprsek chudé směsi palivo-okysličovadlo, přičemž vstřikovaný paprsek paliva a vstřikovaný paprsek okysličovadla jsou navzájem oddělené, a volitelně svírají navzájem úhel o velikosti dostatečné k tomu, aby se setkaly na povrchu materiálu skelné vsázky nebo v jeho těsné blízkosti, přičemž paprsky paliva a okysličovadla jsou přednostně oddělené a svírají navzájem úhel od 0° do asi 90° , a

spalování uvedeného paliva v uvedeném alespoň jednom kyslíko-palivovém hořáku tak, že alespoň část spalování se

uskutečňuje v blízkosti uvedené vsázky sklářského kmene tak, aby se zvýšil konvekční a radiační přenos tepla do uvedené vsázky sklářského kmene bez podstatného mechanického ovlivňování uvedené vsázky sklářského kmene,

příčemž volitelně směšování uvedeného paliva a uvedeného okysličovadla je zpožděno tak, že spalování probíhá na povrchu uvedené vsázky sklářského kmene nebo v jeho těsné blízkosti, přičemž tok paliva z kyslíko-palivového hořáku je volitelně odstupňovaný, a přičemž dále volitelně dochází k dokonalému spalování reaktivních meziproductů na povrchu vsázky sklářského kmene nebo v jeho těsné blízkosti.

2. Způsob podle nároku 1 zahrnující alespoň jeden bod z těchto:

- (i) Okysličovadlo je vybráno ze skupiny sestávající ze vzduchu obohaceného kyslíkem, nečištěného kyslíku a „průmyslově“ čistého kyslíku,
- (ii) Palivo je vybráno ze skupiny sestávající z metanu, zemního plynu, zkapalněného zemního plynu, propanu, zkapalněného propanu, butanu, plynů s nízkou výhřevností, svítiplynu, průmyslového plynu a jejich směsi,
- (iii) Palivo je vybráno ze skupiny sestávající z těžkého palivového oleje, středního palivového oleje, lehkého palivového oleje, petroleje a motorové nafty.

3. Způsob tavení sklářského kmene ve sklářské tavicí peci, přičemž uvedená pec má boční stěnu, opěrné stěny nad bočními stěnami, a štítovou stěnu spojenou se stropem,

příčemž alespoň v jedné zadní nebo boční stěně je umístěn alespoň jeden plnič vsázky, která obsahuje:

alespoň jeden kyslíko-palivový hořák ve stropě uvedené pece nad uvedeným materiálem vsázky uzpůsobený pro odstupňované spalování paliva ve stropě uvedené pece nad uvedenou vsázkou sklářského kmene,

přítok kapalného paliva do uvedeného alespoň jednoho kyslíko-palivového hořáku,

přítok plynného okysličovadla spojený s uvedeným alespoň jedním kyslíko-palivovým hořákem,

vstřikování paliva a plynného okysličovadla do pece, včetně vstřikování většiny okysličovadla odděleně od paliva a v zásadě okolo přítoku kapalného paliva do bodu pod počátkem neviditelné zóny spalování, a

spalování uvedeného paliva tak, že alespoň část spalování se uskutečňuje v blízkosti uvedené vsázky sklářského kmene tak, aby se zvýšil konvekční a radiální přenos tepla do uvedené vsázky sklářského kmene bez podstatného mechanického ovlivňování uvedené vsázky sklářského kmene,

příčemž volitelně obsahuje alespoň jeden bod z těchto:

- (i) náklon vstřikovaného paliva a vstřikovaného okysličovadla v úhlu od 45° do asi 101° od vodorovné roviny,
- (ii) vstřikování zbývajícího okysličovadla do blízkosti a koncentricky se vstřikovaným palivem,
- (iii) odstupňování toku paliva z kyslíko-palivového hořáku,

- (iv) vstřikování zbývajících okysličovadla terciární injekcí do pece,
- (v) okysličovadlo je vybráno ze skupiny sestávající ze vzduchu obohaceného kyslíkem, nečištěného kyslíku a „průmyslově“ čistého kyslíku,
- (vi) kapalné palivo je vybráno ze skupiny sestávající z těžkého palivového oleje, středního palivového oleje, lehkého palivového oleje, petroleje a motorové nafty.

4. Způsob podle nároku 3 obsahující alespoň jeden bod z těchto:

- (a) vstřikované palivo má kapičky větší než asi 100 mikronů,
- (b) rozprašování kapalného paliva tak, aby vznikaly kapičky o velikosti od asi 5 mikronů do asi 50 mikronů, které přitom volitelně obsahuje alespoň jeden bod z těchto:
 - (i) rychlé směšování kapiček rozprašujícím médiem, aby se vytvořila v zásadě homogenní směs,
 - (ii) rozprašení kapalného paliva okysličujícím rozprašujícím médiem, aby vznikla částečně spálená směs,
 - (iii) rozprašení kapalného paliva rozprašujícím médiem vybraným ze skupiny vzduch, kyslík, pára, zemní plyn a vodík nebo jejich směs, aby se snížil poměr C:H ve směsi palivové mlhy a rozprašujícího média.

5. Způsob podle kteréhokoliv z předchozích nároků, přičemž uvedené zajištění přítoku plynného okysličovadla obsahuje alespoň jeden bod z těchto:

- (i) kyslíko-palivový hořák je uložen v hořákovém bloku, přičemž zajišťuje vnitřní odstupňování uvedeného okysličovadla vstřikováním do téhož bloku kyslíko-palivového hořáku,
- (ii) kyslíko-palivový hořák je uložen v hořákovém bloku, přičemž zajišťuje vnější odstupňování uvedeného okysličovadla vstřikováním mimo bloku kyslíko-palivového hořáku,
- (iii) zajištění alespoň jednoho sekundárního injektoru okysličovadla ve stropě uvedené pece, který zajistí dodatečné okysličovadlo pro dokonalé spálení na povrchu uvedené vsázky sklářského kmene nebo v jeho těsné blízkosti, volitelně může být zahrnuto i vstřikování od 0% do 90% stechiometrického množství okysličovadla prostřednictvím bloku kyslíko-palivového hořáku a vstřikování od 100% do 10% stechiometrického množství okysličovadla prostřednictvím alespoň jednoho sekundárního injektoru okysličovadla mimo bloku kyslíko-palivového hořáku, a
- (iv) probublávání okysličovadla povrchem vsázky sklářského kmene odspodu.

