

MAGYAR
NÉPKÖZTÁRSASÁG



ORSZÁGOS
TALÁLMÁNYI
HIVATAL

SZABADALMI LEÍRÁS

181694

Bejelentés napja: 1980. IV. 15.

(917/80)

Nemzetközi osztályozás:

Unió elsőbbsége:

1979. IV. 16. (30,374 sz.)

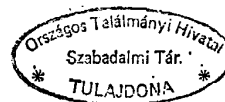
Amerikai Egyesült Államok

NSZO:

C 01 C 1/12

Közzététel napja: 1982. XII. 28.

Megjelent: 1985. III. 30.



Feltaláló:

Goorden Josephus Johannes Petrus Maria vegyészmérnök, Sittard, Hollandia

Szabadalmas:

Stamicarbon B. V., Geleen,
Hollandia

Eljárás ammónia és széndioxid kiválasztására ammóniát, széndioxidot és vizet tartalmazó elegyekből

1

A találmány tárgya eljárás ammónia és széndioxid kiválasztására ammóniát, széndioxidot és vizet tartalmazó elegyekből.

A találmány közelebbről megjelölve lényegében tiszta NH_3 -nak és lényegében tiszta CO_2 -nek olyan elegyből való kiválasztására vonatkozik, amely NH_3 -t, CO_2 -t és vizet tartalmaz, és amelyben az NH_3 -at egy NH_3 -elkülönítő zónában rektifikálással elválasztjuk, a visszamaradó folyadékfázist egy CO_2 -elkülönítő zónába betápláljuk, ahol gáz alakú CO_2 -t választunk le rektifikálással és a keletkező folyadékfázist e zóna aljáról egy deszorpciós zónába visszük, ahol gyakorlatilag a folyadékfázisban még jelenlevő összes NH_3 -t és CO_2 -t gáz alakú elegyként eltávolítjuk.

Számos kémiai eljárásnál ammóniát, széndioxidot és néha vizet is tartalmazó elegyek keletkeznek melléktermékként. Így például melaminnak karbamidból való szintézisének olyan gázelegy alakul ki, amely a melamin mellett ammóniát és széndioxidot is tartalmaz legalább 1,7 tonna mennyiségben 1 tonna melaminra számítva. Ilyen elegyek karbamidnak ammóniából és széndioxidból való előállításánál is képződnek, amikor az ammóniumkarbamát melléktermék bomlik, amelyeket el kell távolítani a karbamid-termék mellől. Annak érdekében, hogy az ammónia és a széndioxid jól hasznosítható legyen a melamintól vagy a karbamidtól való elkülönítés után, például vissza lehessen keringtetni a karbamid-

2

-szintézishez, a legtöbb esetben a gázok nagyobb nyomásra való emelésére van szükség. Ilyen elegyek komprimálása jellegzetes méreteket igényel az ammónia és a széndioxid kondenzálásának a megelőzésére, valamint a képződött szilárd ammóniumkarbamát elbomlásának a megakadályozására.

Ezokból ilyen gázelegyeket szokásosan vízben vagy vizes oldatokban nyeletnek el, amelynek eredményeként ammóniumkarbamát-oldatot kapnak és ezt az ammóniumszintézisre szolgáló reaktorba szivattyúzzák, néha betöményítik deszorpciós úton és megismétlik az elnyeletést magasabb nyomáson. Ennek az eljárásnak az a hátránya, hogy az ammóniával és a széndioxiddal a karbamid-reaktorba visszakeringtetett víz kedvezőtlen hatást gyakorol az ammónia-szintézis reakciójára.

Javasolták már ammóniának és széndioxidnak külön-külön történő kiválasztását a melléktermékegyegek-ből és azok külön-külön való visszakeringtetését ammóniumkarbamát keletkezésének és lerakódásának az elkerülése érdekében. Ez azonban nem járható út, mert az ammónia és a széndioxid biner-rendszert alkot maximális forráspontú azeotróp elegy alakjában, mégpedig körülbelül 2 : 1 ammónia-széndioxid-mólarányban és egyszerű desztillációval nem választható szét. Ez a jelenség előfordul az ammóniát, széndioxidot és vizet tartalmazó terner-rendszereknél is, és az itt használt azeotróp megjelölés ugyancsak alkalmazható a terner-rendszerek esetében is. A biner- vagy a terner-elegy esetében használjuk

181694

ammóniában „gazdag” megjelölést is, amelyen azt értjük, hogy amennyiben ammóniában „gazdag” elegyet melegítünk, lényegében tiszta gáz alakú ammóniát kapunk mindaddig, ameddig a visszamaradó elegy meghatározott összetételt el nem ér (amelyet a csatolt rajzon a határvonal jelöl). Másrészt az ammóniában „szegény” megjelölés azt jelenti, hogy az elegy nem „gazdag” ammóniában.

Ehhez hasonlóan a széndioxidban „gazdag” megjelölés azt jelenti, hogy amennyiben a nagy széndioxidtartalmú elegyet melegítjük, lényegében tiszta széndioxid távozik az elegyből. A széndioxidban „szegény” megjelölés olyan széndioxidtartalmú elegyre vonatkozik, amely nem „gazdag” széndioxidban.

Az 1. ábra ammónia-széndioxid-víz ternár-diagram segítségével. A rendszert a III vonal, amelyet „határvonal”-nak nevezünk, két területre osztja, és állandó nyomáson változó vízkoncentráció esetén meghatározott azeotróp összetételt mutat. Ezt a határvonalat nem lehet átlépni szokásos desztillációs vagy rektifikációs módszerek alkalmazása esetén.

Abban az esetben, ha a folyadékelegy gazdag ammóniában, azaz az I területre esik az 1. ábrán, akkor rektifikálásnál gáz alakú ammónia távozik el mindaddig, amíg a folyadék-összetétel el nem éri a határvonalat. Abban az esetben pedig, ha az elegy gazdag széndioxidban, azaz a II területre esik az 1. ábrán, akkor rektifikáláskor gáz alakú széndioxid távozik mindaddig, amíg a folyadék-összetétel el nem éri a határvonalat. Amennyiben a folyadékelegy összetétele a határvonallal jelölt összetételnek felel meg, állandó nyomáson való további rektifikálás vagy desztillálás valamennyi komponens gáz alakú elegyét eredményezi, de a visszamaradó folyadékelegy összetétele nem tér el a határvonal által jelölt összetételtől. Ilyen reakciók a P. J. C. Kaasenbrood, Chemical Reaction Engineering, Proceedings of the Fourth European Symposium, Sept. 9–11, 1968, 317–328. oldal (Pergamon kiadó, 1971) irodalmi helyen is le vannak írva.

Különböző módszereket javasoltak már az azeotróp összetétel megkerülésére, amelyek mindegyikénél az ammónia-széndioxid-elegyek alkotókra való szétválasztását ajánlják. Ammónia elkülönítve történő kiválasztása a legfontosabb, mivel ez a legértékesebb komponens.

