



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

202587

(11)

(B2)

[51] Int. Cl.³
C 07 C 126/067

(22) Přihlášeno 20 12 77
(21) (PV 8595-77)

(32) [31] [33] Právo přednosti od 23 12 76
[30797 A/76] Itálie

(40) Zveřejněno 30 04 80

(45) Vydáno 15. 10 83

(72)

Autor vynálezu

LAGANA VINCENZO, MILÁN a SAVIANO FRANCESCO, SEGRATE
(Itálie)

(73)

Majitel patentu

SNAMPROGETTI S.p.A., MILÁN (Itálie)

(54) Způsob integrované výroby amoniaku a močoviny

1

Vynález se týká způsobu integrované výroby amoniaku a močoviny.

Integrované postupy přípravy amoniaku a močoviny jsou z dosavadního stavu techniky dostatečně známy, přičemž mezi mnoha je možno konkrétně uvést postup podle italského patentu č. 907 469.

Podle výše uvedeného patentu se provádí tento integrovaný postup výroby amoniaku a močoviny tak, že se použije vodného roztoku amoniaku, který se získá absorpcí amoniaku, vystupujícího z amoniakového syntézního reaktoru, ve vodě a karbamát amonný vznikne absorpcí kysličníku uhličitého do tohoto výše uvedeného vodného roztoku v karbamátovém reaktoru, přičemž tento kysličník uhličitý je obsažen v surových plynech syntézy amoniaku.

Takto získaný karbamát amonný se následně vede do reaktoru na syntézu močoviny, odkud se vodný roztok karbamátu amonného a močoviny odvádí, přičemž karbamát amonný se potom rozkládá na své složky v karbamátovém rozkladovém zařízení, ve kterém se tyto rozkladové produkty získávají stripováním plynným amoniakem, a produkty rozkladu společně s plynným amoniakem, použitým ke stripování, se recykluje v plynné fázi do močovinnového syntézního reaktoru.

2

Výše uvedený postup má značnou nevýhodu v tom, že obsah amoniaku v amoniakálním roztoku, který vystupuje ze stripovacího — rozkladového zařízení, je velmi vysoký (asi 37 %). Tento fakt prakticky znamená, že je potřeba nadměrné a přehnaně vysoké spotřeby páry na regeneraci amoniaku v sekci, která následuje za karbamátovým rozkladovým — stripovacím zařízením.

Cílem uvedeného vynálezu je vyvinout integrovaný postup přípravy močoviny, kterým by bylo možné překonat nedostatky dosud používaných integrovaných postupů, které byly uvedeny výše.

Podstata způsobu integrované výroby amoniaku a močoviny nastříkováním proudu bezvodého amoniaku a/nebo amoniaku ve vodném roztoku, který je přiváděn ze sekce syntézy amoniaku napojené na močovinnovou sekci, do reaktoru na syntézu močoviny, přičemž do tohoto reaktoru se současně přivádí proud obsahující karbamát amonný, který vzniká a je přiváděn z absorberu kysličníku uhličitého, dále rozkladem karbamátu amonného, který je obsažen v močovinnovém roztoku, vystupujícím z uvedeného reaktoru, v rozkladovém zařízení na amoniak a kysličník uhličitý, přičemž z výstupu uvedeného rozkladového

