



[B] (11) KUULUTUSJULKAISU 72889  
UTLÄGGNINGSSKRIFT

C (45) Patentti myönnetty  
Patent meddelat 10 08 1987

(51) Kv.Ik./Int.Cl.<sup>4</sup> B 01 J 8/24, C 10 G 11/18

SUOMI—FINLAND

(FI)

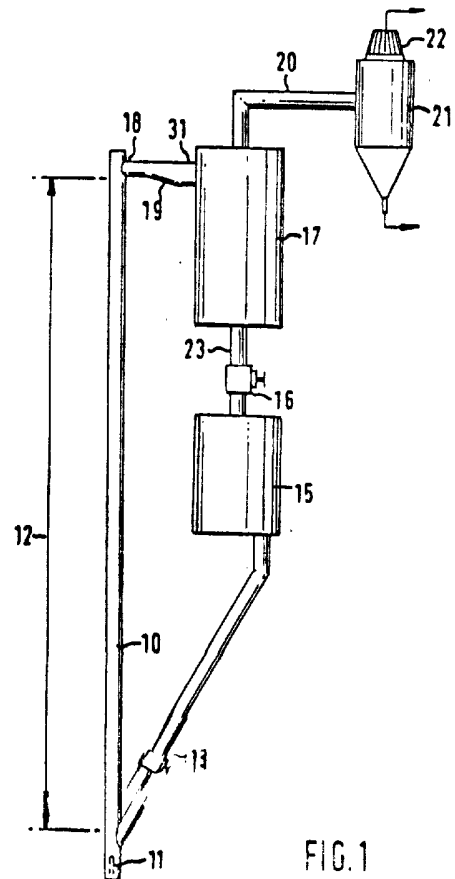
Patentti- ja rekisterihallitus  
Patent- och registerstyrelsen

(21) Patentihakemus — Patentansökning 834707  
(22) Hakemispäivä — Ansökningsdag 21.12.83  
(23) Alkupäivä — Giltighetsdag 21.12.83  
(41) Tullut julkiseksi — Blivit offentlig 24.06.84  
(44) Nähtäväsipanon ja kuul.julkaisun pvm. —  
Ansökan utlagd och utskriften publicerad 30.04.87  
(86) Kv. hakemus — Int. ansökan  
(32)(33)(31) Pyydetty etuoikeus — Begärd prioritet 23.12.82  
USA(US) 452599 Toteennäytetty-Styrkt

- (71) Shell Internationale Research Maatschappij B.V., Carel van Bylandtlaan 30, Haag, Hollanti-Holland(NL)
- (72) Wesley Alonzo Parker, Houston, Texas, Thomas Sean Dewitz, Houston, Texas, George Putnam Hinds, Jr., Houston, Texas, John Edward Gwyn, Katy, Texas, Ahmet Haluk Bilgic, Houston, Texas, Donald Ernest Hardesty, Brookshire, Texas, USA(US)
- (74) Oy Kolster Ab
- (54) Laite ja menetelmä katalyyttisen leijukerroskrakkauksen katalysaattoriosasten erottamiseksi kaasumaisista hiilivedyistä - Anordning och förfarande för avskiljning av katalysatorpartiklar för katalytisk flytbäddskrackning ur gasformiga kolväten

(57) Tiivistelmä

Keksintö koskee laitetta ja menetelmää katalysaattoriosasten erottamiseksi kaasumaisista hiilivedyistä leijukerroskrakkauksessa. Katalysaattori ja hiilivetykaasut erotetaan toisistaan syklonivyöhykkeessä, joka on liitetty krakkaustornin poistoaukoon. Pyörteen stabilointivälineet, jotka erottavat syklonivyöhykkeen strippausvyöhykkeestä, sallivat strippauskaasun siirtymisen strippausvyöhykkeestä ylöspäin syklonivyöhykkeeseen vastavirtaan katalysaattorin alaspäin suuntautuvaan virtaukseen nähden, jolloin parannetaan kaasumaisten hiilivetyjen erottamista ja puhdistamista erotetusta katalysaattorista. Yhdistetty sykloni/strippausvyöhyke lyhentää katalysaattorin ja hiilivedyn välistä kosketusaikaa, jolloin bensiinin saanto ja olefiinipitoisuus paranevat, kaasunmuodostus vähenee ja koksिमäärät vähenevät.



## (57) Sammandrag

Uppfinningen hänför sig till en anordning och ett förfarande för separering av katalysatorpartiklar från gasformiga kolväten vid flytbäddskrackning. Katalysatorn och kolvätegaserne separeras från varandra i en cyklonzon, vilken anslutits till utloppsöppningen från krackningstornet. Virvelstabiliseringsmedel, vilka separerar cyklonzonen från strippningszonen, tillåter att strippningsgasen går från strippningszonen uppåt till cyklonzonen i motström till den nedåtriktade katalysatorströmmen, varigenom de gasformiga kolvätenas separation och rening från den separerade katalysatorn förbättras. Den förenade cyklo/strippningszonen förkortar beröringstiden mellan katalysatorn och kolvätet, varigenom utvinningen av bensin och olefinhalten förbättras, gasbildningen minskar och koksmängden avtager.

Laite ja menetelmä katalyyttisen leijukerroskrakkauksen katalysaattoriosasten erottamiseksi kaasumaisista hiilivedyistä.

5           Esillä oleva keksintö kohdistuu laitteeseen ja menetelmään kaasumaisten hiilivetyjen erottamiseksi ja poistamiseksi katalyyttisen leijukerroskrakkauksen katalysaattoriosasista. Esillä oleva keksintö kohdistuu erikoisesti katalysaattoriosasten erottamisen parantamiseksi hiilivetyjen kaasumaisista konversiotuotteista, joita saadaan nousu-  
10 reaktorista katalyyttisessä krakkausmenetelmässä ja hiilivetyjen poiston parantamiseksi erotetusta katalysaattorista.

          Zeoliittikrakkaukskatalysaattorien käyttö, joka vaatii lyhyiltä, määrättyjä reaktioaikoja, on vaikuttanut merkittävästi katalyyttisiin krakkausmenetelmiin viimeisten vuosien aikana. Nykyaikaisessa katalyyttisessä krakkaus-  
15 tekniikassa käytetään nousureaktoreita, joissa tapahtuu nopea kiinteän aineen ja kaasun erottuminen nousuputken poistovälineissä. Näissä menetelmissä ei käytetä tavanomaista reaktioastiaa kiinteiden aineiden erottamiseen  
20 (esimerkiksi laskeutusta painovoiman avulla). Kaupallisesti on saatavilla useita laitteita ainutlaatuisten reaktioteknillisten vaikeuksien käsittelemiseksi, joita liittyy nopeisiin leijukerros-nousureaktoreihin. Useat vaikeudet, jotka liittyvät höyry/katalysaattorierotukseen, ovat  
25 vielä ratkaisematta.

          Alalla tunnetaan hyvin syklonierottimien käyttö. Syklonierottimia, joihin kuuluu pyörteen tasaaja erotustehon parantamiseksi, on esitetty US-patenteissa 3 802 570  
30 ja 4 212 653. Modifioituja syklonierottimia, jotka käsittelevät hiilivetyhöyryistä erotetun katalysaattorin erillisen pyörrepoiston nousukrakkauksreaktorista, on esitetty US-patentissa 4 043 899 ja GB-patentissa 2 013 530. Laite kantajakaasun erottamiseksi osasvirrasta nousureaktorista  
35 poikkeuttamalla osasvirtaa pitkin kaarevaa pintaa ja lisäämällä kaasuvirtaus, kuten vesihöyryä, hiilivetyjen erottamiseksi nopeasti katalysaattoriosasista, on esitetty US-patentissa 4 313 910.

72889

Hiilivetyihin, jotka täytyy erottaa katalysaattorista, kuuluvat päätuotehöyry, välituotehöyry ja adsorboituneet tuotteet. Päätuotehöyry on se, joka erotetaan nopeasti ja helposti mekaanisten välineiden avulla (sykloneilla).  
5 välituotehöyry voidaan poistaa verrattain nopeasti "strippauskaasun", edullisesti vesihöyryn avulla. Adsorboitunut tuote vaatii pitemmän ajan desorboituakseen ja se vaatii erillisen vesihöyrystrippauksen.

Krakkausreaktioiden tehokas lopettaminen nousuputken  
10 poistovälineissä bensiinin muodostumisen kasvun, kaasunmuodostumisen vähenemisen ja olefiinisten tuotteiden kasvun antamien etujen saavuttamiseksi vaatii välituotteiden ja adsorboituneiden hiilivetyjen strippauksen höyry/kiinteäaine-erotuslaitteessa. Kasvaneet bensiinisaannot ovat tuloksena ylimääräisten sivureaktioiden vähenemisestä, joita tapahtuu, jos hiilivedyt ovat kosketuksessa katalysaattorin kanssa edullisista, lyhyttä reaktioaikaa kauemmin.

Olisi edullista käyttää mekaanista erotusta ja nopeaa strippausta päätuote- ja välituotehöyryjen erottamiseksi  
20 krakkauskatalysaattorista mahdollisimman nopeasti ja tehokkaasti, koska tämä minimoisi ylikrakkautumisen ja vähentäisi katalysaattorille saostuneen hiilen määrää. Olisi myös edullista käyttää lisästrippausta adsorboituneiden tuotteiden poistamiseksi mahdollisimman nopeasti ja  
25 tehokkaasti.

