

(19) Országkód:

HU



MAGYAR
KÖZTÁRSASÁG
ORSZÁGOS
TALÁLMÁNYI
HIVATAL

SZABADALMI LEÍRÁS

(11) Lajstromszám:

203 706 B

(21) A bejelentés száma: 2449/87
(22) A bejelentés napja: 1987.05.27.
(30) Elsőbbségi adatok:
885 620 1986.07.15. US

(51) Int. Cl.⁵

C 01 C 1/04

(40) A közzététel napja: 1988.12.28.
(45) A megadás meghirdetésének dátuma a Szabadalmi
Közlönyben: 1991.09.30. SZKV 91/09

(72) Feltaláló:

Noe, Stephen A., Houston, Texas (US)

(73) Szabadalmas:

The M.W. Kellogg Co., Houston, Texas (US)

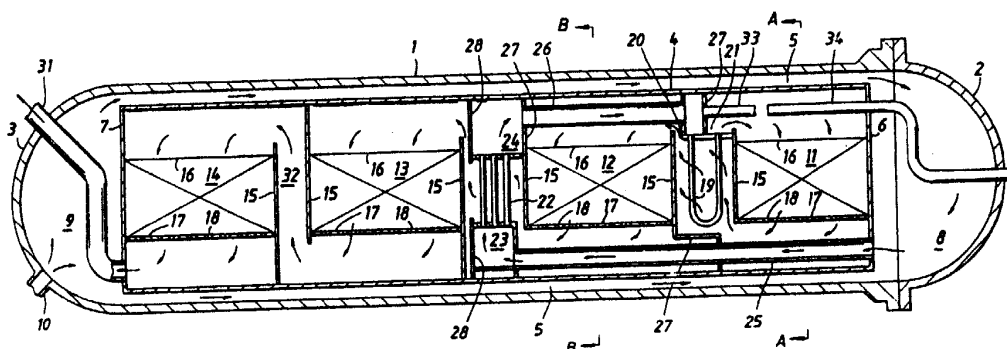
(54)

Vízszintes ammóniaszintézis-konverter

(57) KIVONAT

A találmány tárgya vízszintes ammóniaszintézis-konverter, amelynek hengeres külső és belső köpenye (1, 4) közöttük levő gyűrűkeresztmetszetű gázvezető csatornája (5) és a belső köpeny (4) belsejében hosszirányban egymás után elrendezett, legalább három transzverzális áramlási rendszerű katalizátor-ágya (11, 12, 13) van. Az első és a második katalizátor-ágy (11, 12), valamint második és a harmadik katalizátor-ágy (12, 13) között egy-egy függőleges helyzetű

csöves hőcserélő (19, illetve 22) van elrendezve. A szintézisgáz a gázbevezető a gázbevezető nyílástól (10) a gyűrűkeresztmetszetű csatormán (5), telített gáztéren (2), alsó hosszirányú gázvezetékén (26), majd az első hőcserélőn (19) áthaladva áramlik az első katalizátor-ágy (11) felső bevezetőréséhez. A gáz a katalizátor-ágyakon (11, 12, 13, 14) felülről lefelé halad át, a hőcserélők (19, 22) környezetében alulról felfelé áramlik. (1. ábra)



1. ábra

A leírás terjedelme: 5 oldal, 2 ábra

HU 203 706 B

A találmány tárgya vízszintes ammóniaszintézis-konverter az ammónia alkotóelemeiből, hidrogénből és nitrogénből történő katalizátoros ammóniaelőállítás-ra.

Az ammóniaszintézist konverterekben rendszerint 70–325 bar (7×10^6 – $3,24 \times 10^7$ Pa) közötti nyomáson és 340–525 °C közötti hőmérsékleten hajtják végre.

