

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

3559-96

ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

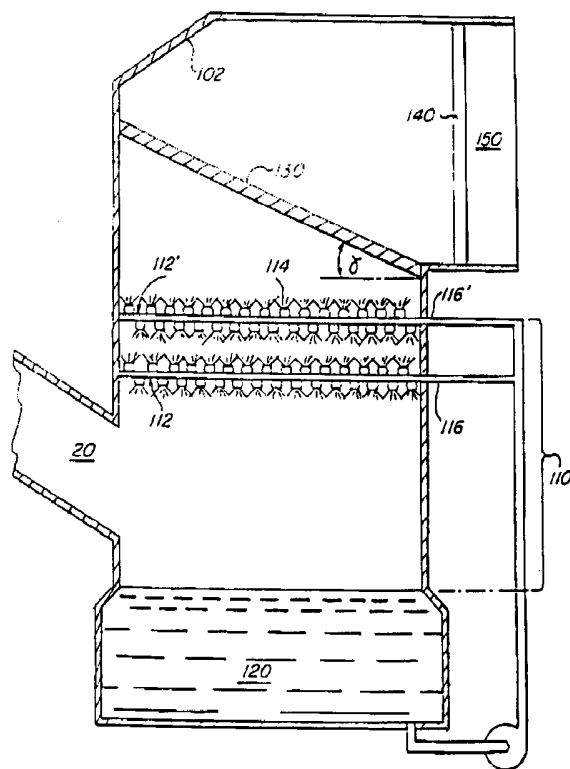
(87) PCT číslo zveřejnění: **WO 95/33552**

B 01 D53/50
B 01 D53/34
B 01 D53/74
B 01 D53/78
B 01 J10/00

Guttmann Michal JUDr. Ing., Nad Štolou
12, Praha 7, 17000;

Způsob mokrého čištění na snížení koncentrace oxidu siřičitého v kouřových plynech a zařízení k provádění tohoto způsobu

Způsob spočívá v usměrnění proudění kouřového plynu vzhůru přes vypírací kolonu, rozprášení kapiček vodní suspenze uhličitanu, síranu nebo siřičitanu vápenatého do proudu kouřového plynu a průchod kouřového plynu přes jednorůchodový odlučovač unášené kapaliny, přičemž dojde ke změně směru proudění kouřových plynů o nejméně 45° od vertikální osy kolony. Odlučovač unášené kapaliny (130) zahrnuje více jednorůchodových lišt, které stáčíjí plyn směrem k odstraňovači mlhy (140). Zařízení dále zahrnuje výměník tepla, který má spodní a horní část, každou z nich s přívodem a odvodem plynu a rotor výměníku tepla.

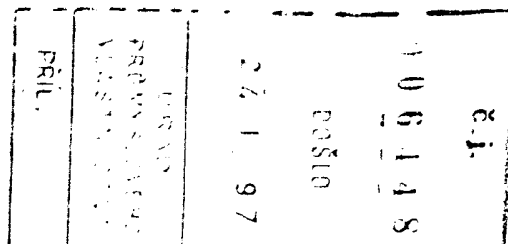


Z 3559-96 A3

Způsob mokrého čištění na bázi vápence oxidu siřičitého v kouřových plynech a následně k produktům spalování.

Zdokonalení odlučovačů unášené kapaliny pro plyny o vysokých rychlostech a zpětné ohřívání vyčištěných plynů.

Oblast techniky



Vynález se týká zdokonalení v oddělování kapiček kapaliny z proudu plynů o vysoké účinnosti a spolehlivosti, který ve výhodné formě umožňuje odstranění oxidů síry (SO_x) z produktů spalování. Vynález je užitečný a lze jej aplikovat hlavně při systémech mokrého čištění na bázi vápence, které využívají protiproudové kontaktní otevřené sprchové kolony pro absorpci SO_x z kouřových plynů a, zvláště u otevřených sprchových kolon, které pracují s velmi vysokými povrchovými rychlostmi plynu pro zvýšení účinnosti styku.

Dosavadní stav techniky

Řada průmyslových procesů je založena na styku proudu plynu při vysoké rychlosti s kapičkami kapaliny a následném oddělení plynu od kapaliny. Patří k nim různé vypírací procesy, jako např. procesy využívané k odstranění oxidů síry z produktů spalování.

Spalováním materiálů obsahujících síru (např. paliva jako topný olej nebo uhlí) vznikají různé oxidy síry, které jsou jako skupina označovány SO_x . Předpisy požadují snížení emisí SO_x . Jednou z účinných metod pro zpracování produktů spalování za účelem odstranění SO_x je mokré čištění na bázi vápence. Technologie mokrého čištění na bázi vápence je dobře propracována a účinná, potřebuje však velmi velká zařízení a tomu jsou úměrné i náklady. Bylo by dobré, kdyby se dalo použít vysoké rychlosti plynu z řady důvodů, které jsou vysvětleny ve společně projednávané a společně podané přihlášce vynálezu USA S.N. 08/257,160 podané jménem G.E. Bresowara, J. Klingspora a E. Bakkeho 9. června 1994.

Naneštěstí použití vysokých rychlostí plynu pro styk plynu s kapalinou v protiproudových zařízeních, jako jsou otevřené sprchové kolony, však způsobuje těžkosti při odstraňování unášených kapiček kapaliny a zvětšuje problémy spojené s udržováním čistoty zařízení pro odstraňování mlhy a s kapičkami narážejícími na stěny pračky, stropy a jiná zařízení. Zanesené odstraňovače mlhy v těchto procesech mají tendenci se ucpávat,

protože znečišťující kapalina je přesycená síranem vápenatým. Stěny, stropy a jiná zařízení pokrytá usazeninami mohou zvýšit pokles tlaku v zařízení a mohou periodicky způsobovat opadávání usazených tuhých látek ve velkých kusech a tím poškození jiných důležitých zařízení jako jsou sprchové přívaděče, dýzy, vyztužení apod. Navíc se tyto opadané kusy tuhých látek mohou dostat do provozní kapaliny nebo suspenze a způsobit ucpání dýz a tak přispět ke snížení spolehlivosti systému. Bylo by žádoucí mít zdokonalené zařízení na odstraňování unášených kapiček kapaliny, (např. vypíracích suspenzí) z rychle se pohybujících proudů plynu (např. z produktu spalování)

K tomu, aby měli odlučovače unášené kapaliny požadovanou účinnost, musí způsobit, že kapičky kapaliny narážejí na jeden nebo více povrchů, aby se kapky kapaliny oddělili z plynu. Z povrchů se musí kapalina snadno odstraňovat a musí se dát snadno omývat. V mnoha situacích je výhodné použít vertikální nasměrování odstraňovačů mlhy, ale tyto nejsou praktické, pokud se musí proud plynu odklonit od svislého směru stykem se stěnami průchodu.

Bylo by žádoucí zdokonalit mokré čištění a jiné technologie, které závisí na styku plynu s kapalinou, s odstraňováním unášené kapaliny z kouřového plynu tím, že se umožní účinnější odstranění unášených kapiček kapaliny s vysokým výkonem, nízkým poklesem tlaku a malým sklonem ke spékání nebo usazování tuhých látek přítomných v kapalině.

Systémy typu otevřených kolon s jednoduchým cyklem využívající uhličitán vápenatý k reakci s SO_x mají nejjednodušší konstrukci a provoz. Těmto systémům se často dává přednost, protože pracují s malým poklesem tlaku a jsou málo náchylné k ucpání a tvorbě usazenin. Výhody vyplývající z jejich jednoduchosti a spolehlivosti jsou však v některých situacích vyváženy jejich velkými rozměry, které souvisí s reaktivitou použitých suspenzí uhličitanu vápenatého. Např., protože se v nich ke zlepšení kontaktu mezi spaliny a vypírací kapalinou nepoužívají žádné příhrádky ani náplň, výšky kolon jsou běžně velké a k dosažení dobrého kontaktu se musí použít mnoho úrovní sprchových dýz. Kromě toho schopnost vypírací kapaliny absorbovat SO_x závisí na využitelné alkalitě kapaliny, avšak rozpustnost uhličitanu vápenatého se s alkalitou snižuje a opět se navrhuji vysoké kolony, aby se usnadnila dobrá absorpce SO_x i v podmínkách velkého zatížení.

Bylo by potřebné zdokonalit mokré čištění v otevřené koloně s jednoduchým cyklem využívající uhličitán vápenatý pro čištění produktů spalování, obsahujících SO_x zvýšením lineární rychlosti proudění spalin vzhůru přes kolonu a zmenšením výšky kolony, čímž se usnadní použití vertikálně nasměrovaného rotačního tepelného výměníku plyn-plyn.

Technologie mokrého čištění produktů spalování k odstranění SO_x využívá styk plynu s kapalinou v několika různých uspořádáních. K nejdůležitějším patří otevřené protiproudové sprchové kolony a kolony, které používají náplně nebo přihrádky. Ve velké většině těchto konstrukcí proudí plyn svisle vzhůru a kapalina proudí dolů vlivem gravitace. Navrhlo se použití různých reagentů, ale nejvýhodnější jsou ty, které lze koupit za nízkou cenu a dopravovat s minimálními nároky na zvláštní zacházení. Uhličitán vápenatý (komerčně dostupný v množství forem, které zahrnují i vápenec) je tím vhodným materiálem, protože splňuje uvedená kritéria a když se vhodně upraví, vzniknou vedlejší produkty, kterých se lze snadno zbavit uložením do země nebo je prodat jako sádrovec.