zařízení se odvádí roztok močoviny, který stále ještě obsahuje 30 až 60 % hmot. karbamátu, který byl obsažen v močovinovém roztoku vystupujícím z reaktoru na syntézu močoviny, a dále recyklováním uvedeného amoniaku a kyslíčnicku uhličitého v plyném stavu z uvedeného rozkladového zařízení do uvedeného reaktoru, přičemž v tomto okruhu je zařazena stripovací kolona, ze které se odvádí amoniakální roztok kyslíčnicku uhličitého do nízkotlaké sekce, pracující za tlaku v rozmezí od 0,1 do 2 MPa, podle vynálezu spočívá v tom, že uvedený roztok močoviny z rozkladového zařízení pro karbamát amonný, se zavádí ke zpracování do adiabatické stripovací kolony, kde se podrobí stripování za účelem rozkladu karbamátu, plyným proudem získaným parním reformováním nebo parciální oxidací kapalných nebo plyných uhlovodíků pro syntézu amoniaku, přičemž tento proud je složen z kyslíčnicku uhličitého, dusíku a vodíku, a stripování plyn a plyn vzniklý rozkladem karbamátu v adiabatické stripovací koloně se vedou do absorpční kolony kyslíčnicku uhličitého, ve které se absorbuje kyslíčnicku uhličitý ve vodném roztoku uhličitánu amonného a amoniaku o koncentraci amoniaku v rozmezí od 70 do 78 % hmotnostních a kyslíčnicku uhličitého v rozmezí od 10 do 18 % hmotnostních, přičemž zbytek je voda, získaném ve vypírací koloně vypíráním neabsorbovaných plynů nasycených amoniakem a obsahujících až 1 % obj. kyslíčnicku uhelnatého a až 0,5 % obj. kyslíčnicku uhličitého, odcházejících z uvedené absorpční kolony kyslíčnicku uhličitého, vodným roztokem uhličitánu amonného, vzniklý v nízkotlaké sekci močovínového zařízení a obsahujícím 35 až 50 % hmotnostních amoniaku a 10 až 25 % hmotnostních kyslíčnicku uhličitého, přičemž se získá roztok karbamátu amonného, který se vede zpět do reaktoru na syntézu močoviny a z vypírací kolony získaný dusík a vodík se recyklují do sekce syntézy amoniaku.

Tímto uspořádáním výroby podle vynálezu bylo zcela neočekávatelně zjištěno, že stripování amoniaku a kyslíčnicku uhličitého je možno provést adiabatickým způsobem a snížení parciálního tlaku kyslíčnicku uhličitého v tomto proudu nastříkovaném do karbamátového reaktoru nemá žádný nepříznivý vliv na účinnost karbamátové konverze, přičemž podle dosud známých postupů se vyžaduje zvýšení parciálních tlaků kyslíčnicku uhličitého.

Postup podle vynálezu konkrétně zahrnuje zavádění plyného proudu, který se získá parním reformováním uhlovodíků, a který tvoří surový plyn pro syntézu amoniaku, přičemž je v podstatě složen z kyslíčnicku uhličitého, vodíku a dusíku, do adiabatické stripovací kolony, umístěné ve směru po proudu od karbamátového rozkladového zařízení, přičemž uvedená kolona je rovněž plněna močovinným roztokem, který je oboha-

cen amoniakem, a tento roztok je zaváděn do této kolony z karbamátového rozkladového zařízení.

Výše uvedený plyný proud, který je obohacen amoniakem, vodními parami a kyslíčnickem uhličitým se vede z adiabatické stripovací kolony do absorpční kolony kyslíčnicku uhličitého, přičemž v této koloně se jako absorpční kapaliny používá vodného roztoku uhličitánu amonného, který je obohacen amoniakem, a který se získá promýváním plyného neabsorbovaného proudu odcházejícího z výše uvedené absorpční kolony kyslíčnicku uhličitého, který je bohatý na amoniak, a který obsahuje v podstatě dusík a vodík, vodným roztokem uhličitánu amonného, který odchází z nízkotlaké sekce zařízení na výrobu močoviny.

Plyny, které se neabsorbovaly v absorpční koloně výše uvedené, to znamená plyny, odcházející z absorpční kolony kyslíčnicku uhličitého, které jsou v podstatě složené z dusíku a vodíku a stopových množství kyslíčnicku uhelnatého a kyslíčnicku uhličitého, se vedou do procesu methanizace a potom k syntéze amoniaku.

Roztok karbamátu amonného, který vznikl v absorpční koloně kyslíčnicku uhličitého, se vede do syntézního reaktoru močoviny, ve výhodném provedení prostřednictvím proudového čerpadla nebo jiného statického systému, přičemž se využívá síly bezvodého amoniaku a/nebo amoniaku ve vodném roztoku, který se rovněž zavádí do uvedeného proudového čerpadla nebo do jiného statického systému a potom postupuje tato směs do syntézního reaktoru močoviny.

V syntézním reaktoru močoviny se dokončí dehydratace karbamátu amonného na močovinu a získá se roztok močoviny, který je obohacen karbamátem amonným, přičemž uvedený roztok se potom vede do karbamátového rozkladového zařízení, ve kterém se asi 50 % tohoto karbamátu amonného rozloží na kyslíčnick uhličitý a amoniak, přičemž takto vzniklý amoniak a kyslíčnick uhličitý se přímo recykluje v plyném stavu bez předchozí kondenzace do syntézního reaktoru močoviny, a roztok močoviny, který vystupuje z rozkladového zařízení se vede do stripovací kolony.

