

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

292 126

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: 1996 - 1555
(22) Přihlášeno: 29.05.1996
(30) Právo přednosti: 30.05.1995 JP 1995/155119
(40) Zveřejněno: 15.01.1997
(Věstník č. 1/1997)
(47) Uděleno: 04.06.2003
(24) Oznámeno udělení ve Věstníku: 13.08.2003
(Věstník č. 8/2003)

(13) Druh dokumentu: B6

(51) Int. Cl.⁷:
B 01 D 53/50

(73) Majitel patentu:

CHIYODA CORPORATION, Kanagawa-ken, JP;

(72) Původce vynálezu:

Nishino Haruo, Kanagawa-ken, JP;
Ogawa Yoshio, Tokyo, JP;
Kawamura Kazushige, Kanagawa-ken, JP;

(74) Zástupce:

Hořejš Milan Dr. Ing., Národní 32, Praha 1, 10100;

(54) Název vynálezu:

**Způsob odsiřování odpadního plynu
obsahujícího oxid siřičitý**

(57) Anotace:

Způsob spočívá v tom, že se odpadní plyn vhání do lázně míchané absorpční kapaliny obsažené v reakční nádobě, v níž tato kapalina vytváří hladinu, prostřednictvím většího počtu rozptylovacích trubek pro plyn, z nichž každá je uspořádána vertikálně a zasahuje směrem dolů od rozdělovací desky do absorpční kapaliny, přičemž její boční stěna je ve spodní části opatřena větším počtem vstřikovacích otvorů pro plyn, přičemž odpadní plyn se odsiřuje stykem s absorpční kapalinou a vzniklý odsiřovaný plyn se odvádí do vrchního prostoru, tvořeného prostorem mezi rozdělovací deskou a hladinou absorpční kapaliny, a provozní podmínky jsou korelovány tak, aby se dosáhlo stabilního odsiřování.

CZ 292126 B6

Způsob odsiřování odpadního plynu obsahujícího oxid siřičitýOblast techniky

5

Vynález se týká odsiřování odpadních plynů obsahujících oxid siřičitý kontaktováním s absorpční kapalinou.

10

Dosavadní stav techniky

Je znám způsob odsiřování, při němž se odpadní plyn obsahující plynný anhydrid kyseliny siřité, tj. oxid siřičitý, vhání do lázně absorpční kapaliny obsažené v reakční nádobě prostřednictvím většího počtu rozptylovacích trubek pro plyn, z nichž každá je uspořádána vertikálně a zasahuje směrem dolů od rozdělovací desky do absorpční kapaliny, přičemž její boční obvodová stěna je ve spodní části opatřena větším počtem vstřikovacích otvorů pro plyn tak, že odpadní plyn se odsiřuje stykem s absorpční kapalinou a vzniklý odsiřený plyn se odvádí do vrchního prostoru, který je definován jako prostor mezi rozdělovací deskou a hladinou absorpční kapaliny, načež se odvádí z reakční nádoby (JP-B-3-70532 a JP-A-3-72913).

20

Tyto známé postupy však vyžadují poměrně vysoké jak provozní, tak investiční náklady a kromě toho je nelze dlouhodobě provádět stabilním způsobem.

25

Hlavním úkolem tohoto vynálezu je proto vyvinout způsob, kterým by bylo možno odpadní plyny obsahující oxid siřičitý odsiřovat stabilním způsobem při nízkých provozních nákladech.

Podstata vynálezu

30

Předmětem vynálezu je způsob odsiřování odpadního plynu obsahujícího oxid siřičitý, jehož podstata spočívá v tom, že se

1) opatří reakční nádoba obsahující

35

a) absorpční kapalinu vytvářející v reakční nádobě hladinu, přičemž tato kapalina je schopna absorbovat oxid siřičitý a tím odsiřovat odpadní plyn,

b) alespoň jedno míchadlo pro míchání absorpční kapaliny,

40

c) rozdělovací desku nad hladinou absorpční kapaliny,

45

d) větší počet rozptylovacích trubek pro plyn, z nichž každá je uspořádána vertikálně a zasahuje směrem dolů od rozdělovací desky do absorpční kapaliny a boční obvodová stěna každé z nich je ve spodní části opatřena větším počtem vstřikovacích otvorů pro plyn, přičemž

i) vstřikovací otvory pro plyn v každé rozptylovací trubce pro plyn jsou v podstatě uspořádány horizontálně;

50

ii) vzdálenost mezi každými sousedními dvěma vstřikovacími otvory pro plyn v každé z rozptylovacích trubek pro plyn je taková, že když se každý z těchto dvou vstřikovacích otvorů pro plyn považuje za kruh mající stejnou plochu je plocha tohoto vstřikovacího otvoru pro plyn, vyhovuje vzdálenost P mezi středem těchto sousedních dvou vstřikovacích otvorů pro plyn následující podmínce

55

$$1,15 \leq P/D \leq 6$$

kde D představuje průměr v metrech jednoho z těchto dvou kruhů, který je menší než druhý kruh;

- 5 iii) rozptylovací trubky pro plyn jsou uspořádány tak, že vzdálenost L_I v metrech mezi dvěma nejbližšími rozptylovacími trubkami pro plyn vyhovuje následující podmínce:

$$1,5 \leq L_I/S \leq 10,0$$

- 10 kde S představuje podíl, vyjádřený v metrech, dynamického tlaku odpadního plynu vstřikovaného vstřikovacím otvorem pro plyn při maximální rychlosti $V_{\max}$ a hustoty absorpční kapaliny; a

e) vrchní prostor, který je definován jako prostor mezi rozdělovací deskou a hladinou absorpční kapaliny,

- 15 2) opatří odpadní plyn o tlaku Y, vyjádřeném v metrech sloupce absorpční kapaliny, hodnota tlaku odpadního plynu, vyhovuje podmínce

$$0,05 \text{ m} \leq Y \leq 1,0 \text{ m},$$

- 20 3) odpadní plyn se vhání do absorpční kapaliny vstřikovacími otvory pro plyn rychlostí, jejíž maximum $V_{\max}$ v m/s je dáno požadavkem, aby se odpadní plyn odsířil při styku s absorpční kapalinou, za současného

- 25 a) míchání kapaliny míchadlem;

b) řízení maxima rychlosti $V_{\max}$ odpadního plynu procházejícího každým vstřikovacím otvorem pro plyn tak, že jsou splněny následující podmínky:

30 i) $0,005 \text{ m} \leq S \leq 0,06 \text{ m}$

ii) $4,5 S \leq Y \leq 24 S$

kde S má výše uvedený význam; a

- 35 iii) vstřikovací otvory pro plyn v každé z rozptylovacích trubek pro plyn jsou umístěny tak, že průměrná vzdálenost L_{II} mezi klidovou hladinou absorpční kapaliny ve stavu, kdy do kapaliny nejsou vháněny žádné plyny a středem každého z rozptylovacích otvorů pro plyn vyhovuje následující podmínce

40 $2 \leq L_{II}/S \leq 20$

kde S má výše uvedený význam a

- 45 4) vzniklý odsířený plyn se odvádí vrchním prostorem.

