

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

293 501

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl. :⁷

B 01 D 53/50

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **1995-3232**
(22) Přihlášeno: **11.05.1995**
(30) Právo přednosti: **11.05.1994 JP 1994/97425**
08.02.1995 JP 1995/20625
28.02.1995 JP 1995/40315
28.02.1995 JP 1995/40316
28.02.1995 JP 1995/40318
(40) Zveřejněno: **17.04.1996**
(Věstník č: 04/1996)
(47) Uděleno: **15.03.04**
(24) Oznámení o udělení ve Věstníku: **12.05.2004**
(Věstník č: 5/2004)
(86) PCT číslo: **PCT/JP1995/000921**
(87) PCT číslo zveřejnění: **WO 9502329**

(73) Majitel patentu:

Babcock-Hitachi Kabushiki Kaisha, Tokyo, JP

(72) Původce:

Kikkawa Hirofumi, Hiroshima, JP
Nakajima Fumito, Hiroshima, JP
Kaku Hiroyuki, Hiroshima, JP
Takamoto Shigehito, Hiroshima, JP
Ishizaka Hiroshi, Hiroshima, JP
Nozawa Shigeru, Hiroshima, JP
Nishimura Masakatsu, Hiroshima, JP
Nakamoto Takanori, Tokyo, JP

(74) Zástupce:

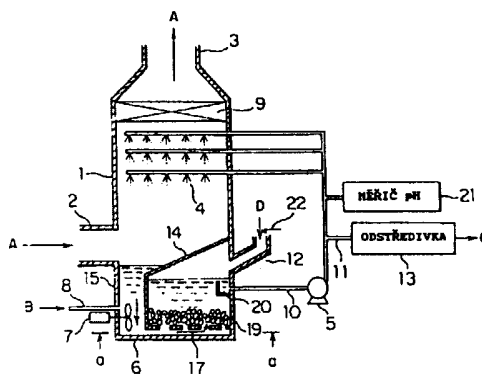
PATENTSERVIS PRAHA a.s., Jivenská 1273, Praha 4,
14021

(54) Název vynálezu:

**Způsob odsiřování kouřových plynů mokrého
typu a zařízení k jeho provádění**

(57) Anotace:

Způsob a zařízení na odsiřování kouřových plynů mokrého typu, používající tuhého odsiřovacího činidla, v němž jsou kouřové plyny uváděny do styku s absorpční kapalinou obsahující vodu jako hlavní složku k absorpci oxidů síry z kouřových plynů do absorpční kapaliny, s následnou neutralizací absorpční kapaliny obsahující oxidy síry takto absorbované. Selektivně se ponechá tuhé odsiřovací činidlo v neutralizační zóně pro neutralizaci absorpční kapaliny na základě toho, že má vážený střední průměr částic 0,5 mm nebo větší a selektivně se odvede absorpční kapalina obsahující vodu jako hlavní složku a tuhé produkty vytvořené z oxidů síry z neutralizační zóny na základě toho, že mají vážený střední průměr částic nižší než 0,5 mm, přičemž se absorpční kapalina z neutralizační zóny zčásti recirkuluje zpět do styku s kouřovými plyny. Zařízení zahrnuje kontaktní aparát, tvořený absorpční věží (1), vstupním kanálem (2) a výstupním kanálem (3), sprchovacími tryskami (4) a sběrným potrubím (14). Dále zahrnuje neutralizační aparát a recirkulační aparát.



CZ 293501 B6

Způsob odsiřování kouřových plynů mokrého typu a zařízení k jeho provádění

Oblast techniky

5

Tento vynález se týká způsobu odsiřování kouřových plynů mokrého typu používajícího tuhého odsiřovacího činidla, v němž jsou kouřové plyny uváděny do styku s absorpční kapalinou obsahující vodu jako hlavní složku, k absorpci oxidů síry z kouřových plynů do absorpční kapaliny, s následnou neutralizací absorpční kapaliny obsahující oxidy síry takto absorbované. Vynález se rovněž týká zařízení na odsiřování kouřových plynů mokrého typu používajícího tuhého odsiřovacího činidla, majícího absorpční věž k přivádění kouřových plynů do styku s absorpční kapalinou k absorpci oxidů síry z kouřových plynů do absorpční kapaliny, a neutralizační aparát pro následnou neutralizaci absorpční kapaliny obsahující oxidy síry takto absorbované, pro provádění způsobu odsiřování kouřových plynů mokrého typu.

15

Dosavadní stav techniky

Kyslíčníky síry (zde dále jednoduše uváděné jen jako SO₂) v kouřových plynech, generovaných jako výsledek spalování fosilních paliv v tepelných elektrárnách atd., jsou jedním z hlavních původců vytváření globálních problémů vnějšího prostředí jako je například znečištění vzduchu, kyselý déšť a podobně. Tudíž, práce týkající se způsobů odsiřování k odstraňování SO₂ z nich a vývoje zařízení a odsiřování kouřových plynů, zůstávají nadále důležitými.

Byly navrženy různé způsoby odsiřování kouřových plynů, ačkoli mokrá technologie je hlavním způsobem. Způsob mokrého typu zahrnuje sodíkové, vápníkové a hořčíkové způsoby, které používají sloučenin sodíku, vápníku a hořčíku jako absorbent. Sodíkový způsob je nadále vše vynikající v realitě mezi absorbentem a SO₂, ale použité sodíkové sloučeniny jsou velmi drahé. Proto je vápníkový způsob, používající poměrně levnějších vápníkových sloučenin, jako je například uhličitán vápenatý, používán nejrozšířeněji jako systém odsiřování kouřových plynů velkých kotlů v elektrárnách.

Způsob odsiřování používající těchto sloučenin vápníku jako absorpční kapaliny se obecně roztrídí do systémů se sprchováním, smáčenými stěnami a s probubláváním, v závislosti na způsobu styku mezi plynem a kapalinou. Ačkoli má každý systém své vynikající charakteristické rysy, systém se sprchováním je značně populární a spolehlivý a tak je na světě nejvíce rozšířený. Systém odsiřování tradičních sprchováním dříve obsahoval tři věže, tj. chladičí věž pro chlazení a odstraňování prachu z kouřových plynů, odsiřovací věž pro sprchování kouřových plynů absorpční kapalinou k reakci s SO₂ a oxidační věž k oxidaci siřičitanu vápenatého vytvářeného v odsiřovací věži. Nedávno byl vyvinut jednověžový odsiřovací systém (způsob oxidace v nádrži), v němž má odsiřovací věž chladičí a oxidační funkce a stává se nyní nejpopulárnějším způsobem u systému se sprchováním.

Obr. 39 znázorňuje příklad běžného sprchování s jednověžovým zařízením na odsiřování. Obecně toto jednověžové zařízení na odsiřování zahrnuje těleso 1 věže, vstupní kanál 2, výstupní kanál 3, sprchovací trysku 4, čerpadlo 5 absorpční kapaliny, cirkulační nádrž 6, míchadlo 7, dmýchadlo 8 vzduchu, odlučovač 9 mlhy, odváděcí potrubí 10 absorpční kapaliny, odváděcí potrubí 11 sádrovec, dodávací potrubí 12 vápenec, odstředivku 13 a podobně. Několik sprchovacích trysek 4 je uspořádáno v horizontálním směru a několik pater sprchovacích trysek 4 je uspořádáno ve vertikálním směru. Míchadlo 7 a dmýchadlo 8 vzduchu jsou připojeny k cirkulační nádrži 6, umístěné v dolní části odsiřovací věže, kde je absorpční kapalina, zatímco odlučovač 9 mlhy je umístěna v nejhornější části odsiřovací věže nebo ve výstupním kanálu 3.

Kouřové plyny A odsávané z kotle jsou zaváděny do tělesa 1 odsiřovací věže ze vstupního kanálu 2 a odsává výstupním kanálem 3. Během tohoto procesu je absorpční kapalina čerpána z čerpadla

55

5 5 absorpční kapaliny odváděcím potrubím 10 absorpční kapaliny a je rozstříkována ze sprchovacích trysek 4 k realizaci kontaktu plyn–kapalina mezi absorpční kapaliny a kouřových plynů A. Na základě rozstříkování je SO₂ selektivně absorbován absorpční kapalinou z kouřových plynů A a vytváří siričitan vápenatý. Absorpční kapalina obsahující takto vytvořený siričitan vápenatý je
 10 umístěna v cirkulační nádrži 6, kde je pomocí míchání míchadlem 7 siričitan vápenatý v absorpčních kapalinách oxidován vzduchem B, dodávaným dmýchadlem 8 vzduchu, k vytváření sádrovce C. Odsiřovací činidlo, jako například vápenec D, je přidáváno do absorpční kapaliny v cirkulační nádrži 6 dodávacím potrubím 12 vápence. Část absorpční kapaliny v cirkulační nádrži 6, kde koexistuje vápenec D a sádrovec C je znova čerpána čerpadlem 5 absorpční
 15 kapaliny do sprchovací trysky 4 přes odváděcí potrubí 10 absorpční kapaliny, zatímco její další část je čerpána do odstředivky 13 odváděcím potrubím 11 sádrovec. Kapénky absorpční kapaliny, rozstříkované a rozprašované sprchovací tryskou 4, jsou strhávány kouřovými plyny A a sbírány odlučovačem 9 mlhy umístěným v horní části odsiřovací věže.

15 Znamý stav techniky tak, jak je výše popsán, přináší následující problémy:

- 1) Absorpční kapaliny obsahuje nejen uhličitan vápenatý (vápenec), jenž pohlcuje SO₂, ale i značné množství sádrovce, nepřispívajícího vůbec k absorpci. Když se poměr vápence v absorpční kapalině zvýší, aby se zvýšil výkon odsiřováním, pak se sníží kvalita sádrovce
 20 na úroveň, že není dále použitelný.
- 2) Na mletí vápence se spotřebuje značná energie.
- 3) Když se v absorpční kapalině současně vyskytují i sloučeniny hliníku a fluoru, na povrchu
 25 vápencových částic se tvoří neaktivní sloučeniny s obsahem hliníku a fluoru, což snižuje výkon odsiřování.

30 Proto je cílem tohoto vynálezu poskytnout takový způsob a zařízení pro odsiřování kouřových plynů, aby se vyřešily tradiční, výše popsané problémy a aby se hospodárně docílilo vyššího výkonu odsiřování.

35 Dalším cílem tohoto vynálezu je zajistit způsob a zařízení pro odsiřování kouřových plynů, schopné zvýšeného výkonu, bez snižování jakosti tuhých produktů vznikajících z tuhého odsiřovacího činidla.

Ještě dalším cílem tohoto vynálezu je zajistit způsob a zařízení pro odsiřování kouřových plynů s vyšším výkonem odsiřování, umožňující snížit náklady na spotřebu energie pro mletí tuhého odsiřovacího činidla.

40 Dalším cílem tohoto vynálezu je zajistit způsob a zařízení pro odsiřování kouřových plynů s vyšším výkonem odsiřování, umožňující snadnou separaci tuhého odsiřovacího činidla obsaženého v absorpční kapalině a tuhých produktů vytvářených z tuhého odsiřovacího činidla.

45 Tyto a jiné cíle tohoto vynálezu budou popsány níže.

Podstata vynálezu

50 K dosažení výše popsaných cílů se podle prvního aspektu a znaku tohoto vynálezu poskytuje způsob odsiřování kouřových plynů mokrého typu, používající tuhého odsiřovacího činidla, v němž jsou kouřové plyny uváděny do styku s absorpční kapalinou obsahující vodu jako hlavní složku k absorpci oxidů síry z kouřových plynů do absorpční kapaliny, s následnou neutralizací absorpční kapaliny obsahující oxidy síry takto absorbované, který podle vynálezu spočívá v tom, že se selektivně ponechá tuhé odsiřovací činidlo v neutralizační zóně pro neutralizaci absorpční
 55 kapaliny na základě tohoto, že má vážený střední průměr částic 0,5 mm nebo větší a selektivně

odvede absorpční kapalina obsahující vodu jako hlavní složku a tuhé produkty vytvořené z oxidů síry z neutralizační zóny na základě toho, že mají vážený střední průměr částic nižší než 0,5 m, přičemž se absorpční kapalina z neutralizační zóny zčásti recirkuluje zpět do styku s kouřovými plyny.

5

Způsob odsiřování kouřových plynů mokrého typu se s výhodou provádí tak, že se stykem absorpční kapaliny se vzduchem oxidují sloučeniny síry v absorpční kapalině poté, co v ní byly absorbovány oxidy síry z kouřových plynů a neutralizuje se takto oxidovaná absorpční kapalina tuhým odsiřovacím činidlem.

10

Způsob odsiřování kouřových plynů mokrého typu je dále s výhodou prováděn tak, že se v neutralizační zóně zabráňuje vytváření povlaku produktů reakce okolo tuhého odsiřovacího činidla tokem absorpční kapaliny ze spodní části do horní části neutralizační zóny, tokem absorpční kapaliny spolu s tokem plynu, zejména vzduchu, ze spodní části do horní části neutralizační zóny a tokem plynu, zejména vzduchu, ze spodní části do horní části neutralizační zóny a absorpční kapalina je neutralizována. Vnitřek neutralizační zóny je promícháván, aby se zabránilo vytváření povlaku produktů reakce okolo tuhého odsiřovacího činidla. Neutralizační zóna je rozdělena do množiny oddílů umožňujících bránění vytváření povlaku produktů reakce okolo tuhého odsiřovacího činidla nezávisle v každém oddílu. Do absorpční kapaliny je dodávána karboxylová kapalina anebo její sůl. U způsobu je alespoň buď řízeno množství tuhého odsiřovacího činidla používaného v neutralizační zóně jeho dosypáváním, či řízena rychlost toku absorpční kapaliny protékající neutralizační zónou pro zvednutí hodnoty pH absorpční kapaliny před absorbováním oxidu síry z kouřových plynů na hodnotu vyšší než je disociační konstanta pK_a karboxylové kyseliny. Množství vzduchu používaného pro oxidování absorpční kapaliny se řídí koncentrací rozpuštěného kyslíku v absorpční kapalině v neutralizační zóně, která absorbovala oxidy síry z kouřových plynů. Tuhým odsiřovacím činidlem je vápenec a produktem reakce je sádrovec. Tuhé odsiřovací činidlo má vážený střední průměr částic nejméně o řád větší než je vážený střední průměr částic tuhého produktu vytvářeného neutralizační reakcí. Dráha toku kouřových plynů je vertikálního typu, v němž jsou kouřové plyny zaváděny z dolní části a odebírány z horní části, nebo jsou kouřové plyny zaváděny z horní části a odebírány z dolní části, nebo horizontálního typu, v němž kouřové plyny proudí horizontálně. Měří se pH absorpční kapaliny a způsob se provozuje až do okamžiku, kdy změřená hodnota pH absorpční kapaliny, která absorbovala oxid síry, stoupne nad předem stanovenou hodnotu. Způsob se provozuje až do okamžiku, kdy změřená hodnota pH absorpční kapaliny, která absorbovala oxidy síry, je větší než 4,0. Když se zpozoruje, že výška vrstvy tuhého odsiřovacího činidla v neutralizační zóně není stejná, tak je do vrstvy tuhého odsiřovacího činidla vháněna absorpční kapalina nebo dmýchán plyn anebo vháněna voda, či je vrstva tuhého odsiřovacího činidla promíchávána mícháním. Jsou stanoveny více než dvě hodnoty z následujícího výčtu: tlakové ztráty vrstvy tuhého odsiřovacího činidla v neutralizační zóně, točivý moment míchacího zařízení, koncentrace tuhých těles v absorpční kapalině, specifická hmotnost absorpční kapaliny a viskozita absorpční kapaliny, k zjištění míry promíchávání tuhého odsiřovacího činidla.

Vynález se rovněž týká zařízení na odsiřování kouřových plynů mokrého typu, používajícího tuhého odsiřovacího činidla k provádění výše uvedeného způsobu odsiřování kouřových plynů mokrého typu, majícího absorpční věž k přivádění kouřových plynů do styku s absorpční kapalinou k absorpci oxidů síry z kouřových plynů do absorpční kapaliny a neutralizační aparát pro následnou neutralizaci absorpční kapaliny obsahující oxidy síry takto absorbované, které podle vynálezu spočívá v tom, že zahrnuje kontaktní aparát pro styk kouřových plynů s absorpční kapalinou obsahující vodu jako hlavní složku v zařízení zahrnující těleso věže, vstupní kanál, výstupní kanál, sprchovací trysky a sběrné potrubí absorpční zóny k absorbování oxidů síry a tím k vytvoření kyselé absorpční kapaliny, neutralizační aparát zahrnující lože částic odsiřovacího činidla, s výhodou vrstvu vápence, s neutralizační zónou pro styk kyselé absorpční kapaliny s částicemi odsiřovacího činidla, majícími vážený střední průměr velikostí částic 0,5 mm nebo větší, recirkulační aparát pro recirkulování nejméně jedné části regenerované absorpční kapaliny,

50

oddělné od části odsiřovacího činidla do absorpční zóny pro použití v kontaktním aparátu zatímco částice odsiřovacího činidla zůstávají v neutralizační zóně.

5 Zařízení na odsiřování kouřových plynů mokrého typu je s výhodou vytvořeno tak, že za zaříze-
ním absorpční zóny následuje zařízení oxidační zóny k oxidování absorpční kapaliny obsahující
oxydy síry takto absorbované na kyselinu sírovou nebo její soli. V oblasti pro kontakt plynu
s kapalinou mezi kouřovými plyny a absorpční kapalinou je umístěn rošt. Pro zavádění kouřo-
vých plynů do absorpční kapaliny je v absorpční věži trubka tvořící probublávací systém jako
10 v absorpční věži, tak i v neutralizačním aparátu. Zařízení je opatřené prostředkem k odstraňování
povlaku částic reakčních produktů tvořících se okolo tuhého odsiřovacího činidla v neutralizační
zóně.

15 Prostředek k zabránění tvoření povlaku reakčních produktů okolo částic tuhého odsiřovacího
činidla v neutralizační zóně v něm zahrnuje rozvětvenou trasu rozvodu absorpční kapaliny, která
je rozvětvena pod celou spodní částí vrstvy tuhého odsiřovacího činidla a uzpůsobena k vytváření
toků absorpční kapaliny prudce vstříkovaného od spodní části k horní části této vrstvy, a rozvět-
venou trasu rozvodu vzduchu nebo vody, která je rozvětvena spolu s rozvětvenou trasou rozvodu
absorpční kapaliny, či samostatně, pod celou spodní částí vrstvy tuhého odsiřovacího činidla, a
20 uzpůsobena k vytváření toků vzduchu nebo vody. Rozvětvená trasa rozvodu toků absorpční
kapaliny zahrnuje vertikální trubky opatřené otvory na svém konci, uzpůsobenými pro vstříková-
ní absorpční kapaliny směrem nahoru nebo směrem dolů a v neutralizační zóně je naproti
otvorům umístěna usměrňovací deska. Zařízení je opatřeno prostředkem k odstraňování povlaku
reakčních produktů tvořících se okolo částic tuhého odsiřovacího činidla v neutralizační zóně,
který zahrnuje míchací lopatku anebo hrablo uspořádané v neutralizační zóně nebo neutralizační
25 zóna zahrnuje rotační míchací součástku.

Vrstva tuhého odsiřovacího činidla je s výhodou uložena do každého z oddílů neutralizační zóny.
Zařízení je opatřeno prostředkem pro dodávání tuhého odsiřovacího činidla do neutralizačního
aparátu a tento prostředek je opatřen umývací jednotkou pro bránění usazování tuhého odsiřova-
cího činidla na povrchu jeho stěn. Zařízení obsahuje vertikální trasu toku kouřových plynů, uzpů-
sobenou tak, že vstup kouřových plynů je v dolní části a odsávání kouřových plynů je v horní
30 části nebo uzpůsobenou tak, že vstup kouřových plynů je v horní části a odsávání kouřových
plynů je v dolní části, anebo horizontální trasu toku kouřových plynů, uzpůsobenou tak, že vstup
kouřových plynů a odsávání kouřových plynů jsou umístěny v jedné horizontální rovině.

35 Tuhé odsiřovací činidlo užitě v tomto vynálezu má s výhodou vážený střední průměr částic (dále
jen střední průměr částic) větší než 0,5 mm. Částice se středním průměrem částic menším než
0,5 mm by činily nesnadným oddělováním odsiřovacího činidla od produktů oxidační reakce jako
je sádrovec a vedly by k redukci velikosti částic tuhého odsiřovacího činidla jako je vápenc
během jejich dopravy po jejich umletí do zařízení na odsiřování kouřových plynů. Přednostněji
40 má tuhé odsiřovací činidlo střední průměr částic větší než 1,0 mm. Částice tuhého odsiřovacího
činidla se středním průměrem přes 10 mm by vedly ke snížení reaktivity při neutralizaci absorpč-
ní kapaliny, jež absorbovala SO₂ v kouřových plynech a navíc by opotřebovávala dodávací potru-
bí tuhého odsiřovacího činidla, které je připojeno k neutralizační zóně zařízení na odsiřování
45 kouřových plynů. Podle toho, má tuhé odsiřovací činidlo, použité v tomto vynálezu, žádoucí
střední průměr částic od 0,5 mm do 10 mm, může však obsahovat i částice 0,5 mm nebo menší.

Kouřové plyny obsahují mnoho druhů složek v podobě jemných částic a obzvláště v případě
50 kotlů spalujících uhlí velké množství popílků ze spalování. Popílek ze spalování se v podstatě
odstraňuje pomocí lapače prachu před zařízením na odsiřování, ale částečně se dostává i do
zařízení na odsiřování a je zachycován pomocí rozprašované absorpční kapaliny. Popílek ze
spalování obsahuje složku obsahující hliník (Al), jejíž část se rozpouští v absorpční kapalině když
se v ní absorbuje SO₂ a snižuje její pH. Na druhé straně fluorovodík (HF) obsažený v kouřových
plynech je zachycován rozprašenou absorpční kapalinou a v přítomnosti výše popsané složky
55 obsahující Al reaguje s vápencem a vytváří sloučeniny obsahující hliník a fluor, například

sloučeninu představovanou chemickým vzorcem: $\text{CaAlF}_3(\text{OH})_2 \cdot \text{CaF}_2$. Tyto sloučeniny se usazují na povrchu částic vápence a snižují reaktivitu vápence. V rámci vynálezu bylo zjištěno, že tato reakce nemá žádné spojení s průměrem částic vápence. Bylo však rovněž zjištěno, že sloučeniny obsahující hliník a fluor mohou být odstraňovány pomocí vápence majícího střední průměr částic větší než 0,5 mm, když se částice vápence dostávají do vzájemného styku a obrušují se v neutralizační zóně vápence. Jemnější částice vápence se suspendují v absorpční kapalině kvůli svému menšímu průměru částic a nikdy nevedou k tomuto jevu.

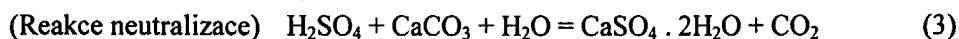
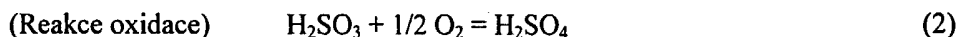
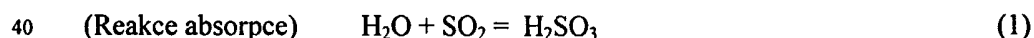
Podle předmětného vynálezu je žádoucí dodávat pevné odsiřovací činidlo do neutralizační zóny ve formě kaše nebo pneumatickou dopravou v suchém stavu.

Množství tuhého odsiřovacího činidla k dodání do neutralizační zóny se řídí dávkovačem fixního množství anebo vypínáním a zapínáním provozu mlecího zařízení pro tuhé odsiřovací činidlo, zatímco velikost částic tuhého odsiřovacího činidla je řízena regulováním rychlosti mlecího zařízení apod.

Vápenec je typickým příkladem tuhého odsiřovacího činidla užitého v tomto vynálezu. Vápenec zde použití znamená sedimentární horninu, obsahující uhličitán vápenatý jako hlavní složku a dále zahrnuje takovou horninu, jež obsahuje i uhličitán hořečnatý. Podle toho dolomit, obsahující CaCO_3 a MgCO_3 jako hlavní složky, patří rovněž do pojmu vápenec tak, jak je zde používán. Protože vápenec obsahuje nečistoty, které ovlivňují reaktivitu odsiřování, je žádoucí, aby CaCO_3 mající vyšší reaktivitu, byl na tuhém povrchu obnažen pomocí mletí vápence. Protože se ale tuhé odsiřovací činidlo s jemnější velikostí částic snadno dostane do pevných produktů jako je například sádrovec, tyto jemnější částice by měly být před tím odděleny a odstraněny, i když mají vyšší reaktivitu. Na druhé straně, příliš velké částice by poškozovaly zónu dodávání tuhého odsiřovacího činidla a je proto žádoucí, aby byla dodávací zóna opatřena nějakým filtrem nebo cyklonem ke třídění tuhého odsiřovacího činidla.

Základní reakce probíhající v zařízení na odsiřování kouřových plynů podle tohoto vynálezu probíhají následovně. Následující vzorce reakcí (1) až (3) jsou uvedeny jako typické reakce pro lepší pochopení tohoto vynálezu a bere se na zřetel, že veškeré reakce, k nimž dochází v tomto odsiřovacím zařízení kouřovým plynům, mohou ale nemusí vždy odpovídat vzorcům (1) až (3).

Reakce podle těchto vzorců (1) až (3) budou popsány na příkladě, v němž se jako tuhé odsiřovací činidlo používá vápenec (CaCO_3). Absorpční kapalina, která obsahuje jako hlavní složku vodu, absorbuje SO_2 v kouřových plynech a vytváří H_2SO_3 , jež se pak oxiduje vzduchem a dává H_2SO_4 (zředěná kyselina sírová). H_2SO_4 se neutralizuje pomocí CaCO_3 a vytváří se sádrovec ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).



Sádrovec takto vytvořený se sbírá a používá jako průmyslový materiál, například na sádrokartonové desky. Vyšší obsah vápence v sádrovci nepříznivě zhoršuje kvalitu tohoto produktu. Tudíž, v tradičních zařízeních na odsiřování kouřových plynů bylo nezbytné, aby byla koncentrace vápence v absorpční kapalině v místě kde nastává neutralizace udržována na předem stanovené úrovni, např. na úrovni kolem 1/100 sádrovce. Absorpční kapalinu obsahující sádrovec a vápenec, je možno ošetřit pomocí třídiče, jako je cyklón mokrého typu tak, aby se výběrově sbíral sádrovec obsažený v absorpční kapalině. Takové třídění však není tak účinné, protože rozdíl v průměru mezi částicemi vápence a částicemi sádrovce je v tradičním zařízení na odsiřování kouřových plynů malý a navíc jsou třídící zařízení drahá.

Podle tohoto vynálezu jsou částice vápence selektivně ponechávány v neutralizační zóně, kde je hodnota pH absorpční kapaliny snížena v důsledku absorpce oxidů síry v zařízení na odsiřování kouřových plynů a voda a sádrovec vytvořený působením oxidů síry jsou selektivně odváděny ven ze systému. To umožňuje zvýšit výkon odsiřování při současném dodržování kvality sádrovce. V praktickém způsobu podle tohoto vynálezu, má vápenec použitý k neutralizaci absorpční kapaliny, jež absorbuje SO₂ a kouřových plynech, střední průměr částic 0,5 mm a přednostně 1,0 mm nebo větší, čímž se snadno separuje vápenec od sádrovce majícího vážený střední průměr od 30 do 100 μm.

Dále, podle tohoto vynálezu, protože se používá vápenec relativně většího průměru částic, jeho jemnější mletí není nutné, čímž se eliminuje jemná mlecí zařízení a šetří se elektrická energie za mletí.

