

ZVEŘEJNĚNÁ PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

(22) 14.02.95
(32) 24.02.94
(31) 94/201447
(33) US
(40) 16.10.96

(21) 376-95

(13) A3

6(51)

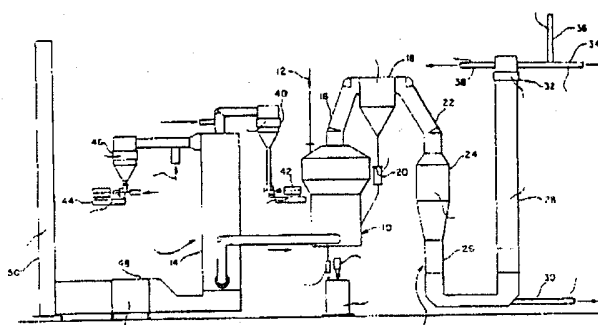
D 21 C 11/00
D 21 C 11/02
D 21 C 11/06

(71) The Babcock & Wilcox Company, New Orleans, LA, US;

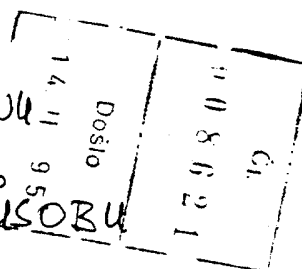
(72) McIlroy Robert A., Alliance, OH, US;
Kuchner Robert A., North Canton, OH, US;
Monacelli John E., North Canton, OH, US;
Johnson Dennis W., Barberton, OH, US;

(54) Způsob výroby produkčního plynu a zařízení k provádění tohoto způsobu

(57) Způsob výroby produkčního plynu (38) zahrnuje zavedení zbytkového odpadního louhu (52) do fluidního lože (54) zplyňovacího reaktoru (10), působení fluidního lože (54) při teplotě v rozmezí od 426,7°C do 760°C, které generuje proud produkčního plynu ze zbytkového odpadního louhu (52) bez vzniku taveniny, odstranění prachu z proudu produkčního plynu, opakované získání tepla z produkčního plynu pomocí regeneračního tepelného prostředku, a vedení produkčního plynu kondenzačním tepelným výměníkem (26), čímž se z uvedeného produkčního plynu (38) získá další teplo a dojde k odstranění kyselého plynu a částic. Zařízení pro výrobu produkčního plynu zahrnuje zplyňovací reaktor (10) mající v sobě alespoň jedno fluidní lože (54) se vstupem a výstupem, ohříváč (14) alespoň jednoho fluidního lože (54) na zvolenou teplotu, přičemž uvedený ohříváč (14) poskytuje ohřátý proud tekutiny určený k fluidizaci uvedeného lože (54), který se zavádí do vstupu zplyňovacího reaktoru (10), zaváděcí prostředek (12) zbytkového odpadního louhu do uvedeného zplyňovacího reaktoru (10), prachový lapač (18) umístěný za uvedeným zplyňovacím reaktorem (10) určený k odstranění prachu z uvedeného proudu produkčního plynu a kondenzační tepelný výměník (26) určený k opětovnému získání tepla z uvedeného produkčního plynu a skrubr (28) pro odstraňování kyselého plynu a částic z produkčního plynu za účelem jeho čištění a recyklace chemikálií z uvedené složky.



ZPŮSOB VÝROBY PRODUKČNÍHO ZPLYŇOVAČ ČERNÉHO LOUHU A ZAŘÍZENÍ K PROVEDENÍ TOTOHO ZPŮSOBU

PRŮMYŠLENÝ
VLASTNÍ

Oblast techniky

Vynález se obecně týká zplyňovacích systému s fluidním ložem a zejména nového a výkonného samonosného systému určeného pro zplyňování zbytkového odpadu, jakým je například černý louh.

Známy stav techniky

Při výrobě papíru a buničiny se používají regenerační procesy k výrobě páry a generaci určitých chemikálií použitých při rozvlákňovacím procesu.

U Obecného postupu chemické regenerace, který se používá používaný v sulfátovém procesu se nejprve zahustí tzv. černý louh. Černým louhem se nazývá výluh po varce sulfátové buničiny. Tento výluh je bohatý na různé cenné chemikálie, které se regenerují za účelem přípravy některého ze základních roztoků používaných ve vařáku. Uvedený louh mimo jiné obsahuje organický materiál uvolněný během louhovacího procesu z použitého dřeva. V chemické regenerační peci se černý louh, který je zahuštěn přibližně na 60-80 hmotnostních procent sušiny, zavádí neboli vstříkuje do spodní části uvedené pece, kde se vytvoří tavenina. Tato tavenina, která se ukládá ve spodní části pece může být velmi nebezpečná. V případě, že se objeví netěsnosti ve vodném potrubí, vzniká poměrně vysoká pravděpodobnost, že dojde při styku vody s taveninou k expozi. Proudící tavenina je odtahována a dále zpracovávána za účelem opětovného připravení varného louhu určeného pro louhovací proces.

Další způsoby splyňování černého louhu zahrnují

vysokoteplotní splyňovače s unášenou vrstvou a nízkoteplotní zplyňovače s fluidním ložem. Některé zplyňovače zavádějí teplo přímo do samotné vrstvy materiálu, zatímco ostatní využívají nepřímé teplo. Nízkoteplotné zplyňovače zpravidla zavádějí teplo do fluidní vrstvy prostřednictvím povrchů přenášejících teplo, například pomocí trubek tepelného výměníku umístěných v uvedené vrstvě materiálu.

Nedílnou součástí zplyňování paliv obsahujících síru, zejména zplyňování černého louhu je tepelná regenerace a odstranění síry z vyrobeného topného plynu.

Zplyňování černého louhu se provádí zahřátím sušiny tohoto louhu se substechiometrickým množstvím kyslíku. Produkty zplyňování jsou proud topného plynu, který je bohatý na vodík, oxid uhelnatý, oxid uhličitý a sirouhlík, a proud sodných solí. Uvedené sodné soli jsou zpravidla zastoupeny uhličitánem sodným a malým množstvím sodnosírových a draselných sloučenin. Většina síry se v nízkoteplem zplyňovači uvolní z černého louhu do plynné fáze ve formě sirovodíku.

Teplota topného produktu generovaného ve zplyňovači po obvyklém zpracování v kotli na odpadní teplo nebo tepelném odlučovači, je $148,9^{\circ}\text{C}$ - $204,4^{\circ}\text{C}$. Propírací teploty typického plynu vyrobeného výše uvedeným způsobem se pohybuje v rozmezí od $37,8^{\circ}\text{C}$ do $82,3^{\circ}\text{C}$. Takže ve vyrobeném plynu je stále ještě značné množství vnímatelného tepla. Kromě toho, může proud vyrobeného plynu obsahovat značné množství vodní páry. V případě ochlazení na požadovanou propírací teplotu, se uvolní značné množství skupenského tepla.

Za účelem vytvoření čistého topného plynu, který

je vhodný pro spalování ve výpomocném kotli nebo plynové turbíně, je nutné z plynu vyrobeného ve zplyňovači odstranit sirovodík H_2S . Sirovodík se může absorbovat roztokem uhličitanu sodného, který se připraví rozpuštěním pevného uhličitanu získaného z uvedeného zplyňovače. Roztok získaný propíráním vyrobeného plynu je téměř shodný se zeleným louhem získaným konvenční sulfátovým regeneračním procesem a může být použit jako regenerovaný zelený louh pro zvlákňovací proces.

