



PATENTDIREKTORATET  
TAASTRUP

(21) Patentansøgning nr.: 5332/85

(22) Indleveringsdag: 19 nov 1985

(24) Løbedag: 20 mar 1985

(41) Alm. tilgængelig: 19 nov 1985

(44) Fremlagt: 23 sep 1991

(86) International ansøgning nr.: PCT/FI85/00027

(86) International indleveringsdag: 20 mar 1985

(85) Videreførelsesdag: 19 nov 1985

(30) Prioritet: 20 mar 1984 FI 841126

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

B 01 D 53/12

B 01 J 8/24

(71) Ansøger: \*A. Ahlstrom Corporation; SF-29600 Noormarkku, FI

(72) Opfinder: Pertti Juhani \*Sarkomaa; FI

(74) Fuldmægtig: Kontor for Industriel Eneret

(54) Reaktor til gennemførelse af reaktioner i dynamisk leje

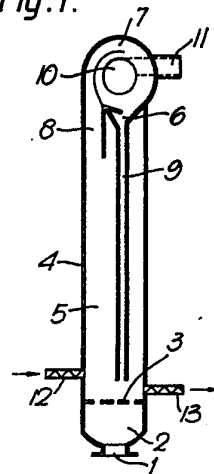
(56) Fremdragne publikationer

(57) Sammendrag:

5332-85

En dynamisk reaktor med fluidiseret leje til udførelse af en kemisk eller fysisk mangekomponent-proces har et fortrinsvis lodret, kølet eller ikke-kølet reaktorkammer (5) med en fortrinsvis vandret cyklon (7) som afgiver det faste materiale gennem den ene side (6) af separator-kammeret og gasserne gennem den ene ende eller begge ender (10) af separator-kammeret. Reaktoren omfatter desuden et afgangsrør (9) uden nogen gaslås, hvilket tillader at det faste stof falder frit. I forskellige udførelsesformer kan reaktoren omfatte fødeorganer og afgangorganer for fast stof såvel som en gasfordelingsplade (3). Eksempler på udførelsesformer er en ildrørskedel og en reaktor til rensning og afkøling af varme gasser.

Fig. 1. 5332-85



Den foreliggende opfindelse angår en reaktor af den i indledningen til krav 1 angivne art til gennemførelse af reaktioner i dynamisk (fluidiseret) leje. Reaktoren ifølge opfindelsen er ejendommelig ved det i krav 1's kendetegnende del angivne.

I de senere år er reaktorer med såkaldt fluidiseret leje hurtigt blevet mere og mere almindelige, og deres hovedanvendelsesområde har været produktion af energi ved hjælp af faste brændsler. I reaktorer med fluidiseret leje finder forbrændingen sted i en suspension af faststoffer i gasser, hvorved funktionen af det faste og som regel ikke-reaktive materiale er at stabilisere forbrændingsprocessen. Reaktorer med fluidiseret leje inddeles i to hovedgrupper på basis af deres arbejds måde:

- 1) reaktorer med statisk fluidiseret leje hvor bortbæringen af faste partikler med bæregassen er sparsom, og
- 2) reaktorer med dynamisk fluidiseret leje hvor de faste partikler bæres pneumatisk gennem reaktoren.

De praktiske udførelsesformer omfatter altid træk fra både statiske og dynamiske reaktorer.

Fordele ved dynamiske reaktorer med fluidiseret leje i forhold til statiske reaktorer er fx den højere tværsnitsareal-varmeafgivelseskaraktistik, og den mest betydningsfulde fordel er måske en forbedret sammenblanding af de gasformige forbindelser. En ulempe ved de dynamiske reaktorer med fluidiseret leje er den absolutte nødvendighed af en faststofseparator. På trods af denne ulempe kan det ses at der ved anvendelse af fluidiseret leje-teknologien er en tendens henimod reaktorer med fluidiseret leje.

