(19)

SUOMI - FINLAND
(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN
FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) **FI 923626 A7**

(12) **JULKISEKSI TULLUT PATENTTIHAKEMUS**
PATENTANSÖKAN SOM BLIVIT OFFENTLIG
PATENT APPLICATION MADE AVAILABLE TO THE PUBLIC

(21) Patenttihakemus - Patentansökan - Patent application 923626

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation - International patent classification
C10G 70/04
C10G 11/18

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date **13.08.1992**

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date **13.08.1992**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public **10.03.1993**

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date **13.06.2019**

(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet - Priority

09.09.1991 US 756479

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 • **Stone & Webster Engineering Corporation,** 245 Summer Street Boston, Mass., USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 • **Ross, Joseph L.,** USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)
2 • **Schaub, Charles,** USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Kolster Oy Ab, Salmisaarenaukio 1, 00180 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning - Title of the invention

Menetelmä ja laitteisto leijukrakkauskatalyyttien erottamiseksi hiilivetyhöyrystä

Förfarande och anordning för separering av fluidiserade krackningskatalyter från kolväteånga

Menetelmä ja laitteisto leijukrakkauskatalyyttien erottamiseksi hiilivetyhöyrystä

Keksinnön alue

Tämä keksintö koskee menetelmää leijukrakkauskatalyyttien erottamiseksi krakatuista hiilivetyhöyryistä. Keksintö tuottaa myös laitteiston leijukrakkauskatalyyttien erottamiseksi nopeasti ja tehokkaasti krakatuista hiilivetyhöyryistä katalyyttisen krakkerinostoreaktorin loppupäässä.

Keksinnön tausta

Alunperin hiilivetyjen krakkaus suoritettiin pyrolyyttisesti käyttäen Dubbsin lämpökrakkausyksiköitä, jotka ovat samanlaisia kuin visbreakerit. Kun luonnossa esiintyvien happamien piidioksidi-alumiinioksidisavien havaittiin olevan tehokkaita krakkauskatalyyttejä, otettiin käyttöön leijupetiprosessi joka paransi krakkauksen selektiivisyyttä tuottaen vähemmän kaasuja ja enemmän bensiiniä ja tisleitä verrattuna lämpökrakkaukseen. Näissä leijupetikrakkereissa tapahtui pitkän viipymäajan krakkautumista alueella 10 - 30 sekuntia ja tuotteen sekoittuminen takaisinpäin oli huomattavaa leijupetireaktorissa. Koska käytössä ei ollut keinoa erottaa katalyyttiä hiilivetyhöyryistä, toimi koko reaktoriastia reaktiotilana, eikä ainoastaan tiivis leijupeti. Hiilivetytuote ja krakkauskatalyytti kulkeutuivat yhdessä reaktorin sykloneihin siten kasvattaen huomattavasti krakkauksen kokonaisviipymäaikaa.

Kun kehitettiin uusi erittäin aktiivinen zeoliittikatalyytti, oli viipymäaikaa lyhennettävä merkittävästi jotta vältyttäisiin erittäin aktiivisen katalyytin aiheuttamalta ylikrakkautumiselta. Petikrakkerit muutettiin nostokuljetusreaktoreiksi, joissa oli pieni peti nostajan päässä. Kun katalyytit kehittyivät, reaktorin tiivis petikomponentti eliminoitiin mikä johti kaiken nousevan kompo-

nentin krakkautumiseen viipymäajalla noin 1 - 5 sekuntia. Nostokrakkaus johti paljon selektiivisempiin krakkaustuotteisiin (vähemmän kaasua, enemmän bensiiniä) mikä johtui takaisinsekoittumisen vähenemisestä ja tuotteen hajoamisen ylikrakkautumisen kautta vähenemisestä.

Uusien katalyyttien ja uusien krakkausmenetelmien, joissa näitä katalyyttejä hyödynnettiin, myötä muodostui tarve erottaa erittäin reaktiiviset krakkauskatalyytit nopeasti krakatusta hiilivetyhöyrystä jotta nostokrakkerin tuotteet pysyisivät haluttuina ja vältyttäisiin jatkoreaktioilta ei-toivotuiksi sivutuotteiksi virran poistuttua reaktorista. Sen lisäksi, että tarvittiin nopea krakkauskatalyyttien ja krakatun hiilivetytuotteen erotus, oli tarpeen löytää keino kerätä ja kierrättää krakkauskatalyytti, jotta varmistettaisiin koko katalyyttisen krakkausvaiheen tehokkain mahdollinen käyttö. Aktiivisemmilla katalyyteillä huomio kohdistui enemmän reaktorin jälkeiseen krakkautumiseen laimeassa faasissa (katalyytillä, joka kulkeutuu kaasun mukana poistuen nostoreaktorista ja etenee reaktioastian sykloneihin). Aluksi keskityttiin ainoastaan katalyyttiseen jälkikrakkautumiseen. Useita erilaisia menetelmiä kehitettiin katalyyttipartikkeleiden erottamiseen krakatusta kaasutuotteesta. Yleisin ja nyt jo perinteinen keino katalyytin ja kaasutuotteiden erottamiseksi on syklonierotus. On olemassa muitakin katalyyttisen nostoreaktorin erotusmenetelmiä, joissa käytetään hyväksi joko inertiavoimia tai keskipakovoimia.

On kehitetty esimerkiksi laitteita jotka erottavat krakkauskatalyytit ja höyrytuotteet karkeasti käyttäen putkesta tehtyä T-järjestelyä muuttamaan nostoreaktorista tulevan katalyytti-kaasuseoksen suuntaa 180° ja siten saaden aikaan karkean erottumisen joka perustuu inertiavoimiin.

Toiset muunnelmat inertiaerotuksesta käyttävät hyväksi vaakasuoraa poikkeutuslevyä nostoreaktorin päässä T-

järjestelyn sijasta muuttamaan syöttöseoksen suuntaa 180° ja saavat siten aikaan erotuksen. Kuvaavia menetelmiä ja laitteistoja esittävät Van Dommelen, US-patentti 2 947 577, Strickland et al., US-patentti 3 957 443, sekä Pfeiffer et al., US-patentti 4 756 886.

Hutchings, US-patentti 3 247 651, kuvaa inertiatyyppistä erotinta joka käsittää mutkan nostoreaktorin päässä syöttöseoksen suunnan muuttamiseksi 90°:ksi 180°:n sijasta. Tämä suunnan muutos johtaa huonoon erotukseen jolloin noin 60 % krakkauskatalyytistä putoaa takaisin nostoreaktoriin.

Inertiatyyppiset erottimet antavat höyrymäisen tuotteen pysyä kosketuksessa osan krakkauskatalyytistä kanssa erotuksen jälkeen, mikä siten johtaa ei-toivottuihin sivureaktioihin ja -tuotteisiin.