6. Způsob podle kteréhokoliv z předchozích nároků, přičemž vsázka sklářského kmene vstupuje do pece alespoň jedním plnicím vsázky, zahrnující použití alespoň jednoho kyslíko-palivového hořáku ve stropě pece v blízkosti

uvedeného alespoň jednoho plniče vsázky nad vsázkou sklářského kmene.

7. Způsob podle kteréhokoliv z předchozích nároků, přičemž hořák je instalován z polohy v podstatě kolmé k povrchu vsázky sklářského kmene v úhlu až 45° od svislice směrem k přední stěně pece.

8. Způsob podle kteréhokoliv z předchozích nároků, který zahrnuje alespoň jeden bod z následujících:

- (i) alespoň jeden kyslíko-palivový hořák je instalován ve stropě pece v blízkosti přední stěny pece,
- (ii) všechny hořáky pece jsou kyslíko-palivové,
- (iii) všechny hořáky pece jsou instalovány ve stropě,
- (iv) alespoň jeden uvedený stropní kyslíko-palivový hořák je provozován s bohatou směsí a alespoň jeden uvedený stropní kyslíko-palivový hořák je provozován s chudou směsí.

9. Způsob tavení sklářského kmene ve sklářské tavicí peci, přičemž uvedená pec má zadní stěnu, opěrné stěny nad bočními stěnami, a přední stěnu spojenou se stropem, přičemž alespoň v jedné zadní nebo boční stěně je umístěn alespoň jeden plnič vsázky, která obsahuje:

alespoň jeden kyslíko-palivový hořák ve stropě uvedené pece nad uvedeným materiálem vsázky uzpůsobený pro odstupňované spalování paliva a obsahuje alespoň jeden vnější injektor okysličovadla a dva vnitřní injektory paliva, přičemž injektor umístěný nejvíce uvnitř hořáku je uzpůsoben pro vstříkávání paliva s vysokou rychlostí a další injektor,

umístěný mezi vnitřním injektorem paliva a dalším injektorem paliva, je uzpůsoben pro vstřikování paliva s nižší rychlostí,

přítok paliva do uvedeného alespoň jednoho kyslíko-palivového hořáku, přičemž palivo přitékající injektorem nejvíce uvnitř hořáku má vyšší hybnost než palivo přitékající do ostatních injektorů,

přítok plynného okysličovadla do vnějšího injektoru okysličovadla, který má nižší hybnost než přítok paliva do injektoru nejvíce uvnitř hořáku,

spalování uvedeného paliva z uvedeného alespoň jednoho kyslíko-palivového hořáku tak, že alespoň část spalování se uskutečňuje v blízkosti uvedené vsázky sklářského kmene tak, aby se zlepšil konvekční a radiální přenos tepla do uvedené vsázky sklářského kmene, aniž by se podstatně mechanicky ovlivnil uvedený materiál vsázky, přičemž volitelně (a) asi 10% až asi 90% toku paliva je využito v injektoru nejvíce uvnitř hořáku, nebo (b) do injektoru nejvíce uvnitř hořáku je dodáváno kapalné palivo a plynné palivo je dodáváno do ostatních injektorů paliva, přičemž kapalné palivo je vybráno ze skupiny sestávající z těžkého palivového oleje, středního palivového oleje, lehkého palivového oleje, petroleje a motorové nafty, a plynné palivo je vybráno ze skupiny sestávající z metanu, zemního plynu, zkapalněného zemního plynu, propanu, zkapalněného propanu, butanu, plynů s nízkou výhřevností, svítiplynu, průmyslového plynu a jejich směsí.

10. Kyslíko-palivový hořák sestávající z alespoň jednoho vnějšího injektoru okysličovadla a dvou vnitřních injektorů paliva, přičemž injektor umístěný nejvíce uvnitř hořáku je uzpůsoben pro vstřikování paliva vysokou rychlostí a

10.05.02

další injektor je uzpůsoben pro vstřikování paliva nižší rychlostí, přičemž injektor paliva umístěný nejvíce uvnitř hořáku je volitelně uzpůsoben tak, aby dodával středový vysokotlaký paprsek kapalného nebo plynného paliva, přičemž další injektor paliva je uzpůsoben tak, aby dodával v zásadě kruhovitý oblak paliva s nižším tlakem sestávající z plynného paliva navenek koncentrického vzhledem ke středovému paprsku paliva, a injektor okysličovadla je uzpůsoben tak, aby dodával v zásadě kruhovitý proud okysličovadla navenek koncentrický vzhledem k oblaku paliva, přičemž proud okysličovadla má nižší hybnost než středový paprsek paliva.



JUDr. Petr Kalenský
advokát

SPOLUČNÁ ADVOKÁTNÍ KANCELÁŘ
VSETEČKA ZELENÝ ŠVORČÍK KALENSKÝ
A PARTNEŘI
120 00 Praha 2, Hájkova 2
Česká republika

