



FEDERÁLNÍ ÚŘAD
PRO VYNÁLEZY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

268 203

(21) PV 2583 - 87.R
(22) Přihlášeno 10 04 87

(40) Zveřejněno 14 08 89
(45) Vydáno 31 07 90

(11)

(13) B1

(51) Int. Cl. ⁴

B 01 D 53/34

(75)
Autor vynálezu

ŠRANK ZLATKO ing. CSc., PRAHA
TOMAN BERNARD ing., KRÁLÍKY,
HAJEK BOHUMIL prof. ing. CSc.,
VYSKOČILOVÁ OLGA ing., PRAHA

(54) Způsob separace rtuti ze vzduchu a plynů
kontaminovaných jejími parami

(57) Navržený způsob separace rtuti je určen k odstranění par a aerosolu rtuti z kontaminovaného vzduchu nebo plynu z provozů pracujících s kovovou rtutí, jako např. z odtahů destilačních aparatur na výrobu a čištění rtuti, z výfuku vývěv čerpacích automatů rtuťových výbojových světelných zdrojů, z filtro-ventilačních zařízení elektrolyzérů s Hg katodami, výroby rtuťových teploměrů atd. Řešeným problémem je dosažení vysoké účinnosti a spolehlivosti separace rtuti z kontaminovaného odpadního vzduchu nebo plynu při malém aerodynamickém odporu separačního zařízení. Podstata řešení spočívá ve využití vzájemné reaktivity par a aerosolu rtuti s parami jodu v plynné fázi za vzniku pevného jodidu rtuťnatého.

Vynález se týká způsobu separace rtuti ze vzduchu a plynů kontaminovaných jejími parami nebo aerosolem. Vynález řeší problém účinného odstraňování par a/nebo aerosolu rtuti z kontaminovaného odpadního vzduchu nebo plynu z provozů pracujících s kovovou rtutí, jako např. z odtahu destilačních aparatur na výrobu a čištění rtuti, z výfuku vývěv čerpacích automatů rtuťových výbojových světelných zdrojů, z odtahů elektrolyzérů s Hg katodami, z filtroventilačních zařízení výroby rtuťových teploměrů a tlakoměrů atd.

Problematicke čištění vzduchu a odpadních plynů od par rtuti a aerosolu byla věnována, vzhledem k četnosti zdrojů produkujících výše uvedené emise a k vysoké toxicitě par rtuti, značná pozornost. Proto je v současné době známo několik různých způsobů jejího řešení. Z postupů založených na čistě fyzikálním principu je nejběžnější vymrazování. Jeho základní nevýhodou je nutnost dosažení nízké teploty v celém objemu kontaminovaného vzduchu nebo plynu, protože i při teplotě -25°C dosahuje tenze par rtuti ve stacionárním stavu hodnoty odpovídající rovnovážné koncentraci $0,1 \text{ mg Hg/m}^3$ vzduchu nebo plynu, což je horní mez nejvyšší přípustné koncentrace par rtuti uváděná v hygienických předpisech ve většině vyspělých států. Proto je v omezeném rozsahu používáno pouze v systémech s velmi malým průtokem silně kontaminovaného vzduchu nebo plynu, a to většinou jako první stupeň, který zajišťuje zvýšení sorpční kapacity druhého stupně separace rtuti založeného obvykle na fyzikálně-chemických pochodech. U metod využívajících fyzikálně-chemické principy je plynná rtuť zachytávána na pevných sorbentech nebo v kapalině, často za její současné chemické přeměny na vhodnou, stabilní sloučeninu. K jejímu zachytu na pevných sorbentech jsou používány běžné nosiče, např. aktivní uhlí, zeolity, oxid hlinitý, oxid křemičitý, preparované látkami schopnými vázat páry rtuti. K preparaci nosičů byla navržena řada látek, z nichž se nejčastěji aplikuje polysulfid vápenatý, trijodid draselný, kyselina sírová a vybrané sloučeniny selenu. Do této skupiny způsobů separace rtuti je možno zařadit i zachyt jejích par na jemně práškových kovech tvořících snadno amalgamy. Nejčastěji voleným kovem je zinek, protože poskytuje se rtutí amalgam v přijatelných teplotních intervalech. Aplikace dalších použitelných kovů, jako např. stříbra a zlata, se pro jejich vysokou cenu neujala v praxi, a to ani v případě zvětšení účinného povrchu kovu jeho nanesením na inertní nosič v tenké vrstvě. Nevýhodou sorpce par rtuti na filtrech z pevných sorbentů bývá jejich vysoký aerodynamický odpor, nižší spolehlivost, která je dána mechanismem zachytu a snadnou deaktivací účinného povrchu sorbentu např. vyloučením oleje a nečistot na něm, chemickou přeměnou nestabilních aktivních složek atd., a v některých případech i nedostatečná účinnost. K separaci rtuti z kontaminovaného vzduchu nebo plynu mokřými procesy realizovanými např. formou clon, sprch, promývaček, praček, se používá různých, nejčastěji vodných, roztoků látek, schopných chemické reakce se rtutí v kovovém stavu. Jako účinné látky těchto roztoků byly navrženy polysulfid vápenatý, peroxodisíran amonný, thiosíran sodný, thiokyanatan draselný v prostředí H_2SO_4 , zředěná směs kyseliny sírové a chlorovodíkové, měďnaté soli...

