



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

214669
(11) (B2)

(51) Int. Cl.³
B 01 D 53/34

(22) Přihlášeno 26 06 78
(21) [PV 4191-78]

(40) Zveřejněno 31 03 81

(45) Vydáno 15 09 84

(72)
Autor vynálezu HASHIMOTO NOBORU, YOKOHAMA, SENJO TEIZO, MACHIDA,
KOBAYASHI MAKIO, TOYONAKA [Japonsko]
(73)
Majitel patentu IGC CORPORATION, TOKIO, FUJI KASEI ENGINEERING CO., LTD.,
TOKIO, SUMITOMO METAL INDUSTRIES, LTD., OSOKA [Japonsko]

(54) Způsob odstraňování znečišťujících složek z plynů

1

Vynález se týká způsobu mokrého odstraňování specifických složek z plynů, obsahujících tyto znečišťující složky. Konkrétně je možno uvést, že se vynález týká způsobu mokrého odstraňování specifických složek, jako jsou například určité plynné složky nebo určité pevné složky, z plynu obsahujícího tyto uvedené znečišťující složky, za použití vypírací kolony, která obsahuje přinejmenším jedno Moretanovo patro.

Výše uvedeným termínem „Moretanovo patro“ se v popisu uvedeného vynálezu míní perforované patro nebo roštové patro bez přepadu a spádových trubek.

Pokud se týče dosavadního stavu techniky, potom je možno uvést, že známé způsoby mokrého odstraňování specifických složek z plynů, obsahujících tyto znečišťující složky, zahrnují například postupy, kdy se plyn zpracovává protiproudým stykem s vypírací kapalinou, přičemž tento kontakt se provádí v běžné koloně s perforovanými patry, která mají poměr volné plochy (F_v) menší než 0,30, v plněné koloně, v rozstříkovací vypírací koloně, v koloně s probublávacími kloboučkovými patry a podobně.

Pokud se týče těchto dosavadních způsobů, je třeba uvést, že procesy používající plněné kolony mají následující nevýhody: dochází k tvorbě kanálků (tak zvané kanálko-

2

vání) kapalného a plynného proudu v plněné koloně a dále dochází k ucpání nebo blokování plněné kolony během provádění tohoto postupu v případech kdy plyn nebo kapalina obsahují pevné složky, prachové částice a podobně. Postupy, které používají rozstříkovací vypírací kolony mají následující nevýhody: v těchto postupech je nutno vynaložit velké množství energie na rozstříkávání kapaliny a rovněž se u těchto postupů projevuje strhávání kapaliny do plynného proudu a tím i k nedostatečné absorpční kapacitě.

Postupy, které používají patrových kolon, jako jsou například kolony s probublávacími kloboučkovými patry, kolony s běžnými perforovanými patry a podobná jiná zařízení, mají rovněž některé nevýhody, zvláště pokud se týče poklesu tlaku v koloně, který je relativně vysoký, a dále účinnost těchto patrových kolon je obvykle nízká. Kromě toho je nutno uvést, že povrchová rychlost plynu v těchto patrových kolonách je obvykle omezena na rychlost pohybující se v rozmezí od přibližně 0,3 m/s do přibližně 2 m/s v běžných vypíracích kolonách. Vzhledem k tomuto omezení je nutno při požadavku zpracování velkých průtokových množství plynu použít kolon s velkými rozměry. Z výše uvedeného je zřejmé, že je nezbytné navr-

Ve snaze o překonání výše uvedených nedostatků a potíží provázejících běžné vypírací postupy plynů, navrhli dva ze tří vynálezců uvedeného vynálezu postup odstranění specifických složek v plynném stavu a/nebo ve formě jemného prachu ze znečištěných plynů přičemž tento postup zahrnuje vedení plynu, který obsahuje tyto specifické plynné složky a/nebo složky ve formě jemného prachu, směrem nahoru patrovou kolonou, která obsahuje přinejmenším jedno perforované nebo roštové patro bez přepadu a spádových trubek, přičemž toto patro má poměr volné plochy $[F_c]$ pohybující se v rozmezí od 0,25 do 0,60, při povrchové rychlosti plynu spadající do undulační oblasti, a současně se vede kapalně ab-

Výše uvedená rovnice (1) je použitelná pro perforované patro v případech, kdy $F_c \geq 0,16$ a $\rho_g/\rho_l \times 10^3 \geq 0,838$, a rovnice (2) je použitelná pro perforované patro v případech kdy hodnota $F_c \geq 0,16$ a $\rho_g/\rho_l \times 10^3 \leq 0,838$, přičemž uvedené rovnice (3) a (4) jsou použitelné pro perforované patro (pro hodnoty $F_c \leq 0,16$) a pro roštové patro v případech kdy $\rho_g/\rho_l \times 10^3 \geq 1,20$ a resp. $\rho_g/\rho_l \times 10^3 \leq 1,20$.

sorbční činidlo směrem dolů kolonou uvedenými patry kolony v protiproudém směru. To-ku vzhledem k pohybu plynu směrem nahoru uvedenou kolonou, přičemž poměr ka-paliny a plynu $[L/G]$ je 0,5 nebo vyšší. Tento postup je uveden v japonské zveřejněné patentové přihlášce č. 51-31036 (publikova-né 4. září 1976) a rovněž v patentu Velké Británie č. 1 390 163 (publikovaném 9. dubna 1975). Výše uvedený termín undulační ob-last je rovněž v těchto publikacích defino-ván. V těchto uvedených publikacích je uve-deno následujících šest rovnic pro zjištění hodnoty U_{gm} (to znamená minimální povr-chová rychlost plynu v undulační oblasti) a hodnoty U_{gc} (to znamená maximální povr-chová rychlost plynu v undulační oblasti) při rychlosti průtoku kapaliny pohybující se v rozmezí od 9000 do 110 000 kg/m². h. Čty-ři z těchto uvedených šesti rovnic jsou ná-sledující:

Výše uvedené nedostatky a problémy vyskytující se u běžných postupů mokrého vypírání plynných znečištěných směsí mohou být do určité míry odstraněny kontaktováním plynu s vypírací kapalinou za podmínek,

kdy se povrchová rychlost plynu pohybuje v rozmezí od 9000 do 110 000 kg/m² h, jestliže se provádí postup shora uvedeným způsobem (tento postup bude v dalším označován jako „postup podle dosavadního stavu techniky“). Ovšem v tomto bodě je nutno poznamenat, že tento postup podle dosavadního stavu techniky je stále prakticky nevyužitelný pro průmyslové postupy.

Vzhledem k výše uvedenému je cílem uvedeného vynálezu překonat a odstranit výše uvedené nedostatky a potíže běžně používaných postupů podle dosavadního stavu techniky, a navrhnout postup, který by byl schopný odstraňovat specifické plynné složky a/nebo pevné složky obsažené ve znečištěném plynu s vysokou účinností, přičemž by tento postup umožňoval zpracovávání plynů vypírací kapalinou při velmi vysokých průtokových množstvích plynu a při vysokých průtokových množstvích kapaliny pohybující se v rozmezí od 10 000 kg/m² h do 250 000 kg/m² h.