Ezeknek az eljárásoknak a legtöbbje az ammónia vagy a széndioxid folyadékban való szelektív abszorpcióján alapszik. A 143 063 számú holland szabadalmi leírás például olyan eljárást ismertet, amelynél az ammóniát valamely erős sav ammóniumsójának, így ammóniumnitrátnak, az oldatában nyeljük el emelt nyomáson. Széndioxidnak szelektív abszorpcióját írják le a 669 314 számú NSZK-beli szabadalmi leírásban, amely abban áll, hogy a gázelegyet vizes alkanolamin-oldattal, így monoetanolamin-oldattal, mossák. Az összes ilyen eljárásnak azonban az a hátránya, hogy az elnyelt komponenszt ezután ki kell nyerni az elnyelő folyadékból és még tisztítani is kell.

Egy más módszer szerint az ammóniát és a széndioxidot kiválasztják valamely ammóniát, széndioxidot és vizet tartalmazó elegyből desztillá-

lással, amelynek során az első lépésben az ammónia legnagyobb része ledesztillál, és egy második lépésben nagyobb rendszernyomáson végzik a széndioxid kinyerését. A „rendszernyomás” megjelölés az ammónia, széndioxid és víz parciális nyomásának az összegét jelenti. Ilyen fajta eljárások vannak leírva a 3 112 177 és a 4 060 591 számú amerikai, valamint a 916 945 és az 1 129 939 számú brit szabadalmi leírásokban.

A 3 112 177 számú amerikai szabadalmi leírásban ismertetett eljárás első lépésében 1–5 atmoszférán nyomáson széndioxidgázt választanak ki az ammóniát, széndioxidot és vizet tartalmazó elegyből, amely szegény ammóniában. A visszamaradó folyadékot ezután sztrippelik, például metánnal, 1 abszolút atmoszférán össznyomáson. Ez azt eredményezi, hogy csökken a rendszernyomás és kevés széndioxid és ammónia távozik el, így 1 abszolút atmoszférán össznyomású metánt, ammóniát és széndioxidot tartalmazó elegyet kapnak. A gázelegyből levő széndioxid-nyomok kinyerése érdekében az elegy egy részét kondenzálják és a széndioxidot cseppfolyós ammóniával elnyelelik.

A 4 060 591 számú amerikai szabadalmi leírásban ismertetett eljárás ammóniának olyan vizes elegyekből való kivonására vonatkozik, amelyek CO_2 -t és H_2O -t is tartalmaznak. Az eljárás során az elegyet először savmentesítik oly módon, hogy a CO_2 -t emelt nyomáson kiűzik az elegyből. A visszamaradó folyadékból az összes NH_3 -t, CO_2 -t és H_2O -t kihajtják és a keletkező gázelegyet tisztítják vagy sztrippelik csökkentett nyomáson és így tiszta ammóniagázt kapnak.

Hasonló eljárás van leírva a 916 945 számú brit szabadalmi leírásban. Az eljárás során ammónia-tartalmú folyadékot emelt nyomáson oszlopban savmentesítenek, ahol a felszálló gázból az ammóniát hideg vízzel kimossák, mimellett gáz alakú széndioxidot kapnak. A visszamaradó folyadékot ezután egy sztrippelőben expandáltatják, ahol az az összes ammóniát és széndioxidot leadja. A keletkező gáz alakú elegyet mossák vagy tisztítják a betáplált ammóniatartalmú folyadékkal vagy annak egy részével, mielőtt az utóbbit savmentesítenék és így lényegében tiszta ammóniaáramot kapnak.

Az 1 129 939 számú brit szabadalmi leírásban ismertetett eljárás szerint ammóniát és széndioxidot tartalmazó elegyet, amely gazdag ammóniában, vízben vagy vizes oldatban nyelnek el, majd az ammóniát a keletkező vizes oldatból légköri nyomáson kidesztillálják. A visszamaradó oldatot ezután 5–20 abszolút atmoszférán nyomáson melegítés közben frakcionáltan desztillálják széndioxid kinyerése érdekében.

Ez utóbbi eljárás azon az elven alapszik, hogy valamely ammóniából, széndioxidból és vízből álló rendszer nyomásának a változtatása lehetővé teszi az ammónia alacsony nyomáson és a széndioxid magasabb nyomáson való kiválasztását. Ezeknél a „nyomáskülönbségen” alapuló eljárásoknál a rendszernyomás a széndioxidelkülönítő zónában legalább kétszer akkora, mint az ammóniaelkülönítő zónában. Az ammóniaelkülönítő zónában és a széndioxidelkülönítő zónában levő rendszernyomás közötti arány

előnyösen 1 : 5 és 1 : 20 között van, ha az eljárás során végbemeget.

A nyomáskülönbségen alapuló eljárásoknak azonban az a hátránya, hogy amennyiben az ammónia és a széndioxid elegye 1 atmoszféránál nagyobb nyomású, az 1 atmoszférára kell expandáltatni. A gáz alakú ammónia nyomása ekkor legfeljebb egy atmoszféra vagy ennél kisebb, ha nagy mennyiségű más gáz van jelen. Abban az esetben, ha az ammónia továbbfeldolgozásra, így karbamidelőállításra kerül, akkor a nyomást meg kell növelni. Az ehhez szükséges kompressziós energia meglehetősen nagy. Ezen túlmenően a széndioxidkoncentrációt az ammóniában rendkívül alacsony szinten kell tartani annak elkerülése érdekében, hogy ammóniumkarbamát képződjék és lerakódjék a kompresszorban, valamint a nagynyomású vezetékben.

A 7612163 számú közzétett holland szabadalmi bejelentésben olyan eljárást írnak le, amelynél nincs szükség nyomáskülönbség alkalmazására. Az eljárás lehetővé teszi ammónia és széndioxid külön-külön történő kinyerését ilyen elegyekből, ha az ammóniát és a széndioxidot tartalmazó gázelegyet egy széndioxidelkülönítő zónába viszik be, itt 0,2–6-szoros mennyiségű víz hozzáadásával hígítják a betáplált ammónia és széndioxid összsúlyára számítva. Egyszerűség kedvéért ez utóbbi eljárást „hígítási eljárásnak” nevezzük a továbbiakban.

A hígítási eljárás egy változata szerint először lényegében széndioxidtól és víztől mentes ammóniát választanak ki az ammóniát, széndioxidot és esetleg vizet tartalmazó és ammóniában gazdag elegyből az ammóniaelkülönítő zónában. A maradék folyadékfázisból, amely az edény alján hagyja el az ammóniaelkülönítő zónát, széndioxidot választanak ki a széndioxidelkülönítő zónában, ahol az ammóniaelkülönítő zónából jövő és a széndioxidelkülönítő zónába betáplált maradék folyadékfázist 0,2–6-szoros mennyiségű vízzel hígítják.

A hígítási eljárás egy más változata szerint egy széndioxidelkülönítő zónában először lényegében ammóniától és víztől mentes széndioxidot választanak ki egy ammóniát, széndioxidot és vizet tartalmazó elegyből, amely szegény ammóniában. A széndioxidelkülönítő zóna aljáról a maradék folyadékfázist egy deszorpciós zónába táplálják be, ahol lényegében az összes ammóniát és széndioxidot deszorbeálják és a keletkező gázfázist beviszik az ammóniaelkülönítő zónába. Az ammóniaelkülönítő zónában lényegében széndioxidtól és víztől mentes ammóniát választanak ki a keletkező gázelegyből, és a vissamaradó folyadékfázist beviszik a széndioxidelkülönítő zónába. A széndioxidelkülönítő zónába hígítót vizet adagolnak, 0,2–6-szoros mennyiségben az elválasztandó kezdeti elegy és az ammóniaelkülönítő zónából a széndioxidelkülönítő zónába betáplált maradék folyadékfázis összsúlyára számítva.

