



(C) (11) PATENTTIJULKAISU
PATENTSKRIFT

85344

SUOMI-FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats	10.04.92
(51) Kv.1k.5 - Int.c1.5	
B 01J 8/24, F 23C 11/02 // B 01D 53/34	
(21) Patenttihakemus - Patentansökning	862473
(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag	10.06.86
(24) Alkupäivä - Löpdag	10.06.86
(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig	14.12.86
(44) Nähtäväksipanon ja kuul.julkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	31.12.91
(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet	
13.06.85 DK 2688/85 P	23.05.86 DK 2425/86 P

(73) Haltija - Innehavare

1. Aalborg Ciserv International A/S, Gasvaerksvej 24, 9000 Aalborg, Danmark, (DK)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Holm, Ejler L., Flamstedvej 171, 9260 Gistrup, Danmark, (DK)
2. Clausen, Jens Christian, Doravej 24, 9280 Storvorde, Danmark, (DK)

(74) Asiamies - Ombud: Oy Kolster Ab

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Leijukerrosreaktori ja menetelmä leijukerrosreaktorin käyttämiseksi
Fluidiserad bäddreaktor och förfarande för att driva en fluidiserad bäddreaktor

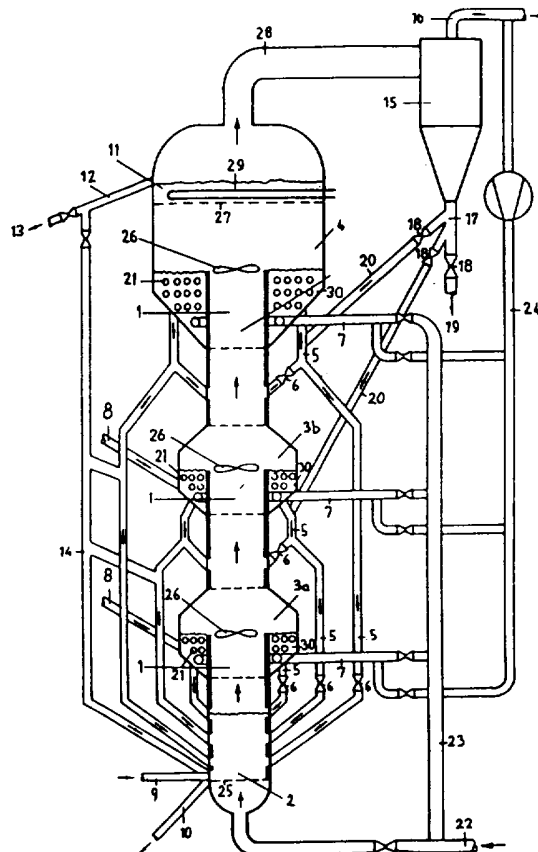
(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

GB A 2116451 (B 01J 8/28), US A 4321233 (B 01J 8/28)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Kuvataan menetelmää kiertävän leijukerrosreaktorin käyttämiseksi, jossa kiinteä hiukkasmateriaali käsittäen kiinteän reaktiomateriaalin, erityisesti hiilipitoisen polttoaineen, syötetään reaktorin alaosaan ja muodostetaan nopeaksi leijukerrokseksi reaktorin pohjaan syötetyn fluidisointikaasun avulla, joka sisältää kaasumaista reaktiomateriaalia, erityisesti happea samalla kun ei-reagoivat hiukkaset otetaan ulos reaktorin yläosasta ja kierrätetään uudestaan kerrokseen. Sen johdosta, että ennalta määrätty murto-osa reaktorissa olevasta kiinteästä hiukkasmateriaalista otetaan ulos vähintään yhdestä reaktorin yläosan alapuolella olevasta paikasta kerroksessa, alistetaan termiseen käsittelyyn ja kierrätetään uudestaan vähintään yhteen muuhun alempaan paikkaan kerroksessa, saavutetaan parantuneet mahdollisuudet prosessin optimointia varten. Edelleen kuvataan leijukerrosreaktoria, joka käsittää pystysuoran reaktorikammion (1), ensimmäisen syöttöjohdon (9) reaktorikammion alaosassa (2) kiinteän hiukkasmateriaalin sisäänsyöttöä varten ja toisen syöttöjohdon (22) reaktorikammion pohjassa fluidisointikaasun sisäänsyöttöä varten sekä poistojohtoon (28) reaktorikammion yläosassa (4) reaktiomateriaalin ulosottoa varten. Tällaista reaktoria voidaan käyttää kuvatus menetelmän toteuttamiseen, kun kiinteän hiukkasmateriaalin ensimmäisen syöttöjohdon (9) ja reaktorimateriaalin poistojohtoon (28) väliin on muodostettu vähintään yksi ylimääräinen poistojohto (5, 3a, 3b, 4) kiinteää hiukkasmateriaalia varten, joka poistojohto jäädytys- tai lämmityselimien (21) kautta johtaa takaisin reaktoriin ainakin yhtenä ylimääräisenä kiinteän hiukkasmateriaalin syöttöjohtona.

Ett förfarande beskrivs för drift av en cirkulerande, fluidiserad bädd-reaktor, i vilken ett fast partikelmaterial, som omfattar ett fast reaktantmaterial, isynnerhet ett kolhaltigt bränsle, införes i reaktorns nedre del och formas till en snabb bädd med tillhjälp av en i reaktorns botten införd fluidiseringsgas, vilken innehåller ett gasformigt reaktantmaterial, isynnerhet syre, medan icke reagerande partiklar uttages från toppen av reaktorn och återcirkuleras till bädden. Genom att en i förväg bestämd fraktion av det i reaktorn belägna fasta partikelmaterial uttages från åtminstone ett under reaktorns topp beläget ställe i bädden och sedan underkastas en termisk behandling för återcirkulering till åtminstone ett annat, lägre ned beläget ställe i bädden, uppnås förbättrade möjligheter för process-optimering. Vidare beskrivs en fluidiserad bäddreaktor, vilken omfattar en vertikal reaktorkammare (1), en första inloppsledning (9) i reaktorkammarens nedre del (2) för inmatning av fast partikelmaterial och en andra inloppsledning (22) i reaktorkammarens botten för införing av fluidiseringsgas, samt en utloppsledning (28) i reaktorkammarens övre del (4) för uttagning av reaktormaterial. En sådan reaktor kan användas för tillämpning av det beskrivna förfarandet ifall mellan den första inloppsledningen (9) för fast partikelmaterial och utloppsledningen (28) för reaktormaterialet anordnats åtminstone en ytterligare utloppsledning (5, 3a, 3b, 4) för fast partikelmaterial, vilken utloppsledning via avkylnings- eller uppvärmningsorgan (21) går tillbaka till reaktorn som åtminstone en ytterligare inloppsledning för fast partikelmaterial.



Leijukerrosreaktori ja menetelmä leijukerrosreaktorin käyttämiseksi

5 Esillä esillä oleva keksintö koskee leijukerrosreaktoria sekä menetelmää tällaisen reaktorin käyttämiseksi.

Leijukerrosjärjestelmiä käytetään useiden prosessien yhteydessä, joissa vaaditaan hyvä kontakti kiinteän hiukkasmaisen materiaalin ja kaasun välillä. Tyypillisiä 10 esimerkkejä tästä ovat lämmönvaihto, heterogeenisesti katalysoidut reaktiot ja suorat reaktiot kiinteiden aineiden ja kaasujen välillä. Viime vuosina on leijukerrosjärjestelmiin liittynyt erityistä mielenkiintoa kiinteää polttoainetta polttavien polttolaitosten yhteydessä. Syitä 15 tähän tulee etsiä erityisesti niistä ympäristöongelmista, joita tavanomaiset polttolaitokset antavat, koska tällaisten laitosten yhteydessä on kallista ja monimutkaista välttää ilman liiallista saastumista, johtuen erityisesti rikkidioksidista (SO_2) ja typpioksideista (NO_x).