Tähän mennessä strippauskaasun syöttö syklonierottimeen on aiheuttanut erotustehon heikkenemistä ja sitä on pidetty epäkäytännöllisenä.

Nyt on havaittu, että pyörteen tasaajan käyttö syklonierottimessa sallii syklonierottimen ja myötävirtaan  
30 olevan strippauslaitteen yhdistämisen, niin että strippauskaasua voidaan lisätä syklonin toimintatilaan ilman hyötysuhteen merkittävää heikkenemistä. Yhdistetty syklonivyöhyke/pyörteentasaaja/strippausvyöhyke antaa yhdistettyinä  
35 etuina nopean poiston päätuotehöyryn ja välituotehöyryn erottamiseksi ja pitemmän strippausajan saamisen, mikä tarvitaan adsorboituneiden hiilivetytuotteiden poistamiseksi katalyytistä.

Esillä oleva keksintö kohdistuu siten laitteeseen ja menetelmään katalysaattoriosasten suspensioiden ja kaasumaisten hiilivetyjen erottamiseksi toisistaan ja hiilivetyjen poistamiseksi mainituista katalysaattoriosasista.

5        Laite kaasumaisten hiilivetyjen erottamiseksi ja strippaamiseksi katalysaattoriosasista käsittää:

a) syklonierottimen, jossa on syöttövälineet katalysaattoriosasten ja kaasumaisten hiilivetyjen dispersioiden vastaanottamiseksi nousuputkesta (10);

10        b) pystysuoran onton vaipan, joka on kiinnitetty syöttövälineisiin ja toimii yhdessä niiden kanssa pyörrevyöhykkeen muodostamiseksi, jossa mainitut dispersiot muodostuvat fluidisoiduksi pyörteeksi, jolloin onttoon vaippaan sisältyy pyörteestä poistovälineet, jotka on asennettu  
15        vaipan yläosaan, puhtaiden, kaasumaisten hiilivetyjen poistamiseksi ja vaipan alaosaan asennetut välineet katalysaattorin poistamiseksi, josta hiilivedyt on stripattu pois.

20        Keksinnön mukaiselle laitteelle on tunnusomaista, että se lisäksi käsittää:

c) pyörteen tasaajan, joka on asennettu samankeskisesti vaipan keskiosaan, jolloin mainitun tasaajan ja mainittujen ylempien pyörteestä poistovälineiden väliin muodostuu syklonivyöhyke, jossa katalysaattoriosaset erotetaan  
25        kaasumaisista hiilivedyistä puhtaan kaasuvirran muodostamiseksi, pyörteen tasaamiseksi ja keskittämiseksi osasten siirtymisen estämiseksi uudestaan puhtaaseen kaasuvirtaan;

d) välineet katalysaattorikerroksen tukemiseksi, joka sijaitsee pyörteen tasaajan alapuolella lähellä vaipan pohjaa, jolloin tukivälineiden ja tasaajan väliin muodostuu strippausvyöhyke, jossa kaasumaiset hiilivedyt strippataan katalysaattoriosasista;

30        e) välineet strippauskaasun ruiskuttamiseksi katalysaattorikerrokseen katalyyttiosasille odsorboituneiden  
35        hiilivetyjen määrän minimoimiseksi.

Esillä olevaa keksintöä esitellään kuvioissa 1-4.

Kuviot 1 ja 2 käsittelevät esillä olevan keksinnön laitteis-  
toa. Kuviossa 1 on esitetty sivukuvana mittaussilmukka, joka  
on sovitettu käytettäväksi keksinnön yhteydessä ja kuviossa  
5 2 on esitetty kaaviollisena sivukuvana yhdistetty sykloni-  
tila/pyörteen-tasaaja/strippausvyöhyke. Kaasun ylöspäin  
suuntautuvan virtauksen vaikutus syklonin tehokkuuteen käy-  
tettäessä pyörteen tasaajaa ja ilman niitä on esitetty graa-  
fisesti kuviossa 3 ja pyörteen tasaajan ja katalysaat-  
10 torikerroksen paksuuden vaikutus strippaussyklonin te-  
hokkuuteen eri kaasun strippausnopeuksilla on esitetty graa-  
fisesti kuviossa 4.

Syklonit ovat erikoisen käyttökelpoisia korkeissa  
lämpötiloissa ja paineissa, koska niiden rakenne on yksin-  
15 kertainen, niissä ei ole liikkuvia osia, niiden kapasiteet-  
tit ovat suuret eivätkä ne ole herkkiä kaasun tai kiinteän  
aineen kemialliselle luonteelle. Toisaalta sykloneissa vaa-  
ditaan suuria sisäisiä nopeuksia pienten osasten erotta-  
miseksi tehokkaasti. Suuret nopeudet sykloneissa aiheuttavat  
20 syöpymistä, hankausta, melua ja rakenteellisia värähtelyjä.  
Syöpymishankaluus erikoisesti on erittäin kallis, jos FCC-  
yksikkö täytyy kytkeä pois toiminnasta ennen aikaisesti  
syklonin korjauksia varten.

Syklonierottimessa käytetään keskipakovoimia suljetus-  
25 sa, suurinopeuksisessa pyörteessä eri tiheyden omaavien faa-  
sien erottamiseksi. Pyörteen voimakkuus ja stabiilius ovat  
ensiarvoisen tärkeitä määrättäessä sekä syklonin tehokkuutta  
että sen syöpymisen vastustuskykyä. Termillä "stabiilius"  
tarkoitetaan, että pyörre pysyy syklonin keskustassa ja että  
30 pyörteinen energiahäviö pienenee.

Lukuisia mittauksia syklonin virtauksen, nopeuden,  
akustisten ja painehäviöominaisuuksien suhteen on suori-  
tettu lähellä ympäristöolosuhteita. Useimmat näistä kokeista

tehtiin tangentiaalisen syötön syklonilla (läpimitta 45,7 cm), joka oli 0,31 mittakaavainen PLEXIGLASS-malli (PLEXIGLASS on rekisteröity kauppanimi) kaupallisen FCC-syklonin toisesta vaiheesta. Tämän mallin mittakaava valittiin simuloimaan todellisen syklonin Reynolds- ja Strouhal-lukuja vastaavalla syöttönopeudella (25 m/s). Malli testattiin käyttäen erilaisen rakenteen omaavia pyörteen tasaajia ja ilman niitä. Seinän karkeus simuloitiin käyttäen mesh-luvun 10 omaavaa, 0,11 cm "paksuista" teräsverkkoa, joka oli kiinnitetty lähelle syklonin sisäseiniä. Tämä malli on tyypillinen sykloneille, joita käytetään nykyaikaisissa, katalyyttisissä krakkausyksiköissä, paitsi että sen suunnittelu on erikoisen tehokas. Tämän rakenteen erikoiset piirteet ovat suuri syötön ja poiston pinta-alojen suhde, kapea syöttö-  
15 aukko ja pitkä syklonin runko.

Useita perussyklonin muunnoksia testattiin syöttösuppilon geometrian, tasaajan geometrian ja seinän karkeuden vaikutuksen määrittämiseksi pyörteen liikkeisiin sykloneissa.

20 Sykloneille ovat tunnusomaisia suuret säteittäiset painegradientit, jotka tasaavat keskipakovoimia pyörrevirtauksessa. Siten pyörteen keskellä on suhteellinen tyhjä. Tämä matalapaineinen ydinosa voisi oletettavasti "imeytyä" jollekin lähellä olevalle pinnalle stabiloiden täten pyörteen kiinnittymistä tälle pinnalle.  
25

Pyörteen tasaaja sijoitettiin mallisykloniin pyörteen epätasaisen liikkeen tutkimiseksi. Pystysuora tappi, jota kutsutaan myös pyörteen suuntaustangoksi, voidaan lisätä tasaajaan pyörteen vaakasuuntaisen liikkeen rajoittamiseksi ja keskittämiseksi. Ilmeni, että 0,6 cm läpimittainen suuntaustangon rajoituskyky oli riittämätön pyörteen liikkeen rajoittamiseksi testisyklonissa. Pyörteen tasausvaikutus oli tehokkaampi, jos pyörteen keskustassa käytettiin suurempaa tankoa. Tanko, jonka läpimitta oli 1,9 cm,  
35 testattiin ja saatiin parempia tuloksia.

Eri tyyppisiä pyörteen tasaajia testattiin vaihtelevin tuloksin. Yleensä kiinteään, litteään levyn tai pyörteen kiekon havaittiin olevan tyydyttävän. Pyörteen tasaajan läpimitan täytyy olla vähintään noin pyörteestä poistoputken läpimitan suuruinen. Tasaajan suurin läpimitta kaupallisessa mallissa määräytyy pääasiassa painorajoitusten perusteella ja sitä rajoittaa vain rengasmaisen alueen muodostamien tasaajan ulkokehän ja astian seinän väliin riittävän suureksi, niin että katalysaattori pystyy virtaamaan alaspäin, jolloin samanaikaisesti strippauskaasu siirtyy ylöspäin.

Pyörteen suuntaustangon ei ole havaittu olevan kriittisen syklonin tehokkuudelle edellyttäen, että pyörteen tasaaja sijoitetaan lähelle pyörteestä poistoa, so. noin 2-3 pyörteen poistoputken läpimitan päähän. Kuitenkin, jos pyörre sijaitsee kauempana, esimerkiksi 5-8 pyörteen läpimitan päässä, on edullista, jos pyörteen tasaajaan sisältyy pyörteen suuntauslaite. Pyörteen suuntaustanko, on edullisesti kiinnitetty tasaajan keskusta ja ulottuu ylöspäin kohti syklonin pyörrealuetta. Edullisesti tällaisen pyörteen suuntaustangon pituus on suurempi kuin noin kolmasosa pyörteen pituudesta.