V tomto vynálezu je možné naložit vápenec do neutralizační zóny v množství dostatečném k zajištění toho, co se spotřebuje během nepřetržitého chodu po asi 20 hodin za standardního stavu. Je tedy charakteristickým znakem tohoto vynálezu, že přesné řízení dodávky vápence do neutralizační zóny není vyžadováno i když se zatížení kouřovými plyny zvyšuje a hodnota pH absorpční kapaliny absorbující kouřové plyny se znatelně sníží.

Reakce podle vzorce (3) probíhá na povrchu vápencových částic v neutralizační zóně. Nepřetržitý kontakt absorpční kapaliny, obsahující H₂SO₄, s částicemi vápence podporující reakci (3) a zvyšuje výkon odsiřování. Když absorpční kapalina protéká seshora dolů ve vápencové vrstvě, tak se v zóně ukládání vápence vápencová vrstva zhutňuje a vytváří oblasti, kde absorpční kapalina teče pomalu a kde neproudí, čímž se odsiřovací výkon zmenšuje. Aby se vyřešil problém tohoto zhutňování vápencové vrstvy, proudí například absorpční kapalina určitou rychlostí, odspodu směrem vzhůru skrz vápencovou vrstvu v neutralizační zóně, aby se vápencové částice fluidizovaly, tj. dostaly do stavu vznosu, čímž se zvyšuje výkon odsiřování.

V podstatě je možné vyrovnat (či učinit stejnou) výšku vrstvy vápence jako celku v neutralizační zóně a tak předejít snížení výkonu odsiřování použitím více než jednoho z následujících způsobů:

- dmýcháním plynu jako je vzduch do vrstvy vápence v neutralizační zóně,
- prudkým vstříkáváním kapaliny jako je voda do vápencové vrstvy anebo
- míchání vápence pomocí míchacího zařízení.

Je též vyrovnat výšku vrstvy vápence jako celku v neutralizační zóně, namísto jednoduchého dmýchání plynu do vápencové vrstvy, dmýcháním plynu směrem k části, kde je absorpční kapalina v neutralizační zóně prudce vstříkována zespoda směrem nahoru a tak dodávat plyn spolu s absorpční kapalinou do vápencové vrstvy. Míchací zařízení vápencové vrstvy zde použité obsahuje míchadlo opatřené míchacími lopatkami nebo hrably v neutralizační zóně, vybavení k otáčení neutralizační zóny samotné a podobně.

Přednostněji se vyrovnání výšky vrstvy vápence jako celku v neutralizační zóně provádí použitím více než jednoho z následujících způsobů:

- detekcí stavu fluidace vrstvy vápence na více místech určováním více než jednoho faktoru vybraného ze skupiny obsahující tlakovou ztrátu ve vápencové vrstvě ve místech, kde probíhá fluidizace, koncentrace tuhých látek, specifickou hmotnost a viskozitu absorpční kapaliny (tlaková ztráta se v málo fluidizovaných místech snižuje), načež následuje dmýchání plynu jako je vzduch nebo prudké vstříkávání kapaliny jako je voda do vápencové vrstvy v místech, kde je fluidizace malá,
- či mícháním vápencové vrstvy pomocí prostředků míchacího zařízení.

Obecně se tlaková ztráta (P) fluidizovaného lože vyjadřuje následujícím vzorcem:

$P = (\text{specifická hmotnost vápence} - \text{specifická hmotnost absorpční kapaliny}) \times (\text{výška vrstvy vápence}) \times (1 - \text{číslo pórovitosti}).$

5 Číslo pórovitosti ve výše uvedeném vzorci je hodnota stanovená ve fluidizovaném stavu, avšak součin (výška vrstvy vápence) \times (1 – číslo pórovitosti) je ekvivalentní za stacionárního a fluidizovaného stavu, takže výška vrstvy vápence ve stacionárním stavu může být stanovována z výše uvedeného vzorce. Znamená to, že jelikož je specifická hmotnost vápence známá (asi 2,7) a číslo pórovitosti za stacionárního stavu je asi 0,4, ačkoli to závisí na tvaru částic, výška vrstvy
10 vápence se dá vypočíst ze stanovené tlakové ztráty P a specifické hmotnosti absorpční kapaliny. Dále, poněvadž specifická hmotnost absorpční kapaliny koreluje s koncentrací částici (v podstatě koncentrace částic sádrovce) nebo viskozitou absorpční kapaliny, namísto specifické hmotnosti může být stanovována tato koncentrace anebo viskozita.

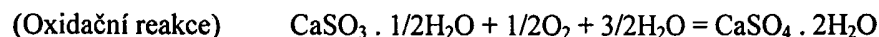
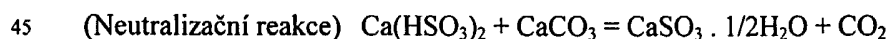
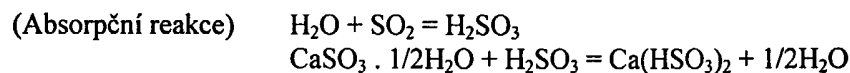
15 Mísení částic vápence v absorpční kapalině je podporována a kontaktující účinek těchto komponent se zvyšuje použitím více než jednoho z následujících způsobů:

- dmýcháním plynu jako je vzduch do vápencové vrstvy,
- prudkým vstřikováním kapaliny jako je voda do vápencové vrstvy nebo
- 20 – mícháním vápence pomocí míchacího zařízení.

Dále je část CO_2 rozpuštěného v absorpční kapalině vylučována k podpoře neutralizační reakce a zvýšení výkonu odsiřování pomocí dmýchání plynu, jiného než je CO_2 , jako je vzduch, do vápencové vrstvy.

25 Tento způsob je rovněž použitelný na zařízení na odsiřování kouřových plynů podle tohoto vynálezu opášené externí oxidační věží. Tento typ zařízení na odsiřování kouřových plynů obsahuje chladičí věž pro chlazení a odstraňování prachu z kouřových plynů, odsiřovací věž pro rozstříkávání absorpční kapaliny v kouřových plynech k reakci s SO_2 a oxidační věž k oxidaci siřičitanu vápenatého vytvářeného v odsiřovací věži. Hlavní reakce probíhající v zařízení na odsiřování kouřových plynů vybaveném externí oxidační věží podle tohoto vynálezu jsou následující.

35 SO_2 v kouřových plynech je pohlcován absorpční kapalinou (hlavní složka: voda) v níž se tvoří kyselina siřičitá (H_2SO_3), načež následuje reakce se siřičitanem vápenatým ($\text{CaSO}_3 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O}$) a vytváří se hydrosiřičitan vápenatý $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$, který pak reaguje s vápencem v neutralizační zóně a vytváří se siřičitan vápenatý. Takto vytvořený siřičitan vápenatý se recykluje do absorpční zóny k reakci s H_2SO_3 , jež byla vytvořena absorpcí SO_2 v kouřových plynech. Na druhé straně, část siřičitanu vápenatého se dodává do oxidační věže, kde se k němu následně přidává kyselina
40 sírová k úpravě jeho hodnoty pH. Nakonec se kyselina siřičitá oxiduje na sádrovec ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).



Přehled obrázků na výkresech

50 Obr. 1 je schematický pohled na jednověžové zařízení na odsiřování kouřových plynů mokrého typu podle příkladu 1 tohoto vynálezu.

Obr. 2 je pohled v řezu vedeném podél roviny a–a z obr. 1.

- Obr. 3 je zvětšený pohled na dodávací potrubí vápence na obr. 1.
- Obr. 4 je zvětšený pohled na modifikovanou neutralizační zónu na obr. 1.
- Obr. 5 je modifikaci v řezu vedeném podél roviny b–b z obr.4.
- 5 Obr. 6 je graf znázorňující vztah mezi pH absorpční kapaliny a procentem odsíření nebo koncentrací vápence v sádrovci dle příkladu 1 (plná čára) a srovnávacího příkladu 1 (přerušovaná čára).
- Obr. 7 je graf znázorňující vztah mezi rychlostí proudění toku absorpční kapaliny směrem vzhůru ve vrstvě vápence a procentem odsíření dle příkladu 1.
- Obr. 8 je graf znázorňující vztah mezi koncentrací komponent Al a F v absorpční kapalině a mírou odsířování v příkladě 1 (plná čára (a)) a srovnávacím příkladě (přerušovaná čára (b)).
- 10 Obr. 9 je technologické schéma zařízení na odsířování podle příkladu 2.
- Obr. 10 je graf znázorňující změnu míry odsíření v čase v příkladu 2, přičemž plná čára znázorňuje výsledek docílený, když se vápencová vrstva nechá ležet v neutralizačním zařízení a přerušovaná čára znázorňuje výsledek získaný když se vápenec v neutralizační zóně míchá.
- Obr. 11 je schematický pohled na neutralizační zařízení vybavené míchadlem užitým na obr. 2.
- 15 Obr. 12 je schematický pohled na za mokra pracující rotační nádobu použitou jako neutralizační zařízení v příkladě 2.
- Obr. 13 je schematický pohled na zařízení na odsířování, v němž je hrablo uspořádáno pod cirkulační nádrží, užitou jako neutralizační zařízení v příkladě 2.
- Obr. 14 je schematický pohled na zařízení na odsířování užitě v příkladě 3.
- 20 Obr. 15 je graf znázorňující vztah mezi koncentrací rozpuštěného kyslíku v absorpční kapalině po neutralizaci a mírou odsíření v příkladě 3.
- Obr. 16 je schematický pohled na zařízení na odsířování s roštovou věží použitou v příkladě 4 podle tohoto vynálezu.
- Obr. 17 je schematický pohled na zařízení na odsířování pomocí vhánění bublin, užitě v příkladě 5 podle tohoto vynálezu, v němž jsou kouřové plyny vháněny do absorpční kapaliny potrubím.
- 25 Obr. 18 je schematický pohled na horizontální (či příčné) zařízení na odsířování užitě v příkladě 6 podle tohoto vynálezu.
- Obr. 19 je schematický pohled na zařízení na odsířování užitě v příkladě 7, v němž je do absorpční kapaliny dodávána karboxylová kyselina anebo její sůl.
- 30 Obr. 20 je graf znázorňující vztah mezi poměrem kapalina–vzduch (L/G), (tj. poměrem množství rozstříkané absorpční kapaliny ke kouřovým plynům) a mírou odsíření, když se v absorpční kapalině změnila koncentrace mravenčanu sodného v příkladě 7.
- Obr. 21 je graf znázorňující vztah mezi mírou odsíření, když je pH absorpční kapalina při výstupu z neutralizačního zařízení upravena určitým množstvím vápence v příkladě 8.
- 35 Obr. 22 je technologické schéma zařízení na odsířování kouřových plynů opatřeného měřičem pH k dispersnímu potrubí užitému v příkladě 9.
- Obr. 23 je graf znázorňující vztah mezi provozní dobou zařízení na odsířování a mírou odsíření, plná čára (a) a přerušovaná čára (b) znázorňující vztah mezi provozní dobou a mírou odsíření v příkladě 9 a srovnávacím příkladě 3.
- 40 Obr. 24 je graf znázorňující vztah mezi provozní dobou zařízení na odsířování a mírou odsíření, plná čára (a) a přerušovaná čára (b) znázorňují vztah mezi provozní dobou a mírou odsíření v příkladě 10 a srovnávacím příkladě 4.
- Obr. 25 je schematický pohled na zařízení na odsířování, v němž je do vrstvy vápence dmýchán vzduch, užitě v příkladě 11.

Obr. 26 je zvětšený pohled na neutralizační zařízení znázorněné na obr. 25.

Obr. 27 je graf znázorňující změnu v míře odsíření u zařízení na odsiřování s časem, plná čára (a) zobrazuje změnu, když je provoz zařízení na odsiřování užitého v příkladě 11 na určitou dobu zastaven a pak znovu zahájen, přerušovaná čára (b) znázorňuje stejnou změnu v tradičním
5 zařízení na odsiřování (na obr. 39) užitém ve srovnávacím příkladě 5 a čerchovaná čára (c) znázorňuje podobnou změnu v příkladě 12, když je vzduch kontinuálně dmýchán ve vápencové vrstvy otvorem na dmýchání vzduchu.

Obr. 28 je schematický pohled na zařízení na odsiřování použité v příkladě 13, v němž je neutralizační zařízení vedle hlavního odsiřovacího věžového tělesa a vrstva vápence v neutralizačním zařízení je míchána míchadlem k vyrovnání úrovně výšky vrstvy.
10

Obr. 29 je zvětšená spodní část cirkulační nádrže použité v příkladě 14, v němž konické usměrňovací desky jsou uspořádány pod dolů směřujícími, prodlouženými vertikálními trubkami, připevněnými k dispersnímu potrubí.

Obr. 30 je graf znázorňující vztah mezi úhlem X usměrňovacích desek ke spodní rovině cirkulační nádrže a mírou odsiřování v příkladě 14.
15

Obr. 31 je modifikací příkladu 14, v němž jsou konické usměrňovací desky uspořádány nad směrem nahoru se protahujícími trubkami připevněnými k dispersnímu potrubí.

Obr. 32 je částečný řez dílem vršku vertikálních trubek v příkladech 30 či 31.

Obr. 33 je schematický pohled na zařízení na odsiřování použité v příkladě 15, kde je neutralizační zóna zajištěna nezávisle vedle cirkulační nádrže, jen část absorpční kapaliny cirkulační nádrži je cirkulována do rozstřikovacích trysek a zbytek je cirkulován do neutralizační zóny.
20

Obr. 34 je schematický pohled na zařízení na odsiřování použité v příkladě 16, v němž obtoková linie absorpční kapaliny připojená k dolní části cirkulační nádrže je zajištěna vedle cirkulačního potrubí absorpční kapaliny k rozstřikujícím tryskám.

Obr. 35 je schematický pohled na zařízení na odsiřování opatřené externí oxidační věží použitou k příkladě 17 podle tohoto vynálezu.
25

Obr. 36 je schematický pohled na tradiční zařízení na odsiřování kouřových plynů opatřené externí oxidační věží.

Obr. 37 je příklad počátečního systému dodávání vápence podle tohoto vynálezu.

Obr. 38 je další příklad počátečního systému dodávání vápence podle tohoto vynálezu.
30

Obr. 39 je schematický pohled na tradiční, jednověžové zařízení na odsiřování kouřových plynů mokrého typu.

35 Příklad provedení vynálezu

Tento vynález bude nyní podrobně popsán pomocí příkladů jeho provedení, ale není tím zamýšleno ho omezovat jen na tyto příklady.

40 Příklad 1

Tento příklad je znázorněn na obr. 1 a obr. 2, který je pohledem v řezu vedeném podél roviny a-a z obr. 1. Podobně jako tradiční odsiřovací věž znázorněná na obr. 39, i toto zařízení v tomto
45 příkladě zahrnuje těleso 1 věže, vstupní kanál 2, výstupní kanál 3, sprchovací trysku 4, čerpadlo 5 absorpční kapaliny, cirkulační nádrž 6, míchadlo 7, dmýchadlo 8 vzduchu, odlučovač 9 mlhy apod. a je dále opatřeno kapalinu sbírajícím patrem 14, zaváděcím potrubím 15, potrubní odbočkou 16 znázorněnou na obr. 2 a dispersním potrubím 17 v cirkulační nádrži 6 pro sbírání skapané absorpční kapaliny, vytváření jejího proudění směrem nahoru od spodní části k horní

části vrstvy 19 částic vápence uložené v dolní části cirkulační nádrže 6 a fluidizování vápencových částic v absorpční kapalině.

5 Kouřové plyny A odsávané z kotle (nezobrazen) jsou zaváděny do tělesa 1 odsiřovací věže ze vstupního kanálu 2 a odváděny výstupním kanálem 3. Během tohoto procesu je absorpční kapalina čerpána čerpadlem 5 absorpční kapaliny rozstříkována v odsiřovací věži sprchovacími tryskami 4 k provádění kontaktu plyn–kapalina mezi absorpční kapalinou a kouřovými plyny A. Tímto kapičky absorpční kapaliny selektivně absorbují SO_2 z kouřových plynů A a tvoří se kyselina siřičitá. Kapičky absorpční kapaliny obsahující kyselinu siřičitou takto vytvořenou ka-
10 pou na kapalinu sbírající patro 14, uspořádané na cirkulační nádrži 6. Absorpční kapalina skapaná na kapalinu sbírající patro 14 sbírána a vedena na dno cirkulační nádrže 6 skrze zaváděcí potrubí 15. Na své cestě je kapalina siřičitá v absorpční kapalině oxidována na kyselinu sírovou oxidací vzduchem B dmýchaným z dmýchadla 8 vzduchu.

15 Dispersní potrubí 17 je připojeno ke spodku zaváděcího potrubí 15, jež umožňuje absorpční kapalině, aby se pohybovala směrem vzhůru v existující absorpční kapalině v cirkulační nádrži 6 homogenně skrze celou její rovinu. Na obr. 2 je zobrazena struktura dispersní potrubí 17. Obr. 2 je pohled na spodní rovinu cirkulační nádrže 6 opatřené dispersním potrubím 17, jež má strukturu k umožnění pohybu absorpční kapaliny směrem nahoru ze spodku cirkulační nádrže 6, homogenně skrze celou jeho spodní rovinu.
20

Dispersní potrubí 17 je rovnoměrně rozprostřeno po celé dolní rovině cirkulační nádrže 6, zatímco absorpční kapalina dodávaná ze zaváděcí potrubí 15 vstupuje do potrubí odbočky 16 a pak je vedena do dispersního potrubí 17. Dispersní potrubí 17 má rozptylovací otvory 18, jimiž jsou absorpční kapalina a vzduch homogenně a prudce vystřikovány ven před celou spodní rovinou cirkulační nádrže 6 k vytváření jejich proudění směrem vzhůru. Kyselina sírová a vápenec reagují na sádrovec ve vrstvě vápence 19, jež je fluidizována v absorpční kapalině v cirkulační nádrži 6. Hodnota pH cirkulující absorpční kapaliny je vždy měřena měřičem pH 21.
25

30 Absorpční kapalina takto neutralizovaná ve vápencové vrstvě 19 v cirkulační nádrži 6 je po následujícím obnovení určité hodnoty pH opět zaváděna do sprchovacích trysek 4 z výstupu 20, umístěného v horní části cirkulační nádrže 6, odváděcím potrubím 10 absorpční kapaliny k selektivní absorpci SO_2 v kouřových plynech A. Část absorpční kapaliny je zaváděna do odstředivky 13 ke sbírání sádrovce C.
35

Vápenec D je dodáván do cirkulační nádrže 6 skrze dodávací potrubí 12 vápence. Vápencové částice jsou dodávány jako kaše či v suché podobě z dodávacího potrubí 12 vápence. Když je sušený vápenec dodáván pneumaticky do běže dodávacího potrubí 12 vápence, tak se vápenec zvlhčuje a ulpívá jako usazenina F na vnitřní stěně povrchu dodávacího potrubí 12, což způsobují páry absorpční kapaliny tak, jak to znázorňuje obr. 3, protože teplota absorpční kapaliny v cirkulační nádrži 6 je asi $50\text{ }^\circ\text{C}$. Protože by velké množství zvlhčeného vápence přilnuté ke stěně způsobilo ucpávání dodávacího potrubí 12 vápencem, je žádoucí zajistit omývání omývací vodou pomocí sprchovací trysky 22 pro periodické omývání vnitřní stěny dodávacího potrubí 12 vápence k odstraňování usazeniny F vápencem. Je žádoucí, aby tato sprchovací tryska 22 pro periodické omývání vnitřní stěny dodávacího potrubí 12 vápence omývací vodou k odstraňování usazeniny F vápence byla použita ve všech příkladech, jež budou popsány níže, ačkoli není na daných výkresech zobrazena.
40
45

Zatímco kyselina sírová a vápenec reagují ve fluidní vápencové vrstvě 19 na sádrovec, pouze částice sádrovce a voda jsou odváděny z cirkulační nádrže 6 výstupem 20, umístěným v její horní části, protože částice sádrovce jsou menší než částice vápence a vápenec je selektivně ponechán v cirkulační nádrži 6.
50

Když má cirkulační nádrž 6 skružovitý tvar, může být použito zaváděcí potrubí 15, potrubní odbočky 16 a dispersního potrubí 17, jak to znázorňují obr. 4 a 5. Obr. 4 je boční pohled na
55

cirkulační nádrž 6, zatímco obr. 5 je pohled v řezu vedený podél roviny b-b z obr. 4. Potrubní odbočka 16 je připojena k bočnímu povrchu blízko spodku zaváděcího potrubí 15, a je zde uspořádáno dispersní potrubí 17 rozkládající se od potrubní odbočky 16 po celém spodku cirkulační nádrže 6. Rychlost vstřikování absorpční kapaliny z rozptylovacích otvorů 18 každého dispersního potrubí 17 je navržena tak, aby se udržovala nad předem stanovenou hodnotou.

Rozstříkovací hlava užitá v rozstříkovací zóně k rozstříkování absorpční kapaliny, může být použita jako dispersní potrubí 17, jež má rozptylovací otvory 18, potom co jsou demontovány trysky 4.

V zařízení na odsiřování podle příkladu 1 byl proveden test odsiřování s použitím vápence s váženým středním průměrem částic 2 mm. Koncentrace SO_2 kouřových plynů na vstupu do zařízení na odsiřování byla 1000 mg/kg. Množství vzduchu ke dmýchání do cirkulační nádrže 6 byla molární třicetkrát větší než množství SO_2 v kouřových plynech. Vztah mezi hodnotou pH po neutralizaci a procentem odsíření, stejně jako koncentrace vápence v sádrovci je znázorněna plnou čarou (a) na obr. 6. Úprava hodnoty pH po neutralizaci byla provedena určitým množstvím vápence. Zatímco se procento odsiřování zvětšuje se zvyšováním hodnot pH absorpční kapaliny, koncentrace vápence v sádrovci vykazuje malé zvýšení se zvýšením hodnoty pH po neutralizaci a je velmi nízká, asi 0,1 % nebo nižší. To prokazuje, že sádrovec odváděný z cirkulační nádrže 6 z výstupu 20, umístěného v jejím horním díle, má vyšší kvalitu.

Rychlost proudění absorpční kapaliny směrem vzhůru byla řízena měněním plochy průměru vápencové vrstvy 19 (příčemž množství vápence bylo udržováno konstantní).

Obr. 7 je graf znázorňující vztah mezi rychlostí proudění absorpční kapaliny směrem vzhůru ve vápencové vrstvě 19 a procento odsíření. Se zvyšováním této rychlosti toku absorpční kapaliny vzhůru se procento odsiřování zvyšuje a zůstává téměř konstantní při rychlosti proudění směrem nahoru 6 cm/s. Rychlost proudění směrem nahoru je hodnota získaná dělením množství toku kapaliny plochou průřezu vápencové vrstvy 19.

Když se koncentrace SO_2 v kouřových plynech ve vstupním kanále 2 odsiřovací věže mění ze 100 na 5000 mg/kg, procento odsiřování se zvyšuje se zvyšováním rychlosti proudění absorpční kapaliny směrem nahoru ve vápencové vrstvě 19 za stavu jakékoli koncentrace uvedené výše a zůstává téměř konstantní při rychlosti proudění směrem nahoru 6 cm/s. Přednostně je tato rychlost absorpční kapaliny směrem vzhůru 3 až 15 cm/s, v závislosti na průměru částic vápence. Odsiřovací výkon se snižuje při nižší rychlosti a ztráta tlaku se zvyšuje při vyšší rychlosti než je přednostní rozsah výše popsany.

Když jsou ekvimolární množství AlCl_3 a NaF přidány spolu jako činidlo do absorpční kapalin ke změně koncentrace komponent Al a F v absorpční kapalině za stavu předem stanovené výšky vápencové vrstvy a průměru částic vápence, procento odsiřování se mění tak, jak to znázorňuje plná čára (a) na obr. 8. V procentu odsíření je pozorováno malé snížení, i když koncentrace komponent Al a F je 5 mmol/L.

Ačkoli je absorpční kapalina odvodňována z cirkulační nádrže 6 v tomto příkladě přímo zaváděna do sprchovacích trysek 4 a odstředivky 13, vápence v odvodněné absorpční kapalině z cirkulační nádrže 6 může být oddělován pomocí separátoru, jenž není zobrazen. Výsledná absorpční kapalina, z níž je odstraněn vápenec, se dehydratuje za účelem sběru sádrovce vysoké kvality.

Když se provoz zařízení na odsiřování zastaví při periodické inspekci různých jednotek a zařízení v něm obsažených, tak se vápenec v cirkulační nádrži 6 odstraní a nahradí novým, je-li to nutné, přičemž použitý vápenec se snadno odstraní po fluidizaci vrstvy vápence 19, tj. čerpání vápence ve statickém stavu je téměř nemožné, ale je to snadné, je-li ve fluidizovaném stavu spolu s kapalinou. Část vápence ale stále ještě zůstává v neutralizační zóně potom, co je takto jednoduše odstraněn v tomto stavu, protože absorpční kapalina se odvede snadněji, než vápenec. Proto, aby

se vápenec z neutralizační zóny úplně odstraní, je možné, aby se absorpční kapalina a vápenec nechaly odstát, aby sedimentoval vápenec a recykluje se pouze kapalina do neutralizační zóny. Takto odstraněný vápenec se nestává odpadem, to by bylo plýtvání, ale mele se, aby se do určité míry zmenšil průměr jeho částic a obnažily se reaktivní složky na povrchu částic pro jejich nové použití.

Srovnávací příklad 1

Ve stejném zařízení na odsířování jako v příkladě 1 byl proveden test výkonu odsíření s použitím vápence se středním průměrem velikosti částic 10 μm . Kvůli menšímu průměru částic vápence je v tomto srovnávacím příkladu vápenec v suspenzi v absorpční kapalině a nevytváří žádné fluidizované lože jak je to pozorováno v příkladu 1. Vztah mezi pH absorpční kapaliny po neutralizaci a procentem odsíření, stejně jako koncentrací vápence v sádrovci je znázorněn přerušovanou čarou (b) na obr. 6. Když zůstává hodnota pH po neutralizaci stejnou, jak je procento odsíření stejné jako v příkladu 1, avšak zdá se, že koncentrace vápence v sádrovci je vyšší, než v příkladu 1 a se zvyšováním hodnoty pH se tato koncentrace zvyšuje a kvalita získaného sádrovce je zhoršena.

Srovnávací příklad 2

Když jsou ekvimolární množství AlCl_3 a NaF přidána spolu jako činidla do absorpční kapaliny ke změně koncentrace komponent Al a F v absorpční kapalině na základě podmínky předem stanovené koncentrace vápence v absorpční kapalině atd., procento odsíření se mění tak, jak to znázorňuje přerušovaná čára (b) na obr. 8. Ve srovnání s příkladem 1 je procento odsířování značně malé.

Příklad 2

Obr. 9 zobrazuje technologické schéma zařízení na odsířování užitého v příkladě 2. Protože se liší od příkladu 1, v němž je absorpční kapalina neutralizována v cirkulační nádrži 6, může být neutralizační jednotka 23 rovněž uspořádána vně absorpční kapaliny v cirkulační nádrži 6, tak, jak je to použito v tomto příkladě 2. Podobně jako tradiční odsířovací věž zobrazená na obr. 39, zařízení podle tohoto příkladu zahrnuje těleso 1 věže, vstupní kanál 2, výstupní kanál 3, sprchovací trysku 4, čerpadlo 5 absorpční kapaliny, cirkulační nádrž 6, míchadlo 7, dmýchadlo 8 vzduchu, odlučovač 9 mlhy a podobně a je dále opatřeno neutralizační jednotkou 23 pro zvyšování hodnoty pH absorpční kapaliny, jejíž hodnota pH byla zmenšena v důsledku absorpce SO_2 v kouřových plynech A.