Aplikace mokřých procesů sice potlačuje některé nevýhody sorpce par rtuti na výše uvedených filtrech - snížení aerodynamického odporu, zvýšení spolehlivosti, na druhé straně však klade podstatně vyšší požadavky na konstrukci, údržbu a obsluhu použitého zařízení. Nevýhodou většiny řešení je nižší, často nedostatečná, účinnost separace, např. vypíráním par rtuti roztokem směsi H_2SO_4 a HCl se dosáhne snížení koncentrace Hg z hodnoty 30 mg/m^3 na hodnotu 1 až 3 mg/m^3 vzduchu. Z teoretického hlediska je nejvhodnější separace par rtuti reakcí v plynné fázi za vzniku pevné látky. Tento princip byl aplikován u čištění odpadních plynů od par rtuti plynným sulfanem za vzniku pevného sulfidu rtuťnatého. Základní výhodou tohoto postupu je jeho vysoká účinnost, která je v důsledku přívodu stále čerstvého reakčního média konstantní, a zanedbatelný aerodynamický odpor. Jeho nevýhodou je jedovatost sulfanu a použitelnost při teplotách nad 70°C , což podstatně omezuje možnosti jeho aplikace.

Nevýhody výše uvedených postupů značně potlačuje námi navržený způsob separace rtuti z plynných odpadů kontaminovaných jejími parami a aerosolem, který je založen na jejich reakci s parami jódu v plynné fázi za vzniku pevného jodidu rtuťnatého.

Toto řešení umožňuje separovat z kontaminovaného vzduchu nebo plynu páry a aerosol rtuti v teplotním intervalu -20° až $+120^{\circ}\text{C}$, a to při zanedbatelném aerodynamickém odporu, velmi vysoké a konstantní účinnosti. Např. v teplotním intervalu 0 až 60°C je možno navrženým postupem snížit koncentraci rtuti ve výstupním vzduchu na hodnotu nižší než $0,0001\text{ mg/m}^3$, a to nezávisle na koncentraci rtuti ve vstupním, kontaminovaném vzduchu. Základní výhody tohoto způsobu proti "sulfanovému" postupu spočívají v možnosti jeho použití k separaci rtuti z kontaminovaného vzduchu nebo plynu o nižší teplotě, např. o teplotě 0 až 40°C , která je v praxi nejběžnější, a v podstatně nižší toxicitě použitého reakčního média. Proti ostatním jmenovaným postupům navíc poskytuje již výše uvedené výhody, tj. vyšší účinnost nezávislou na přítomnosti dalších látek v emisích, např. olejové mlhy, vyšší spolehlivost, výrazně nižší aerodynamický odpor, použitelnost v širokém intervalu koncentrace rtuti v emisích atd.

Navržený způsob separace je blíže ozřejměn na třech následujících příkladech, kde na obr. 1 až 3 je znázorněno blokové schéma zařízení pro separaci rtuti.

Příklad 1

V tomto příkladu je popsána aplikace navrženého způsobu v jednoduchém zařízení, které je určeno k separaci konstantního množství par rtuti ze vzduchu. Blokové schéma zařízení je znázorněno na obr. 1.

Vlastní zařízení sestává z přívodu tlakového vzduchu 1, redukčního ventilu 2, zásobníku 3 pevného jódu a vyvíječe jeho par, přívodu kontaminovaného vzduchu 4, reakční zóny 5 a separátoru 6.

Redukčním ventilem 2 je přiváděno do zásobníku 3 pevného jódu takové množství vzduchu, které odpovídá odsublímování stechiometrického množství jódu vzhledem k množství rtuti v plynném odpadu za danou časovou jednotku. V reakční zóně 5 dojde k promísení médií a chemické reakci rtuti s jódem ve formě par za vzniku pevného jodidu rtuťnatého. Pevný produkt reakce je zachycen v separátoru 6, pracujícím např. na principu sedimentace.

Změnu parametrů kontaminovaného vzduchu na jinou konstantní hodnotu je možno eliminovat změnou průtoku tlakového vzduchu redukčním ventilem 2.

V případě teploty zásobníku 3 na teplotu kontaminovaného vzduchu tento systém automaticky reaguje na změnu koncentrace rtuti v odpadním vzduchu vyvolanou změnou jeho teploty, protože poměr tenzí par rtuti a jódu je v intervalu 20°C pro danou aplikaci prakticky konstantní.

Zařízení podle příkladu 1 je možno uplatnit např. k separaci rtuti z plynného odpadu z destilačních kolon a výfuku vývěv čerpacích automatů.

Příklad 2

V příkladu je popsána aplikace navrženého způsobu v zařízení, které je určeno k separaci rtuti z kontaminovaného vzduchu o proměnlivých parametrech - průtoku vzduchu a koncentrace rtuti v něm. Blokové schéma zařízení je znázorněno na obr. 2.

V tomto případě je množství potřebného jódu dávkováno změnou průtoku tlakového vzduchu redukčním ventilem 2 řízeného blokem 7 v závislosti na odezvě čidla 8 průtoku vzduchu a/nebo koncentrace rtuti v něm. Postup je vhodný např. k separaci rtuti z kontaminovaného vzduchu filtro-ventilačních zařízení.

Příklad 3

Je analogií příkladu 2 - viz obr. 3 - s tím, že zařízení obsahuje za separátorem 6 navíc Hg analyzátor 9 odpadního vzduchu, který informuje o okamžité účinnosti separace, resp. koncentraci rtuti ve vyčištěném vzduchu, upozorňuje na závadu zařízení, případně zpětnou vazbou upravuje množství plynného jódu vstupujícího do zařízení.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Způsob separace rtuti ze vzduchu a plynů kontaminovaných jejími parami a/nebo aerosolem, vyznačující se tím, že na páry a/nebo aerosol rtuti se působí parami jódu při teplotě -20 až $+120$ °C.

3 výkresy