Aerodynaamisten tutkimusten perusteella pyörteen tasaus osoittautuu edulliseksi erotustehon suurentamiseksi, jolloin sekä painehäviö että eroosio minimoituvat. Pyörteen tasaaja alensi painehäviötä mallisyklonissa 10-15% jopa silloin kun pyörteen huippunopeuksia nostettiin huomattavasti. Tämä käyttäytyminen on poikkeuksellista sykloneissa, koska pyörteen vahvistaminen lähes aina suurentaa painehäviötä. Painehäviön pienentyessä näyttää pyörteen tasaaja alentavan turbulenttia energiahäviötä sykloneissa.

On havaittu, että sopivan pyörteen tasaajan käyttö syklonissa sallii leijukerroksen strippausvyöhykkeen lisäämisen sykloniin. Keksinnön mukaisessa laitteessa strippauskaasu virtaa ylöspäin katalysaattorin alaspäin suuntautuvaa virtausta vastaan vaikuttamatta haitallisesti syklonierottimen tehokkuuteen. Tämä on erittäin yllättävää, koska ilman pyörteen tasaajaa jopa pienet määrät strippauskaasua

syklonierottimen pohjalla tuhosivat pyörteen ja sen tehokkuus nopeasti heikkeni.

On huomattava, että vallitsee perusero tasaajakiekon ja pystysuuntaisen putken välillä sisäpuolisina osina  
5 sykloni/strippaus-yhdistelmässä. Tasaajakiekko keskittää pyörteen syklonin yläosaan ja erottaa sen alaosassa olevasta strippausvyöhykkeestä. Strippausvyöhykkeestä tulevan täytyy kiertää kiekon ympäri ja syrjäyttää hiilivetyhöyryt tästä alueesta. Kuitenkin vesihöyry voi viedä mukanaan  
10 katalysaattoria, jos nopeus kiekon ympärillä olevan rengasmaisen tilan lävitse muuttuu liian suureksi. Mutta "liian suuri" on vähintään 305,4 cm/s ja todennäköisesti vielä suurempi.

Pystysuora putki (esimerkiksi US-patentti 4 043 899)  
15 yhdistää pyörteet syklonin yläosasta strippausalueessa olevien pyörteiden kanssa. Keski-aukko pystysuorassa putkessa on oleellisesti rakenne, joka on esitetty mainituissa US-patentissa, mutta sen epäkohtana on, että se sallii katalysaattorin siirtymisen strippausalueesta ylöspäin syklonin  
20 pyörteeseen. Huomattavasti pienempiä vesihöyryn nopeuksia tarvitaan leijuvan katalysaattorin siirtymiseksi keskiputkeen kuin mitä vaaditaan katalysaattorin siirtymiseksi seinästä. Siten putkirakenne näyttää olevan sopimaton lisättäväksi leijukerrosstrippauslaitteeseen astian pohjalle.  
25 Vesihöyryn ylöspäin suuntautuva virtaus rikkoo pyörteisen liikkeen sekä tangentiaalisessa strippausosassa, joka on esitetty US-patentissa 4 043 899 että itse syklonissa, mikä aiheuttaa epäsuotavaa katalysaattorin siirtymistä.

Keksintöä esitellään seuraavassa seuraavien esimerkkien avulla.  
30

Kaikissa kokeissa, jotka esimerkeissä on esitetty, ilmaa (kaasumaisten hiilivetyjen simuloimiseksi) käytettiin päävirtauksena. Ilmaa syötettiin kolmen 294, 2 kW tehoisen puhaltimen avulla, joista jokaisen teho oli 1 m<sup>3</sup>/s. Useimmat kokeet tehtiin käyttäen virtausnopeutta 0,6 m<sup>3</sup>/s ja  
35 painetta 117 kPa.

Tämä virtausnopeus vastaa syöttönopeutta 17 m/s. Tällä virtausnopeudella poistoputken läpimittaan perustuva Reynolds-luku ( $Re_z = \rho_g w_i r_i / \mu$ ) oli noin  $2,8 \times 10^5$ . Näin suurilla Reynolds-luvuilla nopeusprofiilit ovat oleellisesti riippumattomia virtausnopeudesta, siten todellisen virtausnopeuden annettiin hieman vaihdella, mutta kaikki mittaukset suoritettiin suuremmilla kuin  $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$  olevilla virtausnopeuksilla 110-130 kPa paineessa ja  $16-29^\circ\text{C}$  lämpötilassa. Vertailua varten kaikki nopeusprofiilit säädettiin vastaamaan syöttönopeutta 17 m/s.

Mittaussilmukka rakennettiin PLEXIGLASS-materiaalista, kuten kuviossa 1 on esitetty. Katalysaattoripanos saapuu nousuputken 10 (mitat  $7,6 \times 427 \text{ cm}$ ) pohjalle ja siirtyy ilman vaikutuksesta, jota saapuu samankeskisen suuttimen 11 kautta (läpimitta  $3,8 \text{ cm}$ ). Paine-eroa ( $\Delta P$ ) 12 nousuputken ylitse ei mitattu tarkasti, mutta se oli likimain  $2,54 \text{ H}_2\text{O}$ :ta. Ilman virtausnopeuksia 30-48 l/s käytettiin nousuputkessa 10. Nämä nopeudet vastaavat  $6,70-10,65 \text{ m/s}$  olevia pintanopeuksia nousuputkessa. Ilman nopeus mitattiin rotometrin avulla. Katalysaattorin virtausnopeuksia nousuputkessa vaihdeltiin välillä  $35-150 \text{ g/s}$ . Kiinteiden aineiden virtausta valvottiin säätämällä kiristysvälinettä hahloa 13 pystyputkessa 13 (läpimitta  $7,62 \text{ cm}$ ) katalysaattorin varastosäiliön 15 ja nousuputken 10 välissä. Katalysaattorin virtausnopeus mitattiin sulkemalla kiristysväline 16 pesusyklonin 17 ja katalysaattorin varastosäiliön 15 välissä ja mittaamalla nopeus, jolla taso nousee strippausyklonin runko-osassa. Täten mittauksia varten ilmansyöttö strippausykloniin keskeytettiin ja katalysaattorin tiheydeksi oletettiin  $801 \text{ kg/m}^3$ .

Nousuputken 10 huipussa on suorakulmainen mutka 18 ja siirtymäosa 19 putkesta (jonka läpimitta on  $7,62 \text{ cm}$  ja pinta-ala  $46,24 \text{ cm}^2$ ) laajaan syklonin  $90^\circ$  kulmassa olevaan sivusyöttöön 31 ( $15,24 \text{ cm}$  korkeus ja  $3,81 \text{ cm}$  leveys ja pinta-ala  $58,05 \text{ cm}^2$ ). Kaasun nopeuksia syklonin syötössä vaihdeltiin alueella  $520-840 \text{ cm/s}$ .

Kaasu poistuu strippaussyklonista 17 putken 20 kautta (sisäläpimitta 7,62 cm). Toinen sykloni 21 kerää katalysaattorin strippaussyklonin huipusta. Paperisuodatin 22 sallii puhdistetun kaasun siirtymisen ulkoilmaan ja kerää katalysaattorin, joka pääsee poistumaan toisesta syklonista.

Katalysaattori poistuu strippaussyklonista 17 pystyputken 23 kautta. Kiristyshahloa 16 käytetään katalysaattorin tason valvomiseksi strippaussyklonin 17 pohjalla. Katalysaattorin varastosäiliö 15 strippaussyklonin 17 alapuolella muodostaa säiliön, joka syöttää nousuputkea pystyputken 14 kautta (läpimitta 7,62 cm). Ammoniakkia tai vettä voidaan lisätä strippaussykloniin 17 tai nousuputkeen 10 staattisen sähköisyyden minimoimiseksi laitteessa.

Strippaussyklonin 17 yksityiskohtainen kaaviosivukuva on esitetty kuviossa 2. Syklonialue 24 on muodostettu putkesta, jonka sisäläpimitta on 15,24 cm ja joka sisältää pyörteen suuntaustangon 25 ja pyörteen tasaajan 26, jotka sijaitsevat sopivalla etäisyydellä (15,24-45,72 cm) puhtaan kaasun pistoputken 20 pohjasta. Tämä etäisyys määrittää pyörteen pituuden (I). Pyörteen tasaajan 26 ja strippausvyöhykkeen 27 alapuolella ylläpidetään katalysaattorikerroksen taso 28. Strippausvyöhyke 27 on myös tehty putkesta, jonka sisäläpimitta on 15,24 cm. Puhtaan kaasun poistoputki 20 on putki, jonka sisäläpimitta on 7,62 cm ja seinämän paksuus 0,32 ja joka ulottuu 17,78 cm pyörteen muodostavan auleen 30 lävitse syklonivyöhykkeen 24 huippuun. Katalysaattorin poisto 23 on putki, jonka läpimitta on 7,62 cm.