20 Esillä olevan keksinnön mukainen menetelmä ja reaktori soveltuvat erityisesti kiinteätä polttoainetta polttavien polttolaitosten yhteyteen, mutta ne tarjoavat muutoinkin etuja kaikissa sellaisissa tilanteissa, joissa tarvitaan kerrosmateriaalin lämmitystä tai jäähdytystä myös 25 tapauksessa, jossa kiinteän materiaalin, joka on tai joka voidaan saattaa hiukkasmuotoon tulee reagoida eksotermisesti tai endotermisesti kaasun kanssa.

Leijukerrosjärjestelmät jaetaan fluidisointitavan perusteella kolmeen tyyppiin, nimittäin "kuplakerrostyyppiin", "turbulenssikerrostyyppiin" ja "nopeakerros-tyyp- 30 piin". Kahdessa ensin mainitussa tyypissä on fluidisointikaasun nopeus niin alhainen (tyypillisesti 1-3 m/s), että kiinteä reaktorimateriaali pääosin pystyy kerroksessa, jota tämän johdosta nimitetään myös "hitaaksi kerrokseksi". 35 Nopeassa kerroksessa fluidisointikaasun nopeus on korkeampi (tyypillisesti >6 m/s) kuin kiinteän reaktorimateriaalin

loppunopeus, mikä merkitsee, että kaasuvirtaus vetää kerros-
hiukkaset mukaansa ja kuljettaa ne ulos kerroksesta.

Tämän johdosta nopeassa kerroksessa kierrätetään kerros-
hiukkasia uudelleen ja tällaisia järjestelmiä nimitetään
5 myös "kiertäviksi kerroksiksi". Tällaisille järjestelmille
on edelleen tunnusomaista, että hiukkaset jakaantuvat si-
ten, että niiden tiheys vähenee reaktorin virtaussuunnassa
kunnes virtaustilaa voidaan tarkastella puhtaana hiukkas-
siirtona.

10 Kun järjestelmiä, joissa on nopea leijukerros tai
kiertävä leijukerros käytetään polttoprosessiin 5 % asti
hiukkasmassasta koostuu polttoaineesta mutta loppu on
inerttiä materiaalia erityisesti hiekkaa, tuhkaa ja rikki-
absorbanttia. Tällaisessa järjestelmässä on tarpeen jääh-
15 dyttää leijukerrosihiukkasia, koska muutoin syntyy niin
korkeita lämpötiloja, että ne sintrautuvat yhteen. Jäähdy-
tys voi tapahtua jäädyttämällä reaktorin seiniä tai reak-
torin sisäänrakennettujen jäähdytysputkien avulla, vertaa
esimerkiksi US-patenttijulkaisu 4 084 545. Toinen mahdolli-
20 suus jäähdytystä varten perustuu siihen, että kiertävää
hiukkasmateriaalia jäähdytetään ulkopuolisessa hiukkas-
jäähdyttimessä, ennenkuin se palautetaan reaktoriin, ver-
taa esimerkiksi julkaisua WO 81/01873. On myös mahdol-
lista yhdistää nämä kaksi jäähdytysjärjestelmää. Mikään
25 näistä ratkaisuista ei kuitenkaan ole tyydyttävä, koska
ne vaikeuttavat optimaalista käyttöä. Käytettäessä yksin-
omaan jäähdytystasoja tai jäähdytysputkia reaktorissa
siinä tulee olemaan epätasainen lämpötilajakautuma radiaa-
lisessa suunnassa reaktorin poikkipinnan yli, mikä erityi-
30 sestä tulee olemaan asianlaita jäähdytetyn reaktorin seinä-
män yhteydessä ja prosessin kulun optimointi ei ole tämän
johdosta mahdollinen. Sen lisäksi on näiden sisäisten
jäähdytyspintojen jäähdytysvaikutus likimain vakio riippu-
matta järjestelmän muista käyttöparametreista, mikä antaa
35 vähäisemmät säätömahdollisuudet ja siten vähäisemmät opti-
mointimahdollisuudet. Kiertävän reaktorimateriaalin ulkoisen

jäähdytyksen tapahtuessa itse se tilanne, että suuri kerätty hiukkasmassa tulee jäähdyttää tasaisesti asettaa rajoituksia fluidisointinopeudelle. Ulkopuolinen jäähdytys rajoittaa lisäksi käytettävissä olevaa reaktoripainetta.

- 5 Kohotettu reaktoripaine on erityisen suotava, koska hyötysuhde reaktorissa tietyllä fluidisointinopeudella kasvaa voimakkaasti paineen kasvaessa.

Tulee edelleen huomata, että kiertävällä kerroksella on suhteellisen pitkä käynnistysaika toisaalta inertin materiaalin ja toisaalta tulenkestävien vuorausten suuren massan johdosta.

Esillä oleva keksintö aikaansaa menetelmän nopean leijukerrosreaktorin käyttämiseksi sekä kompaktin leijukerrosreaktorin, joka yllä selostetun tunnetun tekniikan suhteen nopeille leijukerroksille antaa oleellisesti laajempia mahdollisuuksia prosessin optimointiin mukaan lukien käytön kohotetulla paineella. Kun esillä olevaa keksintöä käytetään polttoprosessin yhteydessä, tapahtuu tämä prosessi erillään lämmönsiirrosta. Rikinpoiston yhteydessä saavutetaan erityisiä etuja ja prosessin optimoinnin laajempien mahdollisuuksien johdosta tulee helpommaksi ohjata palamiskaasujen NO_x -pitoisuutta. Keksintö tarjoaa lisäksi etuja reaktorin käynnistymisen yhteydessä. Muut edut ilmenevät seuraavasta selityksestä.

25 Keksinnön menetelmäpiirteen kannalta se koskee menetelmää kiertoleijukerrosreaktorin jatkuvaksi käyttämiseksi, jossa kiinteän reaktanttimateriaalin käsittävää kiinteää hiukkasmateriaalia syötetään reaktorin alaosaan ja muodostetaan nopeaksi leijukerrokseksi reaktorin alaosaan syötetyn fluidisointikaasun avulla, joka sisältää kaasumaista reaktanttimateriaalia, samalla kun reagoimattomat hiukkaset otetaan ulos reaktorin yläosassa olevan poistoputken kautta ja kierrätetään uudelleen leijukerrokseen.

Tälle menetelmälle on tunnusomaista, että ennalta määrätty murto-osa reaktorissa olevasta kiinteästä hiukkasmateriaalista otetaan ulos ainakin yhdestä reaktorin yläosan poistoputken alapuolella olevasta paikasta leijukerrok-

sessä ja alistetaan kontrolloituun termiseen käsittelyyn ja kierätetään uudelleen ainakin yhteen alempaan paikkaan leijukerroksessa.