Konstrukci a činnost protiproudových sprchových kolon s jednoduchým cyklem využívajících vápenec diskutují Rade a Bakke v práci *Shrnutí zkušeností z provozu do zdokonalených konstrukcí vápencového mokrého odsíření kouřových plynů* (Incorporating Full-Scale Experience Into Advanced Limestone Wet FGD Designs) uvedené na Foru IGGI 12 září 1991 ve Washingtonu, D.C. Otevřené sprchové kolony (t.j. ty které nemají náplně, přihrádky nebo jiné prostředky na usnadnění kontaktu mezi plynem a kapalinou) mají jednoduchou konstrukci a vysokou spolehlivost pro odstranění síry z kouřového plynu (FGD). Autoři podrobně nerozebírají odlučovače unášené kapaliny, ale uvádějí dvoustupňový odstraňovač mlhy a popisují vrchní a spodní oplachování.

Podrobně se běžnými a komerčně dostupnými odstraňovači mlhy zabírají Jones, McIntush, Lundeen, Rhudy a Bower v práci *Návrh systému pro odstraňování mlhy a specifikace pro FGD systémy* (Mist Elimination Design and Specification Design and specification for FGD Systems), zveřejněné 26. srpna 1993 na Sympoziu pro kontrolu SO_2 1993 v Bostnu MA. Na základě rozsáhlých zkoušek na zvláštním zkušebním zařízení autoři ukazují, že vysoké rychlosti plynu svisle vzhůru (t.j. ty které jsou větší než 4,5 m/s)

ve sprchové zóně se jen těžko dají účinně zbavit mlhy kvůli jevu zvanému „proražení“. K proražení dochází, je-li odstraňovač silně zahlcen kapalinou kvůli jejímu nedostatečnému odstraňování. U různých odstraňovačů mlhy dochází k tomuto proražení při různých rychlostech plynu, v závislosti na nedokonalosti jednotlivých konstrukcí. Všeobecně však žádný odstraňovač mlhy nepracuje uspokojivě při vertikálním proudění vzduchu nahoru nad 4,5 m/s a u všech je riziko, že dojde k proražení.

Bylo by žádoucí poskytnout odstraňovač mlhy, který je účinný i při rychlostech plynu větších než 4,5 m/s, který popsali Rader a Bakke. Jeden velký dodavatel systému na odsíření kouřových plynů s vertikálním prouděním založených na vápenci má konstrukci odstraňovače mlhy, pro niž bylo ověřeno, že je vhodná pro rychlosti plynů ve sprchové zóně vyšší než 4,5 m/s. Konstrukce je nejtypičtěji popsána systémem pro odstraňování mlhy v elektrárně N.V. Provinciale Zeeuwse Energie-Maaarschappij's Borsselle jednotka 12, která je v Holandsku, popsána celkem uspokojivě Rosenbergem a Kochem ve správě Battellovy skupiny koordinačního centra pro kontrolu emisí komínových plynů (Baateelles' Stack Gas Emission Control Coordination Center Group) z 10 července 1989. Konstrukce je založená na odstraňovači mlhy s horizontální prouděním nasměřovaným po obvodu okolo a nad sprchovou zónou s vertikálním působením. Unášená suspenze ze sprchové zóny se musí pohybovat vzhůru, potom provede radikální obrát směrem ven, aby prošla odstraňovačem mlhy. Odstraňovač mlhy pracuje při povrchové rychlosti plynu mnohem menší než je rychlost ve sprchové zóně kolony, ve skutečnosti menší než 20% rychlosti plynu ve sprchové zóně. Dále, vrchní části odstraňovače mlhy jsou nedostatečně využity, zatímco přes dolní části, které jsou nejbližší ke sprchové zóně přechází většina kouřového plynu a unášené suspenze. Postavení a údržba takové jednotky, jako je v Borsselle, je drahá. Pokud by tato jednotka z Borsselle byla nižší, čímž by se snížila cena, potom by se mohlo a mělo očekávat, že budou vznikat silné usazeniny na stropě, protože na něj budou narážet vertikálně proudící kapičky ze sprchové zóny, které neodbočily do odstraňovače mlhy. Takže zatímco je běžnou praxí používat v zařízeních na odsíření kouřových plynů na bázi vápence odstraňovače mlhy s horizontálním prouděním při rychlostech 4,5 až 6,0 m/s konstrukce z Borsselle nemůže být za takovýchto podmínek v provozu, protože je zde riziko vzniku stropních usazenin.

Narážení kapiček suspenze na povrchy před a za odstraňovačem mlhy v systémech na odsíření kouřových plynů používajících vápenec je nežádoucí. Kapičky, které se po nárazu neuvolnily jako kapky, tj. nesmyly se nebo nestekli vlastní vahou, tvoří usazeniny, protože rozpuštěné iony vápníku se srážejí absorbovaným siřičitanem vápenatým, oxidovaným na síran. Tyto usazeniny sádrovce mají tendenci růst na sebe značnou rychlostí, až mechanické síly nebo jejich samotná váha způsobí, že popraskají. Je to velmi nepříznivá situace, která může a také už způsobila vážná poškození vnitřku sprchových kolon a jiných zařízení.

V dosavadním stavu techniky se neuvádí skutečnosti potřebné k vylepšení v odstraňování kapiček unášené kapaliny z proudu plynu v FGD pračkách, které se pohybují vertikálně s rychlostmi více než 4,5 m za sekundu bez obav z problémů uvedených výše.

V protiproudových otevřených vypíracích kolonách s jednoduchým cyklem typu, který diskutují Rader a Bakke, proudí vypírací kapalina s uhličitánem vápenatým směrem dolů, zatímco spaliny obsahující SO_x proudí směrem vzhůru. Uvedení autoři sumarizují historické hodnoty pro množství parametrů, mezi nimiž je rychlost plynu v absorbéru (udávající minimální hodnotu 6 a maximální 15 stop /s. tj. asi 2 až téměř 4,5 m/s), což naznačuje, že rychlost plynu v absorbéru má malý vliv na poměr kapalina - plyn(l/g), což je klíčový faktor investičních a provozních nákladů. Výška sprchové kontaktní zóny u těchto kolon se neuvádí, ale běžné hodnoty jsou řádově kolem 6 až 15 m, přičemž tato výška se historicky pokládá za důležitý faktor při návrhu účinného systému, u kterého lze očekávat, že spolehlivě odstraní nejméně 95% SO_x z produktů spalování.

SO_x hlavně SO_2 , se absorbují v sestupující vypírací suspenzi a shromažďují se v reakční nádobě, kde se tvoří siřičitan vápenatý a síran vápenatý. Je vhodné, jestliže se reakční nádoba okysličuje, aby se podpořil vznik síranu. Když krystaly síranu dorostou do dostatečné velikosti, oddělí se v reakční nádobě od suspenze. Tyto vypírací kolony mají poměrně úsporný provoz, ale jejich velikost a z toho plynoucí cena výrobní jednotky může být faktorem, který omezuje využitelnost praček tohoto typu ve starších elektrárnách.

Obvykle se využívá teplo přicházejícího kouřového plynu na zpětné ohřívání odsířených kouřových plynů po jejich vyprání a před jejich vypuštěním komínem. Jestliže se tak neučini, bude vznikat viditelný oblak a všechny zbývající nežádoucí složky nebudou stoupat nahoru a nebudou se rozptylovat, jak je požadováno. Při dosud užívaných, obvykle velmi vysokých vypíracích kolonách, se často používají rotační výměníky tepla typu plyn-plyn v horizontální poloze - rotující kolem svislé osy. Jednotka je umístěná ve vhodné poloze a potrubí jsou uspořádána tak, že vedou oba proudy plynu do výměníku a z něj. Vodorovná orientace vyžaduje značné množství potrubí spojujících ohřivač s vypírací kolonou a kvůli korozivitě plynů je zhotovení a smontování těchto potrubí dost drahé.

V článku K.R. Hegemanna a kol. nazvaném Bischoffův postup odsíření kouřových plynů (prezentovaném na Prvním kombinovaném sympoziu o FGD a regulaci suchého SO_2 sponzorovaném EPA a EPRI ve dne 25. - 28. října 1988) se diskutuje vypírací kolona s horizontálně orientovaným rotačním ohřivačem s vertikálním hřídelem právě popsaného typu. Je zřejmé, že ohřivač umístěný v takovéto orientaci vyžaduje značné množství drahého propojovaného potrubí, což souvisí s velkou výškou vypírací kolony.

Článek Hegemanna a kol. dále popisuje hydrocyklonový okruh oddělující suspenzi sádrovce od mokrého vypírací média ve formě proudů hrubozrnné tuhé látky a jemnozrnné tuhé látky, přičemž proud jemnozrnné tuhé látky se vrací zpět do pračky. V patentu USA č. 5,215,672 popisuje Rogers a kol. postup, který je podobný postupu Hagemanna a kol. v tom, že využívá hydrocyklon jako primární odvodňovací zařízení. V tomto případě se po oddělení proudu jemnozrnné tuhé látky od proudu hrubozrnné tuhé látky na sádrovec odstraní voda z proudu zahuštěné jemné frakce, přinejmenším společně s částí oddělené jemné frakce. Žádný z popisů těchto přístupů však nenaznačuje, jak se může hydrocyklon tohoto typu využít ke zmenšení výšky kolony a umožnění takové orientace ohřivače, že zabírá méně místa a vyžaduje méně propojovacího potrubí.

V dosavadním stavu techniky nejsou uvedena fakta, která jsou potřebná k dosažení zlepšení ve výšce kolony a v prostorových nárocích na ohřivač v souvislosti s protiproudovými vápencovými mokřými pračkami s jednoduchým cyklem typu otevřených kolon na snížení obsahu SO_x .

Podstata vynálezu

Předmětem vynálezu je zdokonalení konstrukce a umístění odlučovačů unášené kapaliny namontovaných za odstraňovačem mlhy s vodorovným prouděním v zařízení pro styk plynu s kapalinou.

Dalším předmětem vynálezu je zdokonalení konstrukce a umístění odlučovačů unášené kapaliny v protiproudových vápencových pračkách s jednoduchým cyklem typu otevřených kolon, aby se dosáhlo účinného odstranění unášených kapiček kapaliny v plynech pohybujících se svisle vzhůru velkou rychlostí.

