



NORGE

(12) **PATENT**

(19) NO

(51) Int Cl<sup>7</sup>

(11) **319701**

B 01 J 8/00

(13) **B1**

### Patentstyret

|      |                       |                                                                                                                                                                                        |      |                           |                                                      |
|------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------------------------|------------------------------------------------------|
| (21) | Søknadsnr             | 19990299                                                                                                                                                                               | (86) | Int.inng.dag og søknadsnr | 1998.05.27<br>PCT/EP98/03114                         |
| (22) | Inng.dag              | 1999.01.22                                                                                                                                                                             | (85) | Videreføringsdag          | 1999.01.22                                           |
| (24) | Løpedag               | 1998.05.27                                                                                                                                                                             | (30) | Prioritet                 | 1997.05.28, DE, 19722382<br>1997.05.30, DE, 19722570 |
| (41) | Alm.tilgj             | 1999.03.15                                                                                                                                                                             |      |                           |                                                      |
| (45) | Meddelt               | 2005.09.05                                                                                                                                                                             |      |                           |                                                      |
| (73) | Innehaver             | Messer Griesheim GmbH, Fritz-Klatte-Strasse 6, D-65933 Frankfurt, DE                                                                                                                   |      |                           |                                                      |
| (72) | Oppfinner             | Kerr-McGee Pigments GmbH & Co KG, Gebäude N 215, Rheinuferstrasse 7-9, D-47829 Krefeld, DE<br>Dieter Wülbeck, Krefeld, DE<br>Günter Lailach, Krefeld, DE<br>Gerhard Gross, Willich, DE |      |                           |                                                      |
| (74) | Fullmektig            | Zacco Norway AS, Postboks 2003 Vika, 0125 OSLO, NO                                                                                                                                     |      |                           |                                                      |
| (54) | Benevnelse            | <b>Fremgangsmåte for gjennomføring av reaksjoner i et fluidisert partikkelsjikt</b>                                                                                                    |      |                           |                                                      |
| (56) | Anførte publikasjoner | EP A1 610 944<br>US 3,377,350                                                                                                                                                          |      |                           |                                                      |
| (57) | Sammendrag            |                                                                                                                                                                                        |      |                           |                                                      |

Det er beskrevet en anordning til gjennomføring av reaksjoner i et fluidisert partikkelsjikt befinnende seg over en tilførselsbunn, hvor der i veggen til denne anordning ovenfor dens tilførselsbunn er anbrakt en eller flere overlydsdyser, gjennom hvilke der blir tilført en eller flere reaktanter. Det er beskrevet en fremgangsmåte til gjennomføring av reaksjoner i et fluidisert partikkelsjikt, hvor tilføringen av reaktanter til det fluidiserte partikkelsjikt skjer gjennom transversal injeksjon med overlydshastighet.

Oppfinnelsen vedrører en fremgangsmåte til gjennomføring av reaksjoner i et fluidisert partikkelsjikt, hvor reaktanter blir blåst inn i fluidiserte partikkelsjiktene.

Reaksjoner i fluidiserte partikkelsjikt er kjent. Disse sjikt kan være stasjonære sjikt i såkalte fluidiserte sjikt- eller virvelsjiktreaktorer eller strømmer av gassuspenderte partikler i reaktorer med sirkulerende virvelsjikt, ved hvilke den av reaktoren utgående partikkelstrøm delvis eller fullstendig blir delt fra gasstrømmen og føres tilbake til den nederste del av reaktoren. De fluidiserte partikler kan være så vel reaktanter, som f.eks. ved risteprosesser, kullforbrenning, kloreringsprosesser osv., så vel som katalysatorer som f.eks. ved spaltningsprosesser, hydreringsreaksjoner osv. eller inert materiale. Ved et flertall av de i teknisk målestokk gjennomførte reaksjoner i fluidiserte partikkelsjikt (FPS), hos hvilke fluidiseringsmediet er på gassform, utgjør tilførselsbunnene, gjennom hvilket fluidiseringsgassen blir tilført til reaktoren, ofte et problem, fordi de blir utsatt for så vel kjemiske som mekaniske angrep. Et ytterligere problem oppstår ved store reaktorer på grunn av at det er vanskelig å få en jevn fordeling av gassen over store tilførselsflater og at der stilles store krav til den mekaniske bæreevnen av tilførselsbunnene ved driftstillstand. Endelig kan der ved partikkeltilførsel fra siden oppstå utilstrekkelig radial partikkelblanding med soner med forskjellig reaksjonsbetingelser innenfor FPS'en.