Tässä menetelmässä aikaansaadaan mielivaltainen lukumäärä erillisiä kiertoja, joiden avulla voidaan ottaa ennalta määrätty määrä kiinteätä hiukkasmateriaalia, jäädyttää tai lämmittää se ja palauttaa se yhteen tai useampaan alempaan paikkaan kerroksessa. Kun tässä ja seuraavassa puhutaan "murto-osasta", tulee tämä ymmärtää määränä, joka on pienempi kuin se yhteenkoottu materiaalmäärä, joka kunakin hetkenä on kerroksen kyseessä olevalla alueella. Vaikka keksinnön tärkein käyttöalue on polttoprosessin yhteydessä, voidaan havaita, että yhtä hyvin voitaisiin jäädyttää murto-osa kiinteästä materiaalista jonkin muun eksotermisen reaktion yhteydessä, aivan samoin kuin voidaan syöttää lämpöä endotermisen reaktion yhteydessä.

Kiinteänä reaktiomateriaalina keksinnön mukaisen menetelmän yhteydessä voidaan käyttää mitä tahansa materiaalia, joka voidaan saattaa fluidisointiin sopivaan hienojakoiseen muotoon. Polttoprosessin tapauksessa tulee polttoaine muodostamaan kiinteän reaktiomateriaalin ja tulee tyypillisesti olemaan hiiltä mukaan lukien ruskohiili tai antrasiitti mutta muutkin hiilipitoiset materiaalit, kuten biomassa, kotitalousjäte, puu, turve ja petrokoksi ovat myös käyttökelpoisia. Polttoaineen hienojakoisuusaste ei ole kriittinen ja voi tyypillisesti vaihdella arvosta 0 noin arvoon 40 mm, erityisesti arvosta noin 0 arvoon noin 10 mm. Polttoaine voidaan syöttää mielivaltaisina seoksina inertin hiukkasmateriaalin kanssa, esimerkiksi hiekan kanssa samoin kuin syöttöveteen sekoitettuna, toisin sanoen pastana tai lietteenä on mahdollinen. Tyypillisesti 2-5 % kiinteästä materiaalista reaktorissa on polttoainetta ja loppu on inerttiä hiukkasmateriaalia, muun muassa rikkiabsorbanttia.

Hiili sisältää vaihtelevia määriä rikkiä riippuen alkuperästä, tyypillisesti suuruusluokkaa 1-3 % rikkiä.

Rikinpoisto polttoprosessien yhteydessä tapahtuu normaalisti siten, että kalkkikivi kalsinoituu hiilidioksidin kehittyessä, minkä jälkeen muodostunut kalsiumoksidi reagoi rikkidioksidin ja hapen kanssa muodostaen kalsiumsulfaattia. Kalsinointiprosessi on endoterminen kun taas kalsiumsulfaatin muodostuminen on eksoterminen. On osoittautunut, että tätä tilannetta voidaan erityisen edullisesti käyttää hyödyksi esillä olevan keksinnön mukaisessa menetelmässä, jossa kalkkikiven kalsinointiin tarvittava lämpöenergia voidaan toimittaa kerroksesta otetun kiinteän materiaalin kiertävän murto-osan tai murto-osien toimesta, minkä johdosta kalkkikivi edullisesti voidaan syöttää suorana seoksena kiertävän kiinteän hiukkasmateriaalin kanssa yhdessä paikassa, josta hiukkaset otetaan ulos lämpökäsittelyyn. Tällöin kalkkikivi voidaan kalsinoida yhdellä alueella, jossa hiilidioksidin osapaine on alhainen myös reaktorin paineenalaisen käytön yhteydessä, jolloin saavutetaan korkea kalsinointiaste. Seuraavassa reaktorissa kalsiumoksidin ja rikkidioksidin välillä kehittyy hyötylämpöä ja muodostunut kalsiumsulfaatti voidaan tarpeen mukaan erottaa savukaasuista.

Fluidisointikaasuna voidaan keksinnön mukaisen menetelmän yhteydessä käyttää mitä tahansa kaasua, joka sisältää kaasumaista reaktiomateriaalia. Polttoprosessin yhteydessä on fluidisointikaasu ilmaa, joka syötetään osaksi ensiöilmana ja osaksi toisiöilmana. Ensiöilma syötetään edullisesti määränä, joka vastaa määrää, joka tarvitaan kaasumaisten aineiden polttamiseen ja hiilen hapettamiseen hiilimonoksidiksi ja yleisesti riippuvaisesti kiinteästä kuormasta.

Kuten yllä on mainittu, tulee keksinnön mukaisen menetelmän yhteydessä aikaansaada järjestelmä, jossa on nopea leijukerros tai kiertävä kerros. Tämä voidaan käytännössä saavuttaa siten, että fluidisointikaasu, erityisesti ensiöilma, syötetään reaktorin alaosaan hiukkasjakautumasta riippuvaisella nopeudella, edullisesti välillä 0,4-3

m/s, tyypillisesti välillä 0,6-2,0 m/s, jolloin ensin muodostuu kupliva tai turbulenti kerros. Tämän kerroksen yläalueelta otetaan ulos osa hiukkasista fluidisointikaasun avulla, edullisesti hiukkasia, jotka ovat suuruudeltaan
5 pienempiä kuin $2000/\mu$ ja tyypillisesti pienempiä kuin $300/\mu$, minkä jälkeen fluidisointikaasu vie mukanaan kohoavat hiukkaset mahdollisesti sisäänsyötetyn toisioilman avulla, edullisesti määrältään 5-300 kg/m²/s, tyypillisesti 15-70 kg/m²/s. Nämä hiukkaset kuljetetaan tämän jälkeen
10 ylös reaktorin läpi nopeana kerroksena.

Ulosotettujen ennalta määrättyjen murto-osien suuruus on edullisesti 30-70 paino-% hiukkasmäärästä kyseisessä reaktorin poikkileikkauksessa ja tämä määrä kierrätetään uudelleen termisen käsittelyn ja mahdollisen ylimääräisten hiukkasten syötön jälkeen yhteen tai useampaan
15 alempaan paikkaan kerroksessa. Alempaan paikkaan kerroksessa syötetty hiukkasmäärä voi olla sama kuin ylempää ulosotettu, mutta on tyypillisesti 30-70 paino-% hiukkasmäärästä siinä reaktorin poikkipinnassa, johon se syötetään kerroksessa. Suurempiakin hiukkasmääriä voidaan myös
20 syöttää kerrokseen mikäli toivotaan hiukkasten kasaantumista alaspäin reaktorijärjestelmässä. Tällainen hiukkasten kasaantuminen, joka tulee olemaan epästabiili, esiintyy normaalisti, kun kuormaa lasketaan ja ilmamäärää tämän
25 seurauksena vähennetään.

Ulosotettujen ennalta määrättyjen murto-osien suuruus määräytyy yleisesti suhteessa reaktorin tilavuuteen siten, että käyttö tietylle kokonaishiukkasmäärälle ja kaasunopeudelle on stabiili. Kun reaktorin alaosaan
30 aikayksikköä kohden syötetyn kiinteän reaktiomateriaalin määrä muuttuu, voidaan myös suorittaa muutos fluidisointikaasun nopeuteen siten, että saavutetaan uusi stabiili tila. Polttoprosessin tapauksessa, jossa kuormitusnopeus kasvaa, lisätään ensiöilman määrää hitaasti, tyypillisesti
35 ilmamäärään, joka on 1,1-1,3 kertaa se ilmamäärä, joka vastaa stabiilia käyttöä vallitsevalla kuormalla. Kun uusi

tasapainopiste on saavutettu, säädetään ensiöilma käyttö-
tasolle. Kun kuormitusnopeus laskee, säädetään vastaavasti
ensiöilmaa hitaasti alaspäin, jälleen tyypillisesti välil-
lä 1,1-1,3 kertaa stabiilia käyttöä vastaava ilmamäärä,
5 kunnes uusi tasapainotila on saavutettu, minkä jälkeen
ensiöilma säädetään käyttötasolle. Kiihdytyksen ja hidas-
tuksen alaista ilmamäärää voidaan käytännössä ohjata kiin-
teän reaktiomateriaalin kaasumaisten aineiden sisällön
funktiona, erityisesti säätämällä toisioilman määrää.