Som faststofseparator i dynamiske reaktorer med fluidiseret leje bruges der næsten udelukkende en konventionel cyklon hvis faststof-returkanal er forsynet med en såkaldt gaslås. Funktionen af gaslåsen er at forhindre strømning af gas ud af reaktoren ad faststof-returkanalen til cyklonen. En sådan gasstrøm ville have en væsentlig ødelæggende virkning på separationskapaciteten af en konventionel cyklon. Ulemperne ved en konventionel cyklon-separator er beskrevet

næsten udtømmende i finsk fremlæggeskrift nr. 62468 i den del deraf, der beskriver den kendte teknologi.

I finsk fremlæggeskrift nr. 62468 i beskrevet en reaktor baseret på anvendelse af en gennem-  
5 strømningscyklon, og det giver forklaring på dens fordele i sammenligning med en reaktor baseret på anvendelse af en konventionel cyklon. Ved hjælp af den foreslåede problemløsning opnås der åbenbare konstruktionsfordele i forbindelse med anvendelser med dynamiske fluidiserede lejer. De væsentligste fordele i forhold til kendt teknik er recirkulations-  
10 systemet, der er baseret på naturlig cirkulation af det faste stof og driftsmæssige og konstruktionsmæssige fordele der knytter sig hertil. Ved den nævnte kendte teknik forekommer der imidlertid visse åbenbare driftsmæssige og konstruktionsmæssige ulemper af hvilke den væsentligste vil  
15 blive diskuteret i det følgende.

På bunden af partikelseparatoren i en reaktor ifølge finsk fremlæggeskrift nr. 62468 samles faststof som en mængde der afhænger af belastningen af reaktoren. Et gas-  
20 fjernelsesrør er uundværligt for driften af separatoren, fordi dette rør forhindrer indblanding i den rene gas af det faste stof som strømmer ned på bunden af cyklonen. Når temperaturen er høj må røret være fremstillet af keramisk materiale og er derfor dyrt, massivt og af problematisk konstruktion. Desuden udgør dette rør en væsentlig hindring for  
25 adgangen for det faste stof, som samles på bunden af separatoren, til afgangsrøret. I praksis har overfladen af det cirkulerende materiale i bunddelen af gennemstrømningscyklonen tendens til at antage en position og form som afhænger af nævnte materiale, af reaktoren og af belastningen, og  
30 denne position og form er som regel ugunstig med hensyn til cyklonens strømningmønster. For at kunne opnå et godt separationsforhold behøves noget af rumfanget af cyklonen mellem gasfjernelsesrøret og cyklonkammeret udelukkende til opbevaring af det faste stof som er samlet.  
35

Ved hjælp af en reaktor i overensstemmelse med den foreliggende opfindelse, baseret på en vandret cyklon, er

det muligt at eliminere problemerne og ulemperne ved de reaktorer med fluidiseret leje som er baseret på anvendelse af lodrette cykloner (konventionel cyklon, gennemstrømningscyklon). Reaktoren ifølge den foreliggende opfindelse er derfor som nævnt karakteriseret ved det der angives i den kendetegnende del af krav 1.

Nogle af de mest betydningsfulde fordele ved den foreliggende opfindelse er de konstruktionsmæssige forenklinger som er opnået i forskellige udførelsesformer for dynamiske reaktorer med fluidiseret leje samt driftsmæssige forbedringer som er opnået i sammenligning med kendte reaktorer. Når der bruges en vandret cyklon er det muligt at undgå de driftsmæssige og konstruktionsmæssige ulemper der er karakteristiske for gennemstrømningscyklonen, stammende fra opsamling af det faste stof. Anvendelse af en vandret cyklon bidrager også til forbedret investeringsøkonomi fordi reaktoren bliver konstruktionsmæssigt enkel og relativt lille i sammenligning med de kendte reaktorer. En vandret separator arbejder endog mere stabilt end en gennemstrømningscyklon fordi fjernelse af faststof udføres fra periferien af separatorkammeret. Denne lokalisering af faststof-fjernelsesrøret giver også en forøgelse af afgangsrørets transportkapacitet fordi det faste stof, når det ankommer til afgangsrøret, har høj hastighed (massestrømning = tværsnitsareal x hastighed x massefylde). På grund af disse egenskaber er de vandrette cykloner særlig velegnede til at blive forbundet i serie.