Dá se předpokládat, že existující chemické roztoky vznikající v celulózce lze použít jako roztoky absorbující H_2S . Plyny, které obsahují jak sirovodík, tak oxid uhličitý budou reagovat s roztoky sodných solí. Absorbce CO_2 není žádoucí, vzhledem k tomu, že vznikající hydrogenuhličitan sodný bude zvyšovat spotřebu kaustifikačních chemikálií a kapacitu vápenné pece. Reakční rychlost je omezena propíracími systémy roztoku obsahujícího H_2S , CO_2 a sodné soli. Patentový spis US 4 431 617 udělený 14. února 1984 a patentový spis US 3 471 249 udělený 7. října 1969 popisují omezení absorbce oxidu uhličitého. Preference sirovodíkové absorpce před absorpcí oxidu uhličitého je funkcí rychlosti plynu, teplotou propírání, parametrů zařízení přivádějícího hmotu, retenční doby roztoku a chemie propíraného roztoku

V současné době vzniká potřeba vyvinout způsob zplyňování zbytkového odpadního černého louhu a systém určený pro uvedené zplyňování, které by při vysoké konverzi a nízkém vnějším tepelném příkonu produkovaly plyn se střední hodnotou výhřevnosti. Dále je třeba vyvinout způsob odstraňování zjistitelného a skupenského tepla z vyrobeného plynu a způsob regulace absorpčního procesu na selektivní regulaci sirovodíku a zařízení určená k provádění těchto způsobů. Toto zařízení by mělo pracovat při teplotě, při

které ještě nedochází k přeměně uvedeného černého louhu na taveninu. Výhodně by měl být uvedený systém samonosný a měl by fungovat jako samostatný systém na zpracování zbytkového odpadního louhu a na výrobu topného plynu pro kotle, pece, dieselové generátory nebo plynové turbíny. Kromě toho by měl být slučitelný s životním prostředím.

Podstata vynálezu

Vynález se zaměřuje na problémy již zmíněné v souvislosti se známým stavem techniky, stejně tak na ještě dalšími problémy spojené se zplyňováním zbytkových odpadů vznikajících při výrobě papíru a buničiny.

Jedním z předmětů vynálezu je poskytnout zplyňovač na zplynění černého louhu, který bude využívat fluidní vrstvu, do jejíž horní části se bude uvedený černý loup vstříkovat.

Dalším předmětem vynálezu je poskytnout způsob odstraňování smysly zjistitelného a skupenského tepla z generovaného plynu a regulování absorpčního postupu za účelem selektivní absorpce H_2S a zařízení určené k provádění tohoto způsobu.

Dalším předmětem vynálezu je poskytnout zplyňovač pro zplyňování černého louhu, který generuje plyn.

Dalším předmětem vynálezu je poskytnout zplyňovač pro zplynění černého louhu, který bude mít vysoký stupeň konverze na uhlík a bude vyžadovat malý pokud vůbec nějaký vnější tepelný příkon.

Dalším předmětem vynálezu je poskytnout zplyňovač

pro zplynění černého louhu s možností výběru mezi dvěma fluidními loži, který bude spalovat nezplyněný uhlík ve fluidním loži ohřívajícím směs vzduchu a páry za účelem dodání nepřímého tepelného příkonu a zvýšení celkové tepelné účinnosti uvedeného reaktoru.

Dalším předmětem vynálezu je poskytnout zplyňovač pro zplynění černého louhu, který bude likvidovat odpadní proudy produkované papírnami.

Dalším předmětem vynálezu je poskytnout zplyňovač pro zplynění černého louhu, který bude spolehlivý a ekonomicky nenáročný.

Pro lepší porozumění vynálezu a pochopení jeho výhod bude vynález dále podrobněji vysvětlen na příkladech výhodného provedení, které budou popsány s ohledem na doprovodné obrázky. Je třeba však uvést, že tyto příklady mají pouze ilustrativní charakter a nikterak neomezují rozsah vynálezu, který je jednoznačně určen patentovými nároky.

Stručný popis obrázků

Obr. 1 schematicky znázorňuje systém podle vynálezu,

obr. 2 znázorňuje průřez reaktorem podle vynálezu,

obr. 3 znázorňuje průřez alternativním provedením reaktoru podle vynálezu,

obr. 4 znázorňuje řez nízkoteplotním tepelně regenerační a propírací částí provedení podle vynálezu, a

Obr. 5 znázorňuje podobný schematický pohled na systém podle vynálezu jako obrázek 1, doplněný o zobrazení tlakových prostředků (105).

Zplyňování černého louhu se zpravidla provádí za použití zplyňovače, který ohřívá sušinu uvedeného louhu a substechiometrického množství kyslíku. Produktem zplyňování je proud topného plynu bohatý na vodík a oxid uhelnatý a proud sodných solí. Vzhledem k tomu, že je známa možnost výbušné reakce taveniny s vodou, je žádoucí, aby uvedený zplyňovač pracoval při nízkých teplotách, při nichž nedochází ke vzniku taveniny. Pokud se zplyňování provádí při nižší teplotě než je teplota tavení, jsou sodné soli v reaktoru obsaženy v pevném stavu. Uvedené sodné soli zahrnují zejména uhličitan sodný s malým množstvím sodnosírových sloučenin. Lze předpokládat, že dalšími alkalickými solemi mohou být draselné soli, například uhličitan draselný. Většina síry, která je obsažena v uvedeném černém louhu, se v nízkoteplotním zplyňovači uvolní do plynné fáze ve formě sirovodíku. Velmi vhodným reaktorem pro provádění nízkoteplotních zplyňovacích reakcí je reaktor s fluidní vrstvou tvořenou výhodně granulovaným uhličitanem sodným nebo uhličitanem vápenatým, který zároveň představuje výchozí pevnou látku pro reakci.

Pokud není do reakční zóny dodáván žádný kyslík, kromě toho, který se nachází v sušině a ve vodné fázi louhu, lze tento proces označit jako pyrolýzu. Nicméně výpočty rovnovážného stavu ukázaly, že za podmínek pyrolýzy zůstane v proudu vyrobeného uhličitanu sodného velké množství nezreagovaného uhlíku a proces si vzhledem ke své endotermní povaze vyžádá značně vysoký tepelný příkon.

Aby byl zplyněn i zbývající uhlík, je třeba do

systému zavést další zdroj kyslík. Kyslík může být dodán v atmosferickém vzduchu, páře, oxidu uhličitým, zapáchajícím plynu vznikajícím při provozu papírny, nebo jako čistý kyslík, nebo jako směs těchto plynů. Přesto, že jako nejlepší pro účely zplyňování sušiny černého louhu by bylo použití čistého kyslíku, vzhledem k ekonomickým omezením se používá směs vzduchu a páry. Přímé přidání vzduchu do uvedené vrstvy bude mít za následek zředění vyrobeného plynu dusíkem. Na druhé straně uvedený vzduch nedokonalým spalováním části sušiny černého louhu dodává do zplyňovací reakce část potřebného tepla.

Použití samotné páry vede sice ke zvýšení výhřevnosti vyráběného plynu ale při zvýšení spotřeby vnějšího tepla. Při optimální kombinaci vzduchu a páry se vyrábí produkční plyn, jehož výhřevnost se pohybuje v rozmezí od 73,85 do 316,5 kJ /DSCF (suchá standardní kubická stopa), při minimálním vnějším tepelném příkonu.

Zplyňovací reakce probíhající v nepřítomnosti vzduchu nebo kyslíku jsou reakcemi endotermními. V tomto případě se tedy do zplyňovací zóny musí přivádět přídavné teplo. V případě, že bude kyslík tvořit dost vysoký podíl stechiometrického množství kyslíku, potom bude sice spalování některých zplyňovacích produktů uvnitř reaktoru generovat teplo dostatečné pro udržení procesu, ale tento postup bude mít tendenci produkovat plyn s nízkou hodnotou výhřevnosti. Proto je větší díl celkového tepla přidáván prostřednictvím zplyňovacího média, t.j. vzduchu nebo páry ohřátých vně lože uvedeného zplyňovače, ale horní limitní teplotou pro vzduch a páru je teplota, při níž ještě nedochází k tavení sodných solí. Zbývající teplo se potom dodává nepřímým způsobem pomocí tepelného výměníku umístěného v uvedeném loži.