Výhodná provedení vynálezu zahrnují především tyto aspekty:

– Y a S vyhovují následujícím podmínkám

50 $0,05 \text{ m} \leq Y \leq 1,0 \text{ m}$

$$6,5 S \leq Y \leq 22 S$$

kde Y a S mají význam uvedený v nároku 1;

- minimální vzdálenost L_1 leží v rozmezí od 0,05 do 0,6 m a průměrná vzdálenost L_{II} leží v rozmezí od 0,05 do 0,9 m;
- 5 – množství absorpční kapaliny v reakční nádobě se reguluje tak, aby poměr L_{II}/S ležel v rozmezí od 2 do 20;
- do absorpční kapaliny se vhání vzduch v takovém množství, aby poměr L_{II}/S ležel v rozmezí od 2 do 20;
- 10 – alespoň jedno míchadlo pracuje při celkovém příkonu 0,05 až 0,2 kW/1 m³ absorpční kapaliny;
- průměrná vzestupná rychlost odsířeného odpadního plynu ve vrchním prostoru leží v rozmezí od 0,5 do 5 m/s a průměrná horizontální rychlost odsířeného odpadního plynu ve vrchním prostoru je 8 m/s nebo nižší.
- 15 – každá z rozptylovacích trubek pro plyn má ekvivalentní průměr 0,025 až 0,3 m a každý ze vstřikovacích otvorů pro plyn má ekvivalentní průměr 0,003 až 0,1 m;
- 20 – reakční nádoba zahrnuje komoru obsahující výstup pro plyn uspořádanou ve vrchní části reakční nádoby, která je propojena s vrchním prostorem alespoň jednou vzestupnou trubkou, takže odsířený odpadní plyn z vrchního prostoru proudí alespoň jednou vzestupnou trubkou do komory a vypouští se z reakční nádoby výstupem pro plyn; a
- 25 – průměrná horizontální rychlost odsířeného odpadního plynu v komoře je 10 m/s nebo nižší.

Další předměty vynálezu, znaky, jimiž je vynález definován a výhody, které vynález přináší, jsou podrobněji uvedeny v dalším popisu přednostních provedení vynálezu, při němž se používá odkazů na připojené obrázky.

Přehled obrázků na výkresech

35 Na obr. 1 je schematicky znázorněn nárys v řezu jednoho provedení odsířovacího zařízení vhodného k provádění způsobu podle vynálezu.

Na obr. 2 je znázorněn rozvinutý nárys schematicky ukazující jedno provedení uspořádání vstřikovacích otvorů pro plyn v rozptylovací trubce pro plyn.

40 Na obr. 3 je znázorněn podobný pohled jako na obr. 2, který ukazuje jiné provedení uspořádání vstřikovacích otvorů pro plyn v rozptylovací trubce pro plyn.

Na obr. 4, který se podobá obr. 1, je schematicky znázorněn nárys v řezu jiného provedení odsířovacího zařízení vhodného k provádění způsobu podle vynálezu.

45 Na obr. 5 je znázorněn graf ilustrující vztah mezi tlakem odpadního plynu potřebný pro odsíření a hodnotu S .

50 Odsířovací zařízení 1 na obr. 1, které se hodí pro provádění způsobu podle vynálezu, obsahuje kryt 2, v němž je umístěna první rozdělovací deska 3 a druhá rozdělovací deska 14, jimiž je vnitřní prostor krytu 2 rozdělen na první, spodní komoru 4, druhou, střední komoru 5 a třetí, vrchní komoru 15. První rozdělovací deska 3 může být, stejně tak jako druhá rozdělovací deska 14, tvořena horizontální deskou nebo deskou s postupným nebo stupňovitým sklonem. Jako druhé rozdělovací desky 14 se obvykle používá nakloněné desky.

První, spodní komora 4 obsahuje lázeň absorpční kapaliny L, přičemž nad pracovní hladinou LS absorpční kapaliny je uspořádán vrchní prostor B.

- 5 V druhé, střední komoře 5 je umístěn vstup 6 pro plyn, kterým se uvádí zpracováváný odpadní plyn do druhé, střední komory 5. K první rozdělovací desce 3 je upevněn větší počet rozptylovacích trubek 7 pro plyn, které jsou uspořádány vertikálně, přičemž zasahují do první, spodní komory 4. odpadní plyn, který se zavádí do druhé, střední komory 5, se tedy vhání do absorpční kapaliny L rozptylovacími trubkami 7 pro plyn. Boční obvodová stěna každé
10 z rozptylovacích trubek 7 pro plyn je v dolní části opatřena větším počtem horizontálně uspořádaných vstřikovacích otvorů 8 pro plyn.

Hladina absorpční kapaliny L ve stavu, kdy se rozptylovacími trubkami 7 pro plyn nevhání žádný odpadní plyn se označuje jako klidová hladina W absorpční kapaliny. Vstřikovací otvory 8 pro plyn jsou umístěny pod klidovou hladinou W absorpční kapaliny. Odpadní plyn se vhání
15 rozptylovacími trubkami 7 pro plyn do absorpční kapaliny L vstřikovacími otvory 8 pro plyn tak, že na povrchu absorpční kapaliny L vzniká směsná fáze A plynu a kapaliny. Plyný oxid siřičitý obsažený v odpadním plynu se absorbuje v absorpční kapalině L právě v této směsné fázi A plynu a kapaliny. Odpadní plyn odsířený stykem s absorpční kapalinou L potom teče do vrchního
20 prostoru B nad pracovní hladinou LS absorpční kapaliny. Jako absorpční kapaliny L se může použít vodné suspenze sádry obsahující absorbent, jako je sloučenina vápníku, například vápenec nebo hašené vápno. První, spodní komora 4 je propojena s druhou, střední komorou 15 jednou nebo více vzestupnými trubkami 16. Třetí, vrchní komora 15 obsahuje ve své horní části výstup 9 pro plyn. Odsířený plyn ve vrchním prostoru B tedy teče směrem vzhůru a současně také
25 v horizontálním směru. Během toku odsířeného plynu ve vrchním prostoru B se díky tíži a srážkám s rozptylovacími trubkami 7 pro plyn oddělí větší část mlhy a pevných částic obsažených v odsířeném plynu. Odsířený plyn, z něhož byly odděleny tyto kapalně a pevné částice, se vede vzestupnými trubkami 16 do třetí, vrchní komory 15. Vzestupný tok plynu se tak převede na horizontální tok plynu. Potom plyn opouští třetí vrchní komoru 15 výstupem 9 pro plyn.

30 Během průchodu odsířeného plynu třetí vrchní komorou 15 se stržené kapalně a pevné částice oddělují a shromažďují na druhé rozdělovací desce 14. Do třetí, vrchní komory 15 se přívodním potrubím 17 uvádí promývací kapalina, jako například kapalina vzniklá oddělením sádry z absorpční sádrové suspenze, voda nebo mořská voda, za účelem odstranění úsad z druhé rozdělovací desky 14. Tato promývací kapalina se odvádí odvodním potrubím 18.
35

S ohledem na ekonomii provozu a účinnost oddělování mlhy a pevných částic je průměrná vzestupná rychlost odsířeného plynu ve vrchním prostoru B přednostně 0,5 až 5 m/s, s výhodou 0,7 až 4 m/s. tato průměrná vzestupná rychlost je založena na horizontální průřezové ploše
40 vrchního prostoru B zmenšené o průřezové plochy rozptylovacích trubek 7 pro plyn a podobných struktur, které nepředstavují průchody pro odsířený plyn. s ohledem na požadavek, že má vznikat stabilní směsná fáze A plynu a kapaliny je průměrná horizontální rychlost odsířeného plynu ve vrchním prostoru B přednostně 8 m/s nebo nižší, s výhodou pak 6 m/s nebo nižší. Průměrná horizontální rychlost je založena na vertikální průřezové ploše vrchního prostoru B v místě
45 u vzestupné trubky 16.

