



FEDERÁLNÍ ÚŘAD
PRO VYNÁLEZY

POPIS VYNÁLEZU 268 668

K PATENTU

(21) PV 2576 85.G
(22) Přihlášeno 05 04 85
(30) Právo přednosti 05 04 84 DE
(P 3412870.0)
15 02 85 DE
(P 3505354.2)

(40) Zveřejněno 14 08 89
(45) Vydáno 18 12 90

(11)

(13) B2

(51) Int. Cl.⁴
B 01 D 53/36

(72) Autor vynálezu

KRISTOF WOLFGANG dr., TROSTBERG
SCHLIEBENER CLAUS dr., STRASSLACH
LINDE GERHARD dr., GRÜNWALD (DE)

(73) Majitel patentu

LINDE AKTIENGESELLSCHAFT, WIESBADEN (DE)

(54)

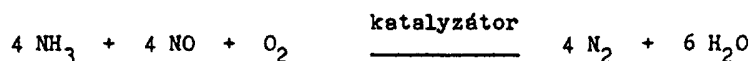
Způsob odstraňování oxidů dusíku z
proudu plynu

(57) Postup odstraňování oxidů dusíku z proudu plynu obsahujícího oxidy dusíku, oxidy síry, chlorovodík, fluorovodík, prach a saze, redukcí oxidů dusíku amoniakem při vysokých teplotách na katalyzátoru v pevné formě, při kterém se nejdříve z plynu odstraní oxidy síry, chlorovodík, fluorovodík, prach a saze a plyn se vede výměníkem tepla a zahřívá se, přičemž následně se provádí redukce a po redukci se proud plynu vede dalším výměníkem tepla. Podstata tohoto řešení spočívá v tom, že se výměna tepla provádí prostřednictvím regenerátorů a redukce probíhá za přidávání proudu plynu obsahujícího amoniak s obsahem oxidu siřičitého a sírového maximálně 200 mg/m³.

postupu je možno používat výměníků tepla obvyklého typu se soustavou výměníkůvých trubek, ale také výměníků se synpou zrnitou náplní, například regenerátorů a rotujících předehříváků plynu. Jak známo, regenerátorem se zpravidla nechá proudit horký plyn, který předá svůj tepelný obsah akumulační hmotě, například náplni z kamenů, umístěné v regenerátoru. Po určité době se směs proudění plynu v regenerátoru přepne. Ze studeného konce regenerátoru je nyní vháněn do vnitřního prostoru regenerátoru plyn, který odnímá z náplně regenerátoru akumulované teplo. Při předehřívání plynu se využívá předehříváčů, sestávajících ze svazků vzájemně rovnoběžných plechů s hladkou plochou, ve kterých je umístěna tepelně akumulační hmota. Předehříváče jsou průchodné z obou stran a střídavě jimi proudí horký a studený plyn.

Zvláště výhodné je při tomto řešení použití keramické hmoty jako tepelné akumulačního materiálu, protože tato hmota zajišťuje co nejúplnější výměnu tepla. Tyto keramické hmoty mohou být přitom alespoň zčásti využity jako vlastní katalyzátory.

Horký plyn se potom vede katalyzátorem, ve kterém dochází k následující reakci:



popřípadě k reakci :



Přitom dochází především k první uvedené reakci, protože v proudu plynu je obsaženo většinou více než 90% NO a zbytek představuje NO₂. Při katalytické reakci vznikají N₂ a voda, popřípadě při vyšších teplotách vodní pára, které jsou neškodné a mohou být bez škodlivých následků vypouštěny do ovzduší.

Horký vyčištěný plyn potom předává své teplo výměníku tepla, využívaného v předchozím cyklu pro zahřívání proudu plynu obsahujícího NO_x, takže tento výměník tepla může být v následujícím cyklu opět využit pro zahřívání další části proudu plynu s obsahem NO_x. Podle výhodného provedení se proud plynu s obsahem NO_x převádí po určitém časovém intervalu, trvajícím například od 1 do 20 minut, zejména 3 až 5 minut, do dalšího výměníku tepla.

