



(21) Patentansøgning nr.: 5470/89	(51) Int.Cl.5	F 23 C 11/02
(22) Indleveringsdag: 02 nov 1989		F 22 B 31/00
(24) Løbedag: 03 mar 1989		F 28 D 13/00
(41) Alm. tilgængelig: 02 nov 1989		
(45) Patentets meddelelse bkg. den: 26 sep 1994		
(86) International ansøgning nr.: PCT/DK89/00049		
(86) International indleveringsdag: 03 mar 1989		
(85) Videreførelsesdag: 02 nov 1989		
(30) Prioritet: 04 mar 1988 DK 1202/88		

(73) Patenthaver: \*Aalborg Ciserv International A/S; Gasværksvej 24; 9100 Aalborg, DK

(72) Opfinder: Niels Jørgen \*Hyltdgaard; DK

(74) Fuldmægtig: Th. Ostenfeld Patentbureau A/S

(54) Fluidbed køler, fluidbed forbrændingsreaktor og fremgangsmåde til drift af sådan reaktor

(56) Fremdragne publikationer

(57) Sammendrag:

5470-89

Inden for de senere år har fluidbed systemer vundet særlig interesse i forbindelse med faststof-fyrede forbrændingsanlæg, idet der kan opnås en i flere henseender bedre forbrænding, end det er muligt ved traditionelle forbrændingsanlæg. Imod disse fordele står, at kendte fluidbed reaktorer ikke let kan arbejde helt tilfredsstillende ved delbelastning, og at lastregulering kun kan udføres ret langsomt. Disse problemer kan løses ved en fluidbed reaktor (51) omfattende et vertikalt reaktorkammer, hvortil der er arrangeret en første tilledning (9) i reaktorkammerets nedre del (52) for indføding af væske eller fast partikelmateriale, og en anden tilledning (22) i reaktorkammerets nedre del for indføring af fluidiseringsgas til opretholdelse af en primær fluidbed, en afgangsledning (28) i reaktorkammerets øvre del (54) for udtagning af afgangsgas og reaktormateriale samt en fluidbed partikelkøler (42) med køleflader (43) arrangeret, så den kan opsamle reaktormateriale fra reaktorkammerets øvre del, hvilken fluidbed køler har rørforbindelse (56) for regulerbar tilbageføring af reaktormateriale herfra og til den primære fluid bed, derved at fluidbed køleren er opdelt i mindst to sektioner, at kølefladerne er opdelt tilsvarende, og at hver af sektionerne har særskilt styrbar forsyning af fluidiseringsluft og særskilt styrbar tilbageføring af reaktormateriale.

fortsættes

5470-89

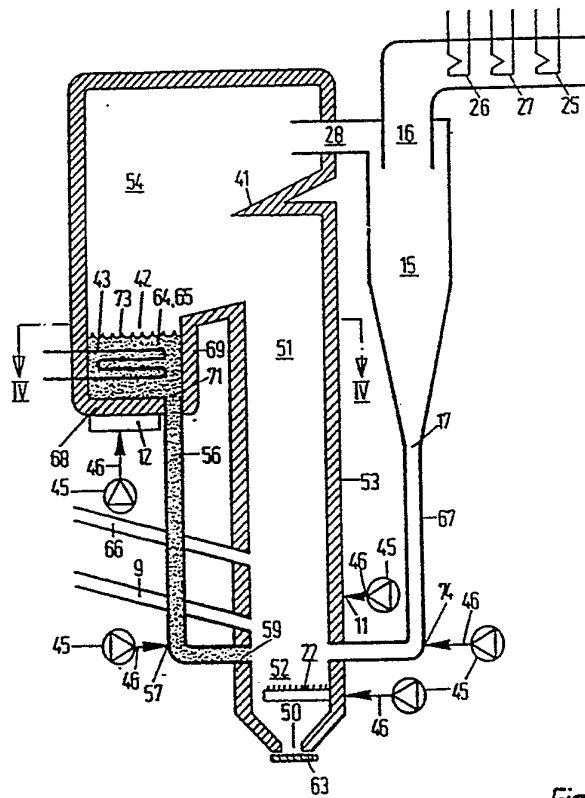


Fig. 3

Den foreliggende opfindelse angår en fluidbed køler for partikelmateriale. Opfindelsen angår videre en fluidbed forbrændingsreaktorer samt en fremgangsmåde til drift af en fluidbed forbrændingsreaktor.

Fluidbed systemer anvendes i forbindelse med en række processer, hvor der tilstræbes god kontakt mellem fast partikelformet materiale og gas. Eksempler herpå er varmeveksling, heterogent katalyserede reaktioner og direkte reaktioner mellem faste stoffer og gasser. Fluidbed princippet kan kort forklares ved, at de faste partikler påvirkes af en nedden fra tilført fluidiseringsgas, idet det under visse forudsætninger er muligt derved at løfte partiklerne i en partikkelmasse og holde dem svævende, uden at gassens strømningshastighed behøver stige til et sådant niveau, at enkeltpartikler bortset fra de allermindste frit svæver og rives med i gasstrømmen. Under sådanne betingelser vil de enkelte partikler være frit bevægelige, men partikkelmassen vil udvise en øverste overflade, dvs. den opfører sig som en væske, hvoraf navnet fluidbed. Det forstås, at der herved opnås en overordentlig stor kontaktflade mellem de faste stofpartikler og den tilførte gas.

Inden for de senere år har fluidbed systemer vundet særlig interesse i forbindelse med faststof-fyrede forbrændingsanlæg. Det er her af interesse, at der med fluidbed systemer kan udnyttes forskelligartede brændsler, og at der kan opnås en overordentlig god transport af varme fra forbrændingen. Partikkelmassen kan i sådanne systemer omfatte inerte partikler såsom sand, hvori der tilsættes en forholdsvis ringe andel brændsel. De inerte partikler opvarmes ved forbrændingen og cirkulerer i fluidbedden, hvor de bringes i kontakt med passende køleflader og afgiver deres varme der. Den i andre forbrændingssystemer traditionelle varmeovergang ved stråling eller konvektion fra luft til faste køleflader bliver således til en vis grad erstattet af varmetransport gennem transport af partikler, hvorved der dels opnås meget store kontaktarealer og dels opnås varmeoverføring ved direkte kontakt mellem faste stoffer, hvilket udmærker sig ved bedre varmeovergangstal (defineret som watt udvekslet pr.  $m^2$  overfladeareal og pr. grads temperaturforskel), end det er muligt ved kontakten luft-fast overflade.

Med fluidbed forbrændingsanlæg kan opnås en særdeles god styring af forbrændingsparametre, og det er muligt at rense røggassen for bestemte uønskede stoffer, idet passende reagenser meget simpelt kan blandes i bed-materialet, således at der kan opnås en i flere henseender me-

re miljøvenlig forbrænding, end det er muligt ved traditionelle forbrændingsanlæg. Imod disse fordele står dog også visse ulemper ved fluidbed reaktorer, såsom at de er væsentligt mere komplicerede end andre forbrændingsanlæg, idet de for eksempel kræver kontrolleret tilføring af fluidiseringsgas, og at de kræver meget lange opstartstider, for eksempel i størrelsesordenen tre til ti timer, på grund af den betydelige mængde fast materiale, som skal opvarmes. Endvidere er det meget vanskeligt at få dem til at arbejde helt tilfredsstillende ved delbelastning, og lastregulering kan kun udføres ret langsomt.

10 Fluidbed forbrændingssystemer har traditionelt været klassificeret efter middelhastigheden af fluidiseringsgas op gennem fluidbedden, idet der forekommer diverse varianter inden for et interval, der generelt kan beskrives ved to yderpunkter kaldet henholdsvis langsomme beds og hurtige beds.

15 Langsomme beds er karakteriseret ved en fluidiseringshastighed typisk i området en til tre meter pr. sekund, hvilken hastighed er nedadtil begrænset af forbrændingens mindstekrav til ilttilførsel eller af grænsen for den mindste gashastighed, hvorved partiklerne kan fluidiseres. Densiteten af partikelmassen vil være forholdsvis stor, og derfor må bedden have forholdsvis ringe dybde, for at det til fluidiseringen nødvendige gstryk ikke skal blive for stort. Derved bliver brændselspartiklernes og gassens opholdstid i bedden imidlertid for kort til at opnå en fuldstændig forbrænding, og langsomme beds udviser derfor en ikke helt tilfredsstillende forbrændingsvirkningsgrad samt ringe mulighed  
25 for rensning af røggassen.

Hurtige beds er karakteriseret ved en fluidiseringshastighed fra ca. seks til ca. tolv meter pr. sekund, hvorved en væsentlig del af bedpartiklerne rives med af fluidiseringsgassen og må recirkuleres til bedden. De kaldes derfor også cirkulerende beds, og udviser ikke nogen særlig tydelig overflade. De kan give meget bedre forbrænding og røgrensning end langsomme beds, men på bekostning af at der kræves store anlæg til at udskille bedpartikler fra røggassen og recirkulere bedpartiklerne. En anden ulempe ved hurtige beds er, at varmeovergangstallene mellem bedpartikler og køleflader er lavere ved disse hastigheder end ved de  
35 hastigheder, som anvendes i langsomme bed.

