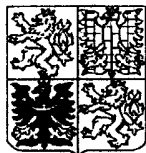


# PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

## 288 212

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: 1995 - 2086

(22) Přihlášeno: 15.08.1995

(30) Právo přednosti:

16.08.1994 JP 1994/192504

11.08.1995 JP 1995/205565

(40) Zveřejněno: 13.03.1996

(Věstník č. 3/1996)

(47) Uděleno: 13.03.2001

(24) Oznámeno udělení ve Věstníku: 16.05.2001

(Věstník č. 5/2001)

(13) Druh dokumentu: B6

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>:

B 01 D 53/60

B 01 D 53/56

B 01 D 53/00

(73) Majitel patentu:

EBARA CORPORATION, Tokyo, JP;

(72) Původce vynálezu:

Nomoto Masao, Yokohama-shi, JP;

Fujita Kenji, Kawasaki-shi, JP;

Hayashi Hideo, Fujisawa-shi, JP;

(74) Zástupce:

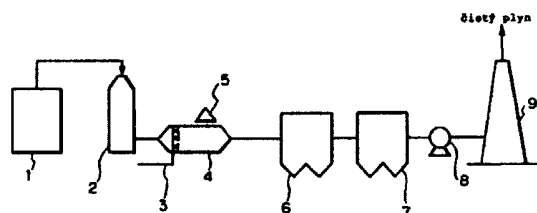
Hořejš Milan JUDr.ing., Národní třída č.32, Praha 1,  
11000;

(54) Název vynálezu:

**Zařízení s reaktorem pro zpracování kouřových plynů**

(57) Anotace:

Zařízení s reaktorem (4) pro zpracování kouřových plynů, v němž se přiváděné kouřové plyny mísí s amoniakem a ozařují svazkem elektronových paprsků, aby se zbavily oxidů dusíku a/nebo oxidů síry. Přívod amoniaku je v reaktoru uspořádán před středem aplikovaného svazku elektronových paprsků, vzhledem ke směru toku proudu kouřových plynů, ve vzdálenosti, která není vyšší než 2,5-násobek, přednostně 2,0-násobek, výhodněji 1,5-násobek dosahu svazku elektronových paprsků, přičemž nejvýhodněji leží v rozmezí od 0,5 do 1,0-násobku dosahu svazku elektronových paprsků. Amoniak se dodává některým z následujících způsobů: (1) přivádí se pouze amoniak; (2) přivádí se amoniak současně se vzduchem; (3) přivádí se amoniak současně s vodou a (4) přivádí se amoniak současně se vzduchem a vodou. Přednostně se amoniak uvádí v podobě směsi zahřátého amoniaku se suchým vzduchem, jehož teplota rosného bodu je přednostně -15 °C nebo nižší za tlaku 0,1 MPa. Výhodné je též, když je přívod amoniaku vytvořen přívodními trubkami (12), které jsou uspořádány na povrchu koule definované dosahem aplikovaného svazku elektronových paprsků.



CZ 288212 B6

## Zařízení s reaktorem pro zpracování kouřových plynů

### Oblast techniky

5

Vynález se týká zařízení s reaktorem pro zpracování kouřových plynů, v němž se zpracovávají kouřový plyn mísí s amoniakem a ozařuje svazkem elektronových paprsků, aby se zbavil oxidů dusíku a/nebo síry.

10

### Dosavadní stav techniky

V konvenčních zařízeních se difuze a mísení amoniaku s kouřovými plyny zlepšuje tím, že se amoniak vstříkuje před vstupem do reaktoru nebo blízko tohoto vstupu, aby se prodloužila jeho doba setrvání v kouřovém plynu, nebo tím, že se pro promísení amoniaku s kouřovým plynem používá děrovaného plechu.

Obecně se má za to, že denitrační a desulfurační reakce probíhají téměř současně a nízká účinnost denitrace se přisuzuje především nedostatečné difuzi amoniaku do kouřového plynu a jeho nedostatečnému promísení s kouřovým plynem. Proto dosud nikdo nepomyslel na to přidávat amoniak v místě, které je bližší oblasti ozařování svazkem elektronových paprsků.

S nedávným zavedením přísnějších předpisů, pokud se týče koncentrace amoniaku unikajícího v kouřových plynech, vyvstala potřeba potlačit únik amoniaku. Podle dosavadního stavu techniky se totiž amoniak zaváděl do kouřových plynů v nadbytku, aby se zajistil průběh denitrační a desulfurační reakce v požadovaném směru. Zavádění nadbytku amoniaku má však za následek zvýšené množství zbytkového amoniaku v kouřových plynech. Jelikož současné předpisy týkající se emise kouřových plynů vyžadují regulaci nejen oxidů dusíku ( $\text{NO}_x$ ), oxidů síry ( $\text{SO}_x$ ) a prachu, nýbrž i unikajícího amoniaku, je nutno amoniak vstříkovat v optimálním místě a v nezbytně nutném minimálním množství zajišťujícím požadovanou účinnost denitrační a desulfurační reakce.

Úkolem vynálezu je vyvinout zařízení pro zpracování kouřových plynů ozařováním svazkem elektronových paprsků, v němž by bylo možno snížit přidávání amoniaku na nezbytně nutné minimální množství, za účelem současného splnění následujících dvou požadavků: zlepšení účinnosti denitrace a snížení množství unikajícího amoniaku na několik desítek ppm.