10 Toisioilman määrää voidaan käytännössä säätää
savukaasujen hapenmittauslaitteen avulla, koska nämä johde-
taan ilmakehään. Toisioilman säätö toteutetaan siten, että
varmistetaan siirtyminen turbulentista kerroksesta kier-
tävään nopeaan kerrokseen samanaikaisesti kun tapahtuu
15 hiilimonoksidin hapettuminen hiilidioksidiksi sekä kaasu-
maisten rikkioksidien loppuoksidaatio CaSO_4 :ksi.

Fossiilinen NO_x redusoituu typeksi läsnäolevista
polttoaineen hiilihydrideistä turbulentissa kerroksessa
ja voi edelleen redusoitua syötettäessä NH_3 :a erityisesti
20 toisioilman mukana.

Stabiilin käytön aikana ja erityisesti laskevan
käytön aikana on mahdollista pitää palamisprosessi tasa-
painopisteessä välittömästi teoreettisesti tarvittavan
ilmamäärän alapuolella tai yläpuolella. Täten voi savu-
25 kaasuissa käytön aikana ilmakehän paineessa saavuttaa vä-
hemmän kuin 200 ppm SO_x , 200 ppm NO_x ja 20 ppm CO_x , kun
rikinpoistoainetta syötetään moolisuhteessa 0-2,5 tyypil-
lisesti 1,2. Paineenalaisessa käytössä voidaan näitä arvo-
ja laskea edelleen. Edullisissa olosuhteissa ei mitata
30 lainkaan tai epäoleellisia määriä haitallisia polyaromaat-
tisia hiilihydridejä savukaasussa.

Toisena piirteenään aikaansaa keksintö leijukerros-
reaktorin, joka käsittää pystysuoran reaktorikammion, en-
simmäisen syöttöjohdon reaktorikammion alaosaan kiinteän
35 hiukkasmateriaalin sisäänsyöttöä varten ja toisen syöttö-
johdon reaktorikammion alaosassa fluidisointikaasun sisään-

syöttöä varten sekä poistojohdon reaktorikammion yläosassa reaktorimateriaalin ulosottoa varten, jolle reaktorille on tunnusomaista, että ensimmäisen syöttöjohdon kiinteätä hiukkasmateriaalia varten ja reaktorimateriaalin poisto-

5 johdon väliin on muodostettu vähintään yksi ylimääräinen poistojohdo kiinteää hiukkasmateriaalia varten, joka poistojohdo jäähditys- tai lämmitysvälineiden kautta johtaa takaisin reaktoriin ainakin yhtenä ylimääräisenä kiinteän hiukkasmateriaalin syöttöjohtona.

10 Tällainen reaktori soveltuu yllä kuvatun keksinnön mukaisen menetelmän toteuttamiseen, koska ylimääräinen poistojohdo tai ylimääräiset poistojohdot mahdollistavat ennalta määrättyjen kiinteän hiukkasmateriaalin murto-osien ulosottamisen, tämän kontrolloidun lämmityksen tai jäähd-

15 tyksen ja näin käsitellyn hiukkasmateriaalin palautuksen yhteen tai useampaan alempana sijaitsevaan kerroksen paikkaan sekä hiukkasmassan viipymisajan kerroksessa pidentämisen.

Keksinnön mukaisen reaktorin edullisessa suoritus-

20 muodossa ylimääräinen poistojohdo tai ylimääräiset poistojohdot hiukkasmateriaalia varten käsittävät yhden tai useampia reaktorikammion laajennuksia. Tällaiseen reaktorin laajennettuun osaan voi olla muodostettu lämmönvaihdin lämmönvaihdon suorittamiseksi ulosotetun kiinteän hiukkas-

25 materiaalin kanssa siten, että ajateltu terminen käsittely voi tapahtua tällaisen lämmönvaihtimen avulla. Vaihtoehtoisesti voidaan kiinteä hiukkasmateriaali johtaa ulkopuoliseen termiseen käsittely-yksikköön, esimerkiksi lämmönvaihtimeen ja siitä takaisin reaktoriin.

30 Koska fluidisointikaasu yhdessä fluidisoitujen kiinteiden hiukkasten kanssa kulkee reaktorin laajennuksen ohi, laskee fluidisointinopeus automaattisesti kerroksen yläosassa reaktorin seinämää pitkin. Muutos fluidisointinopeudessa on likimain kääntäen verrannollinen reaktorin

35 poikkipinnan muutoksen neliöön siten, että esimerkiksi reaktorin poikkipinnan kahdentuessa fluidisointinopeus

laskee neljännekseen. Reaktorin laajennuksen sopivan rakenteen yhteydessä voidaan ymmärtää, että fluidisointinopeus voidaan laskea niin alhaiseksi, että suurimmat hiukkaset sekä pienempien hiukkasten hiukkaskasaumat voivat painua 5 alaspäin painovoiman vaikutuksesta, jolloin ne reaktorin laajennuksen pohjasta johdetaan mainitun poistojohdon kautta takaisin alempaan paikkaan kerroksessa. Poistojohdo on varustettu sopivilla venttiilivälineillä siten, että uudelleenkierrätettyjen kiinteiden hiukkasten määrää täten 10 voidaan ohjata. Laskevat partikkelit voidaan reaktorin laajennetussa osassa muutoin fluidisoida uudelleen syöttämällä lisäkaasua, kuten toisioilmaa tai uudelleenkierrätettyä savukaasua, jolloin laajennettu reaktorin osa voi käyttäytyä kuten kuplakerros. Edelleen laajennetussa reaktorin poikkipinnassa voi olla johtoja kiinteää lisämateriaalia varten, muun muassa rikinpoistomateriaalia varten, 15 joka tyypillisesti tulee olemaan kalkkikiveä, kuten yllä on selitetty.

Keksinnön mukainen reaktori voi käsittää mielivaltaisen lukumäärän reaktorin laajennuksia niihin liittyvine 20 johtoineen hiukkasmateriaalin murto-osien termistä käsittelyä ja palautusta reaktoriin varten. Koska mainittujen reaktorin laajennusten muodostaminen niihin liittyvine johtoineen lisää reaktorin hintaa, toteutetaan reaktori 25 normaalisti niin vähillä laajennuksilla kuin mahdollista, edullisesti korkeintaan 3 erityisesti vain 2 ja suotavimmin vain yksi reaktorin laajennus. Kiinteän hiukkasmateriaalin täydentävää termistä käsittelyä varten voi reaktorikammion ulostulopäähän tai viimeiseen reaktorin laajennukseen olla muodostettu ylimääräinen terminen käsittelyyksikkö, joka erityisesti voi olla leijukerrosjäähdytin, 30 jossa on poistojohdin tasaantunutta kiinteää materiaalia varten tai lämmönvaihdin, erityisesti jäähdytyskierukka. Normaalisti tulee reaktorin päälle sovitettu jäähdytyskierukka olemaan alttiina suurelle kulumiselle, mutta esillä olevan keksinnön mukaisessa reaktorissa suuri osa hiuk-

kasista tulee poistetuksi edeltävässä erottimessa ja hiuk-
kasnopeus tulee olemaan voimakkaasti alentunut. Jäähdytys-
kierukka ei siten esillä olevassa tapauksessa tule olemaan
merkittävän kulumisen (erosion) alaisena. Kerrosjäähdyt-
5 timessä tai jäähdytyskierukassa voi kaasun tai hiukkasten
lämpötila laskea lämpötilaan, joka sallii tavanomaista
hiiliterästä olevien syklonien käytön, jolloin vältetään
epäkäytännöllinen tulenkestävä vuoraus.