Podle zvláště výhodného provedení postupu podle vynálezu se při tomto způsobu čištění využívá katalyzátoru, rozděleného do několika samostatných vrstev. Tato úprava se využívá zejména v těch případech, kdy při omezeném prostoru, který je k dispozici, nelze zajistit potřebnou plochu pro katalyzátorové lože při požadované prostorové rychlosti i lineární rychlosti proudu plynu. Potom rozdělení katalyzátorového lože do několika částí ve formě vrstev zvětšuje jeho náběžný průřez, to znamená povrchovou plochu lože, protože součet povrchových ploch jednotlivých vrstev je větší než průřezová plocha průtočné dráhy. Vrstvy katalyzátoru přitom mohou být uspořádány za sebou a nebo vedle sebe. Při seriovém uspořádání je výhodné, jestliže se vrstvy katalyzátoru alespoň částečně překrývají. Při tomto uspořádání leží katalyzátorové vrstvy v odstupu od sebe v různých rovinách kolmo ke směru průchodu plynu, přičemž alespoň části vrstev katalyzátoru se vzájemně překrývají.

Podle uvedeného vynálezu je dále výhodné jestliže proud plynu prochází vrstvami katalyzátoru postupně. Dále toto řešení přináší možnost rozdělit proud plynu do několika dílčích proudů, které jsou odděleně přiváděny do vrstev katalyzátoru. To

znamená, že plyn může být rozdělen jak do vzájemně rovnoběžných dílčích proudů a v této formě může procházet vrstvami katalyzátoru, tak také může být do vrstev přiváděn postupně.

Kromě toho je možné rovněž měnit směr proudu plynu ve výměnících tepla v oblasti katalyzátoru nebo mezi výměníkem tepla a katalyzátorem. Tímto je umožněn průchod proudu plynu výměníkem tepla a nebo katalyzátorem jak ve vodorovném, tak také ve svislém směru.

Jako zvláště výhodné řešení se ukazuje takové uspořádání katalyzátoru (míněno vrstev katalyzátoru) a výměníků tepla, při kterém je katalyzátor umístěn pod výměníkem tepla, přičemž při tomto řešení se zlepší přístupnost obou těchto částí při potřebné údržbě.

Pro redukci oxidů dusíku je možno používat známých katalyzátorů, například zeolitů nebo oxidů vanadu/titanu na nosičových materiálech nebo katalyzátorů ze vzácných zemin na nosičových materiálech. Podle druhu použitého katalyzátoru se potom proud plynu zahřívá na teplotu potřebnou pro uskutečnění uvedené reakce na daném katalyzátoru, která leží obvykle v rozmezí od 250 do 450°C. Tepelné ztráty, vznikající při nedokonalé výměně tepla, mohou být nahrazovány tepelným zdrojem. Tímto tepelným zdrojem může být libovolný zdroj, přičemž zejména výhodným zdrojem tepla je v tomto případě kouřový plyn. Tyto spaliny mohou vznikat například spalováním paliv s velkou výhřevností ve spalovací komoře a mohou být přiváděny zvenčí nebo mohou být vytvářeny přímo spalováním paliv s vysokým obsahem tepelné energie v reaktoru. Přitom postačuje většinou jen malé množství paliva pro krytí tepelných ztrát. Tepelné ztráty mohou být přirozeně kryty i z jiných zdrojů tepla, například z elektrických topných článků nebo prostřednictvím páry kondenzující ve výměníku tepla. Přitom je možno přivádět teplo jak z jedné tak také z obou stran katalyzátorového lože. Kromě toho je možno odebírat alespoň jeden dílčí proud plynu, obsahující NO_x , z reaktoru ještě před průchodem katalyzátorem a po jeho zahřátí v odtahovém potrubí jej uvádět do kontaktu s katalyzátorem.

Příklady zařízení k provádění postupu podle uvedeného vynálezu jsou zobrazeny na přiložených výkresech, kde na obr. 1 je znázorněn podélný svislý řez dvouproudým reaktorem se dvěma vrstvami katalyzátoru, na obr. 2 je znázorněn dvouproudý reaktor ve svislém řezu opatřený jednou vrstvou katalyzátoru a na obr. 3 je svislý řez příkladným provedením katalyzátorového lože.