### Podstata vynálezu

40

Pro splnění tohoto úkolu je poloha zavádění amoniaku specifikována prostřednictvím vzdálenosti od zóny ozařování svazkem elektronových paprsků, přičemž tato poloha je přesunuta blíže k ozařovací zóně reaktoru. Toto uspořádání účinně snižuje koncentraci amoniaku unikajícího ve zpracovaných kouřových plynech. Pokud se amoniak přidává v obvyklé poloze, probíhá nejprve desulfurační reakce a potom denitrační reakce při teplotě přibližně v rozmezí od 60 do 80 °C, což má za následek, že část přidaného amoniaku se spotřebuje při termochemické desulfurační reakci dříve než zaváděný kouřový plyn dospěje do ozařovací zóny. Sice platí, že čím vyšší je nadbytek amoniaku, tím vyšší je účinnost denitrace, ale ve skutečnosti se část přidaného amoniaku spotřebuje při desulfurační reakci a průběh denitrační reakce není tak důkladný, jak by to bylo žádoucí. Tím lze vysvětlit příčinu nižší účinnosti denitrace ve srovnání s desulfurací.

Předmětem vynálezu je zařízení s reaktorem pro zpracování kouřových plynů, v němž se přiváděné kouřové plyny mísí s amoniakem a ozařují svazkem elektronových paprsků, aby se zbavily oxidů dusíku a/nebo oxidů síry, jehož podstata spočívá v tom, že obsahuje přívod amoniaku, který je v reaktoru uspořádán před, vzhledem ke směru toku proudu kouřových plynů,

55

středem aplikovaného svazku elektronových paprsků, ve vzdálenosti, která není vyšší než 2,5-násobek dosahu svazku elektronových paprsků.

5 Ve výhodném provedení vynálezu není výše uvedená vzdálenost vyšší než 2,0-násobek, přednostně 1,5-násobek dosahu svazku elektronových paprsků, přičemž nejvýhodněji leží v rozmezí od 0,5 do 1,0-násobku dosahu svazku elektronových paprsků.

10 Ve výhodném provedení zařízení podle vynálezu je přívod amoniaku vytvořen přívodními trubkami, které jsou uspořádány na povrchu koule definované dosahem aplikovaného svazku elektronových paprsků.

15 Amoniak se může dodávat některým z následujících způsobů: i) uvádí se pouze amoniak; ii) uvádí se amoniak současně se vzduchem; iii) uvádí se amoniak současně s vodou a iv) uvádí se amoniak současně se vzduchem a vodou. S výhodou se amoniak uvádí ve formě směsi se vzduchem, která se získá ředěním amoniaku suchým vzduchem s teplotou rosného bodu  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  nebo nižší, za tlaku 0,1 MPa.

#### 20 Přehled obr. na výkresech

Na obr. 1 je znázorněno blokové schéma výrobní jednotky použité pro zkoušení nařízení podle vynálezu.

25 Na obr. 2 je znázorněn graf závislosti mezi místem přidávání amoniaku a účinností jednak denitrační a jednak desulfurační reakce.

Na obr. 3 je znázorněn graf závislosti mezi místem přidávání amoniaku a koncentrací unikajícího amoniaku.

30 Na obr. 4 je znázorněn diagram ukazující umístění přívodu amoniaku, který bylo použito při ověřování účinnosti zařízení podle vynálezu.

Na obr. 5 je znázorněn diagram ukazující příklad umístění přívodu amoniaku v zařízení podle vynálezu.

35 Na obr. 6 je znázorněn nárys zařízení podle vynálezu ukazující umístění jednotlivých přívodů amoniaku, které jsou uspořádány tak, že sledují obvod divergence emitovaného svazku elektronových paprsků.

40 Na obr. 7 je znázorněn půdorysný pohled na zařízení podle obr. 6.

Následuje podrobnější popis tohoto vynálezu.

45 Podle vynálezu se amoniak do reaktoru zavádí v místě před (vzhledem ke směru toku proudu kouřových plynů) středem aplikovaného svazku elektronových paprsků, přičemž vzdálenost přívodu amoniaku od středu aplikovaného svazku elektronových paprsků není vyšší než 2,5-násobek, přednostně než 2,0-násobek, s výhodou než 1,5 násobek dosahu svazku elektronových paprsků a nejvýhodněji leží tato vzdálenost v rozmezí od 0,5- do 1-násobku tohoto dosahu. S ohledem na různé faktory, jako jsou vlastnosti kouřových plynů, požadovaný stupeň denitrace a desulfurace, účinnost a omezení použitého zařízení, se amoniak dodává některým z následujících způsobů: (1) uvádí se pouze amoniak; (2) uvádí se amoniak současně se vzduchem; (3) uvádí se amoniak současně s vodou a (4) uvádí se amoniak současně se vzduchem a vodou. Z provozního hlediska se dává přednost uvádění amoniaku ve zředěné formě v podobě směsi zahřátého amoniaku a suchého vzduchu (jehož rosná teplota je  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  nebo nižší za tlaku 0,1 MPa). Také je

účinné uvádět amoniak trubkami, které jsou uspořádány tak, že sledují obvod kulovité divergence svazku elektronových paprsků.