Ještě dalším předmětem vynálezu je zdokonalení konstrukce a umístění odlučovačů unášené kapaliny v protiproudových vápencových pračkách s jednoduchým cyklem typu otevřených kolon, aby bylo dosaženo účinného odstranění unášených kapiček kapaliny v plynech pohybujících se svisle vzhůru velkou rychlostí a aby se změnil směr proudění mimo strop vypírací kolony.

Ještě dalším specifickým předmětem vynálezu je umožnění zvýšení kapacity a výkonu protiproudových vápencových praček s jednoduchým cyklem typu otevřených kolon zvýšením rychlosti plynu přecházejícího přes ni aby nastali velké poklesy tlaku při odmlžení, nadměrné ukládání usazenin na stěnách pračky (zvláště na stropě), ucpávání odlučovače unášené kapaliny a ucpání nebo proražení kapiček v odstraňovači mlhy.

Ještě dalším specifickým předmětem vynálezu je umožnění zvýšení kapacity a výkonu protiproudových vápencových praček s jednoduchým cyklem typu otevřených kolon zvýšením rychlosti plynu procházejícího přes ni tak, že se stočí směr plynu na koncový odstraňovač mlhy s horizontálním prouděním a vytvoří se relativně rovnoměrný rychlostní profil pro plyn vstupující do koncového odstraňovače mlhy.

Specifičtějším předmětem vynálezu je zmenšení rozměrů a prostorových požadavků protiproudových vápencových praček s jednoduchým cyklem typu otevřených kolon pro odstranění SO_x ze spalin a dosažení zlepšené účinnosti procesu

Dalším předmětem výhodného provedení vynálezu je zlepšení činnosti protiproudových vápencových praček s jednoduchým cyklem typu otevřených kolon snížením potřebné výšky sprchové kontaktní zóny v koloně, zmenšením množství spojovacího potrubí potřebného pro konvenční zpětné ohřátí plynu a celkovým zvýšením účinnosti procesu.

Tyto a další skutečnosti budou dosaženy pomocí vynálezu, který popisuje zdokonalené postupy i zařízení pro mokré čištění, zvláště pro vypírání produktů spalování paliv obsahujících síru, jako je uhlí nebo tuhý odpad.

Podle jednoho aspektu tento vynález zdokonaluje proces mokrého čištění pro snížení koncentrace v kouřových plynech, který zahrnuje:

-vedení proudu kouřového plynu nahoru přes vypírací kolonu; přivedení rozprášených kapiček vodní suspenze jemnozrnného uhličitanu vápenatého, síranu vápenatého, siřičitanu vápenatého a jiných nereaktivních tuhých látek do styku s kouřovým plynem ve vertikálním vypíracím oddílu, přičemž suspenze klesá přes kolonu protiproudově k proudění kouřového plynu a po styku se shromažďuje ve formě kapaliny; shromažďování suspenze na dně reakční nádoby po styku s kouřovým plynem; vedení kouřového plynu přes jednopřechodový odlučovač unášené kapaliny umístěný nad a přes vertikální vypírací oddíl v úhlu, který je vhodný na snížení množství kapiček unášených plynem a také na změnu směru proudění kouřového plynu. Odlučovač unášené kapaliny je zvláště účinný při snížení množství kapiček o nejméně 40% a také na obrácení směru proudění kouřových plynů o nejméně 45 ° od vertikální osy kolony. Kouřový plyn potom prochází přes dobře odvodněný odstraňovač mlhy s horizontálním prouděním zařazený za odlučovačem unášené kapaliny. Ve výhodném praktickém provedení protiproudových vápencových praček s jednoduchým cyklem typu otevřených kolon je objemová rychlost plynu ve vertikálním vypíracím oddílu větší než asi 4,5 m/s.

Je rovněž výhodné, když je odlučovač unášené kapaliny nasměrován ve vypírací koloně pod určitým úhlem vzhledem k horizontální rovině, který je v rozmezí přibližně od 10 ° přibližně do 45 ° a způsobuje výhodně nízký pokles tlaku menší než asi 3,8 mm

vodního sloupce, ale zároveň odstraňuje nejméně 40% kapiček a způsobuje splnutí podstatné části zbývajících kapiček do kapek větších velikosti, které se snadněji odstraní v následujícím odstraňovači mlhy s horizontálním prouděním.

Odlučovač unášené kapaliny ve své výhodné formě využívá jednoprůchodový lišty odlučovače na zachytávání kapiček nárazem a na změnu směru plynu na takový, který je nejvhodnější pro následující odstraňování mlhy. Jednotlivé lišty jsou uloženy navzájem rovnoběžně v každé z několika sestav. Jednotlivé lišty jsou nasměrovány pod úhlem z rozsahu přibližně od 45° do přibližně 55° ke svislému směru. Obvykle mají lišty tohoto typu tvar rovnoběžníku s menším rozměrem přibližně od 45 asi do 23 cm a s větším rozměrem asi od 60 do 150 cm. Vzdálenost mezi jednotlivými lištami bude obvykle asi od 40 do 70 % z menšího rozměru jednotlivých lišt. Několik sestav jednotlivých lišt je výhodně nasměrováno pod úhlem z rozsahu přibližně od 120° do přibližně 150° k sobě navzájem, čímž vzniká stříškové uspořádání. Je výhodné, jestliže se lišty periodicky oplachují rozstříkáváním omývací vody přímo na lišty shora i zdola.

Podle jiného aspektu vynález poskytuje zdokonalený proces mokrého čištění na snížení koncentrace SO_x v kouřovém plynu, který zahrnuje:

- a) přenos tepla z kouřového plynu obsahujícího SO_x přivedením uvedeného plynu přes přívod v dolní části vertikálně orientovaného rotačního výměníku tepla s horizontální hřídelí, přičemž výměník tepla má spodní část a vrchní část, každou s přívodem a vývodem plynu, a rotor pro výměnu tepla s vnějším povrchem pro výměnu tepla a vodorovnou osu rotace, která umožňuje, aby se povrch rotoru pro výměnu tepla pohyboval ve svislé rovině mezi horní a dolní částí;
- b) nasměrování kouřového plynu tak, aby proudil nahoru přes vypírací kolonu, která má výšku sprchové kontaktní zóny menší než 6 m;
- c) přivedení rozprašených kapiček vodní suspenze jemně rozdrobeného uhličitanu vápenatého, síranu vápenatého, siřičitanu vápenatého a jiných nereaktivních tuhých látek tak, aby sestupovali přes kolonu protiproudově k proudění kouřového plynu, odstranili z kouřového plynu SO_x a aby se získal vyčištěný kouřový plyn;
- d) kromě velmi malé části, odstranění veškeré unášené vlhkosti z kouřového plynu;

- e) nasměrování proudění kouřového plynu z horní části kolony přes horní část uvedeného výměníku tepla, aby došlo k přenosu tepla z kouřového plynu obsahujícího SO_x na vyčištěný kouřový plyn.

Podle ještě dalšího aspektu se vynález týká zdokonaleného zařízení na mokré čištění pro snížení koncentrace SO_x v kouřových plynech, které zahrnuje:

- výměník tepla se spodní a horní částí, přičemž každá z nich má přívod a vývod plynu, rotor na výměnu tepla s vnějším povrchem pro výměnu tepla a s horizontální osou rotace, která umožňuje, aby se povrch rotoru na výměnu tepla a pohyboval ve vertikální rovině mezi horní a spodní částí;
- vypírací kolony sestávající z přívodního potrubí plynu, odvodního potrubí plynu a vertikálního vypíracího oddílu, přičemž sprchová kontaktní zóna má výšku menší než 6 m.
- sestavu sprchových zařízení, umístěných v uvedeném vypíracím oddíle, přizpůsobených pro přivádění rozprášené vodní suspenze jemnozrnného uhličitane vápenatého, síranu vápenatého, siřičitanu vápenatého a nereaktivních tuhých látek tak, aby klesala přes kolonu protiproudově k proudění kouřového plynu;
- sadu jednoho nebo více odlučovačů unášené kapaliny a/nebo odstraňovačů mlhy na téměř úplné odstranění unášené vlhkosti z kouřového plynu;
- potrubí na přivádění proudu kouřového plynu obsahujícího SO_x přes přívod na dně uvedeného rotačního výměníku tepla a ven vývodem v horní části uvedeného výměníku tepla, aby došlo k přenosu tepla z kouřového plynu obsahujícího SO_x do vyčištěného kouřového plynu, a ven vývodem plynu z této části

Přehled obrázků na výkresech

Vynález bude lépe objasněn pomocí následujícího popisu a výkresů, kde:

obr. 1 je schematický pohled na výhodné praktické provedení procesu podle tohoto vynálezu, které využívá vápencovou mokrou pračku s jednoduchým cyklem typu otevřené kolony;

obr. 2 je perspektivní pohled na odlučovač unášené kapaliny ve sprchové koloně podle obr. 1;

obr. 3 je perspektivní pohled na jiné praktické provedení odlučovače unášené kapaliny podle tohoto vynálezu ;

obr. 4 je schema výhodného praktického provedení procesu a zařízení podle tohoto vynálezu, které využívá protiproudovou vápencovou mokrou pračku s jednoduchým cyklem typu otevřené kolony a vertikálně nasměrovaný rotační výměník s horizontální hřídelí.

Příklady provedení vynálezu

Následující popis se soustředí na výhodné praktické provedení podle obr. 1, což je protiproudový vápencový provoz mokrého čištění s jednoduchým cyklem typu otevřené kolony na odstranění oxidů síry, hlavně z produktů spalování. Z následujícího popisu však bude zřejmé, že technologie podle tohoto vynálezu má využití při jiných provezech typu plyn - kapalina a u jiných typů praček.