I praksis er der gjort flere forsøg på at finde konstruktioner, hvormed der kan opnås de kombinerede fordele ved langsomme og hurtige

beds.

US patentskrift nr. 4 111 158 viser således en fluidbed reaktor med en hurtig bed, hvori forbrændingen foregår, cyklonindretninger til at udskille bedpartikler for røggassen samt en fluidbed køler, hvor de  
5 fraskilte partikler føres igennem en yderligere fluidbed af den langsomme type, hvor de afgiver deres varme til køleflader. Det beskrevne anlæg er meget kompliceret og udstrakt, hvilket må anses for yderst uhensigtsmæssigt i betragtning af, at kanaler og transportanlæg skal udføres, så de kan tåle temperaturer af størrelsesordenen 800°C.

10 Dansk patentansøgning nr. 2425/86 (svarende til US patentskrift nr. 4 788 919) viser en mere kompakt løsning omfattende en centralt arrangeret forbrændingsbed, der kan have gastilføringer i bunden og eventuelt såkaldte sekundære gastilføringer beliggende derover, og hvorfra partikler rives op og føres op i et topkammer, samt en sekundær fluidbed  
15 arrangeret i ringform omkring den centrale fluidbed og på et niveau højere end den centrale fluidbed, således at de op til topkammeret transporterede partikler kan falde ned i den sekundære fluidbed. I den sekundære ringformede fluidbed, som er af den langsomme type, kan partiklerne afgive varme til køleflader, og de kan derpå under indvirkning af tyngdekraften strømme tilbage til den centrale primære fluidbed.  
20

Der kendes fra US patentskrift nr. 4 594 967 en fluidbed forbrændingsreaktor med en primær bed, et topkammer og en partikelkøler arrangeret således, at partikler, der blæses op fra den primære bed, kan komme op i topkammeret og kan falde ned i partikelkøleren, hvor de passerer  
25 rørsløjfer og afkøles. Fra køleren passerer de gennem en ventilindretning ned i et magasin, og fra bunden af dette magasin er der en ventilindretning, hvorfra de kan passere tilbage til den primære fluidbed. Denne konstruktion kan anses for forholdsvis kompakt, men viser ingen mulighed for at variere på forholdene mellem de forskellige køleflader  
30 bortset fra den mulighed, at partikelkøleren delvis kan tømmes for partikelmateriale, idet dette kan føres ned i magasinet, hvorved dele af rørene i partikelkøleren ikke vil være dækket af partikelmateriale. Det må imidlertid anses for meget uhensigtsmæssigt at blotlægge rørene i partikelkøleren delvist, idet partikelmassen tjener til at beskytte rørene  
35 rene mod korrosion fra røggasserne, og idet der netop vil være stor fare for udvendigt slid på rørene i området lige over overfladen af fluidbedden i partikelkøleren, hvor mange partikler bliver slynget op, så de

rammer dele af rørene med en vis hastighed. Endvidere fremgår der intet om, hvorledes ventilerne for partikelstrømningen kunne indrettes, idet det blot nævnes, at de aktiveres selektivt. Der vises således ikke mulighed for kontinuert regulering eller mulighed for at kunne opnå en  
5 jævn styret strømning af partikler ned igennem partikelkøleren og tilbage til reaktoren.

Publiceret britisk patentansøgning nr. 2.148.734 beskriver en fluidiseret varmeveksler bed til varm aske og indrettet til brug i et hurtigt fluidbed forbrændingsreaktoranlæg, der omfatter et fluidbed for-  
10 brændingskammer, fra hvilket afgangsgassen sammen med varm aske føres med i gasstrømmen og føres opefter til en cyklonseparator, fra hvilken den varme aske føres ned til varmevekslerbedden, fra hvilken den varme aske kan føres tilbage til forbrændingskammeret. Varmevekslerbedden er  
15 delt af en skillevæg i en første og en anden del, der er udformet med respektive varmevekslerorganer, henholdsvis et første og et andet varmevekslerorgan, idet hver del har en tilhørende afgivelsesåbning i en sidevæg, som er forbundet til en tilbageføringskanal med organer til  
styring af askestrømmen, som føres tilbage til forbrændingskammeret. Den varme aske fra cyklonudløbet føres ind i den første del af varmeveksler-  
20 bedden, fra hvilken den varme aske kan føres tilbage til forbrændingskammeret via en direkte kanal, eller den kan i stedet føres sideværts ind i den anden del af varmevekslerbedden for tilbageføring til forbrændingskammeret gennem en anden tilbageføringskanal, der strækker sig fra den anden del og ind i forbrændingskammeret.

25 Eftersom al asketransport i og bort fra varmevekslerbedden kun kan være horisontal, kræves der en kontinuerlig tilførsel af fluidiseringsluft til varmevekslerbedden til drift af systemet eller anlægget. Varme-effekten, som udtages fra den anden del af varmevekslerbedden, kan reduceres eller praktisk taget afbrydes ved blokering af askeudløbet fra den  
30 anden del, hvorved strømmen af varm aske vil blive ført forbi denne del i en by-pass. Under sådanne betingelser, ved hvilke der ikke udtages effekt fra den anden del, kan tilførslen af fluidiseringsluft til denne del være helt afbrudt for at tillade, at denne del af bedden kan hvile. Den første del af varmevekslerbedden skal overføre den samlede aske-  
35 strømning, som cirkulerer i systemet under alle driftstilstande. En fuldstændig varmeoverførsel i den første del er uundgåelig, eftersom denne del skal holdes kontinuerligt fluidiseret for ikke at blokere cir-

kulationen af varm aske. Det kendte anlæg eller system tillader en vis fleksibilitet i driften af den anden del af varmevekslerfluidbedden, men ingen fleksibilitet i driften af den første del. Komponenterne i det kendte anlæg eller system, d.v.s. forbrændingskammeret, cyklonen og varmevekslerbedden, er placeret indbyrdes adskilt fra hinanden, hvilket medfører, at den varme aske skal cirkuleres gennem udstrakte transportkanaler. Eftersom alle komponenter og kanaler skal være konstrueret til at føre gas og partikler ved temperaturer af størrelsesordenen  $1.000^{\circ}\text{C}$ , vil kanalernes udstrækning have en væsentlig negativ virkning på anlægsudgifterne for og driftseffektiviteten for anlægget eller systemet.

Indretningen af en separat fluidbed partikelkøler repræsenterer en betydelig forbedring i fluidbed systemer til forbrændingsanlæg, men der tilbagestår imidlertid stadig væsentlige problemer, til hvilke der ikke er anvist tilfredsstillende løsninger. Kølesystemerne, som er beskrevet generelt i de nævnte skrifter, vil til for eksempel kraftværksformål normalt omfatte en forvarmer for vand, også kaldet en economizer, en fordampner, hvori vand overgår til dampform, samt en overheder, hvor dampen ophedes til højere temperatur. Disse kølesystemer adskiller sig ved deres temperatur og må derfor placeres efter hvor, der kan udtages tilstrækkelig varme ved den ønskede temperatur. Et andet hensyn er, at kølesystemerne er nødvendige til at beskytte konstruktionselementerne mod for høje temperaturer. I praksis må der derfor indrettes kølesystemer fordelt ud over størsteparten af vægfladerne i et fluidbed forbrændingsanlæg. Forvarmeren, som er den koldeste, anbringes normalt i røggaskanalens efter andre kølesystemer. Overhederen, som er varmest, for eksempel  $500-530^{\circ}\text{C}$ , anbringes med størsteparten i fluidbedden, hvor den gode varmeovergang mellem partikler og køleflader giver mulighed for opvarmning til høje temperaturer, og med en mindre part i røggaskanalens. Udtrykkene størstepart og mindre part henviser her ikke til geometriske størrelser, men til parter med større hhv. mindre varmeoptag. I fluidbed partikelkøleren kan overhederen også beskyttes i nogen grad mod korrosion og erosion, hvilket ellers er en betydelig faktor ved de høje temperaturer.

Fordamperrør indrettes hensigtsmæssigt til køling af væggene, og da der typisk er behov for større fordampnerflader, end der kan indbygges i væggene, arrangeres der yderligere sektioner af fordamperrør i fluidbedkøleren eller i røggaskanalens før forvarmeren, eller der kan være

fordamperrørsektioner alle de nævnte steder. Størrelsesforholdet mellem de forskellige køleflader er fast, når anlægget er bygget, så det må naturligvis vælges på konstruktionstidspunktet.