Spesielle problemer ved gjennomføringen av reaksjoner i FPS, oppstår når to eller flere gassformige eller flytende reaktanter skal tilføres en FPS adskilt, fordi de f.eks. ved blanding utenfor FPS'en danner eksplosive blandinger. Fører man en eller flere av disse reaktanter gjennom åpninger i reaktorveggen, oppstår problemer på grunn av den ujevne fordeling av de forskjellige reaktanter i FPS'en. For å unngå dette, anvendes kompliserte anordninger, ved hvilke de forskjellige reaktanter blir tilført via adskilte tilførsler gjennom tilførselsbunnen.

Velkjent er anvendelsen av oksygen i stasjonære eller sirkulerende virvelsjikt- hhv. fluidisert sjiktreaktorer ved oksideringsreaksjoner, som f.eks. risting av sulfidisert malm, den termiske spalting av avfallssvovelsyrer, kalsineringen av leire eller avbrenningen av slam fra renseanlegg. Ved anvendelsen av luft som fluidiseringsgass blir faststoffpartiklene fluidisert, det betyr holdt i svevende tilstand og samtidig blir der tilført oksygen til den oksiderende reaksjon med reaktanten. Fluorisererte partikler kan være så vel oksyderbare reaktanter, inerte stoffer eller katalysatorer.

Videre er det kjent, å øke kapasiteten av anordningen og redusere behovet for brennstoff ved eksoterme reaksjoner, som spaltningen av avfallssvovelsyre, ved at det som forbrenningsluft i stedet for anvendes oksygen eller med oksygenberiket luft. Foregår forbrenningen av brennstoffet med brennere (DE-patent 2.506.438) er denne

5 fremgangsmåte uproblematisk. Anvendelsen av oksygenberiket luft gir også fordeler ved gjennomføringen av slike reaksjoner i fluidisert sjiktreaktorer (DE-patent 3.328.708). Imidlertid er der relativt snevre grenser for oksygeninnholdet, på den ene side på grunn av bestandigheten av materialet i området omkring tilførselssystemet for fluidiseringsluften og på den andre side på grunn av en temperaturforhøyelse i

10 umiddelbar nærhet av tilførselsbunnen på grunn av oksygenberikningen. Dette fører til problemer med hensyn til den mekaniske styrke og gasskorrosjon av bunnene.

Fra US 3.377.350 er det kjent å innføre smeltet urea ved overlydtrykk til en reaktor.

15 EP 610944 angir innføring av forbrenningsluft på vanlig måte, mens det i tillegg injekteres vanndamp for å oppnå bedre sammenblanding. Transversal injeksjon beskrives ikke.

Oppgaven for foreliggende oppfinnelse var det derfor, å frembringe en fremgangsmåte

20 til gjennomføring av reaksjoner i et fluidisert partikkelsjikt, med hvilken de ovenfor nevnte problemer, som ujevn fordeling i FPS'en, kjemisk og mekanisk bestandighet og bæreevne av tilførselsbunnene, ujevn gassfordeling og utilstrekkelig radial partikkelblanding og forskjellige reaksjonsbetingelser i FPS'en, kan unngås og med hvilken der kan arbeides effektivt og kostnadsgunstig.

25

Denne oppgave kan løses med fremgangsmåten ifølge foreliggende oppfinnelse.

Overraskende ble det funnet, at de ovenfor nevnte problemer i stor utstrekning eller fullstendig kan løses ved transversal injeksjon av reaktanter med overlydhastighet i

30 FPS'en.

Gjenstand for foreliggende oppfinnelse er en fremgangsmåte for gjennomføring av reaksjoner i et fluidisert partikkelsjikt under transversal innføring av én eller flere reaktanter, kjennetegnet ved at innføringen av reaktantene i det fluidiserte

35 partikkelsjiktet foregår ved transversal injeksjon med overlydhastighet gjennom overlyddyser og en av reaktantene er rent oksygen eller oksygenanriket luft.

Ved gjennomføring av fremgangsmåten kan man anvende en reaktor med tilførselsbunn, gjennom hvilken en fluidiseringsgass tilføres til et partikkelsjikt som befinner seg over denne tilførselsbunn for å danne et fluidisert partikkelsjikt, hvor der i reaktorveggen ovenfor tilførselsbunnen er anbrakt en eller flere overlyddyser.