Reaktoren ifølge opfindelsen, baseret på en vandret cyklon, er særlig velegnet til en helt afkølet reaktordel af den i fig. 3 viste ildrørskedel (pladekedel) fordi formerne af reaktoren, af separatoren og af gas- og returrørene er gunstige med hensyn til varmeudvidelse.

Eksempler på udførelsesformer for reaktoren ifølge opfindelsen skal forklares nærmere i det følgende under henvisning til tegningen, på hvilken

fig. 1 viser en reaktor med dynamisk fluidiseret leje ifølge opfindelsen og indrettet til forbrænding under fuld-

stændig eller partiel oxygenering, eller til udførelse af visse kemiske eller fysiske processer,

fig. 1A den i fig. 1 viste reaktor set fra oven,

fig. 2 viser en reaktor ifølge opfindelsen som del af en ildrørskedel (pladekedel),

fig. 2A et snit gennem den i fig. 2 viste reaktor efter linien A-A i fig. 2,

fig. 3 viser en reaktor ifølge opfindelsen, indrettet til afkøling, varmegenvinding og rensning af varme gasser som eventuelt indeholder gasformige og/eller smeltede og dampformige og/eller faste urenheder, og

fig. 3A et snit gennem den i fig. 3 viste reaktor efter linien A-A i fig. 3.

Fig. 1 viser konstruktion og driftsmåde af en dynamisk reaktor med fluidiseret leje, baseret på en separator i form af en vandret cyklon og indrettet til forbrænding eller udførelse af en multikomponentproces. Procesgassen føres ind i reaktoren gennem en indgangsåbning 1 til et luftkammer 2 anbragt i reaktorens bunddel. Via en gasfordelingsplade 3, anbragt mellem et reaktionskammer 5 og luftkammeret 2, føres gassen ind i bunddelen af reaktorkammeret 5, og fast materiale fraskilt i den vandrette separator føres ind i reaktorkammeret 5 gennem et returrør 9. Det faste procesmateriale føres ind i reaktoren gennem et rør 12. Det faste procesprodukt eller spildmateriale fjernes gennem et rør 13. Reaktorkammeret 5's kappe 4 kan være afkølet og reaktorkammeret kan også indeholde køleelementer. Gassen indeholdende fast stof føres gennem en kanal 8 tangentialt til periferien af et vandret separator-kammer 7 i den vandrette cyklon som er anbragt oven over reaktorkammeret 5. Det faste materiale som udskilles fra den vandrette cyklon på væggen fjernes gennem en gren eller kanal 6 anbragt på periferien af separator-kammeret, fra hvilken kanal det faste materiale føres videre ad returrøret 9 til det ønskede sted i reaktoren. De gasser som er rensede i den vandrette cyklon fjernes gennem de to ender af cyklonen gennem åbninger 10. Udstødnings-gasrør 11 kan være forbundet tangentialt med åbningerne 10, hvorved noget

af udstødsgassens tangentielle hastighed kan genvindes.

Fig. 2 viser den principielle konstruktion af en ildrørskedel med fire rør, udført ved hjælp af en reaktor af den i fig. 1 viste art. Forbrændingsluften føres fra et luftkammer 1 via en luftfordelingsplade 2 ind i et forbrændingskammer 4, i hvis bunddel brændslet tilføres gennem et rør 3. Reaktoren ifølge opfindelsen, som arbejder i overensstemmelse med de principper der er angivet i beskrivelsen af fig. 1, er helt anbragt inden i et vandrum 12 og afkøles således fuldstændigt. Afgangsgaskanaler fra den vandrette separator fører de gasser som er rensede for faststof ind i et nedre vendekammer 8. I ildrør 9 afkøles gasserne yderligere og går ind i et øvre vendekammer 10, og derfra videre gennem rør 11 ind i et system med røggaskanaler. Det faste materiale returneres gennem et rør 7 til et passende niveau i forbrændingskammeret 4. Rør 13 og 14 er indgangsrør og udgangsrør for kølevandet.