Det optimale forhold imellem hedefladerens arealer afhænger imidlertid af det anvendte brændsel, idet for eksempel brændsler, som giver anledning til et relativt stort indhold af vanddamp i røggassen, vil kræve en relativt mindre fordamperflade end det ønskes ved forbrænding af kul. Spørgsmålet er aktuelt såvel ved forbrænding af brændsler, som direkte indeholder vand eller fugt, såsom kulstøv opslemmet i vand, som ved brændsler, som på grund af indhold af brint frembringer vand ved forbrændingen, såsom det er tilfældet med halm og træ. Hvis et anlæg imidlertid er dimensioneret optimalt til forbrænding af kul, og der ønskes forbrændt halm, må vandgennemstrømningen gennem kølefladerne nedsættes, men derved vil temperaturen i fordampelsektionerne kunne blive for høj. Det samme problem kan opstå ved delload. Ved nedregulering af effekten nedsættes nemlig lufthastigheden, mens temperaturen i reaktoren holdes næsten uændret. Varmen, der stråles ind mod reaktorvæggene, og som i sidste ende optages af fordamperrørene i vægfladerne, bliver derfor ikke nedsat særlig meget, og derfor kan der være risiko for, at temperaturen i fordamperrørene stiger pga. den reducerede vandgennemstrømning. På den modsatte side kan det afhængigt af de konkrete driftsforhold ved delbelastning også ske, at temperaturen i overhederrørene bliver for høj, navnlig hvis kølefladerne findes delvist i røggaskanalen og delvist i fluidbedkøleren. Ved delload nedreguleres fluidiseringsgasstrømmen, men herved falder varmeafgivelsen fra røggasserne meget mere end varmeafgivelsen i fluidbedden. Overhederfladerne er som nævnt ofte anbragt med størsteparten i fluidbedden, og hvis betydelige sektioner af fordamperfladerne er anbragt i røggasstrømmen, kan overhedertemperaturen blive for høj, idet vandgennemstrømningen vil være reduceret. Det skal her anføres, at temperaturen i fluidbedden og dermed i forbrændingskammeret skal holdes inden for et meget snævert interval for tilfredsstillende drift af fluidbedden, såvel ved fuldlast som ved delload. Den i dag praktisk anvendte løsning er tilspædning af koldt vand mellem sektioner af fordamperrør og inden overhederen for at holde rørens temperatur inden for sikre grænser, hvilket naturligvis ikke er den mest økonomiske udnyttelse af anlægget.

En yderligere grund til for ringe økonomi ved kendte anlæg under

delbelastning er, at partikelmængden i reaktoren heller ikke er optimal. Ved delbelastning vil fluidiseringshastigheden som nævnt være nedsat og dermed bliver densiteten i bedden større. For at holde et givet niveau af bedden må partikelmængden da også ændres.

5           Opfindelsen har til formål at eliminere de nævnte ulemper ved de kendte fluidbed reaktorer.

Et yderligere formål ved opfindelsen er at tilvejebringe en fluidbed forbrændingsreaktor, hvormed der kan opnås bedre energieffektivitet, end der kan opnås ved tilsvarende kendte reaktorer.

10           Et yderligere formål ved opfindelsen er at anvise en fluidbed forbrændingsreaktor, der kan arbejde effektivt over et bredere interval af belastningsgrader, end det er muligt ved tilsvarende kendte reaktorer.

I overensstemmelse med opfindelsen opnås disse formål ved hjælp af en fluidbed køler for partikelmateriale udformet som et opad åbent kar  
15 med i hovedsagen lukkede bund- og sidevægge og med varmevekslingsorganer med en inderside og en yderside såsom rør, der gennemstrømmes ved inder- siden af et varmeoverføringsmedium, medens partikelmaterialet strømmer omkring varmevekslingsorganernes ydersider, med tilledninger i bunden for tilførsel af fluidiseringsgas til fluidisering af partikelmateria-  
20 let, og med mindst én åbning i bundvæggen til afstrømning af partikel- materiale, hvilke varmevekslingsorganer er opdelt i mindst to sektioner, idet tilledninger for fluidiseringsgas er opdelt i sektioner svarende til sektionsopdelingen af varmevekslingsorganerne, og idet hver tilled- ningssektion er udstyret med respektive styringsmidler til uafhængig  
25 styring af tilførslen af fluidiseringsgas til den pågældende sektion.

De samme formål kan opnås med en fluidbed forbrændingsreaktor om- fattende et i det væsentlige vertikalt reaktorkammer, hvori der er ind- rettet en første tilledning i reaktorkammerets nedre del for indfødnig af væske og/eller fast partikelmateriale og en anden tilledning i niveau  
30 under den første tilledning for indføring af fluidiseringsgas, så at partikelmateriale indført i reaktoren kan fluidiseres til opretholdelse af en primær fluidbed, og en afgangsledning i reaktorkammerets øvre del for udtagning af afgangsgas og partikelmateriale fra reaktoren, samt en fluid- bed køler for partikelmateriale udformet som et opad åbent kar med  
35 i hovedsagen lukkede bund- og sidevægge arrangeret, så at den kan opsam- le partikelmateriale fra reaktorkammerets øvre del, hvilken køler inde- holder varmevekslingsorganer med en inderside og en yderside såsom rør,

der gennemstrømmes ved indersiden af et varmebærende medium, idet partikelmaterialer strømmer omkring varmevekslingsorganernes ydersider, hvilken køler har mindst én åbning i bundvæggen og forbundet med en føring til regulerbar tilbageføring af partikelmateriale herfra til den primære fluidbed, hvilken køler har tilledninger i bunden for tilføring af fluidiseringsgas til fluidisering af partikelmateriale, idet varmevekslingsorganerne er opdelt i mindst to sektioner, og idet tilledningerne for fluidiseringsgas er opdelt i sektioner svarende til varmevekslingsorganernes sektioner, idet hver tilledningssektion er udstyret med respektive styringsmidler til uafhængig styring af tilførslen af fluidiseringsgas til den pågældende sektion.

Sektionsopdelingen er principielt defineret af de områder eller regioner af partikelkølekarret, hvor fluidiseringsluften tilføres. De forskellige sektioner i fluidbed køleren behøver ikke have egentlige fysiske skillevægge. Hvis sektionerne ikke har egentlige fysiske skillevægge, vil der naturligvis kunne være uskarpe grænseområder, som ikke klart kan henføres til en af sektionerne. Den eventuelle forekomst af sådanne grænseområder ændrer dog ikke på princippet i, at der findes forskellige sektioner, som kan drives på individuelt styrbar måde.

Opfindelsen udnytter den erkendelse, at varmeoverføringen meget hensigtsmæssigt kan reguleres gennem regulering af fluidiseringsgashastigheden. Varmeovergangstallet for kontakten mellem fluidiseringspartiklerne og kølefladerne er nemlig afhængigt af fluidiseringsgashastigheden på den måde, at det vokser fra en vis startværdi ved hastighed nul og stejlt op til et maksimum ved en fluidiseringshastighed, der undertiden betegnes den optimale fluidiseringshastighed, hvorefter det ved stigende hastigheder falder langsomt.

Kølerørene opdeles ifølge opfindelsen i sektioner svarende til sektioneringen af fluidiseringsgastilførslen. Det anses for hensigtsmæssigt, at hver af rørsektionerne drives med ensartet påvirkning henover røret, således at der ikke på et rør forekommer overgange mellem forskellige temperaturniveauer. Udnyttes sektioneringen således, at for eksempel overhederen findes i én sektion og fordamperen i en anden sektion, kan varmeafgivelsen reguleres individuelt for hver af disse sektioner gennem regulering af fluidiseringsgashastighederne, så der under alle driftbetingelser, herunder ved nedregulering og ved anvendelse af forskellige brændsler kan opnås det optimale varmeafgivelsesforhold.

Fluidiseringsgashastighederne skal blot holdes så høje, at partiklerne er fluidiserede. Herved sker der hele tiden cirkulation og opblanding af partikelmængden i køleren, og det er derfor ikke afgørende, hvor afstrømningsåbningen for partikler er placeret.

5 Ifølge en hensigtsmæssig udførelsesform er der indrettet mindst en partikelafstrømningsåbning i hver sektion og hver afstrømningsåbning er forsynet med midler til regulering af afstrømningen.

Ifølge en hensigtsmæssig yderligere udførelsesform er der imellem sektionerne et grænseområde, der ikke fluidiseres.