1114

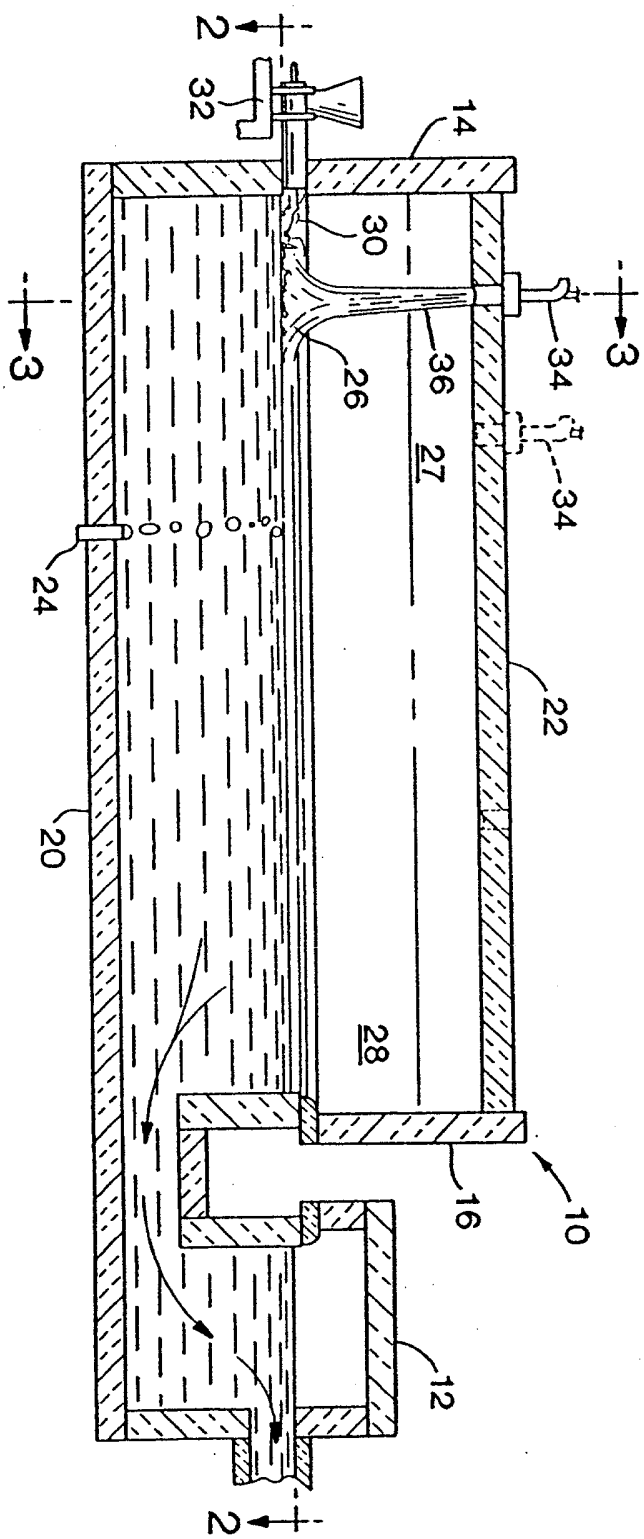


FIG. 1


JUDr. Petr Kalenský
advokát

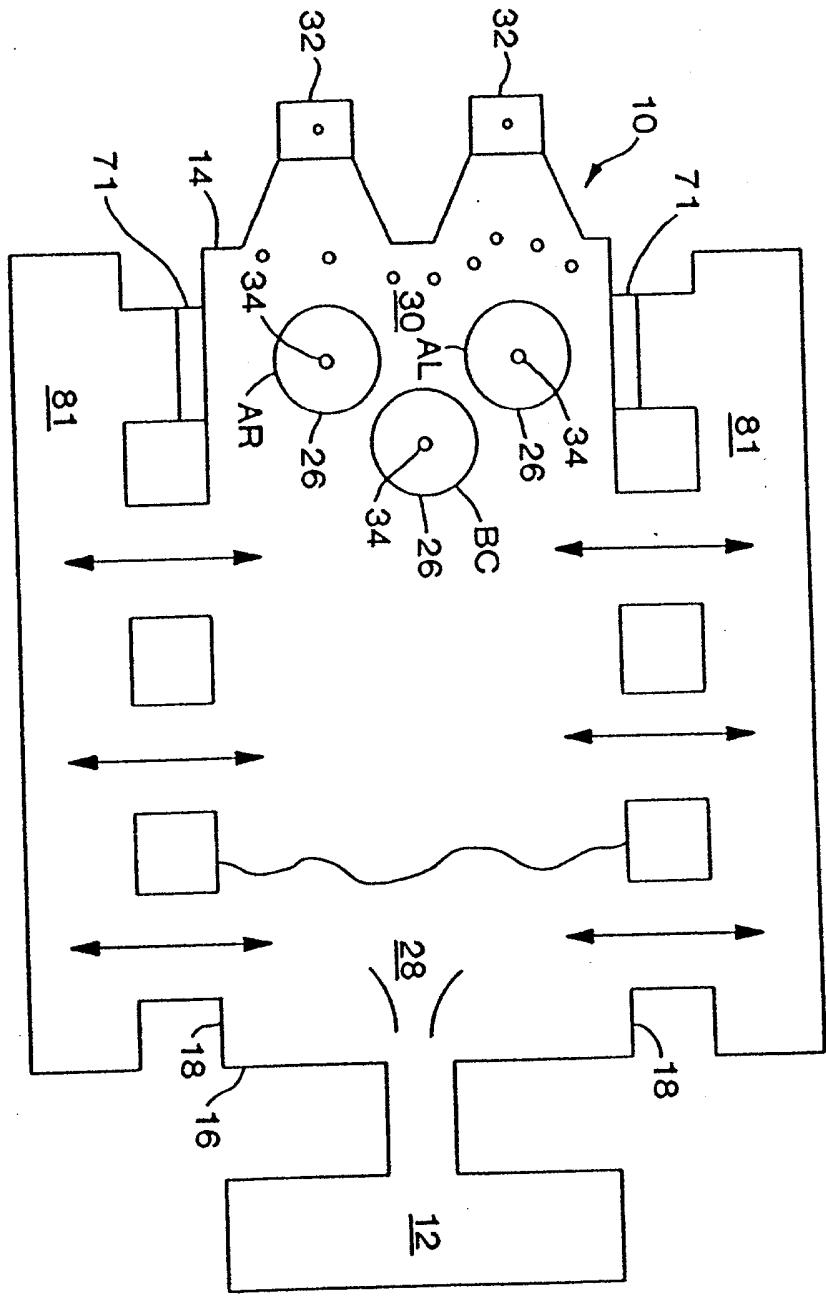


FIG. 2A

JUDr. Petr Kalenský
advokát