Stejně jako v příkladě 1, absorpční kapalina selektivně absorbuje SO_2 z kouřových plynů A a tvoří kyselinu siřičitou, jež je pak oxidována v cirkulační nádrži 6 na kyselinu sírovou. Absorpční kapalina obsahující kyselinu sírovou je dodávána do neutralizační jednotky 23 pomocí čerpadla (znázorněno) a tam neutralizována vápencem ke tvoření sádrovce. Část absorpční kapaliny po neutralizaci je vedena do odstředivky 13 a dehydratována za účelem sběru sádrovce C. Na druhé straně, absorpční kapalina takto zneutralizovaná je recyklována do sprchovacích trysek 4 k selektivnímu absorbování SO_2 . Vápenec D je dodáván do neutralizační jednotky 23 skrze dodávací potrubí 12 vápence.

Podobně jako v příklad 1, když je sušený vápenec dodáván pneumatically do věže dodávacím potrubím 12 vápence, aby se zabránilo usazování zvlhčeného vápence v dodávacím potrubí 12, rovněž v tomto příkladě je žádoucí zajistit sprchovací trysku 22 pro periodické omývání vnitřní stěny dodávajícího potrubí 12 vápence omývací vodou k odstraňování usazeného vápence.

Za použití zařízení na odsiřování podle tohoto příkladu byl proveden test odsiřování. Koncentrace SO₂ u kouřových plynů A na vstupu do odsiřovací věže byla 1000 mg/kg. Vápenec (mající střední průměr částic 5 mm) byl naplněn předem do neutralizační jednotky 23 v ekvimolárním množství k SO₂ v kouřových plynech, tj. v množství dostatečném k odsiřování po dvě hodiny, a další k němu byl dodáván v množství 0,97 molárního poměru k odpovídajícímu SO₂ v kouřových plynech A dodávacím potrubím 12. Množství vzduchu dmýchaného do cirkulační nádrže 6 byl molárně třicetkrát větší než množství SO₂ v kouřových plynech.

Změna procenta odsiřování v čase je znázorněna plnou čarou (a) na obr. 10 pro případ, kdy bylo vápencové vrstvě 19 umožněno setrvat v neutralizační zóně 23. Vyšší výkony odsiřování byly pozorovány na počátku a s postupem času se snižovaly. Důvod toho byl zjištěn v tom, že částice sádrovce tvoří povlak na povrchu vápencových částic v neutralizační jednotce 23, čímž se snižuje reaktivita vápence. Potom byla změněna konstrukce neutralizační jednotky 23 v tom, že vápenec tam uložený byl míchán pomocí míchadla 25, jak to zobrazuje obr. 11. Změna v procentu odsiřování v čase po této úpravě je znázorněna pomocí křivky b na obr. 10. bylo pozorováno, že se odsiřovací výkon nezmenšil, ale zůstal po dlouhou dobu na vyšší úrovni. Když byla koncentrace SO₂ v kouřových plynech A na výstupu k odsiřovací věži změněna ze 100 na 5000 mg/kg, výkon odsiřování se udržoval po dlouhou dobu na vyšší úrovni za jakéhokoli stavu této koncentrace pomocí použití míchadla 25.

Jako konstrukce neutralizační jednotky 23 může být užitá jakákoli konstrukce, v níž je vápenec se středním průměrem 1 mm nebo podobným, promícháván v absorpční kapalině. V neutralizační jednotce 23 zobrazené na obr. 11, je absorpční kapalina obsahující kyselinu sírovou dodávána z cirkulační nádrže 6 do neutralizační jednotky 23 odváděcím potrubím 10 a neutralizována vápencem D za míchání pomocí míchadla 25. V důsledku menšího průměru částic sádrovce ve srovnání s částicemi vápence, pouze částice sádrovce a voda jsou vedeny z horní části neutralizační jednotky 23 do sprchovacích trysek 4 a odstředivky 13, zatímco vápenec D je selektivně ponechán v neutralizační zóně 23. Protože neutralizační jednotka 23 je zařízení pro reagování vápence a absorpční kapaliny, může být použita jakákoli konstrukce ve které nedochází k podstatnému toku vápencových částic po proudu.

Prevence vytváření povlaku sádrovce na povrchu vápencových částic se dá provádět i jinak než pomocí míchadla 25. Může být prováděna probubláváním plynu jako je vzduch mezi částicemi vápence k řízení tvoření povlaku.

Za mokra pracující rotační nádoba 26, znázorněná na obr. 12, může být rovněž použita jako neutralizační jednotka 23. V tomto případě je náplň vápence (nezobrazena) míchána rotací za mokra pracující rotační nádoby 26. Na druhé straně je obr. 13 schematickým pohledem na zařízení na odsiřování v němž je hrablo 27 uspořádáno jako neutralizační jednotka na spodku cirkulační nádrže 6.

Když je použita rotační nádoba 26 dle obr. 12, je možné řídit zdržnou dobu absorpční kapaliny v rotační nádobě 26 pomocí změny rychlosti rotace nádoby 26, namísto upravování míchadla 25, či recyklováním části absorpční kapaliny do vstupu rotační nádoby 26 potrubím 30 pomocí dávkovače 29, umístěného na výstupu z rotační nádoby 26, namísto úpravy množství absorpční kapaliny (úroveň nádrže) v neutralizační jednotce 23 znázorněné na obr. 11.

Dále když je hrablo 27 uspořádáno na spodku cirkulační nádrže 6 jak je to znázorněno na obr. 13, namísto neutralizační jednotky 23 umístěné vně odsiřovací věže, částice vápence (nezobrazeno) tvoří náplň v cirkulační nádrži 6, zatímco koncentrace SO₂ na výstupu z odsiřovací věže může být řízena rychlostí míchání hrablem 27. Obr. 13 uvádí příklad, v němž je separátor 31 vápence a sádrovce 31 umístěn vně odsiřovací věže.

Příklad 3

Zatímco je neutralizační jednotka 23 uspořádána vně odsiřovací věže v příkladu 2, je rovněž možné umístit náplň vápence D do dolní části cirkulační nádrže 6 a odsud odtahovanou absorpční kapalinu, neutralizovanou průchodem skrz vrstvu 19 vápence D, vést do separátoru 31, jak to znázorňuje obr. 14. Oxidovaná absorpční kapalina je neutralizována vrstvou 19 vápence D a je dodávána do separátoru 31 k oddělování sádrovce od vápence, čímž je absorpční kapalina s nižším obsahem vápence dodávána do odstředivky 13 k dehydrataci a sběru sádrovce C. Na druhé straně je absorpční kapalina s vyšším obsahem vápence recyklována do sprchovacích trysek 4 v tělese 1 věže k selektivnímu absorbování SO_2 .

Upřednostňuje se odstranit povlak sádrovce tvořící se na povrchu vápence, i když má zařízení na odsiřování výše popsanou konstrukci.

Zatímco bylo měněno množství vzduchu B dmýchaného do cirkulační nádrže 6 znázorněné na obr. 14 v rozpětí desetinásobku až stonásobku množství SO_2 v kouřových plynech A a byla stanovována koncentrace rozpuštěného kyslíku v separátoru 31 pomocí měřiče 33 rozpuštěného kyslíku, byl kontrolován výkon odsiřování. Vztah mezi rozpuštěným kyslíkem a procentem odsíření je znázorněn na obr. 15, na němž se procento odsíření zmenšuje, když koncentrace rozpuštěného kyslíku poklesne na méně než 1 mg/kg. Důvodem pro to je podle předpokladu to, že H_2SO_3 zůstává v kapalině jako výsledek neúplné oxidační reakce ($\text{H}_2\text{SO}_3 + 1/2 \text{O}_2 = \text{H}_2\text{SO}_4$), jestliže množství vzduchu dmýchaného do cirkulační nádrže 6 je malé, čímž se zpomaluje absorpční reakce ($\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 = \text{H}_2\text{SO}_3$). Tudíž se dává přednost tomu, řídit množství oxidačního vzduchu k udržování koncentrace rozpuštěného kyslíku v absorpční kapalině na více než na 1 mg/kg pomocí stanovování této koncentrace.

Zatímco je koncentrace rozpuštěného kyslíku v absorpční kapalině v tomto příkladě stanovována v separátoru 31, stanovování rozpuštěného kyslíku v absorpční kapalině může být též prováděno na jiných místech, jako například v neutralizační zóně 23 atd., pokud byla absorpční kapalina oxidována.

Pokud je požadovaná kvalita sádrovce nízká nebo koncentrace vápencových částic v absorpční kapalině malá, že být separátor 31 vynechán a je dále možné kombinovat neutralizační jednotku 23 a separátor 31, aby se zajišťovaly tyto funkce, jako jedno zařízení. Jako separátor 31 může být použito jakékoli zařízení, v němž je možno oddělovat částice sádrovce a vodu, jako je zahušťovač, centrifugální odstředivka podobně.

V následujících příkladech 4 až 6 bude popsána zařízení na odsiřování mající jako charakteristický znak orientovaný směr kouřových plynů anebo kontaktující systém kouřových plynů a absorpční kapaliny.

Příklad 4

Obr. 16 znázorňuje zařízení na odsiřování, vybavené roštovou věží podle tohoto vynálezu. Zařízení na odsiřování na obr. 16 je modifikací zařízení znázorněného na obr. 1 a způsob odsiřování je v něm prováděn stejně jako ve sprchovací odsiřovací věži v příkladu 1 s výjimkou toho, že absorpce SO_2 v kouřových plynech je prováděna skrz rošt 34 uspořádaný v odsiřovací věži a směr proudění kouřových plynů je jiný.

Kouřové plyny A, odsávané z kotle, jsou zaváděny do tělesa 1 odsiřovací věže z vstupního kanálu 2, uspořádaného na jeho vrchu a odsávány z výstupního kanálu 3, uspořádaného v nižší poloze na něm. Během tohoto způsobu je absorpční kapalina čerpána čerpadlem 5 absorpční kapaliny a je dodávána v kapkách na vrch roštu 34 prostřednictvím sprchovacích trysek 4 nebo

otvorů (nezobrazeny) otevřených na potrubí pro sprchovací trysky 4, čímž se na roštu 34 uskutečňuje kontakt plyn–kapalina mezi absorpční kapalinou a kouřovými plyny A. SO₂ v kouřových plynech A je tudíž selektivně absorbován absorpční kapalinou a vytváří kyselinu siřičitou.

- 5 Absorbující kapičky obsahující kyselinu siřičitou takto vytvořenou, jsou sbírány v cirkulační nádrži 6 a kyselina sírová obsažená v absorpční kapalině je neutralizována vápencem ve vápencové vrstvě 19, takže se vytvoří sádrovec podobně jako u způsobu podle příkladu 1.

10 Příklad 5

Obr. 17 znázorňuje zařízení na odsiřování použité v tomto příkladě podle vynálezu, v němž jsou kouřové plyny dmýchány do absorpční kapaliny potrubím. Na obr. 17 jsou zařízení a části stejně fungující jako ty, které jsou znázorněny na obr. 1, označeny stejnými vztahovými značkami (číslicemi) a jejich další popis je vynechán.

15 Kouřové plyny A, odsávané z kotle, jsou zaváděny do těles 1 odsiřovací věže ze vstupního kanálu 2 a odsává z výstupního kanálu 3. Během tohoto způsobu jsou kouřové plyny A foukány do absorpční kapaliny v zásobní nádrži 37 na ni, umístěné na spodku tělesa 1 odsiřovací věže skrz foukací potrubí 35 kouřových plynů, připojené k vstupnímu kanálu 2, čímž se provádí kontakt plyn–kapalinou a kouřovými plyny A.

20 SO₂ v kouřových plynech je tudíž selektivně absorbován absorpční kapalinou v nádrži 37 a vytváří kyselinu siřičitou. Za promíchávání míchadlem 38 se kyselina siřičitá oxiduje na kyselinu sírovou oxidačním vzduchem B, foukaným do absorpční kapaliny v nádrži 37 dmýchadlem 8 a neutralizuje se působením vápence ve vápencové vrstvě 19 vložené do nádrže 37 za vytváření sádrovce. Vápenec D je mísen v nádrži 37 pomocí míchadla 38. Část absorpční kapaliny v nádrži 37 je vedena z výstupu 20 připojeného k nádrži 37, do odstředivky 13 odváděcím potrubím 11 sádrovce pomocí čerpadla 39 na sběr sádrovce C. Vápenec D je dodáván do nádrže 37 dodávací potrubím 12 vápence.

35 Zatímco je v příkladech 4 respektive 5 absorpční kapalina neutralizována v cirkulační nádrži 6 resp. nádrži 37, neutralizační jednotka může být uspořádána vně odsiřovací věže podobně jako v příkladu 2. Např. v příkladu 5 může být část absorpční kapaliny odváděna z nádrže 37 k neutralizování v neutralizační jednotce a pak recyklována do odsiřovací věže tak, jak to znázorňuje obr. 33.

40 Příklad 6

Ač je v příkladech 1 až 5 použito svislého uspořádání zařízení na odsiřování, kde jsou kouřové plyny zaváděny z dolní nebo horní části odsiřovací věže a odsávány z její horní nebo dolní části, u tohoto vynálezu lze také efektivně využít zařízení na odsiřovací věže a odsávány z její horní nebo dolní části, u tohoto vynálezu lze také efektivně využít zařízení na odsiřování kouřových plynů horizontálního (příčného) typu, kde je dráha toku kouřových plynů uspořádána v nevertikálním směru tak, jak je to znázorněno na obr. 18. Odsiřovací věž v tomto příkladě zahrnuje těleso 1 odsiřovací věže, vstupní kanál 2 a výstupní kanál 3, v němž jsou uspořádány sprchovací trysky 4 pro absorpční kapalinu ve vstupním kanálu 2 k rozstřikování absorpční kapaliny do přiváděných kouřových plynů k absorbování SO₂ v ní, načež následuje odkapávání absorpční kapaliny obsahující SO₂ do cirkulační nádrže 6, uspořádané na spodku odsiřovací věže, kde je podrobena oxidaci. Výstupní kanál 3 je opatřen odlučovačem 9 mlhy, aby se vznášející mlha nedostávala ven z odsiřovací věže.

55 Kouřové plyny A odsávané z kotle (neznázorněno) jsou zaváděny do tělesa 1 odsiřovací věže ze vstupního kanálu 2 a odsává z výstupního kanálu 3. Během tohoto způsobu je absorpční kapalina

čerpána čerpadlem 5 absorpční kapaliny a rozstříkována v odsiřovací věži tryskami 4, čímž se zabezpečí kontakt plyn–kapalina mezi absorpční kapalinou a kouřovými plyny A. Kapka absorpční kapaliny tak selektivně absorbuje SO_2 z kouřových plynů A a tvoří se kyselina siřičitá. Kapky absorpční kapaliny obsahující kyselinu siřičitou takto vytvořenou se nechají kapat na kapalinu sbírající patro 14, uspořádané na cirkulační nádrži 6. Absorpční kapalina, která skápla na kapalinu sbírající patro 14, je sbírána a dodávána na dno cirkulační nádrže 6 zaváděcím potrubím 15. Na své cestě je kyselina siřičitá oxidována na kyselinu sírovou oxidacím vzduchem B dmýchaným z dmýchadla 8 vzduchu.

Dispersní potrubí 17 je připojeno ke spodku zaváděcího potrubí 15, které umožňuje absorpční kapalině, aby se pohybovala směrem nahoru v existující absorpční kapalině v cirkulační nádrži 6, homogenně po celé její rovině. Absorpční kapalina dodávaná ze zaváděcího potrubí 15 vstupuje do potrubí odbočky 16 a pak je vedena do dispersního potrubí 17. Dispersní potrubí 17 je opatřeno rozptylovacími otvory (neznázorněny), jimiž jsou absorpční kapalina a vzduch homogenně a prudce vsťrikovány ven po celé spodní rovině cirkulační nádrže 6 k vytváření jejich proudění směrem vzhůru. Kyselina sírová a vápenec reagují a vytvářejí sádrovec ve vrstvě vápence 19, která je ve fluidním stavu v absorpční kapalině v cirkulační nádrži 6. Absorpční kapalina neutralizovaná ve vápencové vrstvě 19 je čerpána do sprchovacích trysek 4 pomocí čerpadla 5 absorpční kapaliny odváděcím potrubím 10 absorpční kapaliny. Po neutralizaci se část absorpční kapaliny dodává do odstředivky 13 k separaci a sběru sádrovce C.

Horizontální absorpční věž podle tohoto vynálezu zahrnuje ty věže, v nichž dráha plynu ve věži probíhá nejen v horizontálním směru, jak je to znázorněno na obr. 18, ale i takové, kde je mírně skloněna anebo má nevertikální orientaci.

25

Příklad 7

Problém spojený s příkladem 2, tak jak je zobrazen na obr. 9 je zlepšen tímto příkladem.

30

Zatímco je absorpční kapalina neutralizována vápencem D v neutralizační jednotce 23 na obr. 9, rychlost neutralizování se zpomaluje, když jsou na povrchu vápencových částic usazeny částice sádrovce a proto se upřednostňuje, aby byl povrch částic vápence obnovován kapalinou v neutralizační jednotce 23.

35

Absorpční kapalina obsahující vápenec by měla být promíchávána pomalu, ale nepřetržitě, například v nádrži opatřené za mokra pracující rotační nádobou 26 (obr. 12) nebo míchadlem 25 (obr. 11), či fluidizováním vápence v kapalině. Dále, podle postupu zobrazeného na obr. 9, je absorpční kapalina v neutralizační jednotce 23 neutralizována pomocí druhého vápence D, o relativně velkém průměru částic, zatímco obsah vápence D v absorpční kapalině rozstříkované sprchovacími tryskami 4 je nízký. V příkladě 2 bylo tudíž problémem, že hodnota pH absorbujících kapek skapávajících v odsiřovací věži se zmenšuje se zvětšením koncentrace SO_2 na vstupu do zařízení na odsiřování, čímž se snižuje procento odsiřování.

45

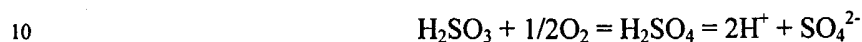
Podle tohoto příkladu se v za mokra pracujícím zařízení na odsiřování, v němž je absorpční kapalina se sníženou hodnotou pH neutralizována tuhým odsiřováním činidlem jako je hrubý a nejemně mletý vápenec, mající poměrně velké průměry částic, dosahuje úsporného a vyššího odsiřovacího výkonu i když se koncentrace SO_2 na výstupu z zařízení na odsiřování zvyšuje.

50

Proudění v zařízení na odsiřování podle tohoto příkladu je zobrazeno na obr. 19, v němž zařízení a části stejně fungující jako ty, které jsou na obr. 9, jsou označeny stejnými vztahovými značkami. Zařízení na odsiřování podle tohoto příkladu je dále vybaveno na rozdíl od zařízení na obr. 9, trubkou 41 pro dodávání karboxylové kyseliny nebo její soli (v tomto příkladě je použita kyselina mravenčí E).

55

Kouřové plyny A odsávané z kotle jsou zaváděny do tělesa 1 odsiřovací věže ze vstupního kanálu 2 a odsávány z výstupního kanálu 3. Během tohoto procesu je absorpční kapalina čerpaná čerpadlem 5 absorpční kapaliny rozstříkována v odsiřovací věži sprchovacími tryskami 4, čímž se docílí kontaktu plyn–kapalina mezi absorpční kapalinou a kouřovými plyny A. Kapky absorpční kapaliny tak selektivně absorbují SO_2 z kouřových plynů A a tvoří kyselinu siřičitou ($\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 = \text{H}_2\text{SO}_3$). Absorbující kapky, obsahující kyselinu siřičitou takto vytvořenou, se nechají kapat směrem k cirkulační nádrži 6. Kyselina siřičitá se pak v cirkulační nádrži 6 oxiduje na kyselinu sírovou podle následujícího chemického vzorce:



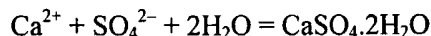
Podle výše uvedeného vzorce chemické reakce se koncentrace iontů vodíku (H^+) ve vodě dočasně zvyšuje (tj. hodnota pH absorpční kapaliny klesá), ale když se do ní dodává kyselina mravenčí E trubkou 41, HCOO^- a H^+ se slučují podle vzorce reakce níže a působí snížení koncentrace iontů vodíku ve vodě (neboli zvýšení hodnoty pH):



Absorpční kapalina obsahující kyselinu mravenčí takto vytvořenou se čerpá do neutralizační jednotky 23 čerpadlem 42, kde nastává reakce HCOOH s vápencem D (CaCO_3) a opět se vytvoří HCOO^- v neutralizační jednotce 23 podle níže uvedeného vzorce reakce:



Když koncentrace Ca^{2+} a SO_4^{2-} ve vodě přesáhne jejich rozpustnost, sádrovec C krystalizuje podle níže uvedeného iontové reakce:



Jako celek je vyjádřena následující rovnice, při které se nespotebovává kyselina mravenčí E, s výjimkou toho, když je kyselina sama rozložena nebo odpařena, či rozpuštěna ve vodě, v níže je usazený sádrovec.



Když je sádrovec obsažen v absorpční kapalina, jež byla neutralizována v neutralizační jednotce 23, obě látky mohou být lehce od sebe separovány, protože průměr částic sádrovce je asi 10 až 50 μm a průměr částic vápence v neutralizační jednotce 23 je v průměru asi 10 mm. Aby se předešlo úniku hrubých částic vápence, je např. možné umístit drátěné síto s jemnějšími oky než jsou tyto částice na výstupu z neutralizační jednotky 23. Absorpční kapalina odváděná z neutralizační jednotky 23 však obsahuje nejenom sádrovec C, ale někdy i nepatrné množství vápence a, je-li to nezbytné, je dodávána do separátoru 31 k oddělování sádrovce C a vápence D. Část z takto oddělené absorpční kapaliny s nižším obsahem vápence se pak dodává do odstředivky 13 k hydrataci a sbírání sádrovce C a jeho druhá část s vyšším obsahem vápence je recyklována do sprchovacích trysek 4 k selektivnímu absorbování SO_2 . Vápenec D je dodáván do neutralizační jednotky 23 dodávacím potrubím 12 vápence. Separátor 31 může být vynechán, pokud kvalita sbíraného sádrovce není důležitá.

Podle tohoto způsobu by se během neutralizace absorpční kapaliny částicemi vápence v neutralizační zóně 23 rychlost neutralizování vápence D snižovala, pokud by se částice sádrovce usazovaly na povrchu částic vápence. Proto se povrch vápencových částic v neutralizační jednotce 23 přednostně obnovuje kapalinou. Absorpční kapalina obsahující vápenec D by měla být míchána pomalu, ale stále, např. pomocí za mokra pracující rotační nádoby 26 (obr. 12) nebo nádrže opatřené míchadlem 25 (obr. 1) nebo fluidizováním vápence D pomocí kapaliny nebo plynu.

55

Za použití zařízení na odsiřování podle tohoto příkladu, zobrazeného na obr. 19, byl proveden test odsiřování. Koncentrace SO_2 v kouřových plynech A na vstupu do odsiřovací věže byla 1000 mg/kg. Vápenec (mající střední průměr částic 1 mm) byl naplněn předem do neutralizační jednotky 23 v ekvimolárním množství k SO_2 v kouřových plynech, tj. v množství dostatečném k odsiřování po dobu pěti hodin, a dále do ní dodáván v množství 0,97 násobku molárního poměru odpovídajícího k SO_2 v kouřových plynech A dodávacím potrubím 12. Množství vzduchu B dmýchaného do cirkulační nádrže 6 bylo 30násobkem molárního poměru k SO_2 v kouřových plynech. Do absorpční kapaliny byl dodáván mravenčan sodný trubkou 41 pro podávání karboxylové kyseliny nebo její soli, aby vznikla předem stanovená koncentrace v kapalině.

Obr. 20 znázorňuje vztah mezi poměrem plyn–kapalina (tj. poměrem množství rozstříkované kapaliny (L) ke kouřovým plynům (G), dále uváděný jen jako L/G) a procentem odsiřování, když se změní koncentrace mravenčanu sodného v absorpční kapalině. Při konstantním poměru L/G se poměr odsiřování zvyšuje se zvyšováním koncentrace mravenčanu sodného.

Příklad 8

Byl proveden test odsiřování za stejných podmínek jako v příkladě 7, s výjimkou toho, že hodnota pH absorpční kapaliny na výstupu z neutralizační jednotky 23 byla upravena určitým množstvím vápence v neutralizační jednotce 23. Obr. 21 uvádí vztah mezi hodnotou pH a procentem odsiřování, když jsou poměr L/G a koncentrace mravenčanu sodného konstantní. Při hodnotě pH menší než 3,2 je účinem mravenčanu sodného pozorován málo. Výsledkem testu mravenčanu sodíku a jiných karboxylátů je, že je zřejmé, že může být dosaženo vyšší procento odsiřování pomocí řízení množství vápence a rychlosti toku kapaliny v neutralizační jednotce 23, aby se udržovala hodnota pH absorpční kapaliny na výstupu z neutralizační jednotky 23 na vyšší hodnotě, než je disociační konstanta pK_a dodávaných karboxylátů.

Ačkoli je neutralizační jednotka 23 uspořádána vně odsiřovací věže v příkladě 7, absorpční kapalina z odsiřovací věže může být zaváděna do spodku cirkulační nádrže 6 uspořádané v dolní části absorpční zóny k vytváření vzestupného proudění ze spodku vápencové vrstvy tak, jak je to znázorněno na obr. 1 a 2 (příklad 1), aby se fluidizovaly částice vápence v absorpční kapalině po její neutralizaci. Je možno uspořádat trubku 41 k dodávání karboxylové kyseliny nebo její soli do absorpční kapaliny v horní části vápencové vrstvy 19 (obr. 1 atd.) tak, aby se docílilo předem stanovené koncentrace mravenčanu sodného v absorpční kapalině. Formiát sodný může být dodáván do absorpční kapaliny v zaváděcím potrubí 15, jak to zobrazují obr. 1 a obr. 2. Proudění absorpční kapaliny ve vápencové vrstvě 19 směrem vzhůru je tudíž vytvářeno v cirkulační nádrži 6, což je charakteristickým znakem tohoto příkladu, protože míchadlo 25, znázorněné na obr. 11, a zařízení potřebná pro jeho přístrojové vybavení, stejně jako k tomu se vztahující pohon, nejsou zapotřebí.

Ač je v tomto příkladě použito svislého uspořádání zařízení na odsiřování, v němž jsou kouřové plyny zaváděny v dolní nebo horní části odsiřovací věže a odsávány z její horní nebo dolní části, v tomto vynálezu je také efektivně využito zařízení na odsiřování kouřových plynů horizontální (příčného) typu, kde je dráha toku kouřových plynů uspořádána do nevertikální orientace, jak to znázorňuje obr. 18. V tomto případě je možno uspořádat potrubí k dodávání karboxylové kyseliny anebo její soli do absorpční kapaliny v horní části vrstvy vápencových částic (odpovídající vápencové vrstvě 19 na obr.18), aby se docílilo předem stanovené koncentrace mravenčanu sodného v absorpční kapalině.

Tuhé odsiřovací činidlo není potřeba mlít, protože je zde jako toto činidlo užit hrubý vápenec, který se snadno odděluje od částic tuhých produktů jako je sádrovec (obvykle se středním průměrem částic 20 až 100 μm). Hrubost částic vápence (střední průměr částic 0,5 mm nebo větší) přispívá ke zvýšení výkonu odsiřování, protože do neutralizační jednotky ho může být naloženo velké množství a produkuje tuhé produkty zvýšené kvality kvůli tomu, že produkt je méně

znečištěn vápencem obsaženým v částicích produktu. Dále je výkon odsíření zvýšen dodáváním karboxylátů. Karboxylové kyseliny anebo jejich soli zde použité obsahují kyseliny jako je kyselina mravenčí, octová, atd. anebo jejich soli.

5

Příklad 9

Tento příklad je zdokonalením příkladu 1, zobrazeného na obr. 1 a 2.