Jak ukazuje obrázek 1, systém podle vynálezu zahr-

nuje zplyňovací reaktor 10 na zplyňování černého louhu přijímající dodávaný černý louh, který se do něj zavádí vstřikováním. Ohřívač 14 ohřívá vzduch a páru určené pro zplyňovač a tím dodává teplo do tohoto splyňovacího reaktoru 10 pro zplyňování černého louhu. Výrazem "černý louh" se zde označují různé odpadní zbytkové louhy vzniklé po várce jak dřevěných tak i jiných bezdřevých surovin (např. slámy, bambusu nebo řepných řízků). V systému podle vynálezu lze použít jakýkoliv karbonátový nebo celulóзовý výluh.

Produkční plyn vyrobený zplyněním uvedeného louhu opouští reaktor 10 potrubím 16, kterým je veden do multi-cyklonového lapače 18 prachu, v němž se z proudu plynu oddělí prach, který se vrací zpět do reaktoru 10 potrubím 20, jež je opatřeno otočným uzávěrem.

Horký produkční plyn je veden potrubím 22 do kotle 24 na odpadní teplo, kde se opět regeneruje teplo z proudu horkého produkčního plynu a to slouží ke generování nízkotlaké nenasycenné páry. Kondenzační tepelný výměník 26, který bude podrobněji popsán později, a kterým je tepelný výměník nepřímého protiproudého kondenzačního typu používaný k extrakci jak vnímatelného tepla, tak tepla skupenského z proudu provozního plynu, slouží jako sekundární lapač částic a prachu a odlučovač sirovodíku z produkčního plynu.

Veškerý zbývající sirovodík, pokud v plynu ještě nějaký zbývá, je odstraněn v přídatném skrubru 28. Věž skrubru 28 je opatřena pláštěm s vysokou povrchovou plochou nebo jiným v oboru známým zařízením pro převod hmoty s doprovodným hardwarem. Dno věže skrubru 28 představuje odvodňovací jímku 30 pro recirkulovaný zelený louh.

Při výstupu z věže skrubru 28 se uvedený plyn

znovu ohřeje v přihříváku 32 produkčního plynu, a dopraví do jedné z několika oblastí. Čistý produkční plyn se může exportovat za účelem spalování 34, může hořet ve větrací šachtě 36 a/nebo může být využit pro ohřívání samotného systému 38.

V tomto případě, se čistý produkční plyn 38 smísí s ohřátým spalovacím vzduchem, který je přiváděn skrze vzduchový ohříváč s parním hadem, dále jen SCAH, 40. Dmychadlo 42 přivádí vzduch určený pro spalování v ohříváči 14 vzduchu a páry. Uvedený zplyňovací vzduch se zavádí pomocí dmychadla 44 do SCAH 46 kde se ohřívá a mísí s parou, načež se tato směs zavede do ohříváče 14 vzduchu a páry, kde dochází k jejímu dalšímu ohřívání. Kotel odpadního tepla 48 získává zpět teplo z tohoto spalovacího procesu za účelem generování páry, která má být použita v uvedeném systému. Spaliny jsou vypouštěny komínem 50.

Co se týče obrázku 2, pomocí zaváděcích prostředků 12 umístěných v blízkosti vrcholu reaktoru 10 se zavádí černý louh 52 do lože nízkoteplotního zplyňovače 54, které produkuje zplyňovací reakce. I když jsou zaváděcí prostředky na obrázku 2 znázorněny jako rozstřikovací tryska, může být, v případě, že je uvedený černý louh dodáván v kapalném nebo suchém stavu, samozřejmě použit i libovolný další zaváděcí prostředek. Černý louh se výhodně vstříkuje nad uvedenou lože, ale alternativně se může vstříkovat přímo do uvedeného lože. Uvedené lože 54 zplyňovače zahrnuje sodné soli, výhodně uhličitan sodný, který se získává z černého louhu 52, a jeho provozní teplota se pohybuje v rozmezí od 482°C do 760°C a výhodně je provozní teplota tohoto lože přibližně 649°C . Tato teplota vylučuje tvorbu taveniny.

Černý louh 52 se vstříkuje při zahuštění na 40

až 80 % hmotnosti sušiny, výhodně 65 až 75 % hmotnosti na bok 56 s přívodem nad fluidní lože 54, kde se dostává do styku s horkým již vyrobeným plynem 58, který opouští lože 54, produkující zplyňovací reakci. V případě, že je k dispozici černý louh v práškové formě (suchý černý louh), může být pneumaticky vstřikován přímo do lože 54 zplyňovače. Uvedený černý louh je dále zahušťován, přičemž dochází k ochlazování plynu 58. To vzhledem k tomu, že teplo použité k odpařování vody se dodává při nižší teplotě než teplo přidávané do lože 54 prostřednictvím perforované desky 60, která má v sobě provedené kloboučky, nebo pomocí tepelného výměníku případně umístěného v loži 54, zvýší účinnost uvedeného postupu. Po opuštění reaktoru 10 se vyrobený plyn 58 zpracuje způsobem, který byl již popsán v souvislosti s obrázkem 1.

Materiál lože 54 má bod tavení v rozmezí přibližně od 760°C do 843°C v závislosti na množství síry, draslíku a chloridových příměsí v černém louhu 52. Teplota povrchu tepelného výměníku 62 v loži 54 by se tedy měla udržet pod tímto teplotním rozmezím, aby se zabránilo částečnému tavení na povrchu ohříváče a vytvoření taveniny. Lokalizované tavení na tepelném výměníku způsobí, že částice přilnou k povrchu tohoto tepelného výměníku 62 a sníží tak účinnost povrchu, což může vést k úplné defluidizaci uvedeného lože 54.

V případě, že je tepelný výměník 62 použit způsobem znázorněným na obrázku 3, ohřívá nepřímo materiál lože 54 a jeho provozní povrchová teplota by měla být co možná nejbližší spodní limitní teplotě tavení, aby se maximalizoval tepelný rozdíl mezi ohřívaným povrchem 62 a materiálem lože 54.

Vstřikováním černého louhu 52 nad lože 54, vypere

louh 52 část prachu z vyrobeného plynu 58, čímž napomáhá při čištění plynu 58. Nicméně většina prachových částic, které vypírá z uvedeného lože 54 produkční plyn, je z tohoto plynu oddělena v částicovém separátoru, jakým je například odlučovací multi-cyklon 18, kde se tyto částice shromažďují a odtud se recyklují zpět do uvedeného lože 54.

Sodné soli, t. j. reakční produkty černého louhu 52, jsou odváděny z lože 54 zplyňovače, zejména jako uhlíčitán sodný s určitým množstvím sulfidu sodného přetokovou trubicí 64 a rozpouštěny v nádrži 66, viz obr. 2. Kromě toho je z uvedeného lože odstraňován také zbytkový nezreagovaný uhlík.

K zachycení uhlíku z reakčního produktu lze použít filtr v trubicí 68 v místě spojení s nádrží 66. Uhlík se následně recykluje do lože 54.

Obr. 2 znázorňuje výhodné provedení reaktoru 10 zplyňovače, který obsahuje bublající fluidní lože a je konstruován jako v podstatě válcovitá nádoba svařovaná z nerezavějící oceli s výhodně žebrovanou vnější stranou. Reaktor 10 obsahuje vstupní přetlakový prostor 11, distribuční desku 60 s kloboučky a odvodňovací kanál(y) 64 určené pro vypouštění pevných reakčních produktů. Reakční zóna 13 obsahuje lože 54 a alespoň recyklační průchod 20. Případně jsou zde pozorovací průchody 70 a odvodňovací kanál 72. Reaktor 10 dále zahrnuje sušící zónu 15 s větším průměrem se vstřikovací sestavou 12 určenou pro vstřikování černého louhu, plnicí trysky 74 a výstup 16 pro vyrobený plyn.

Jak již bylo uvedeno dříve horký fluidizační prostředek 19 u výhodného provedení je zaváděn do přetlakového prostoru 11 při tlaku asi 0,041MPa až 0,083 MPa, výhodně

při tlaku asi 0,055 MPa a teplotě v rozmezí od asi 427°C do asi 677°C. Uvedený fluidizační prostředek ohřeje a fluidizuje lože 54 výhodně při teplotě v rozmezí od 538°C do 677°C. Fluidizační rychlost se pohybuje v rozmezí od 0,91 do 2,4384 m/s, přičemž výhodnou rychlostí je 1,8288 m/s. Fluidizační prostředky 19 zahrnují například kyslík, vzduch, páru, oxid uhličitý, zápachající vysokooblemový nízkokoncentrační plyn vznikající například v papírnách nebo jejich směsi.