Aikaisemmat erotinratkaisut, kuten Jewellin, US-patentti 2 439 811, esittävät erotusmenetelmän joka perustuu keskipakovoimaan inertiatyyppisen erotuksen sijasta. Olennaisesti keskipakoerottimet käyttävät puolipyöreää poikkeutuslaitetta nostoreaktorin huipulla muuttamassa syöttöseoksen suuntaa 180° ja antamassa syöttöseokselle keskipakovoiman joka aiheuttaa höyrytuotteen ja krakkauskatalyytin erottumisen. Sitten erotettu katalyytti saostetaan erotusatian pohjalle ja höyrytuote poistetaan erotusastiasta.

Toisen tyyppisen keskipakoerottimen esittävät Ross et al., US-patentti 2 878 891 ja McKinney et al., US-patentti 4 061 502. Nämä erottimet käyttävät mutkalle taivutettua nostoreaktoriputkea keskipakovoiman aiheuttamiseen. Mutkalle taivutettu nostoreaktori aiheuttaa krakkauskatalyytin kulkemisen pitkin erottimen ulkoseinää kun taas höyrytuote pysyy lähempänä sisäseinää, josta se voidaan poistaa.

Vielä erään keskipakoerotintyypin esittelee Evans, US-patentit 2 901 420 ja 2 888 096. Niissä kuvatut erotti-

met ovat olennaiselta osin vaakasuoria keskipakoerottimia tai vaakasuoria syklonierottimia, joissa syöttöseos syötetään tangentiaalisesti vaakasuoraan sijoitettuun sylinteriin. Seos kulkee ympäri sylinterin seinämiä, jolloin keskipakovoimat vaikuttavat siihen aiheuttaen krakkauskatalyyttien ja höyryjen erottumisen. Höyryt poistetaan aksiaalisesti syklonisylinterin keskelle asennetun putken kautta, kun taas krakkauskatalyytit poistetaan sylinterin pohjassa olevan aukon kautta.

Vaikka keskipakoerottimet, jotka ovat olleet käytössä jonkin aikaa, saavatkin aikaan tehokkaan erotuksen; toisinaan erotuskyky on alueella 90 - 99 % , ei erottuminen ole nopeaa. Sen vuoksi höyry pysyy kosketuksessa huomattavan osan krakkauskatalyytistä kanssa erotusprosessin aikana siten saaden aikaan ei-toivottuja sivureaktioita ja -tuotteita.

Myös näiden erottimien keräystehokkuudet heikkenevät huomattavasti prosessiolosuhteiden vaihdellessa tai häiriöiden tapahtuessa.

Sen lisäksi, että höyrytuote pysyy kosketuksessa katalyytin kanssa erotuksen aikana aiheuttaen ei-toivottuja sivureaktioita ja -tuotteita, tapahtuu lisää sivureaktioita ja muodostuu sivutuotteita erotetun höyrytuotteen lämpökrakkautumisessa, joka johtuu kontrolloimattomasta nostoreaktorin jälkeisestä viipymäajasta. Nostoreaktorin jälkeinen viipymäaika on määritelty ajaksi, joka jonka krakattu hiilivetytuote pysyy erottimessa sen jälkeen kun se on poistunut nostoreaktorista. Normaali krakkauslämpötila 510 - 527 °C aiheuttaa huomattavan määrän lämpökrakkautumista mikäli nostoreaktorin jälkeinen viipymäaika ei ole kontrolloitu. Tämä nostoreaktorin jälkeinen lämpökrakkautuminen tulee tärkeämmäksi ongelmaksi korkeaoktaanisten bensiinien ja alkylointiolefiinien, joita tuotetaan tavallista korkeammassa nostoreaktorin lämpötilassa, kysynnän kasvaessa.

Yhteenveto keksinnöstä

Edellä olevan huomioiden tämän keksinnön kohde on saada aikaan menetelmä jolla minimoidaan nostoreaktorin jälkeinen hiilivetyhöyrytuotteen katalyyttinen krakkautuminen.

Toinen tämän keksinnön kohde on saada aikaan menetelmä jolla minimoidaan nostoreaktorin jälkeinen hiilivetyhöyrytuotteen terminen krakkautuminen.

Eräs tämän keksinnön kohde on saada aikaan laitteisto jolla minimoidaan nostoreaktorin jälkeinen hiilivetyhöyrytuotteen katalyyttinen krakkautuminen.

Vielä eräs tämän keksinnön kohde on saada aikaan laitteisto jolla minimoidaan nostoreaktorin jälkeinen hiilivetyhöyrytuotteen terminen krakkautuminen.

Tämän patentin hakijat ovat havainneet, että käyttämällä inertiatyyppistä erotinta nostoreaktorin loppupäässä yhdessä vaakasuoraan asennetun kaasunpoistokanavan kanssa, joka suuntautuu ylöspäin ja nostoreaktoria kohti tai ylöspäin ja poispäin nostoreaktorista, saadaan aikaan nopea ja tehokas hiilivetyhöyrytuotteen erottuminen katalyyteistä ja vähennetään höyrytuotteen nostoreaktorin jälkeistä viipymäaikaa minimoiden reaktorin jälkeinen terminen krakkautuminen.

Lyhyt kuvaus piirroksista

Kuvio 1 on poikkileikkauskuva tämän keksinnön mukaisesta erotuslaitteistosta esitettynä nostoreaktoriastiassa;

Kuvio 2 on poikkileikkauskuva tämän keksinnön mukaisesta erotuslaitteistosta;

Kuvio 3 on tasoleikkauskuva kuvioiden 1 ja 2 mukaisesta erotuslaitteistosta otettuna pitkin kuvion 2 linjaa 3 - 3;

Kuvio 4 on poikkileikkauskuva toisesta tämän keksinnön mukaisen erotuslaitteiston suoritusmuodosta esitettynä nostoreaktoriastiassa; ja

Kuvio 5 on poikkileikkauskuva toisesta tämän keksinnön mukaisen erotuslaitteiston suoritusmuodosta.

Keksinnön yksityiskohtainen kuvaus

Kuviot 1 ja 2 esittävät poikkileikkausnäkymää tämän keksinnön mukaisen erottimen 10 edullisesta suoritusmuodosta. Tässä edullisessa suoritusmuodossa erotin 10 on sijoitettu katalyyttisen nostokrakkausreaktorin 1 loppupäähän. Erotin 10 käsittää erottimen kotelon 3, poikkeutuslaitteen 4, kaksi yhdensuuntaista kaasun ulostulotietä 7, kaksi alaspäin osoittavaa kiintoaineen ulostulotietä 5 ja keskelle sijoitetun krakatun kaasu-kiintoaineseoksen sisääntulotien 2.