10 U zařízení na odsířování na obr. 1 je jeho charakteristickým znakem to, že není potřeba žádných zařízení na jemné mletí vápence D ani potřeba energie na toto mletí, a produkovaných sádrovec C má vysokou kvalitu. Když je však provoz zařízení na odsířování zastaví a pak znovu obnoví, je zde problém, že se výkon odsířování na určitou dobu zhorší (od několika desítek minut do několika hodin).

15

Na obr. 22 je znázorněn tok v zařízení na odsířování kouřových plynů podle tohoto příkladu, v němž jsou zařízení a části stejně fungující jako ty zobrazené na obr. 1 označeny stejnými vzta-
hovými značkami a jejich dopisy jsou vynechány. Zařízení na odsířování podle tohoto příkladu je
dále opatřeno měřičem pH pro určování hodnoty pH absorpční kapaliny v dispersním potrubí 17.

20

V tomto příkladě je umožněno absorpční kapalině cirkulovat v odsířovací věži dokonce i potom, co byla
dodávka kouřových plynů přerušena a provoz zařízení na odsířování byl zastaven, když byla
potvrzena měřičem pH 21, uspořádaným v dispersním potrubí 17, indikace pH 5,5.

25 V zařízení podle tohoto příkladu byl proveden test odsířování s použitím vápence se středním
průměrem částic 2 mm. Koncentrace SO₂ v kouřových plynech na vstupu do odsířovací věže byla
1000 mg/kg.

Změna procenta odsířování v čase je znázorněna plnou čarou (a) na obr. 23, kde bylo absorpční
kapalině umožněno cirkulovat v odsířovací věži i potom, co ustala dodávka kouřových plynů A
30 z kotle, zatímco provoz zařízení na odsířování byl zastaven, když měřič pH 21, uspořádaný
v dispersním potrubí 17, indikoval hodnotu pH 5,5 a znovu zahájen po uplynutí 24 hodin. Je
pozorováno, že stabilní odsířovací výkon byl obdržen i po znovuzahájení provozu.

35 Srovnávací příklad 3

Použitím stejného zařízení jako v příkladě 9 byl testován odsířovací výkon po znovuzahájení
provozu. V tomto srovnávacím příkladě byla cirkulace absorpční kapaliny v odsířovací věži
40 zastaven okamžitě potom, co byla přerušena dodávka kouřových plynů A z kotle. Změna procenta
odsířování v čase je znázorněna přerušovanou čarou (b) na obr. 23, kde byl provoz znovu
zahájen po uplynutí 24 hodin. Bylo pozorováno, že stav nižšího procenta odsířování pokračuje po
jednu hodinu anebo déle po znovuzahájení provozu.

45 Příklad 10

Ve stejném zařízení a za podmínek jako v příkladě 9 byl provoz test odsíření, s výjimkou, že
koncentrace SO₂ v kouřových plynech A na vstupu do odsířovací věže byla 3000 mg/kg. Získaný
výsledek je znázorněn plnou čarou (a) na obr. 24. Bylo pozorováno, že stabilní odsířovací výkon
50 byl obdržen i po znovuzahájení provozu.

Srovnávací příklad 4

5 Ve stejném zařízení a za podmínek jako ve srovnávacím příkladě 3, byl proveden test odsíření, s výjimkou, že koncentrace SO₂ v kouřových plynech A na vstupu do odsiřovací věže byla 3000 mg/kg. Získaný výsledek je znázorněn přerušovanou čarou (b) na obr. 242. Bylo pozorováno, že stav nižšího procenta odsiřování pokračuje po dvě hodiny anebo déle po znovuzahájení provozu.

10 Výkon odsiřování byl dále testován za různých podmínek, jiných než výše popsaných. Jako výsledek se potvrdilo, že čím vyšší byla koncentrace SO₂ v kouřových plynech A na vstupu do odsiřovací věže, tím déle trvala obnova odsiřovacího výkonu po znovuzahájení provozu v zařízení tradiční technologie, zatímco v příkladech 9 a 10 se stabilní výkon odsiřování získal i po znovuzahájení provozu.

15 Když se provoz zařízení na odsiřování použitého v příkladě 1 (obr. 1) zastaví, H₂SO₃ a H₂SO₄ ponechané v absorpční kapalině reagují během zastavení provozu s vápencem v reakci neutralizace podle reakce (3) dříve popsané, nebo reakce uvedené níže:



Má se na zřeteli, že CaSO₃ (síran vápenatý) a sádrovec C jsou usazeny na povrchu vápence D a snižují jeho reaktivitu, čímž se zhoršuje výkon odsiřování při znovuzahájení provozu. Rovněž se předjímá, že síran vápenatý a sádrovec C jsou odstraňovány s povrchu vápence D prostřednictvím fluidizace vápence v absorpční kapalině nebo vzájemnou kolizí jeho částic brzy po znovuzahájení provozu, čímž se obnovuje odsiřovací výkon. Na druhé straně v příkladech 9 a 10 bylo absorpční kapalině dovoleno cirkulovat i potom, co bylo kouřové plyny z kotle zastaveny a pak byl provoz zařízení na odsiřování zastaven, například potom, co hodnota pH absorpční kapaliny vstupující do neutralizační zóny (absorpční kapalina v dispersním potrubí 17 na obr. 22) dosáhla předem stanovenou úroveň (obvykle 4,0 až 6,0 anebo více). Podle toho může být získán stabilní odsiřovací výkon bez ukládání síranu vápenatého a sádrovce C na povrchu vápence D anebo zhoršení odsiřovacího výkonu po znovuzahájení provozu, protože H₂SO₃ nebo H₂SO₄ během zastavení provozu v absorpční kapalině neexistuje.

35 V příkladech 9 a 10 je vápenec selektivně ponechán v neutralizační zóně v závislosti na rozdílu v míře usazování způsobené rozdílným průměrem částic vápence a sádrovce, ale obě komponenty mohou být také separovány, např. pomocí síta.

40 Příklad 11

Zařízení na odsiřování použité v tomto příkladě je znázorněno na obr. 25 a obr. 26 (obr. 26 je zvětšeným pohledem na zónu pro neutralizování absorpční kapaliny pomocí vápence). Na obr. 25 a 26 jsou zařízení a části fungující stejně jako jsou ty, které jsou popsány v příkladě 1 a uvedené na obr. 1, označeny vztahovými značkami stejně a jejich popisy jsou vynechány. Zařízení na odsiřování podle tohoto příkladu je rovněž opatřeno tlakoměrem 43 pro měření tlakové ztráty ve fluidizující vápencové vrstvě 19, dmýchadlem 45 vzduchu k dmýchání plynu jako je vzduch do vápencové vrstvy 19 a otvory 46 na dmýchání vzduchu.

50 Absorpční kapalina, jež absorbovala SO₂ z kouřových plynů, se nechá odkapávat na absorpční kapalinu sbírající patro 14 a absorpční kapalina je vedena na dno cirkulační nádrže 6 zaváděcím potrubím 15. Na své cestě je kyselina siřičitá obsažená v absorpční kapalině oxidována na kyselinu sírovou. Absorpční kapalina rozptylovaná z rozptylovacích otvorů 18, uspořádaných na dispersním potrubí 17, jež je připojeno ke spodku zaváděcího potrubí 15 a vzduch dmýchaný z otvorů 46 na dmýchání vzduchu jsou spolu vstřikovány homogenně a prudce skrz všechny

dodávací otvory k vytvoření nahoru směřujícího proudění. Vápenec a kyselina sírová reagují ve fluidizované vápencové vrstvě 19 a vytvářejí sádrovec.

5 Absorpční kapalina takto zneutralizovaná se po obnovení předem stanovené hodnoty pH recykluje z výstupu 20 v horní části cirkulační nádrže 6 do sprchovacích trysek 4 odváděcím potrubím 10 absorpční kapalina v selektivní absorpci SO₂. Rozdíly v tlaku na spodku a na vrchu v cirkulační nádrži 6 jsou měřeny ve více částech pomocí tlakoměru 43. Vzduch je dmýchán do částí, kde je rozdíl tlaku menší než předem stanovená hodnota, otvory 46 na dmýchání vzduchu dmýchadla 45 vzduchu k urychlení fluidizace méně fluidizující části vápencové vrstvy 19.
10 Namísto vzduchu tam může být vháněna voda.

Když jsou mezi každým dispersním potrubím 17 uspořádány přepážky (nezobrazeny) vertikálně orientované k vápencové vrstvě 19 s cílem oddělit každé dispersní potrubí 17 tak, aby se uvnitř každé oddělené neutralizační zóny vytvořilo fluidizované lože vápencové vrstvy 19, takové
15 nezávislé vytvoření fluidizovaného lože v každé oddělené zóně bude umožňovat snadnější fluidizaci méně fluidizované části vápencové vrstvy 19.

Dále, když je v zaváděcím potrubí 15 uspořádán gravimetr 47 pro měření specifické hmotnosti absorpční kapaliny, výška vápencové vrstvy 19 může být získána z následujícího vzorce pomocí
20 změření jak tlakové ztráty (P) ve fluidizující vrstvě vápence 19 tlakoměrem 43, tak specifické hmotnosti absorpční kapaliny pomocí gravimetru 47:

$$P = (\text{specifická hmotnost vápence} - \text{specifická hmotnost absorpční kapaliny}) \times (\text{výška vrstvy vápence}) \times (1 - \text{pórovitost}).$$

25 V zařízení podle tohoto příkladu byl proveden test odsiřování s použitím vápence se středním průměrem částic 2 mm. Koncentrace SO₂ v kouřových plynech A na vstupu do odsiřovací věže byla 1000 mg/kg. Když se měřil rozdíl tlaku mezi vrchem a dnem cirkulační nádrže 6, byl rozdíl v hloubce kapaliny 2 m. Vzduch byl dmýchán z dmýchadla 45 vzduchu otvory 46 na dmýchání
30 vzduchu do částí, kde byl tlakový rozdíl v důsledku fluidizace vápence D 0,05 kg/cm² nebo menší potom, co byl od něho odečten rozdíl tlaku v důsledku rozdílu v hloubce kapaliny 0,2 kg/m² tak, aby se zvýšil tlakový rozdíl kvůli fluidizaci vápence D na rozsah 0,1 kg/cm² anebo více.

35 Změna procenta odsiřování v čase je znázorněna plnou čarou (a) na obr. 27, když je provoz zařízení na odsiřování na určitou dobu zastaven a pak znova obnoven. Zatímco je procento odsiřování nízké, protože fluidizační stav vápence D není homogenní v celé vrstvě vápence 19 okamžitě po obnovení provozu, procento odsiřování se zvýšilo, když se tato fluidizace homogenizovala v celé vrstvě dmýcháním vzduchu do ní (výška vápencové vrstvy se stala téměř stejnou) a
40 byla potom stabilně udržována. Dmýchání vzduchu dále vede k fluidizaci vápence D po obnovení provozu, což přispívá ke zvýšení jeho reaktivity. Podobného účinku se dá dosáhnout, když se místo dmýchání vzduchu otvory 46 vhání voda.

45 Namísto přímého dmýchání plynu jako je vzduch do vápencové vrstvy 19, jež rovněž možné dodávat do vápencové vrstvy 19 plyn spolu s absorpční kapalinou, dmýcháním plynu do zaváděcího potrubí 15, potrubí odbočky 16 nebo dispersního potrubí 17, aby se dosáhlo všude téměř stejné výšky vápencové vrstvy 19.

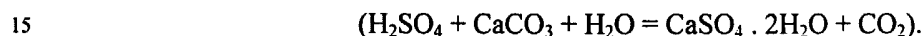
50 Srovnávací příklad 5

Použití tradičního zařízení znázorněného na obr. 39 byl testován odsiřovací výkon po znovuzahájení provozu za stejných podmínek jako v příkladě 11. Změna procenta odsiřování v čase je znázorněna přerušovanou čarou (b) na obr. 27. Procento odsiřování je v podstatě nízké a klesá

s průběhem času. Předpokládá se, že důvodem toho je to, že výška vrstvy vápence se v celé vrstvě v průběhu času stává zvýšeně nerovnoměrnou.

5 Příklad 12

Ve stejném zařízení a za podmínek jako v příkladu 11 byl proveden test odsíření s výjimkou toho, že vzduch byl dovnitř dmýchán kontinuálně po dobu testu otvory 46 pro dmýchání vzduchu, uspořádanými rovnoměrně po celém spodku cirkulační nádrže 6. Množství dmýchaného
10 vzduchu bylo 1 objemové procento z kouřových plynů. Změna procenta odsíření v čase je znázorněna čerchovanou čarou (c) na obr. 27. Procento odsíření je za normálního stavu 94 %, což je výše, než je dosaženo v příkladě 11. Má se za to, že CO₂ v absorpční kapalině je vytlačován vzduchem, což podporuje neutralizační reakci



Příklad 13

20 V příkladě 12 je dosahováno toho, že je výška vrstvy vápence D téměř stejnoměrná jako celek, a to kvůli konstrukci nádrže, ve které je vápenec fluidizován a že je do něho dmýchán vzduch. Na druhé straně je také možné dosáhnout toho, že je výška vrstvy vápence D téměř stejná jako celek tím že je neutralizační jednotka 23, uspořádána nezávisle na tělesu 1 věže a je připojená k cirkulační nádrži 6 spojícím odváděcím potrubím 10, zatímco se v neutralizační jednotce 23
25 promíchávána vápencová vrstva 19 míchadlem 25 a tím, že je absorpční kapalina dodávána z cirkulační nádrže 6 vedena směrem vzhůru ze spodku neutralizační jednotky 23 tak, jak je to znázorněno na obr. 28.

30 Příklad 14

V tomto příkladu bylo použito zařízení na odsířování kouřových plynů zobrazené na obr. 1, avšak, jak je znázorněno na obr. 29, což je částečný pohled v řezu na dolní část cirkulační nádrže 6, je v ní umístěno dispersní potrubí 17. Toto zařízení je dále opatřeno vertikálními trubkami 49
35 procházejícími směrem dolů, připojenými k dispersnímu potrubí 17, což je zobrazeno na obr. 2 a 4, a majícími na každém svém konci dispersní otvor 18. Pod každou vertikální trubkou 49 je umístěna konická usměrňovací deska 50, k vedení absorpční kapaliny vstříkované z rozptylovacího otvoru 18. Kvůli rozložení vertikální rychlosti absorpční kapaliny (rychlost se zvyšuje v orientaci směrem dolů), je rychlost absorpční kapaliny udržována velkou ve spodní části cirkulační
40 nádrže 6 přítomností konické usměrňovací desky 50, i když je zmenšena rychlost absorpční kapaliny vstříkované ven z rozptylovacího otvoru 18, čímž se vápencové částice snadno fluidizují.

V zařízení podle tohoto příkladu byl proveden test odsířování s použitím vápence se středním
45 průměrem částic 2 mm. Koncentrace SO₂ v kouřových plynech A na vstupu do odsířovací věže byla 1000 mg/kg. Vztah mezi úhlem X konické usměrňující desky 50 k rovině dna cirkulační nádrže 6 a procentem odsíření je znázorněna na obr. 30. Úhel X je přednostně v rozmezí od 30° do 70° podle příslušného procenta odsíření v grafu.

50 Je rovněž možné uspořádat vertikální trubky 49 tak, že směřují směrem vzhůru na dispersním potrubí 17 tak, jak to zobrazuje obr. 31, v němž je každá vertikální trubka 49 opatřena dispersním otvorem 18 na svém vršku a kónickou usměrňovací deskou 51 umístěnou nad ním, aby se zabránilo zpětnému toku vápencových částic do dispersního potrubí 17 a aby byl tok absorpční kapaliny prudce vstříkované z rozptylovacích otvorů 18 do neutralizační zóny homogenní.

Vertikální trubky 49 mohou být dále opatřeny vrcholy různých tvarů, jež jsou zobrazeny na obr. 32.

5 Příklad 15

V zařízení na odsiřování podle tohoto příkladu je neutralizační jednotka 23 uspořádána nezávisle na cirkulační nádrži 6, v níž je cirkulována pouze část v ní obsažené absorpční kapaliny do sprchovacích trysek 4 a její druhá její část je cirkulována do neutralizační jednotky 23 tak, jak to znázorňuje obr. 33. V tomto případě je možné nezávisle udržovat a řídit každý ze systémů cirkulace absorpční kapaliny do neutralizační jednotky 23 a do sprchovacích trysek 4. Proto je-li jeden systém porouchán, může být druhý fungující systém na určitou dobu použit k pokračování provozu. Jak to bylo popsáno v příkladech 9 a 10, je snadné řízení pH absorpční kapaliny v neutralizační zóně když je provoz zařízení na odsiřování kouřových plynů zastaven, tj. když je po určitou dobu potom co bylo zařízení na odsiřování zastaveno provozována kontinuálně pouze neutralizační jednotka 23, může být neutralizační jednotka 23 snadno zastavena potom, co měřič 21 hodnoty pH ukáže v absorpční kapalině na výstupu z neutralizační jednotky 23 hodnotu pH 5,5. Když je provoz zařízení na odsiřování znovu zahájen, je také možné provozovat systém absorpční cirkulace do sprchovacích trysek 4 potom, co se hodnota pH absorpční kapaliny v neutralizační jednotce 23 dostatečně zvýší.

Dále, když je trubka, jíž je absorpční kapalina cirkulována skrz cyklon mokrého typu (nezobrazeno), připojena k neutralizační jednotce 23 z dráhy toku absorpční kapaliny v místě umístěném na straně proti proudu těsně před odstředivkou 13, vápenec D s částicemi většího průměru může být sbírán v neutralizační jednotce 23, aniž by z ní odtékal do odstředivky 13.

Příklad 16

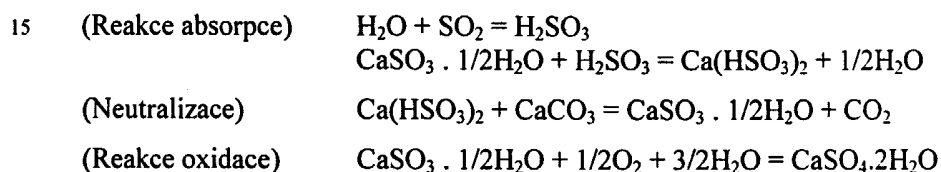
Schéma způsobu odsiřování podle tohoto příkladu je zobrazeno na obr. 34. V tomto příkladu je přítomno obchvatové potrubí 54, a rozdíl od cirkulačního odváděcího potrubí 10 od sprchovacích trysek 4 pro absorpční kapalinu, sloužící pro spojení spodku cirkulační nádrže 6 a cirkulačního potrubí 53. Obchvatové potrubí 54 se používá k fluidizaci vápencové vrstvy 19, když se zahajuje provoz zařízení na odsiřování, přičemž se absorpční kapalina čerpá čerpadlem 55 do cirkulační nádrže 6 přímo, bez průchodu přes sprchovací trysky 4. Protože je vápencová vrstva 19 do doby než se provoz zařízení na odsiřování zastaví pod hydrostatickým tlakem, je potřeba vyššího tlaku k fluidizování vrstvy 19 když se zařízení znova uvádí do provozu. Tlaková ztráta vyžadovaná k čerpání absorpční kapaliny do sprchovacích trysek 4 se vyruší použitím obchvatového potrubí 54, čímž se při novém zahájení provozu vápenec D snadno fluidizuje. Jakmile je již vápenec D fluidizován, cirkulační potrubí absorpční kapaliny s změněným obchvatového potrubí 54 na cirkulační potrubí 53 a v provozu se může pokračovat, například podle způsobu popsaného v příkladu 1. Podle tohoto příkladu se vápenec D v absorpční kapalině odděluje pomocí separátoru 31, načež následuje dehydratace absorpční kapaliny, z níž se takto odděluje vápenec D pomocí odstředivky 13 určené ke sběru sádrovce C.

Příklad 17

Tento příklad je použitelný na zařízení pro odsiřování kouřových plynů, vybavené externí oxidací věží tak, jak je to znázorněno na obr. 35. Současné zařízení na odsiřování zahrnuje tři věže, tj. chladič věž pro provádění chlazení a odstraňování prachu z kouřových plynů (nezobrazena), těleso 1 odsiřovací věže pro rozstřikování absorpční kapaliny tak, aby reagovala s SO₂ v kouřových plynech a oxidací věž 57 pro oxidaci siřičitanu vápenatého vytvářeného v tělese odsiřovací věže 1. Hlavní reakce probíhají v zařízení na odsiřování kouřových plynů vybaveném externí oxidací věží, zobrazeném na obr. 35, jsou uvedeny níže. Technologické schéma tradič-

niho zařízení na odsiřování kouřových plynů, opatřeného externí oxidační věží, je znázorněno na obr. 36.

SO₂ v kouřových plynech A je v tělese odsiřovací věže 1 pohlcován absorpční kapalinou (hlavní složka: voda) a vytváří se H₂SO₃, jež pak reaguje se siřičitanem vápenatým (CaSO₃ · 1/2 H₂O) obsaženým v absorpční kapalině a vytváří se hydrosiřičitan vápenatý Ca(HSO₃)₂, který pak reaguje s vápencem v neutralizační zóně během kroku průchodu vápencovou vrstvou 19 a vytváří se siřičitan vápenatý. Takto vytvořený siřičitan vápenatý se recykluje do sprchovacích trysek 4 a reaguje s H₂SO₃, jež byla vytvořena absorpcí SO₂ z kouřových plynů A. Na druhé straně, část siřičitanu vápenatého se dodává do nádrže 56, kde se následně upraví jeho hodnota pH přidáváním kyseliny sírové G za míchání míchadlem 58 a pak se dodává do oxidační věže 57. Do oxidační věže 57 se dodává vzduch, čímž se kyselina siřičitá oxiduje a vyváří se sádrovec (CaSO₄·2H₂O) podle níže uvedených rovnic chemické reakce:



20 V neutralizační zóně je možno jako vápencovou vrstvou 19 uložit velké množství vápence a obecně se vápenec D vkládá v množství dostatečném k pokrytí 20 hodin trvajících provozu. Takové množství vápence je aplikovatelné na každý příklad výše popisovaný. Pokud se vápenec D vloží do neutralizační zóny všechen najednou během noci, kdy se provoz zařízení na odsiřování zastaví, není potřeba dodávat vápenec D během denní doby anebo udržovat chod mlýnu

25 vápence atd. během nočních hodin. Obzvláště proto, že vápenec je nakládán, když se provoz zařízení na odsiřování zastaví, není třeba přijímat současně opatření k prevenci usazování zvlhčeného vápence D v dodávajícím potrubí 12 vápence tělesa 1 odsiřovací věže když se vápenec nakládá.

30 Aby se dodával vápenec D předem určeného průměru částic do zařízení na odsiřování, původní hornina se mele pomocí mlecího zařízení, jako jsou čelistové drtiče, kladivové, či válcové a podobné mlýny, a dopravuje se do daného zařízení. Avšak, tento původní vápenec D' je obecně k dispozici v místě vzdáleném, např. několik km, od zařízení. Proto se v tomto příkladě používá dopravní systém surového materiálu, v němž je mlýn 61 umístěn buď v blízkosti místa výskytu

35 původního vápence D', nebo vlastního tělesa 1 absorpční věže, přičemž je místo, kde je původní vápenec D' spojeno s tělesem 1 absorpční věže pomocí dopravního pásu tak, jak je to znázorněno na obr. 37 a 38.

40 Systém dodávání surového materiálu, v němž je původní vápenec D' dodáván do zásobní násypky 59 a pak mlýnu 61, umístěného blízko místa zařízení na odsiřování kouřových plynů pomocí pásového dopravníku 60 a po mletí dodáván z dodávacího potrubí 62 vápence do neutralizační jednotky 23 přes násypku 63 a dávkovač fixního množství 65, je znázorněn na obr. 37. Další systém dodávání surového materiálu, v němž je vápenec D' dodáván do zásobní

45 násypky 59 a pak mlýnu 61, umístěného blízko místa výskytu vápence D' pomocí pásového dopravníku 60 a po mletí dodáván do neutralizační zóny 23 přes násypku 63 a dávkovač fixního množství 65, umístěný blízko tělesa 1 odsiřovací věže, je znázorněn na obr. 38. Ani v jednom z dodávacích systémů není nutné zajistit mlýny 61 ke každému tělesu absorpční věže 1, ale je možné, aby jeden mlýn 61 obsluhoval skupinu těles 1 odsiřovacích věží. Obzvláště v systému znázorněném na obr. 38 může být vápenec D dodáván do všech těles 1 odsiřovacích věží

50 umístěním jenom jednoho mlýnu 61 do blízkosti místa výskytu vápence D'.

Zatímco obr. 37 a 38 zobrazují příklady, v nichž je neutralizační jednotka 23 uspořádána nezávisle na tělesu 1 odsiřovací věže, je zřejmé, že tento vynález není omezen jen těmito

příklady. Kouřové plyny A jsou takto absorbovány absorpční kapalinou v tělesu 1 odsiřovací věže, absorpční kapalina je pak oxidována vzduchem B a nakonec je sbírán sádrovec C pomocí odstředivky 13.

- 5 Množství vápence D k dodání do neutralizační jednotky 23 je řízeno dávkovačem fixního množství 65 anebo zapínáním a vypínáním mlýnu 61 a velikost částic vápence je řízena měněním rychlosti mlýnu.

10 Ve výše uvedených příkladech je vápenec selektivně ponecháván v neutralizační zóně v závislosti na rozdílu v míře usazování, působené rozdílnými průměry částic vápence D a sádrovce C, ale obě složky mohou být rovněž odděleny například použitím síta anebo využitím rozdílu v setrvačné síle a podobně.

15 Ačkoli většina výše popsaných příkladů popisuje konstrukci, v níž jsou kouřové plyny A zaváděny ze spodní nebo dolní části tělesa odsiřovací věže 1 a odsávány z jeho části a těleso 1 odsiřovací věže, v níž je absorpční kapalina rozstříkována v kouřových plynech A pomocí sprchovacích trysek 4, tento vynález je funkční nezávisle na směru proudění kouřových plynů A nebo způsobu kontaktování mezi kouřovými plyny A a absorpční kapalinou (jako např. v absorpční jednotce se zkrápěnými stěnami, systému pro probublávání kouřových plynů skrz absorpční

20 kapalinu potrubím do ní ponořených atd.).

Jak bylo popsáno výše, podle tohoto vynálezu současná přítomnost Al a F v absorpční kapalině zřídka zhoršuje výkon odsiřování.

25 Dále, mletí tuhého odsiřovacího činidla není nezbytné, protože se používají hrubší částice činidla jako je vápenec; částice sádrovce (obecně 20 až 100 μm) se snadno oddělují od tuhého odsiřovacího činidla kvůli hrubšímu průměru jeho částic (více než 0,5 mm, přednostně více než 1 mm); vyšší výkon odsiřování může být získán díky zvýšenému množství tuhého odsiřovacího činidla v neutralizační zóně a kvalita tuhých produktů je lepší, protože tuhé odsiřovací činidlo se

30 nemíchá s částicemi tuhých produktů jako je například sádrovec.

35

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob odsiřování kouřových plynů mokrého typu, používající tuhého odsiřovacího činidla, v němž jsou kouřové plyny uváděny do styku s absorpční kapalinou obsahující vodu jako hlavní

40 složku k absorpci oxidů síry z kouřových plynů do absorpční kapaliny, s následnou neutralizací absorpční kapaliny obsahující oxidy síry takto absorbované, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že se selektivně ponechá tuhé odsiřovací činidlo v neutralizační zóně pro neutralizaci absorpční kapaliny na základě toho, že má vážený střední průměr částic 0,5 mm nebo větší, selektivně se odvede absorpční kapalina obsahující vodu jako hlavní složku a tuhé produkty vytvořené z oxidů

45 síry z neutralizační zóny na základě toho, že mají vážený střední průměr částic nižší než 0,5 mm, přičemž se absorpční kapalina z neutralizační zóny zčásti recirkuluje zpět do styku s kouřovými plyny.