Podle vynálezu bylo zjištěno, že stripovací postup plyného proudu za pomoci amoniaku je možno provést adiabaticky, aniž bylo potřeba jakéhokoliv přívodu tepla, neboť v roztoku, který je zpracováván je obsaženo takové množství tepla, které dostává jako přívod tepla k provedení uvedené stripovací operace.

Současně s aminakem je při tomto stripování ve stripovací koloně vypuzován rovněž zbytkový kyslíčnick uhličitý současně s určitým množstvím vodní páry, které jsou obsaženy v roztoku odcházejícím z karbamátového rozkladového zařízení.

Plyn, který se obohatí amoniakem vodní parou a kysličníkem uhličitým se vede do absorpční kolony kysličníku uhličitého, kde se absorbuje kysličník uhličitý pomocí vodního roztoku uhličitanu amonného, který je obohacen amoniakem.

V zařízení na absorpci kysličníku uhličitého, to znamená současně v karbamátovém reaktoru, se vytváří karbamát amonný, který se potom zavádí, jak již bylo uvedeno, do syntézního reaktoru močoviny, kde se získává roztok močoviny, který je obohacen karbamátem amonným, a tento roztok se potom zavádí do karbamátového rozkladového zařízení. V tomto zařízení se asi 50 % karbamátu amonného, který nebyl převeden na močovinu, rozkládá, přičemž potom se z takto získaného močovinného roztoku stripuje amoniak a zbytkové množství kysličníku uhličitého za pomoci plynu, který je složen z kysličníku uhličitého, vodíku a dusíku, jak již bylo uvedeno výše.

V případě, že se postupuje podle vynálezu, potom je možné získat koncentrovaný vodný roztok močoviny, který je chudý na amoniak, přičemž za těchto podmínek je možno značně zjednodušit regenerační sekci amoniaku. Tato sekce může být v tomto zjednodušeném případě vytvořena jako jednostupňová, pracující s tlakem v rozmezí od 0,1 do 0,8 MPa, takže je možno se zcela obejít bez předchozí sekce, která pracuje s tlakem 1,8 MPa, která byla v dosavadních postupech obvykle používána.

Další výhodou postupu podle vynálezu je to, že se na výstupu z absorpčního zařízení amoniaku získá surový plyn ze syntézy amoniaku, který je prostý kysličníku uhličitého, a který má extrémně nízký obsah plynného amoniaku (asi 2 %), přičemž se výhodně použije jako absorpčního prostředku amoniaku, který je obsažen ve vodném roztoku uhličitanu, a který odchází ze sekce regenerace uvedeného močovinného zařízení. Snížení obsahu amoniaku (asi o 14 % oproti výše uvedenému citovanému patentu) se projeví v tom, že se dosáhne vyšší účinnosti při provádění methanizace, která slouží k odstranění stopových množství kysličníku uhelnatého a kysličníku uhličitého, které je obsaženo v surovém amoniakovém syntézním plynu.

V případě provádění postupu podle vynálezu je nutno především zdůraznit, že reaktor na syntézu močoviny, zařízení na rozklad karbamátu amonného, adiabatické stripovací kolona, absorbér kysličníku uhličitého a absorbér amoniaku pracují v podstatě za stejného tlaku jako je tlak v reaktoru na syntézu močoviny, přičemž tlak se poněkud sníží v okruhu. Tento tlak se pohybuje v rozmezí od 10 MPa do 25 MPa. V karbamátovém reaktoru se během tvorby karbamátu amonného vytváří teplo, které se využije k přípravě páry, a ta se potom využije v sekci na koncentrování močoviny.

Z výše uvedeného je zřejmé, že kombino-

vaný cyklus, to znamená tepelné stripování za účelem rozkladu karbamátu amonného a adiabatické stripování za účelem odstranění amoniaku a zbytkového kysličníku uhličitého, umožňuje značně zlevnit a zjednodušit uvedený postup.

Integrovaný postup podle vynálezu bude v dalším popsán, aniž by tím byl nějak omezen, prostřednictvím připojeného výkresu, kde je znázorněno zařízení na integrovanou výrobu amoniaku a močoviny podle vynálezu.