A korszerű, nagy kapacitású ammónia-berendezésekben általában egyetlen konvertert alkalmaznak. Egy 1000 tonna/nap teljesítményű berendezés katalizátor-igénye 40–90 m³. A konverterek átmérője általában 2 és 4 m között, hossza, illetve magassága 10 és 35 m között változik. A katalizátor-ágak konverteren belüli elrendezése és a gázáramlás iránya szerint ismertek transzverzális, radiális vagy axiális gázáramlási rendszerű konverterek.

Transzverzális gázáramlási rendszerű vízszintes ammóniaszintézis konverter ismerhető meg Samuel Stelzoff „Technology and Manufacture of Ammonia” (Wiley-Interscience Publication, 1981) című kiadványából. A konverterek kettős falú szerkezetet megvalósító külső és belső köpenye van, amelyek a nyomáscsökkentő köpeny mentén a hűtőgáz számára gyűrűkeresztmetszetű áramlási csatornát képeznek. A katalizátorrétegek különálló katalizátor-ágakban vannak elrendezve. Az egymástól elválasztott, külön egységeket képező katalizátor-ágak a belső köpenyben egymás mellett helyezkednek el. A gázáramlás a katalizátor-ágakon belül fentről lefelé irányul. A szomszédos katalizátor-ágak közötti gázáramlást terelőelemek irányítják. Az említett kiadvány 1.28 ábrája olyan ún. Kellogg-rendszerű vízszintes konvertert mutat, amely három katalizátor-ágyat tartalmaz. A konverter hűtőrendszere alapvetően közvetlen, katalizátorrétegen belüli, vagy katalizátorrétegek közötti lehet. A fent említett Kellogg-rendszerű berendezésben például a katalizátor-ágak között hideg szintézisgázt injektálnak a részben átalakított gázhoz, így módon közvetlen hűtést érnek el. A közvetlen hűtés a katalizátorrétegekbe ágyazott vagy katalizátorrétegek között elrendezett hőcserélővel megvalósított rétegek közötti vagy rétegen belüli hűtéssel is kombinálható. Rétegen belüli és rétegek közötti hűtésre felületi vagy csöves hőcserélőket használnak. A közvetlen hűtési rendszerű berendezések egyszerűbb felépítésüknek köszönhetően – kisebb méretű, kevesebb felületi és csöves hőcserélőt alkalmaznak – alacsonyabb ráfordítással megvalósíthatók. Hátrányuk, hogy nagyobb szintézisgáznyomást tesznek lehetővé, mivel a szintézisgáz teljes mennyisége nem kerül kontaktusba a teljes katalizátortömeggel. Adott ammóniamennyiség előállításához ezért nagyobb gáz-tömeg áramoltatására van szükség.

A DE-2803945 számú közrebocsátási iratból ammóniaszintézis eljárás és hozzá tartozó berendezés ismerhető meg. A berendezés függőleges ammóniaszintézis-konverter, amelynek külső és belső köpenye van, amelyek gyűrűkeresztmetszetű áramlási csatornát képeznek. A belső köpenyben egy vagy több rétegből álló katalizátortömeg van elrendezve. A konverternek csöves hőcserélő rendszere van, amelynek csövei a katali-

zátortrétegekbe vagy a katalizátortrétegek közé vannak ágyazva. A berendezés egyik változatánál a katalizátortrétegeket hőcserélő csőkötegek választják el egymástól, amelyek csőszakaszai függőlegesen helyezkednek el. A hőcserélő csövek katalizátorral közvetlenül érintkező hatásos felülete a konverteren belül az ammóniakoncentráció növekedésének irányában folyamatosan csökken.

A teljes katalizátortömeg egyetlen katalizátor-ágban való elrendezése egyrészt a reakcióegyensúly szempontjából, másrészt a katalizátor túlmelegedésének és károsodásának veszélye miatt sem előnyös. A hőcserélők katalizátortrétegekbe vagy katalizátortrétegek közé ágyazott elrendezése a berendezést bonyolulttá teszi, és vízszintes konverterekben nem alkalmazható.

A találmánnyal célunk az ammóniaszintézis hatékonyságának javítása, a fajlagos költségek csökkentése nagy teljesítményű vízszintes berendezésben.