5 Jak již bylo uvedeno výše, amoniak se dříve obvykle přiváděl v místě před vstupem kouřových plynů do reaktoru, aby se povzbudila difuze amoniaku do kouřových plynů a jejich vzájemné promísení. Takové uspořádání však má za následek, že desulfurační reakce probíhá rychleji než denitrační reakce a část přidaného amoniaku se spotřebuje, takže dochází k brzdění denitrační reakce a ke snížení její účinnosti.

10 Podle vynálezu se tento problém řeší tím, že se amoniak uvádí v místě před (vzhledem ke směru toku proudu kouřových plynů) středem aplikovaného svazku elektronových paprsků, přičemž vzdálenost přívodu amoniaku od středu aplikovaného svazku elektronových paprsků není vyšší než 2,5-násobek, přednostně než 2,0-násobek, s výhodou než 1,5 násobek dosahu svazku elektronových paprsků a nejvýhodněji leží tato vzdálenost v rozmezí od 0,5- do 1-násobku tohoto  
15 dosahu. V tomto uspořádání se množství amoniaku, které by se jinak spotřebovalo na desulfurační reakci, sníží a v důsledku toho se zvýší množství amoniaku, který se podílí na denitrační reakci, což má za následek zlepšení denitrační účinnosti. Účinku, který je od vynálezu požadován, se nedosáhne, když se amoniak zavádí v místě, které leží ve větší vzdálenosti než odpovídá 2,5-násobku dosahu svazku elektronových paprsků. Když se naopak amoniak uvádí v  
20 místě, které je příliš blízko zóny ozařování svazkem elektronových paprsků, dopadá část aplikovaného svazku elektronových paprsků na přívodní potrubí pro amoniak, což má za následek nejen ztrátu energie svazku elektronových paprsků, nýbrž dojde i k takovému zahřátí tohoto přívodního potrubí dopadajícím svazkem elektronových paprsků, že je nutno zavést zvláštní opatření pro zajištění bezpečnosti.

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

### 30 Příklad provedení vynálezu

#### Příklad

35 Kouřové plyny se zpracovávají v reaktoru 13 (viz obr. 4) o průřezu 1100 mm (výška × 1000 mm (šířka) ozařováním svazkem elektronových paprsků, který se aplikuje pomocí generátoru 11 svazku elektronových paprsků. Amoniak se ředí přibližně stokrát suchým vzduchem (jehož rosná teplota je za tlaku 0,1 MPa -15 °C) přívodní trubkou 12. Přívodní trubka 12 je umístěna v jedné  
40 ze tří poloh před (vzhledem ke směru toku kouřových plynů) středem svazku elektronových paprsků, ve vzdálenosti jednak 1100 mm (tato vzdálenost odpovídá dosahu 14 svazku elektronových paprsků, přičemž tento dosah je stanoven s ohledem na ztrátu svazku elektronových paprsků způsobenou okénkem v zóně ozařování svazkem elektronových paprsků generovaných v generátoru 11 při urychlujícím napětí 0,5 MeV), jednak ve vzdálenosti 1500 mm a konečně ve vzdálenosti 4000 mm, přičemž podmínky ozařování svazkem elektronových  
45 paprsků se udržují na konstantní hodnotě. Vypočítají se účinnosti denitrační a desulfurační reakce, kterých lze dosáhnout. Zkušební podmínky jsou uvedeny v tabulce 1 a blokové schéma obecného uspořádání jednotky použité na zkoušení je uvedeno na obr. 1.

Podle obr. 1 se kouřové plyny obsahující oxidy síry (SO<sub>x</sub>) a/nebo oxidy dusíku (NO<sub>x</sub>) vzniklé v  
50 kotli 1 chladí v chladicí věži 2 a zavádějí do reaktoru 4, do něhož se také uvádí amoniak přívodní trubkou 3. Kouřové plyny se ozařují svazkem elektronových paprsků vytvářeným v generátoru 5 svazku elektronových paprsků, aby se oxidy síry převedly na síran amonný a oxidy dusíku na dusičnan amonný, oba v pevné formě. Tyto oxidy se poté zachycují v elektrickém odlučovači 6 a pytlovém filtru 7. Čistý plyn se potom vypouští do atmosféry pomocí dmychadla 8 komínem 9.

55

Tabulka 1

Parametr		Hodnota
Průtok suchých kouřových plynů (Nm <sup>3</sup> /h)		1600
Urychlující napětí (MeV)		0,5
Intenzita proudu (mA)		25,0
Složení kouřových plynů	NO <sub>x</sub> (obj. ppm) (suchý)	170–190
	SO <sub>2</sub> (obj. ppm) (suchý)	700–800
	O <sub>2</sub> (%) (vlhký)	8–9
	H <sub>2</sub> O (%) (vlhká)	9–10
	CO <sub>2</sub> (%) (vlhký)	9–10
	N <sub>2</sub> (%) (vlhký)	71–74

Výsledky zkoušení jsou uvedeny v tabulce 2 a na obr. 2 a 3.