Surový plyn, který se získá parním reformováním uhlovodíků prováděním běžným způsobem a který je složen hlavně z kysličníku uhličitého, dusíku a vodíku se po stlačení zavádí potrubím 1 do adiabatické stripovací kolony 15 amoniaku, ve které se odstraňuje amoniak obsažený v roztoku, který přichází do uvedeného stripovací kolony potrubím 2 z rozkladového zařízení 16 karbamátu amonného.

Plyny, které byly více nebo méně obohaceny amoniakem, se zavádí potrubím 3 do absorpční kolony 17 kysličníku uhličitého, a plyny vystupující z výstupu absorpční kolony 17 se vedou potrubím 4 do absorpční kolony 21 plynného amoniaku, přičemž současně do tohoto zařízení vstupuje potrubím 5 vodný roztok uhličitanu amonného, který se získává v sekci regenerace karbamátu amonného a amoniaku v tomto zařízení na výrobu močoviny.

V absorpční koloně 17 kysličníku uhličitého reaguje kysličník uhličitý téměř úplně s amoniakem obsaženým v přiváděném amoniakálním roztoku uhličitanu amonného, který je do této kolony přiváděn potrubím 6, čímž vzniká roztok karbamátu amonného. Tento roztok karbamátu amonného se odvádí z této kolony potrubím 7 a zavádí se do syntézního reaktoru 18 močoviny pomocí proudového čerpadla 19 a potrubí 8.

Podíl kysličníku uhličitého, který nezreagoval v absorpční koloně 17, vystupuje z hlavy této absorpční kolony společně s plynem na syntézu amoniaku potrubím 4 a tato směs je potom absorbována roztokem uhličitanu amonného, bohatým na amoniak, v absorpční koloně 21, která pracuje v podstatě jako kondenzátor amoniaku, a v této koloně dochází ke vzniku roztoku karbamátu amonného, který se odvádí ode dna této kolony potrubím 6 a tento roztok postupuje do spodní části absorpční kolony 17.

Plyny na syntézu amoniaku, které jsou zbavené kysličníku uhličitého a amoniaku a které vystupují z absorpční kolony 21 potrubím 9, se zavádí do zařízení k provádění methanizace a potom dále postupují do reaktoru na syntézu amoniaku, kde dochází k výrobě amoniaku. Tento amoniak se vymyje z nezreagovaných plynů vodou a výsledný vodný roztok amoniaku se zavádí potrubím 10 do syntézního reaktoru 18 močoviny.

Roztok karbamátu amonného, který se smísí v proudovém čerpadle **19** s amoniakálním roztokem, který do tohoto čerpadla postupuje potrubím **10** ze sekce syntézy amoniaku, vstupuje do syntézního reaktoru **18** močoviny, kde proběhne dehydratační reakce karbamátu amonného a současně dochází ke vzniku močoviny.

Amoniakální roztok se čerpá čerpadlem **20** a potrubím **11** do proudového čerpadla **19** a tento amoniakální roztok předává hnací sílu roztoku karbamátu amonného, který přichází do tohoto proudového čerpadla z absorpční kolony **17**, přičemž tato hnací síla dostačuje k tomu, aby se dopravil tento roztok do syntézního reaktoru **18** močoviny potrubím **8**.

Roztok močoviny, který byl získán v reaktoru **18**, je odváděn potrubím **12** do rozkladového zařízení **16** karbamátu amonného, přičemž do tohoto zařízení se přivádí teplo a tepelným účinkem dochází k rozkladu asi 50 % nezreagovaného karbamátu amonného a produkty tohoto rozkladu, které jsou v podstatě tvořeny amoniakem, kysličníkem uhličitým a vodní parou, se recyklují do reaktoru **18** potrubím **13**.

Roztok močoviny, který je obohacen amoniakem, se zavádí potrubím **2** do adiabatické stripovací kolony **15**, jejíž činnost byla popsána výše.