2. Způsob odsiřování kouřových plynů mokrého typu podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e**

50 **t í m**, že se stykem absorpční kapaliny se vzduchem oxidují sloučeniny síry v absorpční kapalině poté, co v ní byly absorbovány oxidy síry z kouřových plynů a neutralizuje se takto oxidovaná absorpční kapalina tuhým odsiřovacím činidlem.

3. Způsob odsiřování kouřových plynů mokrého typu podle nároku 1 nebo 2, **v y z n a č u j í c í**

55 **s e t í m**, že se v neutralizační zóně zabráňuje vytváření povlaku produktů reakce okolo

tuhého odsiřovacího činidla tokem absorpční kapaliny ze spodní části do horní části neutralizační zóny, tokem absorpční kapaliny spolu s tokem plynu, zejména vzduchu, ze spodní části do horní části neutralizační zóny, nebo tokem plynu, zejména vzduchu, ze spodní části do horní části neutralizační zóny, zatímco absorpční kapalina je neutralizována.

- 5
4. Způsob odsiřování kouřových plynů mokrého typu podle nároku 1 nebo 2, **v y z n a č u j í - c í s e t í m**, že je vnitřek neutralizační zóny promícháván, aby se zabránilo vytváření povlaku produktů reakce okolo tuhého odsiřovacího činidla.
- 10
5. Způsob odsiřování kouřových plynů mokrého typu podle nároku 1 nebo 2, **v y z n a č u j í - c í s e t í m**, že je neutralizační zóna rozdělena do množiny oddílů, umožňujících bránění vyvážení povlaku produktů reakce okolo tuhého odsiřovacího činidla nezávisle v každém oddílu.
- 15
6. Způsob odsiřování kouřových plynů mokrého typu podle nároku 1 nebo 2, **v y z n a č u j í - c í s e t í m**, že je do absorpční kapaliny dodávána karboxylová kyselina anebo její sůl.
- 20
7. Způsob odsiřování kouřových plynů mokrého typu podle nároku 6, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že je u něj řízeno alespoň buď množství tuhého odsiřovacího činidla používaného v neutralizační zóně jeho dosypáváním, nebo je řízena rychlost toku absorpční kapaliny protékající neutralizační zónou pro zvednutí hodnoty pH absorpční kapaliny před absorbováním oxidu síry z kouřových plynů na hodnotu vyšší než je disociační konstanta pK_a karboxylové kyseliny.
- 25
8. Způsob odsiřování kouřových plynů mokrého typu podle nároku 2, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že množství vzduchu používaného pro oxidování absorpční kapaliny se řídí koncentrací rozpuštěného kyslíku v absorpční kapalině v neutralizační zóně, která absorbovala oxidy síry z kouřových plynů.
- 30
9. Způsob odsiřování kouřových plynů mokrého typu podle nároku 1 nebo 2, **v y z n a č u j í - c í s e t í m**, že tuhým odsiřovacím činidlem je vápenec a produktem reakce je sádrovec.
- 35
10. Způsob odsiřování kouřových plynů mokrého typu podle nároku 1 nebo 2, **v y z n a č u j í - c í s e t í m**, že tuhé odsiřovací činidlo má vážený střední průměr částic nejméně o řád větší než je vážený střední průměr částic tuhého produktu vytvářeného neutralizační reakcí.
- 40
11. Způsob odsiřování kouřových plynů mokrého typu podle nároku 1 nebo 2, **v y z n a č u j í - c í s e t í m**, že dráha toku kouřových plynů je vertikální, přičemž jsou kouřové plyny zaváděny z dolní části a odebírány z horní části, nebo jsou kouřové plyny zaváděny z horní části a odebírány z dolní části, nebo horizontální kdy kouřové plyny proudí horizontálně.
- 45
12. Způsob odsiřování kouřových plynů mokrého typu podle nároků 1 až 11, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že se měří pH absorpční kapaliny a způsob se provozuje až do okamžiku, kdy změřená hodnota pH absorpční kapaliny, která absorbovala oxid síry, stoupne nad předem stanovenou hodnotu.
- 50
13. Způsob odsiřování kouřových plynů mokrého typu podle nároku 12, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že se způsob provozuje až do okamžiku, kdy změřená hodnota pH absorpční kapaliny, která absorbovala oxidy síry, je větší než 4,0.
- 55
14. Způsob odsiřování kouřových plynů mokrého typu podle nároku 1 až 11, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že pokud výška vrstvy tuhého odsiřovacího činidla v neutralizační zóně není stejná, tak je do vrstvy tuhého odsiřovacího činidla vháněna absorpční kapalina nebo dmýchán plyn anebo vháněna voda, či je vrstva tuhého odsiřovacího činidla promíchávána míchadlem.
15. Způsob odsiřování kouřových plynů mokrého typu podle nároku 14, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že jsou pro zjištění míry promíchávání tuhého odsiřovacího činidla stanoveny více než

dvě hodnoty z následujícího výčtu: tlaková ztráta vrstvy tuhého odsiřovacího činidla v neutralizační zóně, točivý moment míchacího zařízení, koncentrace tuhých těles v absorpční kapalině, specifická hmotnost absorpční kapaliny a viskozita absorpční kapaliny.

- 5 16. Zařízení pro provádění způsobu odsiřování kouřových plynů mokrého typu podle nároků 1 až 11, mající absorpční věž (1) k přivádění kouřových plynů do styku s absorpční kapalinou k absorpci oxidů síry z kouřových plynů do absorpční kapaliny, a neutralizační aparát pro následnou neutralizaci absorpční kapaliny obsahující oxidy síry takto absorbované, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že zahrnuje
- 10 kontaktní aparát pro styk kouřových plynů s absorpční kapalinou obsahující vodu jako hlavní složku v zařízení zahrnující těleso věže (1), vstupní kanál (2), výstupní kanál (3), sprchovací trysky (4) a sběrné potrubí (14) absorpční zóny k absorbování oxidů síry a tím k vytvoření kyselé absorpční kyseliny,
- 15 neutralizační aparát zahrnující vrstvu (19) částic odsiřovacího činidla, s výhodou vrstvu vápence, s neutralizační zónou pro styk kyselé absorpční kapaliny s částicemi odsiřovacího činidla, majícími vážený střední průměr velikostí částic 0,5 mm nebo větší, recirkulační aparát pro recirkulování nejméně jedné části regenerované absorpční kapaliny, oddělené od části odsiřovacího činidla do absorpční zóny pro použití v kontaktním aparátu zatímco částice odsiřovacího činidla zůstávají v neutralizační zóně.
- 20 17. Zařízení na odsiřování kouřových plynů mokrého typu podle nároku 16, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že za zařízením (1, 2, 3, 4, 14) absorpční zóny následuje zařízení (7, 8, 15) oxidační zóny k oxidování absorpční kapaliny obsahující oxidy síry takto absorbované na kyselinu sírovou nebo její soli.
- 25 18. Zařízení na odsiřování kouřových plynů mokrého typu podle nároku 17, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že je v oblasti pro kontakt plynu s kapalinou mezi kouřovými plyny a absorpční kapalinou umístěn rošt.
- 30 19. Zařízení na odsiřování kouřových plynů mokrého typu podle nároku 16 nebo 17, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že pro zavádění kouřových plynů do absorpční kapaliny je v absorpční věži (1) trubka (35) tvořící probublávací systém jak v absorpční věži (1), tak i v neutralizačním aparátu.
- 35 20. Zařízení na odsiřování kouřových plynů mokrého typu podle nároku 16 nebo 17, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že je opatřeno prostředkem k odstraňování povlaku reakčních produktů tvořících se okolo tuhého odsiřovacího činidla v neutralizační zóně.
- 40 21. Zařízení na odsiřování kouřových plynů mokrého typu podle nároku 20, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že v něm prostředek k zabránění tvoření povlaku reakčních produktů okolo tuhého odsiřovacího činidla v neutralizační zóně zahrnuje rozvětvenou trasu rozvodu (17) absorpční kapaliny, která je rozvětvena pod celou spodní částí vrstvy (19) tuhého odsiřovacího činidla a uzpůsobena k vytváření toku absorpční kapaliny od spodní části k horní části této vrstvy (19) a rozvětvenou trasu rozvodu vzduchu nebo vody, která je rozvětvena spolu s rozvětvenou trasou rozvodu (17) absorpční kapaliny, či samostatně, pod celou spodní částí vrstvy (19) tuhého odsiřovacího činidla, a uzpůsobena k vyvážení toku vzduchu nebo vody.
- 45 22. Zařízení na odsiřování kouřových plynů mokrého typu podle nároku 21, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že rozvětvená trasa rozvodu (17), absorpční kapaliny zahrnuje vertikální trubky (49), opatřené otvory (18), na svém konci uzpůsobenými pro vstřikování absorpční kapaliny směrem nahoru nebo směrem dolů, a v neutralizační zóně je naproti otvorům (18) umístěna usměrňovací deska (51).
- 50

23. Zařízení na odsiřování kouřových plynů mokrého typu podle nároku 21, **v y z n a č u j í c í se tím**, že je opatřeno prostředkem k odstraňování povlaku reakčních produktů tvořících se okolo tuhého odsiřovacího činidla v neutralizační zóně, který zahrnuje míchací lopatku (38) anebo hrablo (27), uspořádané v neutralizační zóně, nebo neutralizační zóna zahrnuje rotační míchadlo.

5

24. Zařízení na odsiřování kouřových plynů mokrého typu podle nároku 16 nebo 17, **v y z n a č u j í c í se tím**, že vrstva (19) tuhého odsiřovací činidla je uložena do každého z oddílů neutralizační zóny.

10

25. Zařízení na odsiřování kouřových plynů mokrého typu podle nároku 16 nebo 17, **v y z n a č u j í c í se tím**, že je opatřeno prostředkem (12) pro dodávání tuhého odsiřovacího činidla do neutralizačního aparátu a tento prostředek (12) je opatřen omývací jednotkou (22) pro bránění usazování tuhého odsiřovacího činidla na povrchu (F) jeho stěn.

15

26. Zařízení na odsiřování kouřových plynů mokrého typu podle nároku 16 nebo 17, **v y z n a č u j í c í se tím**, že obsahuje vertikální trasu toku kouřových plynů, uzpůsobenou tak, že vstup kouřových plynů je v dolní části a odsávání kouřových plynů je v horní části nebo uzpůsobenou tak, že vstup kouřových plynů je v horní části a odsávání kouřových plynů je v dolní části, anebo horizontální trasu toku kouřových plynů, uzpůsobenou tak, že vstup kouřových plynů a odsávání kouřových plynů jsou umístěny v jedné rovině.