Obrázek 3 je alternativním provedením zplyňovacího reaktoru 10. Toto provedení má dvě fluidizační lože 54, 76 operující v sérii vzhledem k proudění plynu. Na všech přiložených obrázcích jsou stejné nebo podobné znaky označeny stejnými vztahovými značkami. Fluidní lože 76 poskytuje uvedené fluidizační prostředky a lze ho použít buď společně s ohřívačem 14 vzduchu a páry nebo jako jeho náhradu.

Fluidizační plyny určené pro zplyňovací reakce jsou do procesu zaváděny jako relativně studené proudy v místě spodní části fluidizovaného lože 76. Vzduch 2 je do uvedeného lože 76 zaváděn jako fluidizační plyn přibližně při 121°C. Na tuto teplotu lze vzduch ohřát v předehřívači s parním šnekem 46, při tlaku páry 0,34 MPa. Do lože 76 reaktoru 10 se zavádí kromě vzduchu i provozní pára 3. Provozní pára 3 se generuje za použití spalín kotle 48 na odpadní teplo. Jak proud vzduchu 2, tak proud páry 3 jsou příliš studené na to, aby mohly být přímo přidávány do zplyňovacího lože 54. Značná část celkového tepelného příkonu se spotřebuje právě při převádění uvedených dvou proudů na teplotu lože. Výhodné je použití tepelného výměníku v loži 76. Samozřejmě že lze použít i jakoukoliv jinou vhodnou metodu vnějšího ohřevu.

Uvedený proud vzduchu 2 a uvedený proud páry 3 se ohřívají na provozní teplotu uvedeného lože 76, kterou je přibližně $537,8^{\circ}\text{C}$ až 760°C , nicméně v některých případech pouze na teplotu $426,7^{\circ}\text{C}$, přičemž k jejich ohřevu je použito nepřímé tepelné exhaustování tepelného výměníku 78. Fluidní proud 19 se velmi rychle ochladí nebo zahřeje na aktuální provozní teplotu uvedeného horního fluidního lože 54, přičemž nebude ohřívát horní lože 54 nad teplotu tavení uvedených částic.

Uvedené spodní fluidní lože 76 používá inertní materiály, jakými jsou síran vápenatý, písek nebo oxid hlinitý, které mají vysokou teplotu tavení. Vzhledem k tomu, že zde nehrozí nebezpečí tavení materiálu lože, může být teplota spodního lože mnohem vyšší než teplota horního tepelného výměníku 62. V případě, že je žádoucí tepelně napájet spodní vnější tepelný výměník 78, může být teplo pro výměník získávání spalováním části vyrobeného plynu 58 uvnitř tepelného výměníku 78 nebo jakéhokoliv známého spalovacího zdroje, jakým je například hořák na zemní plyn.

Veškerý nezreagovaný uhlík odstraněný z vyrobeného plynu pomocí filtru v rozpouštěcí nádrži 66 se může recyklovat zpět do systému. Recyklování uhlíku přizpívá ke zlepšení celkové účinnosti zplyňovacího procesu v reaktoru 10. Tato recyklace nejen, že řeší problém spojený s likvidací zbytků, ale také přispívá k vysoké tepelné účinnosti reaktoru 10.

Reaktor 10 pracující jako jednoduchý vzduchový zplyňovač a/nebo jako paroproudý zplyňovač umožňuje vyrábět proud produkčního plynu 58 s dobrou výhřevností při minimálním přímém přívodu tepla, které je zaváděno do fluidního lože prostřednictvím směsi vzduchu a páry.

Dalším způsobem zvyšování výhřevnosti produkčního topného plynu 58 je použití čistého kyslíku 4, pokud je k dispozici, jako zplyňovacího činidla na místo vzduchu 2. S použitím kyslíku se zvyšuje výhřevnost produkčního plynu. Avšak pokud je kyslík 4 použit na doplnění proudu vzduchu 2, dochází k tomu, že takto kyslíkem obohacený vzduch výhodně zvyšuje výhřevnost produkčního plynu 58, při zachování odpovídající fluidizace reaktoru 10.

Ve většině papírem lze uskutečňovat obohacování vzduchu 2, určeného pro zplyňování, čistým kyslíkem 4. V papírnách dochází také k nahrazení chlorového bělení bělením kyslíkovým. Kromě toho není neobvyklé ani použití kyslíku k provzdušňování odpadních vod. Z výše uvedeného výčtu vyplývá, že poptávka po kyslíku je tak vysoká, že by bylo pro uvedenou papírnu ekonomicky výhodnější, aby její součástí bylo i separační vzduchové zařízení.

Dalším možným zdrojem vzduchu pro zplyňovač 10 je zdroj zapáchajícího plynu 5, jakým je například vysokoobjemový odpadní plyn s nízkou koncentrací (HVLC), který vzniká ve větracích šachtách a odsávacích v mnoha místech uvedené továrny. Proud odpadního plynu 5 obsahuje malé koncentrace mnoha zapáchajících plynů, jako např. merkaptanů, a zpravidla je nasycen vodní parou. Tyto plyny jsou obvykle likvidovány spalováním nebo jsou jako zdroj vzduchu dodá-

vány do vápenné pece, ale zpravidla se musí vzhledem ke svému vysokému obsahu vlhkosti tepelně vysoušet. Vzhledem k tomu, že vynález používá jako fluidizační médium jak páru, tak vzduch, řeší použití zapáchajících plynů ve smyslu zdroje vzduchu určeného pro zplyňovací systém, problémy spojené s likvidací těchto odpadních plynů vznikajících v papírnách.

Kromě toho lze jako zdroj kyslíku pro reaktor 10 použít také zdroj nízkoobjemové vysocekoncentrované páry. Výhodou, kterou toto řešení nabízí, je že uvedená pára navíc zachycuje síru, což vede ke snížení vzniku drcené síry.

Vynález rozděluje přívod nepřímého vnějšího tepla mezi nízkoteplotní zplyňovací lože 54 a vysokoteplotní ohřívač 14 vzduchu a páry nebo spodní fluidní lože 76. Vynález používá směs vzduchu 2, páry 3 a kyslíku 4 za účelem získání produkčního plynu 58 s vyšší výhřevností. Díky filtraci a recyklaci uhlíku dochází k vysoké konverzi uhlíku, což se odráží v tom, že systém vyžaduje pouze nízký vnější tepelný příkon.

Spalováním nezplyněného uhlíku 80 ve spodním fluidním loži 76 se doplní přívod nepřímého tepla, čímž se zvýší celková tepelná účinnost reaktoru 10. Kromě toho použití reaktoru 10 zplyňovacího systému podle vynálezu přispívá k vyšší efektivitě papírenského procesu vzhledem k tomu, že pro svůj provoz využívá vysokoobjemový nízkokontrační odpadní plyn 5, který produkuje papírna, čímž navíc řeší problémy s jeho likvidací.

Co se týče obrázku 1, produkční plyn 58, který opouští zplyňovací reaktor 10, může být případně zaveden do kondenzačního tepelného výměníku 26.

Řešení podle vynálezu používá kondenzační tepelný výměník (CHX) 26 jako tepelnou regenerační jednotku a skrubrový systém na vypírání H_2S z uvedeného produkčního plynu získaného zplyňováním paliv obsahujících síru, zejména spalováním černého louhu, který se získává při výrobě celulózy a

papíru. U výhodného provedení jsou všechny povrchy, které jsou vystavené produkčnímu plynu, pokryty potahovou vrstvou inertního materiálu, například polytetrafluorethanu (PTFE) nebo jiného fluorovaného plastu, například fluorovaného ethylenpropylenu (FEP) nebo tetrafluorethylenu (TFE). K potažení exponovaných povrchu lze použít i další inertní materiály, jako například sklo, grafit, slitiny nebo kovy. Tím se vytvoří prostředí, kde bude moci bez obav z koroze proběhnout nízkoteplotní regenerace tepla z produkčního plynu. Vzhledem k tomu, může být vnímatelné a skupenské teplo regenerováno a vráceno zpět do procesu za účelem zvýšení efektivnosti uvedeného zplyňovacího cyklu. Uvedená vrstva je také resistantní vůči tvorbě okují v kondenzační sekci.