Další znaky a výhody uvedeného vynálezu budou zřejmé z následujícího popisu.

(I)

$$U_{g_{\min}} = 1,69 \times 10^2 \times L^{-0,0807} \times F_c^{0,7}$$

$$\times \left[\frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 \right]^{-0,5} \times \left[\frac{L}{G} \right]^{-\frac{1}{3}} \times \sqrt{g l}$$

(7)

(ve které $\frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 \geq 0,84$)

(II)

$$U_{g_{\min}} = 1,41 \times 10^2 \times L^{-0,0807} \times F_c^{0,7}$$

$$\times \left[\frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 \right]^{-1,535} \times \left[\frac{L}{G} \right]^{-\frac{1}{3}} \times \sqrt{g l}$$

(8)

(ve které $\frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 < 0,84$),

(2) — perforované patro v případech, kdy hodnota L se pohybuje v rozmezí od L = 60 000 do L = 110 000 kg/m² h.

(I)

$$U_{g_{\min}} = 3,69 \times 10^4 \times L^{-0,57} \times F_c^{0,7}$$

$$\times \left[\frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 \right]^{-0,5} \times \left[\frac{L}{G} \right]^{-\frac{1}{3}} \times \sqrt{g l}$$

(9)

(ve které $\frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 \geq 0,84$)

(II)

$$U_{g_{\min}} = 3,08 \times 10^4 \times L^{-0,57} \times F_c^{0,7}$$

$$\times \left[\frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 \right]^{-1,532} \times \left[\frac{L}{G} \right]^{-\frac{1}{3}} \times \sqrt{g l}$$

(10)

(ve které $\frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 < 0,84$)

Podle uvedeného vynálezu spočívá podstata postupu odstraňování specifických složek z proudu plynu obsahujících tyto znečišťující složky v tom, že se vede plyn vypírací kolonou směrem zezdola vzhůru, přičemž tato vypírací kolona je opatřena přinejmenším jedním perforovaným nebo roštovým patrem bez přepadu a spádových trubek, a tato patra nebo patro má poměr volné plochy (Fc) pohybující se v rozmezí od 0,30 do 0,60, a uvedený plyn se vede touto vypírací kolonou při povrchové rychlosti v rozmezí od $U_{g_{\min}}$ do 8 m/s, a současně se vede touto vypírací kolonou vypírací kyselina směrem zezdola dolů při průtokovém množství kapaliny (L) pohybující se v rozmezí od 10 000 do 250 000 kg/m² h, přičemž poměr kapaliny k plynu [L/G] je minimálně 0,5 a hodnota $U_{g_{\min}}$ je definována následujícím vztahem:

(1)

— perforované patro v případě, kdy hodnota L se pohybuje v rozmezí od L = 10 000 do L = 60 000 kg/m² h:

(3)

— perforované patro v případech, kdy hodnota L se pohybuje v rozmezí od $L = 110\,000$ do $250\,000 \text{ kg/m}^2 \text{ h}$:

(I)

$$U_{g_{\min}} = 49,14 \times F_c^{0,7} \times \left[\frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 \right]^{-0,5}$$

$$\times \left[\frac{L}{G} \right]^{-\frac{1}{3}} \times \sqrt{g l}$$

(11)

(ve které $\frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 \geq 0,84$)

(II)

$$U_{g_{\min}} = 40,92 \times F_c^{0,7} \times \left[\frac{\rho_l}{\rho_g} \times 10^3 \right]^{-1,535}$$

$$\times \left[\frac{L}{G} \right]^{-\frac{1}{3}} \times \sqrt{g l}$$

(12)

(ve které znamená $\frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 < 0,84$)

(4)

— roštové patro v případech, kdy hodnota L se pohybuje v rozmezí od $L = 10\,000$ do $L = 60\,000 \text{ kg/m}^2 \text{ h}$:

(I)

$$U_{g_{\min}} = 2,33 \times 10^2 \times L^{-0,0807} \times F_c$$

$$\times \left[\frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 \right]^{-0,576} \times \left[\frac{L}{G} \right]^{-0,23} \times \sqrt{g l}$$

(13)

(ve které $\frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 \geq 1,20$)

(II)

$$U_{g_{\min}} = 2,64 \times 10^2 \times L^{-0,0807} \times F_c$$

$$\times \left[\frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 \right]^{-1,255} \times \left[\frac{L}{G} \right]^{-0,23} \times \sqrt{g l}$$

(14)

(ve které $\frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 < 1,20$)

(5)

— roštové patro v případě, kdy hodnota L se pohybuje v rozmezí od $L = 60\,000$ do $110\,000 \text{ kg/m}^2 \text{ h}$:

(I)

$$U_{g_{\min}} = 5,10 \times 10^4 \times L^{-0,57} \times F_c$$

$$\times \left[\frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 \right]^{-0,576} \times \left[\frac{L}{G} \right]^{-0,23} \times \sqrt{g l}$$

(15)

(ve které $\frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 \geq 1,20$)

(II)

$$U_{g_{\min}} = 5,76 \times 10^4 \times L^{-0,57} \times F_c$$

$$\times \left[\frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 \right]^{-1,255} \times \left[\frac{G}{L} \right]^{-0,23} \times \sqrt{g l}$$

(16)

(ve které $\frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 < 1,20$)

(6)
— roštové patro v případě, kdy hodnota L se pohybuje v rozmezí od $L = 110\,000$ do $L = 250\,000\text{ kg/m}^2\text{ h}$:

(I)

$$U_{g_{\min}} = 67,8 \times F_c \times \left[\frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 \right]^{-0,576} \times \left[\frac{L}{G} \right]^{-0,23} \times \sqrt{g l} \quad (17)$$

(ve které $\frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 \geq 1,20$)

(II)

$$U_{g_{\min}} = 76,7 \times F_c \times \left[\frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 \right]^{-1,255} \times \left[\frac{L}{G} \right]^{-0,23} \times \sqrt{g l} \quad (18)$$

(ve které $\frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 < 1,20$)

ve kterých znamená

g gravitační zrychlení v m/s^2 ,
 F_c poměr volné plochy na perforovaném patře nebo roštovém patře (—),
 L průtokové množství kapaliny v $\text{kg/m}^2\text{ s}$,
 G průtokové množství plynu v $\text{kg/m}^2\text{ s}$,
 ρ_l hustota kapaliny v kg/m^3 ,
 ρ_g hustota plynu v kg/m^3

$l = \sqrt{\frac{2a}{g\rho_l}}$ kapilární konstanta (m)
 a povrchové napětí v kg/s^2 .

Výše uvedeným termínem „poměr volné plochy“ se v tomto popise míní poměr celkové plochy otvorů nebo štěrbin v metrech čtverečních na patře k ploše průřezu kolony v metrech čtverečních. Výše uvedený termín „povrchová rychlost plynu“ je v tomto popisu definován jako poměr okamžitého průtokového množství plynu v m^3/s k ploše průřezu kolony v metrech čtverečních. Jednotkou uvedené povrchové rychlosti plynu je tudíž m/s .