Výhodné provedení procesu podle obr. 1 představuje spaliny, např. z průmyslového nebo užitného kotle vytápěného uhlím, které vstupují do pračky 100 přívodním potrubím 20. Plyn proudí vzhůru přes vertikální vypírací oddíl 110 v koloně, protiproudově k rozstříkované vodní suspenzi obsahující jemnozrnný vápenec, která se přivádí ze série sprchových dýz 112 a 112'. Rozstříkovaná kapalina vytváří v koloně kapičky. Objemové rychlosti plynu podle vynálezu jsou nad 4,5 a výhodně asi od 5 do 6 m/s. Tyto rychlosti plynu jsou požadovány pro vápencovou pračku s jednoduchým cyklem typu otevřené kolony, protože usnadňují zpracování kouřových plynů s relativně nižším množstvím vodní suspenze, např. s nižšími poměry L/G .

Vápenec je výhodnou formou uhličitanu vápenatého, ale když je to nutné, může být nahrazen jinou formou. Kromě vápence jsou jinými formami uhličitanu vápenatého ulity, uštic, aragonit, kalcit, křída, mramor, slín a travertin. Může se získávat nebo vyrábět. V tomto popise se pojmy uhličitán vápenatý a vápenec používají zaměnitelně. Je výhodné, když je vápenec jemnozrnný, výhodně s váženou střední velikostí částic menší než přibližně 8 μm při jeho dávkování.

Oxidy síry ve spalinách se absorbují ve vodní fázi suspenze a reagují s využitelným vápníkem, v principu za vzniku siřičitanu vápenatého, který pak může oxidovat za vzniku síranu vápenatého. Reakce do jisté míry v padajících kapičkách, ale hlavně v reakční nádobě 120, v které se shromažďuje suspenze.

Vyčištěný plyn prochází přes odlučovač unášené kapaliny 130 podle tohoto vynálezu, kde se odstraní podstatná část unášených kapiček, a kde proud spalin změní svůj směr. Objemový tok spalin se změní z vertikálního na téměř horizontální. Toto má několik výhod, mezi něž patří snížení nárazu suspenze do stropu 102 vypírací kolony. Je také důležité, že umožňuje vysoké rychlosti spalin s vysokou účinností odmlžení v podstatě při horizontálním proudění přes vertikální odstraňovač mlhy 140. Vysoké rychlosti plynů ve vertikálním vypíracím oddílu 110 mají dále tu výhodu, že lépe fluidují kapičky vypírací suspenze, čímž se každé kapičce při dané výšce kolony prodlouží čas styku se spalinami. Vyčištěný a odmlžený plyn se může vypouštět potrubím 150.

Jestliže se neučiní opatření v souladu s tímto vynálezem, při vysokých rychlostech plynu požadovaných pro zlepšení procesu odsíření kouřových plynů se mohou vyskytnout problémy s tvorbou usazenin na stropě 102 kolony, kde se unášená kapalina suspenze může shromažďovat a není oplachována nebo odváděna pryč z povrchu.. Unášená suspenze se může rychle stát přesycenou síranem vápenatým, čímž dochází ke srážení usazeniny sádrovce, která může narůst do velké tloušťky. Taková velká vrstva usazeniny může zvýšit pokles tlaku v pračce a může způsobit, že se velké kusy usazeniny odlomí a spadnou dovnitř sprchové kolony - přitom mohou poškodit příváděče suspenze, dýzy nebo podpůrné konstrukce a případně přepadnout přes reakční nádobu 120, odkud se tyto usazeniny mohou dostat recyklovacími čerpadly do příváděčů 112 a 112' a způsobit ucpání sprchových dýz 114.

Použití účinnějších odstraňovačů mlhy místo odlučovače unášené kapaliny by se mohlo považovat za účinné řešení; pro výše uvedené důvody však jsou odstraňovače mlhy většinou neúčinné při vertikálních rychlostech plynu přibližně od 4,5 přibližně do 6,0 m/s.

Bez využití vynálezu jsou vysoké rychlosti nepraktické kvůli usazeninám, které se budou vytvářet na stropu 102.

Dalo by se říci, že jednoduché oplachování stropu 120 a exponovaných povrchů čistou vodou by mohlo stačit k zabránění tvorby usazenin bez využití tohoto vynálezu. I když to skutečně může být účinné, vynález má jiné výhody, kterých nelze dosáhnout prostým oplachováním exponovaných povrchů. Požitím vynálezu se současně dosáhne těchto dalších výhod, čímž se stane oplachování exponovaných povrchů zbytečným.

Podle vynálezu se umístí jednorůchodový odlučovač unášené kapaliny 130 nad a přes vertikální vypírací oddíl 110. Konstrukce a umístění odlučovače unášené kapaliny 130 způsobuje snížení množství kapiček vlhkosti a také mění směr proudění kouřových plynů na takový, který je vhodný pro účinné využití vysoce účinného odstraňovače mlhy s horizontálním prouděním. Odlučovač unášené kapaliny 130 je znázorněn na obr. 2 jako nasměrovaný ve vypírací koloně 100 pod úhlem γ vzhledem k rovině. Bude výhodné, když tento úhel bude z rozsahu přibližně od 10° do přibližně 45° , například kolem 20° .

Výhodná forma odlučovače 130 je znázorněna na obr. 2, kde se využívají jednorůchodové lišty 132 na zachytávání kapiček po jejich nárazu a na stočení plynu do směru nejvhodnějšího pro následující odstranění mlhy a výhodně pro zamezení přímého nárazu na horní stěnu 102 vypírací kolny. Jednotlivé lišty 132 jsou uloženy v rámech 133, přičemž tvoří sestavy 134, 134' atd. Jak je vidět, sestavy se skládají z několika lišt, ale skutečný počet lišt v jedné sestavě se bude měnit v závislosti na požadované hmotnosti každé sestavy přičemž tato hmotnost bude taková, že jeden nebo dva pracovníci údržby budou moci snadno namontovat nebo vymontovat sestavu, když to bude potřebné. Obvykle asi 3 až 6 lišt bude tvořit jednu sestavu. Sestavy jsou umístěny vedle sebe, a tak vytvářejí úplnou sestavu odlučovače unášené kapaliny. Spodní okraje rámu 133 určují spodní povrch 135 sestav 134, atd. Jednotlivé lišty 132 jsou nasměrovány pod úhlem δ k vertikále. Lišta tohoto typu je obvykle obdélníkového tvaru s menším rozměrem přibližně od 15 přibližně do 23 cm a s větším rozměrem přibližně od 60 přibližně do 150 cm. Vzdálenost mezi jednotlivými lištami je obvykle asi od 40 asi do 70% menšího rozměru jednotlivé lišty. Úhel δ bude výhodně v rozsahu přibližně od 35° přibližně do 55° , přičemž přesná hodnota závisí na požadovaném úhlu směru proudění spalin.

Sestavy 134, atd. jsou konstruovány a nasměrovány tak, že usnadňují dokonalé odvedení vody. Jednotlivé sestavy jsou stříškovitě uspořádány, jak je to zřejmé z obrázku. Sestavy 134 atd. jsou výhodně nasměrovány pod úhlem Θ , obvykle v rozsahu přibližně od 120° do 150° a výhodně v rozsahu přibližně od 125° přibližně do 145° (nejvýhodněji kolem 140°). Konstrukce odlučovače unášené kapaliny je uložena na nosnících 136, které vedou kolem každé sestavy. Je možné i jiné uspořádání podpůrných konstrukcí. I když jsou znázorněny na obrázku v obdélníkovém průřezu, vypírací kolna má obvykle kruhový průřez a sestavy budou mít v blízkosti stěn odpovídající tvar.

Konstrukce odlučovače unášené kapaliny 130 umožňuje přímé kontaktní oplachování lišt přes pevné přívodní trubky dýz 137, které mají sprchové dýzy 138 schopné rozstříkovat omývací vodu přímo na lišty shora i zdola. Oplachování se typicky uskutečňuje odděleně, činností každého ostřikovače nebo v postupnosti s jinými, jiná schémata oplachování jsou však možná. Například může být pohodlnější mít současně v činnosti dva ostřikovače. Ostřikovací voda je dostatečně kvalitní a používá se v dostatečném množství, aby snížila množství nasycených rozpuštěných solí na povrchu odlučovače. Běžné intenzity oplachování, když je ostřikovač v činnosti, mohou být kolem 16 až 60 litrů za minutu na m^2 plochy. Oplachování vrchní části odlučovače unášené kapaliny bude obecně stejného rozsahu, ale méně časté než v dolní části. Je výhodné, když se oplachování horní a dolní části sestav provádí pravidelně, tj. v často opakovaných cyklech, aby se zabránilo vytváření usazenin sádrovce. Společně s dobrým odstraňováním vody, které poskytuje stříškovité uspořádání sestav 134 atd. použití ostřikovací vody vysoké kvality a časté oplachování umožňuje prakticky provoz bez vzniku usazenin sádrovce. Postupnost oplachování a kvalita vody se mohou měnit v závislosti na požadavcích procesu odsíření kouřových plynů.

Další stránkou vynálezu je, že účinnost separace v odlučovači unášené kapaliny nemusí být tak vysoká, jako v dosavadních víceprůchodových odlučovačích, protože schopnost změnit směr proudění z vertikálního na horizontální umožňuje použití vysoce účinného odstraňovače mlhy 140 s horizontálním prouděním. Pokud je účinnost odstraňování unášené kapaliny nižší než by se pokládá za žádoucí pro kolony na mokré

čištění, odlučovač unášené kapaliny způsobuje jen velmi malý pokles tlaku, např. menší než přibližně 3,8 mm vodního sloupce, odstraní nebo pospojuje do větších kapek až 40 % kapiček menších než 100 μm a má další výhody týkající se možnosti čištění, odstraňování vody, jednoduchosti údržby, trvanlivosti, nasměrování proudění plynu od povrchové horní stěny a stropu kolony a relativně rovnoměrného nasměrování proudění plynu k vysoce účinnému odstraňovači mlhy 140 s horizontálním prouděním. Je výhodné, když je odstraňovač mlhy 140 příhradkového typu, např. jako klikatá příhrádka typu popsaného v článku Jones a kol.