5

Ved reaktorene dreier det seg om reaktorer, ved hvilke der ved tilføring av fluidiseringsgass gjennom en tilførselsbunn dannes et fluidisert partikkelsjikt over denne bunnen og ved hvilke reaktanten injiseres gjennom transversale overlyddyser radially eller i en vinkel på radius med overlydhastighet til dette fluidiserte partikkelsjikt.

10

Overlyddysene, også kjent som Laval-dyser, blir etter behov fortrinnsvis utstyrt med en kjølekappe.

Overlyddyser (Laval-dyser) har funnet en bred anvendelse i teknikken og blir anvendt til å akselerere gasstrømmer fra underlydhastighet til overlydhastighet. Der kan være anbrakt en eller et flertall av overlyddyser på reaktorens omkrets.

15

Dysene kan være anbrakt på en eller flere planer.

20

Avstanden mellom dysene og tilførselsbunnen er fortrinnsvis minst 100 mm, spesielt foretrukket 250 til 600 mm.

Innbygningen av Laval-dysene foregår fortrinnsvis slik at de avslutter med reaktorinnerveggen eller er tilbaketrukket i forhold til denne.

25

Dysenes helning i forhold til det horisontale plan er fortrinnsvis mindre enn  $20^\circ$ , spesielt foretrukket  $0^\circ$ .

Overlyddysene er fortrinnsvis anbrakt radially eller i en vinkel til radius.

30

Dimensjonen av det minste tverrsnitt og utgangstverrsnittene av Laval-dysene avhenger av den mengde som skal injiseres, temperaturen og mach-tallet for reaktanten som skal komme ut av dysen og det tilgjengelige trykk av komponentene.

35

Utlegningen av dysene foregår etter den av fagmannen kjente formel for Laval-dyser.

Utgangshastigheten av reaktantene fra den eller de overlyddyse(ne) antar fortrinnsvis minst Mach 1, spesielt foretrukket minst Mach 1,5. Utgangshastigheten er spesielt foretrukket mindre enn Mach 3.

- 5 De injiserte resterende reaktanter kan være på gassform. Er reaktantene flytende eller faste stoffer, blir de injisert ved hjelp av en bæregass i det fluidiserte partikkelsjikt. Forskjellige reaktanter kan bli injisert gjennom adskilte dyser.

- Andre reaktanter, som kommer i betraktning til å bli tilført ved transversal overlydinjeksjon til FPS'en er spesielt gasser, som f.eks.  $H_2$ ,  $Cl_2$ , hydrokarboner, vanddamp og mange andre. Men der kan også i en gasstrøm (bæregass) injiseres forstøvede væsker, som f.eks. fyringsolje, eller suspenderte faste stoffer, som f.eks. kullstøv, gjennom transversal overlyddysene.

- 15 Oksygenberiket luft omfatter fortrinnsvis med minst 30 volum-%  $O_2$ .

Ifølge oppfinnelsen kan virvelsjiktet ut over oksygen bli tilført ytterligere brennbare reaktanter gjennom separate dyser gjennom transversal injeksjon med overlydhastighet.

- 20 Ved den transversale innblåsing av oksygen og eventuelt brennbare reaktanter med overlydhastighet blir blandingsenergien i det fluidiserte partikkelsjiktet øket og dermed forbedres den radiale varme- og stofftransport. Herav resulterer en jevn kasseformet temperaturprofil og en homogen stofffordeling, hvilket fører til en ensartet produktkvalitet. Det ytterligere tilbud av oksygen gir en betydelig mulighet for økning  
25 av produksjonskapasiteten ved samme tilførselsflate hhv. en minskning av tilførselsflaten ved nybygning av en virvelsjiktreaktor.

- Den beskrevne fremgangsmåte for transversal overlydinjeksjon av oksygen og eventuell brennbare reaktanter lar seg anvende ved alle oksidasjonsprosesser i et virvelsjikt, f.eks.  
30 ved den oksiderende rusting av sulfidisert malm eller forgasningen av kull, ved den termiske spaltning av avfallssvovelsyrer, salter, beise- og utlutningsbad, ved kalsineringen av leire, ved forbrenningen av slam fra renseanlegg eller avfall, ved gjenbruk av støperisand, ved regenerering av katalysatorer og ved spaltning av saltsyre. Fremgangsmåten ifølge foreliggende oppfinnelse er dermed ikke begrenset til de  
35 tidligere oppførte og eksempelvis nevnte prosesser.