Operační neboli pracovní zóna postupu podle uvedeného vynálezu bude ilustrována detailně s pomocí připojených obrázků. Je ovšem třeba uvést, že rozsah uvedeného vynálezu není omezen těmito obrázky v žádném směru.

Na obr. 1 je nakreslena grafická závislost povrchové rychlosti plynu na průtokovém množství kapaliny, přičemž je zde znázorněna pracovní zóna A postupu podle uvedeného vynálezu pro případ kdy u perforovaného patra je hodnota F_c 0,32 a na obr. 2 je uvedena grafická závislost povrchové rychlosti plynu na průtokovém množství kapaliny, přičemž je zde znázorněna pracovní zóna A postupu podle uvedeného vynálezu pro případ kdy u perforovaného patra je hodnota F_c 0,52. Na obr. 1 a 2 činí hodnota ρ_g (to znamená hustota plynu) $1,05\text{ kg/m}^3$, a hodnota ρ_l (to znamená hustota kapaliny)

$1,070\text{ kg/m}^3$ na obr. 1, přičemž tato hodnota na obr. 2 je 1000 kg/m^3 .

Postupem podle uvedeného vynálezu je možno účinným a ekonomickým způsobem zpracovávat plyny pomocí vypírací kapaliny při povrchové rychlosti plynu pohybující se v rozmezí od $U_{g_{\min}}$ do asi 8 m/s v případech průtokového množství kapaliny pohybujících se v rozmezí od $10\,000$ do $110\,000\text{ kg/m}^2\text{ h}$. Minimální povrchová rychlost plynu $U_{g_{\min}}$ podle uvedeného vynálezu je v podstatě ekvivalentní maximální povrchové rychlosti plynu U_{gc} postupů podle dosavadního stavu techniky. Podle uvedeného vynálezu bylo zjištěno, že v případech, kdy je plyn zpracováván protiproudým stykem s vypírací kapalinou při povrchové rychlosti plynu nad hodnotou U_{gc} a při průtokovém množství kapaliny pohybujícím se v rozmezí od $10\,000$ do $110\,000\text{ kg/m}^2\text{ h}$ v koloně s Moretanovými patry, která mají poměr volné plochy pohybující se v rozmezí od $0,3$ do $0,60$, potom může být specifická plynná složka a/nebo pevná složka, přítomná v uvedeném plynu, účinně odstraněna z plynu aniž by došlo k rychlému poklesu tlaku na patře kolony.

Kromě toho je nutno poznamenat, že postupem podle uvedeného vynálezu je možno zpracovávat účinným a ekonomickým způsobem plyn pomocí vypírací kapaliny dokonce i v případech kdy průtokové množství kapaliny je větší než $110\,000\text{ kg/m}^2\text{ h}$ a může dosáhnout hodnoty až $250\,000\text{ kg/m}^2\text{ h}$, zatímco u dosavadního stavu techniky byla průtoková množství kapaliny omezena na rozmezí od 9000 do $110\,000\text{ kg/m}^2\text{ h}$. Vzhledem k výše uvedenému je zřejmé, že pracovní zóna A stanovená podle uvedeného vynálezu, nebyla podle dosavadního stavu techniky známa, a přínosem uvedeného vynálezu

je tudíž zcela neočekávané zjištění že tato zóna existuje a vyskytuje se nad undulační oblastí postupů podle dosavadního stavu techniky a rovněž nad uvedeným průtokovým množstvím kapaliny u postupů podle dosavadního stavu techniky. To znamená, že postup podle uvedeného vynálezu se provádí při povrchové rychlosti plynu nad hodnotou U_{gc} , nad kterou se nepředpokládalo, že se mohou vyskytovat stabilní pracovní podmínky vzhledem k rychlému vzrůstu poklesu tlaku podle patentu Velké Británie č. 1 390 163, nebo je možno postup podle uvedeného vynálezu provádět v rozmezí průtokového množství kapaliny, které leží nad hodnotami používanými podle dosavadního stavu techniky.

Zařízení na provádění tohoto způsobu, při kterém se uvádí do styku plyn s vypírací kapalinou, zahrnuje vypírací kolonu, která obsahuje přinejmenším jedno perforované patro nebo roštové patro, které nemá žádný přepad ani spádové trubky, přičemž poměr volné plochy patra se pohybuje v rozmezí od 0,30 do 0,60, a ve výhodném provedení uvedeného vynálezu je tento poměr v rozmezí od 0,32 do 0,52. Počet pater v této vypírací koloně se obvykle pohybuje v rozmezí od 1 do 7, přičemž ve výhodném provedení uvedeného vynálezu se tento počet pater pohybuje od 3 do 5, a vzdálenost pater v uvedené koloně je obvykle v rozmezí od 0,3 do 1,5 m, a ve výhodném provedení uvedeného vynálezu se tato vzdálenost pohybuje v rozmezí od 0,5 do 1,2 m. Pokud se týče pater nejsou kladeny žádné požadavky na rozměry děr nebo štěrbin na patrech, ovšem obvykle je průměr děr nebo šířka štěrbin volena v rozmezí od 4 do 30 milimetrů. Průměr vypírací kolony, která se používá k provádění postupu podle uvedeného vynálezu, se obvykle volí 300 milimetrů nebo více, a ve výhodném provedení postupu podle uvedeného vynálezu je tento rozměr 500 milimetrů nebo více. Kromě toho je třeba uvést, že v tomto případě není horní hranice průměru vypírací kolony důležitá a rozhodující. Při praktickém provádění postupu podle uvedeného vynálezu byla s úspěchem použita vypírací kolona o průměru přibližně 10,3 m.

V případě kdy je hodnota poměru volné plochy na patrech menší než 0,30, potom je povrchová rychlost plynu v koloně nevýhodně limitována hodnotou menší než 3 m/s, vzhledem k tomu, že pokles tlaku plynu na patře se stává neúnosně vysokým. Toto omezení povrchové rychlosti plynu způsobí na druhé straně to, že je nutno použít nevýhodně vypírací kolony o velkých rozměrech v případě praktického provádění takového postupu. Naopak zase je třeba uvést, že v případě kdy je poměr volné plochy na patře větší než 0,60, potom účinnost patra nevýhodně klesá, vzhledem ke sníženému množství kapaliny zadržené na patře. Z výrobního hlediska je rovněž velmi obtížné vyrobit

patro s poměrem volné povrchové plochy větším než 0,6.

Při provádění postupu podle uvedeného vynálezu se průtokové množství kapaliny, která se používá jako vypírací kapalina, obvykle pohybuje v rozmezí od 10 000 do 250 000 kg/m² h, a ve výhodném provedení postupu podle uvedeného vynálezu se toto množství pohybuje v rozmezí od 110 000 do 230 000 kg/m² h. V případě, kdy je průtokové množství kapaliny, které se používá jako vypírací kapalina, menší než 10 000 kg/m² h, potom je množství hmoty převedené z plynu do kapaliny malé vzhledem ke zmenšenému zadržení kapaliny na patrech. Na druhé straně je možno uvést, že v případě kdy je průtokové množství kapaliny, které se používá jako vypírací kapalina, větší než 250 000 kg/m² h, potom je pokles tlaku plynu v koloně relativně vysoký a dochází rovněž k tomu, že je nevýhodně strháváno podstatné množství vypírací kapaliny do zpracovávaného plynu.