A hígítási eljárás egy harmadik változata szerint abban az esetben, ha az ammóniából és széndioxidból álló szétválasztandó elegy jelentős mennyiségű vizet is tartalmaz, előnyös lehet, ha ezt az elegyet először a deszorpciós zónába viszik, ahol az ammóniát és a széndioxidot deszorbeálják és bizonyos mennyiségű vízzel együtt beviszik az ammóniaelkülönítő zónába. Az ammóniaelkülönítő zóna tetején

lényegében széndioxidtól és víztől mentes ammóniát kapnak és a maradék folyadékfázist, amely ammóniát, széndioxidot és vizet tartalmaz, beviszik a széndioxidelkülönítő zónába. Hígítót vizet is adagolnak a széndioxidelkülönítő zónába 0,2–6-szoros mennyiségben az ammóniaelkülönítő zónából a széndioxidelkülönítő zónába betáplált maradék folyadékfázis súlyára számítva. A széndioxidelkülönítő zóna tetején lényegében ammóniától és víztől mentes széndioxidot kapnak, a maradék folyadékfázist pedig a széndioxidelkülönítő zóna aljáról a deszorpciós zónába táplálják be.

Mind a nyomáskülönbségen alapuló eljárásnál, mind a hígítási eljárásnál az ammóniaelkülönítő zóna aljáról származó maradék folyadékfázis összetétele eléri vagy szorosan megközelíti a határvonalat vagy az azeotrópösszetételt az adott körülmények között történő maximális hatású szétválasztás elérése érdekében. Ez azt jelenti, hogy a folyadékfázisban levő ammónia mennyisége még jelentős mértékű, amely nem kedvező energiafogyasztás szempontjából. Ez az ammónia negatív módon befolyásolja a szétválasztás hatásosságát a széndioxidelkülönítő zónában, amelybe betáplálták és ez még további energiamennyiséget igényel a deszorpciós zónában.

A találmány tárgya javított eljárás lényegében tiszta ammónia és lényegében tiszta széndioxid kiválasztására ezeknek vízzel alkotott elegyeiből, amely jelentős energiamegtakarítást tesz lehetővé.

Az ammóniaelkülönítő zónába való betáplálásnál jelentkező ingadozások nagymértékben befolyásolják a szétválasztás energiahatásosságát, ezért a szétválasztás nagyon érzékeny mérő és szabályozó rendszert igényel.

A találmány szerinti eljárás előnye többek között az, hogy nem érzékeny az ammóniaelkülönítő zónába betáplált anyagok összetételének az ingadozására.

A találmány szerinti eljárásra az jellemző, hogy annyi gáz alakú CO_2 -t vagy CO_2 -t tartalmazó gáz alakú elegyet táplálunk be az NH_3 -elkülönítő zónának az aljára, hogy az NH_3 -elkülönítő zóna alján felszabaduló folyadékfázis összetétele a határvonalnak az NH_3 -ban gazdag oldalán kívüli részére esik. Az 1. ábra figyelembevételével látható, hogy elegendő széndioxidot kell bevezetni ahhoz, hogy az ammóniaelkülönítő zónából elvont folyadékfázis összetételét az I területre a határvonalon levő összetételnek megfelelően vagy a II területre toljuk el.

A tényleges tartományok eléréséhez szükséges széndioxid mennyisége általában körülbelül 0,01–0,2-szerese, előnyösen körülbelül 0,02–0,1-szerese az ammóniaelkülönítő zónából elvont folyadékfázis súlymennyiségének. Ezt a folyadékfázist ezután a széndioxidelkülönítő zónába tápláljuk be. Ilyen széndioxidot tartalmazó és az ammóniaelkülönítő zóna aljára bevitt gázfázis teljes mennyisége, egyéb tényezők között, a kívánt hatástól függ. A bevihető széndioxid mennyiségének azonban van egy felső határa, amelyet az a pont határoz meg, ahol szilárd ammóniumkarbamát vagy más szilárd vegyületek kezdenek lerakódni az oszlopban és a vezetékben, amely akkor történik meg, ha túlságosan sok széndioxidot használunk.

Abban az esetben, ha a találmány szerinti eljárást ismert eljárásokkal összekapcsolva vitelezzük ki, az

ismert módszerek energiafogyasztása lecsökken, továbbá az elválasztás hatásosságát és eredményességét láthatóan nem befolyásolják az ammóniaelkülönítő zónába betáplált anyag összetételében mutató ingadozások. Ezen túlmenően a találmány szerinti eljárás eredményeképpen csökken azoknak a folyadékáramoknak a mennyisége, amelyeket a szétválasztás különböző zónáin keresztül kell keringtetni.

A széndioxidtartalmú gázfázist előnyösen úgy kapjuk, hogy felhasználjuk a széndioxidelkülönítő zónából származó széndioxidgáz egy részét. Ezenkívül széndioxidot és ammóniát tartalmazó gázelegyet is használhatunk. Ez esetben az szükséges, hogy a széndioxid/ammónia-arány ilyen gázelegyen nagyobb legyen, mint az ammóniaelkülönítő zóna aljáról kapott maradék folyadékfázissal egyensúlyban levő gázban a széndioxid/ammóniaarány. Egyébként nem áll fenn annak a lehetősége, hogy a határvoalat átlépjük.

A találmány szerinti eljárás előnyös kiviteli módjánál a gázfázisú széndioxid tartalmazhat a széndioxid mellett valamely közömbös gázt, előnyösen nitrogént is. A széndioxid/közömbös-gáz mólárány előnyösen 30 : 70 és 70 : 30 közötti tartományban van.

Amennyiben nagyobb mennyiségű közömbös gázt vezetünk be, mint amennyit a rozsdamentes acélanyagok passziválásához használt gázokkal (így levegővel vagy oxigénnel) beviszünk, az azzal az előnnyel jár, hogy ilyen közömbös gáz elősegíti az ammóniaelkülönítő zónából származó maradék folyadékfázisban visszamaradó ammónia mennyiségének a csökkentését. Ez pedig, ahogy az előzőekben említettük, azt eredményezi, hogy csökken az energiafogyasztás, mégpedig a deszorpciós lépésben.

Egy további előnye a nagyobb mennyiségű közömbös gáz jelenlétének az, hogy az ammóniaoszlop fenékhőmérséklete csökken, így lehetővé válik a szétválasztások során kapott különböző folyadék- és gázáramok hőtartalmának gazdaságosabb felhasználása.

A harmadik előny abban van, hogy a gáz/folyadék-arány kedvezőbb, amely azt eredményezi, hogy javul a szétválasztás hatásossága. A szétválasztás hatásosságának a megnövekedésével egyrészt növelhető a szétválasztandó elegy mennyisége, másrészt csökkenthető a szétválasztásra használt oszlop mérete. Ezenfelül nagymértékben csökken az energiafogyasztás függősége az ammóniaelkülönítő zóna aljáról elvett folyadékfázis pontos összetételétől a szétválasztásoknál.