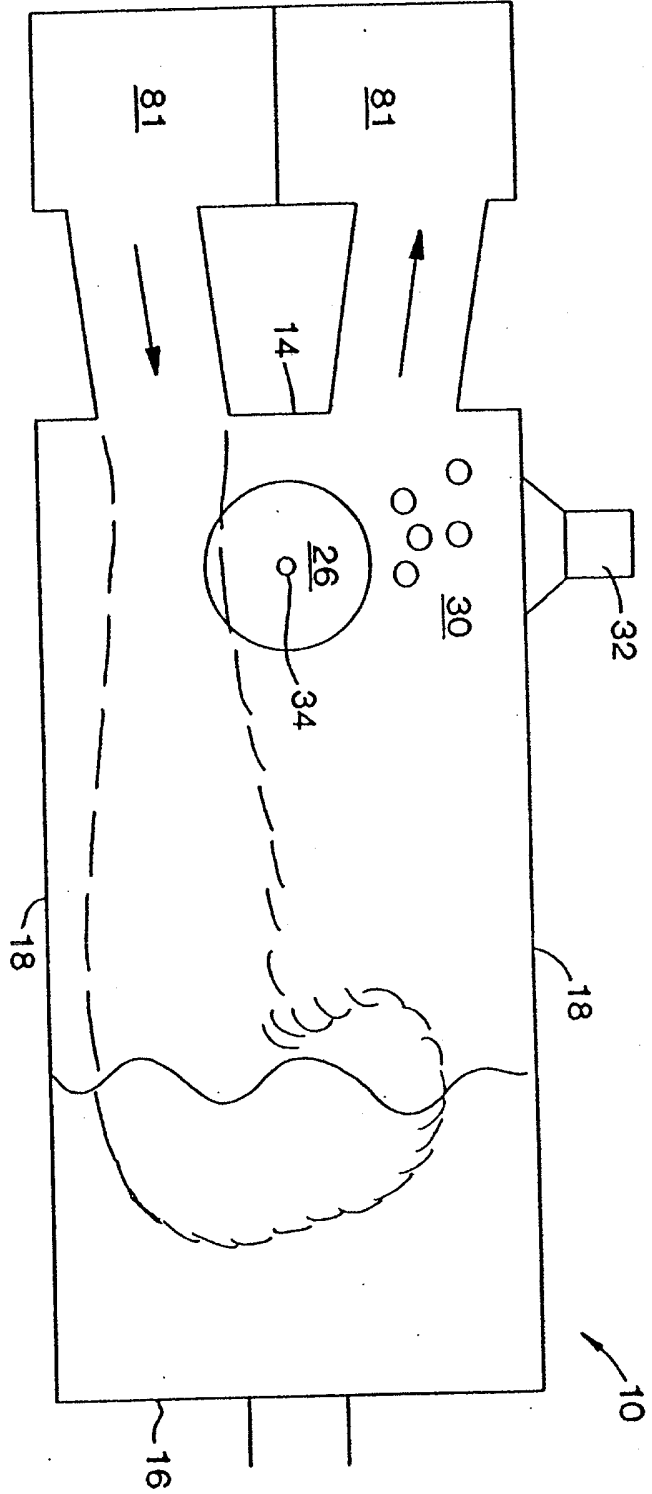


FIG. 2B


JUDr. Petr Kalenský
advokát

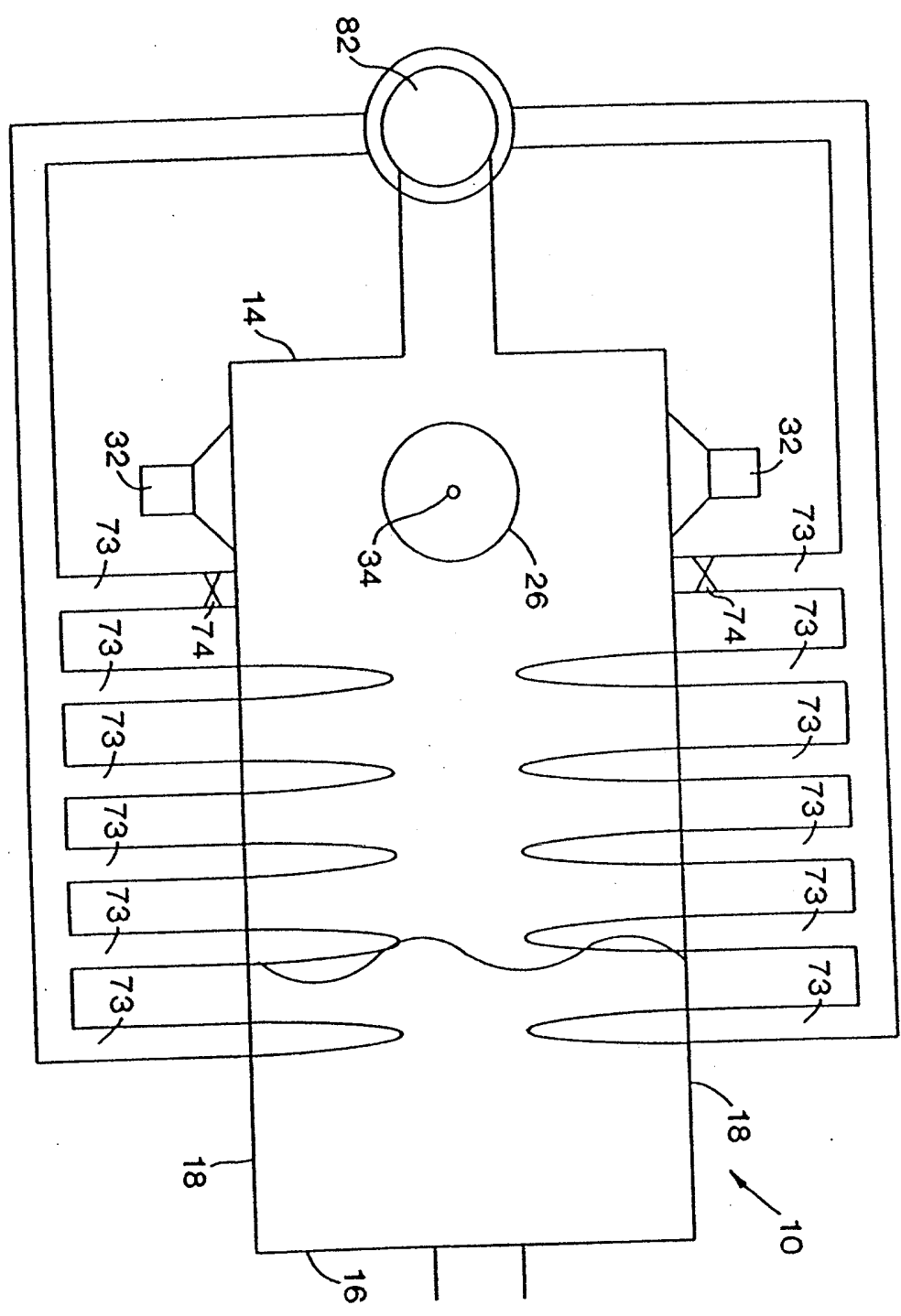


FIG. 2C


JUDr. Petr Kalenský
advokát

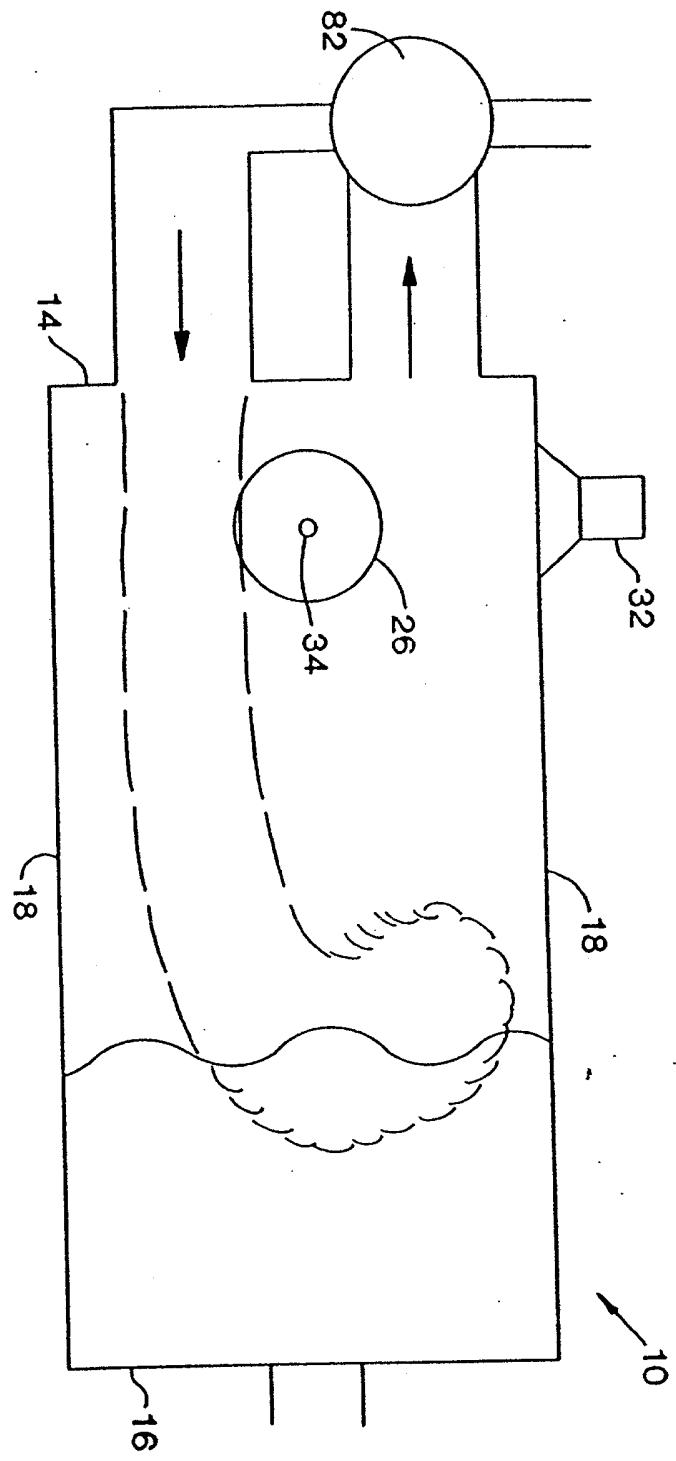