5

Tabulka 2

Parametr	Umístění přívodu amoniaku (vzdálenost v (mm))					
	550	1100	1500	2200	2750	4000
No <sub>x</sub> na vstupu (ppm) (suchý)	177	170	183	175	181	179
No <sub>x</sub> na výstupu (ppm) (suchý)	22	17	33	37	45	51
SO <sub>2</sub> na vstupu (ppm) (suchý)	780	800	790	790	800	770
SO <sub>2</sub> na výstupu (ppm) (suchý)	55	56	55	55	56	54
Účinnost denitrace (%)	88	90	82	79	75	72
Účinnost desulfurace (%)	93	93	94	93	93	93
Únik amoniaku (ppm) (suchý)	19	15	21	25	29	38

- 10 Je zřejmé, že účinnost denitrace se zlepší, a přesto se sníží množství unikajícího amoniaku, když se amoniak uvádí do reaktoru v místě před (vzhledem ke směsi toku proudu kouřových plynů) středem aplikovaného svazku elektronových paprsků, přičemž vzdálenost přívodu amoniaku od středu aplikovaného svazku elektronových paprsků není vyšší než 2,5-násobek, přednostně než 2,0-násobek, s výhodou než 1,5 násobek dosahu svazku elektronových paprsků a nejméně leží tato vzdálenost v rozmezí od 0,5- do 1-násobku tohoto dosahu. Ve zkoušeném rozmezí je 15 přitom účinnost desulfurace srovnatelná s hodnotami, kterých lze dosáhnout podle dosavadního stavu techniky.

- 20 „Dosah svazku elektronových paprsků“ (R) je definován jako maximální tloušťka daného média, kterou mohou proniknout elektrony urychlené napětím E (0,01 MeV < E < 2,5 MeV). Hodnotu dosahu R je možno vypočítat z následujícího empirického vzorce

$$R = (0,412 \cdot E^{1,256-0,09541nE})/r_0$$

- 25 kde

R představuje dosah svazku elektronových paprsků (cm),

E představuje urychlující napětí (MeV) a

- 30

r<sub>0</sub> představuje hustotu média (g/cm<sup>3</sup>)

- 35

Výsledky výpočtu dosahu svazku elektronových paprsků pro urychlující napětí v rozmezí od 0,5 do 1,0 MeV jsou uvedeny v tabulce 3. Při použitím výpočtu není vzata v úvahu ztráta energie způsobená okénkem, který vystupuje svazek elektronových paprsků z generátoru. V tomto příkladu se předpokládá, že dosah svazku elektronových paprsků je při urychlujícím napětí

0,5 MeV (příčemž je zohledněn rozptyl svazku elektronových paprsků a ztráta energie způsobená okénkem) 1 100 mm.

5 Tabulka 3

Urychlující napětí (MeV)	Dosah (cm)
0,5	125
0,7	165
0,7	200
0,8	240
0,9	280
1,0	320

Podle vynálezu se amoniak uvádí do reaktoru v místě před (vzhledem ke směru toku proudu kouřových plynů) středem aplikovaného svazku elektronových paprsků, přičemž vzdálenost přívodu amoniaku od středu aplikovaného svazku elektronových paprsků není vyšší než 2,5-násobek, přednostně než 2,0-násobek, s výhodou než 1,5 násobek dosahu svazku elektronových paprsků a nejvýhodněji leží tato vzdálenost v rozmezí od 0,5- do 1-násobku tohoto dosahu, přičemž toto opatření efektivně zlepšuje účinnost denitrace a současně snižuje koncentraci unikajícího amoniaku na několik desítek ppm. Účinnost denitrace, která podle dosavadního stavu techniky nebyla vyšší než 80 %, se podle vynálezu zvyšuje až na 85 až 90 % při stejném výkonu generátoru svazku elektronových paprsků. To znamená, že srovnatelné denitrační účinnosti se zařízeními podle dosavadního stavu techniky je možno podle vynálezu dosáhnout se sníženým výkonem generátoru svazku elektronových paprsků. Kromě toho, provozní náklady zařízení používaných pro zpracování kouřových plynů ozařováním svazkem elektronových paprsků jsou nižší. Tato skutečnost představuje přídavnou výhodu k výše uvedené výhodě nižší energetické náročnosti zpracování kouřových plynů ozařováním svazkem elektronových paprsků v zařízení podle vynálezu.