S ohledem na ekonomii provozu a účinnost oddělování mlhy a pevných částic je rychlost odsířeného plynu tekoucího vzhůru vzestupnými trubkami 16 přednostně v rozmezí od 6 do 20 m/s, zvláště výhodně od 8 do 15 m/s.
50

Odsířený plyn zaváděný do třetí, vrchní komory 15 naráží na vrchní stěnu třetí, vrchní komory 15 a jeho směr toku se mění na horizontální. Díky vzniklým nárazům a díky gravitaci se ve třetí, vrchní komoře 15 oddělují stržené kapalně a pevné částice. S ohledem na účinné oddělování těchto částic je průměrná horizontální rychlost odsířeného plynu ve třetí, vrchní komoře 15
55 přednostně 10 m/s nebo nižší, zvláště výhodně 8 m/s nebo nižší. Průměrná horizontální rychlost

je založena na vertikální průřezové ploše třetí, vrchní komory 15 v místě, které je horizontálně vzdáleno 2 m od výstupu 9 pro plyn.

- 5 Každá z rozptylovacích trubek 7 pro plyn může mít v řezu jakýkoliv požadovaný tvar, jako například tvar kruhu, mnohoúhelníku (trojúhelníku, čtverce nebo šestiúhelníku) nebo tvar písmene U. Vstřikovací otvory 8 pro plyn vytvořené v bočních obvodových stěnách rozptylovacích trubek 7 pro plyn mohou mít jakýkoliv požadovaný tvar, jako například tvar kruhu, trojúhelníku, rovnoběžníku, šterbiny nebo hvězdy. Pokud je to žádoucí, mohou být
- 10 vstřikovací otvory 8 pro plyn uspořádány ve dvou nebo více řadách, jak je to znázorněno na obr. 3. Ekvivalentní vnitřní průměr D_P rozptylovací trubky 7 pro plyn přednostně vyhovuje následující podmínce

$$2D_H \leq D_P \leq 12D_H, \text{ s výhodou } 3D_H \leq D_P \leq 10D_H,$$

- 15 kde D_H představuje ekvivalentní průměr vstřikovacího otvoru 8 pro plyn. Ekvivalentní vnitřní průměr D_P má obvykle hodnotu v rozmezí od 25 do 300 mm, přednostně od 50 do 300 mm. Ekvivalentní průměr D_H vstřikovacího otvoru 8 pro plyn je obvykle v rozmezí od 3 do 100 mm, přednostně od 5 do 50 mm.

- 20 Ekvivalentní průměr D_P je definován vztahem

$$D_P = 4S_P/L_P,$$

- 25 kde S_P představuje horizontální průřezovou plochu vnitřku rozptylovací trubky 7 pro plyn v místě, kde jsou uspořádány vstřikovací otvory 8 pro plyn a L_P představuje vnitřní obvod rozptylovací trubky 7 pro plyn ve stejném místě.

Ekvivalentní průměr D_H je definován vztahem

- 30
$$D_H = 4S_H/L_H,$$

kde S_H představuje plochu vstřikovacího otvoru 8 pro plyn a L_H představuje vnitřní obvod vstřikovacího otvoru 8 pro plyn.

- 35 Spodní otevřený konec každé z rozptylovacích trubek 7 pro plyn může mít jakýkoliv požadovaný tvar a může být například horizontální, zkosený, vroubkovaný nebo zvlněný.

- 40 Průměrná axiální vzdálenost L_{ax} mezi středem (geometrickým těžištěm) vstřikovacího otvoru 8 pro plyn a spodním koncem rozptylovací trubky 7 pro plyn je přednostně nastavena tak, aby téměř žádný odpadní plyn nevystupoval spodními otevřenými konci rozptylovacích trubek 7 pro plyn, jinými slovy, aby se v rozptylovacích trubkách 7 pro plyn vždy utvořila hladina absorpční kapaliny L. Toho se může dosáhnout nastavením vzdálenosti L_{ax} na hodnotu $3S$ až $8S$, s výhodou $4S$ až $7S$, kde S představuje podíl dynamického tlaku odpadního plynu vstřikovaného do vstřikovacího otvoru 8 pro plyn při maximální rychlosti V_{max} a hustoty absorpční kapaliny L.

- 45 Jako jedno přednostní provedení rozptylovací trubky 7 pro plyn je možno uvést plastový válec o vnitřním průměru 25 až 300 mm, který je opatřen větším počtem stejnoměrně rozmístěných kulatých otvorů o průměru 5 až 100 mm.

- 50 Vzestupná trubka 16 může mít v řezu jakýkoliv požadovaný tvar, například tvar kruhu, čtverce nebo obdélníka.

- 55 Je důležité, aby vzdálenost mezi každými sousedními dvěma vstřikovacími otvory 8 pro plyn v každé z rozptylovacích trubek 7 pro plyn byla taková, aby když se každý z těchto dvou vstřikovacích otvorů 8 pro plyn považuje za kruh mající stejnou plochu jako je plocha tohoto

vstřikovacího otvoru 8 pro plyn, vyhovovala vzdálenost P mezi těžištěm těchto sousedních dvou
vstřikovacích otvorů 8 pro plyn následující podmínce

$$1,15 \leq P/D \leq 6, \text{ přednostně } 1,2 \leq P/D \leq 5$$

5

kde D představuje průměr jednoho z těchto dvou kruhů, který je menší než druhý kruh. Příklady
uspořádání vstřikovacích otvorů 8 pro plyn jsou uvedeny na obr. 2 a 3.

10

Je-li poměr P/D nižší než 1,15, podstatně se sníží stupeň odsířování, poněvadž se mohou proudy
odpadního plynu vstřikované separátními vstřikovacími otvory 8 pro plyn spojovat. Může totiž
docházet k vzájemné interferenci proudů vytékajících ze sousedních vstřikovacích otvorů 8 pro
plyn, což má za následek, že směsná fáze A plynu a kapaliny se stává nestabilní. Hodnota
poměru P/D nižší než 1,15 je také nevýhodná z hlediska výroby a udržování rozptylovacích
trubek 7 pro plyn. Když je na druhé straně hodnota poměru P/D příliš vysoká, tj. nad 6, snižuje se
objemová účinnost, takže je nutno používat zařízení o velkém rozměru, což je nevýhodné.

15

Také je důležité, aby maximální rychlost $V_{\max}$ odpadního plynu procházejícího ze vstřikovacích
otvorů 8 pro plyn byla regulována tak, aby byly uspokojeny následující podmínky:

20

(1) $Y \geq 4,5S$, přednostně $Y \geq 6,5S$

(2) $Y \leq 24S$, přednostně $Y \leq 22S$

(3) $0,05 \leq Y \leq 1,0$

25

(4) $0,005 \leq S \leq 0,06$

30

kde Y představuje tlak odpadního plynu potřebný pro provedení odsíření a S představuje podíl
dynamického tlaku odpadního plynu vstřikovaného do vstřikovacího otvoru 8 pro plyn při
maximální rychlosti $V_{\max}$ a hustoty absorpční kapaliny.

Tlak odpadního plynu potřebný pro odsíření (tlak vyjádřený jako délka sloupce absorpční
kapaliny v metrech je definován vztahem

35

$$Y = T + L_{II},$$

40

kde T představuje podíl tlakové ztráty odpadního plynu procházejícího vstřikovacím otvorem 8
pro plyn ve stokách kPa a hustoty p_{II} absorpční kapaliny L v jednotkách kg/m^3 a L_{II} představuje
průměrnou vzdálenost mezi těžištěm vstřikovacího otvoru 8 pro plyn a klidovou hladinou W
absorpční kapaliny, tj. hladinou, která se ustálí, když není rozptylovacími trubkami 7 pro plyn
vháněn žádný plyn. Jinými slovy, tlak Y představuje hodnotu získanou jako podíl tlaku, který
musí mít odpadní plyn vháněný do rozptylovacích trubek 7 pro plyn, aby prošel vstřikovacími
otvory 8 pro plyn do vrchního prostoru B vyjádřený ve stovkách kPa a hustoty p_{II} absorpční
kapaliny L vyjádřené v kg/m^3 .