FIG. 2D


UDr. Petr Kalenský
advokát

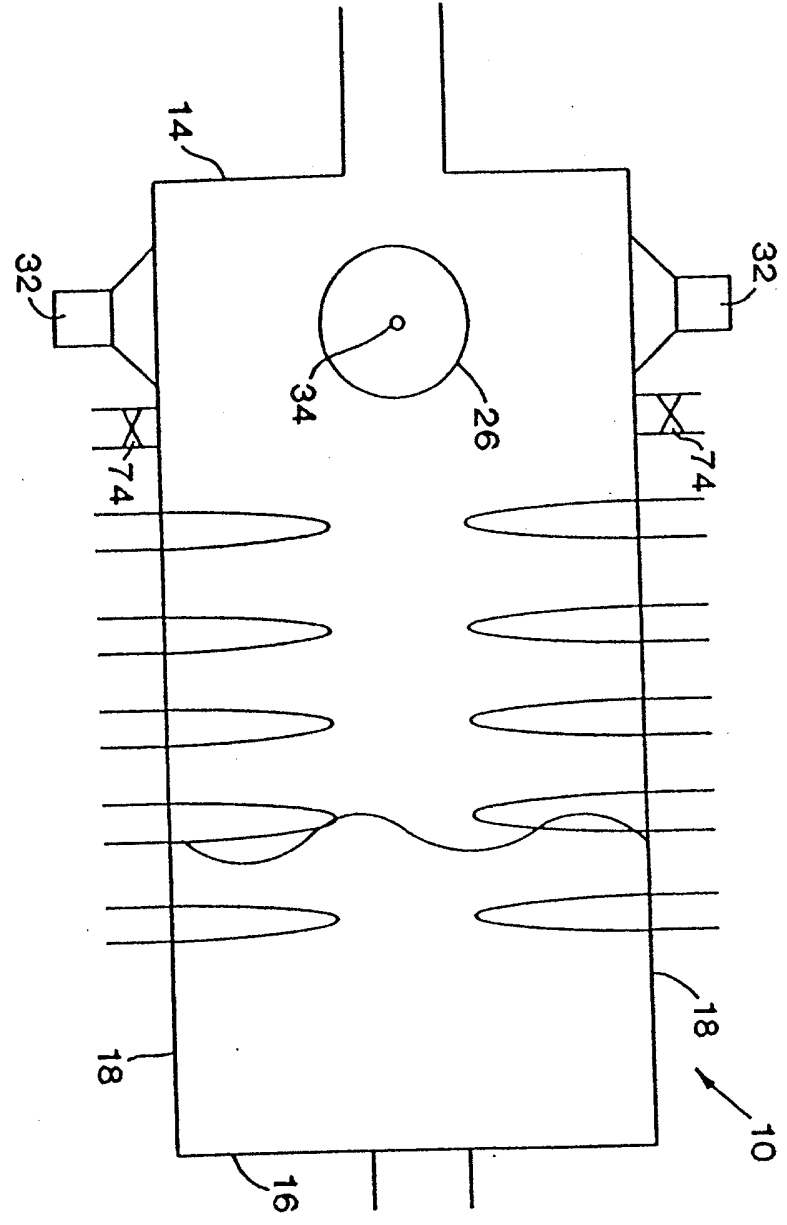


FIG. 2E

JUDr. Petr Kalensky
advokát

4/144

10.05.02

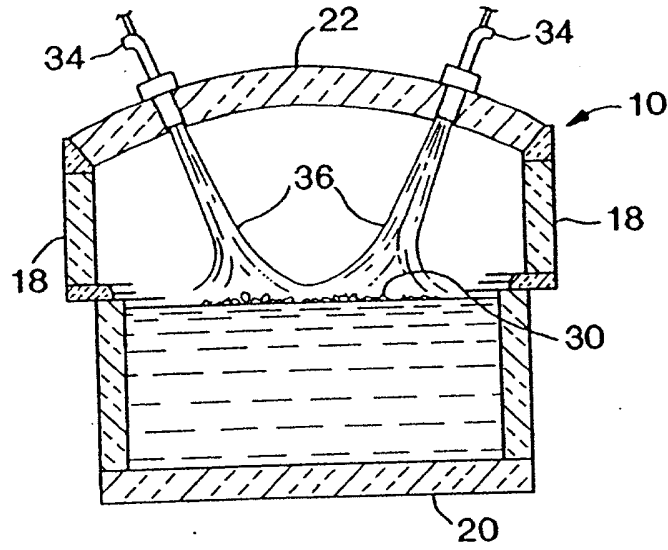