### PATENTOVÉ NÁROKY

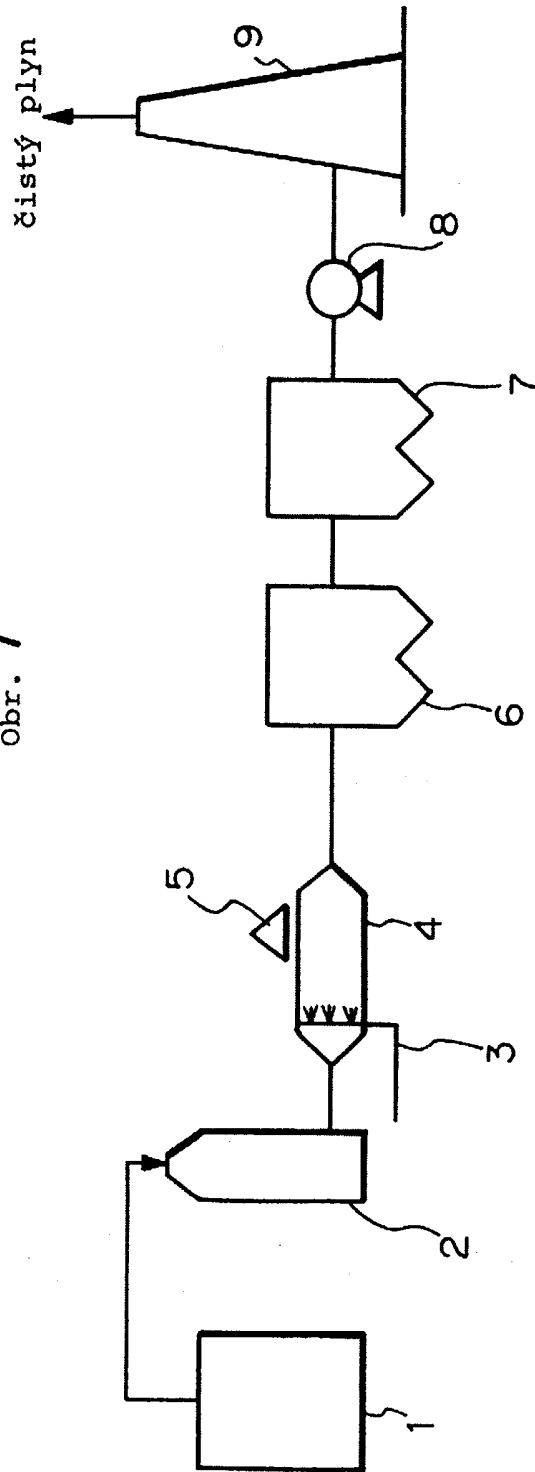
1. Zařízení s reaktorem (4) pro zpracování kouřových plynů, v němž se přiváděné kouřové plyny mísí s amoniakem a ozařují svazkem elektronových paprsků, aby se zbavily oxidů dusíku a/nebo oxidů síry, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že obsahuje přívod amoniaku, který je v reaktoru uspořádán před středem aplikovaného svazku elektronových paprsků vzhledem ke směru toku proudu kouřových plynů, ve vzdálenosti, která není vyšší než 2,5-násobek dosahu svazku elektronových paprsků.
2. Zařízení podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že vzdálenost není vyšší než 2,0-násobek dosahu svazku elektronových paprsků.
3. Zařízení podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že vzdálenost není vyšší než 1,5-násobek dosahu svazku elektronových paprsků.
4. Zařízení podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že vzdálenost leží v rozmezí od 0,5 do 1,0-násobku dosahu svazku elektronových paprsků.

5. Zařízení podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že se amoniak přivádí některým z následujících způsobů: 1) pouze amoniak; 2) amoniak současně se vzduchem; 3) amoniak současně s vodou; 4) amoniak současně se vzduchem a vodou.
- 5 6. Zařízení podle některého z předcházejících nároků, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že přívod amoniaku je vytvořen přívodními trubkami (12), které jsou uspořádány na povrchu koule definované dosahem aplikovaného svazku elektronových paprsků.
- 10 7. Zařízení podle nároku 5, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že se amoniak přivádí ve formě směsi se vzduchem, získanou ředěním amoniaku suchým vzduchem s teplotou rosného bodu  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  nebo nižší za tlaku 0,1 MPa.