Pyörteen tasaajan 26 läpimitta on 10,16 cm (useimmissa testeissä), paksuus reunalla 1,27 cm ja keskellä 2,54 cm. Pyörteen suuntaustangon 25 pituus on 6,35 cm, läpimitta pohjalla 1,27 cm ja huipussa 0,64. Ilmaa ja ammoniakkia tai vettä ruiskutettiin (kuten nuolet osoittavat) rengasmaisen osan 33 kautta ja sintrattua ruostumatonta terästä olevan renkaan 34 kautta katalysaattorikerroksen 35 pohjalle.

Kerroksen korkeutta (III), erotuskorkeutta (II) ja pyörteen pituutta (I) muutettiin kaikkia testien aikana.

Strippaussyklonin 17 kokonaistehokkuus mitattiin punnitsemalla virtaus toisesta syklonista (kuvio 1). Tämä ei ollut täysin oikein, koska paperisuodattimelle toisen syklonin huipussa kerääntynyttä hienojakoista osaa ei mitattu. Virhe oli kuitenkin pieni. Useiden tehokkuuden mittausten jälkeen suodattimella olevien erittäin hienojakoisten osasten määrä osoittautui merkityksettömäksi verrattuna katalysaattorin määrään, joka oli otettu talteen toisen syklonin alaosasta jokaisen yksittäisen tehomittauksen aikana.

#### Esimerkki 1

Suoritettiin sarja kokeita käyttäen kuvioiden 1 ja 2 mukaista mittaussilmukkaa ja strippaussyklonia ja jotka on esitetty edellä. Katalyyttisen leijukerroskrakkauksen kaupallista katalysaattoria käytettiin kiinteänä aineena ja ilma käytettiin sekä kuljettavana kaasuna (simuloiden kaasumaisia hiilivetyjä) että strippauskaasuna (simuloiden vesihöyryä). Pyörteen tasaaja tässä koesarjassa oli levy, jonka läpimitta oli 10,16 cm, paksuus reunalla 1,27 cm ja keskellä 2,54 cm. Pyörteen suuntaustanko (pituus 6,35 cm, läpimitta kannassa 1,27 cm ja huipussa 0,64 cm) oli asennettu tasaajalevyn keskelle.

Kokeet strippaussyklonin tehokkuuden suhteen tehtiin käyttäen pyörteen tasaajaa ja ilman sitä. Kun tasaajaa ei käytetty, ilman lisääminen strippauslaitteeseen aiheutti huomattavan kaasun kiinteiden aineiden häviöön strippaussyklonin ylivuodossa. Kun tasaaja oli sijoitettu paikalleen, voitiin lisätä huomattavasti ilmaa strippauslaitteeseen, mikä vaikutti vain vähän katalysaattorihäviöiden määrään strippaussyklonin ylivuodossa. Näiden testien arvot on piirretty graafisesti kuvioon 3 ja testitulokset on esitetty taulukossa 1, jolloin piirroksen käyrä A esittää tuloksia ilman tasaajaa ja käyrä B tuloksia tasaajaa käytettäessä. Vaaka-akselille on merkitty ilman syöttönopeus strippauslaitteeseen ja pystyakselille katalysaattorin poisto huipusta grammoina minuutissa. Ilman syöttönopeus strip-

pauslaitteeseen riippuu katalysaattorin kierrätysnopeudesta ja syklonin (kerroksen) poikkileikkauspinta-alasta.

Lukuarvoina ilmaistuna 2,82 l/s ilmaa strippauslaitteeseen aiheuttaa kerroksen pinnalla nopeuden 15,24 cm/s. Kaupallisessa yksikössä esimerkiksi 40 tonnia minuutissa oleva katalysaattorin kierrätys ja syklonin läpimitan ollessa 4,57 m, 15,24 cm/s vastaa 2,88 kg strippausvesihöyryä, 100 kg katalysaattoria 510°C lämpötilassa ja 239,1 kPa paineessa. Täten tässä testissä käytetyt ilman nopeudet ovat lähellä niitä vesihöyryn nopeuksia, jotka vaaditaan kohtuullista strippausta varten.

Nämä kokeet osoittavat, että käytettäessä pyörteen tasaajaa 15,24-18,90 cm/s oleva ylöspäin virtaavan kaasun pintanopeus ei aiheuta merkittävää heikkenemistä erotustehoon. Noin 27,43 cm/s olevia pintaosuuksia voidaan käyttää ilman suurta häviötä erotustehossa.

Taulukko 1

## Strippaus syklonin talteenottoteho

|    | Koe nro | ilmaa (l/min) |       | katal.virtaus<br>kg/min | etäisyydet, cm |       |       | kat.virtaus<br>g/min |
|----|---------|---------------|-------|-------------------------|----------------|-------|-------|----------------------|
|    |         | nousu         | pesu  |                         | I              | II    | III   |                      |
| 5  | 1       | 2684,6        | 0     | 6,57                    | 27,94          | 45,72 | 15,24 | 4,1                  |
|    | 2       | "             | 84,6  | "                       | "              | "     | "     | 3,8                  |
|    | 3       | "             | 169,2 | "                       | "              | "     | "     | 4,3                  |
|    | 4       | "             | 211,5 | "                       | "              | "     | "     | 4,0                  |
|    | 5       | "             | 253,8 | "                       | "              | "     | "     | 15,0                 |
| 10 | 6       | 2473,1        | 0     | 6,48                    | 27,94          | 45,72 | 15,24 | 3,5                  |
|    | 7       | "             | 169,2 | "                       | "              | "     | "     | 3,4                  |
|    | 8       | "             | 253,8 | "                       | "              | "     | "     | 7,9                  |
|    | 9       | "             | 310,2 | "                       | "              | "     | "     | 20,1                 |
|    | 10      | "             | 169,2 | "                       | "              | "     | "     | 4,1                  |
| 15 | 11      | "             | 169,2 | "                       | "              | 25,4  | 35,6  | 4,8                  |
|    | 12      | 2684,6        | 0     | 10,35                   | 27,94          | 45,72 | 15,24 | 13,7                 |
|    | 13      | "             | 0     | 5,85                    | "              | 45,72 | 15,24 | 3,2                  |
|    | 14      | "             | 169,2 | 5,85                    | "              | 25,4  | 35,6  | 3,7                  |
|    | 15      | "             | 211,5 | 5,85                    | "              | 25,4  | 35,6  | 5,6                  |
| 20 | 16      | "             | 253,8 | 5,85                    | "              | 25,4  | 35,6  | 10,4                 |
|    | 17      | 2684,6        | 0     | 6,12                    | *              | 63,5  | 25,4  | 13,3                 |
|    | 18      | "             | 0     | "                       | *              | 63,5  | 25,4  | 15,8                 |
|    | 19      | "             | 84,6  | "                       | *              | 63,5  | 25,4  | 113,7                |
|    | 20      | 2549,2        | 0     | 7,79                    | 17,78          | 45,72 | 25,4  | 3,1                  |
| 25 | 21      | "             | 169,2 | "                       | "              | 35,56 | 35,56 | 4,1                  |
|    | 22      | "             | 0     | "                       | "              | 45,72 | 25,4  | 3,2                  |
|    | 23      | "             | 253,8 | "                       | "              | 35,56 | 35,56 | 7,4                  |
|    | 24      | "             | 84,6  | "                       | "              | 35,56 | 35,56 | 2,5                  |
|    | 25      | "             | 211,5 | "                       | "              | 35,56 | 35,56 | 5,6                  |
| 30 | 26      | "             | 310,2 | "                       | "              | 35,56 | 35,56 | 25,3                 |

(jatkuu)

Taulukko 1 (jatkoa)

| koe nro | ilmaa (l/min) |      | katal.virtaus<br>kg/min | etäisyydet, cm |       |       | kat.virtaus<br>g/min |
|---------|---------------|------|-------------------------|----------------|-------|-------|----------------------|
|         | nousu         | pesu |                         | I              | II    | III   |                      |
| 5       | 27            | "    | 0                       | "              | 45,72 | 25,4  | 4,2                  |
|         | 28            | "    | 0                       | "              | 45,72 | 25,4  | 2,6                  |
|         | 29            | "    | 169,2                   | "              | 25,4  | 45,72 | 3,2                  |
|         | 30            | "    | 310,2                   | "              | 38,1  | 33,02 | 11,3                 |

10 \* ei pyörteen tasaajaa

I = pyörteen pituus

II = erotuskorkeus

III = kerroksen korkeus

15 Esimerkki 2

Toinen koesarja suoritettiin käyttäen esimerkissä 1 esitettyä mittaussilmukkaa ja strippauscyclonia, jolloin pyörteen pituus oli 17,94 cm, kiinteiden aineiden virtausnopeus 6,98 kg/min nousuputken lävitse yhdessä 2 495,7 l/min oleva ilmamäärän kanssa.

Tässä koesarjassa käytettiin heliumin ruiskuttamista nousukaasuun ja mitattiin heliumin pitoisuus kaasun poistossa katalysaattorin kanssa. Näytteenotto kohta oli ilmastomattomasta katalysaattorista strippauslaitteen nousuputkessa. Oletettaessa katalysaattorin irtotiheydeksi  $640,8 \text{ kg/m}^3$  nousuputkessa (23), kaasun virtaus kuviossa 4 on esitetty (jossa vaaka-akselille on merkitty ilman nopeus strippauslaitteeseen l/min ja pystyakselille heliummäärän (ppm) suhde nousuputkessa syklo-nissa olevaan kaasumäärään), osoittavat että syöttämällä ilmaa strippauslaitteen nousuputkeen poistui kaasu tehokkaasti nousuputkesta. Syötettäessä 169,2 l/min ilmaa strippauslaitteeseen, kerroksen korkeudella strippauslaitteessa oli vain vähäinen vaikutus nousukaasun poistoon nousuputkesta. Itse asiassa jopa ilman pyörteen tasaajaa vain vähän nousukaasua pääsi nousuputkeen. Kirjaimella "C" merkitty piste kuviossa 4 esittää tilannetta "ei tasajaa, ei kerrosta" ja piste D "tasaaja, ei kerrosta". Käyrä E esittää "tasaajaa kerroksen kanssa".