10 Der opnås herved fysisk adskillelse af sektioner ved dannelsen af en "væg" af ikke-fluidiseret partikelmateriale, således at opblanding mellem sektionerne bliver minimeret, hvorved varmeoverføringen inden for enhver af sektionerne kan reguleres i det væsentlige uafhængigt af varmeoverføringen i en tilliggende sektion. For eksempel kan varmeoptaget i  
15 en sektion nedsættes ved at reducere fluidiseringsgasstrømmen til det laveste niveau, hvor der stadig er fluidisering. Under normal drift vil der stadig falde varmt partikelmateriale jævnt ned over køleren, og partikelniveauet over den nedregulerede sektion bygges da op, indtil "væggen" langsomt begynder at skride jævnt over mod sektionen med lavere ni-  
20 veau, hvor partikelmassen vil overføre sin varme til rørene der. Det forstås, at der ved simple ventilreguleringer kan veksles mellem meget forskellige driftsformer, såsom en, hvor partikelmassen bevæger sig parallelt og ensartet ned over to kølesektioner, en anden, hvor en del af partikelmassen bevæger sig serielt fra den første sektion til den anden  
25 og en tredje, hvor en del af partikelmassen bevæger sig serielt fra den anden sektion til den første.

Ifølge en hensigtsmæssig udførelsesform er fluidbed køleren opdelt i tre sektioner, hvoraf en første anvendes til fordamperrør, en anden anvendes til overhederrør og en tredje sektion anvendes til opmagasi-  
30 nering af partikelmateriale uden afkøling. Herved opnås på meget enkel måde opmagasineringsmulighed for dele af partikelmateriale mængden, således at mængden af aktivt anvendt partikelmateriale i fluidbed reaktoren kan varieres, hvorved der bliver bedre mulighed for at opnå den optimale partikelmængde til de aktuelle driftbetingelser. Endvidere opnås der mu-  
35 lighed for at cirkulere partikelmateriale gennem magasinsektionen tilbage til den primære fluid bed uden afkøling, hvilket er hensigtsmæssigt under opstart, hvor partikelmængden ønskes opvarmet til driftstemperatu-

ren hurtigst muligt, og hensigtsmæssigt i de tilfælde, hvor den partikelstrøm, der ønskes opretholdt af hensyn til forbrændingen, overstiger den partikelstrøm, der ønskes ført forbi kølefladerne.

Opfindelsen vedrører endvidere en fremgangsmåde til drift af en  
5 fluidiseret bed reaktor, omfattende en nedre del og en øvre del, ved  
hvilken fremgangsmåde der i reaktorens nedre del indføres et materiale  
omfattende faste partikler og heriblandt brændsel, og der tilføres flui-  
diseringsgas i reaktorens nedre del med en sådan hastighed, at en del af  
partikelmaterialiet transporteres op med fluidiseringsgassen til reak-  
10 torens øvre del, og ved hvilken fremgangsmåde en del af de medrevne par-  
tikler opfanges i et opad åbent kar med i hovedsagen lukkede bund- og  
sidevægge, ved hvilken fremgangsmåde der i det opad åbne kar tilføres  
fluidiseringsgas til fluidisering af de opfangede partikler, hvorved de  
opfangede partikler kan afgive varme til varmevekslingsorganer, og derpå  
15 transporteres tilbage til reaktorens nedre del, idet varmeafgivelsen i  
den sekundære fluidbed styres individuelt i mindst to sektioner heraf  
gennem styring af tilføringen af fluidiseringsgas til hver af sektioner-  
ne.

Med denne fremgangsmåde opnås fordele, der er ækvivalente til de  
20 ovenfor beskrevne.

I det følgende beskrives opfindelsen nærmere under henvisning til  
tegningen. Herpå viser

fig. 1 et vertikalt snit gennem en fluidbed reaktor ifølge opfin-  
25 delsen,

fig. 2 et horisontalt snit langs linien II-II i fig. 1,

fig. 3 et lodret snitbillede af en fluidbed forbrændingsreaktor  
ifølge en foretrukken udførelsesform af opfindelsen,

fig. 4 et vandret snitbillede langs linien IV-IV fra fig. 3,

30 fig. 5 et lodret, delvist skematiseret billede af en partikelkøler  
ifølge en foretrukken udførelsesform af opfindelsen, og

fig. 6 en afbildning svarende til fig. 5 men af en anden udførel-  
sesform af partikelkøleren ifølge opfindelsen.

35 Identiske dele er i alle figurerne betegnet med de samme henvis-  
ningstal.

I fig. 1 ses en reaktor 1 omfattende et bundkammer 2, der afgræn-

ses til siderne af en væg 3, og hvorover der findes et topkammer 4. Bundkammeret 2 har for neden en udtagsåbning 10 med en ventilmekanisme 23, således at partikelmateriale kan udtages efter behov. I en vis afstand over udtagsåbningen 10 er der indrettet et grenrør 22 eller en vindkedel med dyser for tilføring af luft eller gas til fluidisering. I området under grenrøret 22 vil partikelmængden, for så vidt der ikke er indrettet lavere beliggende fluidiseringsmidler, ikke være fluidiseret, men vil kunne skride ned mod udtagsåbningen 10, når ventilmekanismen 23 åbnes. Partikelmateriale, som kan omfatte brændsel, inerte partikler såsom sand, passende reagenser til binding af uønskede stoffer etc. tilføres gennem tilledningen 9. Der kan eventuelt være arrangeret tilledninger 11 for sekundær reaktorluft, således at der kan opretholdes en langsom fluidbed i bunden, mens der over den sekundære lufttilføring opretholdes en hurtigere fluidbed. Faste partikler rives op af luftstrømmen og kommer op i topkammeret, hvor de bevæger sig ud til siderne og har mulighed for at falde ned blandt andet på grund af den lavere luft-hastighed, som skyldes det større tværsnitsareal der. Fra topkammeret findes en afgangsledning 28 for røggasser, hvilken afgangsledning eventuelt kan være forsynet med afskærmningsplader (ikke vist) for at mindske mængden af udtransporterede faste partikler. Afgangsledningen 28 kan eventuelt føres igennem en cyklon 15 for bedre udseparering af faste partikler fra røggassen. Gassen forlader cyklonen 15 gennem kanalen 16, mens de faste partikler forlader cyklonen ved cyklonbunden 17 og føres gennem kanaler 20 tilbage til fluidbed reaktoren på passende steder. Cyklonen kan være forsynet med et bundudtag 19, så partiklerne kan fjernes helt fra fluidbed kredsløbet, og alle partikelafgangskanaler fra cyklonen er forsynet med reguleringsventiler 18, så partikeltransporten kan styres. Partikelmaterialet, som er slynget op fra den primære fluid bed 29 og op i topkammeret, falder ned hovedsagelig i nærheden af siderne, og vil derfor falde ned på den sekundære fluidbed eller fluidbed køleren 30, som omkranser væggen 3 omkring den primære bed 29. I den sekundære fluidbed 30 holdes materialet fluidiseret ved indblæsning af gas eller luft gennem grenrør eller vindkedler med dyser 12. I den sekundære fluidbed findes der kølerør 21 til afkøling af partikelmaterialet. Fra den sekundære fluidbed kan materialet bevæge sig ned gennem faldrør 5, forbi reguleringsventiler 6, hvorved det falder ned i den primære fluidbed igen. Den sekundære fluidbed kan eventuelt have tilledninger 8 for tilfø-

ring af passende reagenser. Restvarme i den fra cyklonen bortledte røggas udnyttes ved, at røggassen ledes forbi yderligere køleflader, for eksempel fordamperrør 26 og forvarmerrør 27.

I fig. 2 ses et horisontalt snit gennem reaktoren langs linien II-II i fig. 1, og det ses her, hvorledes den sekundære bed eller fluidbed 5 køleren 30 er opdelt i tre sektioner 31, 32 og 33 her benævnt henholdsvis fordampelsektion 31, overhedersektion 32 og magasinsektion 33. Sektionerne er hensigtsmæssigt adskilt af radiale skillevægge 13, og der er faldrør 5 i hver af sektionerne for tilbageføring af partikler til den 10 primære bed. I figuren ses kølerør 21 i de respektive sektioner til fordampning og overhedning. Fluidiseringsluftdyser kan findes under alle tre sektioner, men kan eventuelt udelades i magasinsektionen, idet partikelmaterialiet da simpelthen vil bevæge sig med tyngdekraften ned til faldrøret.

15 Som det kan ses til venstre i fig. 1, er skillevæggene 13 mellem sektionerne i fluidbed køleren lavere end væggen 3 ind mod den primære reaktor, hvorved der er opnået mulighed for, at partikler kan løbe over en skillevæg 13 til en nabosektion.

I en praktisk konstrueret udformning af partikelkøleren strakte 20 fordampelsektionen sig over 150 vinkelgrader, overhederen over 120 grader og magasinsektionen over 90 grader, men det er klart, at andre størrelser og former af sektionerne lige såvel kunne anvendes.