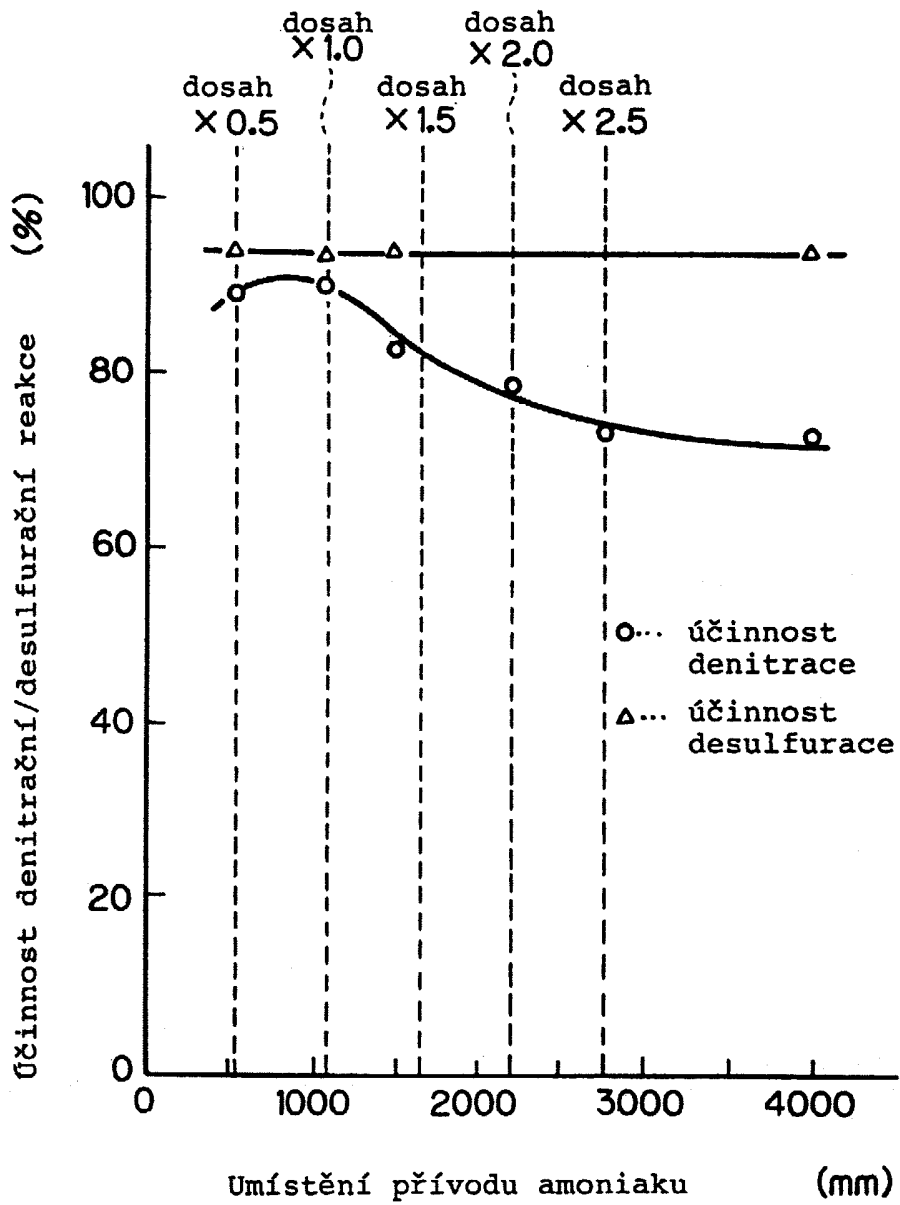
15

7 výkresů

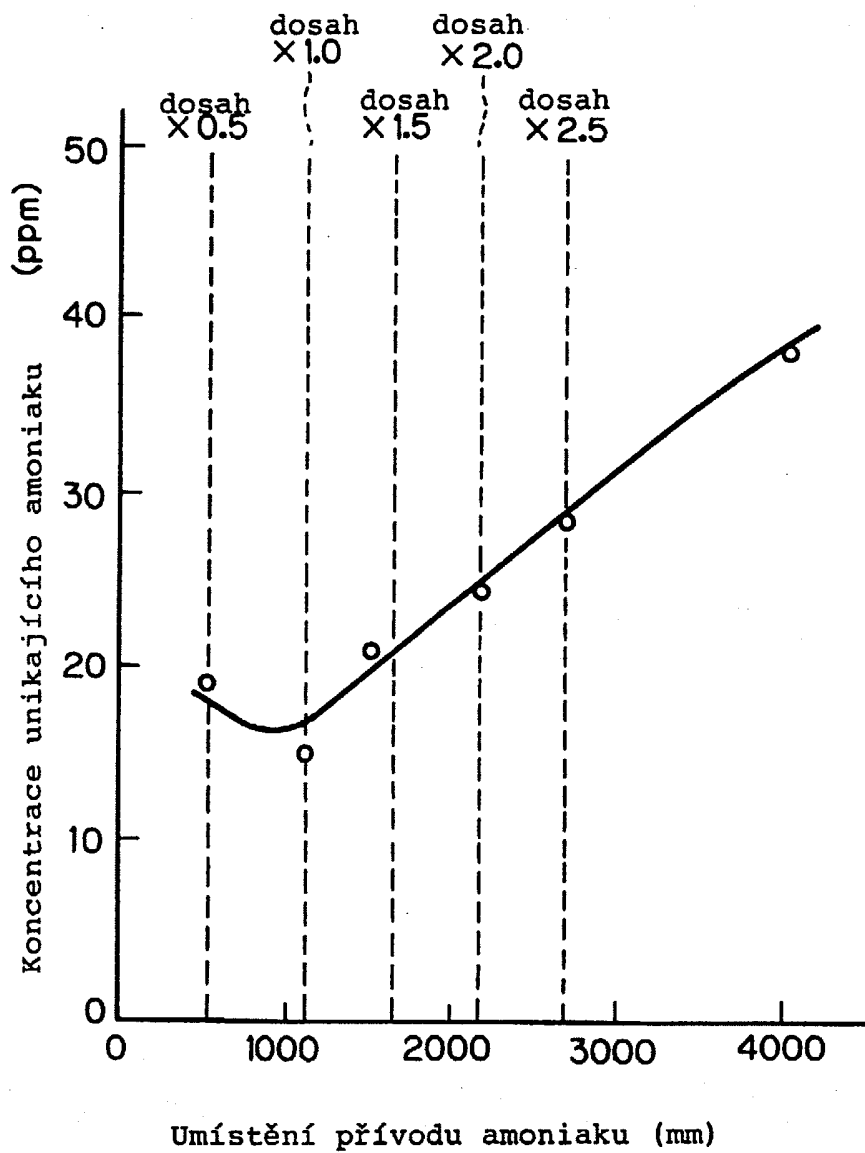
Obr. 1