Tämä heliumjälkien tutkimus osoittaa, että erittäin pieni prosenttimäärä nousuputkessa olevasta kaasusta saavuttaa strippaussyklonin pystyputken, jos sopiva määrä strippauskaasua lisätään keksinnön mukaiseen strippaussykloniin, joka sisältää tasaajan, katalysaattorikerroksen ja sopivan erotuskorkeuden (II). Tämä viimeinen oli näissä testeissä alueella 25,4-45,72 cm eikä merkittävää eroa tehokkuudessa havaittu.

### Esimerkki 3

10 Seuraava sarja testejä suoritettiin käyttäen esimerkiksi 1 esitettyä mittaussilmukkaa ja strippaussyklonia, jolloin muutettiin pyörteen tasaajan mittoja. Tässä testisarjassa olosuhteet olivat seuraavat: syklonin läpimitta 15,2 cm; pyörteen pituus 17,78 cm; erotuskorkeus (II) 31,75 cm; kerroksen korkeus (III) 19,05 cm; kaasun poistoputken läpimitta 7,62 cm; katalysaattorin alivuotoputken läpimitta 2,54 cm; ilmaa 2 563,4 l/min ja katalysaattoria noin 9 kg/min syklonin tulossa; pyörteen suuntaustanko 6,35 cm.

20 Taulukossa 2 on esitetty arvot syklonin talteenottohyötysuhteille useille eri pyörteen tasaajan läpimitoille. Katalysaattorin määrä grammoina minuutissa, joka poistuu syklonista ylivuotona, mitattiin jokaiselle tasaisialle levyn läpimitalle. Jos tasaajaa ei käytetty (levyn läpimitta nol-  
la), jopa pienen määrän lisäys ylöspäin virtaavaa ilmaa aiheutti huomattavan heikkenemisen hyötysuhteeseen. Levy,  
25 jonka läpimitta oli 7,62 cm, antoi hieman paremman tuloksen, kun taas 10,16 cm läpimittaisella levyllä saavutettiin huomattava parannus. Levyjen läpimittojen ollessa 11,43 cm ja 12,7 cm vastaavasti paraneminen edistyi, mutta ei niin voimakkaasti. Suurennettaessa rakenteen mittakaava mittaussilmukasta kaupalliseen kokoon, merkitsevät tekijä on pyörteestä poistoputken (puhtaan kaasun poiston) ja tasaajalevyn läpimitan välinen suhde. Koesyklonissa pyörteestä poistoputken läpimitta oli 7,62 cm. Valittaessa 11,43 cm läpimittainen levy hyväksyttäväksi kompromissiksi hyötysuhteen ja  
35

tasaajan painon kesken, levyn läpimitan ja pyörteestä poistoputken läpimitan välisen suhteen täytyisi olla noin 1,5.

- 5 Vastaavia testejä suoritettiin pyörteen suuntaus-  
tangan pituuden vaikutuksen määrittämiseksi. Vaikutus ha-  
vaittiin vähäiseksi ja tangon pituus, joka on noin kolmasosa  
pyörteen pituudesta, vaikuttaa sopivalta.

#### Esimerkki 4

- 10 Toinen tyyppi pyörteen tasaajaa testattiin käyt-  
tään esimerkissä 1 esitettyjä mittaussilmukkaa ja strippaus-  
lonia. Olosuhteet olivat samat kuin esimerkissä 3 esitetyt  
paitsi, että käytettiin 10,16 cm läpimittaista pyörteen  
tasaajaa yhdessä 2,54 cm läpimittaisen pyörteen suuntaustang-  
on kanssa ja sekä levyssä että tangossa oli pituussuuntainen  
15 reikä niiden lävitse. Testattiin kaksi reikäkokoa (0,95 cm  
ja 1,59 cm läpimitat) ja tulokset on esitetty taulukossa 3.

- Pituussuuntaisen reiän omaavassa pyörteen tasaa-  
jassa tapahtuu kaasun ylöspäin suuntautuva virtaus reiän  
lävitse syklonissa pyörrevirtauksen aiheuttaman paine-eron  
20 vaikutuksesta. Kiinteä hienojakoista materiaalia sisältävä  
prosessikaasu saapuu pyörretilaan tangentiaalisen syöttöput-  
ken kautta. Kiinteiden aineiden pääerotus kaasusta tapahtuu  
keskipakovoimien vaikutuksesta pyörteen tasaajan yläpuo-  
lella olevassa laitteen ylemmässä sykloniosassa. Suurin osa  
25 saapuvasta kaasusta eroaa tällöin hienojakoisesta materiaa-  
lista ja poistetaan kaasun poistoputken kautta. Pienen osuu-  
den prosessikaasua sallitaan virrata vastavirtaan kiinteiden  
aineiden suhteen, jotka siirtyvät alaspäin syklonin  
rungon ja pyörteen tasaajan välisen rengasmaisen alueen  
30 kautta luonnollisessa, rajoittamattomassa, kierukkamaisessa  
kulkutiessään. Suurin osa mukaan joutuneesta kaasusta ero-  
tetaan kiinteistä aineista strippaustilassa pyörteen tasaa-  
jan alapuolella paine-eron vaikutuksesta, joka vallitsee  
pituussuuntaisen reiän ylitse ja se palautetaan kaasun pois-  
35 toputkeen syklonin ytimen kautta.

Kiinteät hienojakoiset aineet putoavat alaspäin strippausvyöhykkeen lävitse kuplivaan, tiiviiseen kerrokseen, jossa prosessikaasun poisto saadaan täydelliseksi poistamalla kiinteät aineet inertin kaasun avulla. Strippauskaasu virtaa  
5 ylöspäin pituussuuntaisen reiän lävitse pyörteen matalapaineiseen osaan ja kaasun poistoon yhdessä prosessihöyryn stripatun ja erotetun osan kanssa.

Suuri kiinteiden aineiden poiston hyötysuhde saadaan laitteen avulla käytettäessä edellä mainittua pientä, mutta  
10 tehokasta prosessikaasun vastavirtaan tapahtuvaa alaspäin suuntautuvaa virtausta kiinteiden aineiden kanssa stabiloijan ja sykloniastian seinän välisessä rengasmaisessa tilassa. Alaspäin, rengasmaisen alueen lävitse virtaavan kaasun määrä pidetään niin pienenä kuin se käytännössä on mahdollista sopivan suunnittelun avulla kaasun sisäänpäin suuntautuvan,  
15 säteittäisen nopeuden pienentämiseksi sen erottuessa kiinteistä aineista alaosassa kiinteiden aineiden siirtymisen välttämiseksi uudestaan pituussuuntaisen reiän kautta. Riittävän suuri erotuskorkeus muodostetaan tiiviin kerroksen  
20 yläpuolelle osasten mukaanjoutumisen estämiseksi tiiviistä kerroksesta ja säteensuuntaisen nopeuden pienentämiseksi edelleen. Liian suuri määrä alaspäin virtaavaa kaasua pidentää myös tehokasta viipymisaikaa syklonissa ja on tätä vältettävä siellä, missä se on epäsuotavaa. Syklonin tehokkuutta  
25 voidaan muuttaa haluttuun tarkoitukseen valitsemalla sopivasti sykloni ja erikoisesti pituussuuntaisen reiän mitat.

Kiinteiden aineiden poisto pääerotuskammion ulkokehältä suurilla nopeuksilla samansuuntaisen kaasuvirtauksen kanssa estää virtausvaikeudet, joita liittyy tahmeiden kiinteiden aineiden poistossa tavanomaisten syklonien uppovarsien kautta ja sallii kiinteiden aineiden suuret poistonopeudet ilman tukkeutumishankaluuksia verrattain pienikokoisten syklonien lävitse, joissa kaasun viipymisaika on lyhyt.