Fig. 3 viser en reaktor i overensstemmelse med opfindelsen, tilpasset til rensning af varme gasser og til genvinding af varme, hvilket opnås ved hjælp af to gennemstrømningscykloner forbundet i serie. De til rensning værende varme gasser føres ind i reaktoren gennem en åbning 1. I bunddelen af reaktorrummet er der et blandekammer 2, til hvilket det faste materiale returneres gennem returrør 4 og 13, og hvortil det eventuelt nødvendige faste procesmateriale føres (fx  $\text{CaCO}_3$  til absorption af svovloxyder) gennem et rør 17. Om nødvendigt kan procesmaterialet eller spildmaterialet (fx  $\text{CaSO}_4$ ) fjernes fra blandekammeret 2 gennem et rør 16. De faste materialer og gassen stiger op gennem rør 3 til et samlerum 5. Gennem en ledning 6 føres de faststofholdige gasser tangentialt ind til periferien 7 af den første vandrette cyklon. De forrensede gasser fjernes fra den første separator gennem den ene ende eller begge ender af separator-kammeret gennem åbninger 8. Det fraskilte faste stof sendes tilbage til blandekammeret 2 gennem røret 4. Gennem en ledning 9 føres de forrensede gasser til periferien af separator-kammeret 10 i den anden vandrette separator. De rene gas-

ser fjernes ved enderne af den anden vandrette separator gennem åbninger 11. Det fraskilte faste stof returneres gennem returrøret 13 til blandedelen 2. For at nedsætte tryktab er gaskanalerne 9 og 12 forbundet tangentialt til afgangsåb-  
5 ningerne 8 og 11. Kølingen af reaktordelen i fig. 3 er udført som en ildrørskonstruktion, hvorved rørene 3 og 4 befinder sig i et vandholdigt rum 15 dannet af en kappe 14.

Fra den i fig. 1 viste vandrette separator fjernes gasserne symmetrisk og separatorokammerets ender er koniske.  
10 Det er klart at enderne af separatorokammeret også kan være plane og at gassen også kan fjernes fra kun den ene side. Om nødvendigt kan afgangsrørene 10 fra den vandrette separator også strække sig ind i separatorokammeret 7. I fig. 1 er der vist en praktisk forbindelse mellem reaktorkammeret og den  
15 vandrette separator, men det er klart at separatoren fx kan være anbragt excentrisk i forhold til reaktorkammeret og at returkanalen for det faste stof også kan være anbragt uden for reaktorkammeret.

Køledelen af den udførelsesform der er vist i fig. 3  
20 består af ildrør som er anbragt inde i kappen. Det er klart at kølingen også kan udføres ved hjælp af vandrørskonstruktioner. Det er endvidere klart at der om nødvendigt kan være forbundet mere end to separatorer i serie og/eller parallelt.

## P a t e n t k r a v

-----

1. Reaktor til gennemførelse af reaktioner i dynamisk leje, hvor faste partikler transporteres pneumatisk gennem  
5 et reaktorkammer med fluidiseret leje, en cyklon-partikelseparator til rensning af gassen fra det fluidiserede leje og et returrør forbundet med cyklonens separatorokammer til at returnere separeret partikelmateriale, k e n d e t e g n e t ved at cyklon-partikelseparatoren har en vandret cyklon  
10 (fig. 1/7, fig. 2/5, fig. 3/7) indpasset i direkte forbindelse med reaktorkammeret (fig. 1/5, fig. 2/4, fig. 3/3), at returrøret (fig. 1/9, fig. 2/7, fig. 3/4) er forbundet med periferien af separatorokammeret og at de rensede gasser fjernes gennem den ene ende eller begge ender af separator-  
15 kammeret.
2. Reaktor ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved at reaktorkammeret er kølet.
3. Reaktor ifølge krav 2, k e n d e t e g n e t ved at reaktoren og den vandrette cyklon er fuldstændigt indpasset  
20 på indersiden af en vandkappe (fig. 2/12).
4. Reaktor ifølge krav 1-3, k e n d e t e g n e t ved at reaktordelen består af lodrette rør (fig. 3/3, 4, 13) anbragt i en vandkappe (fig. 3/14) hvor mindst ét af nævnte rør fungerer som returrør (fig. 3/4, 13) for fraskilt stof.
- 25 5. Reaktor ifølge et hvilket som helst af kravene 1-4, k e n d e t e g n e t ved at returrøret (fig. 1/9, fig. 2/7, fig. 3/4) er forbundet med det aller laveste punkt af periferien af cyklonens separatorokammer.
6. Reaktor ifølge et hvilket som helst af kravene 1-5,  
30 k e n d e t e g n e t ved at returrøret (fig. 1/9, fig. 2/7, fig. 3/4) er uden gaslås.
7. Reaktor ifølge et hvilket som helst af kravene 1-6, k e n d e t e g n e t ved at den i forbindelse med reaktor-