Při provádění postupu podle uvedeného vynálezu je maximální povrchová rychlost plynu U_{gmax} asi 8,0 m/s, jak je to uvedeno na přiložených obrázcích 1 a 2, a ve výhodném provedení postupu podle vynálezu činí tato hodnota 6,0 m/s. V případě kdy je povrchová rychlost plynu větší než 8,0 m/s, potom dojde nejenom k nevýhodnému poklesu tlaku na patře rychlým způsobem, ale rovněž dojde k tomu, že vypírací kapalina má snahu strhávat se do zpracovávaného plynu. Za těchto podmínek není možno dosáhnout stabilního kontinuálního postupu. Naopak je možno uvést, že minimální povrchová rychlost plynu U_{gmin} může být snadno vypočítána podle rovnic (7) až (18), uvedených výše, v závislosti na typu použitého patra, na průtokovém množství kapaliny a podle poměru hustoty k hustotě kapaliny. V případech kdy je hodnota povrchové rychlosti plynu menší než U_{gmin} , potom je nutno nevýhodně zvětšit průměr kolony za účelem zpracovávání větších množství plynu v průmyslovém měřítku. V případech kdy se průtokové množství kapaliny, která je používána jako vypírací kapalina, pohybuje v rozmezí od 110 000 do 250 000 kg/m² h, potom se povrchová rychlost plynu obvykle volí v rozmezí od 2,5 do 8,0 m/s, a ve výhodném provedení postupu podle vynálezu se tato hodnota pohybuje v rozmezí od 3,0 do 6,0 m/s, v případech praktické aplikace postupu.

Při provádění postupu podle uvedeného vynálezu se poměr průtoku kapaliny k plynu $[L/G]$ obvykle pohybuje v rozmezí od 0,5 a více, a ve výhodném provedení postupu podle vynálezu je tato hodnota volena v rozmezí od 1,0 výše v případech kdy se hodnota L pohybuje v rozmezí od 10 000 do $L = 60 000$ kg/m² h, dále v rozmezí od 2,0 a výše v případech kdy hodnota L se pohybuje v rozmezí od $L = 60 000$ do $L = 110 000$

kg/m² h, a v rozmezí od 3,5 a výše v případech kdy hodnota L se pohybuje v rozmezí od $L = 110\,000$ do $L = 250\,000$ kg/m² h. Při praktickém provádění postupu podle uvedeného vynálezu v průmyslovém měřítku se pro účelné a ekonomické odstranění nežádoucích specifických složek volí ve výhodném provedení výše uvedený poměr kapaliny a plynu [L/G] v rozmezí od 1 do 17.

Postupem podle uvedeného vynálezu je možno zpracovávat odpadní plyny, obsahující přinejmenším jednu škodlivou plynnou a/nebo pevnou složku vybranou ze skupiny zahrnující kysličníky síry, kysličníky dusíku a/nebo prachové částice. Postupem podle uvedeného vynálezu je možno rovněž zpracovávat různé zapáchající složky stejně jako koksárenský plyn obsahující různé kyselé složky a/nebo amoniakový plyn. Postup podle uvedeného vynálezu je možno aplikovat rovněž i na případy, kdy je nutno odstranit i jiné druhy plynných složek a/nebo pevných složek, obsažených v odpadních plynech. Postup podle uvedeného vynálezu je možno využít rovněž i v případech kdy jsou plyny ohřívány nebo ochlazovány, vzhledem k tomu, že při provádění tohoto postupu dochází k velmi účinnému styku plyn-kapalina.

Uvedená vypírací nebo zpracovávací kapalina, která se používá k provádění uvedeného postupu, může zahrnovat všechny běžné vypírací roztoky nebo suspenze, všechny běžně používané absorpční roztoky nebo suspenze, a všechny běžné vodné roztokové emulze. Například je možno uvést, že v případě kdy se zpracovává plyn obsahující kysličníky síry a/nebo kysličníky dusíku, potom je možno použít jako vypírací kapalinu vodných roztoků nebo suspenzí obsahujících jako absorpční činidlo hydroxidy alkalických kovů, hydroxidy alkalických kovů nebo amoniaku, jako je například hydroxid sodný, hydroxid draselný, hydroxid vápenatý, hydroxid hořečnatý nebo hydroxid amonný, dále uhličitany alkalických kovů alkalických zemin a uhličitany amonné, jako je například uhličitán sodný, uhličitán draselný, uhličitán vápenatý, uhličitán hořečnatý nebo uhličitán amonný, dále siřičitany alkalických kovů, siřičitany kovů alkalických zemin nebo siřičitany amonné, jako je například siřičitan sodný, siřičitan draselný, siřičitan vápenatý, siřičitan hořečnatý, nebo siřičitan

amonný, nebo podobné jiné látky. Vodný roztok amoniaku je možno použít pro odstraňování kyselých složek z plynu, jako je například odstraňování sirovodíku z koksárenského plynu. A naopak v případech, kdy je z odpadního plynu odstraňován amoniak je možno pro toto odstraňování použít kyselinu sírovou, kyselinu fosforečnou, kyselinu karbolovou (fenol), kyselinu octovou, kyselinu šťavelovou, hydrofosforečnan amonný nebo podobné jiné sloučeniny. V případech kdy je zpracováván plyn, obsahující pevné částičky, jako jsou například jemné částičky prachu nebo saze, potom je možno pro fyzikální oddělení pevných částiček z tohoto odpadního plynu použít vodu, nebo vodu obsahující jakékoliv povrchově aktivní činidlo. V případech kdy jsou současně z odpadního proudu plynu odstraňovány jak pevné částičky tak i například kysličníky síry a/nebo kysličníky dusíku, potom může výše uvedená vypírací nebo absorpční kapalina pro odstraňování kysličníků síry a/nebo kysličníků dusíku působit jako vypírací kapalina pro pevné částičky.

Postup podle uvedeného vynálezu bude v dalším ilustrován následujícími příklady provedení. Je však nutno předem poznamenat, že tyto příklady žádným způsobem neomezují rozsah uvedeného vynálezu.

Příklad 1

Podle tohoto příkladu provedení se postupovalo tak, že byl vzduch přiveden do protiproudého styku s vodou za různých podmínek, přičemž tyto podmínky jsou uvedeny v tabulce 1, která následuje, a tento kontakt byl proveden v koloně s Moretanovými patry, přičemž průměr kolony byl 5600 milimetrů a celkový počet pater byl tři a tato patra byla bez přepadu a bez spádových trubek. Použitý poměr volné plochy (F_c) na patře byl v tomto případě 0,32 nebo 0,52. Obsah vody ve vypouštěném vzduchu z uvedené vypírací kolony a celkový pokles tlaku na těchto uvedených patrech byl zjišťován za různých stabilních podmínek. Ze zjištěného obsahu vody ve vypouštěném vzduchu se vypočte poměr množství vody obsažené ve vypouštěném vzduchu k množství vody přiváděné do kolony. Získané výsledky jsou uvedeny v následující tabulce č. 1.