Keskelle sijoitettu krakatun kaasu-kiinteäseoksen sisääntulotie 2 on sijoitettu erottimen 10 pohjaan 16, suoraan katalyyttisen nostokrakkerireaktorin 1 loppupään yläpuolelle.

Poikkeutuslaite 4 on kiilan muotoinen ja sen sivuseinämien 13 muoto on kovera. Poikkeutuslaitteen 4 kanta 14 on kiinnitetty erottimen kotelon 3 sisäpintaan 11. Poikkeutuslaitteen 4 kärki 15 on sijoitettu suoraan keskelle sijoitetun krakatun kaasu-kiintoaineseoksen sisääntulotien 2 keskikohdan yläpuolelle.

Poikkeutuslaite 4 jakaa erottimen 10 kahteen erilliseen puolipyöreään erotusalueeseen 6. Puolipyöreät erotusalueet 6 rajoittuvat poikkeutuslaitteen 4 koveriin sivuseinämiin 13 ja erottimen kotelon 3 koveriin seinämiin 11.

Molemmat puolipyöreät erotusalueet 6 sisältävät kaasun ulostulotien 7. Kumpikin kaasun ulostulotie 7 on vaakasuoraan asennettu ja kulkee erottimen 10 pohjan 16 suuntaisesti ja erottimen kotelon 3 koveran sisäpinnan 11 suuntaisesti. Molemmissa kaasun ulostuloteissä 7 on myös vaakasuoraan suunnattu kaasuaukko 8, joka voi olla sijoitettuna mihin tahansa asentoon kaasun ulostulotien 7 ympärillä. Edullisessa suoritusmuodossa vaakasuoraan suunnattu

kaasuaukko 8 on koko kaasun ulostulotien 7 pituinen ja on asetettu siten, että se on sisäänpäin suunnattu nostoreaktorin 1 suhteen, kohti poikkeutuslaitetta 4. Kaasuaukon 8 alempi reuna 22 on kulmassa α kaasun ulostuloputken 7 pystysuoraan keskiviivaan 24 nähden, ja ylempi reuna 20 on kulmassa θ pystysuoraan keskiviivaan 24 nähden. Kulma α voi vaihdella välillä 30° - 135° edullisen alueen ollessa välillä 30° - 90° ja kulma θ voi vaihdella välillä -30° - 75° edullisen alueen ollessa välillä 0° - 30°.

Erottimen erityisessä suoritusmuodossa kaasuaukko 8 on asetettu kohti nostoreaktoria 1 ja suunnattu ylöspäin. Kulma α on noin 90° pystysuoraan keskiviivaan 24 nähden ja kulma θ on noin 30° pystysuoraan keskiviivaan 24 nähden.

Toisessa versiossa edullisesta suoritusmuodosta vaakasuoraan asetettu kaasuaukko 8 on koko kaasun ulostulotien 7 pituinen ja on suunnattu ulospäin nostoreaktoriin 1 nähden, kohti erottimen 10 koveraa pintaa 11, kuten nähdään kuviosta 5. Kaasuaukon 8 alempi reuna 22 on kulmassa α kaasun ulostuloputken 7 pystysuoraan keskiviivaan 24 nähden ja ylempi reuna 20 on kulmassa θ pystysuoraan keskiviivaan 24 nähden. Kulma α voi olla alueella 30° - 135° edullisen alueen ollessa 30° - 90° ja kulma θ voi olla alueella -30° - 75° edullisen alueen ollessa 0° - 30°.

Erottimen toisessa erityisessä suoritusmuodossa kaasuaukko 8 on käännetty poispäin nostoreaktorista 1 ja suunnattu ylöspäin. Kulma α on noin 90° pystysuoraan keskiviivaan 24 nähden ja kulma θ on noin 30° pystysuoraan keskiviivaan 24 nähden.

Kumpikin puolipyöreä erotusalue 6 sisältää myös alaspäin virtaavan kiintoaineen ulostulotien 5. Alaspäin virtaavat kiintoaineen ulostulotiet 5 ovat yhdensuuntaisia keskenään ja samansuuntaisia katalyyttisen nostokrakkausreaktorin 1 kanssa erottimen sisäänmenokohdan 2 kohdalla. Eräässä suoritusmuodossa alaspäin virtaavat kiintoaineen ulostulotiet pysyvät samansuuntaisina toistensa kanssa ja

päättyvät katalyytti/kiintoainepedin 18 yläpuolella tai sisällä, kuten kuviossa 1 on esitetty. Toisessa suoritusmuodossa alaspäin virtaavat kiintoaineen ulostulotiet tekevät mutkan ennen päättymistään katalyytti/kiintoainepedin 18 yläpuolella tai sisällä, kuten kuviossa 4 on esitetty. Molempien alaspäin virtaavien kiintoaineen ulostuloteiden 5 ulkoseinämät 9 ovat jatkuvia erottimen kotelon 3 sisemmän koveran seinämän 11 kanssa.

Aukot 17 jotka on sijoitettu erottimen 10 pohjaan 16, yhdistävät alaspäin virtaavat kiintoaineen ulostulotiet 5 puolipyöreisiin erotusalueisiin 6.

Kuvio 3 on tasoleikkauskuva kuvioiden 1 ja 2 erotuslaitteesta otettuna pitkin kuvioiden 2 linjaa 3 - 3. Siinä on kuvattu keskelle sijoitettu krakatun kaasu-kiintoaineseoksen sisääntulotie 2 erottimen 10 pohjassa 16 sekä aukko 17 joka yhdistää erottimen 10 alaspäin virtaaviin kiintoaineen ulostuloteihin 5. Kaasun ulostulotiet 7 joissa on vaakasuoraan sijoitetut kaasuaukot 8 on myös esitetty yhdessä erottimen 10 päätyseinien 21 sekä osan erottimen kotelon 3 sisempää koveraa seinämää 11 kanssa.

Parannettu menetelmä krakkauskatalyyttikiintoaineen erottamiseksi nopeasti hiilivetyhöyrytuotteesta ja nostoreaktorin jälkeen tapahtuvan lämpökrakkautumisen vähentämiseksi käyttää hyväksi edellä kuvattua laitteistoa. Prosessi etenee syötettäessä krakkauskatalyytin ja hiilivetyhöyrytuotteen seosta erottimeen 10, jossa seos poikkeutuu toiseen kahdesta erotusalueesta 6, mikä aiheuttaa kiintoaineen erottumisen höyrytuotteesta. Höyrymäiset tuotteet kerätään ja poistetaan erottimesta 10 kaasun ulostuloteiden 7 avulla.