Jiné praktické provedení je znázorněno na obr. 3 a ukazuje jednu sestavu 334 lamel 332 osazených v diagonálním směru ve tvaru plochého panelu uloženého v rámu 333. Lamely jsou nasměrovány pod úhlem α (např. asi od 15° do asi 40° , výhodně kolem 20°) vzhledem k rámu a pod podobným úhlem jako v praktickém provedení podle obr. 2.

Je důležité si povšimnout, že sestavy lamel znázorněny na obr. 3 nejsou sestavami stříškového tvaru, ale jsou jejich promítnutím v ploše mezi nosníky 136. Dobré odvádění vody je usnadněno gravitací působící na zachycené kapičky podél odvodňovací dráhy dané úhlem α a úhlem α .

Následující popis se zaměřuje na výhodné praktické provedení znázorněné na obr. 4, který ukazuje protiproudový vápencový provoz mokrého čištění s jednoduchým cyklem otevřené kolony na odstranění oxidů síry, hlavně SO_2 z produktů spalování. Z následujícího popisu však bude zřejmé, že aspekty tohoto vynálezu budou výhodné i u jiných typů praček

Schéma procesu podle obr. 4 znázorňuje zpracování spalin po čištění, např. na elektrostatickém nebo textilním filtru (nejsou znázorněny) které prakticky odstraní unášené tuhé částice. Čištěný kouřový plyn se pak vede potrubím 421 do výměníku tepla 431, který má spodní část 432 a horní část 433. Spodní i horní část mají přívody plynu (434, 437) a vývody plynu (435, 436). Poměrně teplý plyn (např. přibližně od 420° do přibližně 175°C) ohřívá vnitřní rotor výměny tepla 438 (znázorněný čárkovaně), který má vnější povrch na výměnu tepla. Rotor 438 se otáčí kolem vodorovné osy rotace 438, což umožňuje pohyb

povrchu rotoru na výměnu tepla ve svislé rovině mezi horní a dolní částí. Teplo odebrané přiváděnému kouřovému plynu se tímto způsobem používá na zpětný ohřev vyčištěného kouřového plynu do horní části 433 přes přívod 437 a ovládného přes vývod 436 předtím, než se vypustí přes potrubí 422 do komína (není znázorněn)

Po odvedení plynu vývodem 435 v dolní části se kouřový plyn obsahující SO_x přivádí do vypírací kolony 400, ve které proudí vzhůru, protiproudově k rozstříkované vodní suspenzi obsahující jemnozrnný vápenec, která se přivádí do vertikálního vypíracího oddílu 410 soustavou sprchových dýz. Z vypíracího oddílu 410 pokračuje plyn přes výstupní potrubí 420 plynu. Kolona je uspořádána tak, aby kouřový plyn proudil vzhůru přes vertikální vypírací oddíl. Vypírací suspenze, která padá přes vertikální vypírací oddíl 410 se shromažďuje ve reakční nádobě 430. Celková výška sprchové kontaktní zóny 411 ve vypíracím oddílu 410 je menší než 6 metru.

Vápenec je výhodnou formou uhličitanu vápenatého, ale když je to nutné, může být nahrazen jinou formou. Kromě vápence jsou jinými formami uhličitanu vápenatého ulity, ústřic, aragonit, kalcit, křída, mramor, slín a travertin. Může se těžit nebo vyrábět. V tomto popisu se pojmy uhličitán vápenatý a vápenec používají zaměnitelně.

Vápenec je jemnozrnný a v této formě se získá výhodně mletím, přičemž se dosáhne vážený průměr částic kolem 10 μm a nejvýhodněji 8 μm nebo méně, přičemž 99 hmotnostních % nebo více částic je menších než 44 μm . Toto je dobré pro mokré čištění v otevřené koloně s protiproudovým tokem vápencové suspenze, přičemž běžnější stupeň vymletí podle dosavadního stavu techniky má vážený průměr 15 μm nebo méně, s 90 nebo více hmotnostními % částic menších než 44 μm . V dalším protikladu k dosavadnímu stavu techniky je významné, že výhodný stupeň mletí podle tohoto vynálezu poskytuje částice s váženou střední velikostí menší než přibližně 6 μm , přičemž přibližně 99,5 hmotnostních % částic je, menších než 44 μm . Mletí na tuto výhodnou velikost má několik předností, zvláště tehdy, když se suspenze v reakční nádobě zpracuje v hydrocyklonu, kde se oddělí sádrovec a zakoncentruje se uhličitán vápenatý s ještě jemnějšími částicemi, jak je popsáno níže.

Vertikální vypírací oddíl 410 obsahuje soustavu sprchových zařízení, která jsou v něm namontována. Soustava je přizpůsobena na přivádění rozprášené vodní suspenze jemnozrnného uhličitanu vápenatého, síranu vápenatého, siřičitanu vápenatého a nereaktivních tuhých látek tak, aby klesala přes kolonu protiproudově k proudění kouřového plynu. Obrázek znázorňuje skupinu sprchových dýz, která, jak je vidět, se skládá ze tří nosičů 412, 412' a 412'' dýz.

Dýzy jsou výhodně uspořádány tak, že vzdálenost mezi nimi je méně než asi 2 m a směr proudění ze sousedních dýz je střídavě dolů a nahoru. Zmenšením prostoru mezi dýzami, snížením počtu úrovní dýz, které se používají v určitém čase (výhodně na 2) a zvýšením rychlosti proudění plynu nahoru přes vertikální vypírací oddíl je možné udržet výšku kolony ve sprchové kontaktní zóně menší než 6 m, výhodně v rozsahu asi 4 až asi 6 m (měřeno od horní části přívodního potrubí pro dolní část nakloněného odlučovače unášené kapaliny 440 a označena v nákresu jako II).

Výhodné uspořádání dýz tohoto typu je popsáno ve společně projednávané přihlášce vynálezu US č 08/257,160 podané zde uvedenými původci 9. 6. 1994, která je zde zařazena v celku jako literární odkaz.

Reakční nádoba 430 je umístěna pod soustavou sprchových zařízení, která umožňuje shromažďování suspenze po periodě styku s kouřovým plynem ve sprchové kontaktní zóně 411. Reakční nádoba 430 má výhodnou velikost pro uskutečnění reakce rozpuštěného SO_2 s rozpuštěným kyslíkem za vzniku síranu, přičemž síran pak reaguje s rozpuštěnými iony vápníku za vzniku krystalů sádrovce s váženým středním průměrem částic nejméně 2-krát a výhodně od 5-krát do 10-krát větším než jsou částice uhličitanu vápenatého při jeho dávkování.

Díky rozdílu ve velikostech částic mezi uhličitanem vápenatým a sádrovcem a díky prostředkům použitým na oddělení sádrovce a zakoncentrování uhličitanu vápenatého, jak bude podrobně vysvětleno dále, koncentrace tuhého uhličitanu vápenatého, se může zvýšit asi o 20 až 50% nad koncentraci dosažitelnou v protiproudových zařízeních dosavadního typu. Další výhodou vynálezu je, že suspenze bude mít vyšší stechiometrický poměr

vápníku k síře než je to v dosavadních systémech. Obvykle alespoň 1,3 a výhodně kolem 1,4 nebo více.

Oxidy síry ve spalinách se absorbují ve vodní fázi suspenze ve vertikálním vypíracím oddíle 410 a reagují s použitelnou alkalitou ve formě hydroxidových ionů za vzniku hydrogensířičitanu, který může částečně oxidovat ve vypíracím oddílu 410 a téměř úplně oxidovat v reakční nádobě 430 za vzniku síranu. Alkalita v zásadě souvisí s rozpouštěním uhličitanu vápenatého, který se nachází ve vypíracím oddíle 410 a v reakční nádobě 430.

Běžně se pro zajištění dostatečné reakce přivádí kyslík, i když určité množství kyslíku lze získat i ze samotného kouřového plynu ve vypíracím oddílu 410. Reakce proběhne do jisté míry v klesajících kapičkách, ale urychlí se hlavně v reakční nádobě 430, ve které se shromažďuje suspenze. Novým a zlepšeným rysem vynálezu je skutečnost, že se čas zdržení v reakční nádobě sníží z běžné komerční hodnoty kolem 15 hodin na asi 6 hodin. Snížení času zdržení v reakční nádobě má řadu výhod z hlediska jednoduchosti provozu, velikosti zařízení a kvality sádrovce jako vedlejšího produktu.

Je výhodné, je-li hodnota pH suspenze v reakční nádobě 430 v rozsahu přibližně od 5,0 do přibližně 6,3, nejvýhodněji přibližně od 5,8 do 6,3. Vyšší pH naznačuje vyšší použitelnou alkalitu v kapalině suspenze a odpovídající vyšší kapacitu pro absorpci SO_2 . Je výhodou tohoto vynálezu, že díky tomu, že uhličitan vápenatý se přidává ve formě jemných částic a recykluje se, také ve formě jemných částic, lze dosáhnout vyšší použitelné alkality. Nízké pH se obvykle používá v systémech dosavadní techniky ke zvýšení rychlosti reakce uhličitanu vápenatého, avšak snižuje to obvykle absorpci SO_x ve vypíracím oddíle 410 kvůli snížení použitelné alkalitě. Malý rozměr částic poskytuje zvýšenou použitelnou alkalitu i při nižším pH než se požaduje, čímž do značné míry kompenzuje vliv nízkého pH na vypírací kapacitu suspenze.

S reakční nádobou 430 a se soustavou sprehových zařízení umístěných ve vertikálním vypíracím oddílu 410 je spojeno zařízení pro dávkování rozstřikovací suspenze, které se skládá nejméně z jednoho čerpadla 422 a příslušného potrubí 424 pro odebírání suspenze

z reakční nádoby 430 a pro dopravování suspenze k soustavě zařízení umístěných ve vypíracím oddílu.