Co se týče obrázku 4, produkční plyn 58 proudí skrze dva tepelné výměníky 82, 84 uspořádané do série, skrze následnou sekci 28 konečné úpravy, určenou ke konečnému odstranění H_2S , a konečně skrze separátor 96 vody a reaktantu. Výsledkem je čistý suchý produkční plyn.

Produkční plyn je zaváděn do prvního tepelného výměníku 82 při asi $260^{\circ}C$ nebo při teplotě nižší a je ochlazen na asi $93,3^{\circ}C$ až asi $148,9^{\circ}C$. Jako chladicí médium lze použít napájecí vodu 83 pro napájení kotle neboli provozní vodu. Ohřátá provozní voda může být kromě toho použita ještě ke generování nezbytné provozní páry. Kromě toho ji lze použít k přehřívání produkčního plynu, které se provádí například v přehříváči 32.

Produkční plyn je následně zaveden do sekce druhého tepelného výměníku 84, která pracuje kondenzačním způsobem. Produkční plyn se ochladí na teplotu nižší než je teplota adiabatického nasycení. Kapičky, které se tvoří okolo plynu, kondenzují na chlazené fluoroplastické potahové

vrstvě trubic tepelného výměníku 84. Reagent 88 se ve formě klasického zeleného louhu zavádí vstupním otvorem 90, například vstřikováním, do sekce 28 konečné úpravy a v případě, že je to žádoucí, je vstřikován vstupním otvorem 92 také do sekce 84 druhého tepelného výměníku, který opouští výstupem 91. Dalšími vhodnými reagenty mohou být například bezvodý uhlíčitán sodný, hydroxid sodný, aminy, alkalické soli, alkalické soli rozpustné ve vodě nebo jejich směsi. Odstraňování sirovodíku ze směsi se provádí v kondenzační sekci. Jímka 98 přijímá kondenzovanou tekutinu a louh a dodává je trubicí 102 do zásobníku 100, z kterého je tekutina s louhem recyklována pomocí čerpadla 104 zpět do systému tepelného výměníku 84.

Chladicím médiem v druhém stupni tepelného výměníku 84 je voda, zaváděná výhodně při teplotě $26,7^{\circ}\text{C}$ nebo při teplotě nižší, případně vzduch 85. Teplota a množství vody se mohou měnit za účelem regulace teploty produkčního plynu na teplotu optimální pro odlučování H_2S a za účelem minimalizace nežádoucí absorpce CO_2 .

Za kondenzační sekci následuje případně sekce 28, v níž dochází ke styku protilehle proudícího plynu a tekutiny a k odloučení konečného H_2S . Tato sekce využívá buď náplňovou věž, patra nebo jiná zařízení používaná k převodu hmoty, popřípadě vnitřní tepelný výměník, který byl popsán v předcházející části, které poskytují dostatečně velký povrch pro převod hmoty. Za účelem optimalizace použití chemikálie a maximalizace účinnosti odlučování H_2S se do horní rozstřikovací zóny 90 dodává čerstvě připravená chemikálie 94.

V separátoru 96, jakým je například cyklónový odlučovač nebo eliminátor vlhkého zákalu, který následuje za uvedenou zónou 28 konečné úpravy, dochází k odstranění vod-

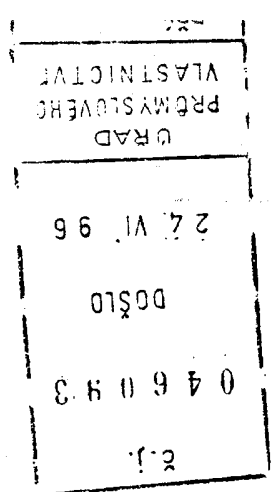
ního zákalu nebo tekutiny z uvedeného produkčního plynu 58, který je po opuštění této sekce zpracován způsobem již popsaným na obrázku 1.

Systém podle vynálezu lze snadno rozšířit na tlakový provoz. Natlakování uvedeného systému bude mít za následek zvýšení účinnosti vztaženou na objem zařízení. K natlakování celého systému lze použít jeden ze dvou způsobů. První možností je způsob, který užívá pro každý subsystém nebo složku zvláštní tlakovou nádobu. Druhou možností je použití podtlakových složek nebo subsystémů obklopených nádobou 105, ve které je vyšší tlak, viz obr. 5. Zavedení vyššího tlaku je žádoucí a často nezbytné v případě, že je produkční plyn určen pro plynovou turbínu. Samozřejmě, že exportovaný produkční plyn může být stlačen až před použitím v plynové turbíně.

Dále budou následovat výčet příkladů některých dalších výhod, které vynález představuje, přičemž tento výčet má pouze ilustrativní ale nikterak omezující účinek.

Systém podle vynálezu je samostatně pracujícím systémem, t. j. s ustáleným provozem (bez zapínání a vypínání). Systém přijímá černý louh, vzduch a elektřinu pro dmychadlo/ventilátor a vypouští zelený louh a produkční vzduch. Zavedení provozní vody a produkce páry jsou téměř minimální. Systém je upraven tak, že může přijímat střídavě různé výchozí suroviny, t. j. černé louhy (např. získané ze dřeva, bambusu, slámy a pod.) a lze ho použít k výrobě produkčních plynů různé kvality. U provedení znázorněného na obrázku 2 nejsou žádné ohřívané povrchy během normálního provozu ve styku s bublajícím reakčním ložem. Pro zahájení provozu lze použít některé ohřívače. Navržená spodní teplota eliminuje tvorbu taveniny a tím i možnost reakce mezi taveninou

a vodou, redukuje možné zanášení a snižuje potřebu chlazení zplyňovací nádoby. Uvedený systém neobsahuje žádné pohyblivé části ani mechanická zařízení s výjimkou dmychadel, ventilátorů a otočných uzávěrů. Vynález zahrnuje opětné ohřívání uvedeného produkčního plynu před jeho transportem. Předehřátý plyn bude také usnadňovat spalování plynu s nízkou výhřevností v kotli. Výhodami CHX skrubrového systému podle vynálezu jsou například to, že spojuje regeneraci tepla s odlučováním H_2S . Za účelem zvýšení účinnosti cyklu se regeneruje vnímatelné a skupenské teplo z produkčního plynu zpět do cyklu. Skrubrový systém podle vynálezu odstraňuje jemné částice. Regulací pracích podmínek, například teploty a chemie v pracím zařízení neboli skrubru lze selektivně odlučovat H_2S . Systém podle vynálezu má stranu tepelného výměníku, která je vystavena produkčnímu plynu a povrchy výměníků hmoty upraveny tak, že jsou rezistentní vůči korozi i vůči okujím.



PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob výroby produkčního plynu, v y z n a č e n ý t í m , že zahrnuje

zavedení zbytkového odpadního louhu do fluidního lože zplyňovacího reaktoru,

působení fluidního lože při teplotě v rozmezí od 426,7°C do 760°C , které generuje proud produkčního plynu ze zbytkového odpadního louhu bez vzniku taveniny,

odstranění prachu z proudu produkčního plynu,

opakované získání tepla z produkčního plynu pomocí regeneračního tepelného prostředku, a

vedení produkčního plynu kondenzačním tepelným výměňkovým prostředkem , čímž se z uvedeného produkčního plynu získá další teplo a dojde k odstranění kyselého plynu a částic.

2. Způsob podle nároku 1, v y z n a č e n ý t í m , že zavedení zbytkového odpadního louhu do uvedeného fluidního lože zahrnuje:

rozstřikování zbytkového odpadního louhu do horní části zplyňovacího reaktoru,

ohřívání zbytkového odpadního louhu pomocí produkčního plynu,

zahušťování zbytkového odpadního louhu odpařováním pomocí produkčního plynu, a

ochlazení uvedeného produkčního plynu.

