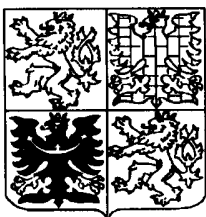


ČESKÁ  
REPUBLIKA

(19)



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

# ZVEŘEJNĚNÁ PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

(12)

(21) 2820-95

(13) A3

6(51)

B 01 D 53/60

(22) 27.10.95

(32) 04.11.94

(31) 94/334502

(33) US

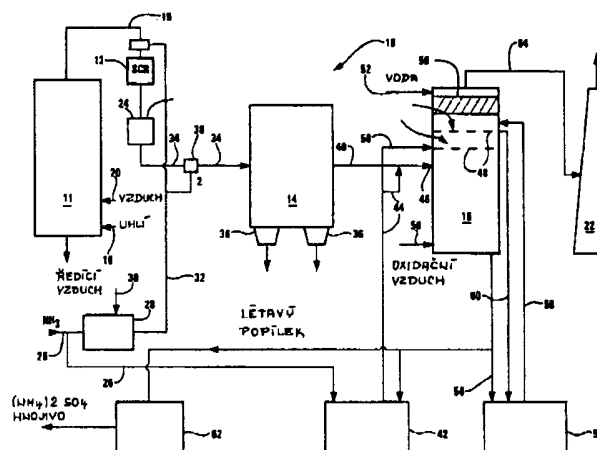
(40) 15.05.96

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

(72) Bhat Pervaje A., North Canton, OH, US;  
Tonn Donald P., Copley, OH, US;

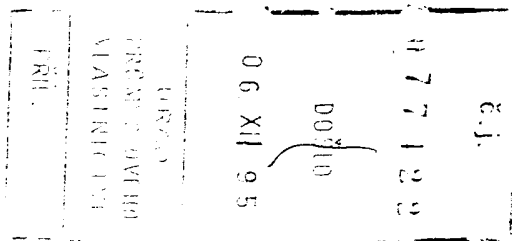
(54) Zařízení pro zpracování kouřových plynů

(57) Zařízení sestává ze selektivní katalytické redukční jednotky (12) se vstřikováním amoniaku, která redukuje oxidy dusíku, z elektrostatického precipitátoru (14) se vstřikováním amoniaku a odsiřovací jednotky (16) se vstřikováním amoniakálního reakčního činidla. Zařízení dále obsahuje vedle propojovacích potrubí vzduchový ohřívač (24), regulátor (38), recirkulační zásobníky (42, 54) a skladovací zásobník (62).



Použití amoniakálního činidel pro regulaci oxidů dusíku, oxidů síry a partikulárních emisí

### Oblast techniky



Vynález se obecně týká systémů pro odstraňování oxidů dusíku a oxidů síry a pevných částic určených pro kotle na spalování fosilních paliv a zejména systémů používajících amoniakálních činidel.

### Známary stav techniky

Vedlejšími produkty jsou komínové plyny, které vznikají při spalování fosilních paliv a popílek, který vzniká ve značném množství při spalování uhlí a v menším množství při spalování ropy.

Kouřové plyny obsahují pevné částice stejně jako určité plynné produkty spalování, které pokud se vypustí ve větším množství způsobují znečištění vzduchu. Komínové plyny obsahují komínové plyny obsahují oxid uhelnatý a uhlíkové částice. Problém komínových plynů způsobují v podstatě létavý popílek a kyslíky síry a dusíku.

Komíny se úspěšně používají pro rozptýlení plynů a suspendovaných pevných částic na velké ploše. Jejich výška se zvyšuje se zvýšením velikosti jednotek. Komíny, jejichž výška je 365 metrů, se používají v úzkých údolích, kde je žádoucí rozptýlit plyny za kopce, které toto údolí obklopují.