A megoldandó feladat olyan vízszintes ammóniaszintézis-konverter kialakítása, amelyben a katalizátor különálló katalizátor-ágakban van elrendezve, és a hűtőrendszer a katalizátor-ágak közötti indirekt hűtést („indirect interbed cooling”) biztosít, ahol a hűtőközeg előnyösen friss szintézisgáz, és a szintézisgáz teljes mennyisége a katalizátor teljes tömegével maradéktalanul kapcsolatba lép.

A kitűzött feladat megoldására kialakított ammóniaszintézis-konverternek

- vízszintes helyzetű, kétoldalt lezárófejjel lezárt nyomásálló, hengeres külső köpenye és
- a külső köpenyben belül elrendezett hengeres belső köpenye van, amely a külső köpenyvel gyűrűkeresztmetszetű csatornát képez, és mindkét alapja lezárással van ellátva, ahol a lezárások az azonos oldali lezárófejjel telített gázteret képeznek, továbbá
- az egyik lezárófej környezetében kialakított gázbevezető nyílása van, amely az azonos oldali telített gázterrel, a gyűrűkeresztmetszetű csatornával és az ellentétes oldali telített gázterrel soros gázvezető kapcsolatban van, továbbá
- hőcserélői, és
- legalább három transzverzális áramlási rendszerű katalizátor-ágya van, amelyek a belső köpeny belsejében, annak két lezárása között vannak elrendezve, ahol
- a katalizátor-ágakat keresztirányú oldalfalak és a belső köpeny szemközti palástfal felületrészei határolják;
- a katalizátor-ágak felső gázbevezetéssel és alsó gázkivezetéssel vannak kialakítva;
- az első katalizátor-ágy a gázbevezető nyílással ellentétes lezárás közelében, a második katalizátor-ágy pedig az első és a harmadik katalizátor-ágy között van elrendezve, és
- az utolsó katalizátor-ágy gázkivezetése az ammóniaszintéziskonverter gázkivezető eszközével van kapcsolatban.

A találmány lényege, hogy

- a) az első és a második katalizátor-ág között függőleges helyzetben, felfelé néző bemenettel és kimenettel U-csöves első hőcserélő van elrendezve;
- b) a második és a harmadik katalizátor-ág között függőleges helyzetű csövekkel rendelkező csöves második hőcserélő van elrendezve.
- c) a hengeres belső köpeny belsejében, annak alsó részén, az első és a második katalizátor-ág alatt első hosszirányú gázvezeték van elrendezve, amely a gázbevezető nyílással ellentétes oldali telített gázteret a második hőcserélő bemenetével köti össze;
- d) a hengeres belső köpeny belsejében, annak felső részén, a második katalizátor-ág felett második hosszirányú gázvezeték van elrendezve, amely a második hőcserélő kimenetét az első hőcserélő bemenetével köti össze.
- e) az első hőcserélő kimenetétől az első katalizátor-ágon keresztül lefelé, az első hőcserélő környezetében a második katalizátor-ág fölé, a második katalizátor-ágon keresztül lefelé, a második hőcserélő környezetében a harmadik katalizátor-ág fölé, és a harmadik katalizátor-ágon keresztül lefelé vezető kialakítású gázterelőelemei vannak;
- f) a harmadik katalizátor-ág alsó kivezető részétől az ammóniaszintézis-konverter gázkivezető eszközének bemenetéhez vezető kialakítású gázterelő eleme van.

A harmadik katalizátor-ág alsó kivezető része és az ammóniaszintézis-konverter gázkivezető eszköze közé előnyösen egy további, transzverzális áramlási rendszerű katalizátor-ág van beiktatva, amely a hengeres belső köpeny belsejében a gázbevezető nyílás felső lezárás és a harmadik katalizátor-ág között helyezkedik el.

A második hőcserélő célszerűen egyenes csövekből álló függőleges csőköteggel rendelkezik, amelynek csövein a hűtőközeg – az U-csöves kialakítással ellentétben – csak egy irányban, egyszer áramlik át.