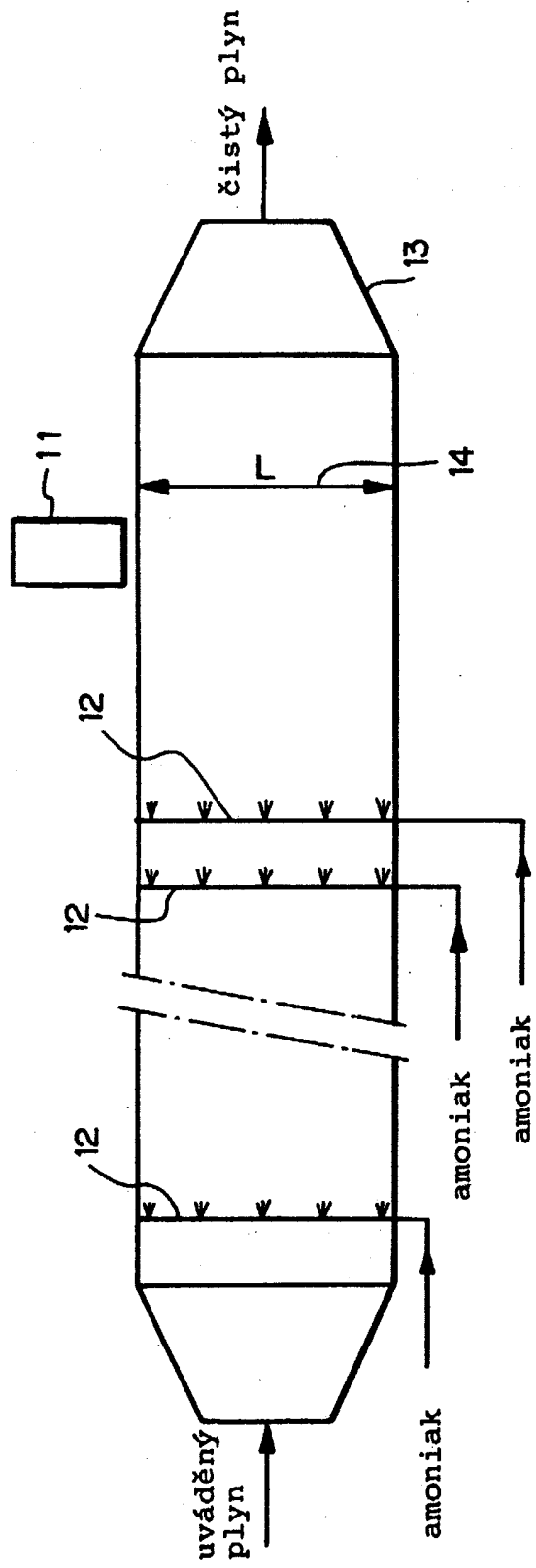
Obr. 2



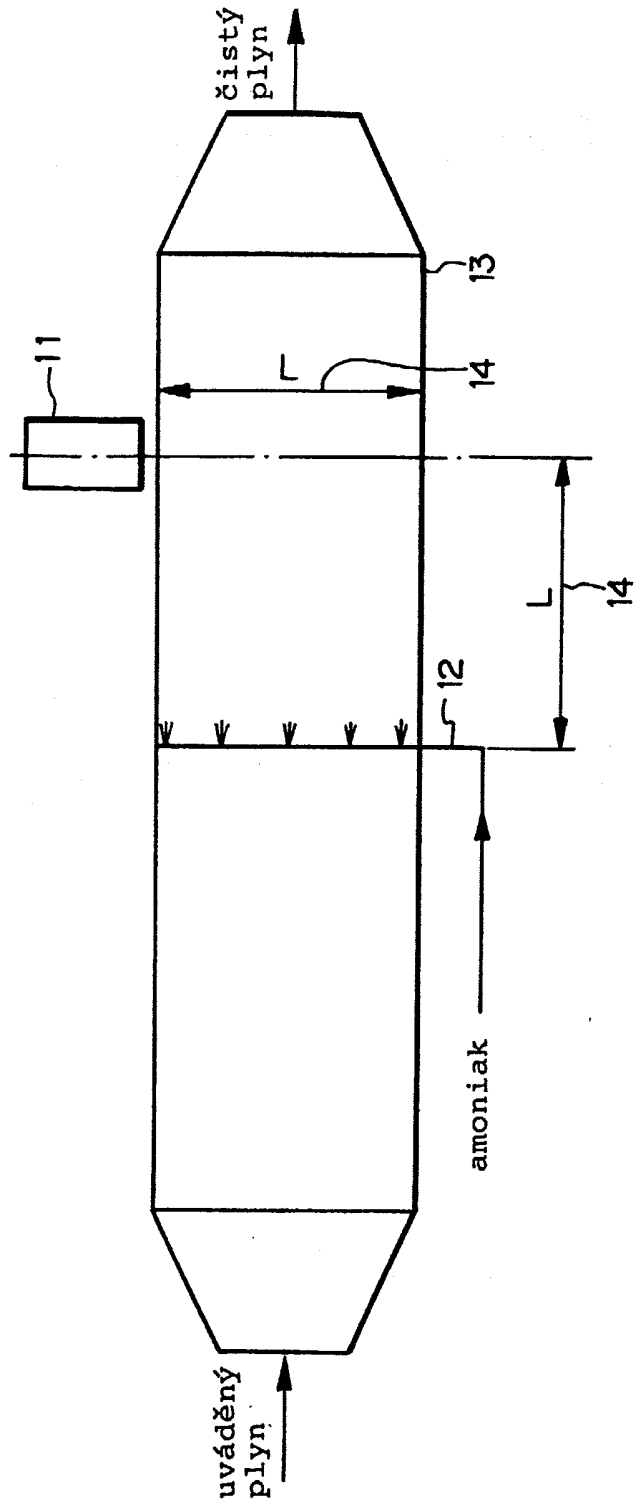
Obr. 3



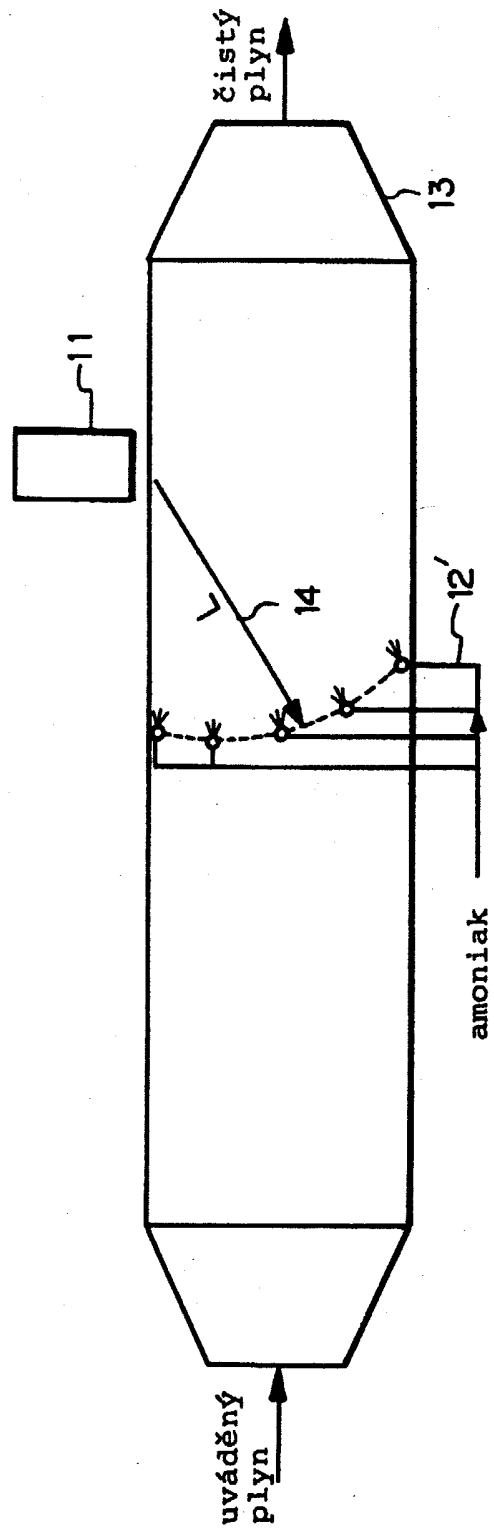