45

Hodnota T leží prakticky v rozmezí od 2,5S do 4S (kde S má výše uvedený význam) a závisí na
tvaru vstřikovacího otvoru 8 pro plyn a průtokové rychlosti odpadního plynu, jelikož podle
vynálezu hodnota podílu L_{II}/S leží v rozmezí od 2 do 20, přednostně od 4 do 18 (jak je to
uvedeno dále), lze hodnotu tlaku Y vyjádřit následujícím vztahem:

50

$$Y = T + L_{II}$$

$$Y = (2,5 \text{ až } 4)S + (2 \text{ až } 20)S$$

$$Y = (4,5 \text{ až } 24)S$$

- 5 Maximální rychlost $V_{\max}$ a hodnota S jsou ve vzájemném vztahu:

$$S = (\text{dynamický tlak při maximální rychlosti } V_{\max}) / (\text{hustota } p_{II} \text{ absorpční kapaliny})$$

$$S = (p_I \times V_{\max} \times V_{\max} / 2G) / p_{II}$$

10 $S = V_{\max}^2 \times p_I / 2Gp_{II}$

kde p_I představuje hustotu odpadního plynu v kg/m^3 , p_{II} představuje hustotu absorpční kapaliny v kg/m^3 a G představuje gravitační zrychlení ($9,8 \text{ m/s}^2$).

- 15 Na obr. 5 je znázorněn vztah mezi hodnotou S a tlakem Y při různých stupních odsiřování Z . Pod označením „stupeň odsiřování Z “ se v tomto popisu rozumí stupeň definovaný následujícím vztahem:

$$Z = (1 - Q_{\text{výstup}} / Q_{\text{vstup}}) \times 100 (\%),$$

20

kde $Q_{\text{výstup}}$ představuje rychlost toku oxidu siřičitého obsaženého ve vyčištěném plynu, vypouštěného výstupem 9 pro plyn, a Q_{vstup} představuje rychlost toku oxidu siřičitého obsaženého v odpadním plynu, zaváděného vstupem 6 pro plyn. Jak je zřejmé z obr. 5, existuje určitá minimální hodnota tlaku Y při daném stupni odsiřování Z . Hodnota S se přednostně volí tak, aby
25 byla hodnota Y minimální při zamýšleném stupni odsiřování. Tak například, má-li být stupeň odsiřování 90% , přednostně se používá hodnoty S přibližně $0,017 \text{ m}$. Má-li se dosáhnout stupně odsiřování $Z = 70 \%$, používá se hodnoty S přednostně asi $0,009 \text{ m}$. Pokud se má při odsiřování umožnit alternativní posun zamýšleného stupně odsiřování v rozmezí od 99 do 70% , přednostně se hodnota S nastaví na $0,035 \text{ m}$, což je hodnota zajišťující minimální tlak Y při stupni odsiřování
30 99% , která vyhovuje výše uvedeným podmínkám (1) až (4) při stupni odsiřování 70% . Po stanovení hodnoty S se maximální rychlost $V_{\max}$ určí podle následujícího vzorce

$$S = V_{\max}^2 \times p_I / 2Gp_{II}$$

- 35 Počet rozptylovacích trubek 7 pro plyn a celková plocha vstřikovacích otvorů 8 pro plyn v každé z rozptylovacích trubek 7 pro plyn se potom určí na základě maximální rychlosti $V_{\max}$.

- Uspořádání rozptylovacích trubek 7 pro plyn připojených k první rozdělovací desce 3 není zvláště omezeno, pokud vzdálenost L_I mezi dvěma sousedními rozptylovacími trubkami 7 pro plyn vyhovuje následující podmínce:
40

$$1,5 \leq L_I / S \leq 10,0, \text{ přednostně } 2 \leq L_I / S \leq 8,$$

- kde S má výše uvedený význam. Vzdálenost L_I představuje minimální vzdálenost od vnějšího
45 obvodu jedné z rozptylovacích trubek 7 pro plyn k vnějšímu obvodu nejbližší jiné rozptylovací trubky 7 pro plyn. Je-li poměr L_I / S nižší než $1,5$, podstatně se sníží stupeň odsiřování, poněvadž mohou proudy odpadního plynu vytékající ze dvou rozptylovacích trubek 7 pro plyn vzájemně interferovat, což má za následek, že směsná fáze A plynu a kapaliny se stává nestabilní. Když je na druhé straně hodnota poměru L_I / S příliš vysoká, tj. nad 10 , snižuje se objemová účinnost,
50 takže je nutno používat zařízení o velkém rozměru, což je nevýhodné.

- Vzdálenost L_I leží obvykle v rozmezí od $0,05$ do $0,6 \text{ m}$, přednostně od $0,075$ do $0,45 \text{ m}$ a volí se tak, aby splňovala požadavek kladený na poměr L_I / S , který byl uveden výše. Pro zvýšení množství zpracovávaného odpadního plynu na jednotku plochy rozdělovací desky 3 se přednostně vzdálenost L_I volí co nejmenší. Hodnota S se určuje podle výše uvedené rovnice. V této
55

souvislosti lze uvést, že maximální rychlost $V_{\max}$ leží v rozmezí od 8 do 35 m/s, hustota p_1 odpadního plynu leží v rozmezí 0,91 do 1,2 kg/m³ a hustota p_{II} absorpční kapaliny leží v rozmezí od 1000 do 1300 kg/m³. S ohledem na snížení provozních nákladů (nákladů na odsíření) odsiřovací zařízení by měla požadovaná hodnota S být co nejmenší, přestože z hlediska konstrukčních nákladů je příliš nízká hodnota S nežádoucí. Hodnotu S je možno redukovat snížením rychlosti odpadního plynu procházejícího vstřikovacími otvory 8 pro plyn, tj. zvýšením ekvivalentního průměru D_H vstřikovacích otvorů 8 pro plyn nebo zvýšením počtu vstřikovacích otvorů 8 pro plyn. Jak již bylo uvedeno výše, ekvivalentní průměr vstřikovacího otvoru 8 pro plyn leží obvykle v rozmezí od 3 do 100 m.

Také je důležité, aby byly vstřikovací otvory 8 pro plyn v každé z rozptylovacích trubek 7 pro plyn umístěny tak, aby průměrná vzdálenost L_{II} mezi klidovou hladinou W absorpční kapaliny L , tj. hladina ve stavu, kdy se do rozptylovacích trubek 7 pro plyn neuvádějí žádné plyny, a středem každého ze vstřikovacích otvorů 8 pro plyn vyhovovala následující rovnici:

$$2 \leq L_{II}/S \leq 20, \text{ přednostně } 4 \leq L_{II}/S \leq 18, \\ \text{s výhodou } 6 \leq L_{II}/S \leq 16$$

kde S má výše uvedený význam.

Je-li poměr L_{II}/S nižší než 2, nedochází k dostatečnému kontaktu odpadního plynu s absorpční kapalinou L , což se projevuje snížením účinnosti odsíření. Když poměr L_{II}/S překročí hodnotu 20, dochází při průchodu absorpční kapalinou L ke spojování bublin odpadního plynu a zvětšování jejich velikosti, což má za následek snížení účinnosti kontaktu kapalina-plyn. Hloubka L_{II} leží obvykle v rozmezí od 0,05 do 0,9 m, přednostně od 0,075 do 0,75 m.