FIG. 3

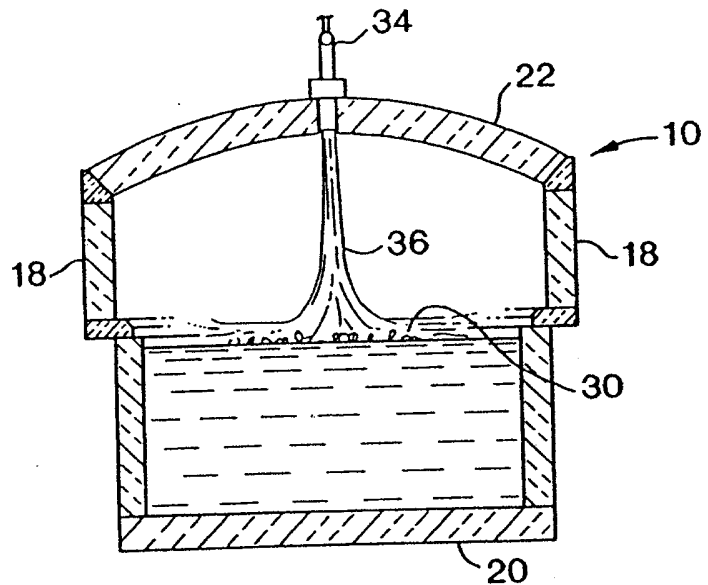


FIG. 4

JUDr. Petr Kalenský
advokát

9/14

10:05:02

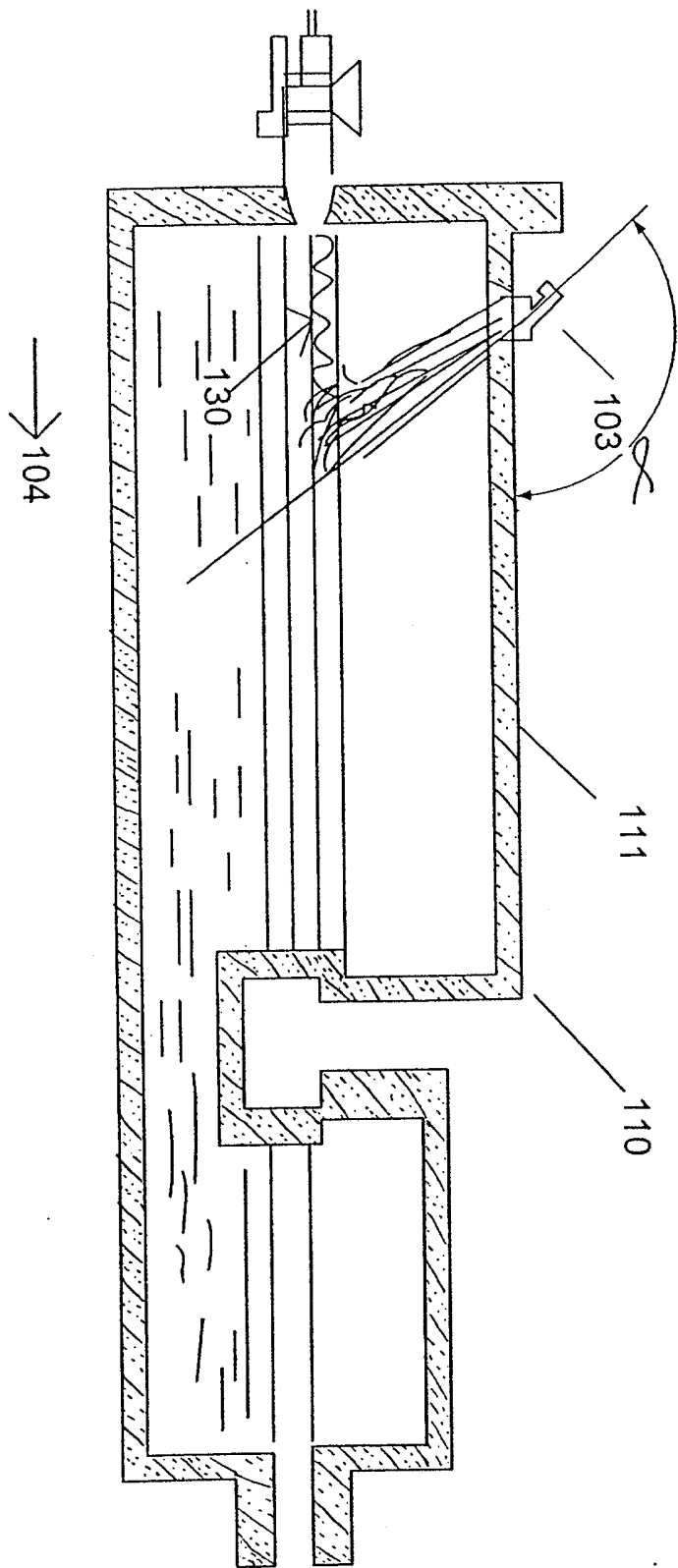


FIG. 6

UDr. Petr Kalenský
advokát