V zařízení podle obr. 1 se potrubím 1 přivádí 210 000 Nm^3/h plynu, který má teplotu asi 30 °C a tento proud plynu se stlačuje v dmychadle 2 na tlak asi 0,16 MPa. Tento proud plynu, který se v předřazeném zařízení zbaví prachu, sazí, fluorovodíku, chlorovodíku, oxidu siřičitého a oxidu sirového, obsahuje ještě celkem 50 mg/m^3 prachu a sazí, 200 mg/m^3 oxidu siřičitého a oxidu sirového a také 500 objemových ppm NO_x .

Proud stlačeného plynu se potom vede přes čtyřcestnou klapku 4 potrubím 5 do reaktoru 6.

Reaktor 6 je vytvořen jako dvouproudý regenerátor, obsahující spodní regenerační náplň 7, nad kterou je umístěna vrstva 8 katalytického lože, nad níž je umístěna mezistěna 9 a horní vrstva 10 katalytického lože, přičemž nahoře je prostor vyplněn horní regenerační náplní 11. Jako regenerační náplně je použito například keramické drti.

V zobrazeném příkladném provedení je proud plynu, obsahující NO_x , přiváděn do spodní regenerační náplně 7 a v ní je zahřát na teplotu 300°C. Zahřátý plyn se přes

přivedením do spodní vrstvy 8 katalyzátoru směšuje ve stechiometrickém poměru přibližně 1 : 1 (vztaheno na NO) se čpavkem, přiváděným potrubím 3. Takto vytvořená směs se potom vede do spodní vrstvy katalytického lože, kde se z 90% převede na dusík a vodu, takže ve vyčištěném plynu se vyskytuje ještě asi 28 objemových ppm NO. Tato hodnota leží hluboko pod zákonně povolenou mezí pro maximální únik oxidů dusíku do atmosféry.

Vyčištěný plyn je potom veden mezistěnou 2 propouštějící plyn do druhého systému, kterým procházel při předchozím přepínacím cyklu chladný plyn. Po průchodu horní vrstvou 10 katalyzátoru předává horký vyčištěný plyn svoje teplo chladné horní regenerační náplni 11 a opouští reaktor 6 výstupním potrubím 12, přičemž teplota tohoto plynu je asi 40°C. Čtyřcestnou klapkou 4 se plyn usměrňuje do potrubí 13, kterým se odvádí. Po uplynutí určitého časového intervalu, v tomto příkladu 4 minuty, se čtyřcestná klapka 4 přepne do takové polohy, že proud plynu, přicházející k redukci, vstupuje do reaktoru 6 potrubím 12 a je odváděn potrubím 5. Tato druhá možnost je vyznačena přídavnými šipkami.

Pro vyrovnání tepelných ztrát je reaktor 6 ještě opatřen hořákem 14, ke kterému jsou připojena potrubí 15 a 16 pro přívod například zemního plynu a vzduchu. V tomto hořáku jsou produkovány spaliny, které jsou potrubím 17 přiváděny do náplni regenerátoru, aby je zahřály na požadovanou teplotu.

Druhé příkladné provedení zařízení k provádění postupu podle vynálezu zobrazené na obr. 2 má na rozdíl od zařízení na obr. 1 jen jednu vrstvu katalyzátoru, kterou je katalyzátorové lože 18. Kromě toho může být pro krytí tepelných ztrát přiváděn potrubím 19 horký plyn.

Také v tomto provedení se proud plynu obsahující NO_x přivádí do spodní regenerační náplně 7 tvořené například nasypanou keramickou drtí a v ní se zahřeje na asi 300°C. Po přimíchání čpavku, který je přiváděn potrubím 3, je plyn veden přes katalyzátorové lože 18, ve kterém dochází k reakci NO_x na dusík a vodu, takže ve vyčištěném plynu zůstává již jen 28 objemových ppm NO. Vyčištěný plyn je potom veden přes horní regenerační náplň 11, které předává svoji tepelnou kapacitu a opouští potom regenerátor potrubím 12 s teplotou kolem 40°C. Ve čtyřcestné klapce 4 je plyn převáděn do potrubí 13, kterým je odváděn.

Také v tomto příkladu se čtyřcestná klapka 4 přepíná po určitém časovém intervalu, například po 4 minutách, takže plyn, přiváděný k redukci, vstupuje do reaktoru 6 potrubím 12 a je odváděn potrubím 5. Tato druhá možnost je rovněž vyznačena přídavnými šipkami.