Se osa kiinteästä reaktiomateriaalista, joka ei
10 ennätä reagoida reaktorissa, johdetaan yhteen inertin hiuk-
kasmateriaalin, tuhkan ja vastaavan kanssa ulostulokaasun
avulla ulos reaktorikammion yläosassa olevan poistojohdon
kautta ja nämä kiinteät hiukkaset voidaan tämän jälkeen
sinänsä tunnetulla tavalla erottaa hiukkaserottimella,
15 erityisesti syklonilla. Syklonin pohjasta voidaan talteen-
otetut kiinteät hiukkaset johtaa varastoon tai palauttaa
reaktoriin, edullisesti yhden tai useamman syöttöjohdon
kautta reaktorista ulosotettuihin hiukkasmaisen materiaalin
murto-osiin. Reaktori voi olla varustettu useammilla hiuk-
20 kaserottimilla sen yläosassa, missä tapauksessa nämä syk-
loneilla voivat olla sovitettuna symmetrisesti reaktorin
ulkopuolelle, esimerkiksi kaksi diametriaalisesti vastak-
kaista syklonia. Sekä silloin, kun on vain yksi sykloni
erillään että silloin kun on useampia sykloneja, voivat
25 kiinteiden hiukkasten ulostulojohto tai -johdot reaktori-
sta olla johdetut ulos reaktorin sivun läpi sen yläosas-
sa johtimen tai johtimien osan ollessa johdetun hetken
matkaa sisällä reaktorissa siten, että hiekkahiukkasia
mahdollisimman suuressa määrin estetään tulemasta imetyiksi
30 sykloniin tai sykloneihin.

Keksinnön mukainen menetelmä voidaan toteuttaa
normaalissa ilmakehän paineessa, mutta kuten edellä on
mainittu on korkeampi reaktorin paine erityisen toivottava,
koska se mahdollistaa korkeamman hyötysuhteen. Korkeam-
35 massa paineessa tapahtuvaa käyttöä varten voi puhdistettu
savukaasu käyttää turboahdinta, joka puolestaan voi puris-

taa kaasumaista reaktiomateriaalia, kuten ilmakehän ilmaa haluttuun käyttöpaineeseen, joka on edullisesti välillä 1-3,5 baria tai enemmän kuin 12-16 baria.

5 Käynnistyksen yhteydessä tai ilmakehän paineessa tapahtuvan käytön aikana kytketään turboahdin irti tai se jätetään pois ja ilmanjakelu saattaa käyntiin tai pitää käynnissä ilmakompressorin avulla, joka voi tyypillisesti olla sähkökäyttöinen.

10 Kaasumaisen reaktioaineen lämmittämiseksi tai kuumentamiseksi voidaan käynnistyksen aikana käyttää poltinta, joka voi tyypillisesti olla kaasu- tai öljykäyttöinen. Polttoprosessin yhteydessä tämä käynnistyspoltin tulee olemaan kytkettynä ensiöilman kiertoon ja lämmittämään tai kuumentamaan ilmaa kunnes prosessi on käynnissä tai halut-
15 tuun lämpötilaan, minkä jälkeen kiinteä polttoaine voidaan annostella reaktoriin lisälämmitystä varten. Käynnistyspoltin kytketään pois päältä tai sitä käytetään vain ilmanlämmittimenä, tyypillisesti lämpötilasta 650°C kunnes käyttölämpötila on saavutettu.

20 Keksinnön mukaista menetelmää ja reaktoria valaistaan seuraavassa lähemmin viitaten piirustukseen, jossa

kuvio 1 esittää keksinnön mukaisen reaktorin suoritusmuodon varustettuna kolmella reaktorin laajennuksella, ja

25 kuvio 2 esittää vastaavan keksinnön mukaisen reaktorin varustettuna yhdellä reaktorin laajennuksella ja käyttöolosuhteiden alaisena.

Kuviossa 1 esitetty reaktori koostuu yleisesti sylinterin muotoisesta reaktorikammioista 1, joka käsittää pohjakammion 2, keskivälillä olevat reaktorin laajennukset
30 3a ja 3b sekä ylimmäisen reaktorin laajennuksen tai yläkammion 4. Reaktorin laajennukset 3a, 3b ja 4 ovat lukumäärältään mielivaltaisten, tyypillisesti 1-12 1-6 tasossa laskuputken 5 kautta säätöventtiileineen 6 yhteydessä vastaaviin reaktorin alempana oleviin osiin. Säätöventtiilit
35 6 voivat olla L-venttiilejä, sekoitussäätimiä tai vastaavia hiukkasvirtauksen säätämiseksi. Viitenumera 7 on

merkitty syöttöjohdot toisioilmaa varten kunkin reaktorin laajennuksen pohjassa. Lisämateriaalit, muun muassa rikinpoistomateriaali, voidaan johtojen 8 kautta syöttää reaktorin laajennuksiin 3a ja 3b samalla kun primaarinen kiinteä reaktiomateriaali, esimerkiksi polttoaine ja inertti hiukkasmateriaali voidaan syöttää pohjakammioon 2 liittyvän johdon 9 kautta. Kiinteä materiaali voidaan haluttaessa ottaa ulos pohjakammiossa 2 olevan johdon 10 kautta.

Yläkammioon 4 on esitettyssä suoritusmuodossa merkitty leijukerroksen jäähdytin 11, josta kasaantunut materiaali voidaan poistaa poistojohdon 12 kautta joko varastoon 13 tai pohjakammioon 2 johdon 14 kautta. Viite-numero 15 osoittaa kaasunpoistojohdolla 16 ja pohjapoistojohdolla 17 varustetun syklonin, joka sopivilla venttiileillä 18 varustettujen haaroitusten kautta johtaa varastoon 19 tai johtojen 20 kautta laskuputkeen 5. Reaktorin laajennuksissa 3a, 3b ja 4 merkitsevät viitenumerot 21 putkia lämmönvaihtimia varten, joihin lämmönvaihtoväliaine johdetaan ulkoa. Lopuksi on reaktori pohjasta varustettu syöttöjohdolla 22 fluidisointikaasua varten, jossa putkessa on haara 23 toisioilman syöttöä varten jo mainitun syöttöjohdon 7 läpi vastaavien reaktorin laajennusten 3a, 3b ja 4 pohjaan. Lisäkaasua syöttöjohtojen 7 kautta voidaan syöttää syklonin 15 poistokaasusta poistokaasujohdon 16, turboahtimen ja haaran 24 kautta. Kaikki nämä johdot voidaan riippumatta siitä onko näin esitetty olla varustetut sopivilla venttiilijärjestelyillä, jotka tekevät mahdolliseksi säätää kaikkia kuljetettuja määriä.

Esitetyn reaktorin toimintatapaa selitetään nyt viitaten polttoprosessiin.