A gázáramlási útja a következő: a nyomászáró külső köpeny lezárófején kialakított gázbevezető nyíláson keresztül a gáz a telített gázterbe kerül, ahonnan a gyűrűkeresztmetszetű csatornán keresztül a szemközti telített gázterbe, majd onnan az alsó hosszirányú gázvezetéken keresztül a második – csöves – hőcserélőbe, azon áthaladva a felső hosszirányú gázvezetéken keresztül az első – U csöves – hőcserélőbe, azon áthaladva pedig az első katalizátor-ág felső bevezető részéhez áramlik.

A találmány szerinti ammóniaszintézis-konverternek a találmány szerint legalább három katalizátor-ága van. Az első katalizátor-ágon lefelé átáramoltatott gáz az első hőcserélő környezetében a második katalizátor-ág fölé áramlik, onnan a második katalizátor-ágon lefelé áthaladva a második hőcserélő környezetében a harmadik katalizátor-ág fölé, onnan pedig a harmadik katalizátor-ágon lefelé áthaladva alkalmas gázterelő elrendezésen, és adott esetben a negyedik katalizátor-ágon keresztül az ammóniaszintézis-konverter gázkivezető eszközének bemenetéhez áramlik.

Amint a fentiekből kitűnik, a találmány szerinti konverterben sem a katalizátor-ágak között, sem a katalizátor-ágakon belül nem alkalmazunk külső hűtőgázt.

A találmány részletebben a rajz alapján ismertetjük. A rajzon az

1. ábrán a találmány szerinti vízszintes ammóniaszintézis-konverter példakénti kiviteli alakját tüntettük fel függőleges metszetben; a

2. ábrán egy további példakénti kiviteli alakot tüntettünk fel, ugyancsak függőleges metszetben; a

3A ábrán az 1. ábra A-A metszetét, a

3B ábrán az 1. ábra B-B metszetét ábrázoltuk.

Amint az 1. ábrából kitűnik, a találmány szerinti konverternek nyomásálló 1 külső köpenye van, amely jobb oldalon 2 lezárófejjel, bal oldalon pedig 3 lezárófejjel van lezárva. Az 1 külső köpenyen belül, vele lényegében koaxiálisan hengeres 4 belső köpeny van elrendezve, amelynek hossza az 1 külső köpeny hosszával megegyezik. Az 1 külső köpeny belső hengerfelületére a 4 belső köpeny külső hengerfelületével 5 gyűrűkeresztmetszetű csatornát határoz meg. A hengeres 4 belső köpeny jobboldali és baloldali 6, illetve 7 lezárásai az 1 külső köpeny jobboldali és baloldali 2, illetve 3 lezárófejeivel 8, illetve 9 telítetű gáztereket képeznek. Az 1 külső köpeny baloldali 3 lezárófejében 10 gázbevezető nyílás van kialakítva. A 10 gázbevezető nyíláson beáramló gáz a 9 telített gázteréből az 5 gyűrűkeresztmetszetű csatornán keresztül a 8 telített gázterbe áramlik.

A hengeres 4 belső köpeny belsejében hosszirányban egymás mellett 11, 12, 13 és 14 katalizátor-ágak vannak elrendezve. A 11, 12, 13 és 14 katalizátor-ágaknak 15 keresztirányú oldalfalai vannak. A 11 katalizátor-ág közvetlenül a 4 belső köpeny 6 lezárásához, a 14 katalizátor-ág pedig közvetlenül a 4 belső köpeny 7 lezárásához illeszkedik. A 6 és 7 lezárások tehát egyúttal a 11, illetve 14 katalizátor-ágak keresztirányú oldalfalai.

A 11, 12, 13 és 14 katalizátor-ágaknak felső 16 bevezetőrészüik és alsó 17 kivezetőrészüik van. Magát a katalizátort 18 rácsok, illetve a rajzon nem jelölt rostályok tartják. A 11, 12, 13 és 14 katalizátor-ágak transzverzális áramlási rendszerűek, vagyis a konverter hosszirányára merőleges, fentről lefelé irányuló gázáramláshoz vannak kialakítva.