Zcela neočekávatelné je to, že při provádění postupu podle vynálezu je možno stripování amoniaku a kysličníku uhličitého, který je obsažen v tomto roztoku, provádět adiabatickým způsobem bez jakéhokoli přivádění vnějšího tepla, a dále to, že pokles proudů, který je zaváděn do karbamátového reaktoru, oproti případu při kterém se surové plyny nevedou adiabatickou stripovací kolonou, ale jsou zaváděny přímo do karbamátového reaktoru, nemá žádný nepříznivý vliv na konverzi karbamátu amonného, což je v naprostém rozporu s poznatky dosavadního stavu techniky, podle kterých je nutno zvýšit tlak kysličníku uhličitě-

ho za účelem zvýšení konverze karbamátu amonného.

Modifikace, která nebyla znázorněna na obr., ale která může mít značnou důležitost v případě, kdy sekce na syntézu amoniaku pracuje při tlaku v rozmezí od 1 MPa do 40 MPa vyšším, než je tlak izobarického okruhu na syntézu močoviny, spočívá v tom, že se nepoužívá čerpání amoniakálního roztoku čerpadlem **20**, a plyny z potrubí **9** se zpětně stlačují na tlak, který panuje v prostoru syntézy amoniaku, přičemž výsledek je ten, že se získají bezvodý a/nebo vodný roztok amoniaku, a tento produkt je možno přímo zavádět do proudového čerpadla **19**, aniž by bylo použito dalšího přídavného čerpání.

Pokud se týče používaných tlaků, může být postup podle vynálezu proveden buďto izobarickým, nebo neizobarickým způsobem. V prvním případě se použitý tlak pohybuje v rozmezí od 10 MPa do 30 MPa, přičemž ve druhém uvedeném případě může být postup prováděn s tlakem v sekci výroby močoviny, který je, jak již bylo výše uvedeno, o 1 MPa až 40 MPa menší, než jsou tlaky používané pro syntézu amoniaku.

V dalším textu bude uveden příklad provedení postupu podle vynálezu, přičemž tento postup nijak neomezuje ani podstatu ani rozsah uvedeného vynálezu:

V tomto postupu jsou tyto výchozí podmínky:

surový materiál	methan
požadovaná produkce	1 000 tun za den močoviny

Podle tohoto provedení se 16 362 m³ za hodinu přírodního plynu, uvažováno jako 100% methan, převede podle běžných způsobů, jako je například primární reformování, sekundární reformování, konverze kysličníku uhelnatého při vysoké a nízké teplotě, na směs konverzního plynu, který má toto složení, vztaženo na suchý stav.

objemový průtok	88 297 m ³ /h	tlak 3,2 MPa
vodík	54 120 m ³ /h	61,50 % obj.
dusík	17 600 m ³ /h	20,00 % obj.
kysličník uhelnatý	370 m ³ /h	0,42 % obj.
kysličník uhličitý	15 565 m ³ /h (30 572 kg)	17,35 % obj.
A	211 m ³ /h	0,24 % obj.
methan	431 m ³ /h	0,49 % obj.

Tento plyn se stlačí na tlak 20 MPa při teplotě 145 °C, a potom se zavádí nejdříve do adiabatické stripovací kolony **15** a potom do absorpční kolony **17** k absorpci kysličníku uhličitého, dále do absorpční kolo-

ny **21** amoniaku, a nakonec potrubím **9** do zařízení k provádění methanizace. Plyn o teplotě 190 °C, který vystupuje ze stripovací kolony **15** má toto složení (včetně vypuzených látek):

vodík	54 120 m ³ /h	34,94 % obj.
dusík	17 600 m ³ /h	11,36 % obj.
kysličník uhelnatý	370 m ³ /h	0,24 % obj.
kysličník uhličitý	19 012 m ³ /h (37 322 kg)	12,27 % obj.
A	211 m ³ /h	0,14 % obj.
methan	431 m ³ /h	0,28 % obj.
amoniak	54 024 m ³ /h (41 642 kg)	34,88 % obj.
voda	9 124 m ³ /h (7 336 kg)	5,89 % obj.
154 892 m ³ /h celkový objemový průtok		

Tento plyn vstupuje do absorpční kolony **17** kysličníku uhličitého potrubím **3**, přičemž v této absorpční koloně se uvádí do

styku s absorpčním roztokem o teplotě 50 stupňů Celsia, přičemž tento roztok má toto složení a hmotnostní průtok:

amoniak	25 511 kg/h	71,43 % hmot.
kysličník uhličitý	4 916 kg/h	13,76 % hmot.
voda	5 287 kg/h	14,81 % hmot.
37 714 kg/h celkový hmotnostní průtok		