Pokud je hodnota S větší nebo pokud je hloubka L_{II} větší, je tlak Y odpadního plynu vysoký a zvyšuje se stupeň odsířování. Se zvyšováním tlaku Y však také stoupají provozní náklady, které jsou na jeho hodnotě závislé. Když se poměr L_{II}/S udržuje ve výše uvedeném rozmezí, je možno hodnotu tlaku Y odpadního plynu dodávaného do rozptylovacích trubek 7 pro plyn udržet na nízké úrovni, je tedy možno ušetřit energii potřebnou pro odsířování a snížit odsiřovací náklady.

Nastavením hloubky L_{II} na hodnotu vyhovující výše uvedeným podmínkám $4,5S \leq Y \leq 24S$ (viz obr. 5) a $2 \leq L_{II}/S \leq 20$ je možno dosáhnout snížení tlaku Y požadovaného pro odsířování při jakémkoliv požadovaném stupni odsířování Z . Křivky uvedené na obr. 5 představují příklady, při nichž se mění pouze požadovaný stupeň odsířování Z , přičemž ostatní parametry, jako je vnitřní průměr rozptylovacích trubek 7 pro plyn, průtoková rychlost odpadního plynu vztahená na jednu rozptylovací trubku 7 pro plyn, hodnota pH absorpční kapaliny L a koncentrace oxidu siřičitého v odpadním plynu, se udržují na konstantních hodnotách. Tvar a umístění každé křivky se s těmito parametry mění.

Jak již bylo uvedeno výše, hodnota S by měla ležet v rozmezí od $0,005 \leq S \leq 0,06$. Vhodná hodnota S se však mění v závislosti na zamýšleném stupni odsířování Z , jak je to zřejmé z obr. 5. Když se odsiřovací zařízení provozuje za různých pracovních podmínek, je účelné nastavit S na vysokou hodnotu, aby bylo možno odsířování provádět s nízkou spotřebou energie.

Poměr L_{II}/S představuje důležitý parametr pro regulaci výkonu odsiřovacího zařízení a představuje účinný prostředek umožňující provádět odsířování při zamýšleném stupni odsířování Z s minimálními provozními náklady. Hloubku L_{II} je možno měnit změnami klidové hladiny W absorpční kapaliny L . Regulací množství absorpční kapaliny L v reaktoru nebo regulací množství oxidačního plynu, jako je vzduch, uváděného potrubím 12 do lázně absorpční kapaliny L se může klidová hladina W absorpční kapaliny L měnit za účelem dosažení vhodné hloubky L_{II} .

Za účelem dosažení vysoké účinnosti odsířování je zapotřebí absorpční kapalinu L míchat pomocí jednoho nebo více míchadel 10 . Míchadlo 10 se může skládat z otočného hřídele $10'$

zasahujícího vertikálně nebo zkoseně do první spodní komory 4 a jedné nebo více lopatek nebo turbin upevněných ke konci otočného hřídele 10' rotujících spolu s otočným hřídelem 10'. Aby se dosáhlo obzvláště stabilního stupně odsiřování, provádí se míchání absorpční kapaliny L přednostně za použití jednoho nebo více míchadel s celkovým příkonem 0,05 až 0,2 kW, přednostně 0,08 až 0,15 kW/1 m³ absorpční kapaliny L.

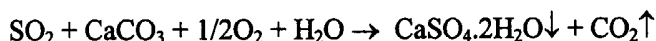
Míchání se přednostně provádí tak, aby se v absorpční kapalině L vytvořil hlavní recirkulační tok R (viz obr. 1), který je doprovázen přídatnými toky. Do hlavního recirkulačního toku R se vstřikovací tryskou umístěnou v potrubí 11 uvádí absorpční činidlo. Absorpční činidlo difunduje do absorpční kapaliny L a rychle se také dodává do směsné fáze A plynu a kapaliny. Je-li to žádoucí, může se absorpční činidlo dodávat několika potrubími 11. Absorpční činidlo se může dodávat do hlavního recirkulačního toku R v místě, které leží podle směru toku před nebo za lopatkami míchadla 10.

Vstřikovací tryska pro absorpční činidlo má obvykle průměr v rozmezí od 20 do 100 mm, přednostně od 25 do 75 mm. Pro rychlou a rovnoměrnou dispergaci absorpčního činidla v absorpční kapalině L, zabránění místních nárůstů hodnoty pH a zabránění vzniku úsad na stěnách rozptylovacích trubek 7 pro plyn se přednostně používá většího počtu trysek. Jedné trysky se přednostně používá na objem 20 až 500 m³, přednostně 30 až 300 m³ absorpční kapaliny L. Absorpční činidlo se vstřikuje v množství v rozmezí od 0,5 do 20, přednostně od 1 do 10 kmol/h, vztaženo na jednu trysku.

Část absorpční kapaliny L se odvádí z první spodní komory 4 potrubím 13, aby se obsah v absorpční kapalině L udržoval pod předem určenou úrovní. Je-li to žádoucí, může se z části vypouštěné suspenze odstraňovat sádra a vzniklá kapalina se může mísit s absorpčním činidlem a recirkulovat do první, spodní komory 4 potrubím 11. Množství absorpčního činidla zaváděného do recirkulované absorpční kapaliny se přednostně volí tak, aby molární poměr sádry (dihydrátu síranu vápenatého) obsaženého v této absorpční kapalině k absorpčnímu činidlu (MG/MA) ležel v rozmezí od 0,1 do 20, přednostně od 1 do 10. To je důležité pro zabránění lokálnímu zvýšení hodnoty pH v oblasti, která sousedí se vstřikovacími otvory 8 pro plyn. Zejména se tím potlačí srážení jemných krystalů sádry nebo jemných krystalů uhličitanu vápenatého. Kromě toho, i když se takové jemné krystaly vytvoří, narostou na větší krystalické částice, takže lze zabránit zanášení vstřikovacích otvorů 8 pro plyn těmito jemnými krystaly nebo jejich usazování na stěnách rozptylovacích trubek 7 pro plyn.

Je-li to žádoucí, může se část absorpční kapaliny L recirkulovat rozprašováním do druhé, střední komory 5 za účelem chlazení a promývání zaváděného odpadního plynu.

Výše uvedený oxidační plyn, který se zavádí potrubím 12, se přednostně vstřikuje do hlavního recirkulačního toku R v místě, které s ohledem na směr toku leží za lopatkami míchadla 10. ve směsné fázi A plynu a kapaliny probíhá reakce, při níž dochází k fixaci oxidu siřičitého obsaženého v odpadním plynu za vzniku sádry. Tato reakce probíhá podle následující rovnice



Pro zlepšení stupně odsiřování Z je nutné, aby výše uvedená reakce efektivně probíhala ve směsné fázi A plynu a kapaliny. Oxidační plyn se do absorpční kapaliny L přednostně uvádí v takovém množství, aby byl molární poměr kyslíku v oxidačním plynu k oxidu siřičitému v odpadním plynu v rozmezí od 0,5 do 6, přednostně od 1 do 5.