I když jsou komíny účinné v rozptylování plynů, může se stát, že se v oblastech s velkou koncentrací průmyslu atmosféra při stagnaci vzduchu těmito rozptýlenými plyny přesytí. Účinek je zejména nežádoucí během vlhkých mlhavých dní, kdy se kouř kombinuje s mlhavým oparem. Takže pokud celkové vypouštěné spaliny dosáhnou určitého množství, komín samotný nemůže poskytnout adekvátní opatření pro zdraví a pohodlí komunity a proto je žádoucí poskytnout určité zařízení pro odstraňování pevných částic, oxidů dusíku ( $\text{NO}_x$ ) a oxidů síry ( $\text{SO}_x$ ).

Značné problémy spojené s odstraňováním částic neboli popele vznikají zejména v případě spalování paliva, jakým je například uhlí. K odstraňování těchto pevných částic z uvedeného komínu se používají elektrostatické precipitátory a další partikulární sběrná zařízení.

Odstraňování částic je třeba provádět zejména u kotlů spalujících rozprášené uhlí, ve kterých probíhá celé hoření v suspenzi, což má za následek, že přibližně 80 až 90% popílku zůstane ve spalinách. Pokud má uvedený čistící komín plnit funkci vysoce účinného partikulárního sběrného zařízení, je obecně žádoucí, aby odstraňoval ze spalin vypouštěných jednotkami, ve kterých se palivo spaluje v suspenzi, létavý popílek. Nejšíře používanými a výhodnými částicovými kolektory jsou elektrostatické precipitátory.

Elektrostatické precipitátory poskytují částicím, které mají být sebrány, elektrostatický náboj a následně ženou částice nabité elektrostatickými silami na sběrné závěsy. Provoz precipitátoru zahrnuje čtyři základní kroky:

1. Udržování intenzivního vysokonapěťového elektrického pole mezi výbojovou elektrodou a sběrnými záclonami.

2. Ionizování nosných plynů intenzivním elektrickým polem, přičemž tyto plynové ionty zase nabijí unášení částice.

3. Záporně nabitě částice, stále v přítomnosti elektrostatického pole, jsou přitahovány ke kladně nabitým (uzemněným) sběrným záclonám.

4. Nahromaděný prach se proklepáváním vypustí do skladovacích násypek.

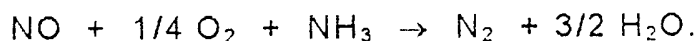
Sběrná účinnost uvedeného elektrostatického precipitátoru závisí na době, po kterou jsou uvedené částice vystaveny působení elektrostatického pole, síle pole a odolnosti prachových částic. U elektrostatických precipitátorů se při obecně přijatelné ceně v porovnání s ostatními typy zařízení dosahuje účinnosti vyšší než 99%.

Za účelem splnění běžných nízkých emisních norem (0,03-0,1 lb/10<sup>6</sup> Btu) a za účelem zvýšení účinnosti shromažďování částic byla tato technologie zlepšena úpravou a použitím elektrostatických precipitátorů se sofistikovou konstrukcí. Do uvedeného precipitátoru mohou být zpravidla bez rozsáhlé modifikace vstřikovány oxid sirový (SO<sub>3</sub>) a/nebo amoniak (NH<sub>3</sub>). Regulace rovnoměrného vstřikování NH<sub>3</sub> a distribuce proudu spalin uvnitř precipitátoru jsou důležité pro redukování partikulárních emisí. Pro jednotky spalující uhlí, se pro účely

úpravy spalin a pevných částic zpravidla používá 2-10 ppm NH<sub>3</sub> ve spalinách, což je množství, které současně vylučuje zvyšování množství shromážděného létavého popílku, který má být zneškodněn, o přebytečný NH<sub>3</sub>. Toto amoniakální vstřikování má za následek účinnější odstraňování pevných částic stejně jako částečné odsíření množství SO<sub>x</sub> v důsledku reakce s SO<sub>3</sub>. U naftu spalujících jednotek, reaguje NH<sub>3</sub> s SO<sub>3</sub> za vzniku pevných částic, čímž se zabraňuje kyselým kyslíčným emitovat z komínu do atmosféry.