3. Způsob podle nároku 1, v y z n a č e n ý t í m , že dále zahrnuje přehřívání produkčního plynu, které usnadňuje jeho dopravu a spalování.

4. Zařízení pro výrobu produkčního plynu způsobem podle nároku 1, v y z n a č e n é t í m , že zahrnuje

zplyňovací reaktor mající v sobě alespoň jedno fluidní lože se vstupem a výstupem,

prostředek pro ohřívání alespoň jednoho fluidního lože uspořádaného v uvedeném zplyňovacím reaktoru na zvolenou teplotu, přičemž uvedený ohřívací prostředek poskytuje ohřátý proud tekutiny určený k fluidizaci uvedeného lože, který se zavádí do vstupu zplyňovacího reaktoru,

prostředek pro zavádění zbytkového odpadního louhu do uvedeného zplyňovacího reaktoru za účelem výroby proudu produkčního plynu,

lapač prachu umístěný za uvedeným zplyňovacím reaktorem určený k odstranění prachu z uvedeného proudu produkčního plynu, a

kondenzační tepelný výměňkový prostředek určený k opětovnému získání tepla z uvedeného produkčního plynu a odstraňování kyselého plynu a částic z produkčního plynu za účelem jeho čištění a recyklace chemikálií z uvedené složky.

5. Zařízení podle nároku 4, v y z n a č e n é t í m , že ohřívací prostředek zahrnuje ohříváč, který je konstruován tak, že dodává ohřátou tekutinu do přetlaku uvedeného zplyňovacího reaktoru.

6. Zařízení podle nároku 5, v y z n a č e n é t í m , že ohříváč dále zahrnuje ohříváč vzduchu a páry vytápěný čistým produkčním plynem, přičemž do tohoto ohříváče vzduchu a páry se dodává přehřátý vzduch určený pro spalování a parné fluidizaci.

7. Zařízení podle nároku 6, v y z n a č e n é t í m , že dále obsahuje prostředek regenerující odpadní teplo pro regenerování odpadního tepla ze spalovacího plynu v ohříváči vzduchu a páry.

8. Zařízení podle nároku 4, v y z n a č e n é t í m , že ohřívací prostředek zahrnuje druhé fluidní lože umístěné pod uvedeným prvním fluidním ložem uvnitř uvedeného zplyňovacího reaktoru pro přivádění ohřátého fluidizačního média do uvedeného lože.

9. Zařízení podle nároku 8, v y z n a č e n é t í m , že dále zahrnuje alespoň jeden tepelný výměňkový prostředek uspořádaný v druhém fluidním loži pro nepřímé ohřívání tohoto fluidního lože.

10. Zařízení podle nároku 8, v y z n a č e n é t í m , že dále zahrnuje alespoň jeden tepelný výměňkový prostředek uspořádaný v prvním fluidním loži pro nepřímé ohřívání tohoto fluidního lože.

11. Zařízení podle nároku 4, v y z n a č e n é t í m , že uvedené fluidní lože má provozní teplotu ležící v rozmezí přibližně od $426,7^{\circ}\text{C}$ do 760°C .

12. Zařízení podle nároku 4, v y z n a č e n é t í m , že uvedené fluidní lože má provozní teplotu ležící v rozmezí přibližně od $537,8^{\circ}\text{C}$ do $676,7^{\circ}\text{C}$.

13. Zařízení podle nároku 8, v y z n a č e n é t í m , že do druhého fluidního lože se dodává surovina zvolená ze skupiny zahrnující zdroj kyslíku, zdroj zapáchajícího plynu, vzduch, páru a jejich směsi.

14. Zařízení podle nároku 4, v y z n a č e n é t í m , že dále zahrnuje prostředky pro natlakování systému na zvolený tlak vyšší než jedna atmosféra.

15. Zařízení podle nároku 14, v y z n a č e n é t í m , že uvedené tlakovací prostředky zahrnují tlakovou nádobu obklopující celé zařízení.

16. Zařízení podle nároku 4, v y z n a č e n é t í m , že dále zahrnuje prostředek pro stlačení čistého produkčního plynu určeného pro přímé spalování v plynové turbíně.

17. Zařízení podle nároku 4, v y z n a č e n é t í m , že uvedené fluidní lože obsahuje materiál zvolený ze skupiny zahrnující sodné soli, uhličitan sodný, draselné soli, uhličitan draselný, vápenaté soli, uhličitan vápenatý a jejich směsi.

18. Zařízení podle nároku 4, v y z n a č e n é t í m , že dále zahrnuje regenerační tepelný prostředek umístěný za lapačem prachu pro opakované získání tepla z uvedeného produkčního plynu.

19. Zařízení podle nároku 4, v y z n a č e n é t í m , že dále zahrnuje regenerační tepelný prostředek umístěný za zplyňovacím reaktorem a před lapačem prachu pro opakované získání tepla z uvedeného produkčního plynu.

20. Zařízení podle nároku 4, v y z n a č e n é t í m , že dále zahrnuje prostředek pro přehřívání uvedeného produkčního plynu pro usnadnění jeho dopravy a spalování.

21. Zařízení pro opakované získání tepla z procesu a pro odstraňování kyselého plynu způsobem podle nároku 1, v y z n a -
č e n é t í m , že zahrnuje

vstup pro přijímání proudu plynu,

první kondenzační výměňkový prostředek, který má vnitřní povrchy konstruované tak, že jsou chlazeny a vystaveny působení přijímaného proudu vzduchu,

druhý kondenzační výměňkový prostředek připojený do série k prvnímu kondenzačnímu tepelnému výměňkovému prostředku, přičemž uvedený druhý kondenzační tepelný výměňkový prostředek má vnitřní povrchy konstruované tak, že jsou chlazeny a vystaveny působení přijímaného proudu vzduchu a je připojen k prvnímu kondenzačnímu tepelnému výměňkovému prostředku pomocí potrubí,

prostředek pro distribuování reagenčního činidla do proudu plynu procházejícího druhým kondenzačním tepelným výměňkovým prostředkem a pro vypírání kyselého plynu z tohoto proudu plynu, a

prostředek pro oddělování kapaliny od proudu vzduchu.

22. Zařízení podle nároku 21, v y z n a č e n é t í m , že dále zahrnuje prostředek konečné úpravy umístěný mezi druhým kondenzačním tepelným výměňkovým prostředkem a prostředkem pro oddělování kapaliny, přičemž uvedený prostředek poslední úpravy umožňuje protiproudý kontakt plynu a kapaliny a další propírání.

23. Zařízení podle nároku 22, v y z n a č e n é t í m , že uvedený prostředek pro distribuci reagenčního činidla se používá pro rozprašování reagenčního činidla na vstupu a na výstupu druhého kondenzačního tepelného výměňkového prostředku.

24. Zařízení podle nároku 23, v y z n a č e n é t í m , že prostředek pro distribuci reagenčního činidla se používá pro rozprašování reagenčního činidla na vstupu prostředku konečné úpravy.

25. Zařízení podle nároku 21, v y z n a č e n é t í m , že dále zahrnuje jímku umístěnou před druhým kondenzačním tepelným výměňkovým prostředkem, která přijímá zkondenzovanou kapalinu a kapalinu oddělenou od proudu plynu.

26. Zařízení podle nároku 20, v y z n a č e n é t í m , že dále zahrnuje prostředek pro recyklaci zkondenzované kapaliny a kapaliny oddělené od proudu plynu na reakční činidlo.