Na obr. 3 je znázorněna průtočná dráha zpracovávaného plynu ve směru šipek 23 ve stupňovitě uspořádaném katalyzátoru s vodorovnými katalyzátorovými vrstvami 21, které se vzájemně ve směru proudění částečně překrývají. Zpracovávaný proud plynu prochází ve směru šipky 23. Toto uspořádání představuje výhodnou formu provedení katalyzátorových vrstev podle obr. 1 a 2. Jednotlivé katalyzátorové vrstvy 21 mohou být tvořeny vrstvami lože, přičemž katalyzátor má formu částic, například prstencového nebo hvězdicového tvaru. Je také možno použít voštinových katalyzátorů.

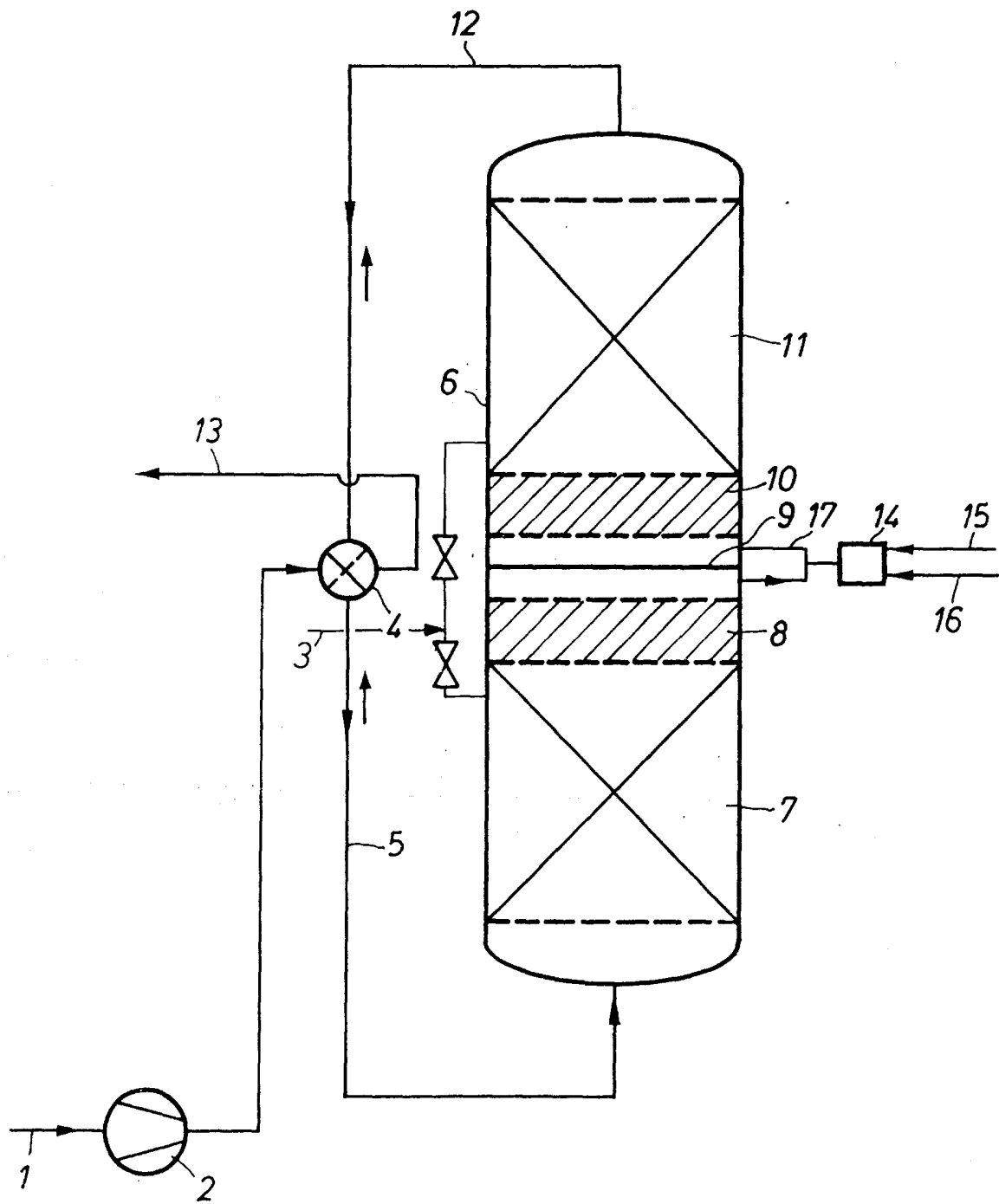
Mezi katalyzátorovými vrstvami 21 jsou dělicí stěny 22, které probíhají vždy od vnitřní hrany jedné vrstvy k vnější hraně následující vrstvy katalyzátoru. Katalyzátorové vrstvy 21 a také dělicí stěny 22 jsou uspořádány souměrně kolem střední osy průtočné dráhy 20. Součet povrchových ploch katalyzátorových vrstev 21 je větší než průřezová plocha průtočné dráhy 20.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