Primaari-ilmaa johdetaan määrissä 50-100 % tarvittavasta kokonaismäärästä polttoprosessia varten johdon 22 kautta katkoviivoilla merkittyyn suutinpohjaan 25 pohjakammiossa 2. Sopiva hienojakoinen kiinteä polttoaine, inertti materiaali ja mahdollinen rikinpoistomateriaali syötetään yhdessä tai erikseen syöttöjohdon 9 kautta pohja-

kammioon 2, johon muodostuu leijukerros. Tietyn kulkumat-
kan jälkeen reaktorikammiossa 1 saapuvat kaasu ja kiinteät
hiukkaset ensimmäiseen reaktorin laajennukseen 3a, jossa
ennalta määrätty osa reaktorimateriaalista otetaan ulos.
5 Tämä ulosotto voi tapahtua yksinomaan alentuneen fluidi-
sointinopeuden perusteella painovoiman vaikutuksesta, mutta
sitä voidaan myös edistää välittimen avulla, jota peri-
aatteellisesti on merkitty viitenumrolla 26. Tämä välitin
voi olla pneumaattinen, mekaaninen tai sähköinen. Reaktorin
10 laajennuksessa 3a ulosotetun materiaalin määrä määräytyy
siitä määrästä, joka voi kulkea laskuputken 5 läpi lämmön-
vaihtimen 21 avulla tapahtuneen jäähtymisen jälkeen.
Toisioilmaa johdosta 23 tai uudelleenkierrätyskaasua joh-
dosta 24 tai näiden seosta voidaan syöttää johdon 7 kautta
15 reaktorin laajennuksen 3a pohjalle ja täten muodostaa
leijukerros 30, joka tyypillisesti voi olla kuplakerros.
Keksinnön edullisessa suoritusmuodossa syötetään rikin-
poistomateriaalia tällaiseen kerrokseen syöttöjohdon 8
kautta.

20 Ensimmäisen erotusvaiheen jälkeen reaktorin laajen-
nuksessa 3a johdetaan kaasu ja erottamaton osa kerros-
materiaalista sekä mahdollisesti uudelleenkierrätetty ker-
rosmateriaali ylempänä olevasta erotusvaiheesta yhdessä
johdon 7 kautta sisäänsyötetyn toisioilman tai uudelleen-
25 kierrätetyn kaasun kanssa seuraavaan reaktorin laajennuk-
seen 3b. Tässä kohdistetaan materiaaliin toinen erotus-
vaihe saman periaatteen mukaisesti kuin erotusvaihe reak-
torin laajennuksen 3a yhteydessä. Tästä toisesta erotus-
vaiheesta uudelleenkierrätetään jäähdytetty kerrosmate-
30 riaali reaktorin pohjalle tai johonkin muuhun mielivaltai-
seen alempaan paikkaan reaktorissa.

Toisesta erotusvaiheesta kaasu kerrosmateriaalin
kanssa johdetaan yläkammioon 4, jossa kerrosmateriaali
jäähdytetään saman periaatteen mukaisesti kuin reaktorin
35 laajennuksissa 3a ja 3b. Tämän lisäksi voidaan kerros-
materiaalia jäähdyttää leijukerrosjäähdyttimen 11 avulla,

jonka suutinpohjan 27 kautta johdetaan kaasu ja jäljellä oleva osa kerrosmateriaalista. Kerrosjäähdyttimeen 11 kasaantunut materiaali poistetaan haaroituksen 12 kautta ja johdetaan varastoon 13 tai palautetaan pohjakammioon 2. 5 Vaihtoehtoisesti voi jäähdytys tapahtua jäähdytyskierukan 29 avulla tai lisäjäähdytys voi tapahtua tällaisen jäähdytyskierukan avulla.

Reaktorin yläosasta poistokaasut johdetaan yhdessä jäljellä olevan kerrosmateriaalin kanssa poistojohdon 28 10 kautta sykloniin 15, jossa kaasu lopullisesti puhdistetaan ja erotettu materiaali tyhjennetään johdon 17 kautta ja kierrätetään uudelleen reaktoriin 1 tai johdetaan varastoon 19.

Käynnistyksen yhteydessä voidaan sopivalla ohjauksella 15 pysäyttää kerros ensimmäisessä reaktorin laajennuksessa 3a ja täten saavuttaa nopeampi käynnistysaika vähäisemmällä hiukkasmateriaalin määrällä.

Kuvio 2 esittää keksinnön mukaisen reaktorin toisen suoritusmuodon, jossa viitenumerot vastaavat kuviossa 1 20 käytettyjä. Tässä suoritusmuodossa on vain yksi reaktorin laajennus 4 ja siihen on suoritettu kuvion 1 suhteen tiettyjä muutoksia johtoyhteyksien kannalta. Siten on johto 10 kiinteän materiaalin mahdollista ulosottoa varten muodostettu keskeisesti pohjaan, lisäfluidisointikaasu voidaan 25 syöttää johtoon 10 putken 32 kautta, on muodostettu joukko suuttimia 22 reaktorin alaosaan ensiöilman syöttöä varten, lisäjohto 22a toisiöilman sisäänsyöttöä varten ja poistojohdo 28 on muhvilla varustettuna johdettu sisään reaktorin ylemmän laajennetun osan 4 sivusta. Katkoviivoilla on lisäksi merkitty poistojohdolla 16 varustetun 30 ylimääräisen syklonin 15 mahdollisuus. Varsinaisen reaktorin 1 halkaisija on merkitty kirjaimella d ja laajennetun reaktorin osan halkaisija on merkitty kirjaimella D. Katkoviivoilla ja nuolilla on merkitty kaasukierto samalla 35 kun hiukkaskierto on merkitty yhtenäisillä viivoilla ja nuolilla.

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä kiertoleijukerrosreaktorin jatkuvaksi
käyttämiseksi, jossa kiinteän reaktanttimateriaalin kä-
5 sittävää kiinteää hiukkasmateriaalia syötetään reaktorin
alaosaan ja muodostetaan nopeaksi leijukerrokseksi reak-
torin alaosaan syötetyn fluidisointikaasun avulla, joka
sisältää kaasumaista reaktanttimateriaalia, samalla kun
reagoimattomia hiukkasia otetaan ulos reaktorin yläosassa
10 olevan poistoputken kautta ja kierrätetään leijukerrok-
seen, t u n n e t t u siitä, että ennalta määrätty
murto-osa reaktorissa olevasta kiinteästä hiukkasmateri-
aalista otetaan ulos ainakin yhdestä reaktorin yläosan
poistoputken alapuolella olevasta paikasta leijukerrokse-
15 sa, ja alistetaan kontrolloituun termiseen käsittelyyn
saattamalla se lämmönsiirtokontaktiin lämmönsiirtoaineen
kanssa reaktorin suhteen perifeerisesti muodostetussa ti-
lassa, jossa on reaktorin integroituna osina olevia ra-
joituksia, jonka jälkeen mainittu murto-osa, mukaanluettu-
20 na mahdollisesti läsnäolevaa reagoimatonta kiinteää reak-
tanttimateriaalia, kierrätetään suoraan antaen sen jatku-
vasti pudota painovoiman vaikutuksesta vähintään yhteen
alempaan paikkaan leijukerroksessa.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä,
25 t u n n e t t u siitä, että kiinteä hiukkasmateriaali
sisältää inerttia hiukkasmaista ainetta, joka otetaan ulos
mainitun ennalta määrätyn murto-osan osana.

3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä,
30 t u n n e t t u siitä, että inertti hiukkasmainen aine
on hiekka.