A nyomás a különböző szétválasztó zónákban előnyösen körülbelül 50 kPa és 5000 kPa között van. Abban az esetben, ha a nyomás 1800 kPa vagy ennél több, a rendelkezésre álló hűtővíz hőmérsékletétől függően, ahogy később ismertetjük, az ammóniaelkülönítő zónában azzal az előnnyel jár, hogy a kiválasztott ammónia viszonylag könnyen és költségmentesen folyékony állapotba hozható hűtés közben a hűtővíz segítségével. A hígítós típusú eljárásnál a rendszernyomás a széndioxidelkülönítő zónában ugyanaz lehet, mint az ammóniaelkülönítő zónában, de lehet ennél nagyobb is. Előnyösen azonban a rendszernyomás a széndioxidelkülönítő zónában és a deszorpciós zónában nem nagyobb,

mint az ammóniaelkülönítő zónában uralkodó rendszernyomás kétszerese.

A hőmérsékletek a különböző elválasztó zónákban a nyomástól, a betáplált anyag összetételétől és a kiválasztandó termék kívánt tisztaságától függenek. A hatásos eljárásnál ezek a hőmérsékletek, ahol rektifikáló oszlopokat használunk az elkülönítő zónában, általában a következő táblázatban megadott határok között vannak.

	Fenék	Fej
NH ₃ -elkülönítés	+60– +170 °C	–35– + 66 °C
CO ₂ -elkülönítés	+75– +200 °C	0– +100 °C

A hőmérsékleteket a deszorpciós zónákban szintén a nyomásértékek, a zónába betáplált anyag összetétele és még ennek a zónának az aljáról elvezetett deszorpciós vízre megkívánt tisztasági követelmények határozzák meg. Ezeket a hőmérsékleteket általában magasabban tartjuk, mint az alkalmazott nyomásokon deszorbeálható folyadékfázis forráspontja.

Abban az esetben, ha a találmány szerinti eljárást egy nyomáskülönbségen alapuló eljárással együtt alkalmazzuk, akkor a rendszernyomás a széndioxidelkülönítő zónában legalább kétszerese az ammóniaelkülönítő zónában uralkodó rendszernyomásnak. Az elkülönítés sima lefolytatása érdekében azonban előnyös, ha a széndioxidelkülönítő zónában uralkodó rendszernyomás és az ammóniaelkülönítő zónában uralkodó rendszernyomás közötti arányt 1 : 5 és 1 : 20 közötti tartományban tartjuk. A hőmérsékletek a különböző elkülönítő zónákban ismét a választott nyomástól, a betáplált anyag összetételétől és az elválasztandó termékre megkívánt tisztaságtól függ.

Bizonyos előnyökkel járhat az is, – nyomáskülönbségen alapuló eljárás használata esetén – ha hígítóvizet viszunk be a széndioxidelkülönítő zónába az elválasztás elősegítése érdekében. Ilyen esetben a beviendő hígítóvíz mennyisége több tényezőtől, így a széndioxidelkülönítő zóna és az ammóniaelkülönítő zóna közötti nyomáskülönbségtől, valamint a különböző bevitt anyagok összetételétől függ.

A „lényegében tiszta” megjelölésen azt értjük, hogy az egyes zónákban elkülönített gáz vagy folyadék egyetlen alkotóból, például NH₃-ból vagy CO₂-ből áll.

Az elkülönített NH₃-ban a CO₂ mennyisége előnyösen 500 ppm koncentrációnál (súly) és a víz mennyisége 7500 ppm koncentrációnál (súly) nem nagyobb, előnyösen legfeljebb 100 ppm, illetve 2000 ppm (súly).

A CO₂-ben az NH₃ mennyisége előnyösen legfeljebb 500 ppm, előnyösen azonban 100 ppm-nél (súly) nem nagyobb koncentrációjú. A víz mennyisége nem lényeges, de gazdaságossági szempontok figyelembevételével a 20.000 ppm, különösen pedig a 2000 ppm koncentrációt (súly) nem haladhatja meg.

A kezdetben betáplált elegy szétválasztásához szükséges első lépés megválasztása többek között az elegy összetételétől függ. Így, ha az elegy ammó-

niában gazdag (az 1. ábrán az I terület), akkor azt az ammóniaelkülönítő zónába visszük. Másrészt, ha az elegy szegény ammóniában (az 1. ábrán a III határvonal vagy a II terület), akkor előnyös, ha a szétválasztandó anyagot a széndioxidelkülönítő zónába tápláljuk be. Végül, ha a szétválasztandó elegy ammóniában gazdag és jelentős mennyiségű vizet is tartalmaz, akkor azt legelőnyösebben először a deszorpciós zónába visszük.

Az ammónia- és a széndioxid-zónák bármilyen – a gáz alakú és a folyékony komponensek szétválasztására alkalmas – készüléktípusok lehetnek, így rektifikáló, desztilláló és mosó oszlopok alkalmasak erre a célra. A rektifikáló oszlopok vagy rektifikáló zónákkal ellátott oszlopok azonban a legalkalmasabbak a találmány szerinti eljárás kivitelezésére.

A következőkben bemutatunk két változatot a szétválasztandó eljárás különböző elválasztó zónái közötti folyamatokra, amelyeknél a találmány szerinti eljárást is alkalmazzuk anélkül, hogy a találmány körét túllépne.

Az 1. ábra az $\text{NH}_3(\text{CO}_2)\text{H}_2\text{O}$ rendszer egy diagramját mutatja állandó nyomáson, amelyet az előzőekben részletesen már leírtunk.

A 2. ábra egy folyamatot mutat be arra az esetre, amelynél a találmány szerinti eljárást hígításos eljárással együtt alkalmazzuk. Ebben az esetben az NH_3 - és a CO_2 -elkülönítő zónák azonos nyomáson dolgoznak majdnem.

A 3. ábra hasonló folyamatot szemléltet, de az elkülönítést különböző nyomásokon végezzük.

A találmány szerinti eljárás egy előnyös kiviteli módját a 2. ábra szemlélteti, ahol a széndioxidadagolást hígításos módszernél alkalmazzuk, amelyben az ammónia- és széndioxidelkülönítő zónák lényegében azonos nyomáson dolgoznak. A 2. ábrán az ammóniumelkülönítő zóna egy 3 NH_3 -rektifikáló oszlop, a széndioxidelkülönítő zóna egy 18 CO_2 -rektifikáló oszlop és a deszorpciós zóna egy 10 deszorbert foglal magában.