kammeret anbragte vandrette cyklon er indrettet til at virke som en for-separator med lave tryktab, hvorved den egentlige rensning af gasser finder sted i en næste vandret separator, forbundet i serie med den første.

Fig. 1.

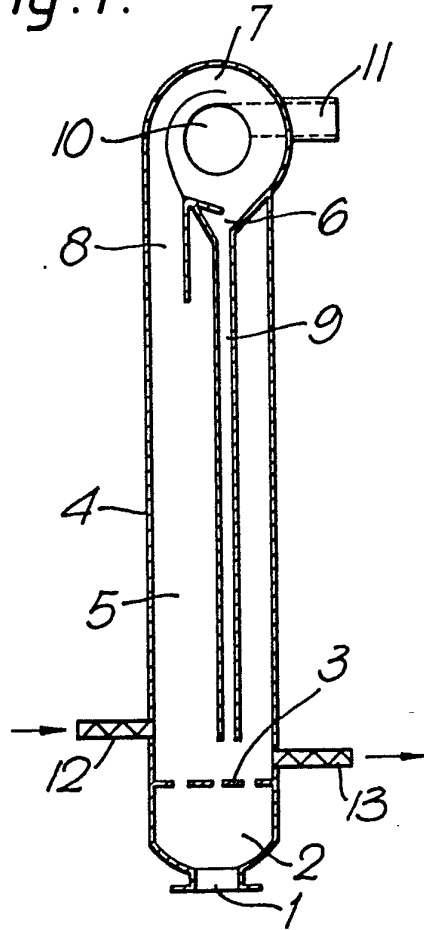


Fig. 1A.

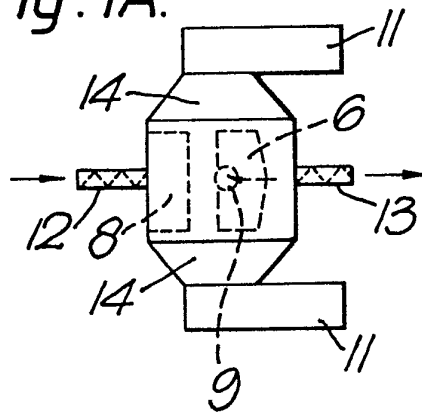


Fig. 2.

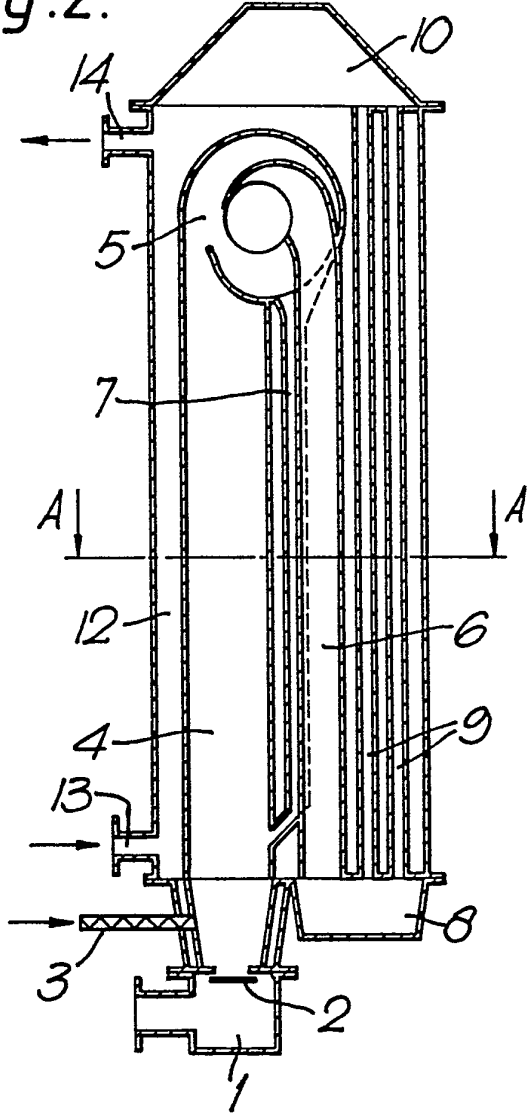


Fig. 2A.