4. Patenttivaatimusten 1 - 3 mukainen menetelmä,
t u n n e t t u siitä, että reaktorin poistokaasun si-
sältämää kiinteätä hiukkasmateriaalia kierrätetään siten,
että se sekoittuu kiinteän hiukkasmateriaalin ulosotet-

tuun murto-osaan ennen kuin viimeksimainittu kierrätetään alempaan paikkaan leijukerroksessa.

5 5. Patenttivaatimusten 1 - 4 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että se suoritetaan ilmakehän paineessa tai korotetussa paineessa, edullisesti noin 1 - 3,5 barissa, tai yli 12 - 16 barissa.

10 6. Patenttivaatimusten 1 - 5 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että kiinteän hiukkasmateriaalin ulosotettuun murto-osaan syötetään ylimääräistä kaasumaista reaktanttimateriaalia.

15 7. Patenttivaatimusten 1 - 6 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että kiinteä reaktanttimateriaali on hiilipitoinen polttoaine, että kaasumainen reaktanttimateriaali on happi ja että terminen käsittely on jäähdytys.

8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että ulosotetun hiukkasmurtoosan jäähdytyksen yhteydessä lisätään rikinpoistomateriaalia, edullisesti kalkkikiveä.

20 9. Patenttivaatimusten 1 - 8 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että kiinteän hiukkasmateriaalin ulosotettu murto-osa kierrätetään kahteen alempana olevaan paikkaan reaktorissa.

25 10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että alempana olevat paikat ovat eri korkeudella.

30 11. Patenttivaatimusten 1 - 10 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että kiinteän hiukkasmateriaalin ennalta määrättyjä murto-osia otetaan ulos kahdesta toisensa päällä olevasta paikasta leijukerroksessa.

35 12. Patenttivaatimusten 1 - 10 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että kiinteän hiukkasmateriaalin ennalta määrättyjä murto-osia otetaan ulos kolmesta toisensa päällä olevasta paikasta leijukerroksessa.

13. Patenttivaatimusten 1 - 12 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että hiukkasmateriaalin ulosotettu murto-osa kierrätetään alempana olevaan paikkaan, joka sijaitsee primäärikerroksen yläpinnan yläpuolella.

5 14. Patenttivaatimusten 1 - 13 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että kontrolloitu terminen käsittely suoritetaan siten, että mainittuun tilaan muodostuu fluidisoitu kerros.

10 15. Patenttivaatimuksen 14 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että muodostunut leijukerros on kuplakerros.

16. Kiertoleijukerrosreaktori, joka käsittää pystysuoran reaktorikammion (1), ensimmäisen syöttöjohdon (9) reaktorikammion alaosassa kiinteän hiukkasmateriaalin syöttöä varten, ja toisen syöttöjohdon (22) reaktorikammion alaosassa fluidisointikaasun syöttöä varten,

15 poistojohdon (28), joka on yhteydessä hiukkaserottimen (15) kanssa, reaktorikammion yläosassa (4) reaktorimateriaalin ulosottoa varten, sekä

20 yksi tai useampi paluujohto (20) poistojohdosta (28) ulosotetun kiinteän hiukkasmateriaalin kierrätystä varten reaktorikammioon,

25 tunnettu siitä, että kiinteän hiukkasmateriaalin ensimmäisen syöttöjohdon (9) ja reaktorimateriaalin poistojohdon (28) väliin on muodostettu vähintään yksi ylimääräinen poistujohto (3a, 3b, 4) kiinteän hiukkasmateriaalin jatkuvaa kierrätystä varten vähintään yhden laskuputken (5) kautta painovoiman vaikutuksesta vähintään yhteen alempana olevaan paikkaan reaktorikammiossa ja että mainittujen ylimääräisten poistojohdojen (3a, 3b, 4) yhteyteen on sovitettu lämmönvaihtoelimet (21), jotka ovat lämpöä siirtävässä kontaktissa kiertävän kiinteän hiukkasmateriaalin kanssa, ennen kuin viimeksimainit-

tu painovoiman vaikutuksesta pudoten siirtyy alempana olevaan paikkaan reaktorikammiossa.

17. Patenttivaatimuksen 16 mukainen reaktori, t u n n e t t u siitä, että vähintään yhteen mainitusta ylimääräisistä poistojohdoista (3a, 3b, 4) on sovitettu ainakin yksi syöttöjohto (7, 23, 24) täydentävää kaasumaista reaktanttimateriaalia varten.

18. Patenttivaatimuksen 16 tai 17 mukainen reaktori, t u n n e t t u siitä, että vähintään yksi ylimääräisistä poistojohdoista (3a, 3b, 4) käsittää laajennuksen reaktorikammiossa.

19. Patenttivaatimuksen 18 mukainen reaktori, t u n n e t t u siitä, että reaktorin laajennettuun osaan on sovitettu lämmönvaihtoelimet.

20. Patenttivaatimusten 16 - 19 mukainen reaktori, t u n n e t t u siitä, että ylimääräisen poistojohdon (3a, 3b, 4) yhteyteen on sovitettu ylimääräinen syöttöjohto (8) kiinteää lisämateriaalia varten, mm. rikinpoistoainetta varten.

21. Patenttivaatimusten 17 - 20 mukainen reaktori, t u n n e t t u siitä, että syöttöjohto (7) täydentävää kaasumaista reaktanttimateriaalia varten on sovitettu siten, että reaktorin laajennukseen muodostuu erillinen leijukerros.

22. Patenttivaatimuksen 21 mukainen reaktori, t u n n e t t u siitä, että erillinen leijukerros on kuplakerros.

23. Patenttivaatimusten 16 - 22 mukainen reaktori, t u n n e t t u siitä, että reaktorikammion ulostulopäähän on muodostettu leijukerrosjäähdytin (11), jossa on poistojohdo (12) kerääntyneitä kiinteää materiaalia varten.

24. Patenttivaatimusten 16 - 22 mukainen reaktori, t u n n e t t u siitä, että reaktorikammion ulostulo-

päähän on muodostettu lämmönvaihdin, erityisesti jäähdytyskierukka (29).

5 25. Patenttivaatimusten 16 - 24 mukainen reaktori, t u n n e t t u siitä, että se käsittää useat reaktorin laajennukset (3a, 3b, 4), jotka kukin käsittävät kammion yhden reaktorin pääkammiosta (1) erillisen leijukerroksen (30) muodostamiseksi.

10 26. Patenttivaatimusten 16 - 25 mukainen reaktori, t u n n e t t u siitä, että vähintään yksi laskuputki (5) päättyy reaktorin alaosaan, primäärikerroksen yläpinnan yläpuolelle.

Patentkrav

1. Förfarande för kontinuerlig drift av en roterande fluidiserad bäddreaktor varvid ett fast partikelmaterial omfattande ett fast reaktantmaterial inmatas i reaktorns nedre del och omvandlas till en snabb fluidiserad bädd med hjälp av i reaktorns nedre del inmatad fluidiseringsgas som innehåller gas-formigt reaktantmaterial, samtidigt som oreagerade partiklar uttages via ett i reaktorns övre del befintligt utloppsrör och recirkuleras till den fluidiserade bädden, k ä n n e t e c k n a t därav, att en förutbestämd fraktion av det i reaktorn befintliga fasta partikelmaterial uttages genom åtminstone ett under reaktorns utloppsrör beläget ställe i den fluidiserade bädden, och underkastas kontrollerad termisk behandling genom att bringa det i värmeväxlingskontakt med ett värmeväxlingsmedium i ett rum beläget perifert i förhållande till reaktorn med begränsningar utgörande integrerade delar av reaktorn, varefter nämnda fraktion omfattande även eventuellt närvarande oreagerat fast reaktantmaterial recirkuleras direkt medan det kontinuerligt får falla under tyngdkraftens inverkan till minst ett lägre beläget ställe i den fluidiserade bädden.

2. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att det fasta partikelmaterial innehåller inert partikelformat material, som uttages som en del av den nämnda förutbestämda fraktionen.

3. Förfarande enligt patentkravet 2, k ä n n e t e c k n a t därav, att det inerta partikelformade materialet är sand.

4. Förfarande enligt patentkraven 1 - 3, k ä n n e t e c k n a t därav, att det fasta partikelmaterial ingående i reaktorns utloppsgas recirkuleras sålunda, att det blandas med den uttagna fraktionen av det fasta parti-

kelmaterialet innan denna recirkuleras till ett lägre beläget ställe i den fluidiserade bädden.

5 5. Förfarande enligt patentkraven 1 - 4, k ä n -
n e t e c k n a t därav, att det utföres vid atmosfär-
tryck eller förhöjt tryck, företrädesvis vid ca 1 - 3,5
bar, eller vid över 12 - 16 bar.

10 6. Förfarande enligt patentkraven 1 - 5, k ä n -
n e t e c k n a t därav, att till en uttagen fraktion av
det fasta partikelmaterialet matas ett överskott av gas-
formigt reaktantmaterial.

15 7. Förfarande enligt patentkraven 1 - 6, k ä n -
n e t e c k n a t därav, att det fasta reaktantmaterialet
är ett kolhaltigt bränsle, att det gasformiga reaktantma-
terialt är syre och att den termiska behandlingen utgörs
av avkylning.

20 8. Förfarande enligt patentkravet 7, k ä n n e -
t e c k n a t därav, att i samband med avkylningen av en
uttagen fraktion av partikelmaterialet tillsättes avsvav-
lingsmaterial, företrädesvis kalksten.

25 9. Förfarande enligt patentkraven 1 - 8, k ä n -
n e t e c k n a t därav, att en uttagen fraktion av det
fasta partikelmaterialet recirkuleras till två lägre be-
lägna ställen i reaktorn.

30 10. Förfarande enligt patentkravet 9, k ä n n e -
t e c k n a t därav, att de lägre belägna ställena befi-
nner sig på olika höjd.

35 11. Förfarande enligt patentkraven 1 - 10, k ä n -
n e t e c k n a t därav, att förutbestämda fraktioner av
det fasta partikelmaterialet uttages från två på varandra
belägna ställen i den fluidiserade bädden.

40 12. Förfarande enligt patentkraven 1 - 10, k ä n -
n e t e c k n a t därav, att förutbestämda mängder av det
fasta partikelmaterialet uttages från tre på varandra be-
lägna ställen i den fluidiserade bädden.

13. Förfarande enligt patentkraven 1 - 12, k ä n -
n e t e c k n a t därav, den uttagna fraktionen av par-
tikelmaterialiet recirkuleras till ett lägre beläget stäl-
le som befinner sig ovanför övre ytan hos primärskiktet.

5 14. Förfarande enligt patentkraven 1 - 13, k ä n -
n e t e c k n a t därav, att den kontrollerade termiska
behandlingen utföres sålunda, att i nämnda rum bildas en
fluidiserad bädd.

10 15. Förfarande enligt patentkravet 14, k ä n -
n e t e c k n a t därav, att den bildade fluidiserade
bädden är en bubbelbädd.

16. Roterande fluidiserad bäddreaktor, som omfat-
tar

15 en lodrät reaktionskammare (1)
ett första inmatningsrör (9) i nedre delen av reaktorkammaren för inmatning av fast partikelmaterial, och ett andra inmatningsrör (22) i nedre delen av reaktorkammaren för inmatning av fluidiseringsgas,
20 ett utloppsrör (28), som är i förbindelse med en partikelseparator (15), i övre delen (4) av reaktorkammaren för uttagning av reaktormaterial, samt

ett eller flera recirkuleringsrör (20) från utloppsröret (28) för recirkulering av det uttagna fasta partikelmaterialiet till reaktorkammaren,

25 k ä n n e t e c k n a d därav, att mellan det första inmatningsröret (9) för det fasta partikelmaterialiet och utloppsröret (28) för reaktormaterialiet finns åtminstone ett extra utloppsrör (3a, 3b, 4) för kontinuerlig recirkulering av det fasta partikelmaterialiet genom åtminstone ett utloppsrör (5) under inverkan av tyngdkraften till åtminstone ett lägre beläget ställe i reaktorkammaren och att det i samband med nämnda extra utloppsrör (3a, 3b, 4) har anbragts värmeväxlarelement (21) som är i värmeväxlingskontakt med det cirkulerande fasta partikelmaterial

30
35

et, innan detta under inverkan av tyngdkraften recirkuleras till ett lägre beläget ställe i reaktorkammaren.

5 17. Reaktor enligt patentkravet 16, k ä n n e -
t e c k n a d därav, att till åtminstone ett av de nämnda
extra utloppsrören (3a, 3b, 4) har anbragts åtminstone ett
inmatningsrör (7, 23, 24) för supplerande gasformigt reaktantmaterial.

10 18. Reaktor enligt patentkravet 16 eller 17,
k ä n n e t e c k n a d därav, att åtminstone ett av de
extra utloppsrören (3a, 3b, 4) omfattar en utvidgning av
reaktorkammaren.

19. Reaktor enligt patentkravet 18, k ä n n e -
t e c k n a t därav, att värmeväxlingsaggregaten är anbragda i den utvidgade delen av reaktorn.

15 20. Reaktor enligt patentkraven 16 - 19, k ä n -
n e t e c k n a d därav, att i samband med det extra utloppsröret (3a, 3b, 4) har anbragts ett extra inmatningsrör (8) för fast tillsatsmaterial, bl.a. avsvavlingsmaterial.

20 21. Reaktor enligt patentkraven 17 - 20, k ä n -
n e t e c k n a d därav, att inmatningsröret (7) för supplerande gasformigt reaktantmaterial är utformat sålunda, att det i utvidgningen av reaktorn bildas en separat fluidiserad bädd.

25 22. Reaktor enligt patentkravet 21, k ä n n e -
t e c k n a d därav, att den separata fluidiserade bädden är en bubbelbädd.

30 23. Reaktor enligt patentkraven 16 - 22, k ä n -
n e t e c k n a d därav, att det i utloppsändan av reaktorkammaren har anbragts en fluidiserad bäddkylare (11) med ett utloppsrör (12) för anhopat fast material.

24. Reaktor enligt patentkraven 16 - 22, k ä n -
n e t e c k n a d därav, att i utloppsändan av reaktorn är anbragt en värmeväxlare, företrädesvis en kylspiral.

25. Reaktor enligt patentkraven 16 - 24, k ä n -
n e t e c k n a d därav, att den omfattar flera utvidg-
ningar hos reaktorn (3a, 3b, 4) vilka var för sig omfattar
ett rum för bildning av en fluidiserad bädd (30) separat
5 från reaktorns huvudkammare (1).

26. Reaktor enligt patentkraven 16 - 25, k ä n -
n e t e c k n a d därav, att åtmionstone ett utloppsrör
(5) utmynnar i reaktorns nedre del ovanför primärlagrets
övre yta.

FIG. 1