A 11 katalizátor-ág és a 12 katalizátor-ág között függőleges U-csöves 19 hőcserélő van elrendezve, amelynek felfelé néző 20 bemenete és 21 kimenete van. Mivel a 11 katalizátor-ágba belépő szintézis-gáz ammóniatartalma alacsony, az ammóniaátalakulás és a vele járó hőmérsékletnövekedés itt lényegesen nagyobb mértékű, mint áramlásirányban tovább haladva a következő katalizátor-ágakban. A 11 katalizátor-ágot elhagyó gáz 12 katalizátor-ágba történő belépését megelőző lehűtéséhez szükséges viszonylag nagymértékű hőcsere biztosítását szolgálja a 19 hőcserélő függőleges helyzetű U-csöves hőcserélőként történő kialakítása. Az U-csöves hőcserélő viszonylag nagy hőátadást biztosít, ami viszonylag kis méretű U-

csöves hőcserélő alkalmazását teszi lehetővé.

A 12 katalizátor-ág és 13 katalizátor-ág között elrendezett 22 hőcserélőnek 23 bemenete és 24 kimenete van. A csöves hőcserélő ugyancsak kialakítható U-csöves hőcserélőként (a 2. ábra szerint), de mivel a 12 katalizátor-ág és a 12 katalizátor-ág között az előzőnél kisebb mértékű hőcsere szükséges, a 22 hőcserélő előnyösen az 1. ábra szerint, függőleges csőként segítségével van megvalósítva. Az ilyen egyszerű átömlésű csöves hőcserélő alkalmazásával a nyomásesés csökkenthető.

A hengeres 4 belső köpeny alsó részén a 11 és 12 katalizátor-ágak teljes hosszában kiterjedő 25 hosszirányú gázvezeték van elrendezve, amely a 8 telített gázteret a 22 hőcserélő 23 bemenetének környezetével köti össze. A 22 hőcserélőben megy végbe a szintézisgáz előmelegítése.

A hengeres 4 belső köpeny belsejében a 12 katalizátor-ág felett, annak teljes hosszában 26 hosszirányú gázvezeték van elrendezve, amely a 22 hőcserélő 24 kimenetének környezetét a 19 hőcserélő 20 bemenetének környezetével köti össze. (3B ábra)

A 22 hőcserélőben előmelegített gáz a 26 hosszirányú gázvezetéken keresztül a 19 hőcserélőbe áramlik, ahol az előmelegítés folytatódik. Az előmelegített gáz a 19 hőcserélő 21 kimenetétől a 11 katalizátor-ág felső 16 bevezetőrészéhez áramlik.

Amint a rajzból kitűnik, a 11, 12 és 13 katalizátor-ágak, valamint a 19 és 22 hőcserélők hosszirányban történő elrendezése az alacsony nyomásesésű kívánt gázáramlás egyszerű biztosítását teszi lehetővé. A gázáramlás kívánt irányának biztosítására a hengeres 4 belső köpeny belsejében 27 gázterelőelemek vannak elrendezve, amelyek a gáznak a 11 katalizátor-ág alsó 17 kivezetőrészétől a 19 hőcserélő külső környezetén keresztül a 12 katalizátor-ág felső 16 bevezetőrészéhez, majd a 12 katalizátor-ágon keresztül lefelé és annak alsó 17 kivezetőrészétől a 22 hőcserélő külső környezetén át a 13 katalizátor-ág felső 16 bevezetőrészéhez történő áramoltatását biztosítják.

Az 1. ábra szerinti kiviteli alaknál a gáz a 22 hőcserélő külső környezetén áthaladva 28 központi válaszfal nyílásán áramlik keresztül, majd felfelé haladva a szomszédos 15 keresztirányú válaszfalak által képezett csatornán keresztül áramlik a 13 katalizátor-ág felső 16 bevezetőrészéhez.