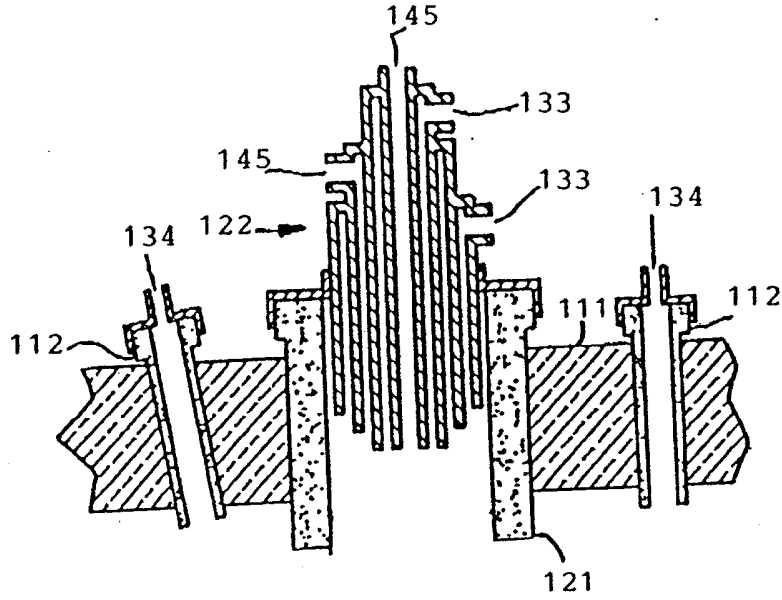


FIG. 7

JUDr. Petr Kalenský
advokát

11/14

10:05:00

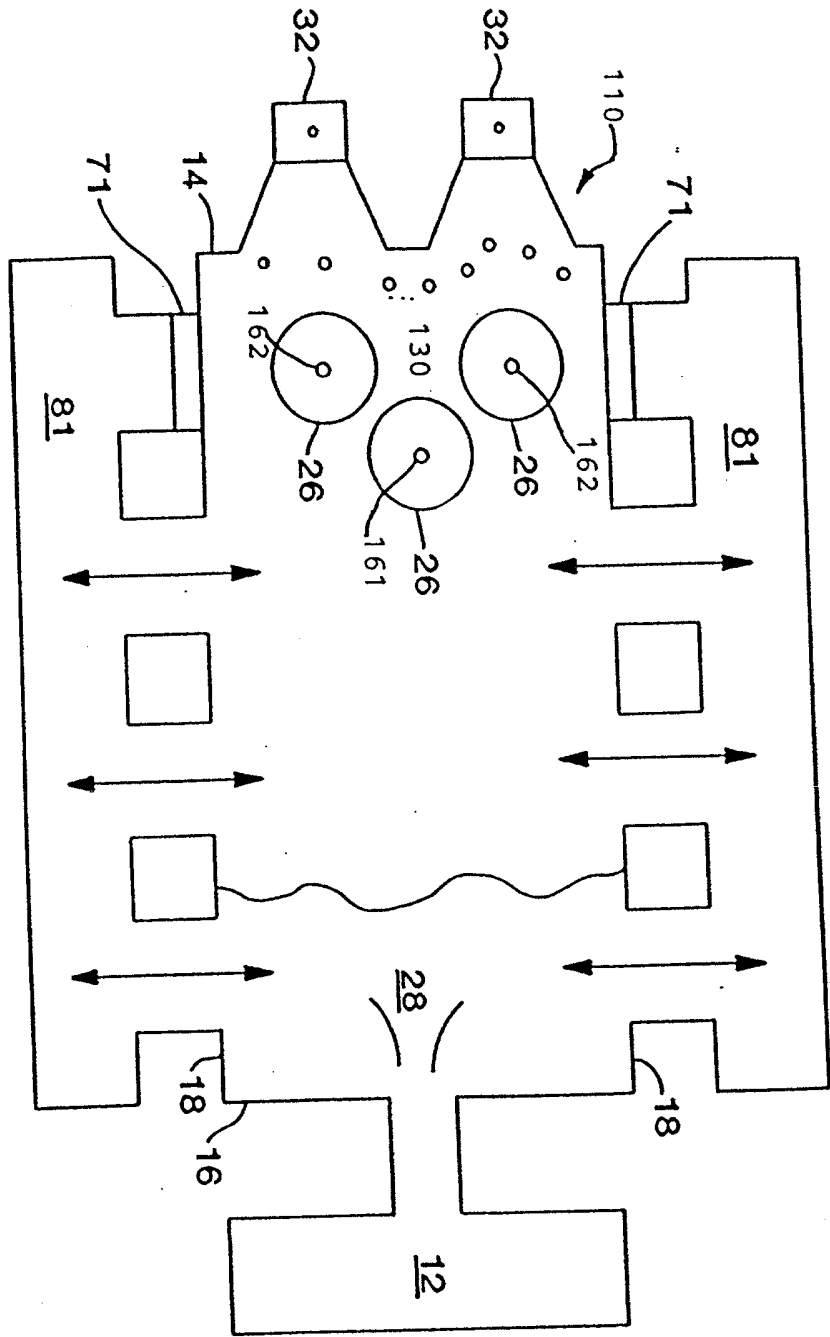



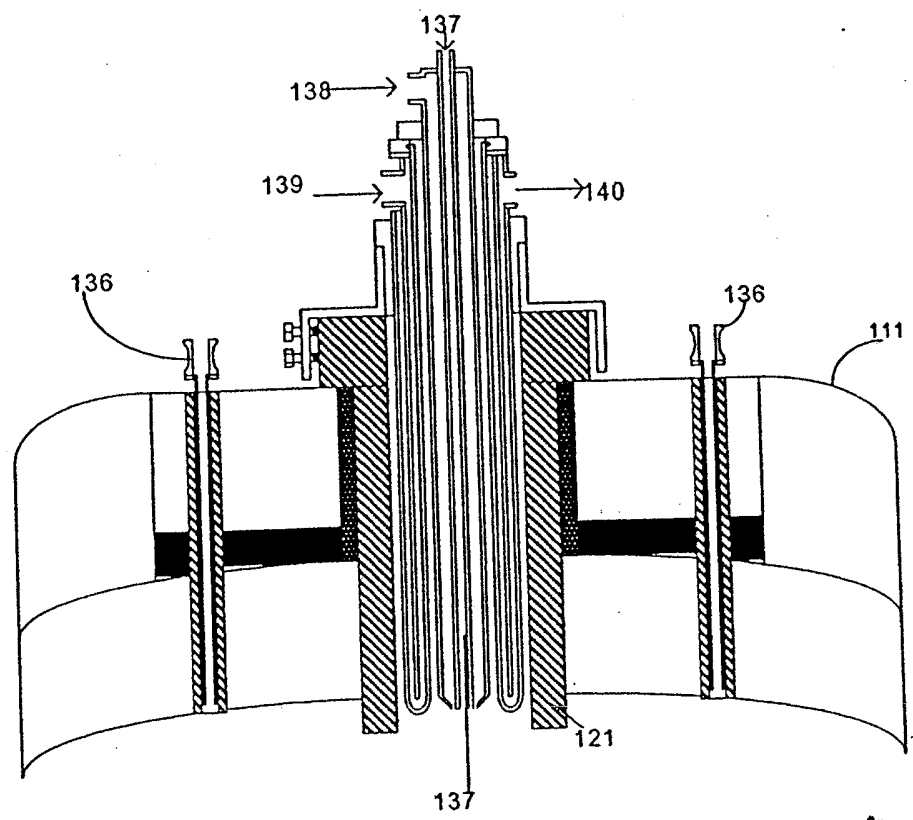
FIG. 8