Elektrostatické precipitátory jsou zpravidla umístěny za vzduchovým ohřivačem a SCR (selektivní katalytickou redukční) jednotkou. Tato jednotka se používá pro odstranění NO<sub>x</sub> a pro redukování NO<sub>x</sub> používá amoniak ve spojení s katalytickým ložem.

SCR katalyzátor je zpravidla komerčně vyvinutý a prodáváný katalyzátor deskového nebo voštinového typu. Hlavní reakcí v DeNO<sub>x</sub> procesu je:



Za účelem odstranění SO<sub>2</sub> vznikajícího ve spalovacím procesu, jsou uvedené spaliny zpracovány v deskových absorberech s postřikem známých jako spaliny odsiřujících (FGD) jednotkách, které redukuje SO<sub>2</sub> na požadovanou úroveň (80-95% redukce). Tyto jednotky používají sádrovec a v některých případech amoniakální rozstřikovací roztoky.

V současné době Waltherův způsob používá amoniakální FGD jednotku, za kterou následuje SCR DeNO<sub>x</sub> jednotka. Uvedená SCR jednotka je umístěna za FGD skrubrem.

Pořadí odstraňování  $\text{NO}_x$  a  $\text{SO}_x$  a použití elektrostatického srážení pevných částic se u známých postupů mění. Takže i když je v daném oboru použití nezávislého amoniakálního vstřikování v SCR, elektrostatické precipitaci a FGD technologii známé, nebyl do současné doby vyvinut žádný systém, který používá všechny tři systémy postupně vzájemně integrované v příslušném pořádku a uspořádání s dodávkou amoniaku do všech tří systémů z jediného kontrolovaného zdroje amoniaku.

#### Podstata vynálezu

Vynález řeší problémy související s emisními kontrolními systémy známého stavu techniky stejně jako s dalšími systémy tím, že poskytuje emisnímu kontrolnímu systému používajícími čpavek vstřikovaný SCR, elektrostatické vysrážení a FGD, přičemž čpavek se vstřikuje regulovanou rychlostí z jednoho zásobního zdroje amoniaku.

Aby se toho dosáhlo, emisní kontrolní systém vstřikuje amoniak kontrolovaně smísený se vzduchem nebo spaliny do SCR jednotky, která je umístěna na výstupu spalin uvedeného kotle. Uvedené množství čpavku procházející katalytickým ložem SCR jednotky závisí na koncentraci  $\text{NO}_x$  ve spalinách a redukci  $\text{NO}_x$  uvedeného SCR katalytického lože. Nános  $\text{NH}_3$  (přebytek  $\text{NH}_3$  v  $\text{NO}_x$  redukčním procesu) se kontroluje na 2-10 ppm aniž by nežádoucím způsobem ovlivňoval následná zařízení. Teplota SCR se udržuje v rozmezí od 288-399°C.

Spaliny jsou z uvedené SCR jednotky vedeny do elektrostatického precipitátoru. V tomto místě se, pokud je to žádoucí, zavádí do spalin další  $\text{NH}_3$  se vzduchem, před tím než uvedený precipitátor vyčistí plyn při  $148,8^\circ\text{C}$  za účelem zvýšené redukce emisí létavého popílku. Kromě toho  $\text{SO}_3$  vzniklé v SCR systému dále zvyšuje výkon téměř nerentabilních precipitátorů čištěním plynů.

Spaliny z precipitátoru jsou vedeny do FGD jednotky, kam je uvedený  $\text{NH}_3$  vstříkovan v kapalném stavu potom, co se smísí s recirkulující kapalinou z jednotky jako chladicí proud pro chlazení spaliny. Recirkulující směs chladí proud vystupující z precipitátoru přibližně z  $148,8^\circ\text{C}$  na vstupu do uvedené FGD jednotky přibližně na  $54,5^\circ\text{C}$ . V důsledku náhlého ochlazení, většina aerosolů vznikající jako produkt reakce  $\text{SO}_3$  a  $\text{HCl}$  z kondenzuje na vstupu do FGD sestavy. Další amoniak se vstříkuje dle potřeby.