Fremgangsmåten ifølge foreliggende oppfinnelse gir spesielt da fordeler, når fluidiseringsgassen og en ytterligere reaktant først skal komme i kontakt med hverandre i FPS'en, som det f.eks. er tilfellet ved kalsineringsprosesser. Der blir det fluidisert med luft, og i FPS'en blir et brennstoff forbrent. Tidligere krevde denne prosess kompliserte  
 5 tilførselsbunner, for å tilføre luften og brennstoffet adskilt gjennom en mengde av åpninger/dyser gjennom tilførselsbunnen. Fremgangsmåten ifølge foreliggende oppfinnelse gjør det nå mulig å gjennomføre brennstoffmatingen gjennom relativt få transversale overlyddyser og tilføring av fluidiseringsluften gjennom en enkelt tilførselsbunn med et mindre tverrsnitt, samtidig med at driftstemperaturen for  
 10 tilførselsbunnen ligger under det som er kjent fra kjent teknikk. Gjennom brennstoffmatingen til FPS'en med overlydhastighet inntreffer en bemerkelsesverdig radial oppblanding av brennstoff, fluidiseringsluft og fluidiserte partikler. Ved overlydinjeksjon av oksygen oppnås en betydelig kapasitetsstigning ved den forhåndsangitte reaktor.

15 Prosesser, ved hvilke der som ovenfor beskrevet, kan oppnås spesielle fordeler, ved transversal overlydinjeksjon av brennstoff og oksygen, kan også nevnes kalsineringsprosessene f.eks. den oksiderende termiske behandling av malm, fjernelsen av olje fra valeslagg og andre, avbrenningen av slam fra renseanlegg eller søppel, den  
 20 delvise eller fullstendige reduksjon av malmer, den termiske spaltning av metallklorid eller –sulfat, den oksiderende risting av sulfidisert malm osv.

Fordeler byr fremgangsmåten ifølge foreliggende oppfinnelse også på ved fremstillingen av klorider av titan, silisium, zirkonium, og andre metaller, ved hvilke tilførselsbunnen  
 25 er utsatt for spesielt kraftige kjemiske angrep. Tilførselsbunnene kan f.eks. være relativt små.

Fordelaktig lar oppfinnelsen seg også anvende ved virvelsjiktvarmebehandlingsovner, ved hvilke der  $N_2$  eller kullanrikningsmiddel som naturgass, metanol eller CO kan  
 30 injiseres gjennom Laval-dysene.

Ytterligere prosesser, ved hvilke foreliggende oppfinnelse virker fordelaktig, er spaltningsprosesser, hydreringsreaksjoner, fremgangsmåter til regenerering av katalysatorer, spesielt fremgangsmåter til avbrenning av karbonholdige avleiringer og  
 35 andre. Opplistningen av prosesser ved hvilke fremgangsmåten ifølge foreliggende oppfinnelse gir fordeler, er foretaket eksempelvis og er ikke begrenset til disse prosesser.

Oppfinnelsen skal ifølge de etterfølgende eksempler beskrives nærmere.

#### Sammenligningseksempel 1

- 5 En fluidisert sjiktreaktor med en diameter på 4 m i området for tilførselsbunnen (f.eks. av slissrist typen) ble anvendt til termisk spaltning av metallsulfater, som var tilgjengelig som filterkake med fuktighet bestående av 68 % svovelsyre. Spaltningen foregikk ved ca. 1000°C, hvor pyritt og koks ble anvendt som reduksjonsmiddel og brennstoff.

10

Til reaktoren ble det matet 12,5 t/h av den ovenfor nevnte filterkake, 2 t/h pyritt og 2,45 t/h koks. Gjennom risten (tilførselsbunnen) ble der tilført 20.000 m<sup>3</sup>/h. 100 mm over risten ble der målt en temperatur på 980°C. 1.100 mm over risten var temperaturen 1060°C, i gassavgangskanalen 1070°C. SO<sub>2</sub>-innholdet i gassen som kom ut av reaktoren lå ved 11,2 volum-% (i forhold til tørket gass).