NH_3 , CO_2 és H_2O elegyét az 1. vezetéken át a 2 szivattyú segítségével egy 3 NH_3 -rektifikáló oszlopba tápláljuk be. A 31 vezetéken keresztül CO_2 -tartalmú gázt vezetünk a 3 NH_3 -rektifikáló oszlop alá. Az ammóniát a 3 oszlop tetejéről a 4 vezeték útján vesszük le. Ezt az NH_3 -at (mély)-hűtéssel az 5 kondenzátorban kondenzálhatjuk. A kondenzátorból NH_3 -ból és közömbös gázból álló nem-kondenzált gáz alakú elegy távozik. Ez a közömbös gáz a levegőből kerül a készülékbe avégett, hogy passziváljuk az edények és a vezetékek szerkezeti anyagait annak érdekében, hogy a korróziót elfogadható szintre csökkentsük. Természetesen oxigént vagy valamely oxigént leadó anyagot is használhatunk levegő helyett. A találmány szerinti eljárás egy változatánál a levegőt nagy feleslegben vezetjük be avégett, hogy az anyagokat passzívált állapotban tartsuk. Ennél a változatnál a levegő segít az elkülönítés hatásosságának a növelésében. A levegő egy részét a 3 NH_3 -rektifikáló oszlopba visszük a 6 kompresszor, valamint a 7 és 8 vezetékek segítségével, egy részét pedig a 10 deszorberbe visszük a 9 vezetéken át. Az

5 kondenzátorból jövő gázelegyet megszabadítjuk az NH_3 -tól úgy, hogy egy 11 gázmosóban a 32 vezetéken át bevitt vízzel mossuk, miközben az abszorpciós hő egy részét hasznosítjuk oly módon, hogy a keletkező vizes NH_3 -oldatot, amelyet a 12 szivattyún át viszünk el, a 13 hűtőbe visszakeringtetjük és egy 14 vezeték segítségével visszavezetjük a 11 gázmosóba. A képződött oldatot a 15 vezeték útján visszavisszük a 3 NH_3 -rektifikáló oszlopba.

A közömbös gázt a 16 vezetéken keresztül vezetjük el és a 17 vezeték útján betápláljuk a 18 CO_2 -rektifikáló oszlop alá. Kíváncsi esetben ezt egészben vagy részben a 19 vezetéken keresztül a szabadba is engedhetjük. A folyadékká alakított NH_3 egy része az 5 kondenzátorból a 20 vezeték útján visszafolyik az NH_3 -rektifikáló oszlopba, amelyet refluxként használunk. A 3 NH_3 -rektifikáló oszlop aljáról NH_3 és CO_2 vizes oldatát visszük el a 21 vezeték segítségével.

Ezt az oldatot a 18 CO_2 -rektifikáló oszlopba visszük, amely valójában ugyanazon a nyomáson dolgozik, mint az NH_3 -rektifikáló oszlop. A 18 oszlopba a 25 vezeték segítségével meghatározott mennyiségű hígítóvizet adagolunk. A 10 deszorber fenéktermékét a 22 szivattyú és a 23 vezeték útján vesszük le. Annak érdekében, hogy jobb hőeloszlást érjünk el, ezt a deszorpciós vizet először a 18 CO_2 -rektifikáló oszlop alá visszük avégett, hogy a hőtartalma egy részét leadja. A maradékhőt a 24 csökkyő segítségével, például gőzként, a rektifikálásnál hasznosíthatjuk. A folyadékáramot a 23 csőből kifolyatjuk, bár ennek egy részét hígítóvízként használhatjuk.

A 18 oszlopba további vizet adagolunk a 26 vezetéken keresztül annak érdekében, hogy az NH_3 -t a lehető legnagyobb mennyiségben kinyerjük a CO_2 -ből. A CO_2 -ből és – ha jelen van – közömbös gázból álló és lényegében NH_3 -tól mentes gáz a 18 oszlop tetejéről a 27 vezetéken át távozik. A 18 oszlop fenéktermékét, vagy a maradék folyadékfázist, amely NH_3 és CO_2 híg vizes oldata, a 28 vezeték útján a 10 deszorberbe továbbítjuk. A 10 deszorberben valójában az összes NH_3 -t és CO_2 -t kinyerjük, például fűtéssel, amelyhez a hő a 29 csökkyő szolgáltatja. A keletkező deszorpciós víz lényegében mentes NH_3 -tól és CO_2 -tól és a 23 vezetéken át távozik. Az NH_3 -ból, CO_2 -ból és H_2O -ból álló gáz alakú elegyet, amely a 10 deszorberben képződött a 3 NH_3 -rektifikáló oszlopba visszük a 30 vezeték útján. A találmány szerinti eljárás fenti kiviteli módjánál olyan NH_3 , CO_2 és H_2O tartalmú elegyet alkalmaztunk, amely az NH_3 -ban gazdag területre esik. Abban az esetben, ha a kiindulási elegy összetétele olyan, hogy NH_3 -ban szegény keveréket alkot, akkor azt először a 18 CO_2 -rektifikáló oszlopba kellene betáplálni.

A találmány szerinti eljárás egy másik előnyös kiviteli módját a 3. ábra szemlélteti, ahol a CO_2 rektifikálását az NH_3 -rektifikálásnál nagyobb nyomáson végezzük.

Ez az ábra valójában megegyezik a 2. ábrával és a hivatkozási számok is ugyanazokat jelentik. Az eltérés csupán az, hogy egy A kompresszort és egy B szivattyút iktatunk be a 17 és 21 vezetékekbe az áramló gáz és folyadék nyomásának a növelése érde-

kében. Ezenkívül a 30 vezetékbe egy C redukáló szelep van beépítve, amelynek a segítségével a 10 deszorberből jövő gázelegy nyomása csökkenthető. Itt a 10 deszorpciós oszlop lényegében ugyanazon a rendszernyomáson dolgozik, mint a CO₂-rektifikációs oszlop. A 8 vezeték egy D redukáló szelepet tartalmaz a betáplált levegő nyomásának a csökkentésére.

A találmány szerinti eljárás egy harmadik kiviteli módjánál a nyomáskülönbségen alapuló módszert alkalmazzuk, amely megvalósítható a 3. ábrán bemutatott berendezésben. Ebben az esetben az a nyomás, amelyen a CO₂-elkülönítést végezzük, legalább 2-szer, előnyösen azonban 5-ször, nagyobb annál a nyomásnál, amelyen az NH₃-elválasztást végezzük. Ebben az esetben nincs szükség hígítószer hozzáadására a CO₂-elkülönítő zónához, mint a hígítószer eljárás esetében.

A találmány szerinti eljárást a továbbiakban kiviteli példákon is bemutatjuk, de ezek csupán tájékoztató jellegűek és a találmány köre nem korlátozódik csupán a bemutatott megoldásokra.

1. példa

Lényegében tiszta NH₃-t és lényegében tiszta CO₂-t különítünk el egy NH₃-ból, CO₂-ből és H₂O-ból álló elegyből a 3. ábrán bemutatott berendezésben.

A hivatkozási ábra a 3. ábra és ezzel kapcsolatban a 2. ábra. A százalékokat súly%-ban adjuk meg. Az említett nyomások az NH₃(CO₂)H₂O rendszer nyomására vonatkoznak. A tényleges nyomás kissé felette lehet a közömbös gáz nyomásának, amely jelen van.