Na obr. 4 je znázorněno jiné provedení odsiřovacího zařízení, v němž jsou podobné části označeny stejnými vztahovými značkami jako příslušné části v odsiřovacím zařízení znázorněném na obr. 1. V tomto provedení je vnitřní prostor krytu 2 rozdělen rozdělovací deskou 3 na první, spodní komoru 4 a druhou, vrchní komoru 5. První, spodní komora 4 obsahuje lázeň absorpční kapaliny L, přičemž nad pracovní hladinou LS absorpční kapaliny L je umístěn vrchní

5 prostor B zpracováváný odpadní plyn se uvádí vstupem 6 pro plyn umístěným v druhé, vrchní komoře 5 a vstřikuje se do lázně absorpční kapaliny L prostřednictvím většího počtu rozptylovacích trubek 7 pro plyn, které jsou upevněny v rozdělovací desce 3 a většího počtu horizontálně uspořádaných vstřikovacích otvorů 8 pro plyn uspořádaných ve spodní části každé z rozptylovacích trubek 7 pro plyn.

10 Odpadní plyn odsiřovaný stykem s absorpční kapalinou L potom teče do vrchního prostoru B nad pracovní hladinou LS absorpční kapaliny L. Přednostně je průměrná vzestupná rychlost odsiřovaného plynu ve vrchním prostoru B v rozmezí od 0,5 do 5 m/s, s výhodou od 0,7 do 4 m/s, zatímco průměrná horizontální rychlost odsiřovaného plynu ve vrchním prostoru B je přednostně 8 m/s nebo nižší, zvláště pak 6 m/s nebo nižší. Během toku odsiřovaného plynu ve vrchním prostoru B se z něho oddělí větší část mlhy a pevných částic působením tíže a srážkami s rozptylovacími trubkami 7 pro plyn. Odsiřený plyn, z něhož byly odstraněny tyto kapalné a pevné částice, se vypouští výstupem 9 pro plyn.

15 Vynález je blíže objasněn v následujícím příkladu provedení. Tento příklad má výhradně ilustrativní charakter a rozsah vynálezu v žádném ohledu neomezuje.

20 Příklad provedení vynálezu

Způsobem podle vynálezu se zpracovává odpadní plyn s obsahem 1000 ppm oxidu siřičitého za následujících podmínek:

25 Reaktor: 13 m x 13 m x 10 m (výška)

Maximální průtoková rychlost odpadního plynu: 1 000 000 m³/h

Rozmezí průtokové rychlosti odpadního plynu: 50 až 100 % (při rovnoměrném provozu)

30 Stupeň odsiřování Z: 90 %

Hustota odpadního plynu ρ_I : 1,1 kg/m³

35 Hustota absorpční kapaliny ρ_{II} : 1100 kg/m³

40 Rozptylovací trubky 7 pro plyn: průřez = kruhový, průměr $D_S = 0,15$ m, vzdálenost mezi sousedními rozptylovacími trubkami 7 pro plyn $L_1 = 0,15$ m, počet rozptylovacích trubek 7 pro plyn = 1 390.

Vstřikovací otvory 8 pro plyn: průřez = kruhový, průměr $D_H = 0,03$ m, počet = 12, vzdálenost mezi sousedními vstřikovacími otvory 8 pro plyn $P = 0,0393$ m

45 Průměrná vzdálenost L_{II} : 0,2 m

Maximální rychlost V_{max} : 24,2 m/s

Hodnota S: 0,03

50 Tlak Y: asi 0,28 m

Za těchto podmínek se odsiřování provádí s minimálními náklady, a to jak s minimálními náklady na zařízení a konstrukce, tak s minimálními provozními náklady.

Vynález je možno různými způsoby obměňovat, přičemž všechny takové obměny, pokud vycházejí z uchu vynálezu a jsou kryty následujícími patentovými nároky, spadají do jeho rozsahu.

5

PATENTOVÉ NÁROKY

10

1. Způsob odsiřování odpadního plynu obsahujícího oxid siřičitý, **vyznačující se tím**, že se

15

1) opatří reakční nádoba obsahující

20

a) absorpční kapalinu vytvářející v reakční nádobě hladinu, přičemž tato kapalina je schopna absorbovat oxid siřičitý a tím odsiřovat odpadní plyn,

b) alespoň jedno míchadlo pro míchání absorpční kapaliny,

25

c) rozdělovací desku nad hladinou absorpční kapaliny,

d) větší počet rozptylovacích trubek pro plyn, z nichž každá je uspořádána vertikálně a zasahuje směrem dolů od rozdělovací desky do absorpční kapaliny a boční obvodová stěna každé z nich je ve spodní části opatřena větším počtem vstřikovacích otvorů pro plyn, přičemž

i) vstřikovací otvory pro plyn v každé rozptylovací trubce pro plyn jsou v podstatě uspořádány horizontálně;

30

ii) vzdálenost mezi každými sousedními dvěma vstřikovacími otvory pro plyn v každé z rozptylovacích trubek pro plyn je taková, že když se každý z těchto dvou vstřikovacích otvorů pro plyn považuje za kruh mající stejnou plochu je plocha tohoto vstřikovacího otvoru pro plyn, vyhovuje vzdálenost P mezi středem těchto sousedních dvou vstřikovacích otvorů pro plyn následující podmínce

35

$$1,15 \leq P/D \leq 6$$

kde D představuje průměr v metrech jednoho z těchto dvou kruhů, který je menší než druhý kruh;

40

iii) rozptylovací trubky pro plyn jsou uspořádány tak, že vzdálenost L_1 v metrech mezi dvěma nejbližšími rozptylovacími trubkami pro plyn vyhovuje následující podmínce:

$$1,5 \leq L_1/S \leq 10,0$$

45

kde S představuje podíl, vyjádřený v metrech, dynamického tlaku odpadního plynu vstřikovaného vstřikovacím otvorem pro plyn při maximální rychlosti $V_{\max}$ a hustoty absorpční kapaliny; a

e) vrchní prostor, který je definován jako prostor mezi rozdělovací deskou a hladinou absorpční kapaliny,

50

2) odpadní plyn o tlaku Y , vyjádřeném v metrech sloupce absorpční kapaliny, kde hodnota tlaku Y odpadního plynu, vyhovuje podmínce

$$0,05 \text{ m} \leq Y \leq 1,0 \text{ m, načež se}$$

55

3) vhání do lázně absorpční kapaliny vstřikovacími otvory pro plyn rychlostí, jejíž maximum $V_{\max}$ v m/s je dáno požadavkem, aby se odpadní plyn odsířil při styku s absorpční kapalinou, za současného

5 a) míchání kapaliny míchadlem;

b) řízení maxima rychlosti $V_{\max}$ odpadního plynu procházejícího každým vstřikovacím otvorem pro plyn tak, že jsou splněny následující podmínky:

10 i) $0,005 \text{ m} \leq S \leq 0,06 \text{ m}$

ii) $4,5 S \leq Y \leq 24 S$

kde S má výše uvedený význam; a

15

iii) vstřikovací otvory pro plyn v každé z rozptylovacích trubek pro plyn jsou umístěny tak, že průměrná vzdálenost L_{Π} mezi klidovou hladinou absorpční kapaliny ve stavu, kdy do kapaliny nejsou vháněny žádné plyny a středem každého z rozptylovacích otvorů pro plyn vyhovuje následující podmínce

20

$$2 \leq L_{\Pi}/S \leq 20$$

kde S má výše uvedený význam a

25 4) vzniklý odsířený plyn se odvádí vrchním prostorem.

2. Způsob podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že Y a S vyhovují následujícím podmínkám

30

$$0,05 \text{ m} \leq Y \leq 1,0 \text{ m}$$

$$6,5 S \leq Y \leq 22 S$$

kde Y a S mají význam uvedený v nároku 1.

35

3. Způsob podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že minimální vzdálenost L_I leží v rozmezí od 0,05 do 0,6 m a průměrná vzdálenost L_{Π} leží v rozmezí od 0,05 do 0,9 m.