Vzhledem k výše uvedeným zkušenostem je zřejmé, že jedním z cílů vynálezu bude poskytnout integrovaný emisní kontrolní systém využívající vstříkovaný amoniak k redukování  $\text{NO}_x$ , regulaci částic a odstraňování  $\text{SO}_2$ .

Dalším cílem vynálezu by mělo být poskytnout jediný kontrolovaný zdroj amoniaku pro výše zmíněný emisní kontrolní systém.

Tyto a další cíle vynálezu se stanou zřejmějšími po prostudování následujícího popisu výhodného provedení vynálezu ve spojení s doprovodnými obrázky.

Na přiloženém obrázku je schematicky znázorněn emisní kontrolní systém 10 podle vynálezu., který zahrnuje selektivní katalytický reaktor (SCR) 12, elektrostatický precipitátor 14 a odsiřovací jednotka 16 na odsiřování spalin (FGD) sériově spojené s spalinovou výpustí 15 kotle 17. Uvedený kotel 17 generuje teplo hořením fosilních paliv ředěných vzduchem a zaváděný do uvedeného kotle 17 potrubím 18 resp. 20. Vedlejší produkty hoření, které zahrnují částice létavého popílku spolu s  $\text{NO}_x$  a  $\text{SO}_x$ , což jsou znečišťující látky, které musí být v podstatě eliminovány emisním kontrolním systémem 10 před tím, než budou uvedené spaliny vypuštěny komínem 22 do okolní atmosféry, se vypouštějí z kouřové trubky 15.

Uvedený SCR systém 12 je vmontován ve spalinové výpusti 15 uvedeného válce 17 před vzduchovým ohříváčem 24 (myšleno po směru pohybu spalin) a zahrnuje katalytické lože (není znázorněno) před nimž je umístěn rošt se vstříkovaním amoniaku (není znázorněn), který slouží k rovnoměrnému rozstříkovaní směsi amoniaku do spalin, s nimiž má být smíšena, přičemž ke smísení dochází před tím, než směs projde skrze katalytické lože SCR.  $\text{NO}_x$  a amoniak reaguje v uvedeném katalytickém loži za vzniku  $\text{N}_2$  a vody. Uvedený katalyzátor rovněž oxiduje malé množství  $\text{SO}_2$  z  $\text{SO}_x$  na  $\text{SO}_3$ . Taková katalytická lože jsou známá a jsou komerčně dostupná.

Vodný amoniak se dodává do SCR ze skladovacího zásobníku (není znázorněn) potrubím 26 do kontrolního zařízení 28 poměru, který kontroluje, zda byly splněny požadavky týkající se redukce  $\text{NO}_x$ . Uvedený amoniak se odpaří a naředí ředícím médiem dodávaném potrubím 30 v předem určeném ředícím poměru. Ředícím médiem mohou být spaliny z uvedeného kotle



15 nebo horký vzduch, jejichž úkolem je odpařit amoniak. Uvedená směs amoniaku a ředícího média se dodává do vstřikovací sítě SCR potrubím 32 za účelem v podstatě úplné eliminace  $\text{NO}_x$  ze spalin vycházejících výpustí kotle a jejich vypouštění vzduchovým ohřivačem 24, potrubím 34 do elektrostatického precipitátoru 14.

Uvedený elektrostatický precipitátor 14, jehož konstrukce je dobře známá, nabíjí částice létavého popílku zaváděného do tohoto precipitátoru potrubím 34 a shromažďuje je na svých vnitřních sběrných površích. Periodické rozklepání sběrných desek způsobí, že částice létavého popílku usazené na těchto deskách spadnou do násypek 36, ve kterých se hromadí za účelem odvodu za účelem zneškodnění.