Vyčištěné spaliny se zbaví podstatné části unášených kapiček a směr jejich proudění se odkloní v odlučovači unášené kapaliny 440 a pak v odstraňovači mlhy 450. Objemové proudění spalin se změní z vertikálního na téměř horizontální. Vyčištěné a mlhy zbavené spaliny se pak mohou přivádět do výměníku tepla 431 dopravou přes potrubí 460 do horního přívodu 437.

Bude výhodné, když pračky podle tohoto vynálezu budou obsahovat jednopřechodový odlučovač unášené kapaliny 440, který účinně snižuje množství kapiček vlhkosti a také mění směr proudění kouřových plynů na takový, který je vhodný pro efektní využití odstraňovače mlhy s horizontálním prouděním. Odlučovače unášené kapaliny tohoto typu jsou popsány výše.

Vzduch ve vedení 470 usnadňuje dodávání kyslíku na oxidaci siřčitanu vápenatého na síran vápenatý. Je výhodné, když se obsah nádoby míchá běžným způsobem, který není na obrázku znázorněn.

K reakční nádobě 430 je připojen hydrocyklon 480, který se užívá na odstranění části suspenze z reakční nádoby 430 pro účely zakoncentrování jemných částic uhličitanu vápenatého pro jejich recyklování a pro oddělení sádrovce. Hydrocyklon 480 rozděluje suspenzi reakční nádoby na recyklovaný proud 482 bohatý na malé částice uhličitanu vápenatého a na druhý proud 484 obsahující většinou poměrně větší částice síranu vápenatého. Je výhodné, když se odstraňovaná kapalina odebírá z recyklovaného materiálu, jmenovitě z recyklovaného proudu 482. Toto je zde znázorněno jako vypouštěcí potrubí 485.

Je výhodné, když stechiometrický poměr vápníku k síře v recyklovaném proudu 484 bude v rozsahu přibližně od 1,2 do 2,0, nejvýhodněji přibližně od 1,3 přibližně do 1,4. Koncentrace suspendovaných tuhých látek v recyklovaném proudu bude běžně v rozsahu přibližně od 1 do přibližně 10 hmotnostních %, nejtýpicetěji přibližně od 2 do přibližně 6 %.

Oddělení většiny síranu vápenatého od vápence pomocí hydrocyklonu 482 společně se značným zvýšením stechiometrického poměru a využitelné alkality také snižuje obsah tuhých látek v suspenzi.

Uvedený popis slouží pro účely seznámení osob s běžnou praxí v daném oboru, jak uvést vynález do praxe, a není zaměřený na popis podrobností všech jeho jemných změn a variací, které jsou zjevné pro zkušeného pracovníka při četbě tohoto popisu. Je však určen k tomu, že všechny zřejmé změny a variace budou zahrnuty do předmětu vynálezu, který je vymezen následujícími nároky. Smyslem nároků je pokrýt nárokové prvky a kroky v libovolném provedení nebo postupnosti, které fungují tak, že splňují očekávané cíle, pokud souvislosti výslovně nenaznačují opak.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Zdokonalený způsob mokrého čištění na snížení koncentrace SO_2 v kouřových plynech, **vyznačující se tím**, že zahrnuje:
 - (a) usměrnění proudění kouřového plynu vzhůru přes vypírací kolonu;
 - (b) uvedení rozprášených kapiček vodní suspenze jemnozrnného uhličitanu vápenatého, síranu vápenatého, siřičitanu vápenatého a jiných nereaktivních inertních látek do styku s kouřovým plynem ve vertikálním vypíracím oddíle, přičemž suspenze klesá přes kolonu protiproudově k proudění kouřového plynu a po styku se shromažďuje jako kapalina; a
 - (c) průchod kouřového plynu přes jednopřechodový odlučovač unášené kapaliny umístěný nad a přes vertikální vypírací oddíl pod takovým úhlem, který je vhodný ke snížení anebo konsolidaci podstatného množství kapiček unášených plynem a též na odklonění směru proudění kouřového plynu od vertikály
2. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že odlučovač unášené kapaliny účinně snižuje množství kapiček o nejméně 40 % a mění směr proudění kouřových plynů nejméně o 45° od vertikální osy kolony.
3. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že kouřových plynů přechází přes odstraňovač mlhy s horizontálním prouděním a s dobrým odváděním vody, který je zařazen za odlučovačem unášené kapaliny.
4. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že vertikální objemová rychlost plynu je větší než v podstatě 4,5 metru za sekundu.
5. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že odlučovač unášené kapaliny je orientovaný vůči horizontále ve vypírací koloně pod úhlem, který je v rozsahu v podstatě od 10° do 45° .
6. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že odlučovač unášené kapaliny způsobuje pokles tlaku menší než v podstatě 3,8 milimetrů vodního sloupce a odstraní nebo způsobí

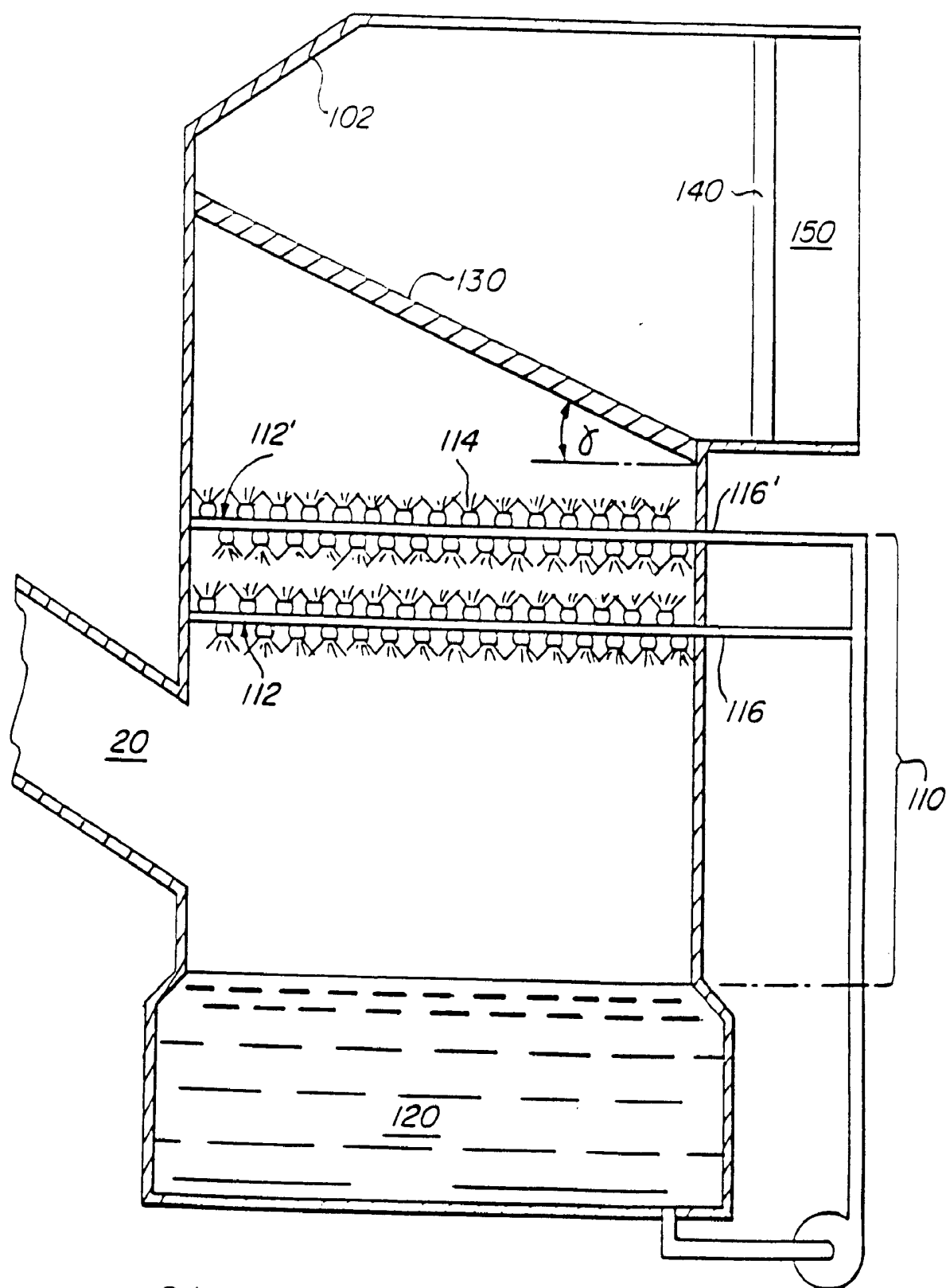
shluknutí nejméně 40 % kapiček, které mají střední průměr podle Sautera menší než v podstatě 100 μm .

7. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že odlučovač unášené kapaliny využívá jednopráchodové lišty odlučovače na zachycování kapiček nárazem a na stočení plynu do nejvhodnějšího směru pro následující odstranění mlhy, přičemž jednotlivé lišty jsou uloženy navzájem rovnoběžně v každé z více sestav.
8. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že odlučovač unášené kapaliny zahrnuje jednotlivé jednopráchodové lišty odlučovače, přičemž uvedené jednotlivé lišty jsou uloženy tak, že tvoří sestavy, a uvedené jednotlivé lišty jsou nasměrovány pod úhlem v rozsahu v od 35° do 55° vůči vertikále a typická vzdálenost mezi jednotlivými lištami bude v podstatě od 40 do 70% menšího rozměru jednotlivých lišt.
9. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že se odlučovač unášené kapaliny skládá z více sestav jednotlivých lišt, přičemž uvedené sestavy jsou navzájem vůči sobě orientované pod úhlem v rozsahu v podstatě od 120° do 150° , čímž uvedené sestavy vytvoří stříškovité uspořádání.
10. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že se lišty oplachují periodicky stříkáním omývací vody přímo na lišty shora i zdola.
11. Zařízení pro styk plynu s kapalinou **vyznačující se tím**, že zahrnuje vertikální vypírací oddíl a jednopráchodový odlučovač unášené kapaliny umístěný nad a přes uvedený vypírací oddíl takovým způsobem, který je účinný pro snížení množství kapiček unášených plynem a pro změnu směru proudění kouřových plynů na takový, který je vhodný k účinnému využití odstraňovače mlhy s horizontálním prouděním a s dobrým odváděním vody.
12. Zařízení podle nároku 11, **vyznačující se tím**, že odlučovač unášené kapaliny účinně snižuje množství kapiček vlhkosti o nejméně 40% a mění směr proudění kouřových plynů nejméně o 30% od vertikální osy kolony.