Vzniklý karbamát se odvádí potrubím **7** a recykluje se do reaktoru **18** za pomoci proudového čerpadla **19**, přičemž tento proud

má toto složení a hmotnostní průtok při teplotě 155 °C:

amoniak	44 653 kg/h	47,23 % hmot.
kysličník uhličitý	38 588 kg/h	40,81 % hmot.
voda	11 303 kg/h	11,96 % hmot.
94 544 kg/h celkový hmotnostní průtok		

Plyn, který opouští absorpční kolonu **17** kysličníku uhličitého, se vede do absorpční kolony **21** amoniaku potrubím **4**, a tento proud má toto složení při teplotě 155 °C:

vodík	54 120 m ³ /h	51,32 % obj.
dusík	17 600 m ³ /h	16,69 % obj.
kysličník uhelnatý	370 m ³ /h	0,35 % obj.
kysličníku uhličitý	1 859 m ³ /h (3 650 kg)	1,76 % obj.
A	211 m ³ /h	0,20 % obj.
methan	431 m ³ /h	0,41 % obj.
amoniak	29 220 m ³ /h (22 500 kg)	17,71 % obj.
voda	1 642 m ³ /h (1 320 kg)	1,56 % obj.
105 454 m ³ /h celkový objemový průtok		

V absorpční koloně amoniaku se uvádí plyn do styku v protiproudém toku s uhličitánovým roztokem, který je do této kolony

přiváděn potrubím **5**, při teplotě 40 °C, přičemž tento roztok má hmotnostní průtok a složení:

amoniak	4 167 kg/h	43 % hmot.
kysličník uhličitý	1 282 kg/h	13 % hmot.
voda	4 242 kg/h	44 % hmot.
	9 691 kg/h	
	celkový hmotnostní průtok	

Plyn vystupující z této kolony se vhodným způsobem čistí a potom se zavádí do další sekce k provádění methanizace potrubím

9, přičemž tento plyn má toto složení a objemový průtok při teplotě 40 °C:

vodík	54 120 m ³ /h	72,56 % obj.
dusík	17 600 m ³ /h	23,60 % obj.
kysličník uhelnatý	370 m ³ /h	0,50 % obj.
kysličník uhličitý	8 m ³ /h	0,01 % obj.
	(16 kg/h)	
A	211 m ³ /h	0,28 % obj.
methan	431 m ³ /h	0,58 % obj.
amoniak	1 500 m ³ /h	2,01 % obj.
voda	342 m ³ /h	0,46 % obj.
	74 582 m ³ /h	
	celkový objemový průtok	

Získaný karbamát se potom vede potrubím 7 do proudového čerpadla 19, kde se mísí s amoniakálním roztokem, který má teplotu 40 °C a složení:

amoniak	24 767 kg/h	80,0 % hmot.
voda	6 192 kg/h	20,0 % hmot.
	30 999 kg/h	
	celkový hmotnostní průtok	

a potrubím 8 postupuje roztok, který tvoří reakční směs, do reaktoru 18 při teplotě 116 °C.

Tato směs má složení:

amoniak	69 420 kg/h	55,31 % hmot.
kysličník uhličitý	38 588 kg/h	30,75 % hmot.
voda	17 495 kg/h	13,94 % hmot.
	125 503 kg/h	
	celkový hmotnostní průtok	

Z reaktoru 18 se odvádí roztok, který má toto složení při teplotě 186 °C.

amoniak	70 513 kg/h	44 % hmot.
kysličník uhličitý	16 026 kg/h	10 % hmot.
močovina	41 667 kg/h	26 % hmot.
voda	32 052 kg/h	20 % hmot.
	160 258 kg/h celkový	
	hmotnostní průtok	

Rozkladové zařízení **16** je napájeno proudem z potrubí **12**, přičemž z tohoto rozkladového zařízení vystupuje potrubím **2** proud tohoto složení (teplota 208 °C):

amoniak	45 809 kg/h	36,50 % hmot.
kysličník uhličitý	8 032 kg/h	6,40 % hmot.
močovina	41 667 kg/h	33,20 % hmot.
voda	29 995 kg/h	23,90 % hmot.
125 503 kg/h celkový hmotnostní průtok		