Viitaten kuvioihin 1 ja 2, kaasu-kiintoaineseos, jonka pitoisuus on yleensä 16 - 32 kg kiintoainetta kaasukuutiometriä kohti ja lämpötila 520 ± 30 °C, poistuu katalyyttisen nostokrakkausreaktorin 1 loppupäästä ja saapuu erottimeen 10 sen keskelle sijoitetun krakatun kaasu-kiin-

toaineseoksen sisääntulotien 2 kautta. Seoksen nopeus sen poistuessa nostoreaktorista 1 ja saapuessa erottimeen 10 on välillä 9 - 24 m/s.

Saavuttuaan erottimeen 10 kaasu-kiintoaineseos kohtaa poikkeutuslaitteen 4, joka kääntää kaasu-kiintoaineseoksen jompaan kumpaan kahdesta puolipyöreästä erotusalueesta 6. Sitten käännetty kaasu-kiintoaineseos kulkee pitkin poikkeutuslaitteen 4 koveria seinämiä 13 ja jatkaa pitkin erottimen kotelon 3 sisempää koveraa pintaa 11. Poikkeutuslaitteen 4 koverat seinämät 13 ja erottimen kotelon 3 kovera sisäpinta 11 muodostavat puolipyöreiden erotusalueiden 6 puolipyöreät seinämät.

Kun käännetty kaasu-kiintoaineseos kulkee pitkin puolipyöreiden erotusalueiden 6 seinämiä, vaikuttaa keskipakovoima käännettyyn kaasu-kiintoaineseokseen aiheuttaen sen erottumisen krakkauskatalyyttikiintoaineeseen ja hiilivetyhöyrytuotteeseen.

Krakkauskatalyytti jatkaa puolipyöreää rataansa puolipyöreällä erotusalueella 6 kunnes se saavuttaa alaspäin virtaavan kiintoaineen ulosmenotien 5. Jauhemainen krakkauskatalyyttikiintoaine poistuu erottimesta 10 läpi aukkojen 17 ja saapuu alaspäin virtaaviin kiintoaineen ulosmenoteihin 5, jotka ohjaavat krakkauskatalyytit keräysalueeseen ja sitten putken 25 läpi kierrätykseen tai regenerointiin, kuten nähdään kuviosta 1.

Erotettu höyrytuote poistetaan puolipyöreästä erotusalueesta 6 kaasun ulosmenoteissä 7 olevien vaakasuoraan suunnattujen kaasuaukkojen 8 kautta. Edullisessa suoritusmuodossa vaakasuoraan suunnattu kaasuaukko 8 on sijoitettu vastapäätä poikkeutuslaitteen 4 koveraa seinämää 13 jotta erotettu höyrytuote saadaan nopeasti poistettua kontaktista erotettavan krakkauskatalyytin kanssa, mikä lyhentää nostoreaktorin jälkeistä viipymäaikaa siten vähentäen reaktorin jälkeen tapahtuvaa termistä krakkautumista.

Sitten höyrytuote viedään läpi prosessikaasuputkesta 12, joka näkyy kuviossa 3, edelleen prosessoitavaksi, kuten syklonierottimeen joka nähdään kuviossa 1 ja/tai jäähdytysvaiheeseen, riippuen krakkausprosessin erityisistä toimintaparametreistä.

Katalyytin ja höyrytuotteen erottumisen tehokkuus tällä laitteistolla ja menetelmällä on 95 - 99 % kokonaisviipymäajan erottimen ollessa välillä 0,1 - 0,2 sekuntia.

Tätä keksintöä kuvataan edelleen seuraavien ennustavien esimerkkien avulla, joissa esimerkeissä käytettiin 1:10-mittakaavan mallia tämän keksinnön mukaisesta edullisesta suoritusmuodosta. Erottimen mitat ovat seuraavat:

Kaasu-kiintoainesisääntulon 2 halkaisija 10 cm;

Nostoreaktorin 1 halkaisija 10 cm;

Alaspäin virtaavan kiintoaineen ulosmenotien 5 halkaisija 7,5 cm;

Puolipyöreän erotusalueen 6 säde 8,125 cm;

Kaasun ulosvirtausputken 7 halkaisija 7,5 cm;

Etäisyys kaasu-kiintoainesisääntulon 2 keskipisteestä alaspäin virtaavan kiintoaineen ulosmenotien 5 ulkoseinämään 20 cm;

Vaakasuora aukko 8 kaasun ulosvirtausputkessa 7 3,9 cm;

Poikkeutuslaitteen 4 korkeus 9,4 cm;

Etäisyys poikkeutuslaitteen 4 keskikohdasta kaasun ulosvirtausputken 7 keskikohtaan 11,25 cm; ja

Etäisyys kaasu-kiintoainesisääntulosta 2 poikkeutuslaitteen 4 kärkeen 15 2,2 cm.

Erotuslaitteen tehokkuus määritettiin käyttämällä katalyyttikiintoainetta ja ilmaa ja kääntelemällä kaasun ulostulotien aukkoa eri asentoihin.

Asennossa A kaasun ulostulotien 7 vaakasuoran aukon 8 alareuna 22 oli sijoitettu 90° alaspäin kaasun ulostulotien 7 pystysuorasta keskiviivasta 24, ja sen suunta oli kohti nostoreaktoria. Aukko 8 oli kooltaan 3,9 cm alareu-

nasta 22 yläreunaan 20. Kiintoainemäärän ollessa 3,2 - 22,4 kg ilmakuutiometriä kohti ja nostoreaktorin ulostulonopeuden 6 m/s, erottimen tehokkuus oli välillä 96 - 98 %; nopeudella 8,7 m/s tehokkuus oli välillä 95 - 99 %; nopeudella 11,1 m/s tehokkuus oli 95 - 98 % ja nopeudella 13,5 m/s tehokkuus oli välillä 97 - 99 %.

Asennossa B kaasun ulostulotien 7 vaakasuoran aukon 8 keskikohta oli 180° alaspäin kaasun ulostulotien pystysuorasta keskiviivasta 24. Vaakasuoran aukon 8 koko oli reunasta reunaan 3,9 cm. Kiintoainemäärän ollessa välillä 3,92 - 4,4 kg ilmakuutiometriä kohti ja nostoreaktorin ulostulonopeuden 11,1 m/s, erottimen tehokkuus oli välillä 94 - 97 %.

Asennossa C kaasun ulostulotien 7 vaakasuoran aukon 8 alareuna 22 oli sijoitettu 90° alaspäin kaasun ulostulotien 7 pystysuorasta keskiviivasta 24, ja sen suunta oli poispäin nostoreaktorista. Aukko 8 oli kooltaan 3,9 cm alareunasta 22 yläreunaan 20. Kiintoainemäärän ollessa 1,6 - 8,8 kg ilmakuutiometriä kohti ja nostoreaktorin ulostulonopeuden 6 m/s, erottimen tehokkuus oli välillä 92 - 97 %; nopeudella 8,7 m/s tehokkuus oli välillä 95 - 98 %; nopeudella 11,1 m/s tehokkuus oli 97 - 100 % ja nopeudella 13,5 m/s tehokkuus oli välillä 95 - 98 %.