Mivel a 2. ábra szerinti kiviteli alaknál a 22 hőcserélő is U-csöves hőcserélőként van kialakítva, a 25 hosszirányú gázvezeték 29 függőleges vezetékzakkasszal van kiegészítve, amely a gázt az U-csöves 22 hőcserélő felső 23 bemenetéhez szállítja. Amint a 2. ábrán látható, a 22 hőcserélő 23 bemeneténél a 27 gázterelőelem 30 terelőelemmel telített gázteret határol.

A 2. ábrán hivatkozási számokkal külön nem jelölt elemek az 1. ábrán hivatkozási számmal jelölt megfelelő elemekkel megegyeznek.

Mivel a 13 és 14 katalizátor-ágak között áramló gáz külön hűtést nem kap, a folyamat szempontjából ez a rész egyetlen adiabatikus átalakítási zónát képez, amely fizikailag egy, kettő vagy akár három katalizá-

tor-ággal valósítható meg, a folyamatparaméterektől, a nyomáseséstől és az átalakulás mértékétől függően. A rajzon bemutatott példakénti kiviteli alakok esetében a gázt a 13 katalizátor-ág alsó 17 kivezető részétől 31 gázvezetőcső bemenetéhez vezető gázterelő elem a gázt a 14 katalizátor-ágon vezetési keresztül, amely a hengeres 4 belső köpeny baloldali 7 lezárása és a 13 katalizátor-ág között van elrendezve. A 13 és 14 katalizátor-ágakat a szomszédos 15 keresztirányú válaszfalak által képezett 32 gázcsatorna választja el egymástól.

Amint azt korábban említettük, a találmány szerinti megoldás a részben konvertált gáz hűtésére katalizátor-ágon belüli hűtést nem alkalmaz. Opcionális lehetőség van azonban hűtött szintézis-gáz hőcserélő 20 bemenetének és 21 kimenetének környezetébe történő bevezetésére. Ily módon a 11 és 12 katalizátor-ágakba belépő gáz hőmérsékletszabályozása pontosítható. Ennek biztosítására a hengeres 4 belső köpeny belsejében a 11 katalizátor-ág felett 33 és 34 kitérő csövek vannak elrendezve (3A ábra). A 34 kitérő cső az 1 külső köpeny 2 lezárófejen, valamint a hengeres 4 belső köpeny 6 lezárásán keresztül van a hengeres 4 belső köpenybe vezetve.

SZABADALMI IGÉNYPONTOK

1. Vízszintes ammóniaszintézis-konverter, amelynek
 - kétoldalt lezárófejjel lezárt nyomásálló hengeres külső köpenye, és
 - a külső köpenyen belül elrendezett hengeres belső köpenye van, amely a külső köpenyvel gyűrűkeresztmetszetű csatornát képez, és a belső köpeny mindkét alapja lezárással van ellátva, ahol a lezárások az azonos oldali lezárófejjel telített gázteret képeznek, továbbá
 - az egyik lezárófej környezetében kialakított gázbevezető nyílása van, amely az azonos oldali telített gáztérrel, a gyűrűkeresztmetszetű csatornával és az ellentétes oldali telített gáztérrel soros gázvezető kapcsolatban van, továbbá
 - hőcserélői, és
 - legalább három transzverzális áramlási rendszerű katalizátor-ágja van, amelyek a belső köpeny belsejében, annak két lezárása között vannak elrendezve, ahol
 - a katalizátor-ágakat keresztirányú oldalfalak és a belső köpeny szemközti palástfal felületrészei határolják;
 - a katalizátor-ágak felső gázbevezetéssel és alsó gázkivezetéssel vannak kialakítva;
 - az első katalizátor-ág a gázbevezető nyílással ellentétes lezárása közelében, a második katalizátor-ág pedig az első és a harmadik katalizátor-ág között van elrendezve, és
 - az utolsó katalizátor-ág gázkivezetése az ammóniaszintéziskonverter gázkivezető eszközével van kapcsolatban, azzal jellemezve, hogy