13. Zařízení podle nároku 11, **vyznačující se tím**, že je tímto zařízením protiproudová vápencová otevřená kolona mokrého čištění s jednoduchým cyklem a obsahuje alespoň odlučovač unášené kapaliny a vertikálně orientovaný odstraňovač mlhy, přičemž uvedený odlučovač unášené kapaliny účinně snižuje množství kapiček vlhkosti o nejméně 40% a též mění směr proudění kouřových plynů o nejméně 30° vůči vertikální ose kolony.
14. Zařízení podle nároku 11, **vyznačující se tím**, že odlučovač unášené kapaliny je orientovaný pod úhlem v rozsahu v podstatě od 10° do 45° vůči horizontále ve vypírací koloně.
15. Zařízení podle nároku 11, **vyznačující se tím**, že odlučovač unášené kapaliny zahrnuje více jednopřechodových lišt odlučovače, které účinně zachycují kapičky nárazem a stáčí plyn do směru nejvhodnějšího pro následující odstranění mlhy, přičemž uvedené jednotlivé lišty jsou uloženy navzájem rovnoběžně v každé z vícero sestav a uvedené jednotlivé lišty jsou orientovány pod úhlem v rozsahu v podstatě od 35° do 55° vůči vertikále.
16. Zařízení podle nároku 15, **vyznačující se tím**, že uvedené jednotlivé lišty jsou obdélníkového tvaru s menším rozměrem v podstatě od 15 do 23 centimetrů a s větším rozměrem v podstatě od 60 do 150 centimetrů.
17. Zařízení podle nároku 16, **vyznačující se tím**, že typická vzdálenost mezi jednotlivými lištami bude v podstatě od 40 do 70% menšího rozměru jednotlivých lišt.
18. Zařízení podle nároku 17, **vyznačující se tím**, že odlučovač unášené kapaliny zahrnuje vícero sestavy jednotlivých lišt.
19. Zařízení podle nároku 18, **vyznačující se tím**, že sestavy jednotlivých lišt jsou výhodně orientované vůči sobě pod úhlem v rozsahu v podstatě od 120° do 150° a vytvářejí stříškovité uspořádání.
20. Zařízení podle nároku 11, **vyznačující se tím**, že dále zahrnuje prostředky pro rozstříkávání na oplachování lišt ostříkáváním omývací vodou přímo na lišty shora i zdola.

21. Způsob snížení koncentrace SO_2 v kouřovém plynu mokrým čištěním, **vyznačující se tím**, že zahrnuje:
- (a) přenos tepla z kouřového plynu obsahujícího SO_x , který byl zbavený unášených tuhých látek, vedením uvedeného plynu přes přívod do spodní části vertikálně orientovaného rotačního výměníku tepla s horizontální hřídelí, přičemž tento výměník tepla má spodní část a horní část, každou z nich s přívodem a odvodem plynu, a rotor na výměnu tepla s vnějším povrchem na výměnu tepla s horizontální osou rotace, která umožňuje, aby se povrch na výměnu tepla rotoru pohyboval ve vertikální rovině mezi horní a spodní částí;
 - (b) nasměrování kouřového plynu tak, aby proudil vzhůru přes protiproudovou otevřenou vypírací kolonu s jednoduchým cyklem, která má výšku vypírací zóny menší než 6 metrů;
 - (c) zavedení rozprašené vodní suspenze uhličitanu vápenatého, síranu vápenatého, siřičitanu vápenatého a nereaktivních tuhých látek tak, aby klesaly přes kolonu protiproudově k proudění kouřového plynu, aby se kouřový plyn zbavil SO_x a získal se očištěný kouřový plyn, přičemž uvedený uhličitan vápenatý má váženou střední velikost částic menší než asi $10\ \mu\text{m}$;
 - (d) shromažďování suspenze v reakční nádobě, v které se umožní krystalům síranu vápenatého růst dotud, až vážený střední průměr krystalů síranu vápenatého je nejméně 2-násobkem průměru krystalů uhličitanu vápenatého při jeho dávkování před oddělením krystalů síranu vápenatého a přivedením recyklovaného proudu zpět do vypírací zóny, a udržování pH suspenze v reakční nádobě v rozsahu v podstatě od 5,0 do 6,3; a
 - (e) vedení proudu kouřového plynu vrchní části kolony přes horní část uvedeného výměníku tepla, aby došlo k přenosu tepla z kouřového plynu obsahujícího SO_x na očištěný kouřový plyn.
22. Způsob podle nároku 21, **vyznačující se tím**, že střední velikost částic jemnozrného uhličitanu vápenatého při jeho dávkování je menší než v podstatě $8\ \mu\text{m}$.
23. Způsob podle nároku 21, **vyznačující se tím**, že molární poměr vápníku k síře v recyklovaném proudu je větší než v podstatě 1,3

24. Způsob podle nároku 21, **vyznačující se tím**, že suspenze odebrané z reakční nádoby vede do hydrocyklonu, kde se získá recyklovaný proud bohatý na malé částice uhličitanu vápenatého, který se vrací zpět do reakční nádoby, a proud bohatý na relativně větší částice síranu vápenatého, který se odstraňuje.
25. Způsob podle nároku 24, **vyznačující se tím**, že molární poměr vápníku k síře v recyklovaném proudu je větší než v podstatě 1,3, vážená střední velikost částic jemnozrnného uhličitanu vápenatého je menší než v podstatě $8\text{ }\mu\text{m}$, vážená střední velikost částic uhličitanu vápenatého v reakční nádobě je v podstatě od 2 do $6\text{ }\mu\text{m}$ a rozprášená suspenze se přivádí z dýz ve dvou úrovních.
26. Zařízení na mokré čištění pro snížení koncentrace SO_x v kouřových plynech, **vyznačující se tím**, že zahrnuje:
- (a) výměník tepla, který má spodní a horní část, každou z nich s přívodem a odvodem plynu, a rotor výměníku tepla s vnějším povrchem na výměnu tepla s horizontální osou rotace, která umožňuje, aby se povrch na výměnu tepla rotoru pohyboval ve vertikální rovině mezi horní a spodní částí;
 - (b) kolonu na mokré čištění, která obsahuje potrubí na přívod plynu, potrubí na odvod plynu a vertikální vypírací oddíl, přičemž výška sprechové kontaktní zóny od horní části přívodního potrubí po spodní část odlučovače unášené kapaliny je menší než 6 m;
 - (c) soustavu sprechových zařízení umístěných v uvedeném vypíracím oddílu přizpůsobených k rozstříkávání vodní suspenze jemnozrnného uhličitanu vápenatého, síranu vápenatého, sičitanu vápenatého a nereaktivních tuhých látek tak, aby klesala přes kolonu protiproudově k proudění kouřového plynu; a
 - (d) potrubí na dopravu proudu kouřového plynu obsahující SO_x přes přívod na spodní části uvedeného rotačního výměníku tepla a ven přes vývod v této části a na vedení proudu kouřového plynu z horní části kolony přes přívod v horní části uvedeného výměníku tepla, aby došlo k přenosu tepla z kouřového plynu obsahujícího SO_x na vyčištěný kouřový plyn, a ven přes vývod v této části.