1800 kPa nyomáson 56489 kg/óra mennyiségben NH₃-ból, CO₂-ből és vízből álló oldatot adagolunk a 3 NH₃-rektifikáló oszlopba. Az oldat 32,8% NH₃-at, 18,3% CO₂-t és 48,9% vizet tartalmaz. Összesen 635 kg/óra mennyiségben levegőt táplálunk be a 6 kompresszor útján, amelyből 248 kg/óra mennyiséget a 3 NH₃-rektifikáló oszlopba és 387 kg/óra mennyiséget a 10 deszorberbe továbbítunk. A 31 vezetéken keresztül 2000 kh/óra mennyiségű CO₂-t viszünk be a 3 NH₃-rektifikáló oszlopba. A 10 deszorberből 27.026 kg/óra mennyiségű gázelegyet, amely 58,2% NH₃-ból, 14,1% CO₂-ből, 27,7% H₂O-ból és 1,5% közömbös gázból áll, expandáltatunk a C szelepen keresztül és szintén a 3 NH₃-rektifikáló oszlopba vezetünk. A 3 oszlop tetejéről 38.180 kg/óra mennyiségű gázelegyet távolítunk el, amely 98,0% NH₃-ból, 0,3% H₂O-ból és 1,7% közömbös gázból áll. E gázelegy egy részét folyadékká alakítjuk hűtéssel az 5 kondenzátorban, amelyből 17.824 kg/óra mennyiségű folyékony NH₃-at refluxként visszatáplálunk a 3 oszlopba, 18.528 kg/óra mennyiségű folyékony NH₃-t pedig elvezetünk. A kondenzátorból 2.464 kg/óra gázelegy távozik, amely 74,2% NH₃-ból és 25,8% közömbös gázból áll. Az elegyet a 11 gázmosóban 2200 kg/óra mennyiségű vízzel mossuk. A 11 gázmosóból a 13 visszakeringtető kondenzátorral hőt nyerünk ki. Óráként 4029 kg oldatot keringtetünk vissza az NH₃-rektifikáló oszlopba, az oldat 45,4% NH₃-at és 65

54,6% H₂O-t tartalmaz. A 18 CO₂-rektifikáló oszlopba 635 kg/óra mennyiségű közömbös gázt továbbítunk a 16 és 17 vezetékek, valamint az A kompresszor útján.

69.180 kg/óra mennyiségű folyadékot, amely 22,7% NH₃-t, 23,4% CO₂-t és 53,9% H₂O-t tartalmaz, a 3 NH₃ rektifikáló oszlop felekéről a 21 vezeték és a B szivattyú segítségével a 18 CO₂-rektifikáló oszlopba továbbítunk. A 18 oszlopba a 25 vezeték és a 26 vezeték útján 34.079 kg/óra mennyiségű vizet adagolunk.

A 18 oszlop tetejéről, amely a CO₂-rektifikálásra szolgál, 12.337 kg/óra mennyiségű gázelegy távozik, amely többek között 93,2% CO₂-t tartalmaz és az NH₃ koncentráció 100 ppm-nél kisebb. A 10 deszorberbe a 18 oszlop felekéről 90.913 kg/óra mennyiségű oldatot viszünk, amely 78,5% vízből, 17,3% NH₃-ból és 4,2% CO₂-ből áll. A folyadék összetétele a határvonal azon oldalán van, amely gazdag CO₂-ben.

A deszorberben az oldat ténylegesen megszabadul NH₃-tól és CO₂-tól vízgőz segítségével. Összesen 63.892 kg/óra folyadékot viszünk el a deszorberből, amelyet például NH₃ és CO₂ elnyelésére vagy részben hígítóvízként használhatunk a CO₂-elkülönítő zónában.

2. példa

Lényegében tiszta NH₃-at és lényegében tiszta CO₂-t választunk ki NH₃, CO₂ és H₂O elegyből a 3. ábrán bemutatott berendezésben, ahol CO₂-t és levegőt vezetünk az NH₃-rektifikáló oszlopba. A hivatkozási számok egyeznek a 3. ábra hivatkozási számaival és a százalékok súlyszázalékokat jelentenek.

1800 kPa nyomáson 51.972 kg/óra mennyiségű oldatot, amelynek az összetétele 33,4% NH₃, 18,2% CO₂ és 48,4% víz, adagolunk a 3 NH₃-rektifikáló oszlopba. Ezután 2.387 kg/óra mennyiségű levegőt adagolunk a 6 kompresszor segítségével a folyamatba, beviszünk még 2000 kg/óra mennyiségű levegőt a 3 NH₃-rektifikáló oszlopba és 387 kg/óra mennyiségű levegőt a 10 deszorberbe. A 31 vezetéken keresztül 2000 kg/óra mennyiségű CO₂-t viszünk be a 3 NH₃-rektifikáló oszlopba.

A 10 deszorberből 22.928 kg/óra mennyiségű gázelegyet, amely 57,7% NH₃-ból, 16,0% CO₂-ből, 26,3% H₂O-ból és 1,5% közömbös gázból áll, expandáltatunk a C szelepen át és beviszünk a 3 NH₃-rektifikáló oszlopba. Az oszlop tetejéről 32.415 kg/óra mennyiségű gázelegyet viszünk el, amely 98,0% NH₃-ból, 0,3% H₂O-ból és 1,7% közömbös gázból áll. E gázelegy egy részét folyadékká alakítjuk hűtéssel az 5 kondenzátorban, amelyből 15.057 kg/óra mennyiséget refluxként visszakeringtetünk folyékony ammónia alakjában a 3 oszlopba és 17.358 kg/óra mennyiségű folyékony NH₃-at levezünk. A nem kondenzált 9.252 kg/óra mennyiségű gázelegyet, amely 74,2% NH₃-at és 25,8% közömbös gázt tartalmaz, elvezetjük az 5 kondenzátorból. Ezt a maradék elegyet a 11 gázmosóban mossuk és a 13 kondenzátor útján visszakeringtetjük. Óráként 3.829 kg oldatot, amely 82,0% NH₃-at és 18,0%

H₂O-t tartalmaz, visszaviszünk az NH₃-rektifikáló oszlopba. A 17. vezetéken és az A kompresszoron át 635 kg/óra mennyiségű közömbös gázt szállítunk a 18 CO₂-rektifikáló oszlopba.

62.042 kg/óra maradék folyadékfázist, amely 22,3% NH₃-ból, 24,6% CO₂-ből és 53,1% H₂O-ból áll, a 3 NH₃-rektifikáló oszlop aljáról a 21. vezetéken és a B szivattyún keresztül a 18 CO₂-rektifikáló oszlopba viszünk.

A 18 oszlopba a 25 és 26 vezetékeken át betáplálunk 20.486 kg/óra mennyiségű vizet is. A 18 CO₂-rektifikáló oszlop tetejéről 11.482 kg/óra mennyiségű gázelegyet veszünk le, amely többek között 93,2% CO₂-t tartalmaz és NH₃ tartalma 100 ppm-nél kisebb.

A 18 oszlop aljáról 79,817 kg/óra mennyiségű oldatot továbbítunk a 10 deszorberbe, az oldat 77,9% vizet, 17,3% NH₃-at és 4,8% CO₂-t tartalmaz. E folyadék összetétele olyan, hogy a határvonal CO₂-ben gazdag oldalára esik.

Összesen 55.889 kg/óra mennyiségű folyadékot viszünk el a deszorberből, amelynek egy részét például NH₃ és CO₂ elnyelésére használjuk, vagy részben visszaviszük hígító vízként a CO₂-elkülönítő zónába. A deszorberben az oldatot lényegében megszabadítjuk NH₃-tól és CO₂-től gőz segítségével.