Je známo, že výkon takových elektrostatických precipitátorů lze zvýšit ošetřením zaváděného plynu pomocí  $\text{SO}_3$  a amoniaku. Takové ošetření plynu zvýší měrný odpor a soudržnost částic a zvýší účinnost tohoto precipitátoru 14. Jak již bylo uvedeno, na výstupu katalytického lože došlo ke vzniku určitého množství  $\text{SO}_3$ . Na vstup precipitátoru 38 se amoniak přivádí potrubím 34 přes regulátor 38 připojeným k potrubí 2 stejně jako potrubí 32, které obsahuje naředěný amoniak, za účelem smísení tohoto amoniaku s odplynými vypouštěnými z uvedené SCR a tedy nastavení obsahu amoniaku v uvedeném elektrostatickém precipitátoru 14 na 2-10 ppm. Spaliny na výstupu uvedeného precipitátoru 14, které nyní již v podstatě neobsahují oxidy dusíku a částice létavého popílku, jsou zaváděny potrubím 40 do odsířovací (FGD) jednotky 16 za účelem odstranění oxidů síry.

Uvedenou FGD jednotkou 16 je absorber deskového a rozstřikovacího typu, ve kterém dochází k 80% až 95% redukci  $\text{SO}_2$  za použití amoniakálního rozstřikovacího roztoku. Amoniak dodávaný do SCR je rovněž dodáván potrubím 26 do recirkulačního zásobníku 42, ze kterého je amoniakální směs rozstřikována do vstupu 46 uvedené FGD jednotky 16 z potrubí 44. Tento vstřikovaný roztok obsahující amoniak ochlazuje spaliny zaváděné do uvedeného precipitátoru potrubím 40 přibližně ze  $148,8\text{ }^\circ\text{C}$  přibližně na  $54,4\text{ }^\circ\text{C}$ . Toto náhlé ochlazení způsobí, že velké množství aerosolů, které vznikají jako reakční produkty  $\text{SO}_3$  a  $\text{HCl}$  zkondenzuje na vstupu 46 pod absorpčními patry 48. Další amoniak se dodává do uvedených pater 48 potrubím 50. Ochlazené spaliny procházejí skrze patra 48, přičemž každé patro se použije k vypírání  $\text{SO}_2$  ze spalin na základě rovnovážného vztahu par a kapaliny. Vzhledem k odpaření amoniaku, lze koncentrační gradienty kapaliny kontrolovat snadněji než u absorpčních systémů pouze rozstřikovacího typu. Za nepřítomnosti velkého množství rozstřikovaných kapek se jemný mlžný přenašeč v patrové věži redukuje. Do eliminátoru 59 mlhy se zavádí potrubím 52 čerstvá voda, která je vodou na dolití do uvedeného vypíracího systému a která udržuje mlžný eliminátor čistý. Směs amoniaku, vody a reakční produkty se hromadí na dně uvedené FGD jednotky a odtud jsou vypouštěny do recirkulačního zásobníku 54 potrubím 56 odkud se tato směs recirkuluje v FGD jednotce potrubím 50, 58 a 60. Přebytečná kapalná směs se rovněž dodává do recirkulačního zásobníku 42 jako chladicí roztok obsahující amoniak, která má být dodána do uvedené FGD jednotky stejně jako skladovacího zásobníku 62. Dno uvedené FGD jednotky 16 se postřikuje vzduchem, jehož účelem je oxidovat bisulfit-sulfit amonný na síran amonný. Tento roztok síranu amonného ze

skladovacího zásobníku 62 se dále zpracovává do formy pevného granulovaného produktu a prodává se jako umělé hnojivo.

Spaliny odváděné potrubím 40 jsou zpracovány uvedenou FGD jednotkou 16 výše zmíněným způsobem, což má za následek to, že spaliny proudící z potrubí 64 do komína 22 jsou v podstatě prosté oxidů dusíku a síry a neobsahují v podstatě žádné částice.

Je zřejmé, že toto výhodné provedení má pouze ilustrativní charakter a nikterak neovlivňuje rozsah vynálezu, který je jednoznačně určen příloženými patentovými nároky. Podobně lze aplikovat amoniakální reakční činidlo na odpadních plynů za účelem jejich ošetření i v dalších průmyslových oblastech, jakými jsou například v hutě, závody vyrábějící kyselinu sírovou, odpad zpracovávající jednotky (komunální odpadní spalovny) a spalovací systémy s fluidizačním ložem.