Tabulka 1

Pokus č.

	1	2	3	4	5	6
Průtokové množství vody přiváděné do kolony (kg/m ² h)		40 600		61 000		81 200
Poměr volné plochy na patrech (Fc)	0,32	0,52	0,32	0,52	0,32	0,52
Poměr množství vody obsažené ve vypouštěném vzduchu k množství vody přiváděné do kolony (kg/kg)	0,008	0,008	0,01	0,01	0,03	0,03
Celkový pokles tlaku na třech patrech (Pa)	686,5	1225,9	843,4	1314,1	921,9	1392,6
Povrchová rychlost plynu (m/s)	4,5	8,0	4,5	8,0	4,5	8,0
Ugc (m/s) ⁺	3,80	6,27	2,96	4,90	2,20	3,67

⁺ Hodnota Ugc je vypočtena z rovnic (1), (5) a (6), které jsou uvedeny výše, ve kterých $\rho_g = 1,05 \text{ kg/m}^3$, $\rho_l = 1000 \text{ kg/m}^3$ a $l = 0,0038 \text{ m}$.

Z výsledků uvedených v tabulce I je zcela zřejmé, že podle uvedeného vynálezu bylo zjištěno, že je možno účinným způsobem použít hodnot povrchové rychlosti plynu nad hodnotou Ugc (to znamená hodnot nad maximální rychlostí plynu, používanou v postupech podle dosavadního stavu techniky, například uvedené v patentu Velké Británie č. 1 390 163) pro uskutečnění protiproudého styku plynu a kapaliny v průmyslovém měřítku.

Příklad 2

Podle tohoto příkladu se postupovalo tak, že se vzduch uvedl do protiproudého styku s vodou za různých podmínek uvedených v

tabulce 2, která následuje, přičemž bylo použito vypírací kolony s Moretanovými patry a tato kolona měla průměr 5600 milimetrů a byla opatřena čtyřmi perforovanými patry bez přepadu a spádových trubek. Použitý poměr volné plochy na patře byl 0,32 nebo 0,52. Obsah vody ve vypouštěném vzduchu z uvedené vypírací kolony, celkový pokles tlaku na uvedených čtyřech patrech a povrchová rychlost plynu v koloně, byla zjišťována za stabilních provozních podmínek. Ze změřených hodnot obsahu vody ve vypouštěném vzduchu, byl vypočítán poměr množství vody obsažené ve vypouštěném vzduchu k množství vody přiváděné do uvedené vypírací kolony. Získané výsledky jsou uvedeny v tabulce 2.

Tabulka 2

Pokus č.

	1	2	3	4	5	6
Průtokové množství vody přiváděné do kolony (kg/m ² h)		$12,2 \times 10^4$		$16,0 \times 10^4$		$18,0 \times 10^4$
Poměr volné plochy na patrech (Fc)	0,32	0,52	0,32	0,52	0,32	0,52
Poměr vody obsažené ve vypouštěném vzduchu k množství vody přiváděné do kolony (kg/kg)	0,07	0,08	0,10	0,11	0,24	0,25
Celkový pokles tlaku na čtyřech patrech (Pa)	1863,3	1990,8	2255,6	2304,6	2844,0	2942,1
Povrchová rychlost plynu (m/s)	4,5	8,0	4,5	8,0	4,5	8,0

Kromě toho je možno uvést, že podle uvedeného vynálezu bylo na základě provedení dalších pokusů zjištěno, že je možno ve výhodném provedení zpracovávat plyn pomocí kapaliny za podmínek, kdy je povrchová rychlost plynu v rozmezí od 2 do 8 m/s a průtokové množství kapaliny se pohybuje v rozmezí od 110 000 do 170 000 kg/m² h při dosažení stabilnějších podmínek provádění postupu.

Příklad 3

Podle tohoto příkladu bylo kontinuálně přiváděno 408 000 m³/h znečištěného plynu ze spalovacího kotle, přičemž tento plyn obsahoval 1370 ppm kysličníku siřičitého, do spodní části Moretanovy vypírací kolony o průměru 5600 milimetrů, přičemž tato kolona byla opatřena čtyřmi perforovanými patry o poměru volné plochy (Fc) 0,32. Průměr všech děr na každém patře byl asi 8,5 milimetrů. Na druhé straně bylo kontinuálně zaváděno na horní konec uvedené vypírací kolony 107 600 kg/m² h vodné absorpční kapaliny, která obsahovala 0,19 molů/litr uhlíčitanu vápenatého (CaCO₃), a tímto způsobem bylo dosaženo protiproudého styku plynu obsahujícího kysličník siřičitý s vodnou absorpční kapalinou, obsahující uhlíčitan vápenatý. Povrchová rychlost plynu v koloně činila 4,6 m/s a poměr protékaného množství kapaliny a plynu [L/G] byl 5,7 kg/kg. Změřením obsahu kysličníku siřičitého ve zpracovaných vypouštěných plynech byla zjištěna desulfurační účinnost (to znamená procento odstraněného kysličníku siřičitého), přičemž tato hodnota činila průměrně 90,5 %. Celkový pokles tlaku na uvedených čtyřech patrech byl 1471,1 Pa. Rovněž bylo při provádění tohoto postupu pozorováno, že došlo pouze k malému stržení absorpční kapaliny a postup může být prováděn za stabilních podmínek po dlouhou dobu.

Příklad 4

Při provádění postupu podle tohoto příkladu byl použit simulační plyn, který obsahoval přibližně 0,4 g/Nm³ prachu, přičemž částice tohoto prachu měly průměrný průměr 20 mikronů a skutečná měrná hmotnost byla 2,4 g/cm³, a tento plyn byl kontinuálně zaváděn do spodní části Moretanovy vypírací kolony o průměru 500 milimetrů, přičemž tato vypírací kolona byla opatřena jedním perforovaným patrem bez přepadu a bez spádových trubek. Poměr volné plochy na patře byl 0,34 (Fc) a průměr děr na patře byl přibližně 8,5 milimetru. Do horní části uvedené Moretanovy vypírací kolony bylo současně přivedeno 61 000 kg/m² h vody, přičemž došlo k protiproudému styku plynu obsahujícího částice prachu s vodou. Povrchová rychlost plynu v uvedené vypírací

koloně byla 4 m/s a poměr množství kapaliny a plynu [L/G] činil 3,7 [kg/kg].

Ze zjištěného množství obsahu prachu ve zpracovaném vypouštěném plynu bylo stanoveno procentuální množství prachu odstraněného z původního plynu, přičemž tato hodnota činila asi 99 %. Pokles tlaku na patře činil 343,2 Pa. Kromě toho je třeba poznamenat, že bylo pozorováno, že pouze malé množství vody je strháváno do vypouštěných plynů i přestože povrchová rychlost plynu byla nad hodnotou U_{gc} (to znamená nad hodnotou 3,12 m/s), což je maximální rychlost plynu používaná u postupů podle dosavadního stavu techniky.