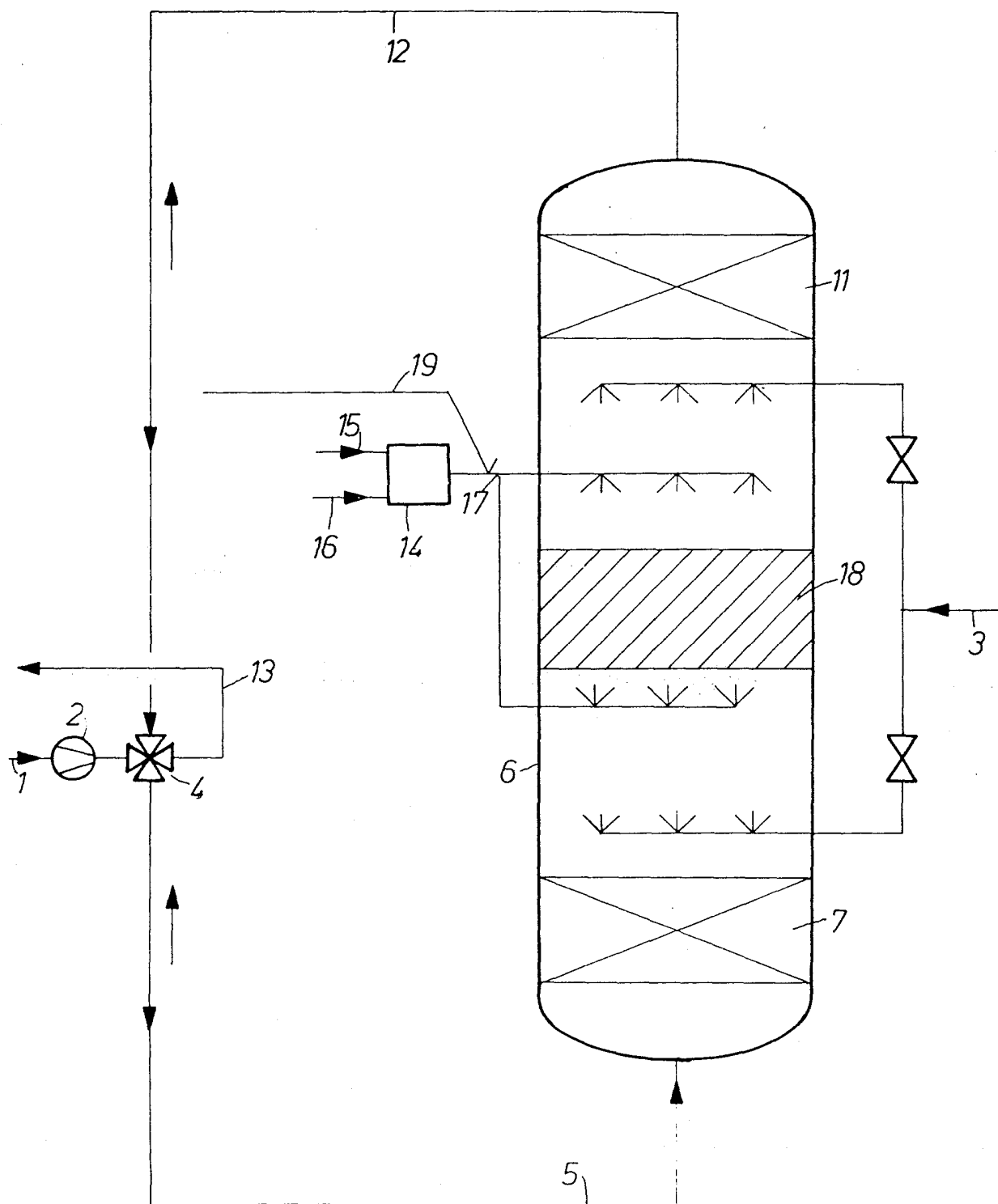
Způsob odstraňování oxidů dusíku z proudu plynu obsahujícího oxidy dusíku, oxidy síry, chlorovodík, fluorovodík, prach a saze, redukcí oxidů dusíku amoniakem při vysokých