Obr. 4



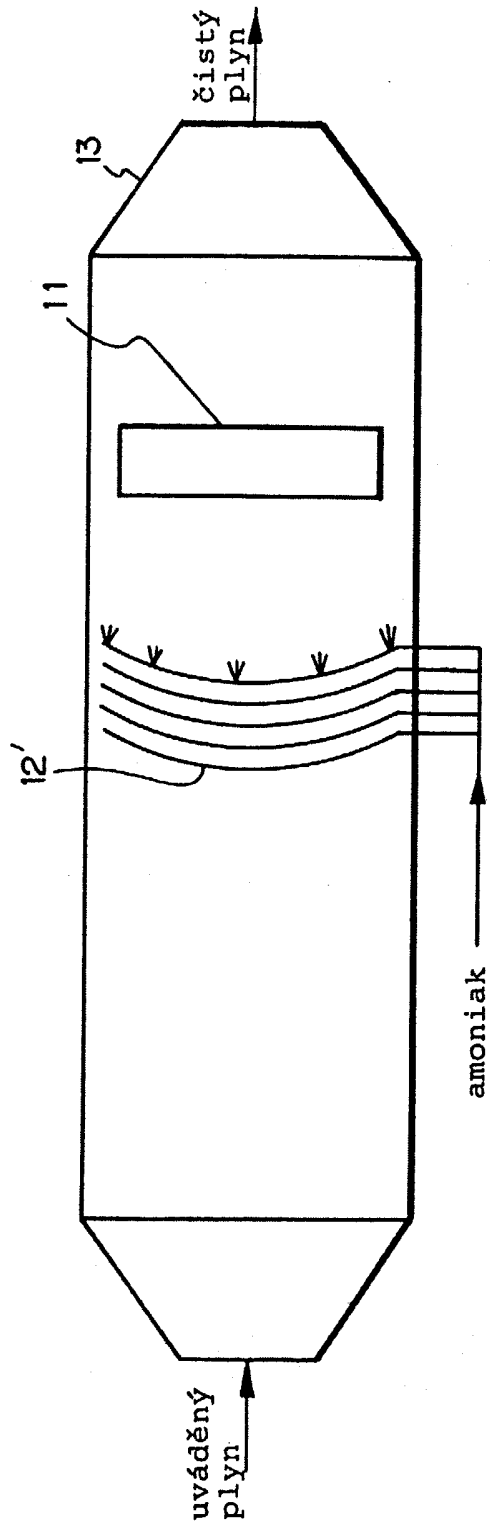
Obr. 5



Obr. 6



Obr. 7



Konec dokumentu