Příklad 5

Podle tohoto příkladu bylo 95 000 m³/h znečištěného plynu ze spalovacího kotle, který obsahoval 1700 ppm kysličníku siřičitého, kontinuálně přiváděného do horní části Moretanovy vypírací kolony o průměru 2900 milimetrů, která byla opatřena čtyřmi perforovanými patry bez přepadu a bez spádových trubek. Poměr volné plochy (Fc) uvedených perforovaných pater byl 0,52 a průměr všech děr na uvedených patrech byl asi 10 milimetrů. Současně bylo do horní části uvedené vypírací kolony přivedeno 230 000 kg/m² h vodného roztoku absorpční kapaliny, která obsahovala 0,15 g/litr uhlíčitanu vápenatého (CaCO₃), přičemž tímto uvedeným způsobem bylo dosaženo protiproudého styku plynu, který obsahoval kysličník siřičitý, s vodným roztokem absorpční kapaliny, která obsahovala uhlíčitan vápenatý. Povrchová rychlost plynu v uvedené vypírací koloně činila 4,0 m/s a poměr průtokového množství kapaliny L k průtokovému množství plynu G [L/G] byl 16 kg/kg.

Ze zjištěného obsahu kysličníku siřičitého ve vypouštěném zpracovaném plynu byla stanovena desulfurační účinnost, přičemž tato hodnota činila v daném případě 98 %. Celkový pokles tlaku na čtyřech patrech byl 1765,3 Pa.

Příklad 6

Podle tohoto příkladu bylo postupováno tak, že bylo 600 000 m³/h znečištěného plynu přiváděného z pece na slinování železné rudy, kontinuálně přiváděného do horní části Moretanovy vypírací kolony o průměru 10,3

metrů opatřené dvěma perforovanými patry bez přepadu a bez spádových trubek, přičemž současně bylo do horní části uvedené vypírací kolony kontinuálně přiváděno 90 000 kg/m² h vodné absorpční kapaliny o hodnotě pH 6,0 s obsahem uhlíčitanu vápenatého (CaCO₃). Poměr volné plochy (Fc) uvedených perforovaných pater činil v tomto případě 0,31 a průměr děr na obou perforovaných patrech byl přibližně 8,5 mili-

metru. Plyn obsahující kysličník siřičitý byl přiveden do protiproudého styku s dolů proudící vodou absorpční kapalinou, obsahující uhličitán vápenatý CaCO_3 , přičemž došlo k odstranění kysličníku siřičitého z uvedeného znečištěného plynu. Povrchová rychlost plynu v uvedené vypírací koloně byla 2,0 m/s a poměr průtokového množství kapaliny L k průtokovému množství plynu G [L/G] byl 12,5 [kg/kg].

Ze změřeného obsahu kysličníku siřičitého ve vypouštěcích zpracovaných plynech, byla stanovena desulfurační účinnost, přičemž tato hodnota byla v daném případě 90 %. Celkový pokles tlaku na uvedených dvou patrech kolony byl v tomto provedení 588,4 Pa.

Příklad 7

Podle tohoto příkladu bylo postupováno tak, že bylo 600 000 m³/h znečištěného plynu přiváděného z pece na slinování železné rudy, kontinuálně přiváděno do horní části Moretanovy vypírací kolony o průměru 10,3 metrů, opatřené dvěma perforovanými patry bez přepadu a bez spádových trubek, přičemž současně bylo do horní části uvedené vypírací kolony kontinuálně přiváděno 115 000 kg/m² h vodného roztoku absorpční kapaliny o hodnotě pH 6,0, přičemž tento roztok obsahoval uhličitán vápenatý CaCO_3 . Poměr volné plochy (Fc) na uvedených perforovaných patrech byl 0,31 a průměr děr na uvedených dvou patrech byl přibližně 8,5 milimetrů. Plyn obsahující kysličník siřičitý byl uveden do protiproudého styku s dolů proudícím vodným roztokem absorpční kapaliny, která obsahovala uhličitán vápenatý, přičemž došlo k odstraňování kysličníku siřičitého obsaženého v uvedeném znečištěném plynu. Povrchová rychlost plynu v uvedené koloně činila 2,0 m/s a poměr průtokového množství kapaliny L k průtokovému množství plynu G [L/G] byl 16 [kg/kg].

Ze změřeného obsahu kysličníku siřičitého ve vypouštěném zpracovaném plynu byla stanovena desulfurační účinnost, přičemž tato hodnota činila 93 %. Celkový pokles tlaku na dvou uvedených patrech činil 637,5 Pa.

Příklad 8

V provedení podle tohoto příkladu byl použit simulační plyn, který obsahoval přibližně 2,4 g/Nm³ prachu, který měl průměrný průměr částic 5,6 mikronů a skutečná měrná hmotnost činila 3,3 g/cm³, přičemž tento plyn byl kontinuálně přiváděn do spodní části Moretanovy vypírací kolony o průměru 500 milimetrů, která byla opatřena třemi perforovanými patry bez přepadu a bez spádových trubek. Poměr volné plochy (Fc) na každém patře byl 0,34 a průměr děr na každém patře byl asi 8 milimetrů. Do horní části Moretanovy kolony bylo současně přiváděno 123 000 kg/m² h vody, přičemž

při tomto uspořádání došlo k protiproudému styku plynu obsahujícím částičky prachu s vodou. Povrchová rychlost plynu v uvedené vypírací koloně činila 3,73 m/s a poměr průtokového množství kapaliny k průtokovému množství plynu [L/G] byl 7,7 [kg/kg].

Ze změřeného obsahu prachu ve zpracovaném vypouštěném plynu byl stanoven poměr odstranění prachu, přičemž tato hodnota byla 92 %. Pokles tlaku na patře činil 1225,9 Pa. Kromě toho je třeba uvést, že při provádění postupu podle tohoto příkladu bylo pozorováno pouze malé stržení vody do vypouštěného plynu.

Příklad 9

V provedení podle tohoto příkladu bylo postupováno tak, že bylo 408 000 m³/h znečištěného plynu přiváděného ze spalovacího kotle a obsahujícího 1275 ppm kysličníku siřičitého, kontinuálně přiváděného do horního konce Moretanovy vypírací kolony o průměru 5600 milimetrů, která byla opatřena čtyřmi perforovanými patry. Jednotlivé poměry volné plochy na uvedených patrech byly 0,40, 0,32, 0,32 a 0,38, počítáno ode dna. Současně bylo do uvedené vypírací kolony do horní části přiváděno 130 000 kg/m² h vodného roztoku absorpční kapaliny, která obsahovala 0,08 molů/l uhličitanu vápenatého (CaCO_3), přičemž tímto uspořádáním bylo dosaženo protiproudého styku plynu obsahujícího kysličník siřičitý s vodným roztokem absorpční kapaliny obsahující uhličitán vápenatý. Povrchová rychlost plynu v uvedené vypírací koloně byla 4,9 m/s a poměr průtokového množství kapaliny k průtokovému množství plynu [L/G] byl 7,0 [kg/kg]. Ze změřeného obsahu kysličníku siřičitého ve zpracovaných vypouštěných plynech, to znamená v odplynech, byla zjištěna desulfurační účinnost (to znamená procentuální odstranění kysličníku siřičitého), přičemž průměrná hodnota byla v tomto případě 93,3 %. Celkový pokles tlaku na uvedených čtyřech patrech byl 1912,4 Pa. Při provádění tohoto postupu podle uvedeného vynálezu bylo dále pozorováno, že dochází pouze k malému stržení absorpční kapaliny, přičemž je možno provádět tento postup za stálých podmínek po dlouhou dobu.