De fordele, der opnås gennem mulighederne for at arbejde med forskellige driftsmåder, forstås nærmere ud fra følgende forklaring. Når 25 reaktoren arbejder med dellast, skal partikelmængden i aktivt kredsløb være relativt stor på grund af den høje densitet, og dette opnås meget enkelt ved at reducere partikelmængden i magasinsektionen, dvs. reguleringsventilen 6 i faldrøret 5 fra magasinsektionen er åbnet maksimalt, og reguleringsventilen 14 for fluidiseringslufttilførsel til magasinsektionen er ligeledes åbnet maksimalt, så densiteten i denne sektion 30 af den sekundære bed er lavest mulig. Fordampelsektionen og overhedersektionen fluidiseres med en luftstrøm så høj, at der netop opnås god varmeovergang, uden at der tilføres overflødig luft. Dette kan opnås ved en fluidiseringshastighed i størrelsesordenen 5 cm/s for partikler med 35 en middeldiameter på 160  $\mu\text{m}$ . For at mindske faren for erosion og korrosion holdes partikelmængden i fordampelsektionen og i overhedersektionen så stor, at niveauet altid står over kølefladerne. Den udtagne varme-

mængde kan herunder finreguleres inden for hver af sektionerne med køleflader ved regulering af partikelgennemstrømningen og ved regulering af fluidiseringsgashastigheden.

Når reaktoren arbejder ved fuld belastning, er densiteten af partikelmængden mindre, og partikelmængden i aktivt kredsløb skal da være mindre for at opnå den bedst mulige forbrændingsøkonomi. Derfor nedrosles afstrømningsventilen 6 fra magasinsektionen og ligeså reguleringsventilen 14 for fluidiseringsgastilførelse til den samme sektion, så den samlede partikelmængde heri øges, hvorved mængden af aktive partikler i omløb i reaktoren mindskes tilsvarende til det mest hensigtsmæssige niveau. Det forstås, at der kan opnås god forbrændingsøkonomi både ved fuld last og ved dellast, og at reaktoren kan arbejde ved lavere belastningsgrad, end det er økonomisk hensigtsmæssigt ved kendte fluidbed reaktorer.

Den direkte regulering og muligheden for umiddelbart at tage delmængder af partikelmassen ud af aktivt kredsløb henholdsvis at genindføre dem deri gør endvidere, at opstart og belastningsregulering kan ske hurtigere, end det ellers har været muligt.

Idet der nu henvises til fig. 3, vises her en fluidbed reaktor ifølge en foretrukken udførelsesform af opfindelsen i vertikalt snitbillede. Denne reaktor 51 omfatter som vist i figuren et bundkammer 52, der afgrænses til siderne af en væg 53, og hvorover der findes et topkammer 54. Bundkammeret 52 har forneden en udtagsåbning 50 med en ventilmekanisme 63, således at partikelmateriale og slagge kan udtages efter behov.

I en vis afstand over bundudtagsåbningen 50 er der indrettet grenrør 22 eller en luftkasse med dyser for tilførelse af luft eller gas til fluidisering. I området under grenrøret 22 vil partikelmængden, for så vidt der ikke er indrettet lavere beliggende fluidiseringsmidler, ikke være fluidiseret, men vil kunne skride ned mod udtagsåbningen 50, når ventilmekanismen 63 åbnes.

Reaktoren 51 er i lighed med den i fig. 1 viste reaktor også indrettet med tilledninger 9 for tilførelse af partikelmateriale, som kan omfatte brændsel, inerte partikler, passende reagenser til binding af uønskede stoffer osv. Der kan endvidere eventuelt være arrangeret tilledninger 11 for sekundær reaktorluft, således at der ligesom ved udførelsesformen ifølge fig. 1 kan opretholdes en langsom fluidbed i bunden,

mens der over den sekundære lufttilføring opretholdes en hurtigere fluidbed. Over tilledningerne 11 for sekundær reaktorluft kan der endvidere være arrangeret en ekstra øvre tilledning 66 for indføring af partikelmateriale såsom brændsel, inerte partikler, reagensmidler til binding af uønskede stoffer osv., idet det kan være hensigtsmæssigt at have mulighed for at vælge mellem steder i forskellige niveauer for tilføring af sådanne partikler.

Fluidiseringsdyserne forsynes med luft fra blæsere, som alle er indrettet med individuelt stilbar regulering af blæseeffekten og derfor er betegnet med samme henvisningstal 45. Ved tilpas kraftig tilføring af fluidiseringsluft vil faste partikler blive løftet op med gasstrømmen og komme op i topkammeret, hvor strømmen afbøjes til siden af et fremspring kaldet en deflektor 41. Topkammeret 54 har større tværsnit end den nedre del 52 af reaktoren, og gashastigheden vil derfor være lavere der. Gassen vil kunne bevæge sig rundt om deflektoren 41 og komme over til en afgangsledning 28 for røggasser. På grund af den faldende gashastighed i topkammeret og på grund af retningsafbøjningerne vil en væsentlig del af det partikelmateriale, der føres op med gassen, falde ned på partikelkøleren 42, som er arrangeret under topkammeret.

Røggassen vil passere ud gennem afgangsledningen 28, som fører til en cyklon 15, hvor der sker en yderligere udseparering af faste partikler fra røggassen. Gassen forlader cyklonen 15 gennem kanalen 16 og føres forbi yderligere køleflader, såsom fordamperrør 26, en forvarmer eller economizer 27 og en luftforvarmer 25. Partikler, der er udsepareret i cyklonen 15, forlader cyklonen ved bunden 17 og kan bevæge sig ned gennem faldrøret 67 fra cyklonen, som fører partikelmateriale tilbage til den primære reaktor 51.

Partikler, som er landet i partikelkøleren 42, kan bevæge sig ned herigennem på en måde, der skal forklares nærmere senere, og komme ned i et faldrør 55, som returnerer partiklerne tilbage til den primære reaktor 53. Som det ses i fig. 3 er partikelkøleren indrettet med en regulerbar blæser 45, der gennem ledninger 46 kan blæse fluidiseringsluft op i partikelkøleren gennem fluidiseringsdyser 60, således at partikelmassen i partikelkøleren 42 kan holdes fluidiseret. Overfladen af denne partikelmasse er vist ved 73.

Der henvises nu til fig. 4, som viser et plant snit gennem reaktoren ved linien IV-IV i fig. 3. Som det fremgår af fig. 4, er reaktoren i

det væsentlige rektangulært udformet, og partikelkøleren 42 er ligeledes i det væsentlige rektangulær og arrangeret med en side parallelt med reaktorsiden og tæt herpå. Partikelkøleren omfatter en bund 68 og sider 69. Som vist i figuren er der i partikelkøleren arrangeret kølerør i  
5 serpentineform opdelt i to sektioner, hvilke sektioner benævnes henholdsvis fordamperrørsløjfen 43 og overhederrørsløjfen 44. Disse rørsløjfer gennemstrømmes af vand og/eller damp, idet strømmen kan reguleres i disse to rørsløjfer hver for sig. I partikelkøleren 42 er der i bunden 68 indrettet åbninger 70, 71 til afstrømning af partiklerne. Åb-  
10 ningen 70 fører partikler ned i et faldrør 55 for overhedersektionen, og åbningen 71 fører partikler ned i faldrøret 56 for fordampersektionen. Grænselinien mellem de to sektioner i partikelkøleren 42 er markeret med en punkteret linie 72. Som antydnet med punkterede streger har begge faldrør forbindelse ind til reaktoren, således at partikelmateriale fra  
15 disse faldrør føres tilbage til reaktoren.

Som det fremgår af fig. 3, er faldrøret for fordampersektionen, faldrøret 56, udformet som et L med et forholdsvis højt vertikalt afsnit og et kort horisontalt afsnit forneden. Det tilsvarende faldrør for overhedersektionen er betegnet med 55. Som det videre fremgår af fig. 3,  
20 er der ved bunden af faldrøret arrangeret en luftdyse 57, der har forbindelse fra en blæser 45 med reguleringsmulighed gennem en ledning 46. Under driften vil faldrøret være fyldt op med partikelmateriale til et niveau, som ligger over kølerørsløjferne i partikelkøleren. Ved indblæsning af luft gennem dysen 57 vil partikelmateriale blive presset ud gen-  
25 nem faldrørets vandrette sektion og ud i reaktoren, idet luftstrømmen møder mindst modstand denne vej. Trykket i søjlen af partikelmateriale i faldrøret er normalt så stort, at dette partikelmateriale ikke bliver fluidiseret; det skrider blot langsomt ned ved tyngdekraften i takt med den mængde, der fjernes i bunden. Det har vist sig muligt ved regulering  
30 af indblæsningen af luft gennem luftdysen 57 at styre mængden af partikelmateriale, som strømmer ind, meget hensigtsmæssigt, således at arrangementet med dysen 57 kan betragtes som en form for ventil for partikelreturstrømningen til reaktoren.

Det forstås, at det andet faldrør fra partikelkøleren 56, som kommer fra overhedersektionen, er indrettet med en helt tilsvarende luftdyse 47 (se fig. 5 og 6) og fungerer på nøjagtig samme måde. Endvidere er returledningen fra cyklonen indrettet på ganske samme måde med en luft-

dyse 74 og med en regulerbar blæser 45 med ledningsforbindelser for luft 46, således at partikelstrømmen fra bunden af cyklonen og ind til reaktoren kan reguleres på ganske tilsvarende måde.