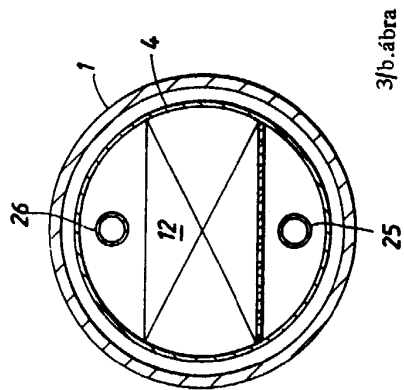
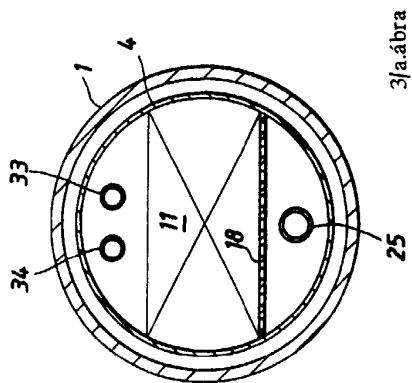
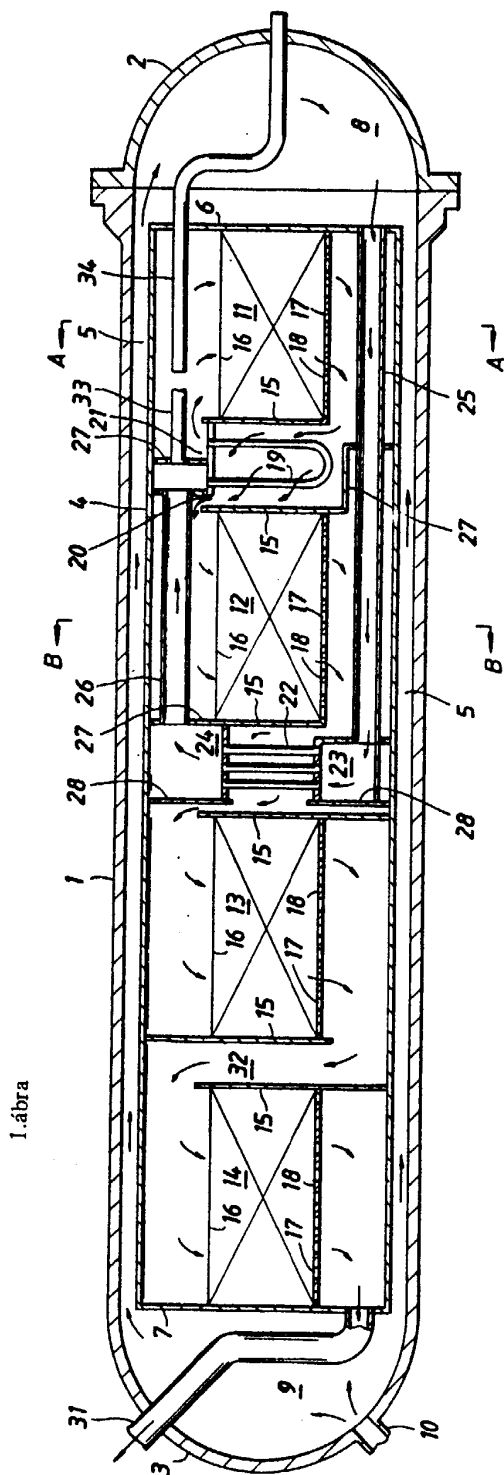
- a) az első és a második katalizátor-ág (11, 12) között függőleges helyzetben, felfelé néző bemenettel és kimenettel U-csöves első hőcserélő (19) van elrendezve;
- b) a második és a harmadik katalizátor-ág (12, 13) között függőleges helyzetű csövekkel rendelkező csöves második hőcserélő (22) van elrendezve.
- c) a hengeres belső köpeny (4) belsejében, annak alsó részén, az első és a második katalizátor-ág (11, 12) alatt első hosszirányú gázvezeték (25) van elrendezve, amely a gázbevezető nyílással (10) ellentétes oldali telített gázteret (8) a második hőcserélő (22) bementével (230) köti össze;
- d) a hengeres belső köpeny (4) belsejében, annak felső részén, a második katalizátor-ág (12) felett második hosszirányú gázvezeték (26) van elrendezve, amely a második hőcserélő (22) kimenetét (24) az első hőcserélő (19) bemenetével (20) köti össze.
- e) az első hőcserélő (19) kimenetétől (21) az első katalizátor-ágon (11) keresztül lefelé, az első hőcserélő (19) környezetében a második katalizátor-ág (12) fölé, a második katalizátor-ágon (12) keresztül le-