20

25

39 výkresů

FIG. 1

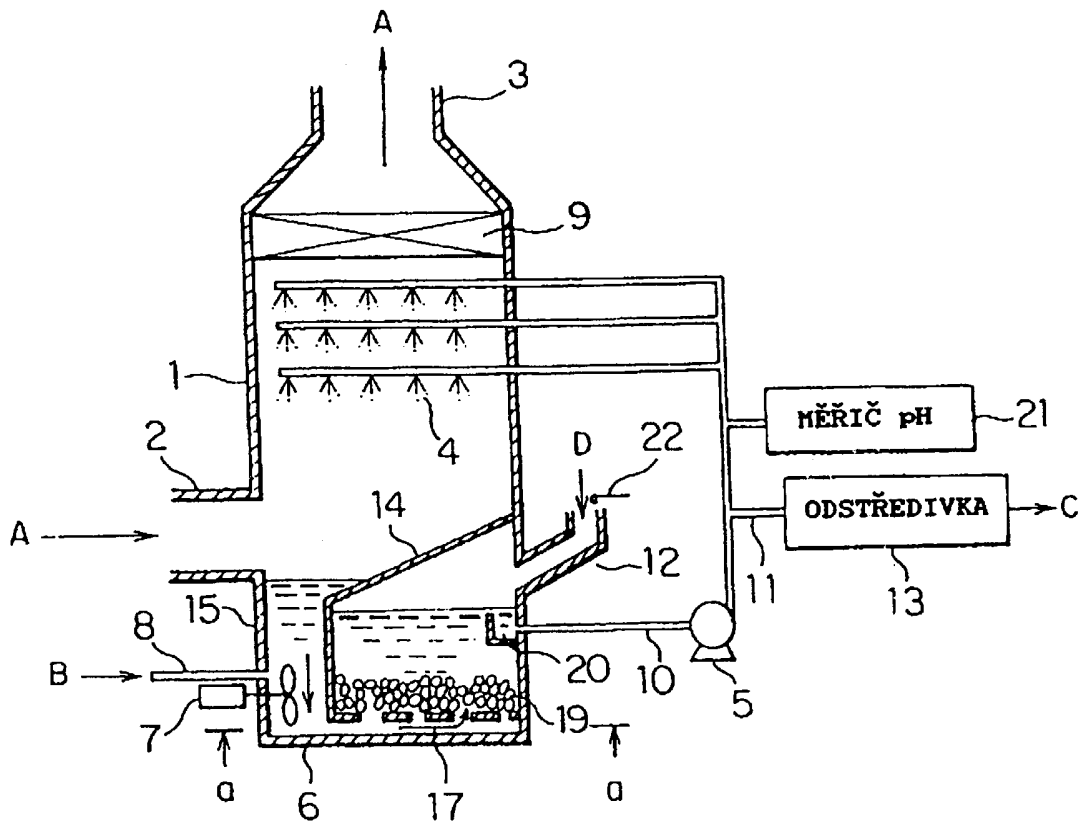


FIG. 2

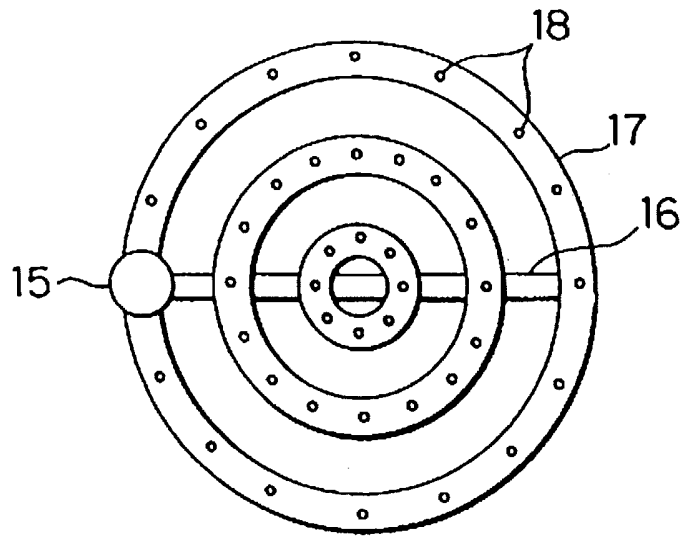


FIG. 3

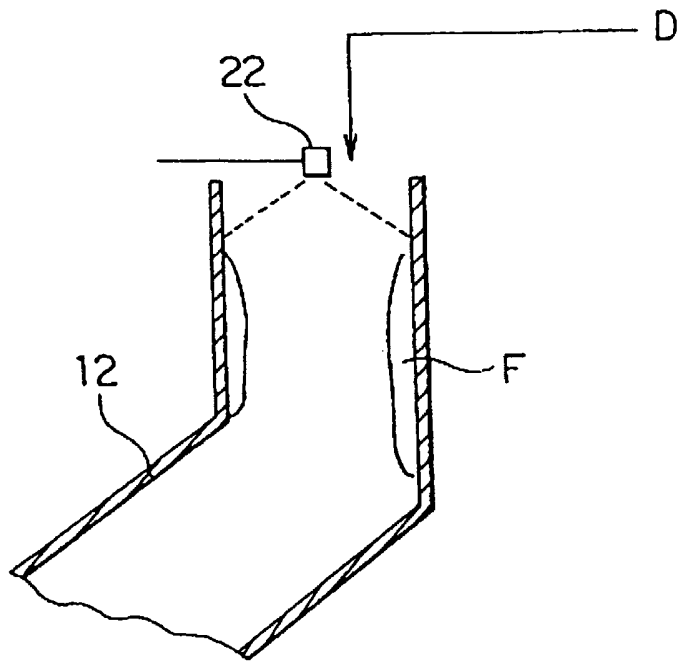


FIG. 4

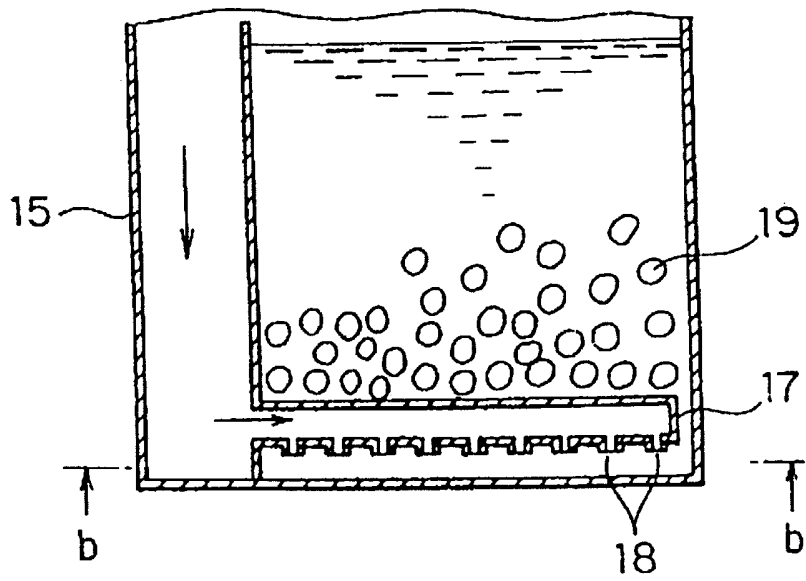


FIG. 5

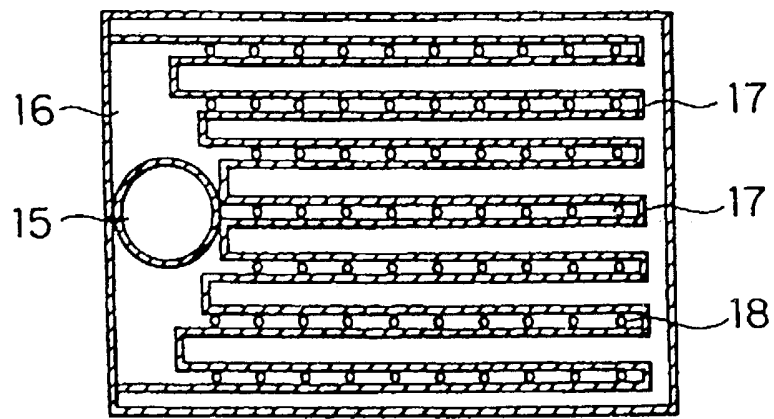


FIG. 6

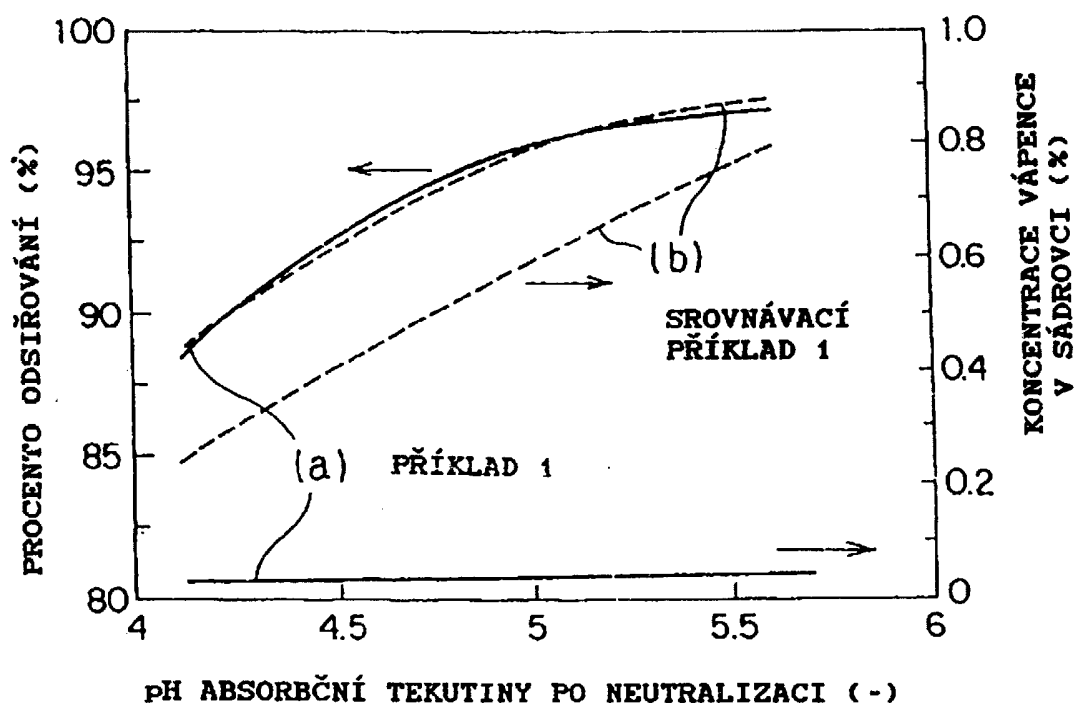


FIG. 7

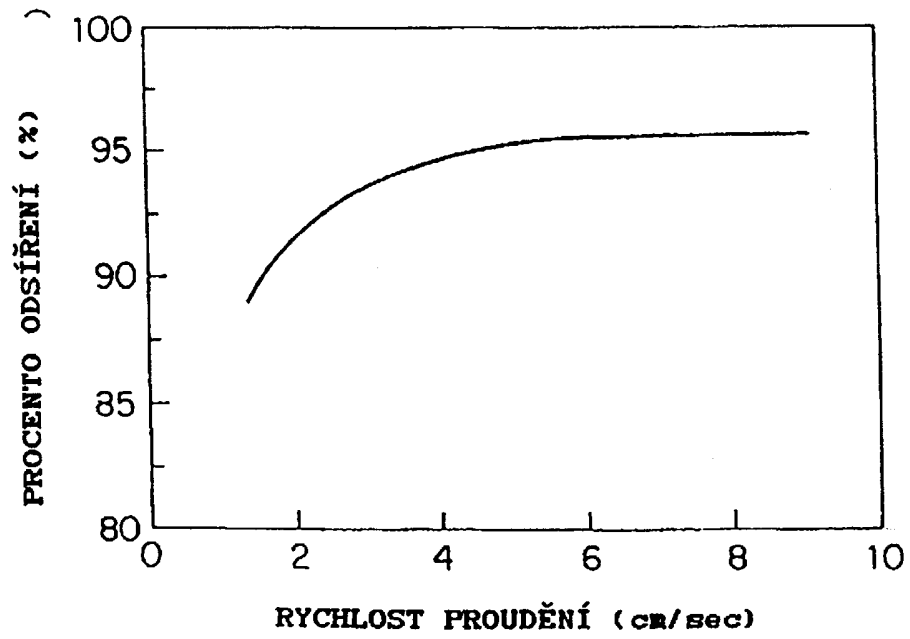


FIG. 8

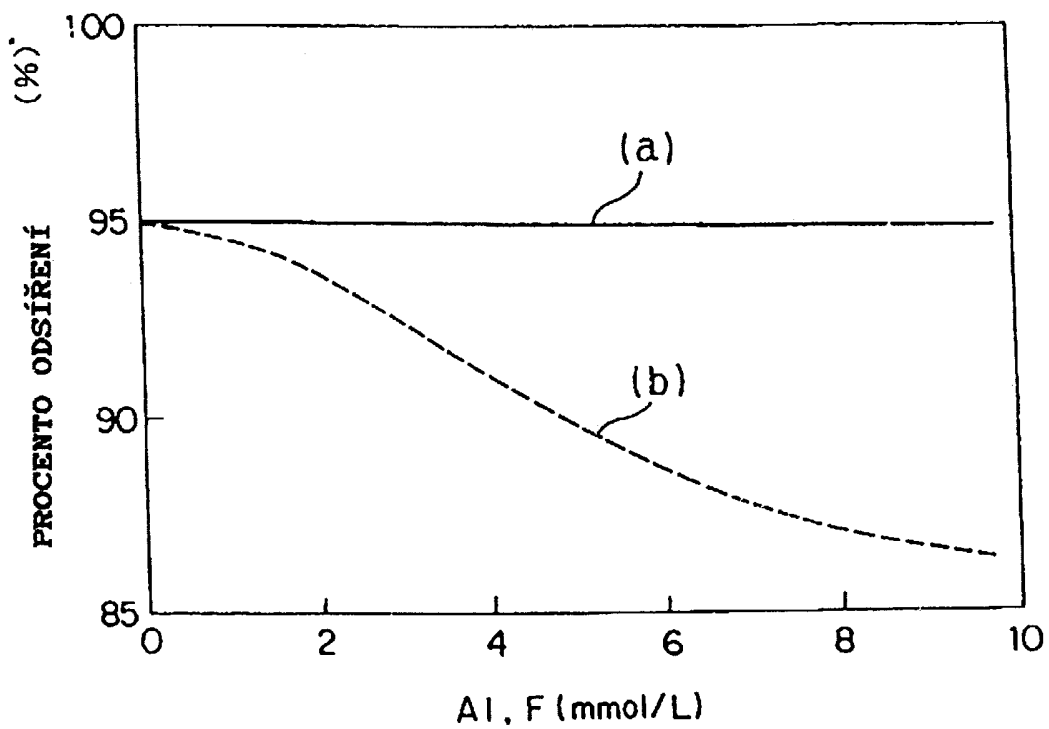


FIG. 9

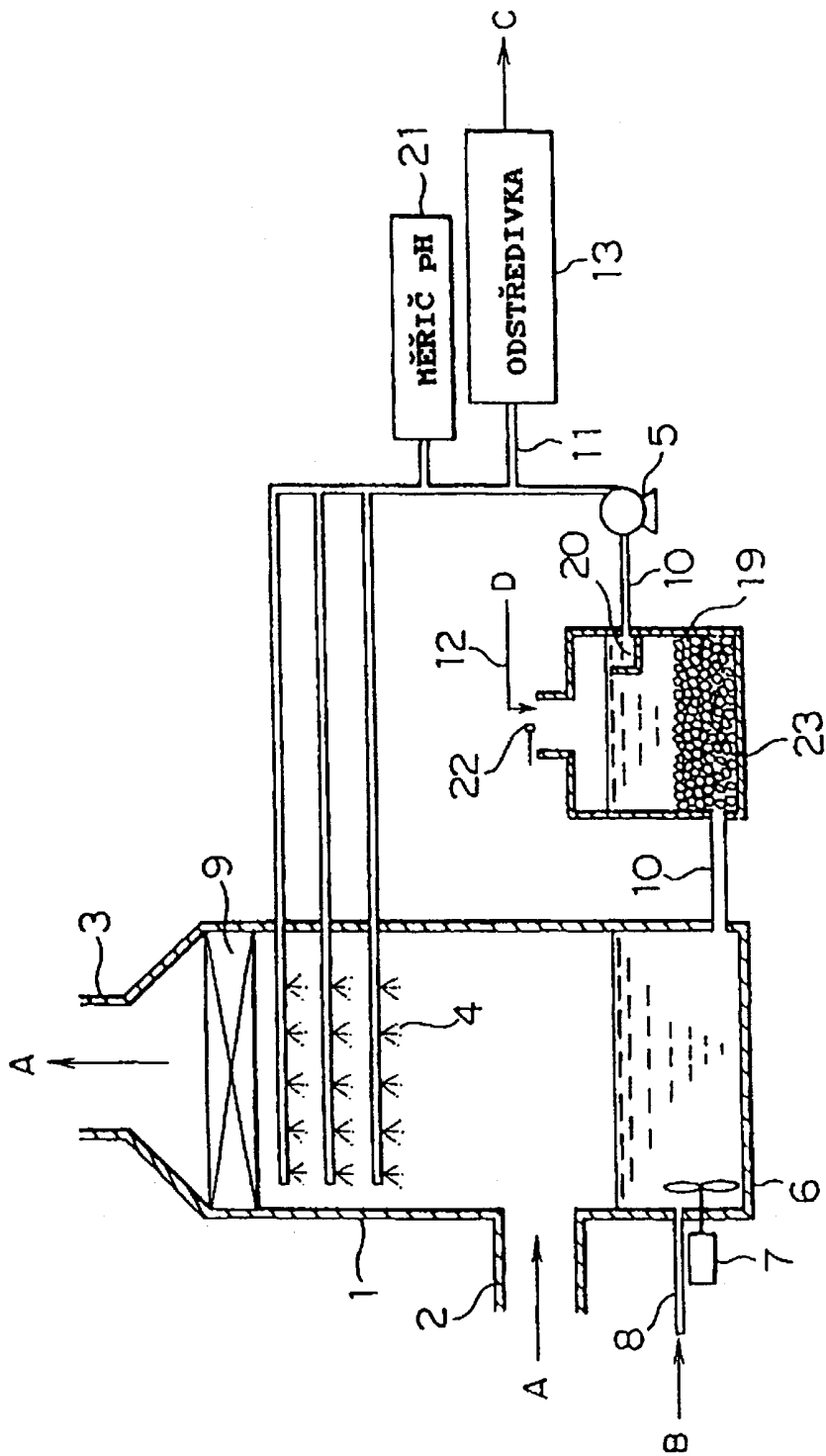


FIG. 10

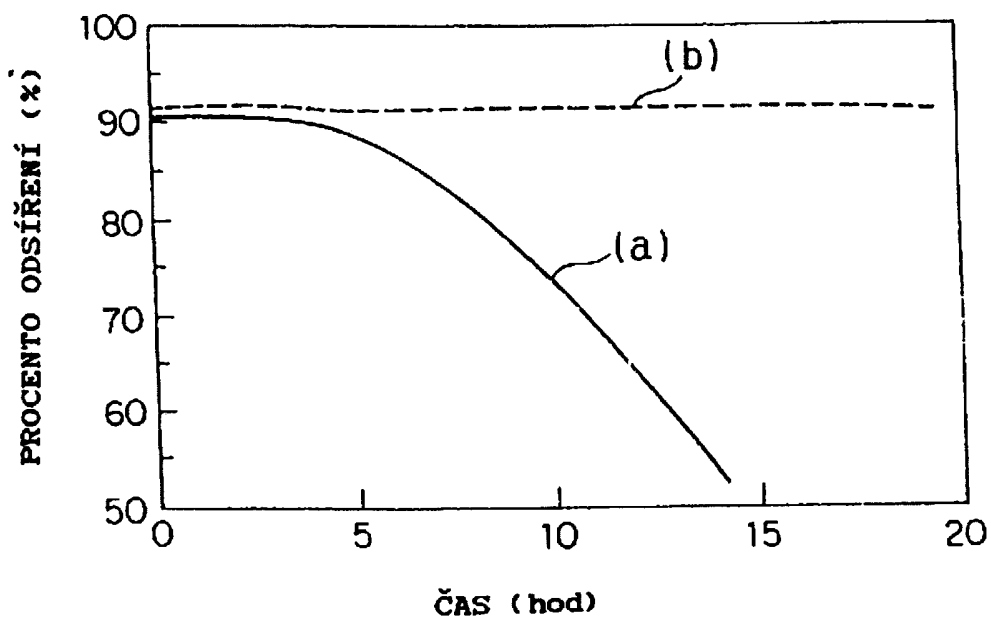


FIG. 11

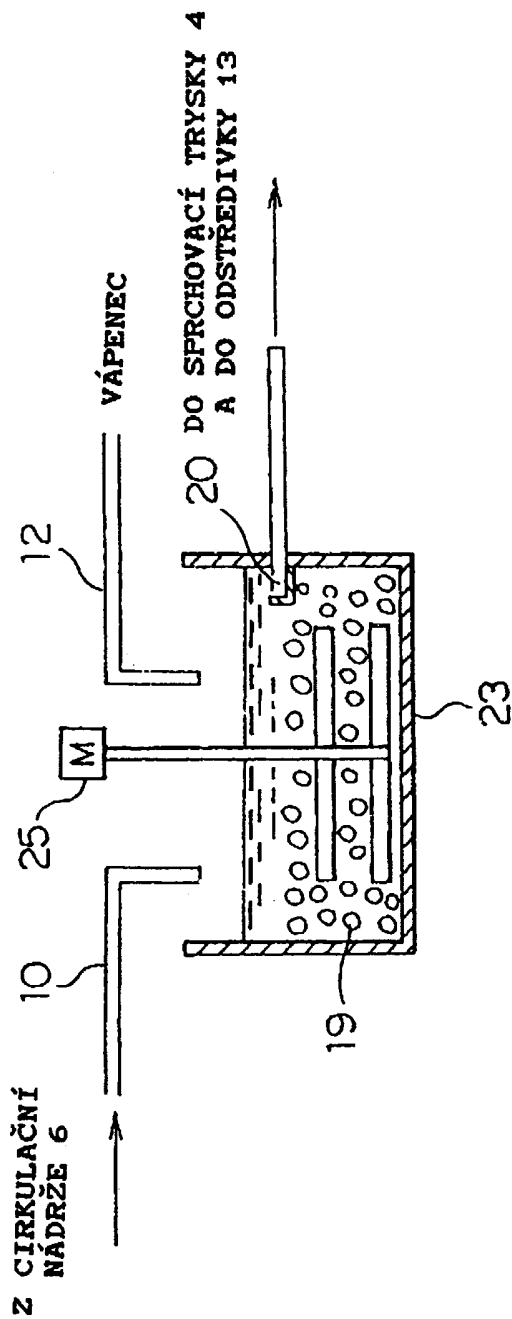


FIG. 12

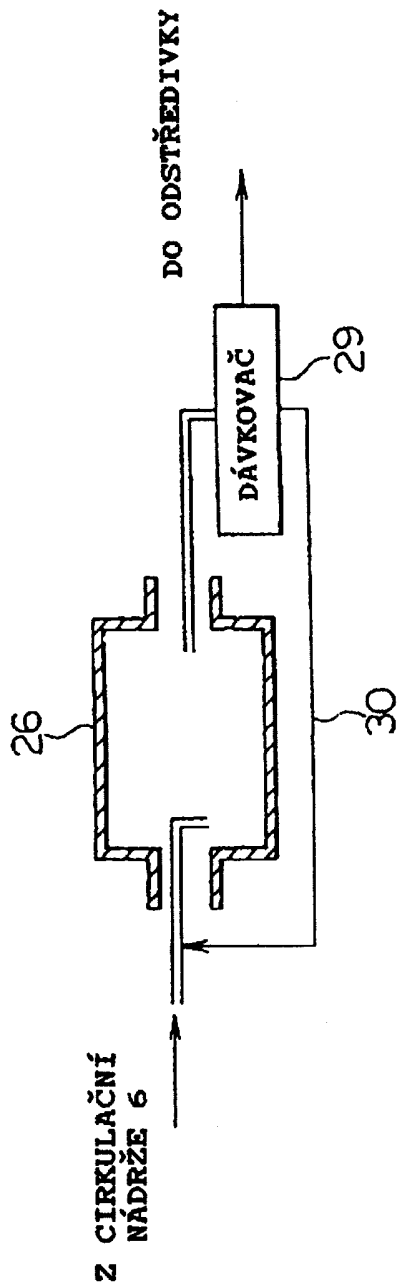


FIG. 13

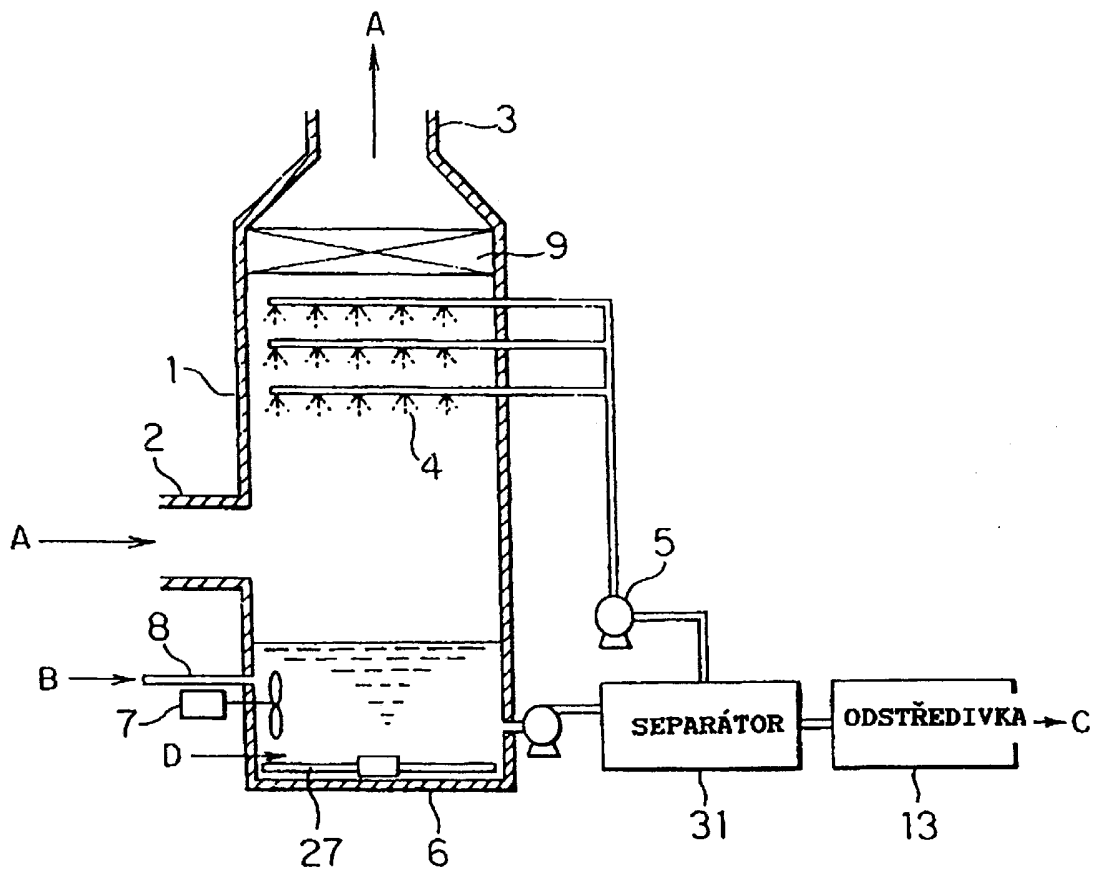