## PATENTOVÉ NÁROKY

1. Sestavy na ošetření spalin vypouštěných z kotle, v y z n a č e n á t í m , že zahrnuje:

selektivní katalytickou redukční (SCR) jednotku se vstřikováním amoniaku propojenou s uvedeným kotlem, která redukuje oxidy dusíku ze spalin vypouštěných z kotle;

elektrostatický precipitátor, do něhož se vstřikuje předem stanovené množství amoniaku, zvýšil odstraňování částic ze spalin vypouštěných z kotle; a

odsiřovací (FGD) jednotka se vstřikováním amoniakálního reakčního činidla odstraňující oxidy síry vznikající v uvedeném kotli.

2. Sestava podle nároku 1, v y z n a č e n á t í m , že do uvedené SCR jednotky, uvedené FGD jednotky a uvedeného elektrostatického precipitátoru se amoniak dodává z jediného zdroje.

3. Sestava podle nároku 1, v y z n a č e n á t í m , že dále zahrnuje regulační prostředek pro udržování amoniaku vstřikovaného do uvedeného precipitátoru v množství 2 až 10 ppm amoniaku ve spalinách.

4. Sestava podle nároku 1, dále zahrnuje chladicí linku se vstřikováním amoniaku na vstupu spalin do uvedené FGD jednotky pro ochlazování spalin přibližně na teplotu 54,4°C.

5. Sestava podle nároku 4, v y z n a č e n á t í m , že uvedená FGD jednotka zahrnuje absorpční patrovou věž a mlžný eliminátor za uvedenou chladicí linkou.

6. Sestava podle nároku 5, v y z n a č e n á t í m , že dále zahrnuje druhou linku amoniakálního vstřikování pro vstřikování amoniaku do uvedené absorpční patrové věže.

7. Sestava podle nároku 6, v y z n a č e n á t í m , že zahrnuje linku vzduchového postřiku na dně uvedené FGD jednotky pro oxidaci bisulfit-sulfitu amonného na síran.

8. Sestava podle nároku 4, v y z n a č e n á t í m , že uvedená SCR jednotka je napojena na spaliny opouštějící kotel před vzduchovým ohříváčem.

9. Sestava podle nároku 8, v y z n a č e n á t í m , že uvedený elektrostaticky precipitátor je připojen na vypust uvedeného vzduchového ohříváče.

10. Sestava podle nároku 9, v y z n a č e n á t í m , že uvedená FGD jednotka je připojena na výpušť uvedeného precipitátoru.

11. Sestava podle nároku 2, v y z n a č e n á t í m , že uvedeným kotlem je kotel na spalování fosilních paliv.

12. Způsob úpravy spalin vypouštěných z uvedeného kotle mající jednotky na odstraňování oxidů dusíku a síry a pevných částic, v y z n a č e n ý t í m , že zahrnuje :

vstřikování amoniaku a ředící vzduchové směsi do jednotky odstraňující oxidy dusíku;

současné vstřikování předem stanoveného množství amoniaku do elektrostatické precipitátorační jednotky; a

současné vstřikování směsi amoniakálního reagenčního činidla do FGD jednotky.

13. Způsob podle nároku 12, v y z n a č e n ý t í m , že uvedená amoniakální směs je vstřikována do FGD jednotky ve dvou distinktních oblastech na vstupu chlazení a nad uvedenými patry.

14. Způsob podle nároku 12, v y z n a č e n ý t í m , že do elektrostatického precipitátoru se vstřikuje dostatečné množství

amoniaku, které udržuje hladinu amoniaku ve spalinách na objemu 2-10 ppm.

15. Způsob podle nároku 12, v y z n a č e n ý t í m , že do uvedené FGD jednotky se vstříkuje dostatečné množství amoniakální kapalné směsi pro ochlazení teploty v této FGD jednotce přibližně na 54,4°C a redukování SO<sub>2</sub> s uvedených spalin.

Zastupuje:

č.j.  
77122  
DOŠLO  
06 XII 95  
GRAD  
PRŮMYŠLŮVÉHO  
VLASTNICTVÍ  
PŘÍL.