Der henvises nu til fig. 5, som viser en vertikal afbildning af partikelkøleren 42 med faldrør fra overhedersektionen 55, faldrør fra 5 fordampelsektionen 56, luftdyse ved faldrøret fra overhedersektionen 56 og luftdyse ved faldrøret fra fordampelsektionen 57. For at anskueliggøre afbildningen er de horisontale afsnit ved bunden af faldrørene vist rettet ud til siden i fig. 5 og i fig. 6, selvom de i virkeligheden 10 skulle være drejet ud vinkelret på tegningsplanen, således som det forstås ved et blik på fig. 4.

I fig. 5 ses et snit gennem partikelkølerens 2 bund 68 og sider 69, hvori der er indbygget kølerør 21 for at holde temperaturen i disse konstruktionselementer på et niveau, som de kan modstå. I figuren ses 15 videre den serpentineformede fordamperrørsløjfe 43 og to serpentineformede overhederrørsløjfer 44, hvoraf en første er arrangeret i det højre afsnit af køleren som vist i fig. 5, og en anden er arrangeret i det venstre afsnit af køleren underneden fordamperrørsløjfen 43. Under bunden 68 i partikelkøleren ses blæsere 45 med luftledninger 46, der fører 20 henholdsvis til fluidiseringsdyserne 60 i overhedersektionen og til fluidiseringsdyserne 61 i fordampelsektionen. Ved at indrette to blæsere på denne måde ses, at fluidiseringen i disse to halvdele kan styres særskilt, idet det er opdaget, at fluidiseringsgassen strømmer stort set lodret opad gennem partikelmassen. Fluidiseringsdyserne er blot antydnet 25 symbolsk i figuren, idet der er indrettet et stort antal dyser forholdsvis tætsiddende over bunden af de to kølersektioner, mens der er et område i midten, dvs. langs sektionsskillelinien 72, hvor der ikke er fluidiseringsdyser.

I fig. 5 er der vist partikelmasse 64, som er fluidiseret, mens 30 der midt i figuren er partikelmasse 65, som ikke er fluidiseret. Det forstås ud fra fig. 3 og fig. 4, at partikelkøleren under drift af reaktoren modtager en kontinuerlig strøm af varme partikler jævnt fordelt ud over overfladen af partikelkøleren 42. I fig. 5 vises et tilfælde, hvor partikelmassen i de to sektioner i partikelkøleren 42 ikke står lige 35 højt. Dette tænkes fremkommet ved, at der indblæses mere luft gennem luftdysen 56 i faldrøret fra overhedersektionen, end der blæses ind gennem luftdysen 57 i faldrøret fra fordampelsektionen. Herved fjernes der

en større mængde partikelmateriale fra overhedersektionen. Forskellen i niveauerne af partikkelmasserne fører til, at den tilsyneladende væg af ikke-fluidiseret partikelmateriale 65 gradvist skrider mod højre i figuren, hvorved partikkelmassen naturligvis bliver fluidiseret, så snart den kommer ind over de dyser, der er der. Indenfor hver af sektionerne bevirker fluidiseringsluften en god opblanding af partikkelmassen, mens væggen af ikke-fluidiseret partikkelmasse 65 imellem sektionerne holder dem adskilt, så der kan opretholdes en ensrettet jævn og velkontrolleret strømning hen over midten, dvs. en nettotransport af partikkelmasse og dermed af varmeindhold fra den ene sektion til den anden. I det viste tilfælde vil partikelstrømningen omkring fordamperrørsløjferne være lav, så der sker en svagere varmeudveksling med fordamperrørene, mens partikelstrømningen omkring overhederrørsløjferne vil være høj, så der sker en stærkere varmeudveksling med overhederrørene. For at opnå endnu større forskel i varmevekslingen reguleres tilførslen af fluidiseringsgas i overhedersektionen gennem luftdysen 60 opad, så der sker en mere intens cirkulation af partikkelmassen i denne sektion. Tilførslen af fluidiseringsgas gennem dysen 61 til fordampelsektionen reguleres samtidig nedad til et niveau, der kun lige netop skal kunne opretholde fluidisering af partikkelmassen i denne sektion. Ved dette niveau er varmeovergangen til fordamperrørene meget lav, således at der også herved sker en nedsættelse af den varmeeffekt, som overføres til fordamperrørene.

Det er klart ud fra fig. 5 og ud fra den givne forklaring, at der ligeså vel kunne indstilles mange andre driftsmåder, f.eks. den omvendte driftssituation, hvor det største varmeoptag ville ske i fordamperrørene, eller der kunne indstilles en driftssituation med lige stor strømning i de to sektioner og lige stort varmeoptag.

Der henvises nu til fig. 6, hvor der vises en anden udførelsesform af partikelkøleren ifølge opfindelsen. De fleste dele svarer til dem fra fig. 5, men ved udførelsesformen ifølge fig. 6 er der indrettet en sektionsskillevæg 62 langs sektionmidterlinien 72. Denne sektionsskillevæg 62 er så lav, at partikkelmassen kan strømme hen over væggen, hvis der er en niveauforskel, som fremkalder sådan strømning. Det er klart, at der over sektionsskillevæggen vil være et område med ikke-fluidiseret partikkelmasse 65. Alle øvrige elementer i udførelsesformen ifølge fig. 6 er nøjagtig magen til dem i fig. 5, hvorfor en nærmere forklaring ikke er nødvendig. Det forstås, at der ved udførelsesformen ifølge fig. 6 opnås

en meget effektiv adskillelse af de to sektioner, således at der ikke sker nogen uønsket varmeveksling imellem dem.

PATENTKRAV

1. Fluid-bed køler (30, 42) for partikelmateriale udformet som et opad åbent kar med i hovedsagen lukkede bund- (68) og sidevægge (3, 69) og med varmevekslingsorganer med en inderside og en yderside såsom rør (21, 43, 44), der gennemstrømmes ved indersiden af et varmeoverføringsmedium, mens partikelmateriale strømmer omkring varmevekslingsorganernes ydersider,

med tilledninger (12, 60, 61) i bunden for tilførsel af fluidiseringsgas til fluidisering af partikelmateriale, og med mindst én åbning (5, 70, 71) i bundvæggen til afstrømning af partikelmateriale,

KENDETEGNET ved,

AT varmevekslingsorganerne er opdelt i mindst to sektioner, og

AT tilledningerne for fluidiseringsgas er opdelt i sektioner svarende til sektionsoptdelingen af varmevekslingsorganerne, idet hver tilledningssektion er udstyret med respektive styringsmidler (14, 45) til uafhængig styring af tilførslen af fluidiseringsgas til den pågældende sektion.

20 2. Køler ifølge krav 1, KENDETEGNET ved,

AT der er indrettet mindst én afstrømningsåbning (5, 70,71) for partikler i hver sektion, og

AT hver partikelafstrømningsåbning er forsynet med midler (6, 47, 57) til regulering af partikelafstrømningen.

25

3. Køler ifølge krav 1, KENDETEGNET ved, AT der imellem sektionerne er et grænseområde (65), hvori partiklerne ikke fluidiseres.

4. Køler ifølge krav 1, KENDETEGNET ved, AT der imellem sektionerne er indrettet en skillevæg (13, 62) med en overkant i et lavere niveau end overkanterne af karrets sider (3, 69), så at partikelmateriale kan strømme over skillevæggens overkant fra en sektion til en anden.

5. Køler ifølge krav 1-3, KENDETEGNET ved, AT den er opdelt i mindst tre sektioner (31, 32, 33), idet hver sektion har indløbtilledninger (12) i bunden for indføring af fluidiseringsgas og har en åbning (5) i bunden til afstrømning af partikelmateriale, og AT mindst to af

sektionerne (31, 32) har varmevekslingsorganer, mens den tredje sektion (33) ikke har varmevekslingsorganer.

6. Køler ifølge krav 1-5, **KENDETEGNET** ved, **AT** sidevæggene og/eller bundvæggene indeholder kølerør (21).

7. Fluid-bed forbrændingsreaktor omfattende et i det væsentlige vertikalt reaktorkammer (1, 51), hvori der er indrettet en første tilledning (9) i reaktorkammerets nedre del (2, 52) for indfødning af væske og/eller fast partikelmateriale og en anden tilledning (22) i niveau under den første tilledning for indføring af fluidiseringsgas, så at partikelmateriale indført i reaktoren kan fluidiseres til opretholdelse af en primær fluidbed, og en afgangsledning (28) i reaktorkammerets øvre del (4, 54) for udtagning af afgangsgas og partikelmateriale fra reaktoren,

samt en fluid-bed køler (30, 42) for partikelmateriale udformet som et opad åbent kar med i hovedsagen lukkede bund- (68) og sidevægge (3, 69) arrangeret, så at den kan opsamle partikelmateriale fra reaktorkammerets øvre del,

20 hvilken køler indeholder varmevekslingsorganer med en inderside og en yderside såsom rør (21, 43, 44), der gennemstrømmes ved indersiden af et varmbærende medium, idet partikelmaterialet strømmer omkring varmevekslingsorganernes ydersider,

25 hvilken køler har mindst én åbning i bundvæggen og forbundet med en føring (5, 70, 71) til regulerbar tilbageføring af partikelmateriale herfra til den primære fluidbed,

hvilken køler har tilledninger (12, 60, 61) i bunden for tilføring af fluidiseringsgas til fluidisering af partikelmaterialet.