3. példa

Lényegében tiszta NH₃-at és CO₂-t különítünk el ezek elegyeiből a 3. ábra szerinti módszerrel, de a határvonalat nem tudjuk átlépni víznek a CO₂-oszlopba való adagolásával, hanem csak nyomáskülönbség létesítésével az ammóniaelkülönítő zóna és a széndioxidelkülönítő zóna között. Így az NH₃ oszlopot 100–500 kPa nyomáson, a CO₂ oszlopot pedig 1500–3000 kPa nyomáson üzemeltetjük.

Ily módon az előző példákhoz hasonló eredményeket sikerült elérni.

4., 5. és összehasonlító 6. példa

A 4. és 5. példát lényegében az 1. és 2. példában leírt módon vitelezzük ki és meghatározzuk az energiaszükségletet. Ezt az energiamennyiséget összehasonlítjuk a 6. példa szerinti módszerrel, ahol nem adtunk CO₂-t a CO₂-oszlophoz, csupán annyi levegőt vittünk be, amennyi szükséges az anyagok passzívált állapotában való tartásához. Amennyiben a 6.

példa szerinti energiafogyasztást 100%-nak vesszük, akkor a következő eredményeket kapjuk:

Példa	Viszonylagos energiamennyiség
4	90%
5	85%
6	100%

Szabadalmi igénypontok:

1. Eljárás lényegében tiszta NH₃-nak és lényegében tiszta CO₂-nek valamely NH₃-at, CO₂-t és vizet tartalmazó elegyből való kiválasztására, amelynek során az NH₃-at egy NH₃-elkülönítő zónában rektifikálással elkülönítjük, a visszamaradó folyadékfázist egy CO₂-elkülönítő zónába betápláljuk, ahol a gáz alakú CO₂-t rektifikálással elkülönítjük és a keletkező folyadékfázist e zóna aljáról egy deszorpciós zónába visszük, ahol gyakorlatilag a folyadékfázisban még jelenlevő összes NH₃-at és CO₂-t gáz alakú elegyként kinyerjük, azzal jellemezve, hogy annyi gáz alakú CO₂-t vagy CO₂-t tartalmazó gáz alakú elegyet táplálunk be az NH₃-elkülönítő zónának az aljára, hogy az NH₃-elkülönítő zóna aljáról felszabaduló folyadékfázis összetétele az NH₃-ban szegény és az NH₃-ban gazdag területet elválasztó határvonalnak (III) az NH₃-ban gazdag oldalán kívüli részére essen.

2. Az 1. igénypont szerinti eljárás fogatosítási módja, azzal jellemezve, hogy a CO₂-elkülönítő zónából a gáz alakú CO₂ egy részét az NH₃-elkülönítő zóna aljára vezetjük.

3. Az 1. igénypont szerinti eljárás fogatosítási módja, azzal jellemezve, hogy a gáz alakú CO₂ vagy a CO₂-t tartalmazó gázelegy súlymennyisége 0,2–0,01 szerese az NH₃-elkülönítő zóna aljáról felszabaduló folyadékfázis mennyiségének.

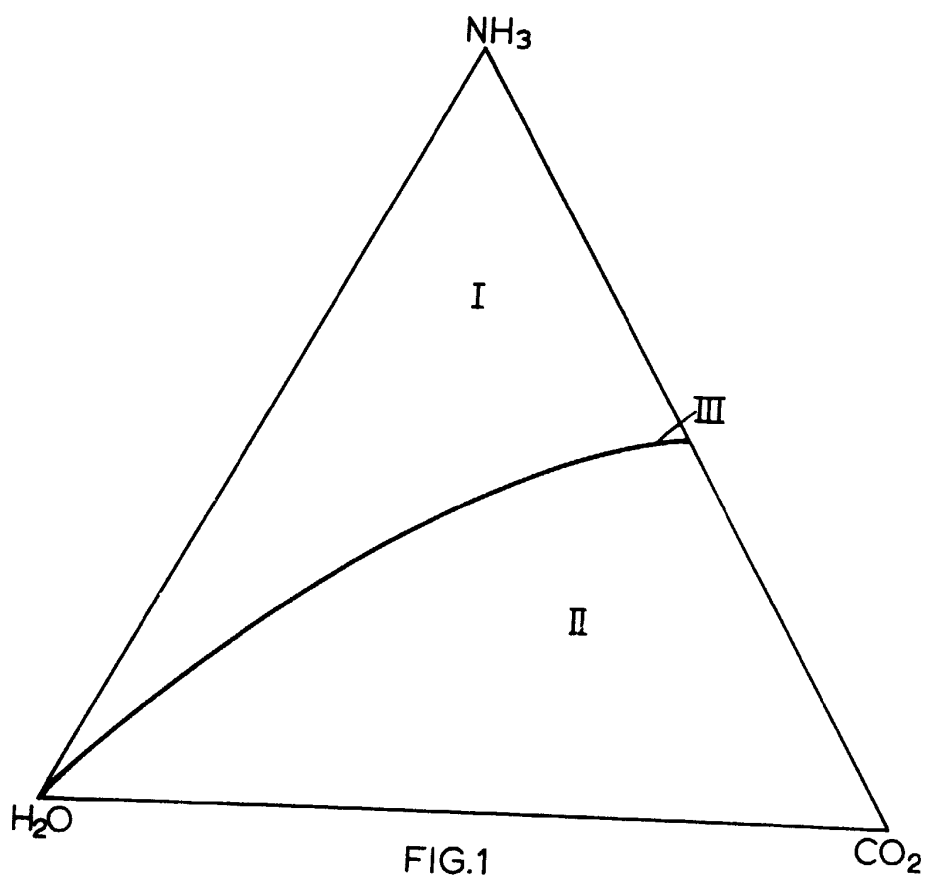
4. A 3. igénypont szerinti eljárás fogatosítási módja, azzal jellemezve, hogy az említett gáz mennyiség az említett folyadékfázis 0,1–0,02 szerese.

5. Az 1. igénypont szerinti eljárás fogatosítási módja, azzal jellemezve, hogy további közömbös gáz mennyiséget vezetünk a CO₂-elkülönítő zóna aljára.

6. Az 5. igénypont szerinti eljárás fogatosítási módja, azzal jellemezve, hogy a CO₂ és a közömbös gáz viszonylagos súlymennyiségét 30–70 és 70–30 közötti tartományban tartjuk.