Příklad 10

Při provádění postupu podle tohoto příkladu se postupovalo tak, že bylo 350 000 m³/h znečištěného plynu, přiváděného ze spalovacího kotle, přičemž tento plyn obsahoval 1510 ppm kysličníku siřičitého, kontinuálně přiváděného do spodní části Moretanovy vypírací kolony o průměru 6600 milimetrů, která byla opatřena pěti perforovanými patry. Jednotlivé poměry volné plochy na uvedených patrech byly následující: 0,32, 0,32, 0,32, 0,32 a 0,35, počítáno ode dna.

Současně bylo přiváděno do horní části uvedené vypírací kolony 126 000 kg/m² h vodného roztoku absorpční kapaliny, která obsahovala 0,08 molů/l uhličitany vápenatého (CaCO₃), přičemž tímto uspořádáním bylo dosaženo protiproudého styku znečištěného plynu, obsahujícího kyslíčník siřičitý s vodným roztokem absorpční kapaliny, obsahující uhličitany vápenatý. Povrchová rychlost plynu v uvedené vypírací koloně byla 2,84 m/s, a poměr průtokového množství kapaliny k průtokovému množství plynu

[L/G] byl 11,7 [kg/kg]. Ze změřeného obsahu kyslíčníku siřičitého ve zpracovaných vypouštěných plynech, to znamená v odplynech, byla stanovena desulfurační účinnost tohoto postupu, přičemž v tomto provedení činila tato hodnota 98,0 %. Celkový pokles tlaku na uvedených pěti patrech byl 1951,6 Pa. Při provádění tohoto postupu bylo dále pozorováno pouze malé stržení absorpční kapaliny, přičemž tento postup mohl být prováděn za stabilních podmínek po dlouhou dobu.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob odstraňování znečišťujících složek z plynů, přičemž těmito složkami jsou kyslíčníky síry, kyslíčníky dusíku, kyselý plynné složky, plynný amoniak, prachové částice nebo jejich směs, a uvedenými plyny jsou například odpadní plyn, koksárenský plyn, vyznačující se tím, že se plyn vede směrem vzhůru vypírací kolonou s alespoň jedním perforovaným nebo roštovým patrem bez přepadu a bez spádových trubek, přičemž poměr volné plochy (Fc) na patře je v rozmezí od 0,30 do 0,60, a plyn se vede touto vypírací kolonou při povrchové rychlosti plynu v rozmezí od U_{gmin} do 8 m/s, a současně se do vypírací kolony přivádí směrem seshora dolů vypírací kapalina, kterou je voda nebo voda s povrchově aktivním

čínidlem pro fyzikální odstranění znečišťujících složek, nebo absorpční kapalina pro chemickou absorpci znečišťujících složek, jako je vodný roztok nebo suspenze hydroxidu sodného, uhličitany sodného, hydroxidu draselného, uhličitany draselného, hydroxidu hořečnatého, uhličitany hořečnatého, hydroxidu vápenatého, uhličitany vápenatého, vodný roztok amoniaku, kyseliny sírové, kyseliny fosforečné, kyseliny karbolové, kyseliny octové, kyseliny šťavelové a hydrofosforečnanu amonného, přičemž průtoková rychlost kapaliny (L) je v rozmezí od 10 000 do 250 000 kg/m²h, poměr průtokového množství kapaliny k průtokovému množství plynu [L/G] je v rozmezí od 0,5 do 17 a hodnota U_{gmin} je definována vztahem:

— perforované patro v případech, kdy hodnota L se pohybuje v rozmezí od L = 10 000 do L = 60 000 kg/m² h:

(I)

$$U_{gmin} = 1,69 \times 10^2 \times L^{-0,0807} \times F_c^{0,7}$$

$$\times \left[\frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 \right]^{-0,5} \times \left[\frac{L}{G} \right]^{-\frac{1}{3}} \times \sqrt{g l}$$

(ve kterém $\frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 \geq 0,84$)

(II)

$$U_{gmin} = 1,41 \times 10^2 \times L^{-0,0807} \times F_c^{0,7}$$

$$\times \left[\frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 \right]^{-1,535} \times \left[\frac{L}{G} \right]^{-\frac{1}{3}} \times \sqrt{g l}$$

(ve kterém $\frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 < 0,84$),

— perforované patrov případech, kdy hodnota L se pohybuje v rozmezí od L = 60 000 do L = 110 000 kg/m² h:

(I)

$$U_{gmin} = 3,69 \times 10^4 \times L^{-0,57} \times F_c^{0,7}$$

$$\times \left[\frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 \right]^{-0,5} \times \left[\frac{L}{G} \right]^{-\frac{1}{3}} \times \sqrt{g l}$$

$$\text{(ve kterém } \frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 \geq 0,84)$$

(II)

$$U_{g_{\min}} = 3,08 \times 10^4 \times L^{-0,57} \times F_c^{0,7}$$

$$\times \left[\frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 \right]^{-1,535} \times \left[\frac{L}{G} \right]^{-\frac{1}{3}} \times \sqrt{g l}$$

$$\text{(ve kterém } \frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 < 0,84)$$

— perforované patro pro případy, kdy hodnota L se pohybuje v rozmezí od $L = 110\,000$ do $L = 250\,000 \text{ kg/m}^2 \text{ h}$:

(I)

$$U_{g_{\min}} = 49,14 \times F_c^{0,7} \times \left[\frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 \right]^{-0,5}$$

$$\times \left[\frac{L}{G} \right]^{-\frac{1}{3}} \times \sqrt{g l}$$

$$\text{(ve kterém } \frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 \geq 0,84)$$

(II)

$$U_{g_{\min}} = 40,92 \times F_c^{0,7} \times \left[\frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 \right]^{-1,535}$$

$$\times \left[\frac{L}{G} \right]^{-\frac{1}{3}} \times \sqrt{g l}$$

$$\text{(ve kterém } \frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 < 0,84)$$

— roštové patro pro případy, kdy hodnota L se pohybuje v rozmezí od $L = 10\,000$ do $L = 60\,000 \text{ kg/m}^2 \text{ h}$:

(I)

$$U_{g_{\min}} = 2,33 \times 10^2 \times L^{-0,0807} \times F_c$$

$$\times \left[\frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 \right]^{-0,576} \times \left[\frac{L}{G} \right]^{-0,23} \times \sqrt{g l}$$

$$\text{(ve kterém } \frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 \geq 1,20)$$

(II)

$$U_{g_{\min}} = 2,64 \times 10^2 \times L^{-0,0807} \times F_c$$

$$\times \left[\frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 \right]^{-1,255} \times \left[\frac{L}{G} \right]^{-0,23} \times \sqrt{g l}$$

$$\text{(ve kterém } \frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 < 1,20)$$

— roštové patro pro případy, kdy hodnota L se pohybuje v rozmezí od $L = 60\,000$ do $L = 110\,000 \text{ kg/m}^2 \text{ h}$:

(I)

$$U_{g_{\min}} = 5,10 \times 10^4 \times L^{-0,57} \times F_c$$

$$\times \left[\frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 \right]^{-0,576} \times \left[\frac{L}{G} \right]^{-0,23} \times \sqrt{g l}$$

$$\text{(ve kterém } \frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 \geq 1,20)$$

(II)

$$U_{g_{\min}} = 5,76 \times 10^4 \times L^{-0,57} \times F_c$$

$$\times \left[\frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 \right]^{-1,255} \times \left[\frac{L}{G} \right]^{-0,23} \times \sqrt{g l}$$

$$\text{(ve kterém } \frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 < 1,20)$$

— roštové patro pro případy, kdy hodnota L se pohybuje v rozmezí od $L = 110\,000$ do $L = 250\,000 \text{ kg/m}^2 \text{ h}$:

(I)

$$U_{g_{\min}} = 67,8 \times F_c \times \left[\frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 \right]^{-0,576}$$

$$\times \left[\frac{L}{G} \right]^{-0,23} \times \sqrt{g l}$$

$$\text{(ve kterém } \frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 \geq 1,20)$$

(II)

$$U_{g_{\min}} = 76,7 \times F_c \times \left[\frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 \right]^{-1,255}$$

$$\times \left[\frac{L}{G} \right]^{-0,23} \times \sqrt{g l}$$

$$\text{(ve kterém } \frac{\rho_g}{\rho_l} \times 10^3 < 1,20)$$

ve kterých znamená

- g gravitační zrychlení v m/s^2 ,
- F_c poměr volné plochy na perforovaném patře a na roštovém patře (—),
- L průtokové množství kapaliny v $\text{kg/m}^2 \text{ s}$,
- G průtokové množství plynu v $\text{kg/m}^2 \text{ s}$,
- ρ_l hustota kapaliny v kg/m^3 ,
- ρ_g hustota plynu v kg/m^3

$$l = \sqrt{\frac{2a}{g\rho_l}} \quad \text{kapilární konstanta (m)}$$

a povrchové napětí v kg/s^2 .

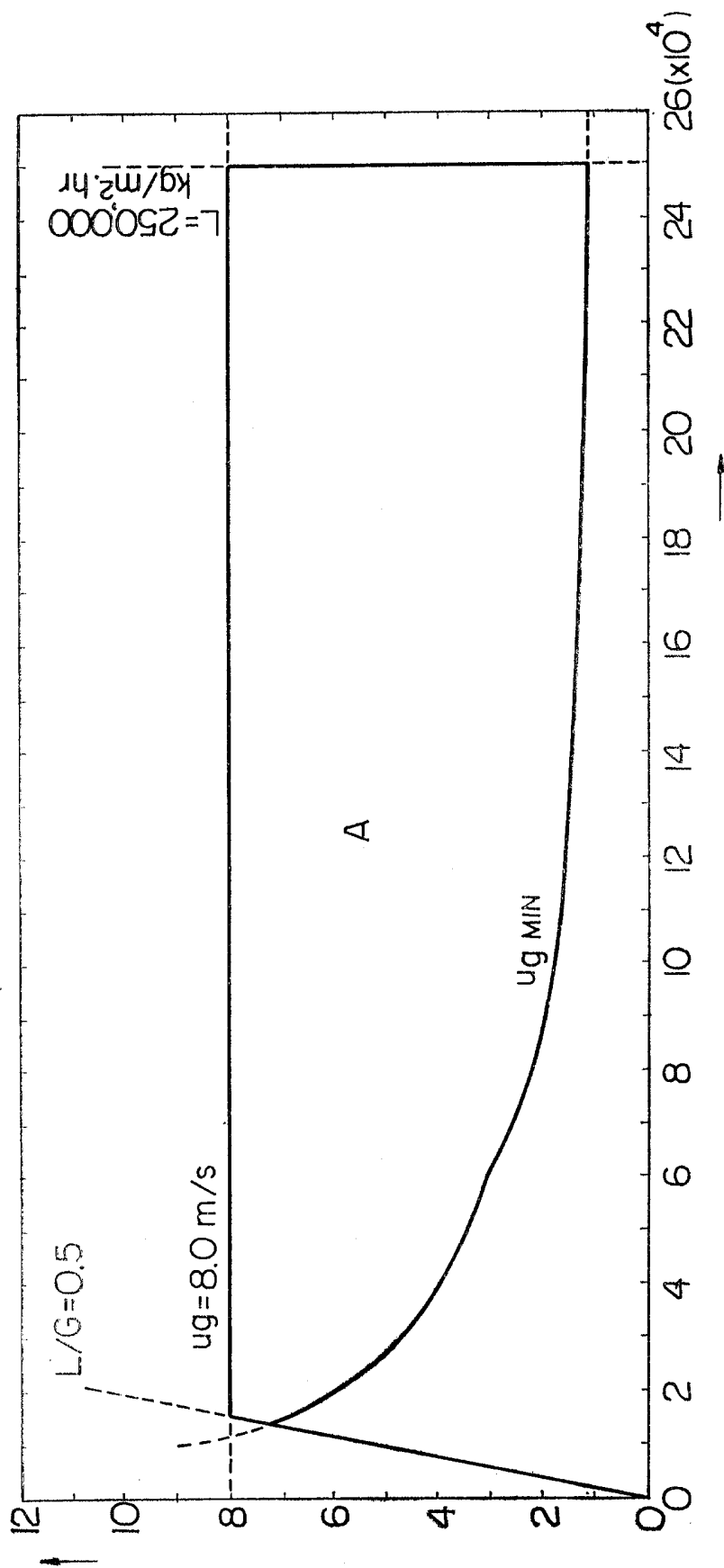
2. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že poměr průtokových množství kapaliny k plynu $[L/G]$ je v rozmezí od 1 do 17.

3. Způsob podle bodu 1 nebo 2, vyznačující se tím, že horní hranice povrchové rychlosti plynu je 6 m/s .

4. Zařízení k provádění způsobu podle bodů 1 až 3, vyznačené tím, že vypírací kolo na obsahuje 3 až 5 perforovaných nebo roštových pater bez přepadu a spádových trubek, přičemž vzdálenost mezi jednotlivými patry je v rozmezí od $0,5 \text{ m}$ do $1,2 \text{ m}$.

2 listy výkresů

Obr. 1



Obr. 2