**KENDETEGNET** ved,

30 **AT** varmevekslingsorganerne er opdelt i mindst to sektioner, og

**AT** tilledningerne for fluidiseringsgas er opdelt i sektioner svarende til varmevekslingsorganernes sektioner, idet hver tilledningssektion er udstyret med respektive styringsmidler (14, 45) til uafhængig styring af tilførslen af fluidiseringsgas til den pågældende sektion.

35

8. Forbrændingsreaktor ifølge krav 7, **KENDETEGNET** ved, **AT** der er indrettet mindst én afstrømningsåbning (5, 70, 71) for

partikler i hver sektion, og

AT hver afstrømningsåbning er forsynet med midler (6, 47, 57) til regulering af partikelafstrømningen.

5 9. Forbrændingsreaktor ifølge krav 7, **KENDETEGNET** ved, **AT** der imellem sektionerne i køleren er et grænseområde (65), hvori partiklerne ikke fluidiseres.

10 10. Forbrændingsreaktor ifølge krav 8, **KENDETEGNET** ved, **AT** køleren imellem sektionerne har en skillevæg (13, 62) med en overkant i et lavere niveau end overkanterne af karrets sider (3, 69), så at partikelmateriale kan strømme over skillevæggens overkant fra en sektion til en anden.

15 11. Forbrændingsreaktor ifølge krav 7-10, **KENDETEGNET** ved, **AT** køleren er opdelt i tre sektioner (31, 32, 33), idet hver sektion har tilledninger i bunden for tilføring af fluidiseringsgas og har en åbning (5) i bunden til afstrømning af partikelmateriale, og **AT** mindst to af sektionerne (31, 32) har varmevekslingsorganer, mens den tredje sektion  
20 (33) ikke har varmevekslingsorganer.

12. Forbrændingsreaktor ifølge krav 7-11, **KENDETEGNET** ved, **AT** sidevæggene og/eller bundvæggen i partikelkøleren indeholder kølerør (21).

25 13. Forbrændingsreaktor ifølge krav 7-12, **KENDETEGNET** ved, **AT** afstrømningsåbningen eller -åbningerne (5, 71, 71) for partikler fra køleren er forbundet med en returkanal, en returføring eller et faldrør (55, 56), hvorigennem partikelmateriale kan bevæges alene ved tyngdekraften,

30 **AT** returføringen er åben ind til reaktorkammeret, og **AT** der er indrettet midler (47, 57) til regulerbar indblæsning af gas i returføringen i nærheden af dens nedre ende.

35 14. Forbrændingsreaktor ifølge krav 7-13, **KENDETEGNET** ved, **AT** reaktorkammeret har stort set rektangulært tværsnit, **AT** partikelkøleren har stort set rektangulært tværsnit, og **AT** køleren er arrangeret med en side parallelt med og ud for en

side af reaktoren.

15. Forbrændingsreaktor ifølge krav 7-13, **KENDETEGNET** ved,  
AT reaktorkammeret har stort set cirkulært tværsnit,  
5 AT partikelkøleren er arrangeret i ringform omkring reaktorkamme-  
ret, og  
AT grænselinierne mellem sektionerne i partikelkøleren forløber  
stort set radiale.
- 10 16. Fremgangsmåde til drift af en fluidiseret bed reaktor omfat-  
tende en nedre del og en øvre del, ved hvilken fremgangsmåde der i reak-  
torens nedre del indføres et materiale omfattende faste partikler og  
heriblandt brændsel, og der tilføres fluidiseringsgas i reaktorens nedre  
15 del med en sådan hastighed, at en del af partikelmaterialet transporte-  
res op med fluidiseringsgassen til reaktorens øvre del, og ved hvilken  
fremgangsmåde en del af de medrevne partikler opfanges i et opad åbent  
kar med i hovedsagen lukkede bund- og sidevægge, ved hvilken fremgangs-  
måde der i det opad åbne kar tilføres fluidiseringsgas til fluidisering  
20 af de opfangede partikler, hvorved de opfangede partikler kan afgive  
varme til varmevekslingsorganer, og derpå transporteres tilbage til  
reaktorens nedre del, **KENDETEGNET** ved, AT varmeafgivelsen i den sekun-  
dære fluidbed styres individuelt i mindst to sektioner heraf gennem sty-  
ring af tilføringen af fluidiseringsgas til hver af sektionerne.
- 25 17. Fremgangsmåde ifølge krav 16, **KENDETEGNET** ved, AT fremgangs-  
måden omfatter tilbageføring af opfanget partikelmateriale fra karret  
til reaktorens nedre del via respektive separate afgivelsesåbninger, der  
fører fra respektive sektioner af karret til reaktorens nedre del, idet  
afstrømningen af partikelmateriale fra hver af sektionerne kan reguleres  
30 særskilt.
18. Fremgangsmåde ifølge krav 16 eller 17, **KENDETEGNET** ved, AT  
partikelafstrømningen fra hver af sektioner i karret kan styres således,  
at partikelmateriale flyder over fra én sektion til en nabosektion.
- 35 19. Fremgangsmåde ifølge krav 16, 17 eller 18, **KENDETEGNET** ved, AT  
varmevekslingsorganerne er opdelt i mindst én fordampelsektion og mindst

én overhedersektion, hvilke sektioner er arrangeret i separate sektioner i karret på en sådan måde, at varmeudtaget til fordamperrørsektion og overhederrørsektion kan reguleres særskilt.