3 rajz, 3 ábra

3/1



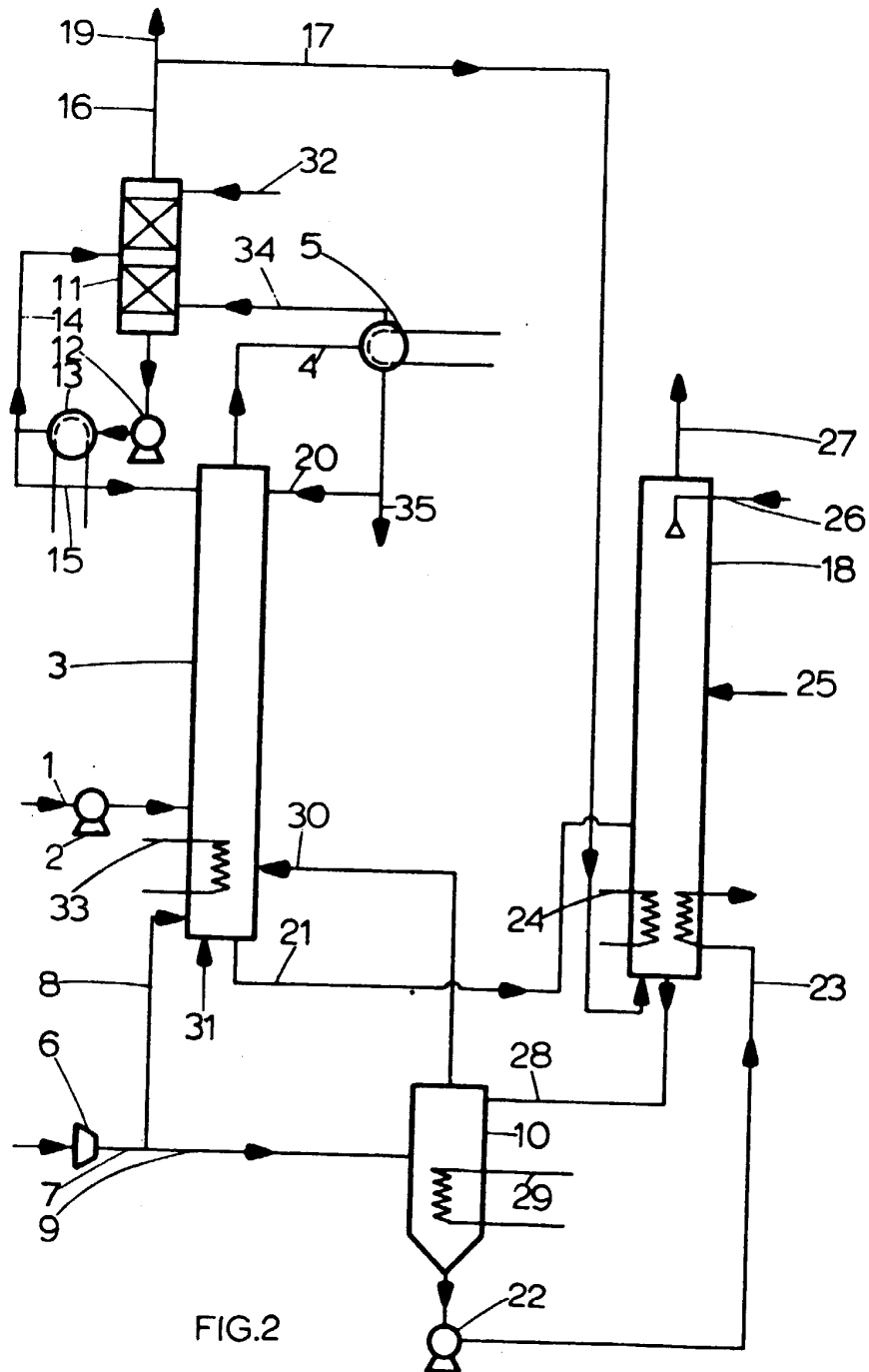


FIG.2

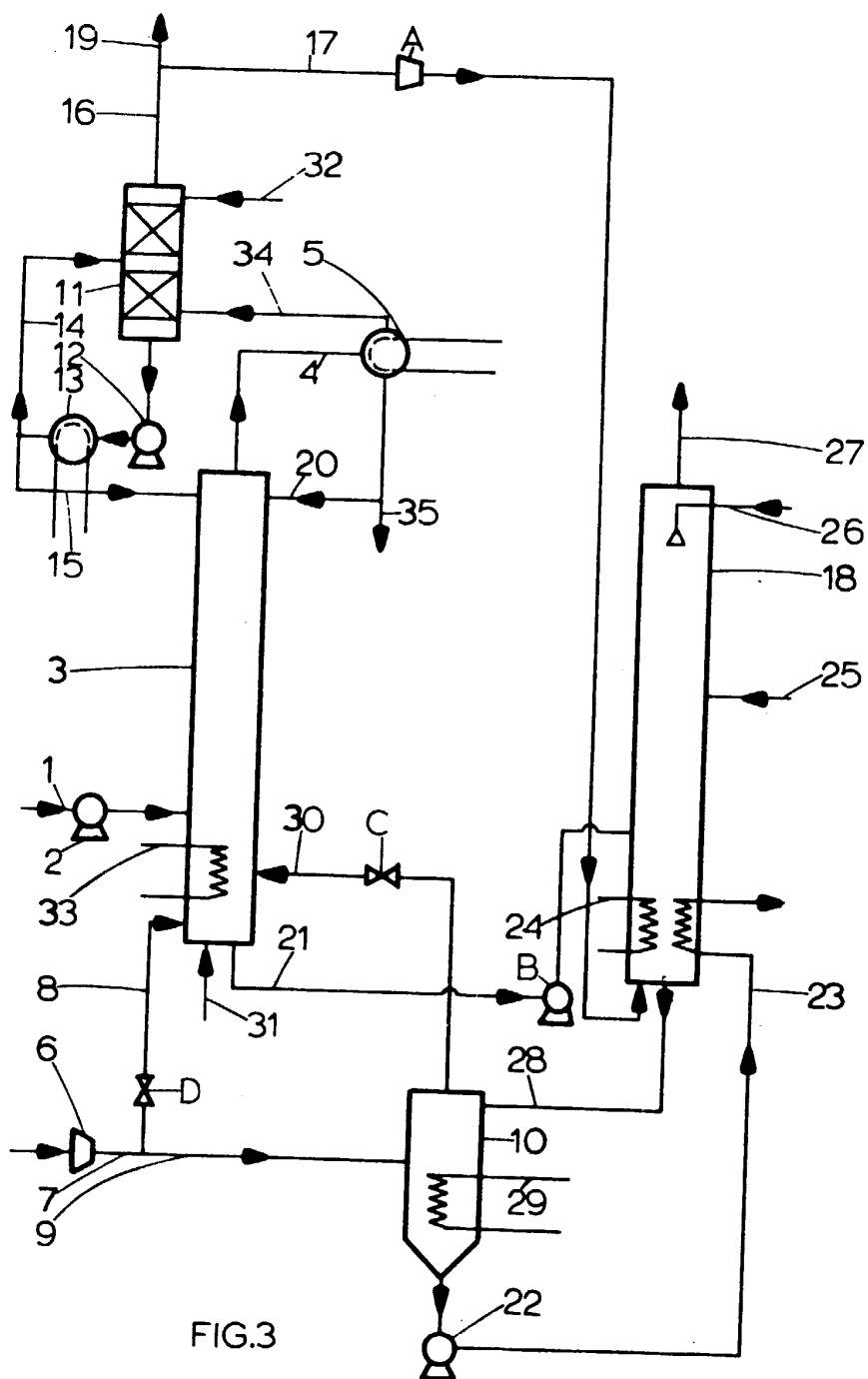


FIG.3