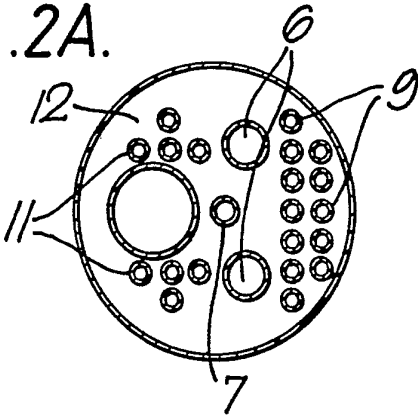


Fig.3.

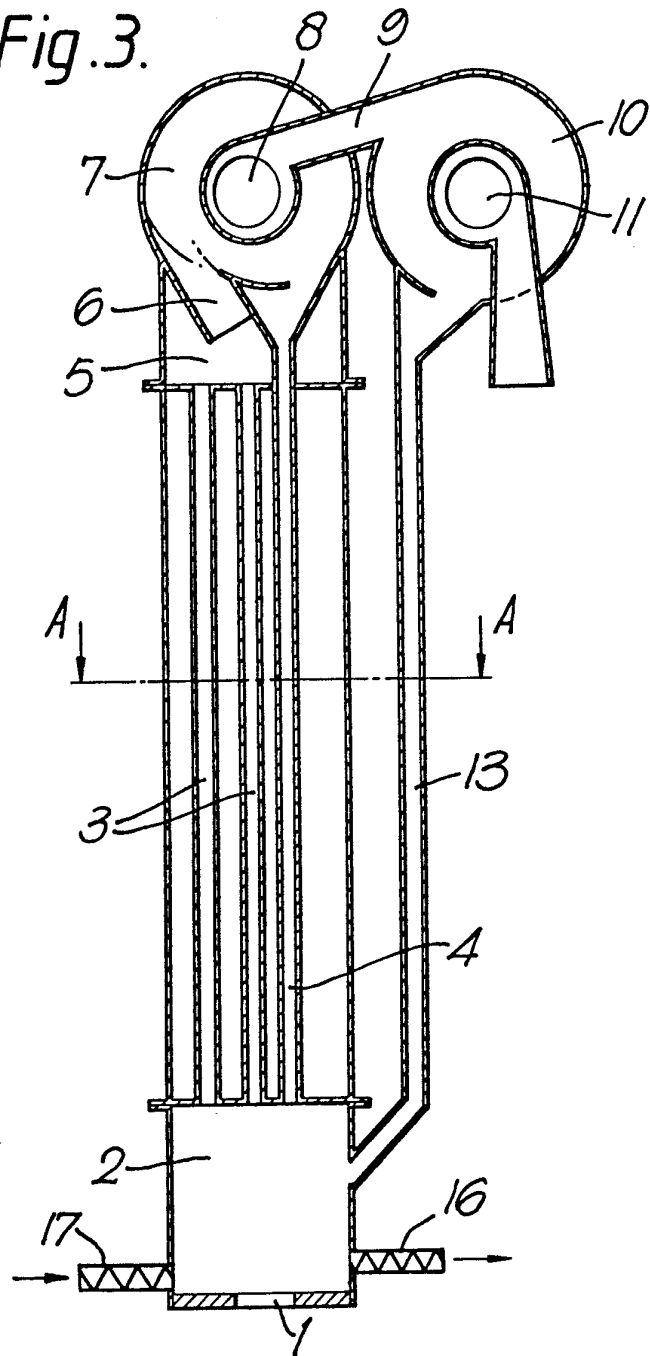


Fig.3A.