Taulukko 2

Pyörteen tasaajan vaikutus strippaussyklonin talteenottotehoon

| Koe nro | ilmaa strip-<br>pauzlaittee-<br>seen l/min.<br>(ylöspäin vir-<br>taava ilma) | ei stabiiloijaa<br>tasaajaa | Katalysaattoria strippaus-<br>syklonin ylivuodossa,<br>ei stabiiloijaa | g/min                        |                               |                                                              |
|---------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------|
|         |                                                                              |                             |                                                                        | levyn läpimit-<br>ta 7,62 cm | levyn läpimit-<br>ta 10,16 cm | levyn läpimit-<br>ta 11,43 cm    levyn läpimitta<br>12,70 cm |
| 1       | 0                                                                            | 0,97                        | ---                                                                    | ---                          | ---                           | ---                                                          |
| 2       | 56,4                                                                         | 7,9                         | ---                                                                    | ---                          | ---                           | ---                                                          |
| 3       | 84,6                                                                         | 20,4                        | 0,36                                                                   | 0,17                         | 0,16                          | 0,11                                                         |
| 4       | 169,2                                                                        | ---                         | 3,34                                                                   | 0,25                         | 0,17                          | 0,11                                                         |
| 5       | 211,5                                                                        | ---                         | ---                                                                    | 0,20                         | ---                           | ---                                                          |
| 6       | 253,8                                                                        | ---                         | 44,6                                                                   | 0,45                         | 0,35                          | 0,14                                                         |
| 7       | 296,1                                                                        | ---                         | ---                                                                    | 6,1                          | 1,9                           | 0,77                                                         |
| 8       | 317,25                                                                       | ---                         | ---                                                                    | ---                          | ---                           | 5,5                                                          |
| 9       | 338,4                                                                        | ---                         | ---                                                                    | ---                          | ---                           | 65,8                                                         |

Taulukko 3Pyörteen tasaajan vaikutus strippaus-  
syklonin

talteenottotehoon

| 5  | Vertailu<br>nro | Ilmaa strippaus-<br>laitteeseen<br>l/min | katalysaattoria strippaus-<br>syklonin ylivuodossa<br>g/min |          |          |
|----|-----------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------|----------|
|    |                 |                                          | reiän lä- reiän lä-<br>pimitta pimitta                      |          |          |
|    |                 | (ylöspäin vir-<br>taava ilma)            | ei stabil.                                                  | 0,95 cm* | 1,59 cm* |
|    | 1               | 0                                        | 0,97                                                        | 2,6      | ---      |
|    | 2               | 56,4                                     | 7,9                                                         | 9,5      | 13,0     |
| 10 | 3               | 84,6                                     | 20,4                                                        | ---      | ---      |
|    | 4               | 169,2                                    | ---                                                         | 18,6     | 43,5     |
|    | 5               | 211,5                                    | ---                                                         | 19,6     | ---      |
|    | 6               | 253,8                                    | ---                                                         | 21,9     | ---      |
|    | 7               | 296,1                                    | ---                                                         | 26,9     | ---      |

15

\*levyn läpimitta 10,16 cm; tangon läpimitta 2,54 cm; reikä tangon ja levyn lävitse.

Keksinnön muut toteutukset ovat ilmeisiä alaa tunteville tämän esittelyn perusteella tai soveltaessaan tässä  
20 esitettyä keksintöä.

## Patenttivaatimukset

1. Laite kaasumaisten hiilivetyjen erottamiseksi ja strippamiseksi katalysaattoriosasista, joka käsittää:

5 a) syklonierottimen, jossa on syöttövälineet (31) katalysaattoriosasten ja kaasumaisten hiilivetyjen dispersioiden vastaanottamiseksi nousuputkesta (10);

b) pystysuoran ontton vaipan (17), joka on kiinnitetty syöttövälineisiin ja toimii yhdessä niiden kanssa pyörrevyöhykkeen muodostamiseksi, jossa mainitut dispersiot muodostuvat fluidisoiduiksi pyörteeksi, jolloin onttoon vaippaan sisältyy pyörteestä poistovälineet (20), jotka on asennettu vaipan yläosaan, puhtaiden, kaasumaisten hiilivetyjen poistamiseksi ja vaipan alaosaan asennetut  
10 välineet (23) katalysaattorin poistamiseksi, josta hiilivedyt on stripattu pois, t u n n e t t u siitä, että se lisäksi käsittää:

c) pyörteen tasaajan (26), joka on asennettu samankeskisesti vaipan keskiosaan, jolloin mainitun tasaajan ja  
20 mainittujen ylempien pyörteestä poistovälineiden väliin muodostuu syklonivyöhyke (24), jossa katalysaattoriosaset erotetaan kaasumaisista hiilivedyistä puhtaan kaasuvirran muodostamiseksi, pyörteen tasaamiseksi ja keskittämiseksi osasten siirtymisen estämiseksi uudestaan puhtaaseen kaasuvirtaan;  
25

d) välineet katalysaattorikerroksen (35) tukemiseksi, joka sijaitsee pyörteen tasaajan (26) alapuolella lähellä vaipan pohjaa, jolloin tukivälineiden ja tasaajan väliin muodostuu strippausvyöhyke (27), jossa kaasumaiset  
30 hiilivedyt stripataan katalysaattoriosasista;

e) välineet strippauskaasun ruiskuttamiseksi katalysaattorikerrokseen (35) katalyyttiosasille adsorboituneiden hiilivetyjen määrän minimoimiseksi.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että pyörteen tasaaja (26) käsittää kiinteän kiekon tai levyn.  
35

3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen laite, t u n -  
n e t t u siitä, että tasaajaan (26) on kiinnitetty sen  
keskelle pystysuunnassa ylöspäin kohti syklonin pyörrevyö-  
hykettä suunnattu pyörteen suuntaustanko (25).

5        4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen laite, t u n -  
n e t t u siitä, että pyörteen suuntaustangon (25) pituus  
on vähintään kolmasosa pyörteen pituudesta.

10       5. Jonkin patenttivaatimuksen 1-4 mukainen laite,  
t u n n e t t u siitä, että pyörteen tasaaja (26) käsit-  
tää avoimen, akselinsuuntaisen läpikulun, jonka kautta  
kaasu virtaa strippausvyöhykkeestä (27) syklonivyöhykkeessä  
(24) olevan pyörteen ytimeen.

15       6. Jonkin patenttivaatimuksen 1-5 mukainen laite,  
t u n n e t t u siitä, että katalysaattorikerroksen (35)  
ylätaso (28) pidetään sellaisella etäisyydellä tasaajasta  
(26), joka on riittävä erotuskorkeuden (II) muodostamiseksi  
siten, että stripattu katalysaattori ei siirry tasaajaan  
(26) strippauskaasun mukana.

20       7. Menetelmä katalyyttisen leijukerroskrakkauksen  
katalysaattoriosasten erottamiseksi hiilivetyjen konver-  
siotuotteista ja strippauskaasuista, johtamalla kataly-  
saattorin ja kaasumaisten hiilivetyjen dispersio korkeassa  
lämpötilassa suoritettussa katalyyttisessä leijukerroskrak-  
kausprosessissa ylöspäin läpi nousevan konversiovyöhykkeen  
25       erotusastian yläosaan, joka sisältää syklonipyörrevyöhyk-  
keen, johon muodostuu fluidisoitu pyörre, jossa katalysaat-  
toriosaset erotetaan hiilivetyjen kaasumaisista konversio-  
tuotteista, poistamalla erotetut hiilivetyjen kaasumaiset  
konversiotuotteet syklonivyöhykkeen yläosasta, t u n -  
30       n e t t u siitä, että fluidisoidun pyörteen kärki keski-  
tetään kosketukseen pyörteen tasaajan kanssa, joka sijait-  
see samankeskisesti erotusvyöhykkeen pohjalla; että erotet-  
tu katalysaattori johdetaan renkaan lävitse, joka muodos-  
tuu tasaajan kehän ja erotusastian seinämän väliin alem-  
35       paan strippausvyöhykkeeseen, joka on kaasun suhteen yhtey-  
dessä syklonivyöhykkeen kanssa; ja että katalysaattori  
saatetaan kosketukseen strippauskaasun kanssa katalysaat-

torin siirtyessä alaspäin mainitun renkaan ja strippausvyöhykkeen lävitse katalysaattorikerrokseen.

8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että erotus suoritetaan erotusvyöhykkeessä, jonka pituus määräytyy sovittamalla tasaaja vähintään  
5 noin kaksi kertaa pyörteestä poistoputken läpimitan päähän poistoputken alapuolelle, ja joka käsittää avoimet päät omaavan pystysuoran koaksiaalisen kulkutien, joka ulottuu erotusastian yläosasta alaspäin pyörrevyöhykkeen lävitse  
10 syklonivyöhykkeen huippuun.

9. Patenttivaatimuksen 7 tai 8 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että strippaus suoritetaan strippausvyöhykkeessä, jonka pituus on strippauskaasu/katalysaattorikerroksen kosketusvyöhykkeen ja tasaajan välinen  
15 etäisyys, joka on riittävä muodostamaan sopivan erotuskorkeuden katalysaattorikerroksen huipun ja tasaajan pohjaosan välille.

10. Jonkin patenttivaatimuksen 7-9 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että käytetään kiinteää kiekkoa tai levyä, joka voi käsittää pyörteen suuntaustangon,  
20 joka on kiinnitetty kiekon tai levyn keskelle ja ulottuu ylöspäin syklonin pyörrevyöhykkeeseen.

11. Patenttivaatimuksen 10 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että käytetään pyörteen tasaajaa,  
25 joka käsittää avoimen, koaksiaalisen kulkutien, jonka lävitse kaasua virtaa strippausvyöhykkeestä syklonin pyörrevyöhykkeessä olevaan pyörteen ytimeen.

12. Patenttivaatimuksen 10 tai 11 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että käytetään pyörteen suuntaustankoa, jonka pituus on vähintään kolmasosa pyörteen  
30 pituudesta.

13. Jonkin patenttivaatimuksen 7-12 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että käytetään 1-4 kg strippauskaasua 1000 kg katalysaattoriosasia kohden.

14. Jonkin patenttivaatimuksen 7-13 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että käytetään strippauskaasua, jonka näennäinen nopeus on alueella 6,2-27,5 cm/s.

5 15. Jonkin patenttivaatimuksen 7-14 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että strippauskaasuna käytetään vesihöyryä.