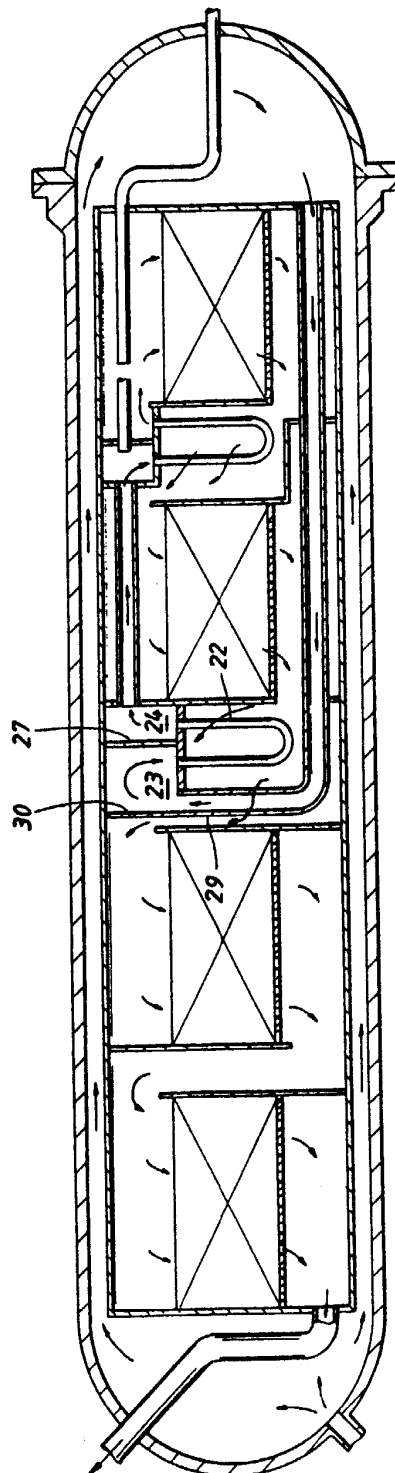
felé, a második hőcserélő (22) környezetében a harmadik katalizátor-ág (13) fölé, és a harmadik katalizátor-ágon (13) keresztül lefelé vezető kialakítású gázterelőelemei (27) vannak;

- 5 f) a harmadik katalizátor-ág (13) alsó kivezetőrésztől (17) az ammóniaszintézis-konverter gázkivezető eszközének bemenetéhez vezető kialakítású gázterelő eleme van.

2. Az 1. igénypont szerinti vízszintes ammóniaszintézis-konverter, *azzal jellemezve*, hogy a harmadik katalizátor-ág (13) alsó kivezetőrésze (17) és az ammóniaszintézis-konverter gázkivezető eszköze közé egy további, transzverzális áramlási rendszerű katalizátor-ág (14) van beiktatva, amely a hengeres belső köpeny (4) belsejében, a gázbevezető nyílás (10) felőli lezárás (7) és a harmadik katalizátor-ág (13) között van elrendezve.

3. Az 1. vagy 2. igénypont szerinti vízszintes ammóniaszintézis-konverter, *azzal jellemezve*, hogy a második hőcserélőnek (22) egyenes csövekből álló függőleges csőkötege van.





2. ábra