Tehokkaimmat asennot kaasun ulostulotien aukolla olivat asento A ja asento C. Esimerkit osoittavat myös, että kiintoainepitoisuuden ja ulostulonopeuden kasvaessa erottimen tehokkuus lisääntyy.

Edellä olevan kuvauksen perusteella käy alan tuntijalle ilmeiseksi monia tämän keksinnön muunnoksia. Kaikki tällaiset ilmeiset muunnokset kuuluvat näiden patenttivaatimusten tarkoittamaan suojapiiriin.

Patenttivaatimukset:

1. Laitteisto kaasu-kiintoainesekafaasivirran erottamiseksi käsittäen erottimen kotelon (3) ja kiintoaineen ulostulotien (5), t u n n e t t u siitä, että mainittu laitteisto käsittää

- kaasu-kiintoaineen erottimen sisääntulotien (2),
- laitteen erottimen kotelon yläosassa kaasu-kiintoainesekafaasivirran (4) kääntämiseksi ja kiinto-aineen erottamiseksi kaasusta ja
- vaakasuoraan asetetun kaasun ulostulotien (7), joka on yhdensuuntainen kaasu-kiintoainesekafaasivirran (4) kääntölaitteen kanssa ulottuen läpi erottimen kotelon (3), ja jossa on vähintään yksi vaakasuoraan suuntautuva, ylöspäin kulkeva aukko (8) kaasun ulostulotien sivussa (7).

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että mainittu kaasu-kiintoaineen erottimen sisääntulotie (2) on suunnattu ylöspäin.

3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että ylöspäin suunnattu kaasu-kiintoaineen sisääntulotie (2) on sijoitettu keskelle erottimen koteloa (3).

4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että kääntölaite (4) on kiinnitetty erottimen kotelon yläpintaan suoraan keskelle sijoitetun kaasu-kiintoaineen sisääntulotien (2) yläpuolelle, ja että erottimen kotelossa (3) on kaksi puolipyöreää erotusaluetta (6).

5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että se sisältää molemmista puolipyöreistä erotusalueista (6) ulottuvan, alaspäin suunnatun kiintoaineen ulostulotien (5).

6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että alaspäin suunnatun kiintoaineen ulostulotien (5) ulompi seinä (9) on jatkuva maini-

tun puolisylinterimäisen erottimen kotelon (3) ulomman seinän (11) kanssa.

7. Patenttivaatimuksen 6 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että alaspäin suunnatut kiintoaineen ulostulotiet (5) kulkevat alaspäin ja keskenään yhdensuuntaisina kohti katalyyttikiintoaineen keräyspetiä (18).

8. Patenttivaatimuksen 6 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että alaspäin suunnatut kiintoaineen ulostulotiet (5) kulkevat alaspäin kohti katalyyttikiintoaineen keräyspetiä (18), ja muodostavat kulman toisiaan kohti.

9. Patenttivaatimuksen 6 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että molemmissa puolipyöreissä erotusalueissa (6) on vaakasuoraan asetettu kaasun ulostulotie (7).

10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että mainittu laitteisto käsittää vaakasuoran pohjan (16) erottimen kotelossa (3), ja että kaasun ulostulotie (7) on yhdensuuntainen puolipyöreän erotusalueen (6) kaarevan pinnan kanssa ja yhdensuuntainen vaakasuoran pohjan (16) kanssa.

11. Patenttivaatimusten 2 tai 10 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että vaakasuoraan asetettu aukko (8) kaasun ulostulotiessä (7) on suunnattu sisäänpäin kohti kääntölaitetta (4) aukon (8) alemman reunan ollessa kulmassa 30 - 135° kaasun ulostulotien (7) pystysuoraan keskiviivaan (24) nähden ja aukon (8) ylemmän reunan ollessa kulmassa -30 - 75° kaasun ulostulotien (7) pystysuoraan keskiviivaan (24) nähden.

12. Patenttivaatimuksen 11 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että aukon (8) alempi reuna on kulmassa 30 - 9° kaasun ulostulotien (7) pystysuoraan keskiviivaan (24) nähden ja aukon (8) ylempi reuna kulmassa 0 - 30° kaasun ulostulotien (7) pystysuoraan keskiviivaan (24) nähden.

13. Patenttivaatimuksen 12 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että aukon (8) alempi reuna on kulmassa noin 90° kaasun ulostulotien (7) pystysuoraan keskiviivaan (24) nähden, ja että aukon (8) ylempi reuna kulmassa noin 30° kaasun ulostulotien (7) pystysuoraan keskiviivaan (24) nähden.

14. Patenttivaatimusten 2 tai 10 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että vaakasuoraan asetettu aukko (8) kaasun ulostiessä (7) on suunnattu ulospäin poispäin kääntölaitteesta (4) aukon alemman reunan ollessa kulmassa 30 - 135° kaasun ulostulotien (7) pystysuoraan keskiviivaan (24) nähden, ja aukon (8) ylemmän reunan ollessa kulmassa -30 - 75° kaasun ulostulotien (7) pystysuoraan keskiviivaan (24) nähden.

15. Patenttivaatimuksen 14 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että aukon (8) alempi reuna on kulmassa 30 - 90° kaasun ulostulotien (7) pystysuoraan keskiviivaan (24) nähden, ja että aukon (8) ylempi reuna on kulmassa 0 - 30° kaasun ulostulotien (7) pystysuoraan keskiviivaan (24) nähden.

16. Menetelmä leijukrakkauskatalyyttikiintoaineen erottamiseksi hiilivetyhöyryistä, t u n n e t t u siitä, että se käsittää:

(a) leijukrakkauskatalyyttikiintoaineen ja hiilivetyhöyryjen seoksen syöttämisen nostoreaktorista erottimeen;

(b) seoksen kääntämisen erottimessa yhteen kahdesta puolipyöreästä erotusalueesta;

(c) leijukrakkauskatalyyttikiintoaineen erottamisen hiilivetyhöyrystä inertiaerotuksella kahdessa puolipyöreässä erotusalueessa;

(d) hiilivetyhöyrytuotteen poistamisen puolipyöreistä erotusalueista vaakasuoraan asetetun kaasun ulostulotien kautta kummassakin puolipyöreässä erotusalueessa; ja

(e) leijukrakkauskatalyytin poistamisen erottimesta.