40 4. Způsob podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že množství absorpční kapaliny v reakční nádobě se reguluje tak, aby poměr L_{Π}/S ležel v rozmezí od 2 do 20.

5. Způsob podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že se do absorpční kapaliny se vhání vzduch v takovém množství, aby poměr L_{Π}/S ležel v rozmezí od 2 do 20.

45 6. Způsob podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že alespoň jedno míchadlo pracuje při celkovém příkonu 0,05 až 0,2 kW/1 m³ absorpční kapaliny.

7. Způsob podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že průměrná vzestupná rychlost odsířeného odpadního plynu ve vrchním prostoru leží v rozmezí od 0,5 do 5 m/s a průměrná horizontální rychlost odsířeného odpadního plynu ve vrchním prostoru je 8 m/s nebo nižší.

50

8. Způsob podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že každá z rozptylovacích trubek pro plyn má ekvivalentní průměr 0,025 až 0,3 m a každý ze vstřikovacích otvorů pro plyn má ekvivalentní průměr 0,003 až 0,1 m.

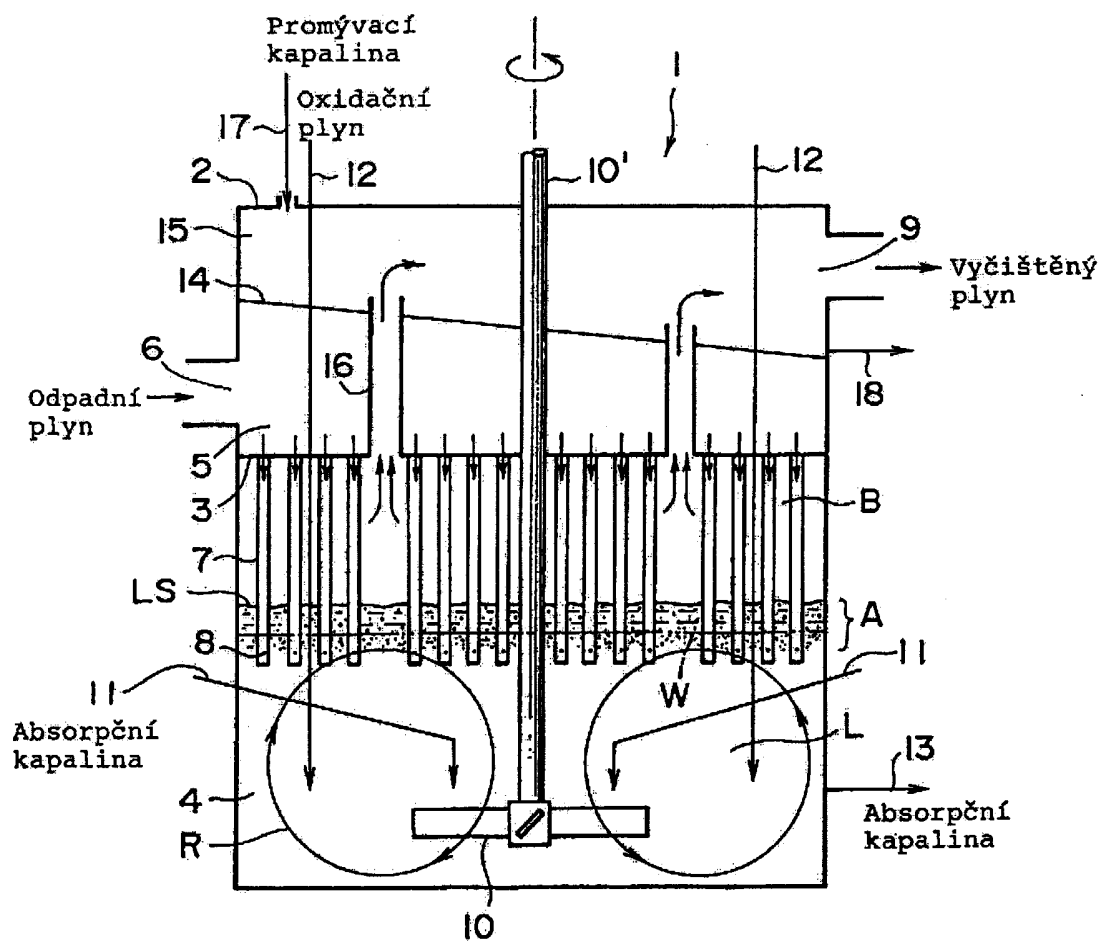
55

9. Způsob podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že reakční nádoba zahrnuje komoru obsahující výstup pro plyn uspořádanou ve vrchní části reakční nádoby, která je propojena s vrchním prostorem alespoň jednou vzestupnou trubicou, takže odsířený odpadní plyn z vrchního prostoru proudí alespoň jednou vzestupnou trubicou do komory a vypouští se z reakční nádoby výstupem pro plyn.

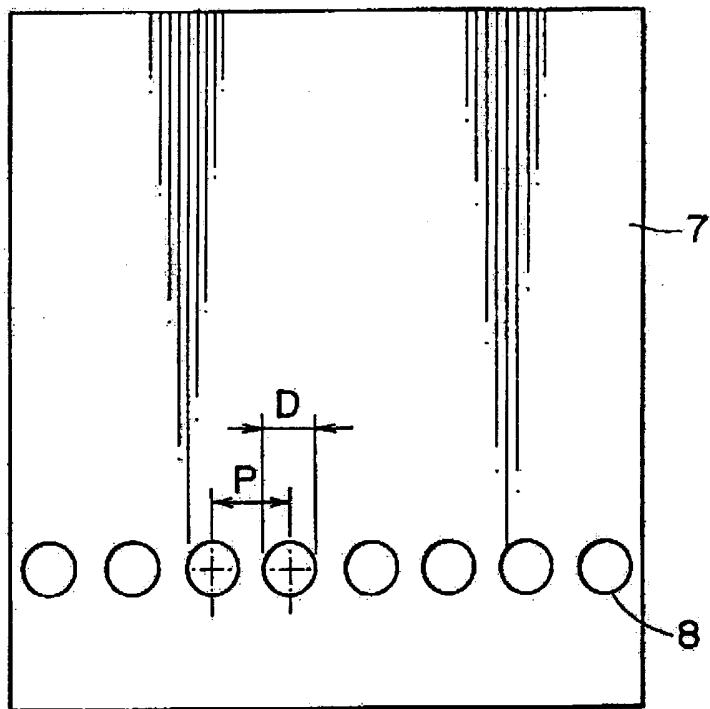
10. Způsob podle nároku 9, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že průměrná horizontální rychlost odsířeného odpadního plynu v komoře je 10 m/s nebo nižší.