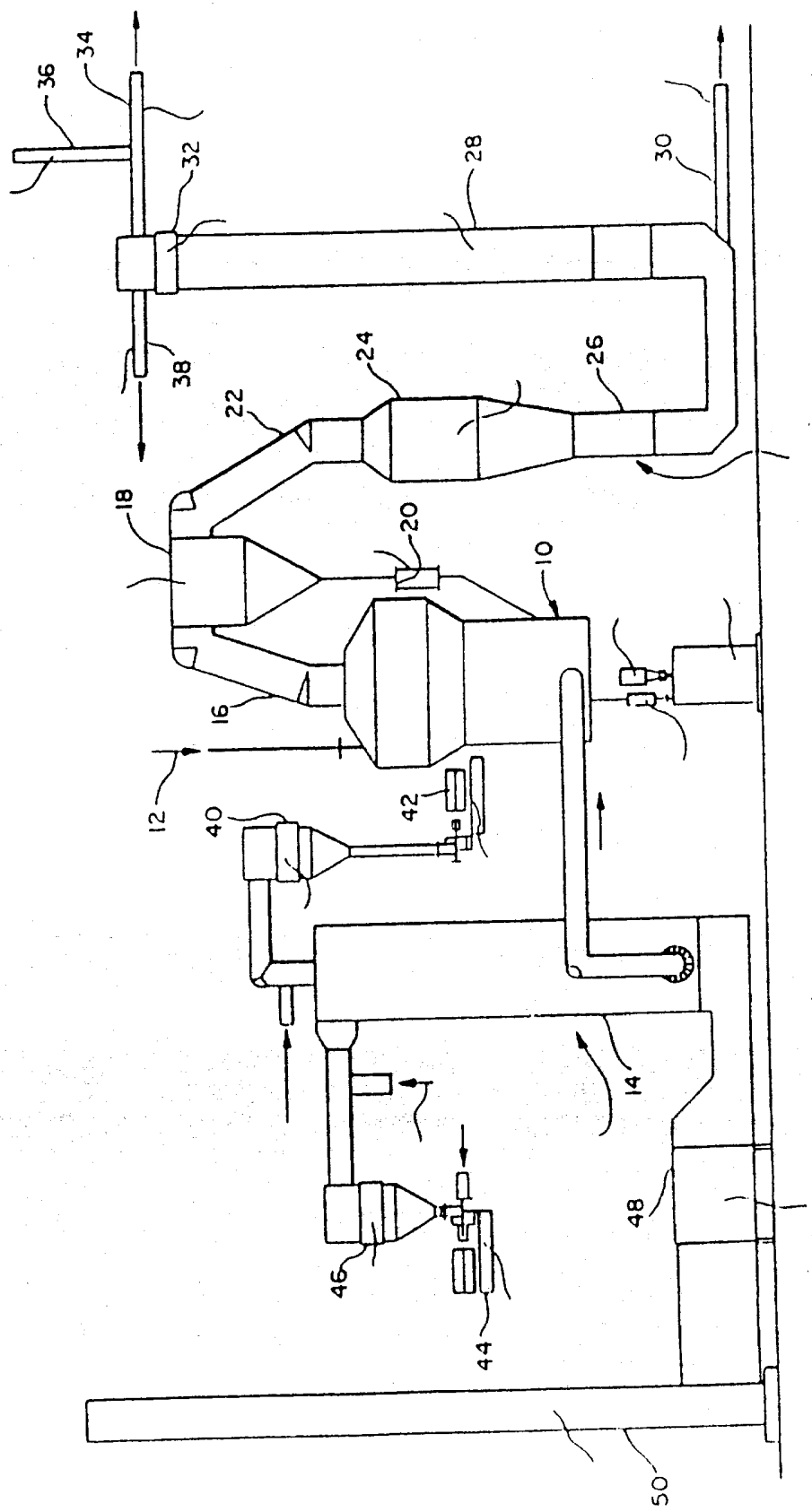
27. Zařízení podle nároku 21, v y z n a č e n é t í m , že se použité reagenční činidlo zvolí ze skupiny zahrnující zelený louh, bezvodý uhličitán sodný, hydroxid sodný, aminy, alkalické soli, ve vodě rozpustné alkalické soli a jejich směsi.

Zastupuje:

Či.
08621
Došlo
14 11 95

ÚŘAD
PRŮMYŠLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

obr. 1

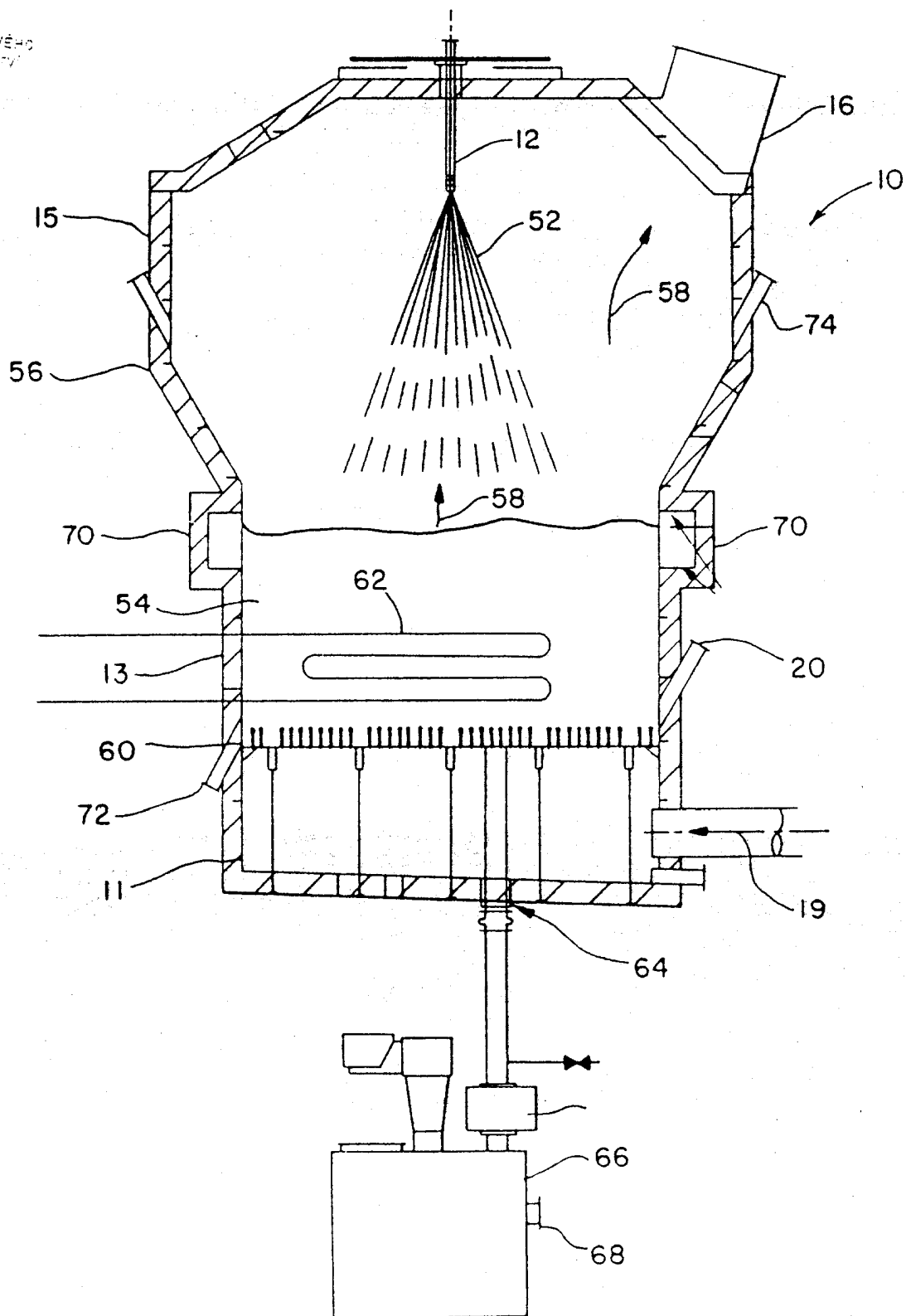


h-210 A1

Či.	08621
Došlo	14. 11. 95

obor. 2

GRAD
PROVĚZOVÉHO
VÝSTUPY

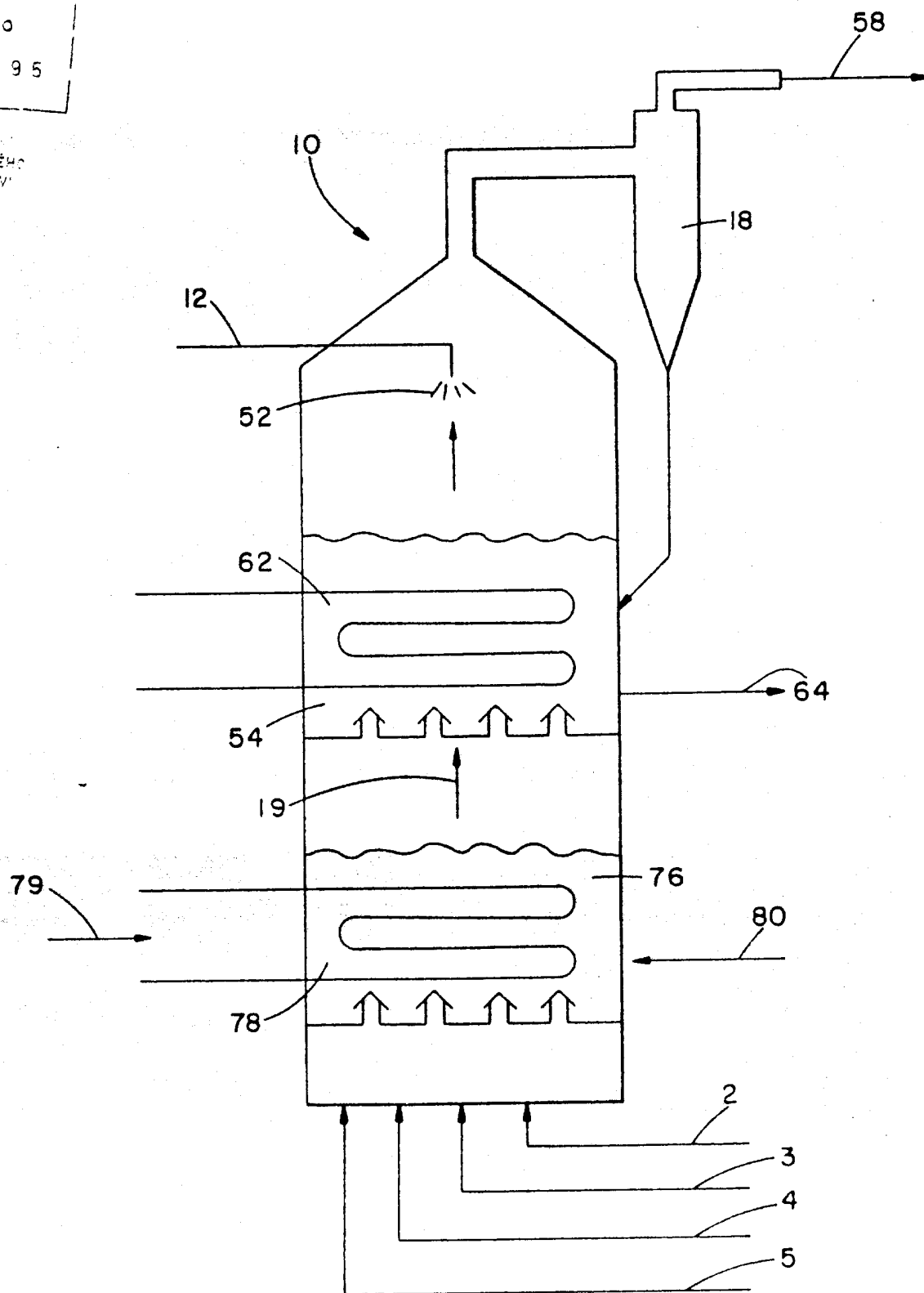


PV

obr. 3

Čl.
08621
Doslo
14. 11. 95

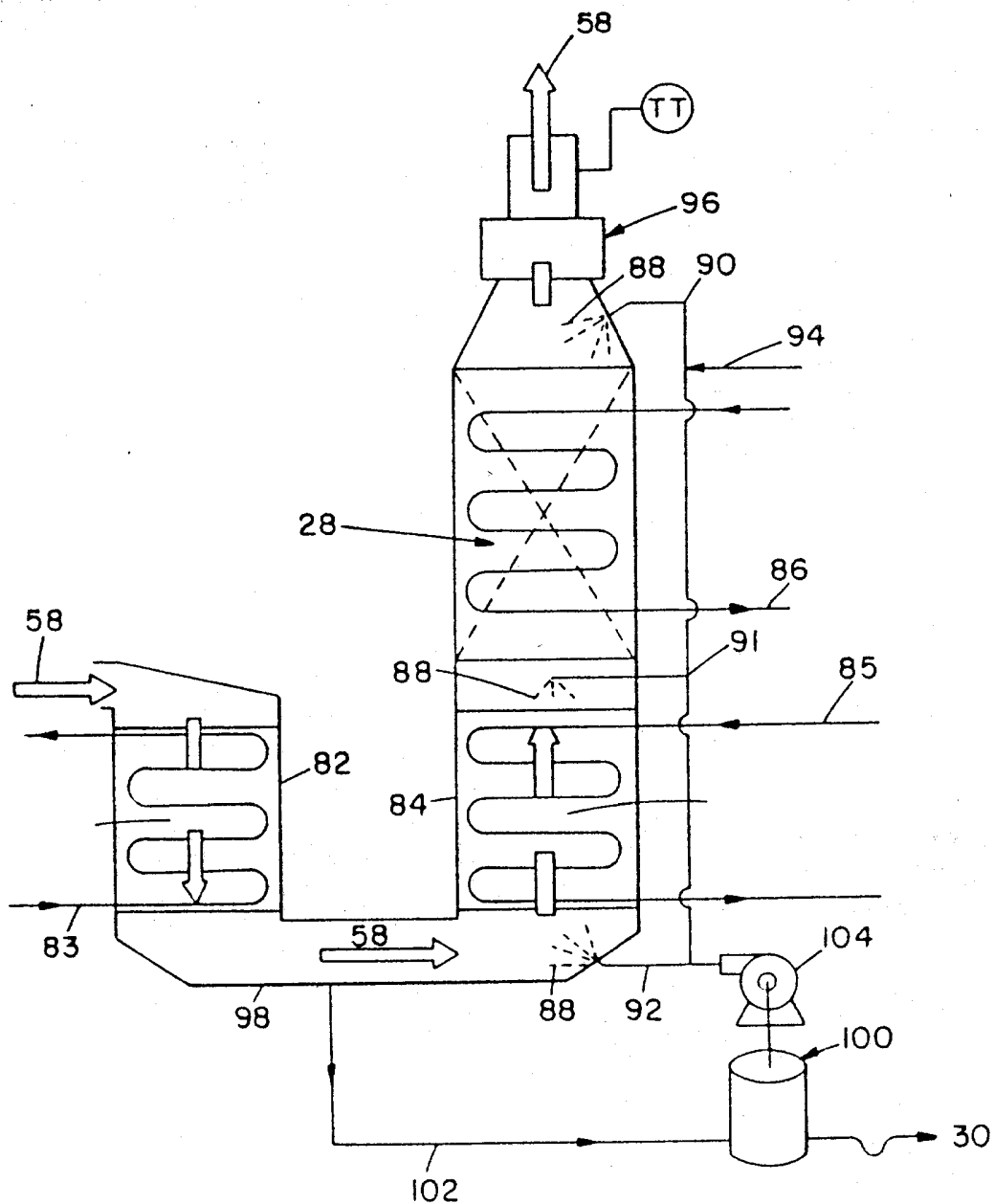
ÚŘAD
PRŮMYŠLOVÉHO
VLASTNICTVÍ



Či.
08621
Doslo
14. II 95

obst. 4

ÚŘAD
PRŮMYŠLOVÉHO
VLASTNICTVÍ



Čl.
0 8 6 2 1
Došlo
1 4 . 1 1 9 5

ÚŘAD
PRŮMYŠLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

ob. 5