FIG. 14

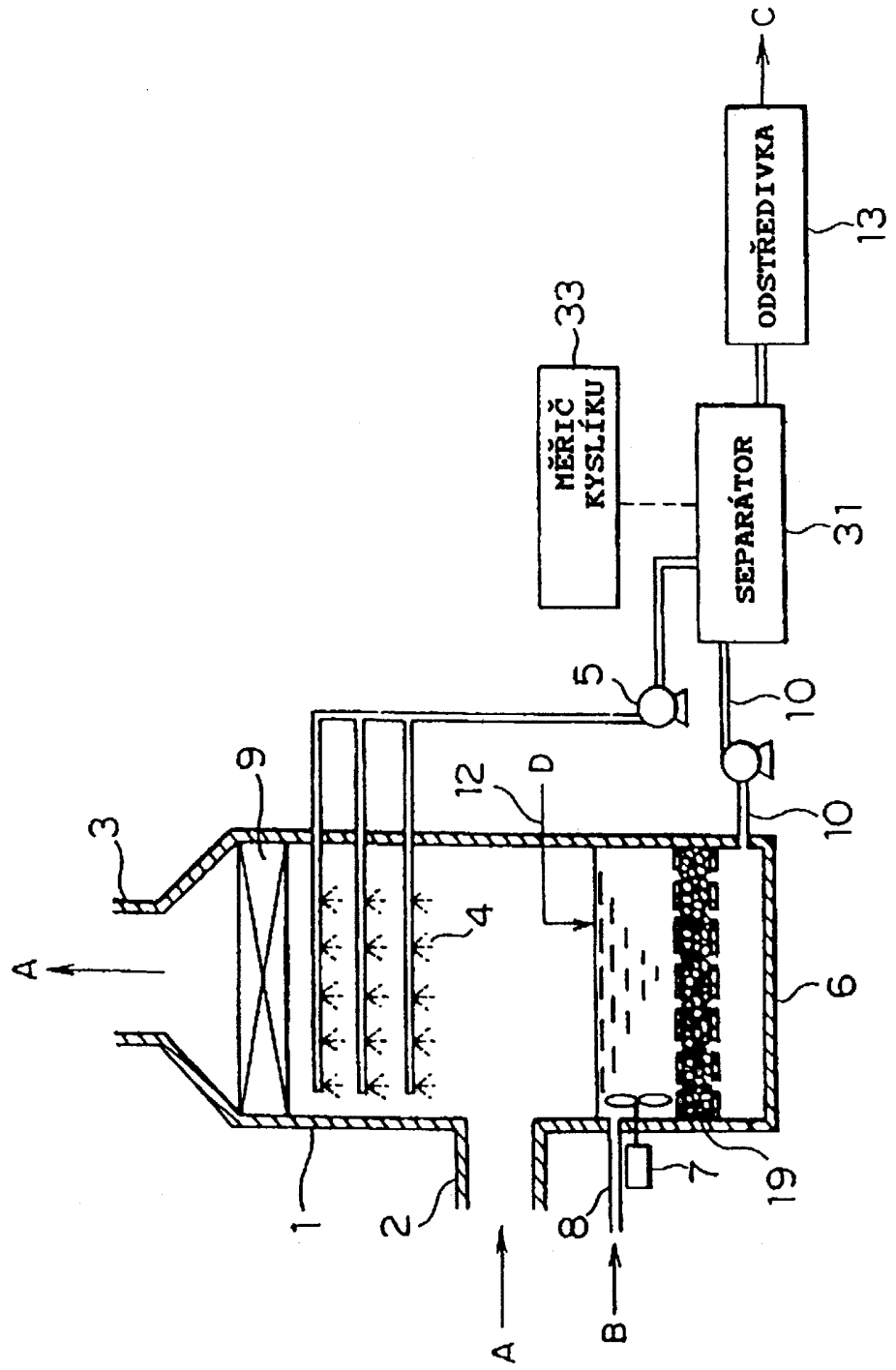


FIG. 15

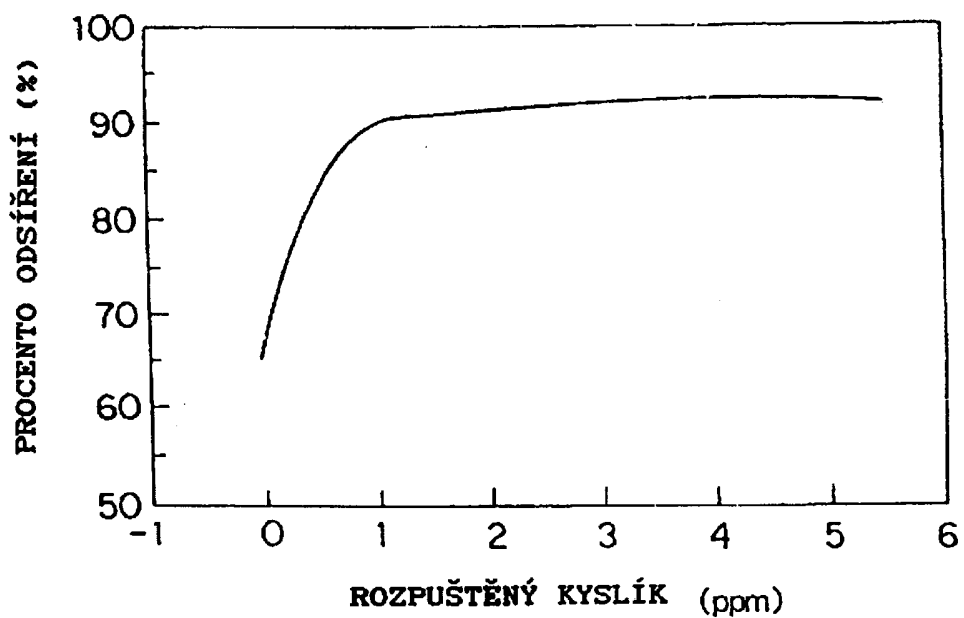


FIG. 16

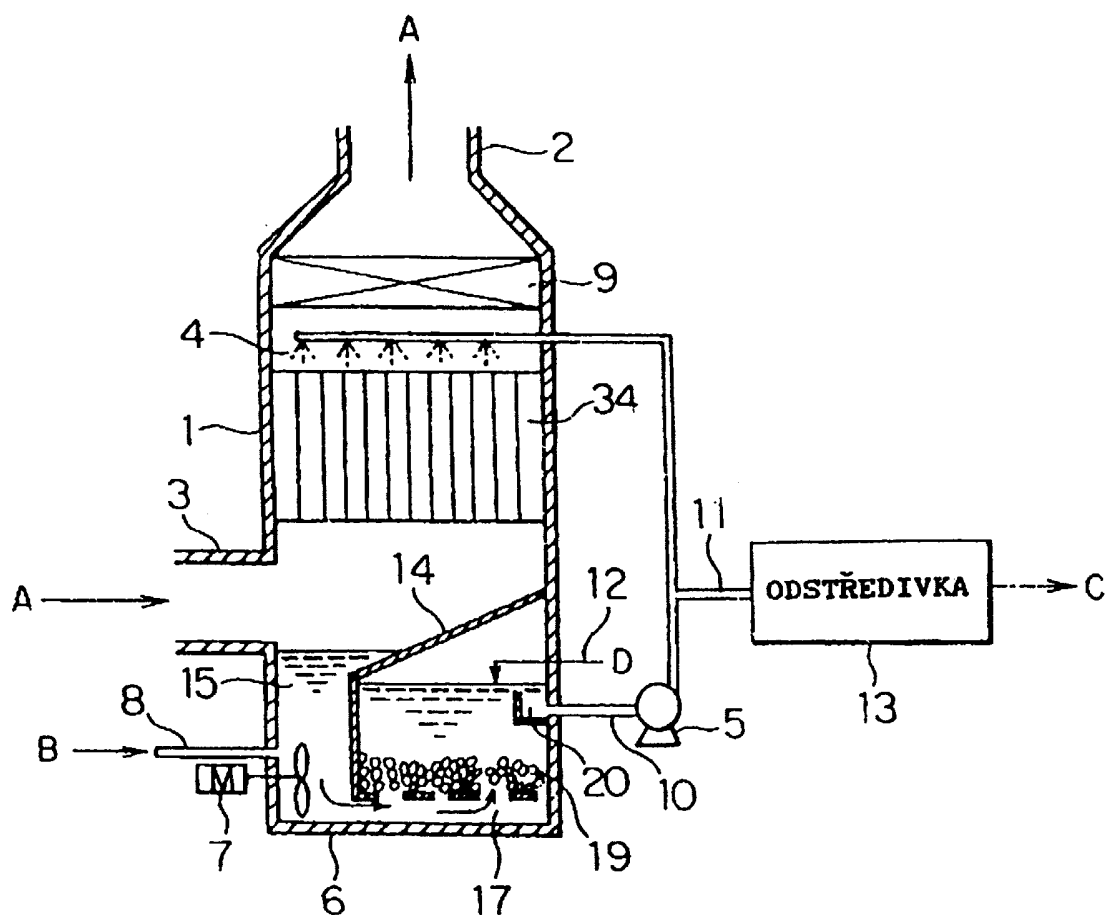


FIG. 17

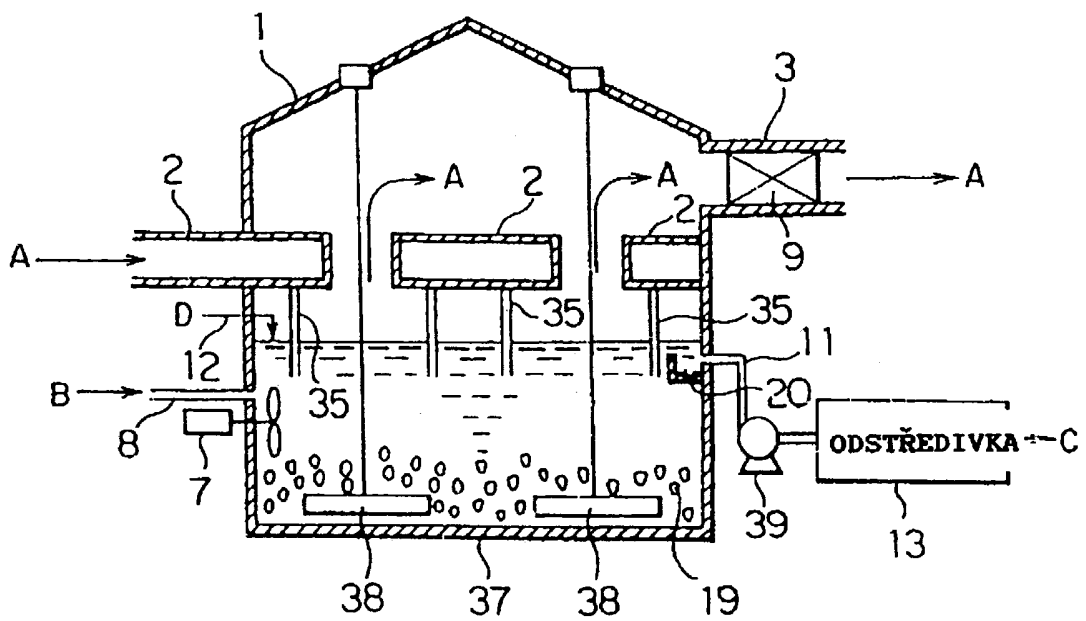


FIG. 18

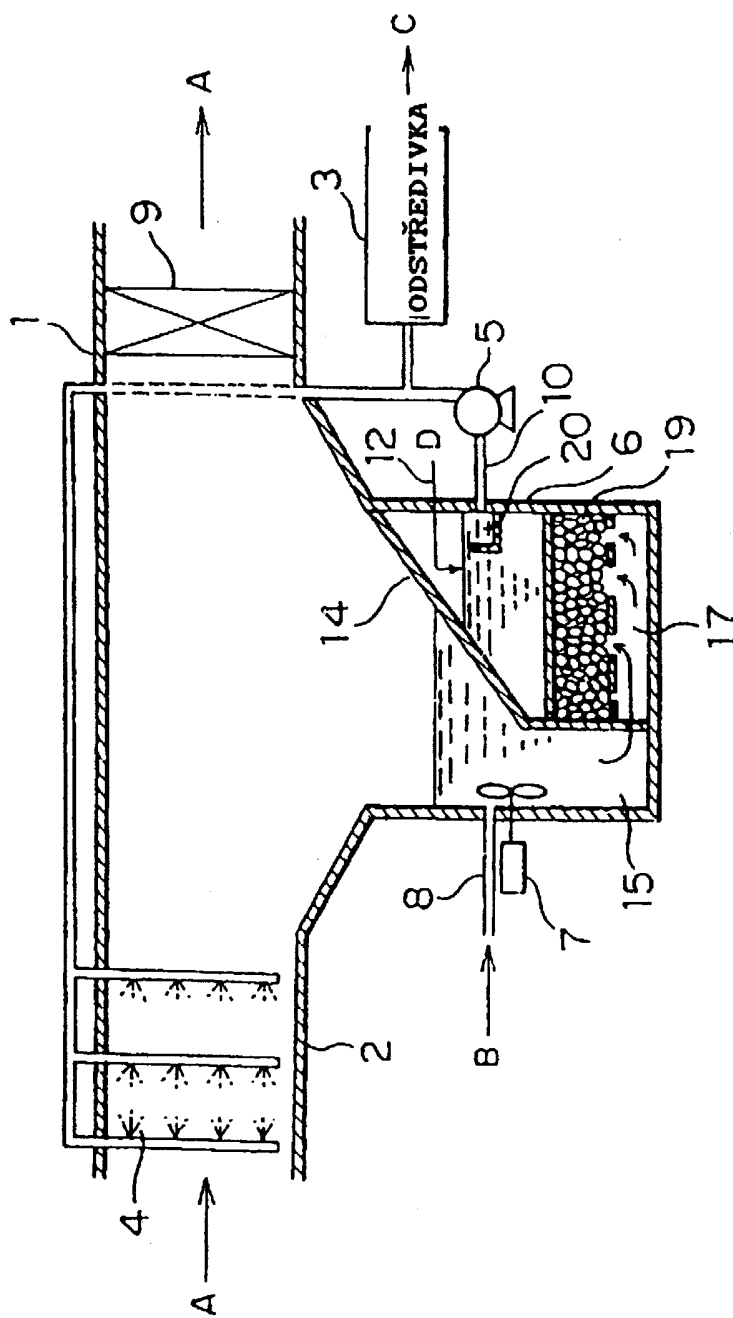


FIG. 19

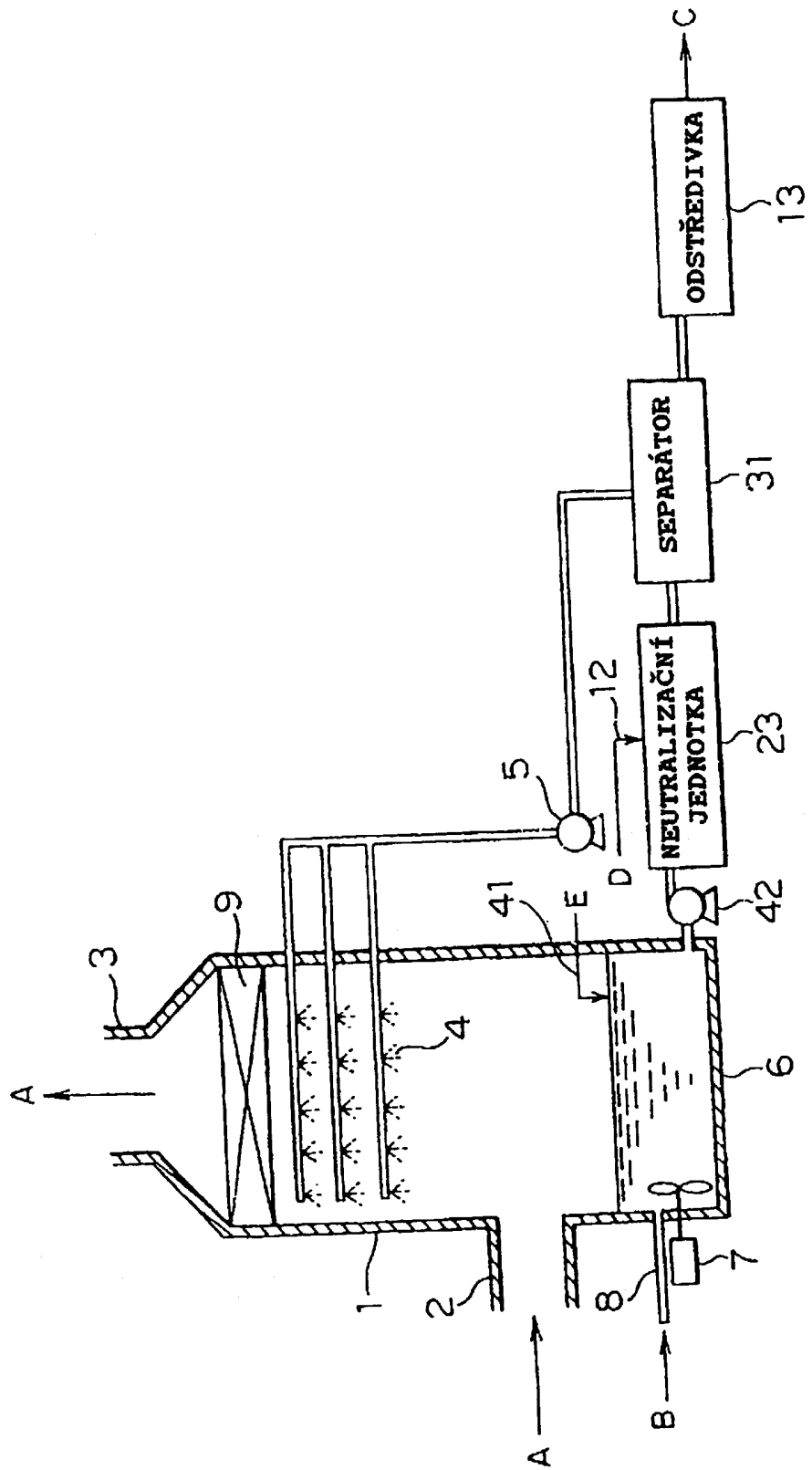


FIG. 20

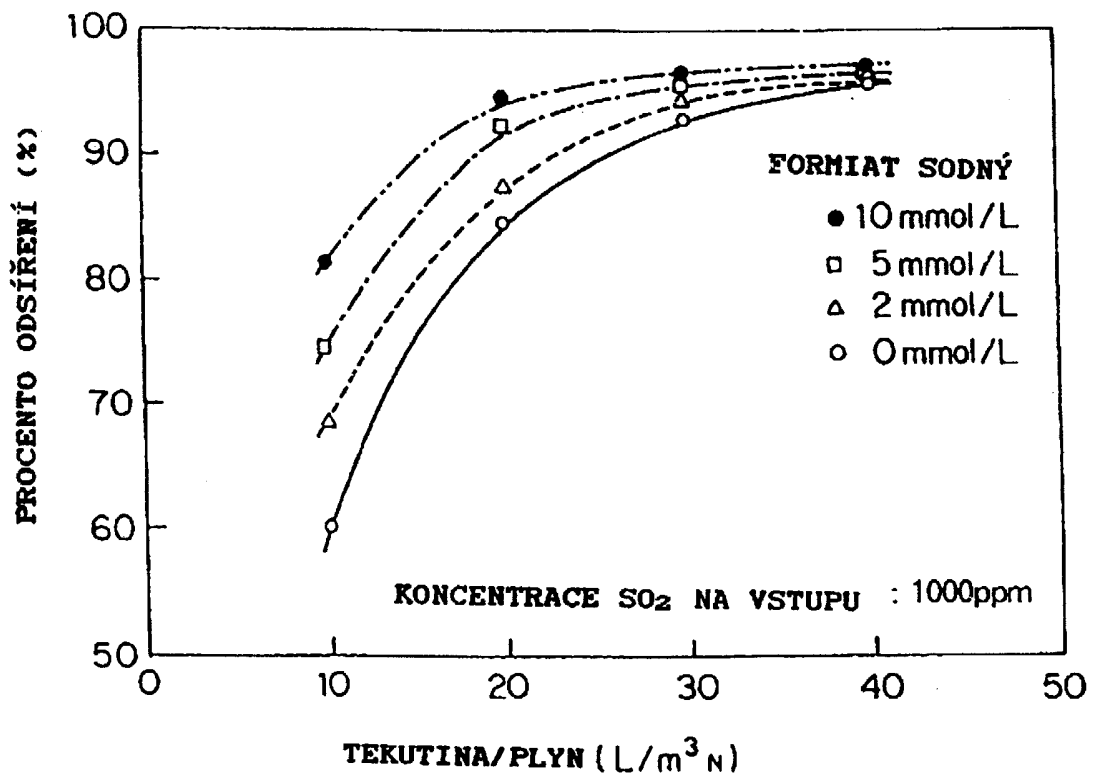


FIG. 21

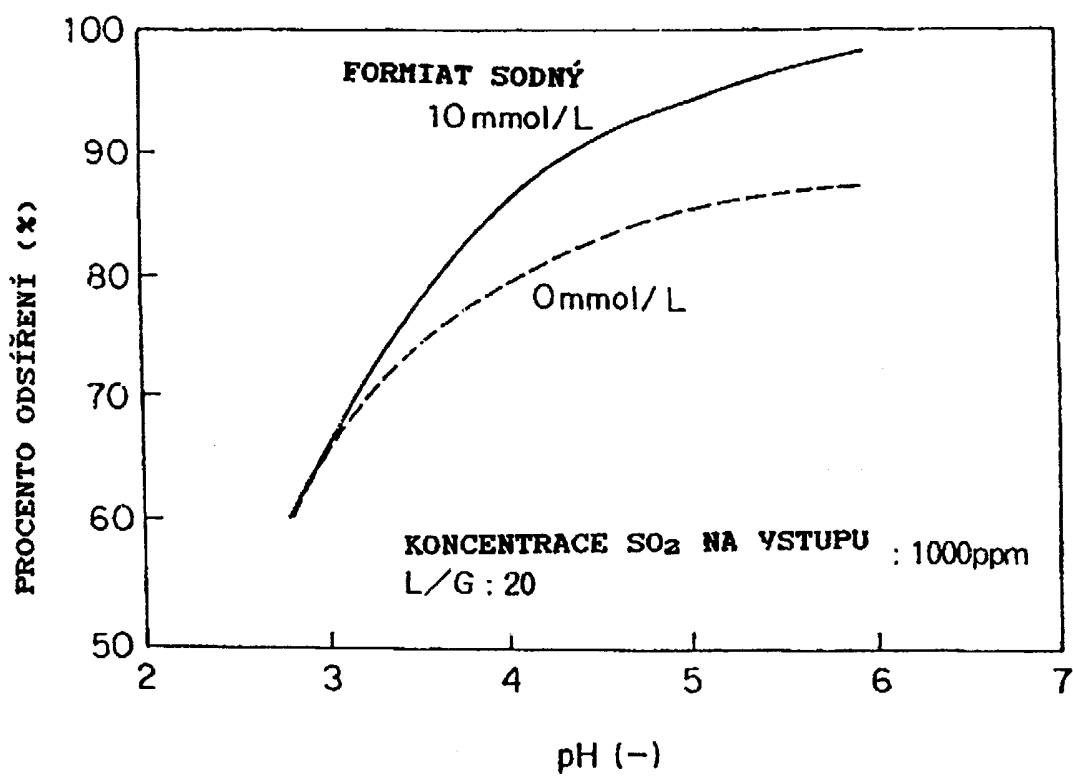


FIG. 22

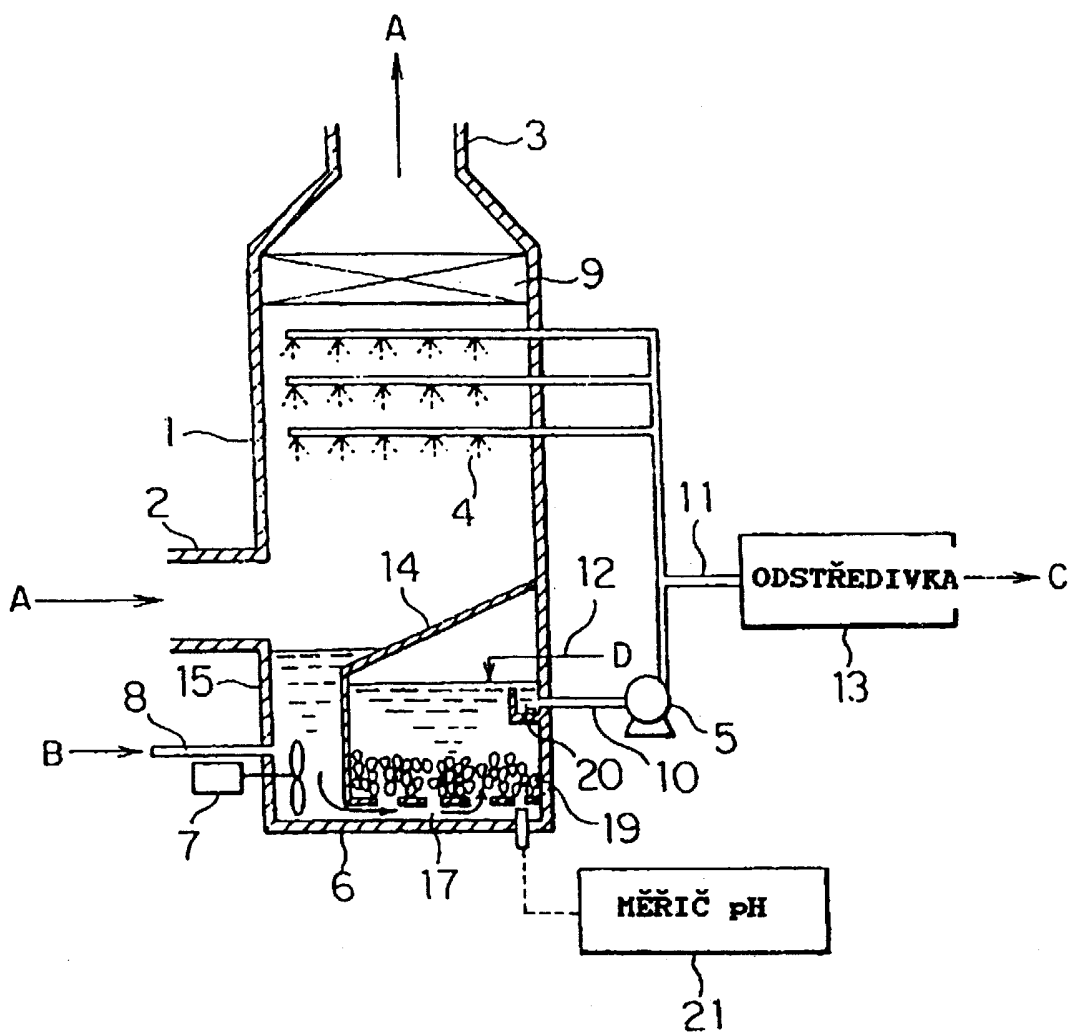


FIG. 23

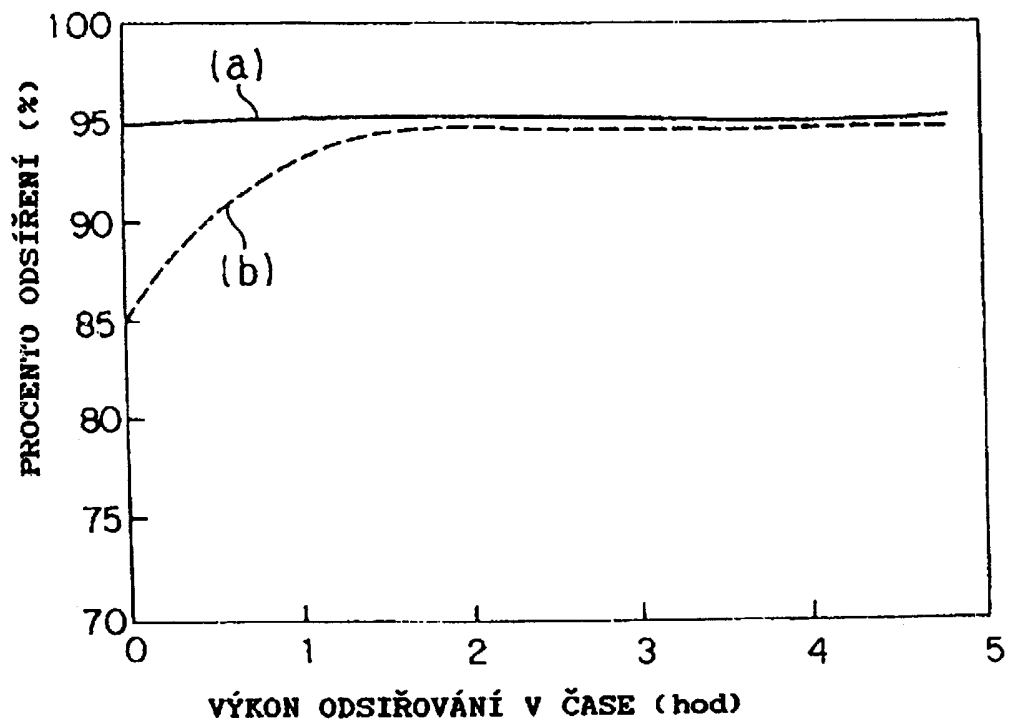


FIG. 24

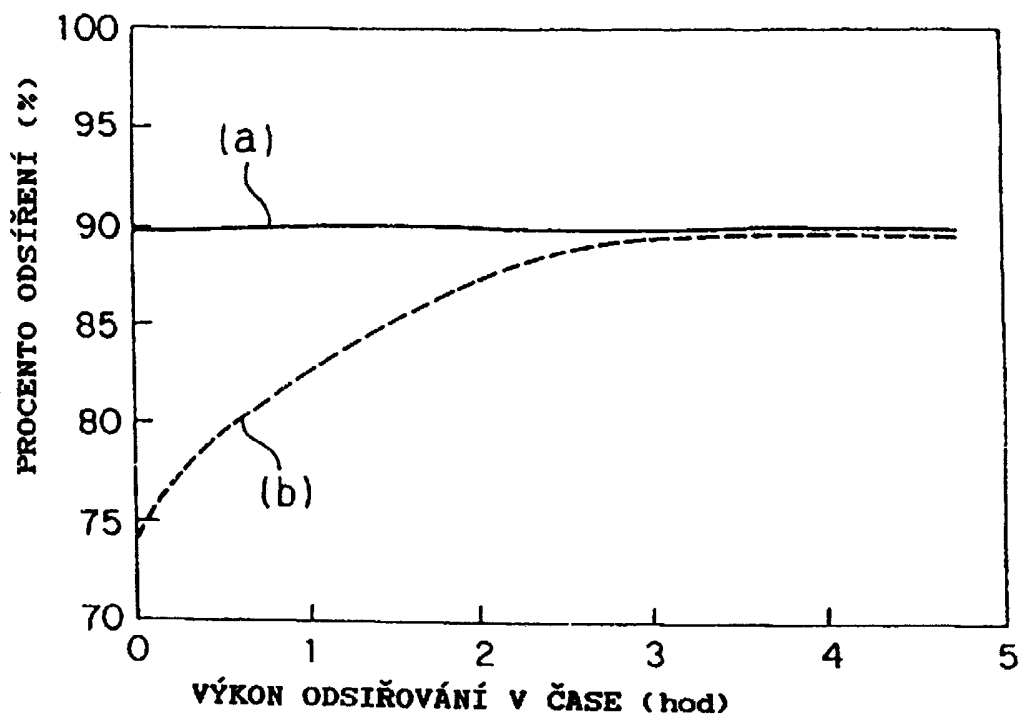


FIG. 25

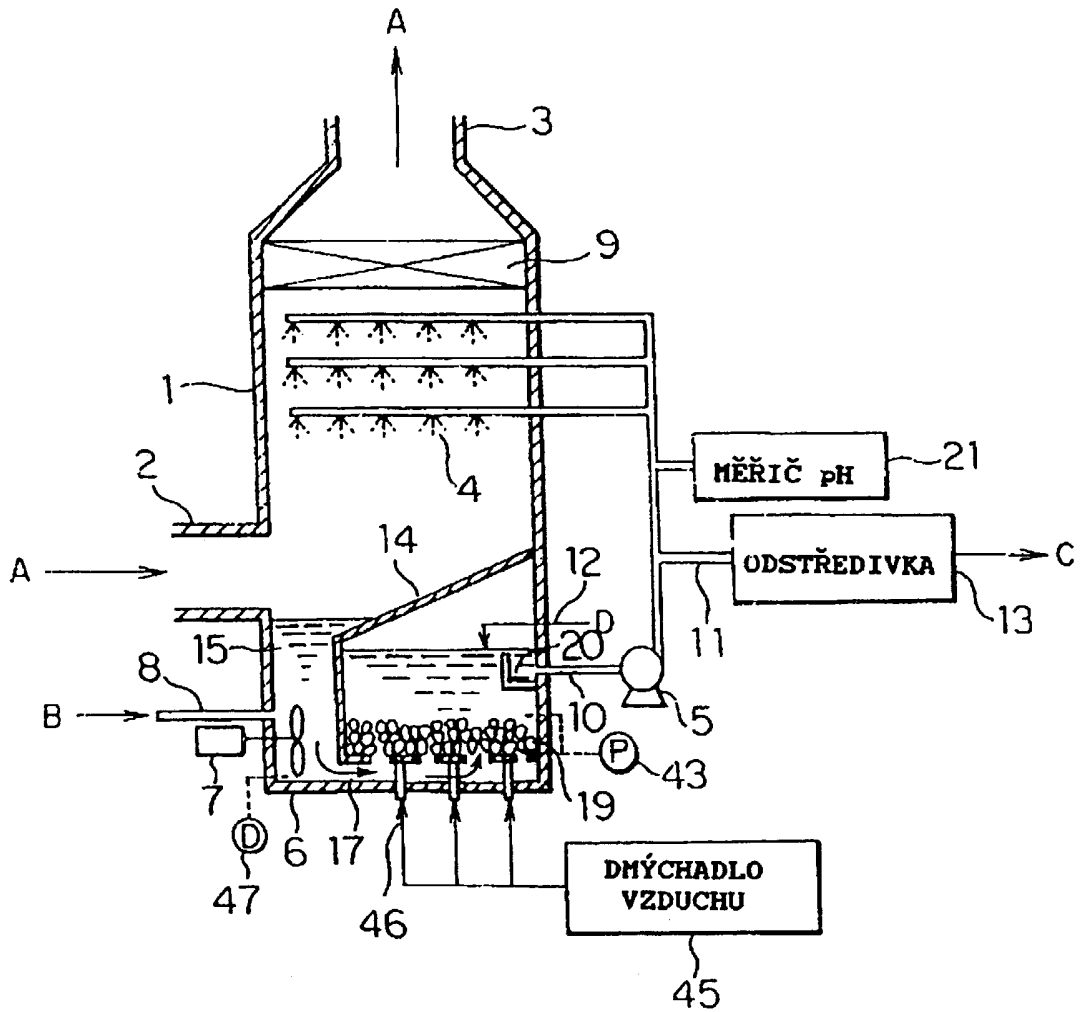


FIG. 26

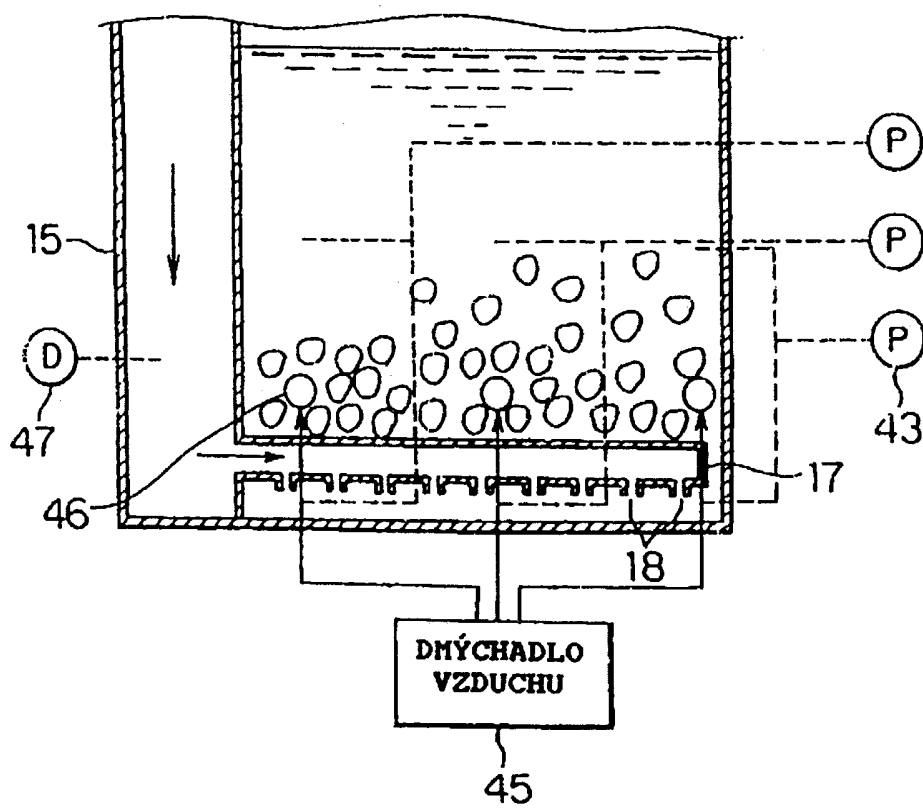


FIG. 27