1. Anordning för separering och avdrivning av gasformiga kolveten från katalysatorpartiklar, vilken omfattar:

a) en cyklonseparator med inmatningsmedel (31) för mottagande av dispersioner av katalysatorpartiklar och gasformiga kolväten från ett stigrör (10);

b) ett vertikalt ihåligt hölje (17), vilket är fäst vid medlen för inmatning och fungerar tillsammans med dessa för bildande av en virvelzon, vari de nämnda dispersionerna bildas till en fluidiserad virvel, varvid i det ihåliga höljet ingår utloppmedel (20) från virveln monterade i höljets övre del för avlägsnande av rena, gasformiga kolväten och i höljets nedre del monterade medel (23) för avlägsnande av katalysatorn från vilken kolvätena avdrivits, k ä n n e t e c k n a d därav, att den ytterligare omfattar:

c) en virvelutjämnare (26) monterad koaxialt i höljets mellersta del, varvid mellan nämnda utjämnare och de övre utloppmedlen från virveln bildas en cyklonzon (24), vari katalysatorpartiklarna separeras från de gasformiga kolvätena för bildande av en gasström för stabilisering och centrering av virveln för hindrande av gaspartiklarna att ånyo förflytta sig till den rena gasströmmen;

d) medel för att stöda en katalysatorbädd (35) belägen under virvelutjämnaren (26) nära höljets botten, varvid mellan stödmedlen och utjämnaren bildas en avdrivningszon (27), vari de gasformiga kolvätena avdrives från katalysatorpartiklarna;

e) medel för insprutning av en avdrivningsgas i katalysatorbädden (35) för att reducera till ett minimum mängden av kolväten adsorberade på katalysatorpartiklarna.

2. Anordning enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a d därav, att virvelutjämnaren (26) omfattar en fast rund skiva eller platta.

3. Anordning enligt patentkravet 2, k ä n n e -  
t e c k n a d därav, att vid utjämnaren (26) är fastsatt  
i dess mitten en virvelriktningsstång (25) riktad verti-  
kalt uppåt mot cyklonens virvelzon.

5 4. Anordning enligt patentkravet 3, k ä n n e -  
t e c k n a d därav, att virvelriktningsstången (25) har  
en längd minst en tredje del av virvelns längd.

5. Anordning enligt något av patentkraven 1-4,  
k ä n n e t e c k n a d därav, att virvelutjämnaren (26)  
10 omfattar en öppen axial passage, genom vilken gas strömmar  
från avdrivningszonen (27) till virvelns kärna i cyklonzo-  
nen (24).

6. Anordning enligt något av patentkraven 1-5,  
k ä n n e t e c k n a d därav, att katalysatorbäddens  
15 (35) övre nivå (28) hålls på ett sådant avstånd från ut-  
jämnaren (26), vilket är tillräckligt att bilda en separa-  
tionshöjd (II) sålunda, att den avdrivna katalysatorn icke  
förs till utjämnaren (26) med avdrivningsgasen.

7. Förfarande för separation av partiklar av en  
20 katalysator för katalytisk krackning i flytbädd från kon-  
versionsprodukter av kolväten och avdrivningsgaser genom  
att inleda en dispersion av katalysator och gasformiga kol-  
väten vid en katalytisk krackningsprocess vid förhöjd tem-  
peratur uppåt genom en stigande konversionszon i övre de-  
25 len av ett separationskärl omfattande en syklonvirvelzon,  
vari det bildas en fluidiserad virvel, i vilken katalysa-  
torpartiklarna separeras från gasformiga konversionspro-  
dukter av kolväten, och genom att avlägsna konversions-  
produkterna av kolväten från cyklonzonens övre del,  
30 k ä n n e t e c k n a t därav, att den fluidiserade vir-  
velns spets centreras till kontakt med virvelutjämnaren,  
vilken är belägen koaxialt på separeringszonens botten;  
att den separerade katalysatorn leds genom den ring, vil-  
ken bildas mellan utjämnarens omkrets och separationskär-  
35 lets vägg i en nedre avdrivningszon, vilken med hänseende  
till gasen är i förbindelse med syklonzon; och att kata-

lysatorn bringas i kontakt med avdrivningsgasen, då katalysatorn förflyttar sig nedåt genom nämnda ring och avdrivningszonen till katalysatorbädden.

8. Förfarande enligt patentkravet 7, k ä n n e -  
5 t e c k n a t därav, att separationen utförs i en separationszon, vars längd definierats genom att anordna utjämnaren på ett avstånd av minst cirka två gånger diametern av utloppsröret från virveln under virvelns utloppsrör, och vilken omfattar en koaxial passage med öppna ändar, vilken  
10 sträcker sig från separationskärlets övre del nedåt genom virvelzonen till cyklonens topp.

9. Förfarande enligt patentkravet 7 eller 8,  
k ä n n e t e c k n a t därav, att avdrivningen utförs i en avdrivningszon, vars längd är avståndet mellan kontakt-  
15 zonen avdrivningsgas/katalysator och utjämnaren, vilket avstånd är tillräckligt för att bilda en lämplig separeringshöjd mellan katalysatorbäddens topp och utjämnarens bottendel.

10. Förfarande enligt något av patentkraven 7-9,  
20 k ä n n e t e c k n a t därav, att en fast rund skiva eller platta används som kan omfatta en virvelriktningsstång, vilken är försatt i mitten av den runda skivan eller plattan och sträcker sig uppåt i cyklonens virvelzon.

11. Förfarande enligt patentkravet 10, k ä n n e -  
25 t e c k n a t därav, att virvelutjämnaren används, vilken omfattar en öppen, koaxial passage, genom vilken gasen strömmar från avdrivningszonen till virvelns kärna i cyklonens virvelzon.

12. Förfarande enligt patentkravet 10 eller 11,  
30 k ä n n e t e c k n a t därav, att en riktningsstång för virveln används, vilken har en längd minst en tredje del av virvelns längd.

13. Förfarande enligt något av patentkraven 7-12,  
35 k ä n n e t e c k n a t därav, att man använder 1-4 kg avdrivningsgas per 1000 kg katalysatorpartiklar.

14. Förfarande enligt något av patentkraven 7-13,  
k ä n n e t e c k n a t därav, att man använder en avdriv-  
ningsgas med en skenbar hastighet inom området 6,2-27,5 cm/s.

15. Förfarande enligt något av patentkraven 7-14,  
5 k ä n n e t e c k n a t därav, att såsom avdrivningsgas  
används vattenånga.

Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

Hakemusjulkaisuja:-Ansökningspublikationer: EP 8879 (C 10 G 11/18).  
Patenttijulkaisuja:-Patentskrifter: Suomi-Finland(FI) 65 551  
(B 01 J 8/18). Ruotsi-Sverige(SE) 427 429 (B 04 C 5/103).