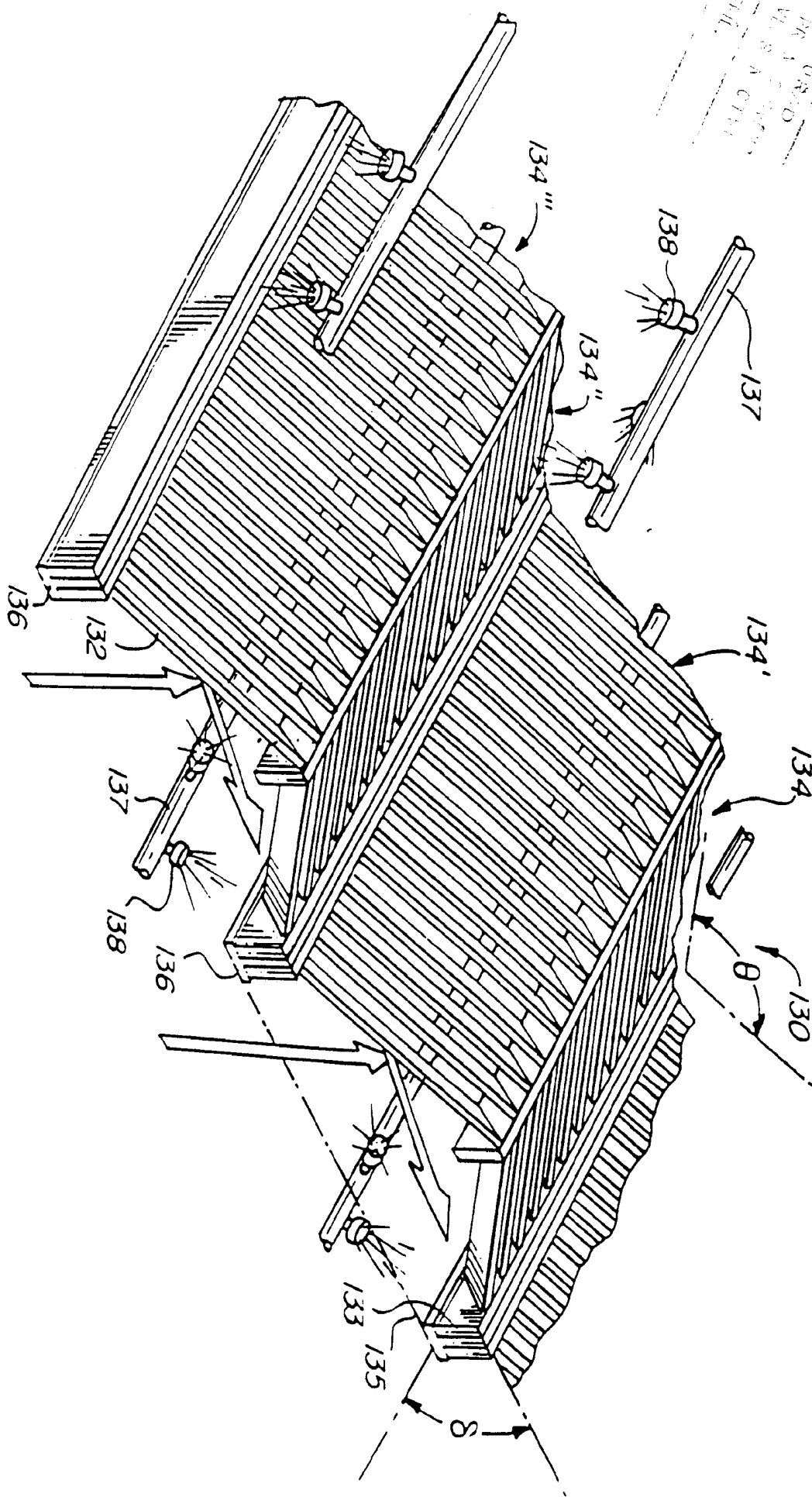


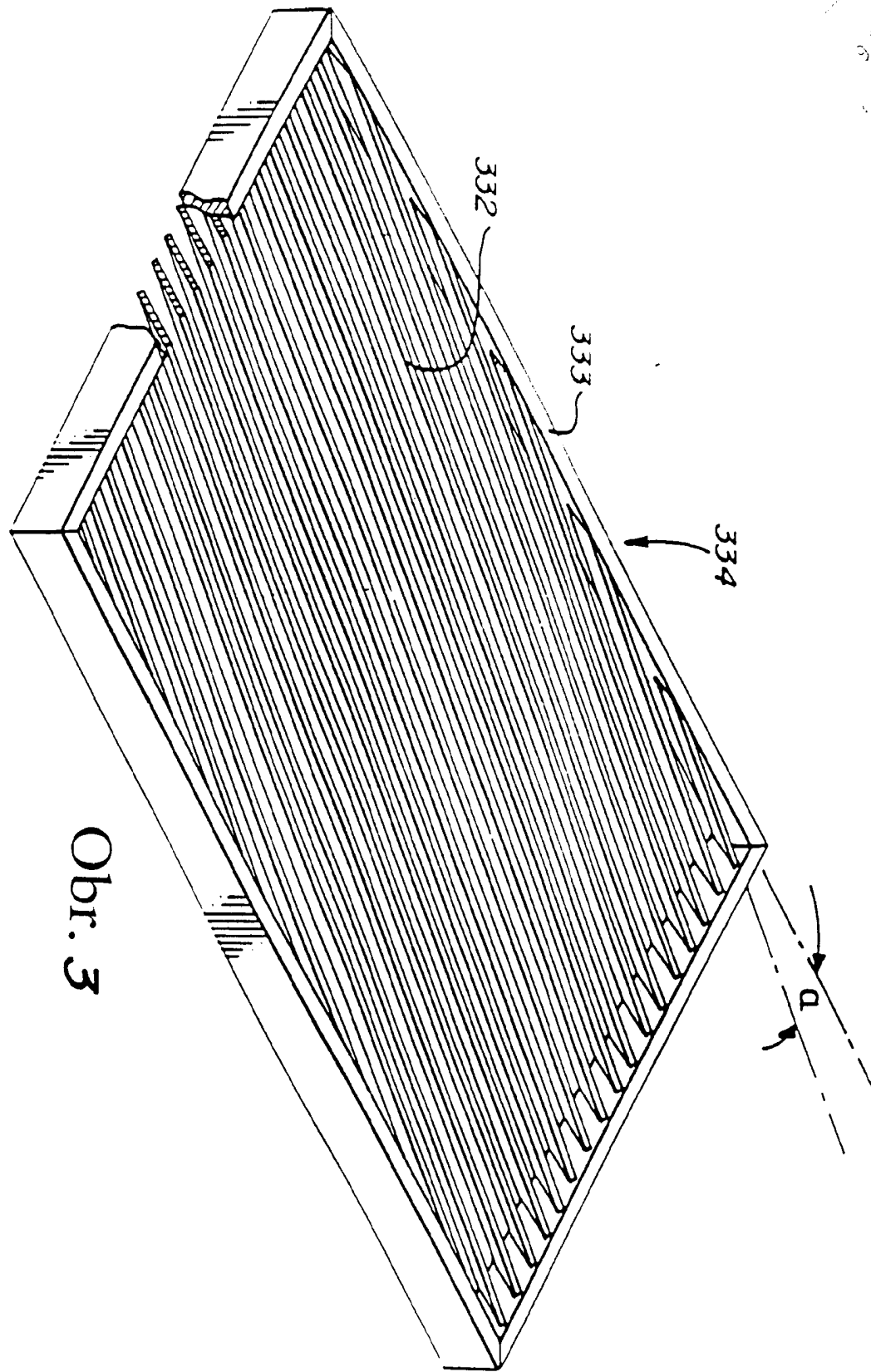
Obr. 1

U.S. PATENT
OFFICE
WASHINGTON, D.C. 20540
FILED

02 XI 96
POSITO

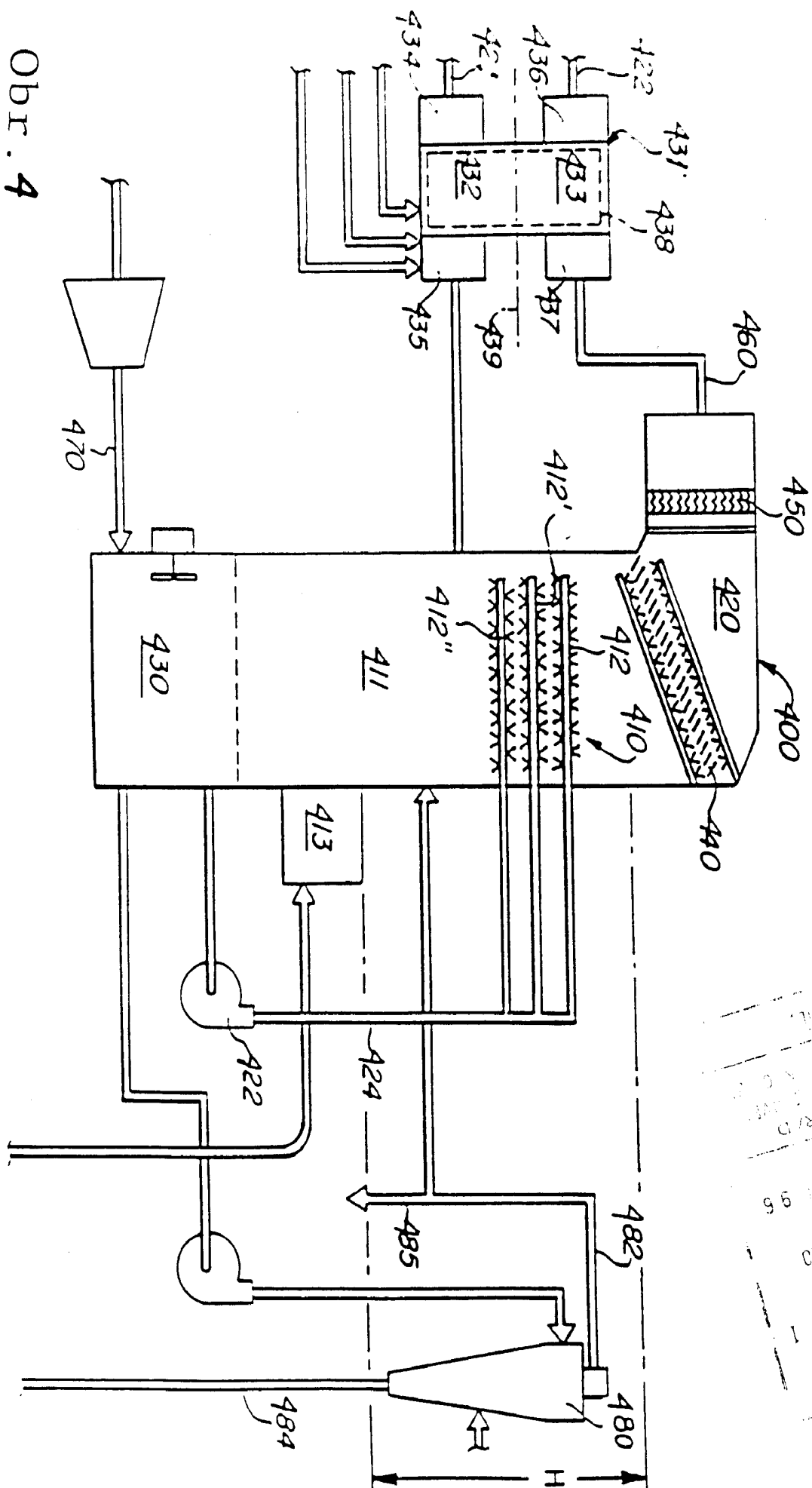
Obi. 2





Obi. 3

Handwritten notes and a stamp in the top right corner. The stamp includes the text "RECEIVED" and "FEB 11 1995".



Obt. 4