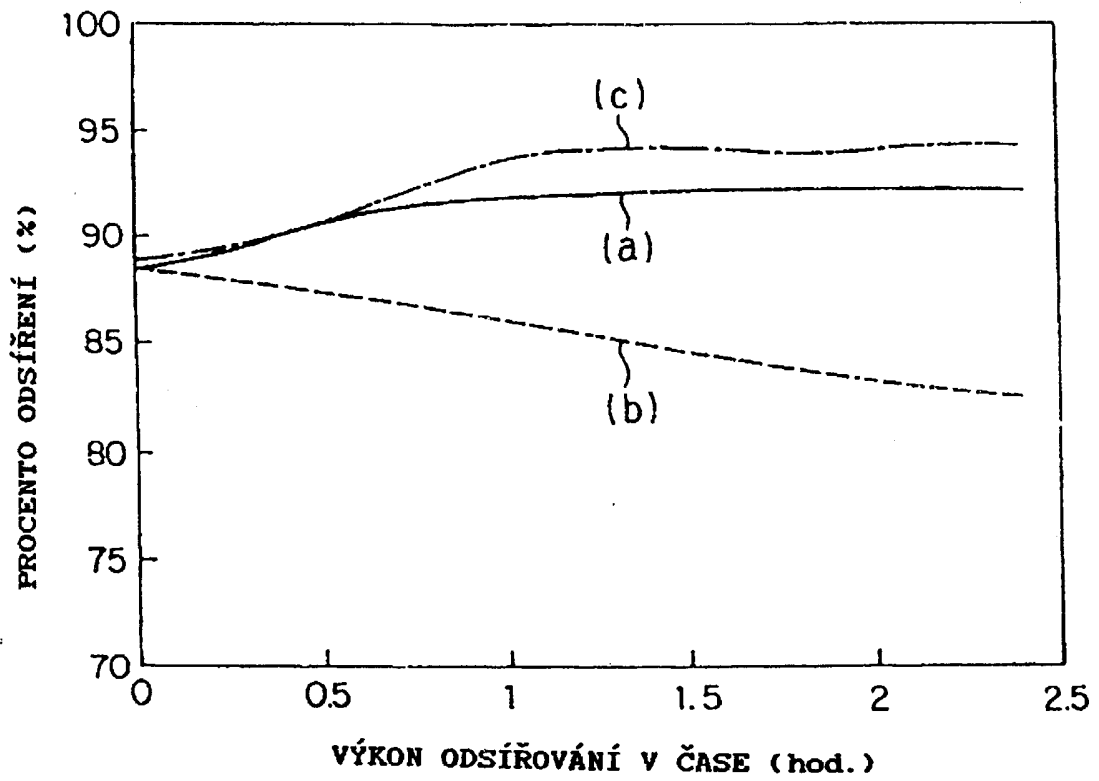


FIG. 28

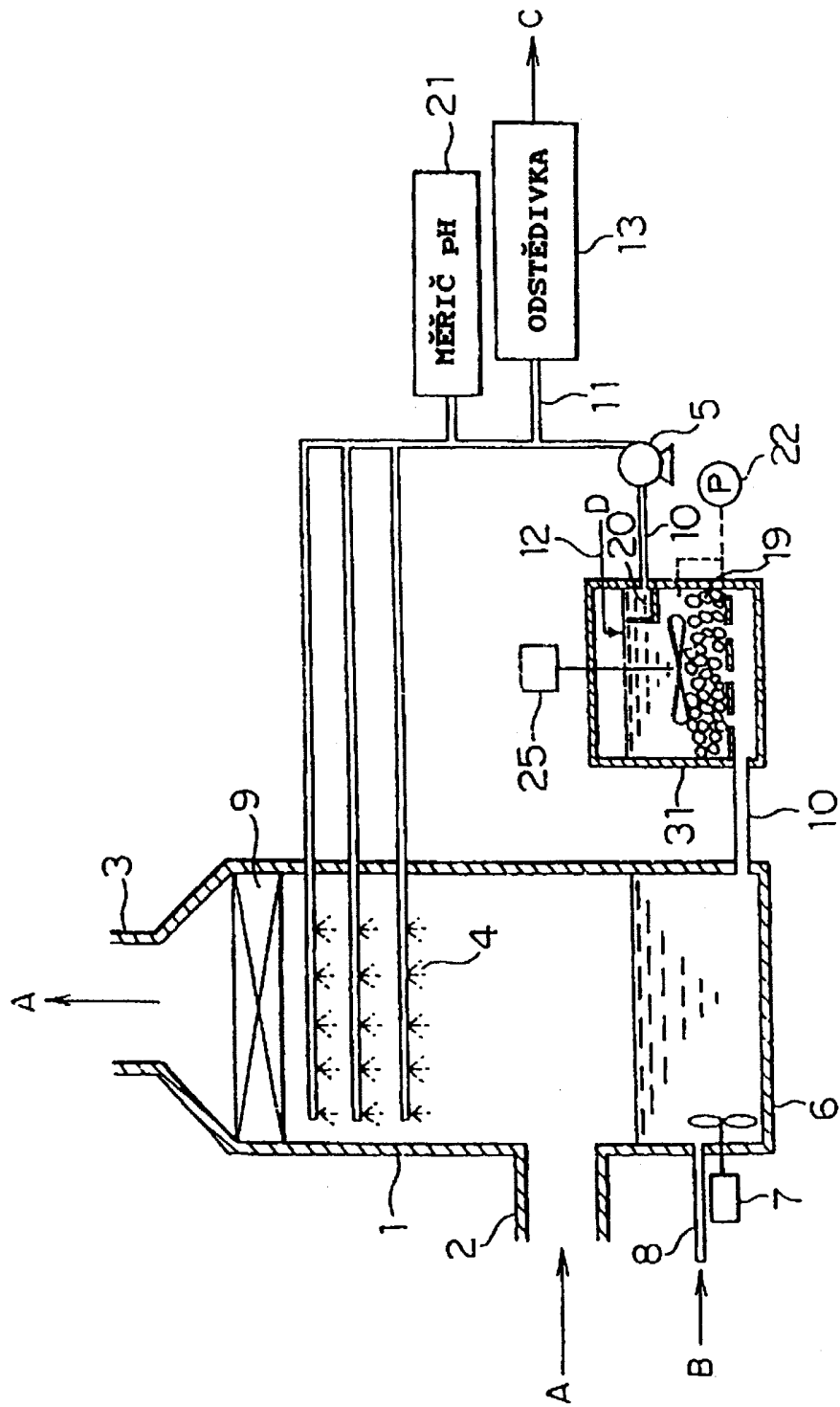


FIG. 29

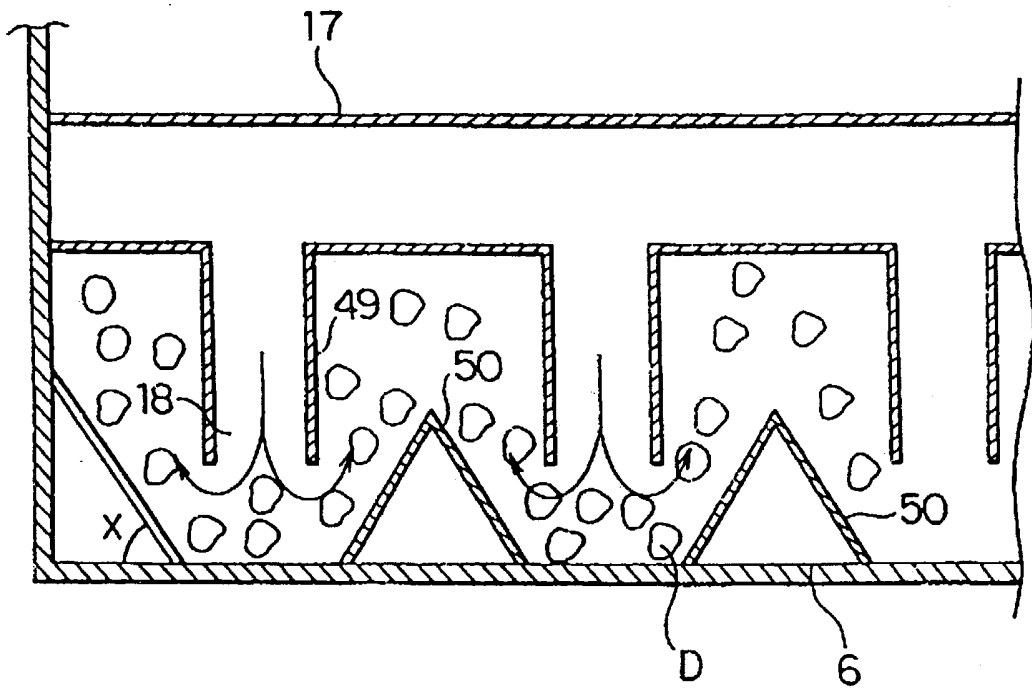


FIG. 30

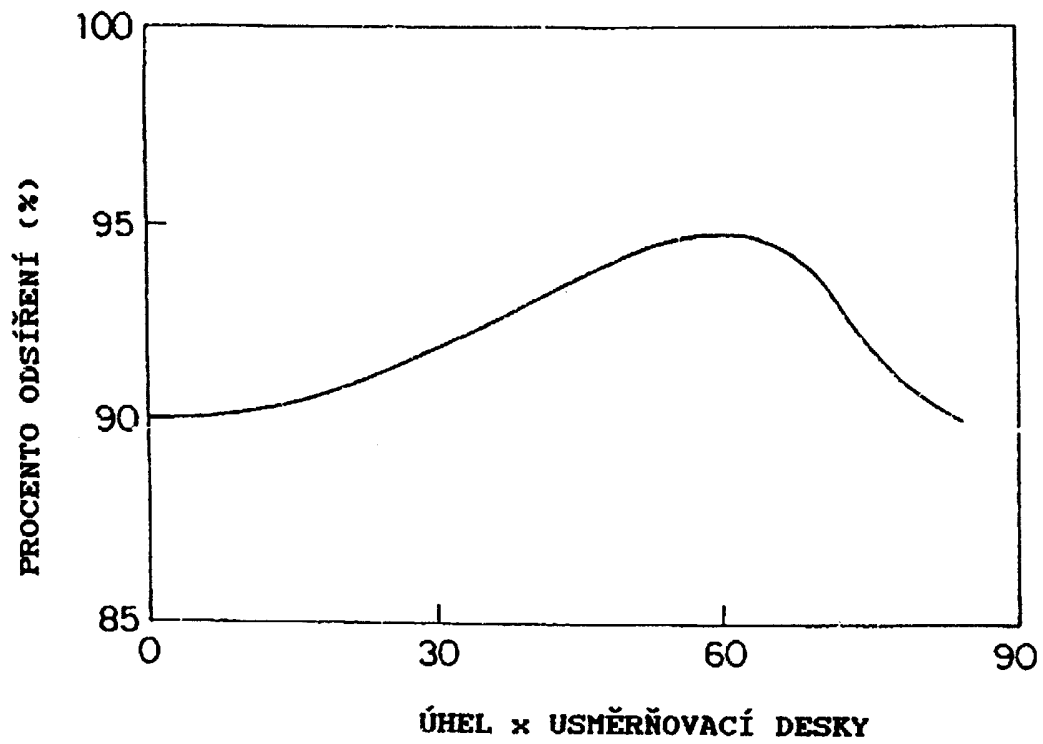


FIG. 31

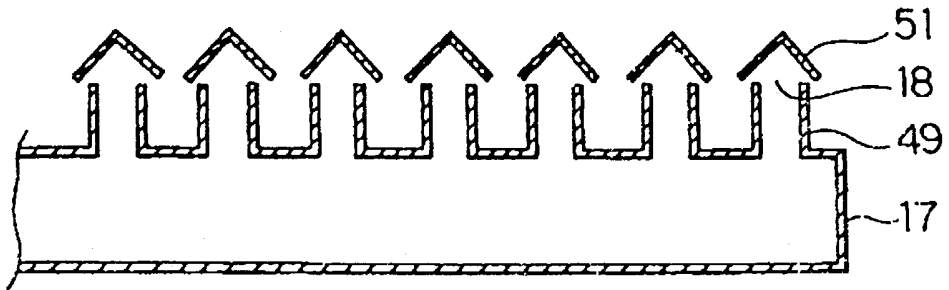


FIG. 32

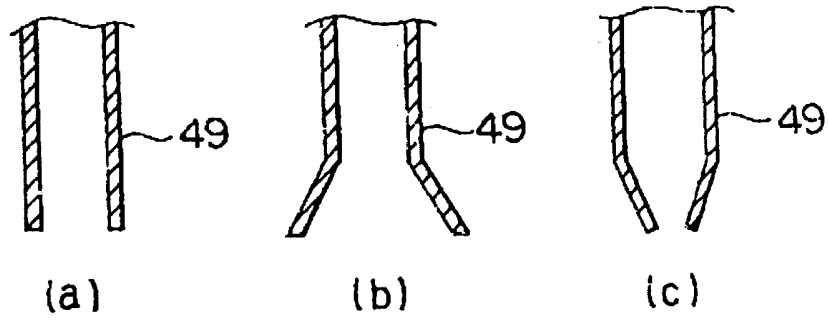


FIG. 33

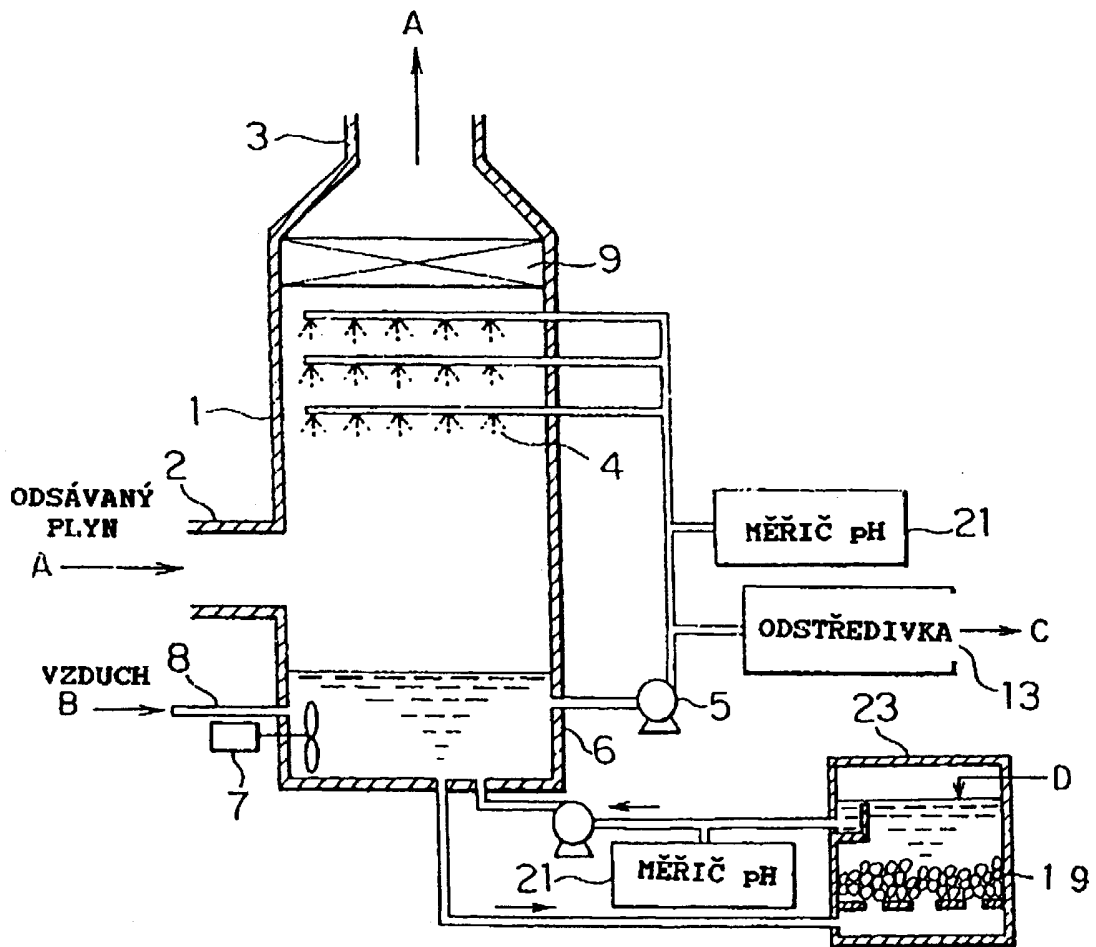


FIG. 34

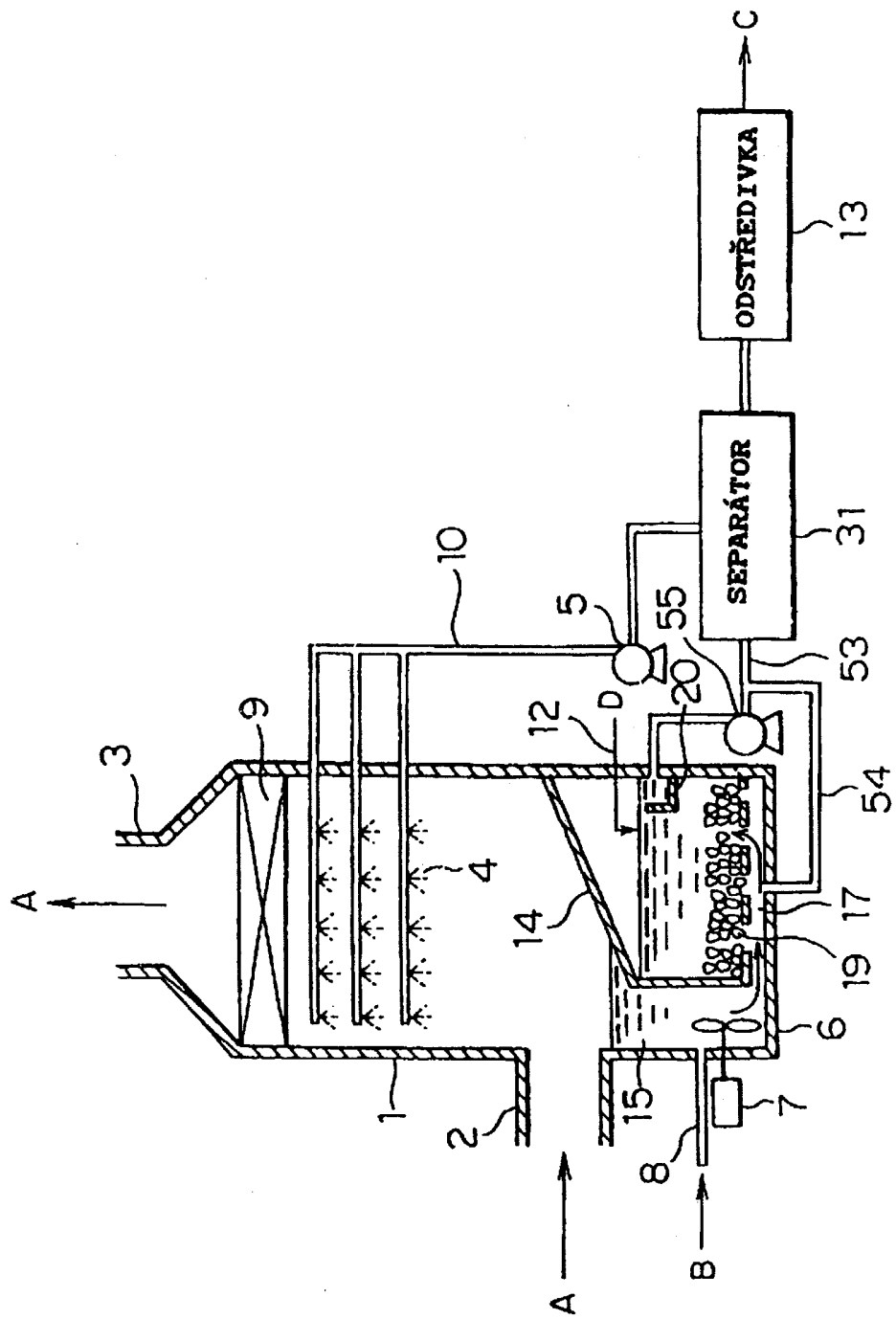


FIG. 35

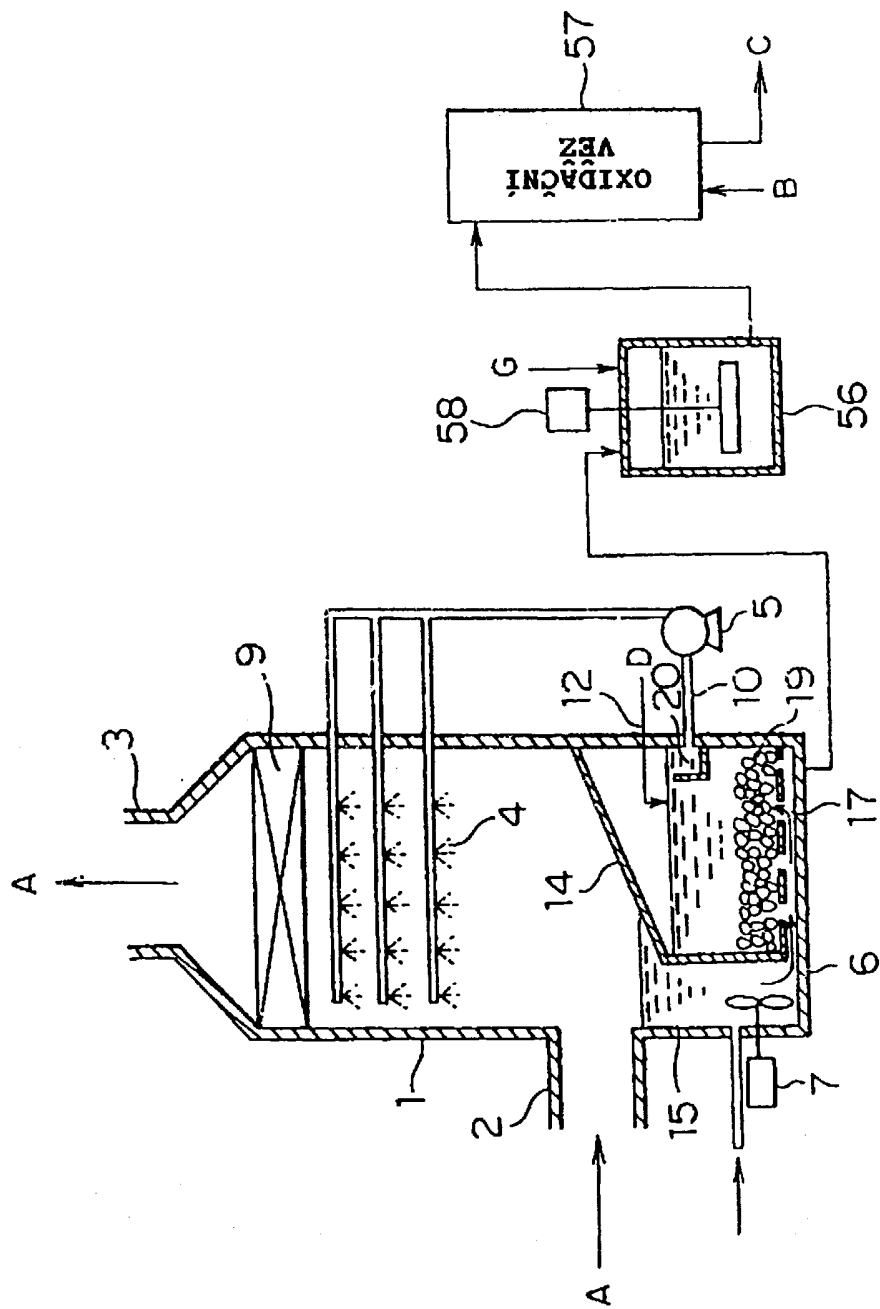


FIG. 36

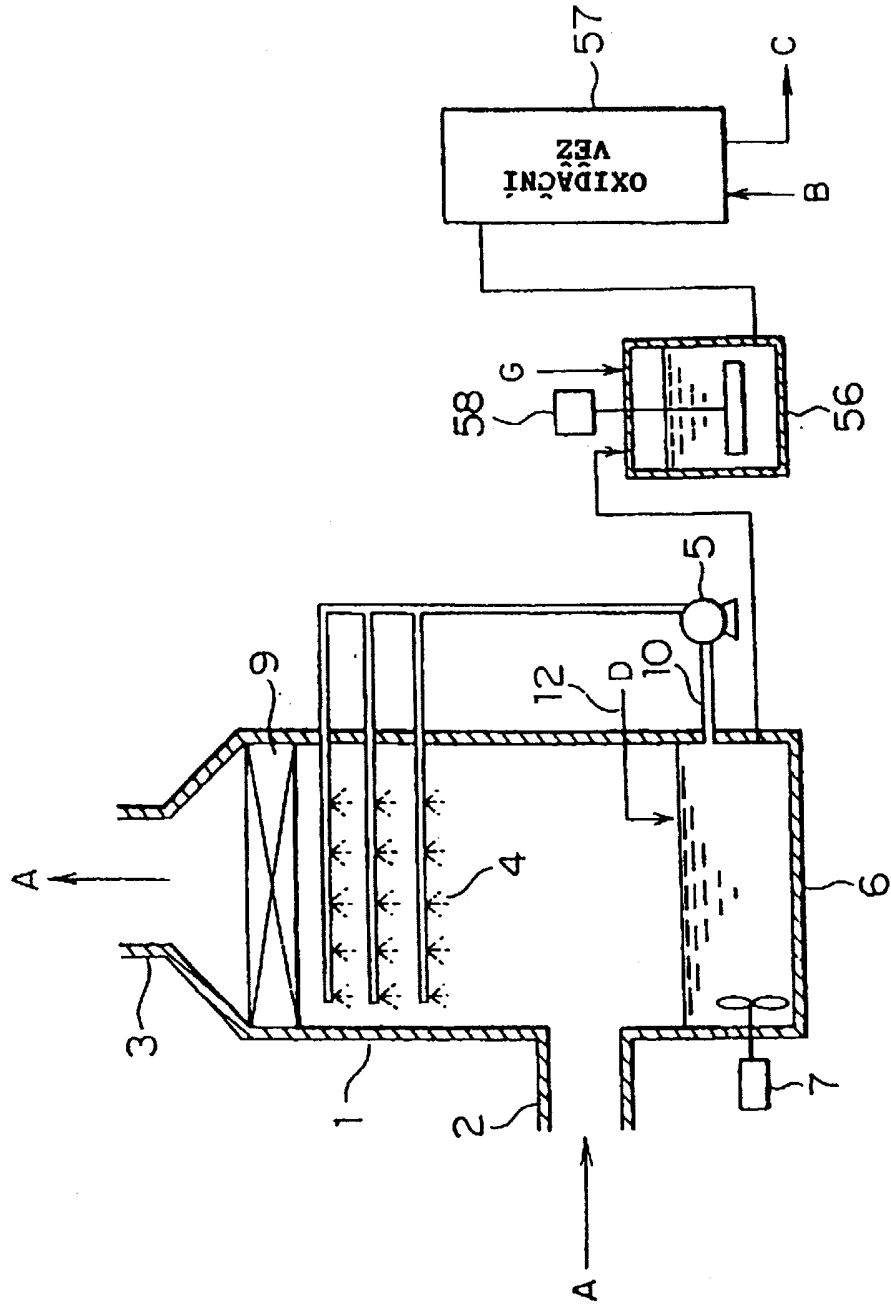


FIG. 37

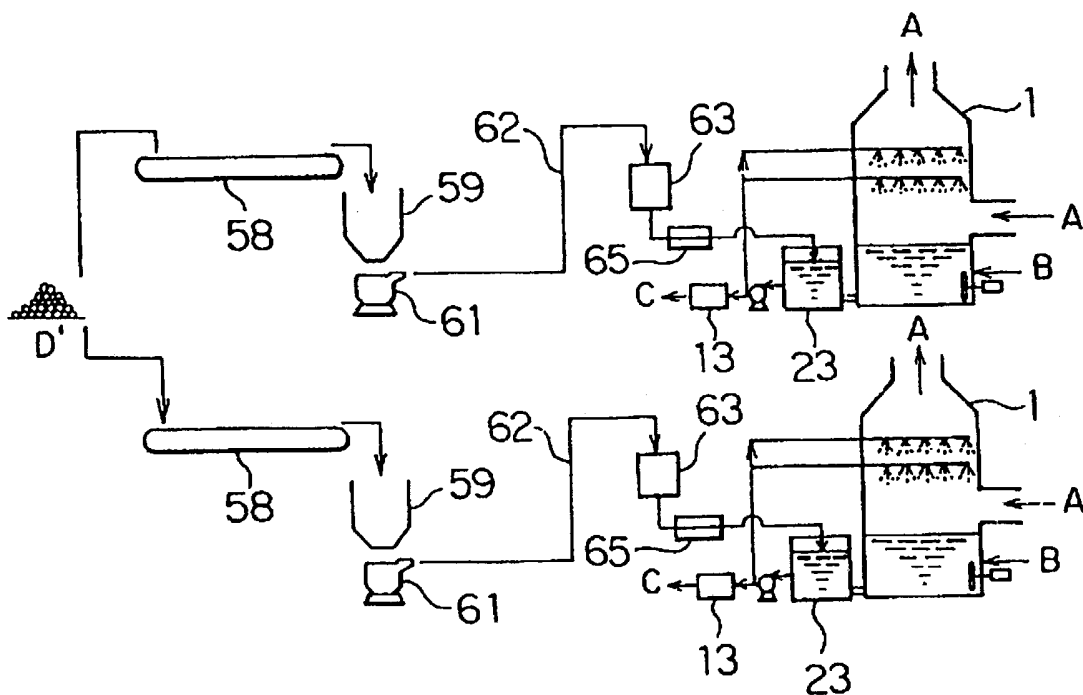


FIG. 38

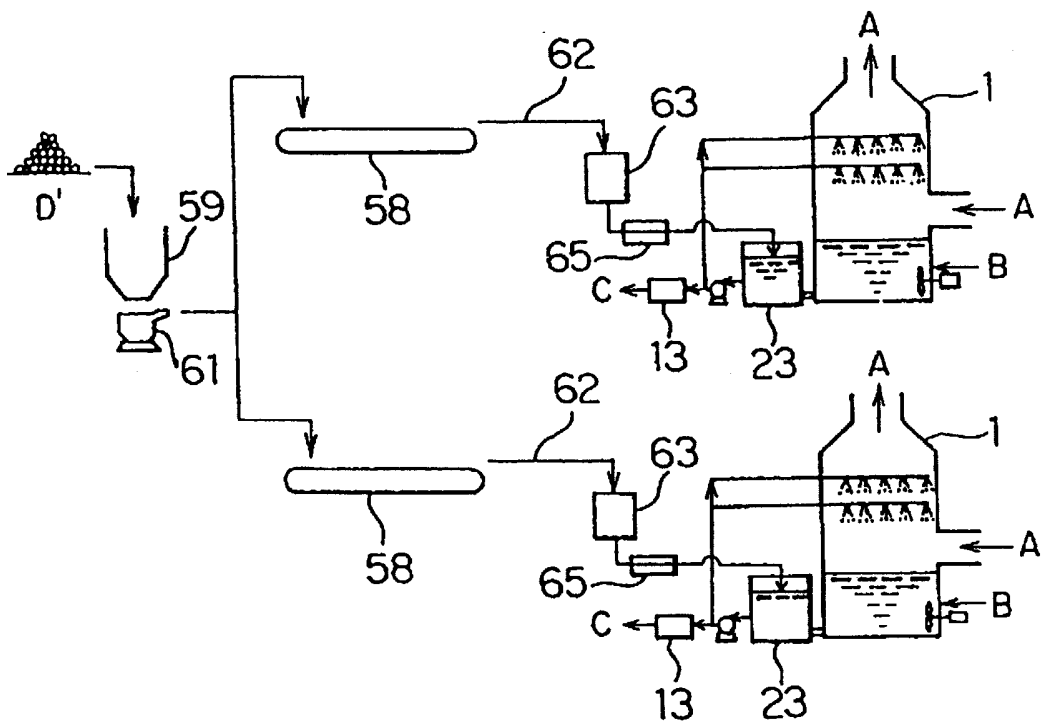
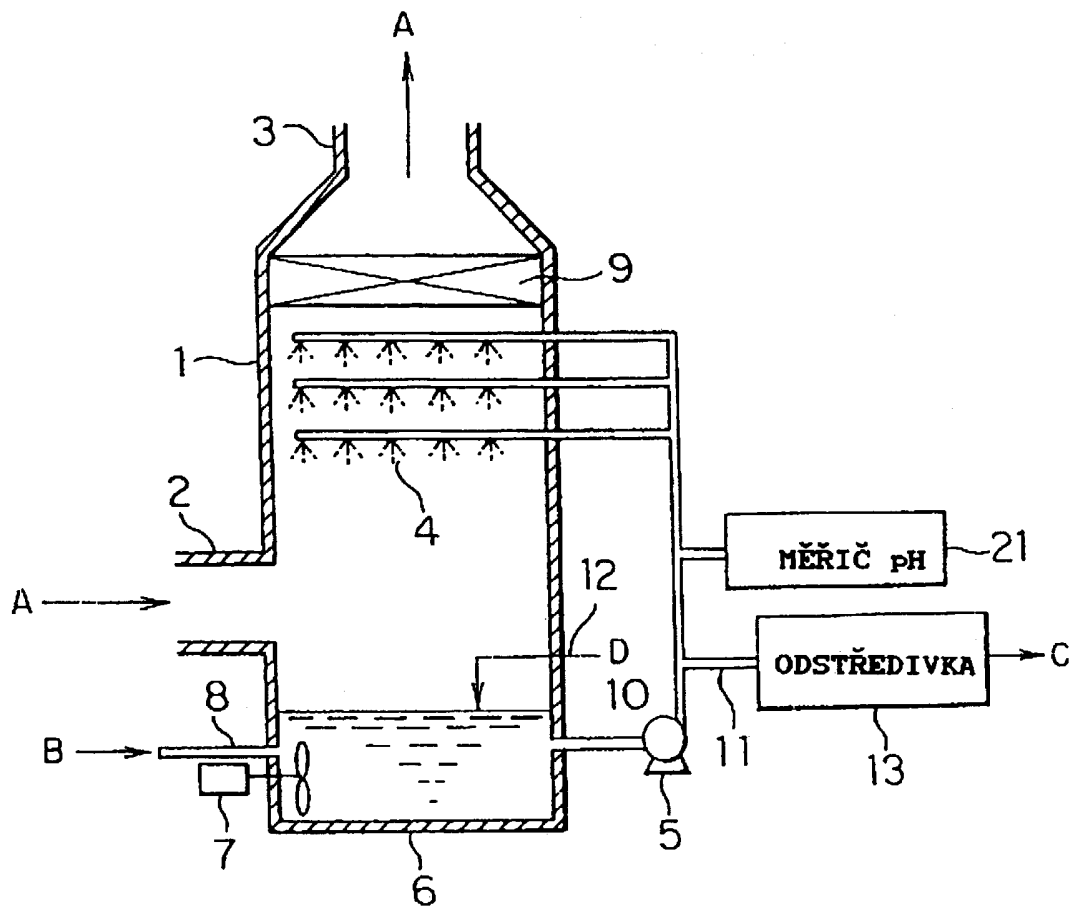


FIG. 39



Konec dokumentu