teplotách na katalyzátoru v pevné formě, při kterém se nejdříve z plynu odstraní oxidy síry, chlorovodík, fluorovodík, prach a saze, plyn se vede výměníkem tepla a zahřívá se a následně se provádí redukce a po redukci se proud plynu vede dalším výměníkem tepla, v y z n a č u j í c í s e t í m, že se výměna tepla provádí prostřednictvím regenerátorů a redukce probíhá za přidávání proudu plynu obsahujícího amoniak, přičemž obsah oxidu siřičitého a oxidu sirového v tomto plynu je nejvýše 200 mg/m³.

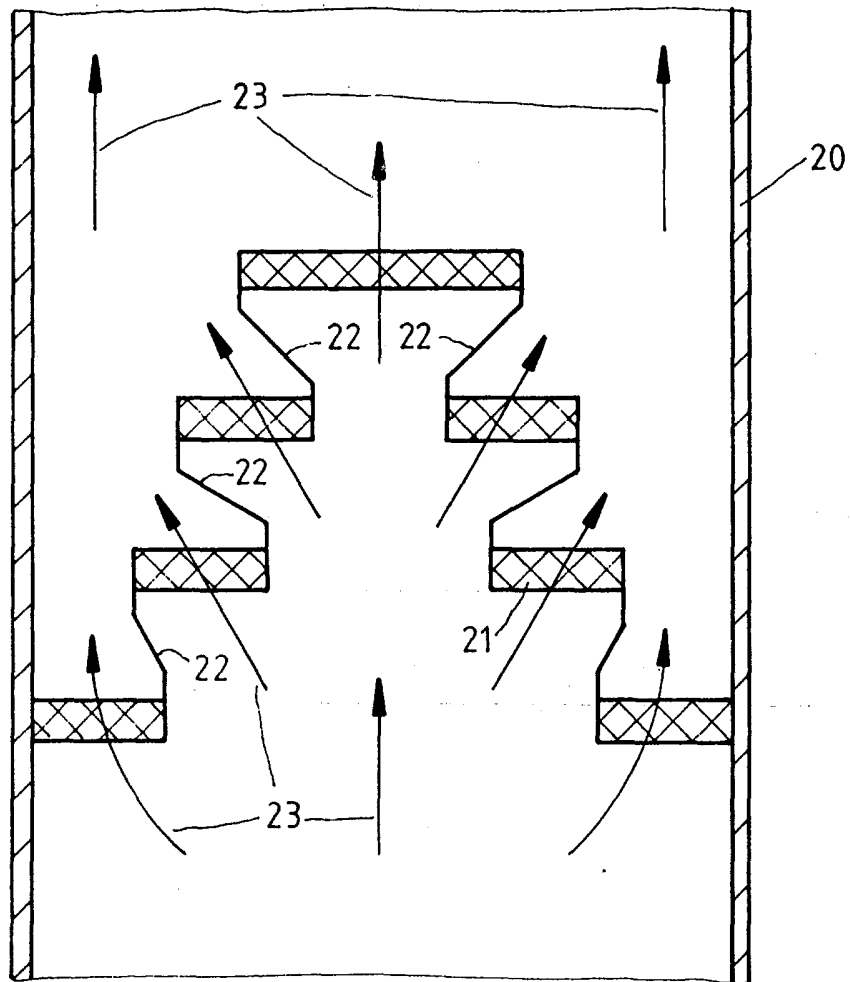
3 výkresy



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3