15

#### Sammenligningseksempel 2

- En fluidisert sjiktreaktor med en diameter på 4 m i området for tilførselsbunnen (f.eks. av typen slissrist) ble anvendt til termisk spaltning av metallsulfater, som forelå som filterkake med fuktighet bestående av 68 %-holdig svovelsyre. Spaltningen foregikk ved omkring 1000°C, hvor pyritt og koks ble anvendt som reduksjonsmiddel og brennstoff.

20

- Til reaktoren ble der matet 20 t/h av den ovenfor nevnte filterkake, 3,3 t/h pyritt og 3 t/h koks. Gjennom risten (tilførselsbunnen) ble der tilført 18.000 m<sup>3</sup>/h (i normtilstand) luft og 1900 m<sup>3</sup>/h O<sub>2</sub> (tilsvarende 28,1 volum-% O<sub>2</sub> i fluidiseringsgassen). Blåserens motorarbeid for transport av luft/O<sub>2</sub>-blandingen antok verdien 142 kW, fortrykket før risten lå på 170 mbar. Der ble målt en temperatur på 995°C ved en avstand på 100 mm over risten. Ved en avstand på 1100 mm over risten var temperaturen 1060°C, i reaktorens gassavgangskanal lå temperaturen ved 1065°C.

25

30

- Av de faste reaksjonsprodukter (metalloksidblanding + aske) ble omkring 85% båret ut med reaksjonsgassen som støv og omkring 15% tatt ut i bunnen av reaktoren som grovt sandformig sjiktmateriale. Den av reaktoren utgående reaksjonsgass inneholdt 18,3 volum-% SO<sub>2</sub> (i forhold til tørket gass).

35

### Sammenligningseksempel 3

- På en reaktor, ifølge sammenligningseksempel 1 og 2, ble der anbrakt 6 gasstusser
- 5 ensartet fordelt langs omkretsen, gjennom hvilke oksygen ble tilført i en høyde på 350 mm over risten. Oksygen tilførselen foregikk gjennom rør av varmebestandig stål med en indre diameter på 24 mm, som var montert slik at de endte ved innersiden av reaktorveggen.
- 10 Matingen av faste stoffer filterkake, pyritt og koks foregikk som i sammenligningseksempel 1 og 2. Gjennom risten ble der matet kun 18.100 m<sup>3</sup>/h luft. Tilførselen av de 1900 m<sup>3</sup>/h O<sub>2</sub> foregikk ensartet gjennom de 6 tilgangsrør. Blåsemotorens kraftopptak var ved et fortrykk på 155 mbar nå kun 124 kW. Temperaturen i en høyde på 100 mm over risten var nu kun 920°C. Målestedene i en
- 15 høyde på 1100 mm over risten viste temperaturer på 940 og 1135°C. I gassavgangskanalen lå temperaturen ved 1070°C.

- Etter 2 timers forsøksstid ble der i sjiktmaterialet observert grove sintrede stykker opp til knyttneve størrelse. Da deres andel tok til i det videre forsøksforløp, ble forsøket
- 20 avbrudt etter 6 timer. De påbygde gasstilførselsrør viste på den indre ende sterke forbrenninger.

### Eksempel 1

- 25 På de 6 stusser i reaktorkappen ble der i stedet for de enkle gasstilførselsrør (ifølge sammenligningseksempel 3) innbygget Laval-dyser, som var omsluttet av en kjølekappe, som der strømmet kjølevann igjennom. Dyseenden var i forhold til reaktorveggen forsenket 20 mm.
- 30 Gjennom Laval-dysene (minste diameter 10,2 mm) ble der, med et fortrykk på 4,9 bar (absolutt) og et reaktortrykk på 1 bar absolutt, tilsammen tilført 1900 m<sup>3</sup>/h O<sub>2</sub>. Den beregnede utgangshastighet av oksygen var Mach 1,7. Luftmengden og ristdata for luftblåseren tilsvarte de fra sammenligningseksempel 2, mengdene av matet faststoff tilsvarte de fra sammenligningseksempel 1 og 2. I en høyde på 100 mm over risten var
- 35 temperaturen 920°C. Ved alle målesteder 1100 mm over risten ble der målt 1060 til 1065°C, i gassavgangskanalen lå temperaturen ved 1065°C.