JUDr. Petr Kalenský
advokát

13/14

10.05.02

FIG. 10



JUDr. Petr Kaleneš
advokát

94/14

10.05.02

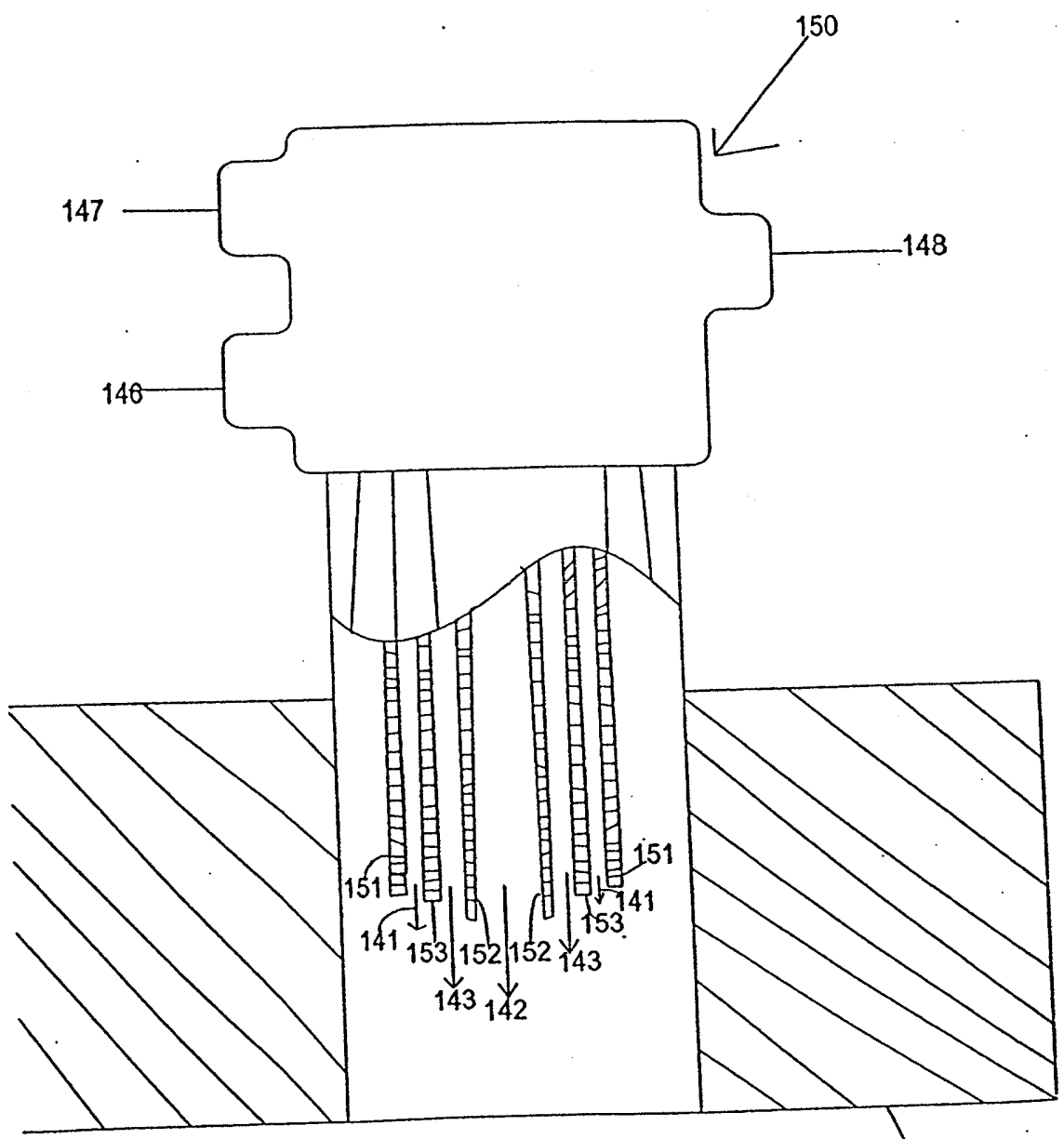


FIG. 11

121
JUDr. Petr Kalenský
advokát