5 výkresů

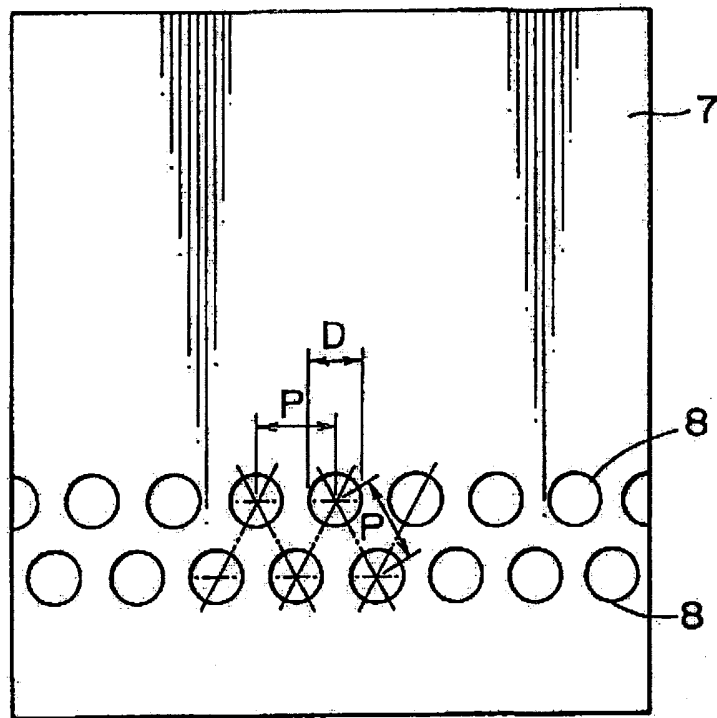
Obr. 1



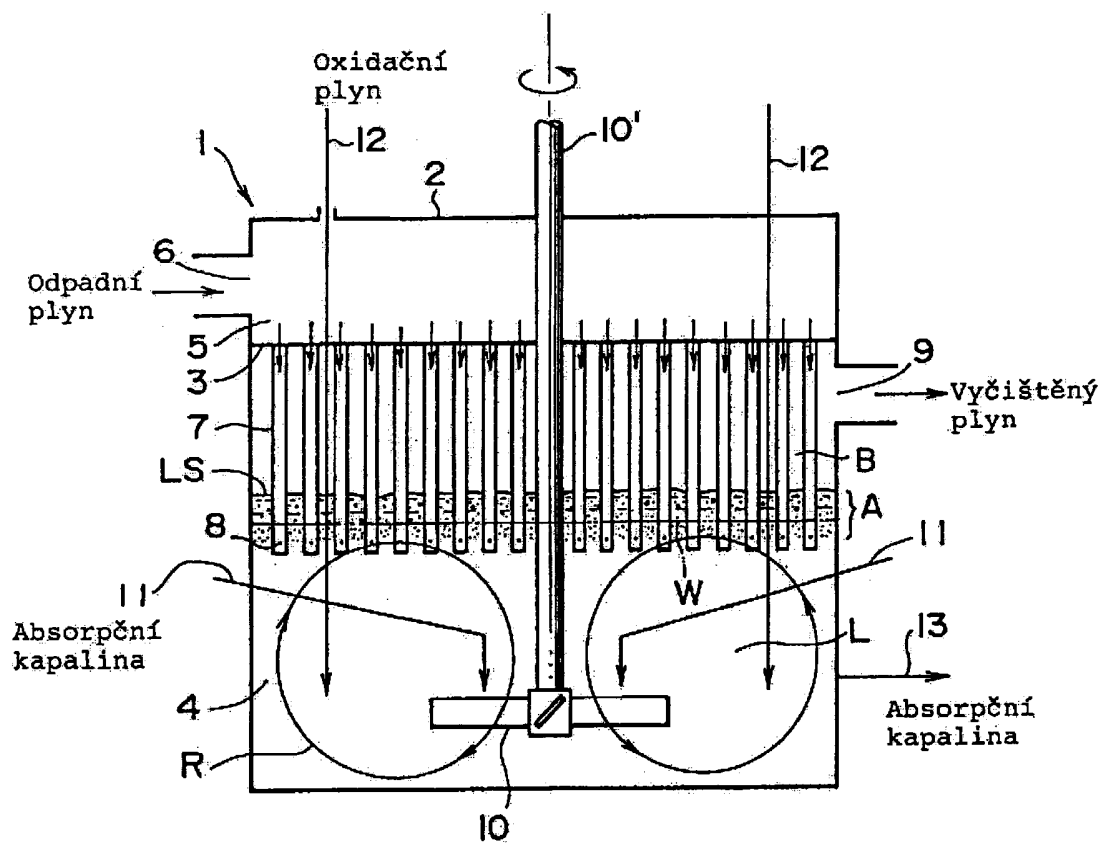
Obr. 2



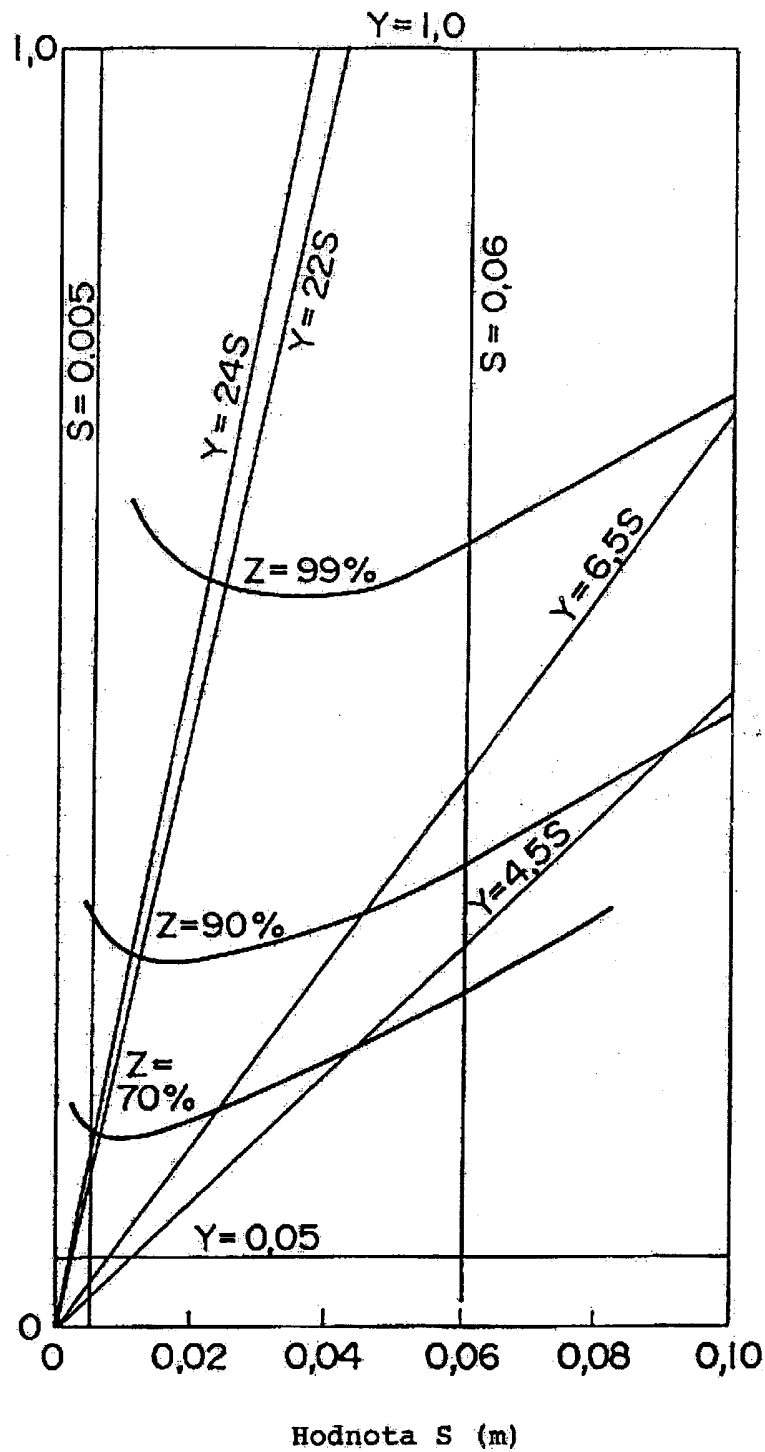
Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5

Tlak Y potřebný pro odsiřování (m)

Konec dokumentu