Stripované plyny vstupují potrubím **13** do reaktoru **18** (teplota 195 °C):

amoniak	24 704 kg/h	71,08 % hmot.
kysličník uhličitý	7 994 kg/h	23,00 % hmot.
voda	2 057 kg/h	5,92 % hmot.
34 755 kg/h celkový hmotnostní průtok		

Roztok močoviny, který vystupuje z karbamátového rozkladového zařízení **16**, vstupuje potrubím **2** do adiabatické stripovací kolony **15**, ve které se podle vynálezu uvá-

dí do styku v protiproudém toku se surovým plynem z potrubí **1**, a provede se čištění, přičemž se získá roztok tohoto složení:

amoniak	4 167 kg/h	6,5 % hmot.
kysličník uhličitý	1 282 kg/h	2,0 % hmot.
močovina	41 667 kg/h	65,0 % hmot.
voda	22 659 kg/h	26,5 % hmot.
69 775 kg/h celkový hmotnostní průtok		

Takto získaný roztok se potom o teplotě přibližně 90 °C odvádí potrubím **14** do sekce regenerace amoniaku a kysličníku uhličitého při nízkém tlaku, podle běžného postupu.

V absorpční koloně **17** kysličníku uhličitého se používá tepla, které se vyvíjí při vzniku karbamátu jako takového, k přípravě nasycené páry o tlaku 0,45 MPa a o hodinovém hmotnostním průtoku asi 30 000 kg.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Způsob integrované výroby amoniaku a močoviny nastříkáváním proudu bezvodého amoniaku a/nebo amoniaku ve vodném roztoku, který je přiváděn ze sekce syntézy amoniaku napojené na močovinovou sekci, do reaktoru na syntézu močoviny, přičemž do tohoto reaktoru se současně přivádí proud obsahující karbamát amonný, který vzniká a je přiváděn z absorberu kysličníku uhličitého, dále rozkladem karbamátu amonného, který je obsažen v močovinovém roztoku vystupujícím z uvedeného reaktoru, v rozkladovém zařízení na amoniak a kysličník uhličitý, přičemž z výstupu uvedeného rozkladového zařízení se odvádí roztok močoviny, který stále ještě obsahuje 30 až 60 procent hmot. karbamátu, který byl obsažen v močovinovém roztoku vystupujícím z reaktoru na syntézu močoviny, a dále recyklováním uvedeného amoniaku a kysličníku uhličitého v plynném stavu z uvedeného rozkladového zařízení do uvedeného reaktoru, přičemž v tomto okruhu je zařazena

stripovací kolona, ze které se odvádí amoniakální roztok kysličníku uhličitého do nízkotlaké sekce, pracující za tlaku v rozmezí od 0,1 do 2 MPa, vyznačující se tím, že uvedený roztok močoviny z rozkladového zařízení pro karbamát amonný se zavádí ke zpracování do adiabatické stripovací kolony, kde se podrobí stripování za účelem rozkladu karbamátu, plynným proudem získaným parním reformováním nebo parciální oxidací kapalných nebo plynných uhlovodíků pro syntézu amoniaku, přičemž tento proud je složen z kysličníku uhličitého, dusíku a vodíku, a stripovací plyn a plyn vzniklý rozkladem karbamátu v adiabatické stripovací koloně se vedou do absorpční kolony kysličníku uhličitého, ve které se absorbuje kysličník uhličitý ve vodném roztoku uhličitánu amonného a amoniaku o koncentraci amoniaku v rozmezí od 70 do 78 % hmot. a kysličníku uhličitého v rozmezí od 10 do 18 % hmot., přičemž zbytek je voda, získaném ve vypírací koloně vypíráním neabsor-

bovaných plynů nasycených amoniakem a obsahujících až 1 % obj. kysličníku uhelnatého a až 0,5 % obj. kysličníku uhličitého, odcházejících z uvedené absorpční kolony kysličníku uhličitého, vodným roztokem uhličitanu amonného, vzniklým v nízkotlaké sekci močovinového zařízení a obsahujícím 35

až 50 % hmotnostních amoniaku a 10 až 25 procent hmot. kysličníku uhličitého, přičemž se získá roztok karbamátu amonného, který se vede zpět do reaktoru na syntézu močoviny a z vypírací kolony získaný dusík a vodík se recykluje do sekce syntézy amoniaku.

1 list výkresů