17. Patenttivaatimuksen 16 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että vaakasuoraan asetetuissa kaasun ulostuloteissä on vaakasuoraan asetut aukot, jotka on suunnattu kohti nostoreaktoria aukon alareunan ollessa välillä 30 - 135° ulostulotien pystysuoraan keskiviivaan nähden ja aukon yläreunan ollessa kulmassa välillä -30 - 75° ulostulotien pystysuoraan keskiviivaan nähden.

18. Patenttivaatimuksen 17 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että aukon alareuna on kulmassa välillä 30 - 90° kaasun ulostulotien pystysuoraan keskiviivaan nähden ja aukon yläreuna on kulmassa välillä 0 - 30° kaasun ulostulotien pystysuoraan keskiviivaan nähden.

19. Patenttivaatimuksen 16 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että vaakasuoraan asetetut aukot kaasun ulostulotiessä on suunnattu poispäin nostoreaktorista aukon alemman reunan ollessa kulmassa välillä 30 - 135° kaasun ulostulotien pystysuoraan keskiviivaan nähden ja aukon yläreuna on kulmassa välillä -30 - 75° kaasun ulostulotien pystysuoraan keskiviivaan nähden.

20. Patenttivaatimuksen 19 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että aukon alareuna on kulmassa välillä 30 - 90° kaasun ulostulotien pystysuoraan keskiviivaan nähden ja aukon yläreuna on kulmassa välillä 0 - 30° kaasun ulostulotien pystysuoraan keskiviivaan nähden.

21. Patenttivaatimuksen 16 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että hiilivetyhöyryn viipymäaika erottimessa on noin 0,1 - noin 0,2 sekuntia.

22. Patenttivaatimuksen 16 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että erotusmenetelmän tehokkuus on noin 90 % - noin 99 %.

23. Patenttivaatimuksen 22 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että erotusmenetelmän tehokkuus on noin 95 % - 99 %.