Sjiktmaterialiet som ble tatt ut var ensartet sandformig uten sintrede klumper. Ved en kontroll av ristbunnen etter 8 måneders driftstid viste denne betydelig mindre glødeskallsdannelse som etter tilsvarende driftstid under de lignende driftsbetingelser tilsvarende sammenligningseksempel 1. Herved ble der spesielt også oppnådd en  
 5 ensartet fordeling av fluidiseringsluften gjennom hele driftstiden. Dette er viktig for prosessen, fordi ved dårlig fordeling kan metallsulfat sammen med metalloksidstøvet bli båret ut.

### Eksempel 2

10

I reaktoren utstyrt med Laval-dyser (ifølge eksempel 1) ble kun 16.000 m<sup>3</sup>/h fluidiseringsluft tilført. O<sub>2</sub>-trykket fra Laval-dysene (minste diameter 13,2 mm) ble øket til 7,8 bar absolutt, slik at tilsammen 4000 m<sup>3</sup>/h O<sub>2</sub> ble tilført. Den beregnede utgangshastighet fra dysene antok ca. Mach 2. Kraftbehovet for blåsemotoren falt til 112  
 15 kW ved 135 mbar fortrykk. Til reaktoren kunne der nå mates 28 t/h filterkake, 4,5 t/h pyritt og 4 t/h koks. Temperaturen 100 mm over risten steg til 940°C, de andre temperaturer forble tilsvarende til eksempel 1.

I sjiktmaterialiet ble der ikke observert noen sintring. Metalloksidblandingen som ble  
 20 tømmt ut som støv var homogen. SO<sub>2</sub>-innholdet i reaksjonsgassen lå med 25,0 volum-% (i forhold til tørr gass) omkring 6,7 volum-% høyere enn i eksempel 1, hvorved den videre bearbeiding til svovelsyre ble gjort betydelig lettere. I forhold til eksempel 1 kunne spaltingseffekten økes med 40% fra 20 t/h til 28 t/h filterkake. Etter tre måneders driftstid viste Laval-dysene ingen tegn på nedslidning.

25

### Eksempel 3

Som i eksempel 1 ble 18.100 m<sup>3</sup>/h fluidiseringsluft matet til reaktoren. Analogt med eksempel 2 ble 4000 m<sup>3</sup>/h O<sub>2</sub> blåst inn gjennom Laval-dysene med Mach 2  
 30 utgangshastighet. Matningen av filterkake kunne økes til 28,8 t/h. Det ble videre matet 6,2 t/h pyritt og 4,1 t/h koks. SO<sub>2</sub>-innholdet i reaksjonsgassen lå på 23,6 volum-% (i forhold til tørket gass).

Gjennom O<sub>2</sub>-matningen ifølge foreliggende oppfinnelse gjennom Laval-dyser  
 35 muliggjøres således i forhold til sammenligningseksempel 1 en stigning i filterkake-spaltningsskapasiteten til 144%.

P a t e n t k r a v

1.

5 Fremgangsmåte for gjennomføring av reaksjoner i et fluidisert partikkelsjikt under transversal innføring av én eller flere reaktanter, k a r a k t e r i s e r t v e d at innføringen av reaktantene i det fluidiserte partikkelsjiktet foregår ved transversal injeksjon med overlydhastighet gjennom overlyddyser og en av reaktantene er rent oksygen eller oksygenanriktet luft.

10 2.

Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at de med overlydhastighet innførte reaktantene er gassformige.

3.

15 Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at det ved siden av oksygen gjennom ytterligere overlyddyser, innføres brennstoffer med overlydhastighet i det fluidiserte partikkelsjiktet.

4.

20 Fremgangsmåte ifølge ett av kravene 1 til 3, k a r a k t e r i s e r t v e d at utløpshastigheten av reaktantene fra overlyddysene utgjør minst 1,5 Mach.

5.

25 Fremgangsmåte ifølge ett av kravene 1 til 4, k a r a k t e r i s e r t v e d at fluidiseringen av partikkelsjiktet foregår ved hjelp av gjennom tilførselsbunnen innledet luft eller med oksygenanriktet luft.

6.

30 Fremgangsmåte ifølge ett av kravene 1 til 5, k a r a k t e r i s e r t v e d at ved fremgangsmåten er det anordnet én eller flere overlyddyser på reaktoromkretsen eller overlyddysene er anordnet i ett eller flere plan.