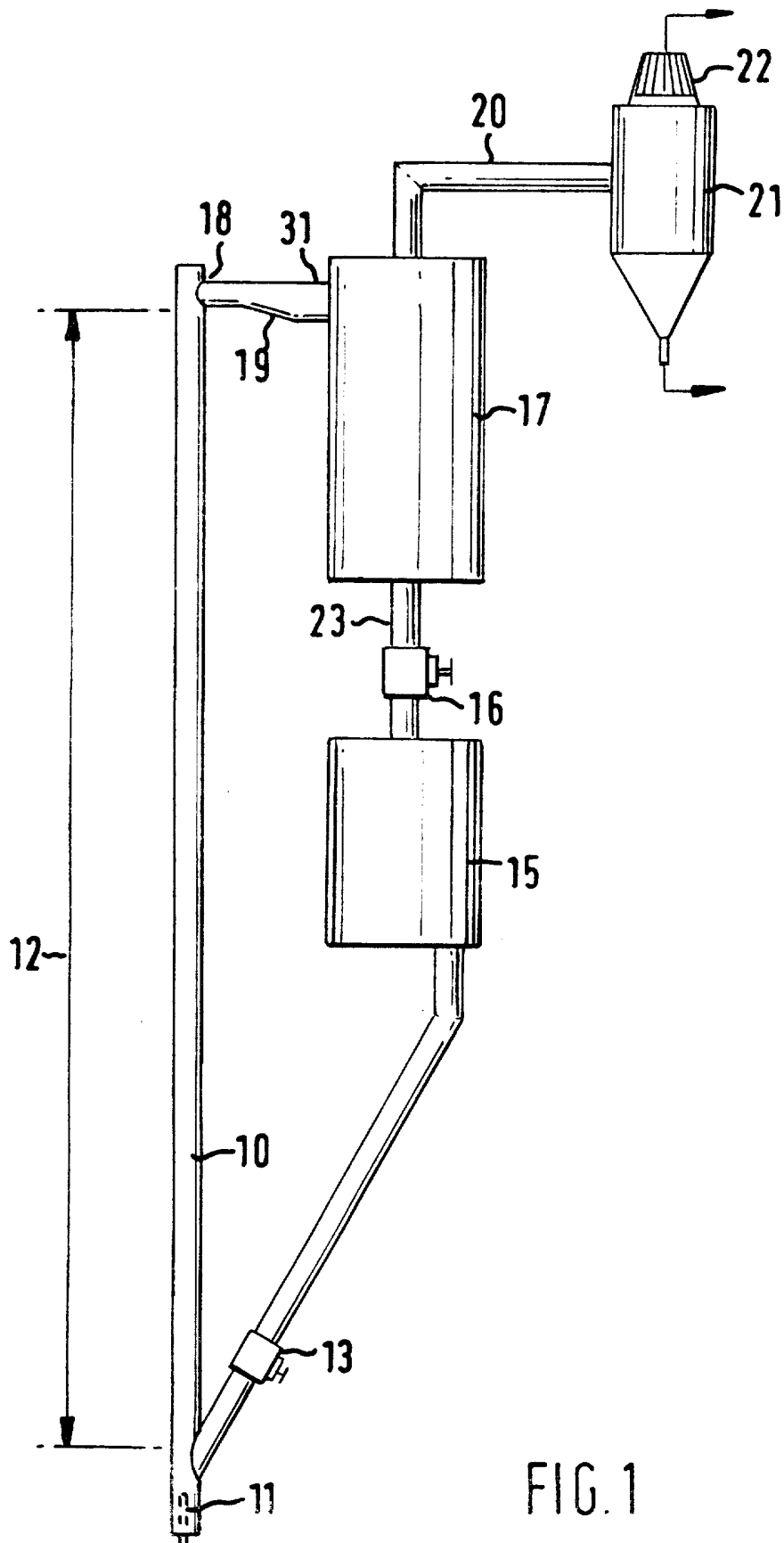


FIG. 1

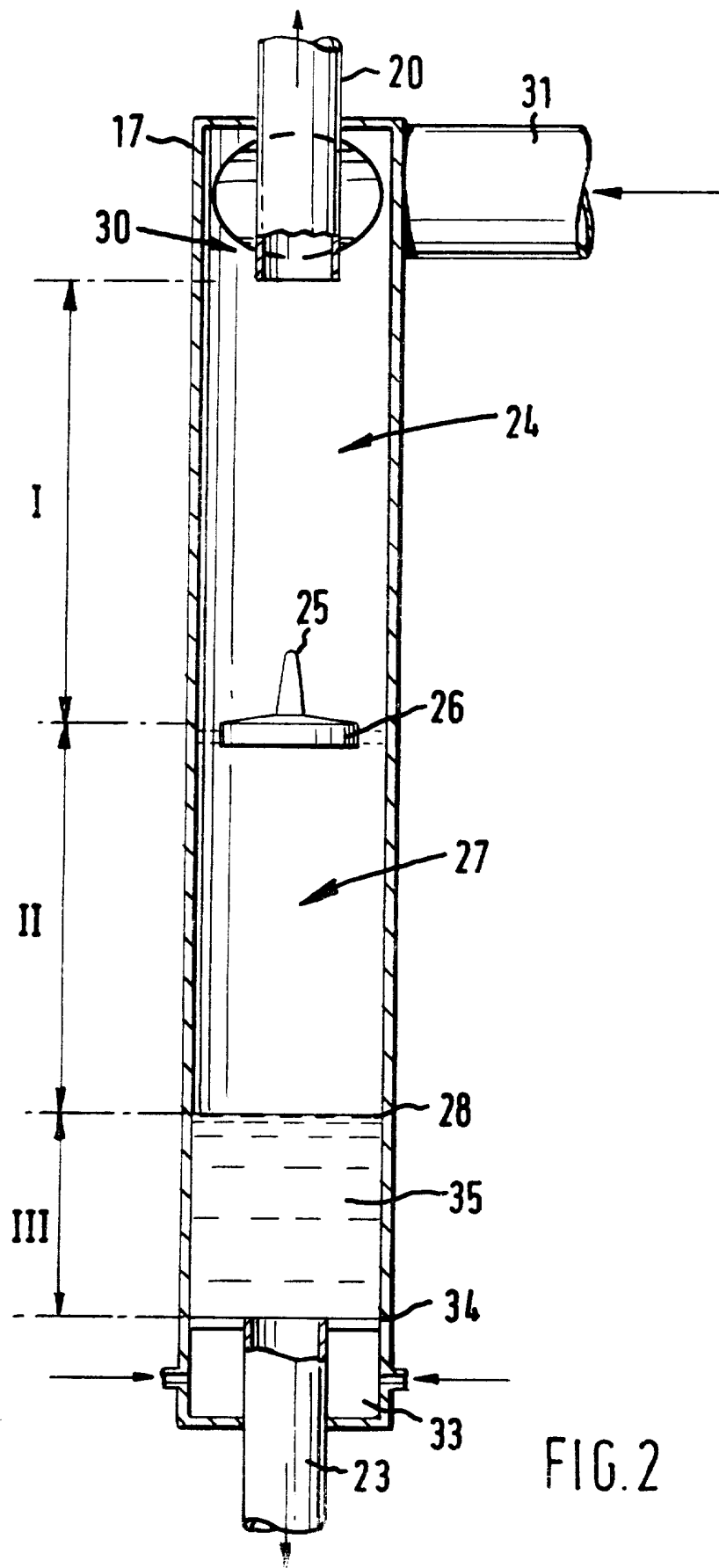


FIG. 2

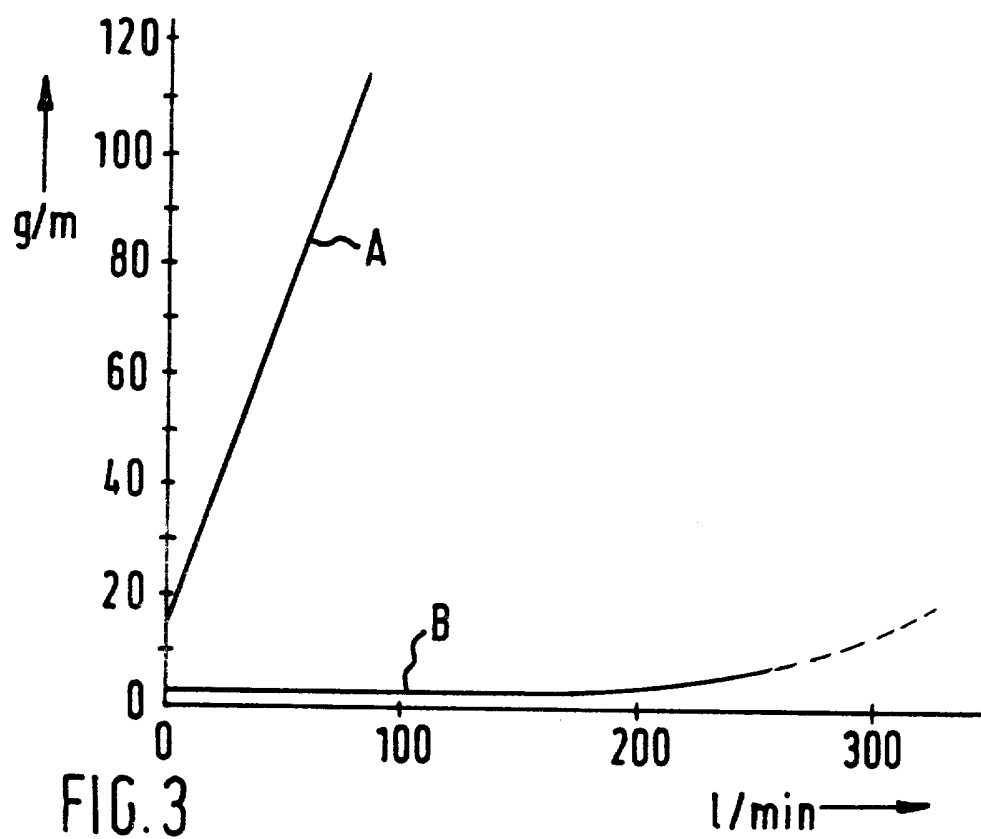


FIG. 3

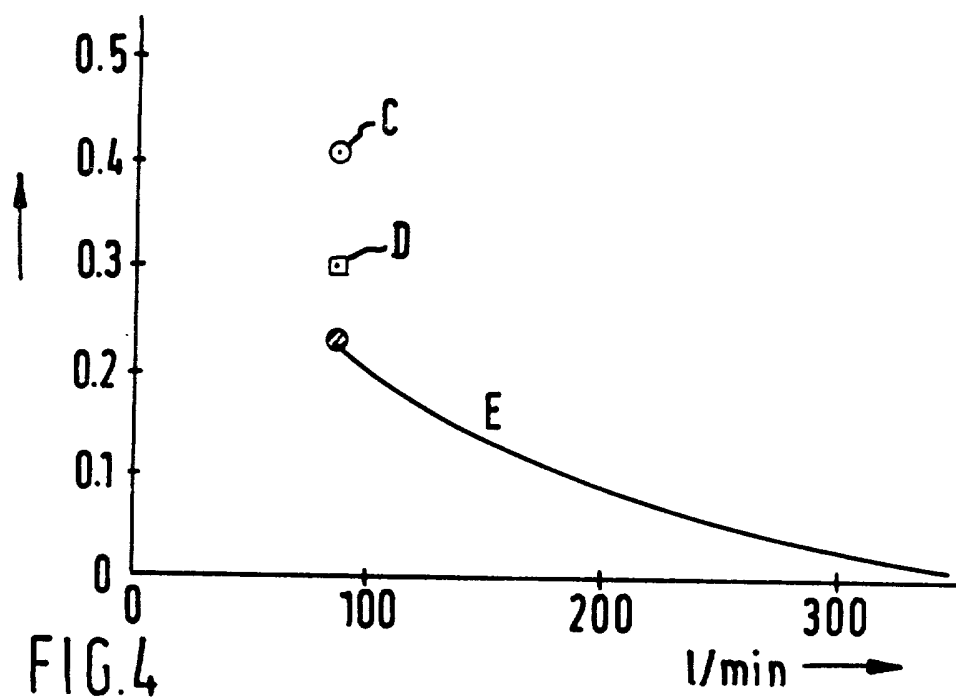


FIG. 4