FIG. 1

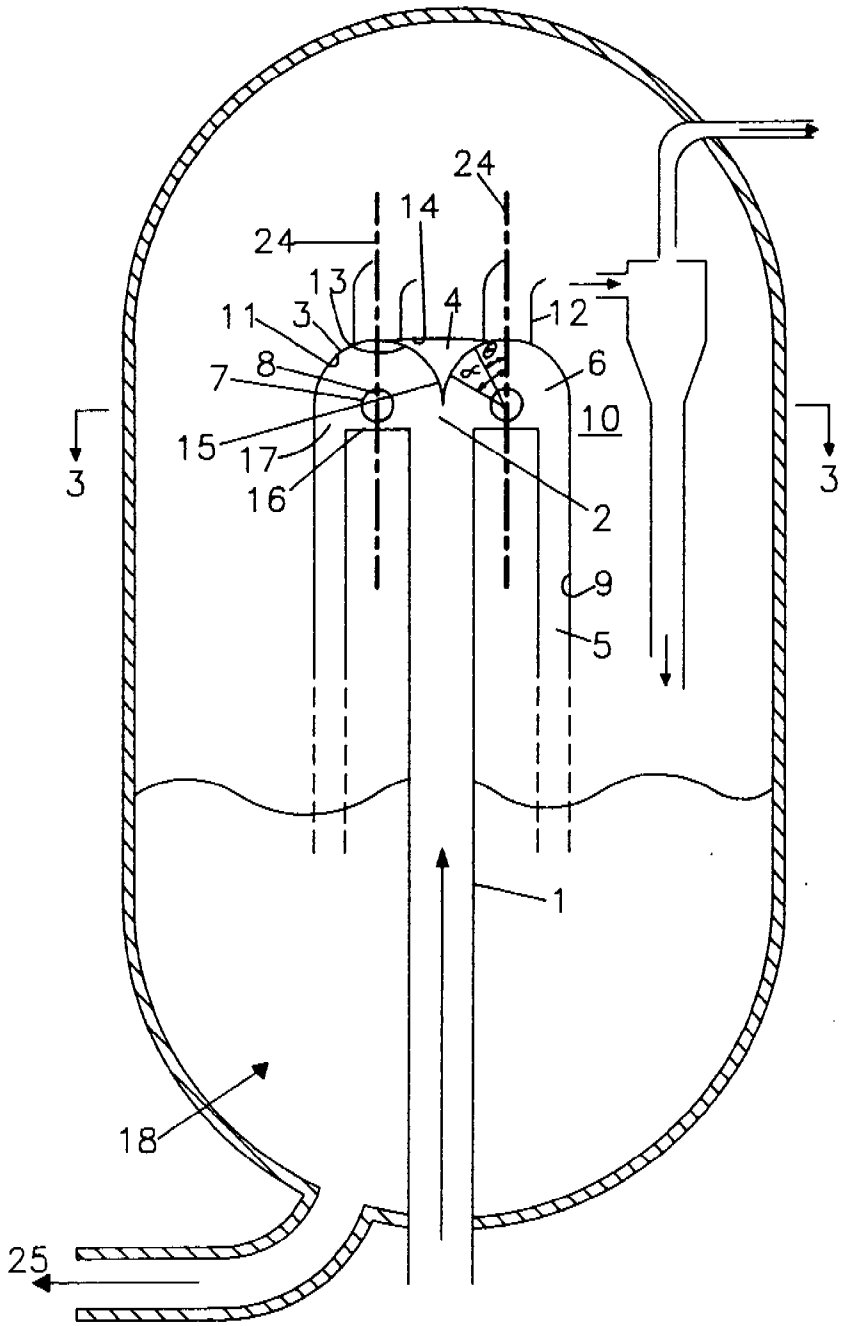


FIG. 2

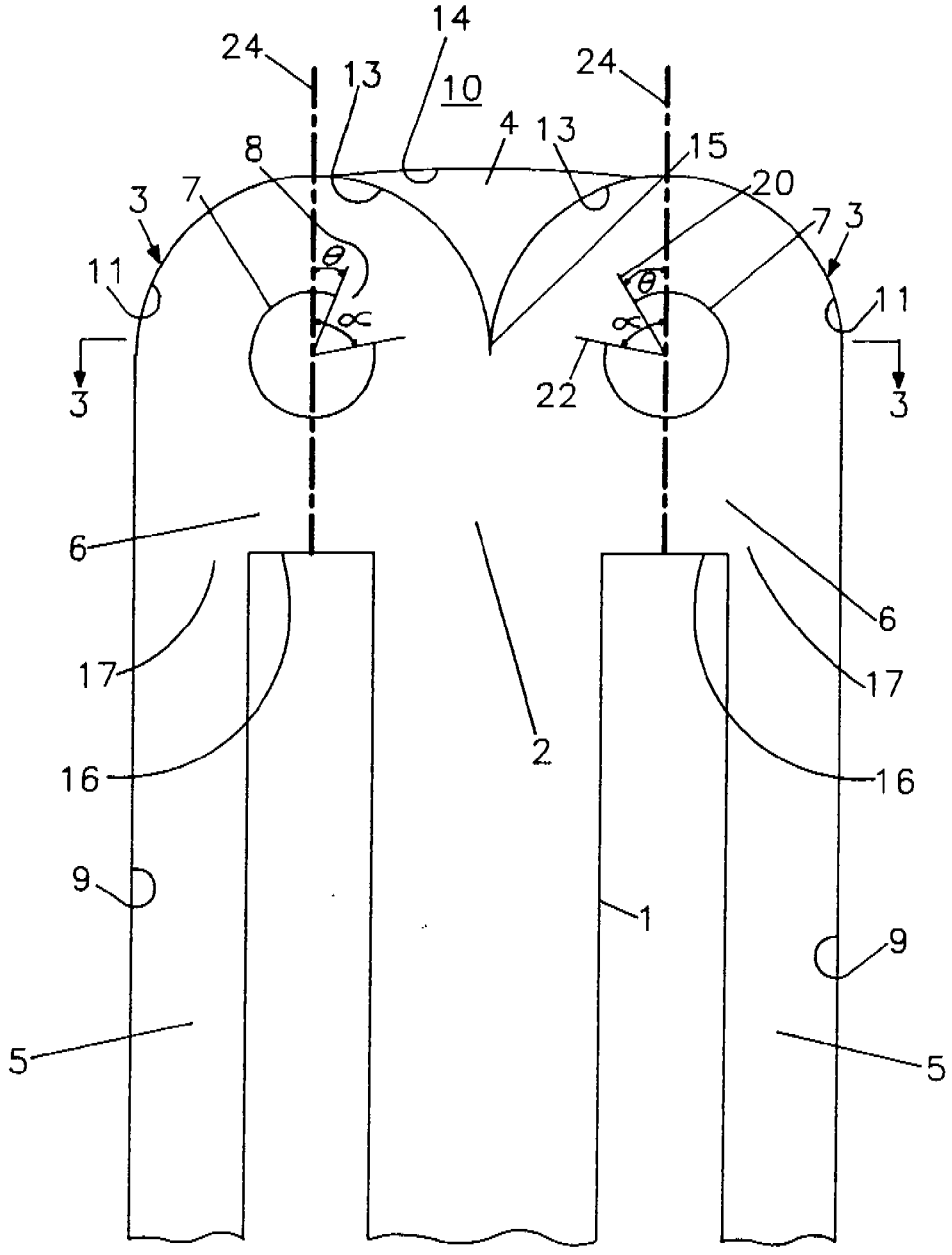


FIG. 3

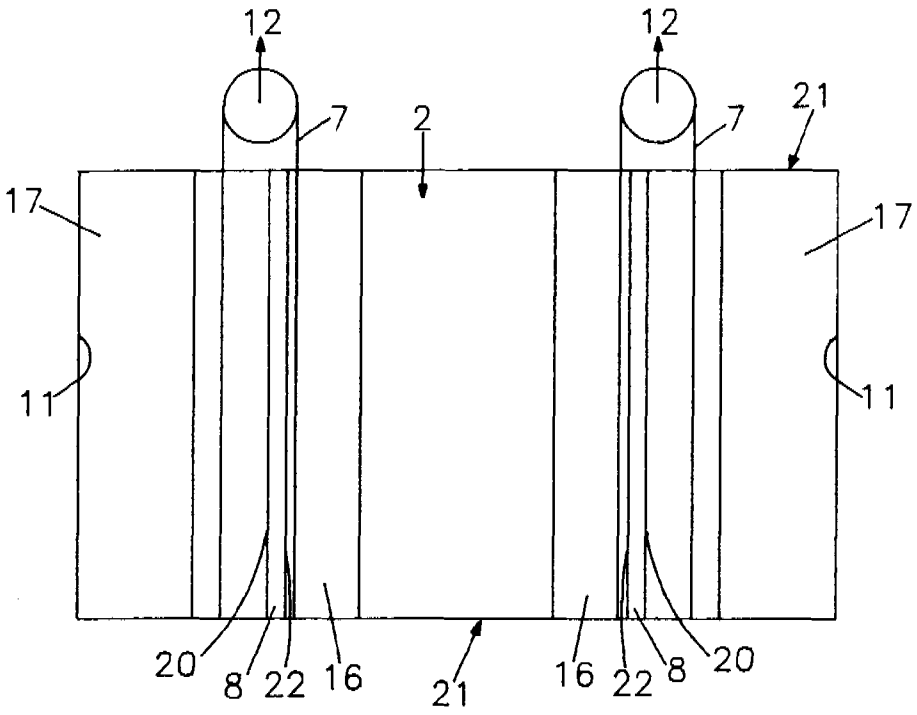


FIG. 4

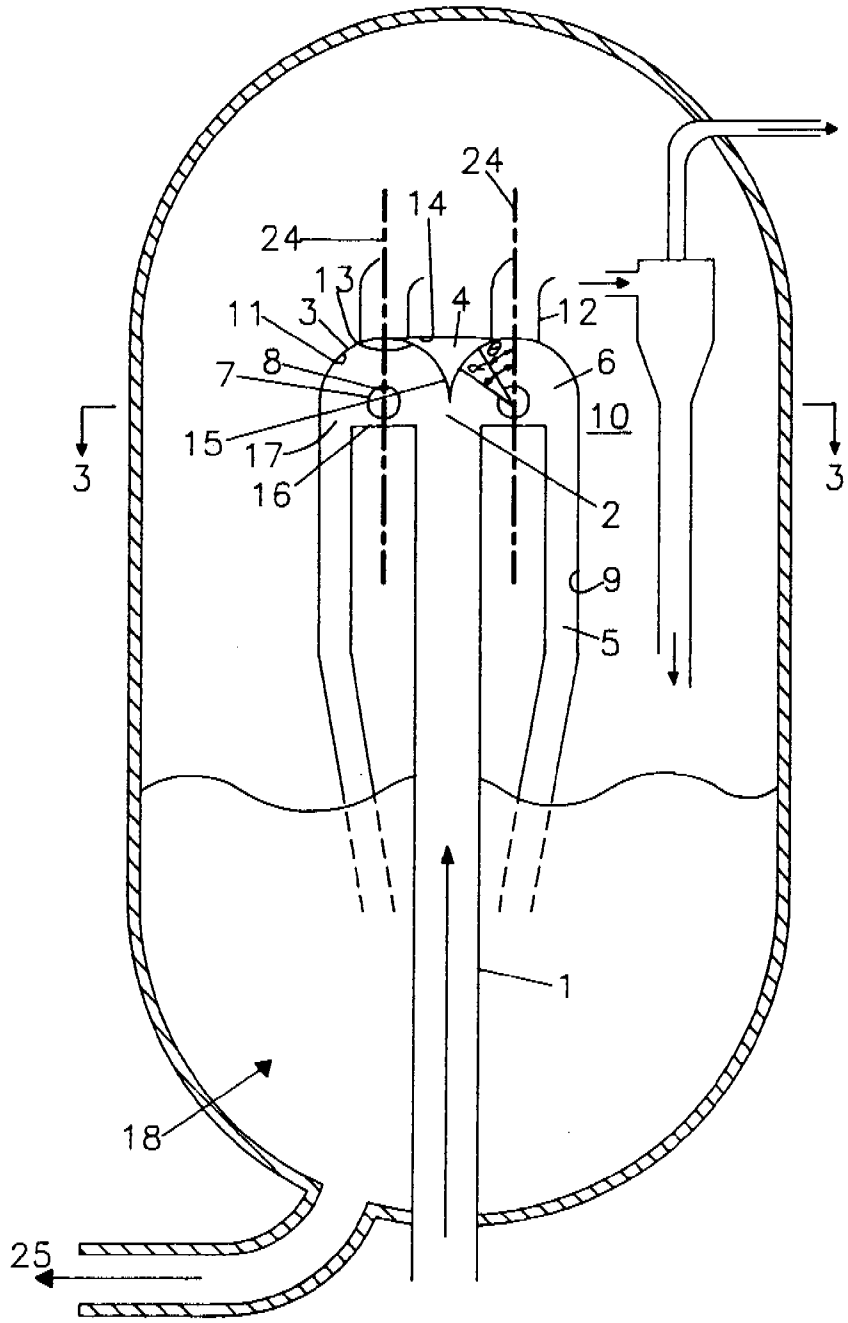
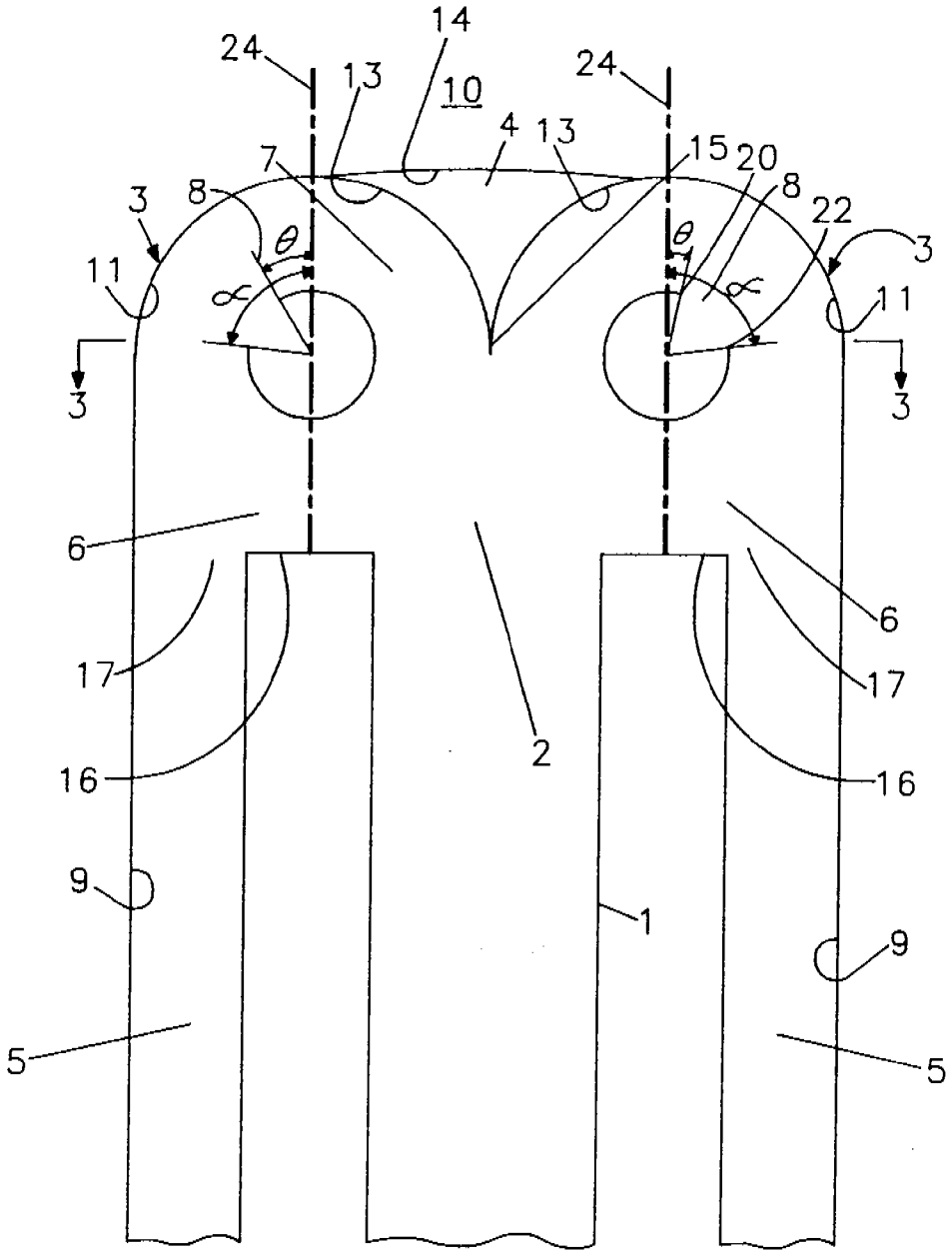


FIG. 5



PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS **TUTKIMUSRAPORTTI**

Patentti- ja innovaatiolinja

HAKEMUSNUMERO	LUOKITUS
923626	☐ jatkuu kääntöpuolella

TUTKITTU AINEISTO
Patenttivirastojen julkaisut FI, SE, NO, DK, DE, CH, EP, WO, GB, US: ☐ jatkuu kääntöpuolella
Muu aineisto ☐ jatkuu kääntöpuolella

VIITEJULKAISUT

Kategoria*)	Julkaisun tunnistetiedot	Koskee vaatimuksia

☐ jatkuu kääntöpuolella

*) X Patentoitavuuden kannalta merkittävä julkaisu yksinään tarkasteltuna
Y Patentoitavuuden kannalta merkittävä julkaisu, kun otetaan huomioon tämä ja yksi tai useampi samaan kategoriaan kuuluva julkaisu
A Yleistä tekniikan tasoa edustava julkaisu, ei kuitenkaan patentoitavuuden este

Päiväys	Tutkija
11.3.97	PRH