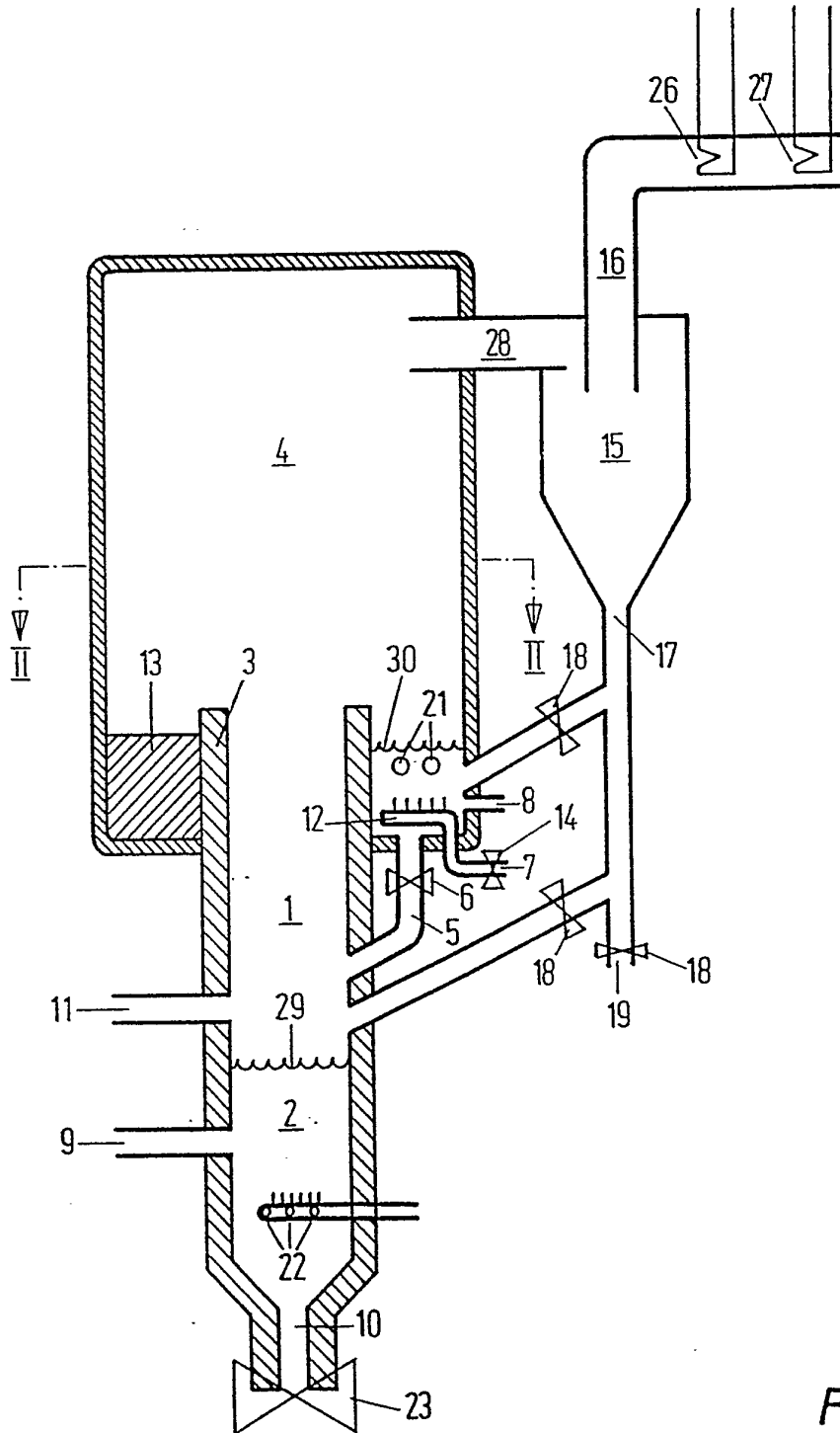


Fig.1

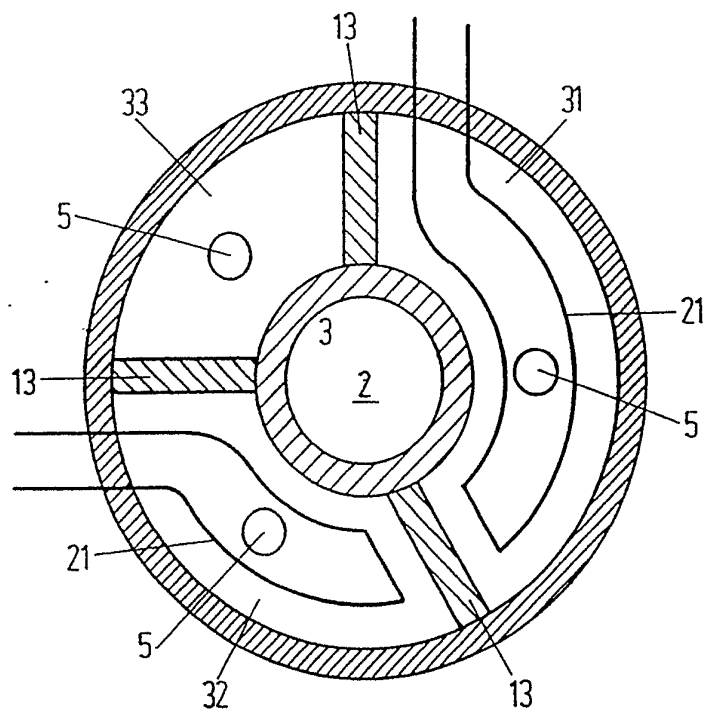


Fig. 2

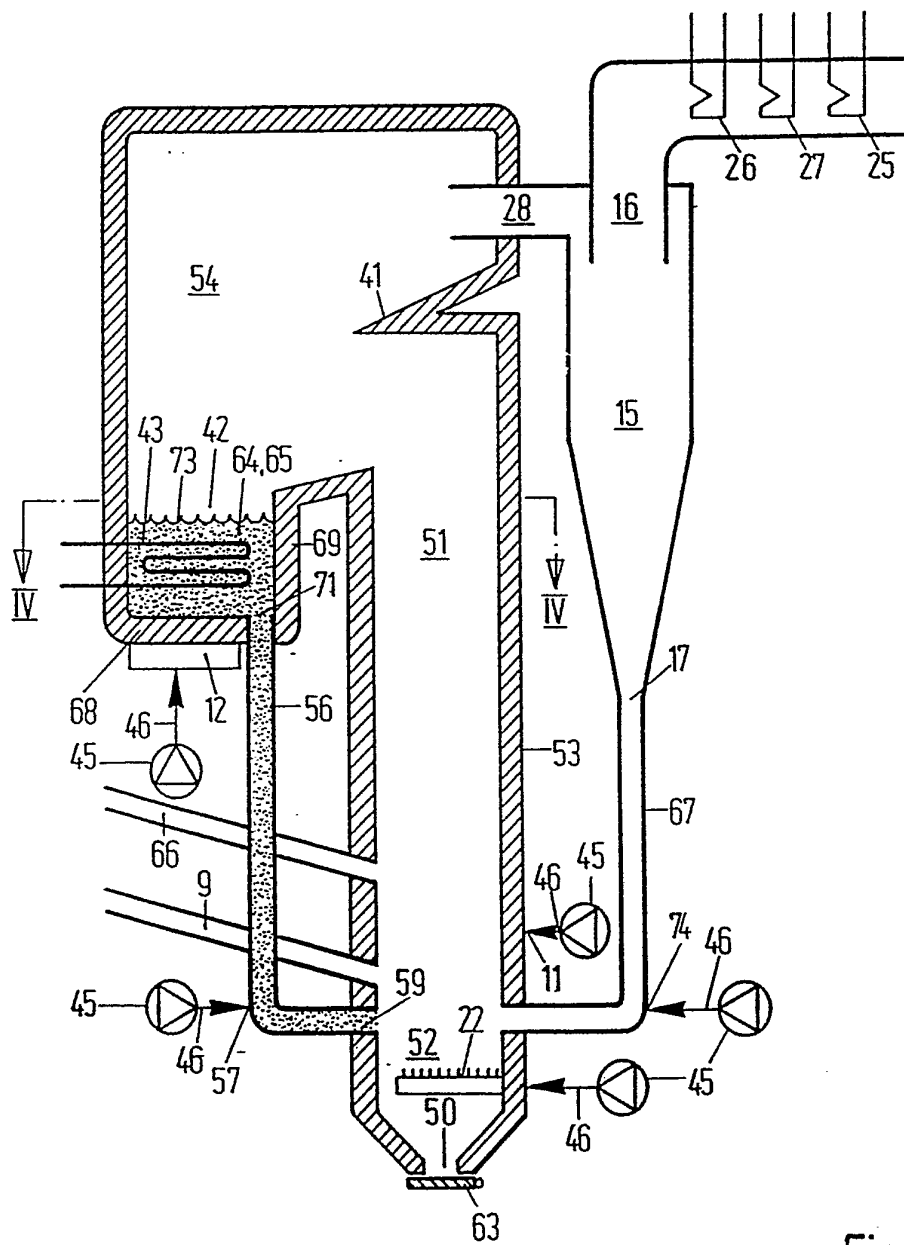


Fig. 3

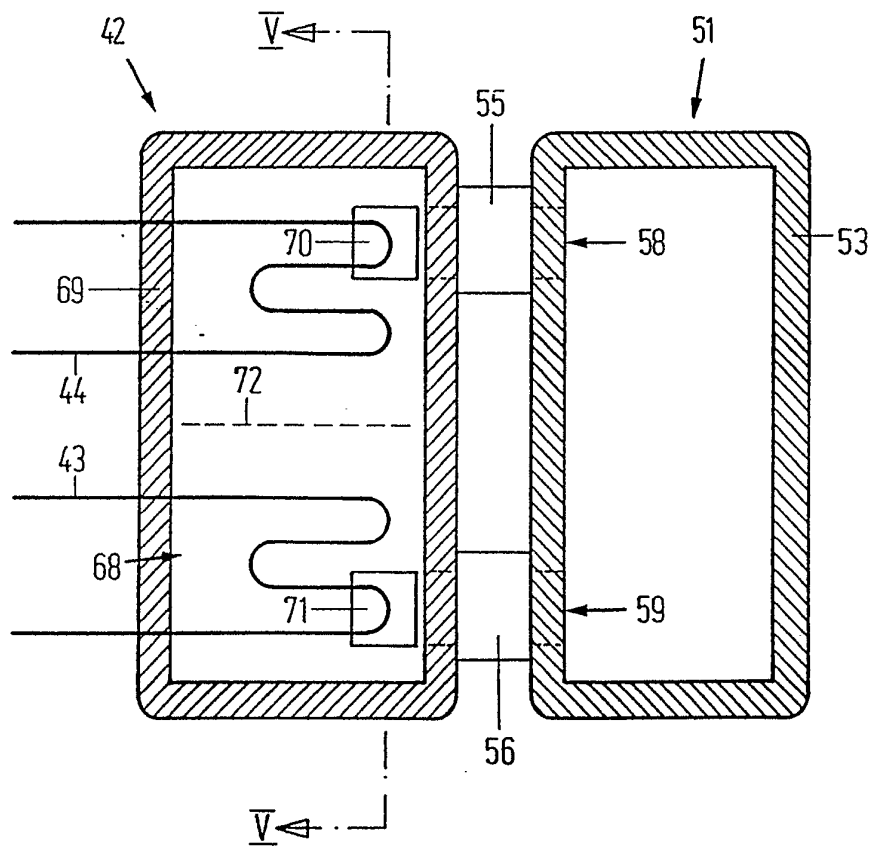


Fig. 4

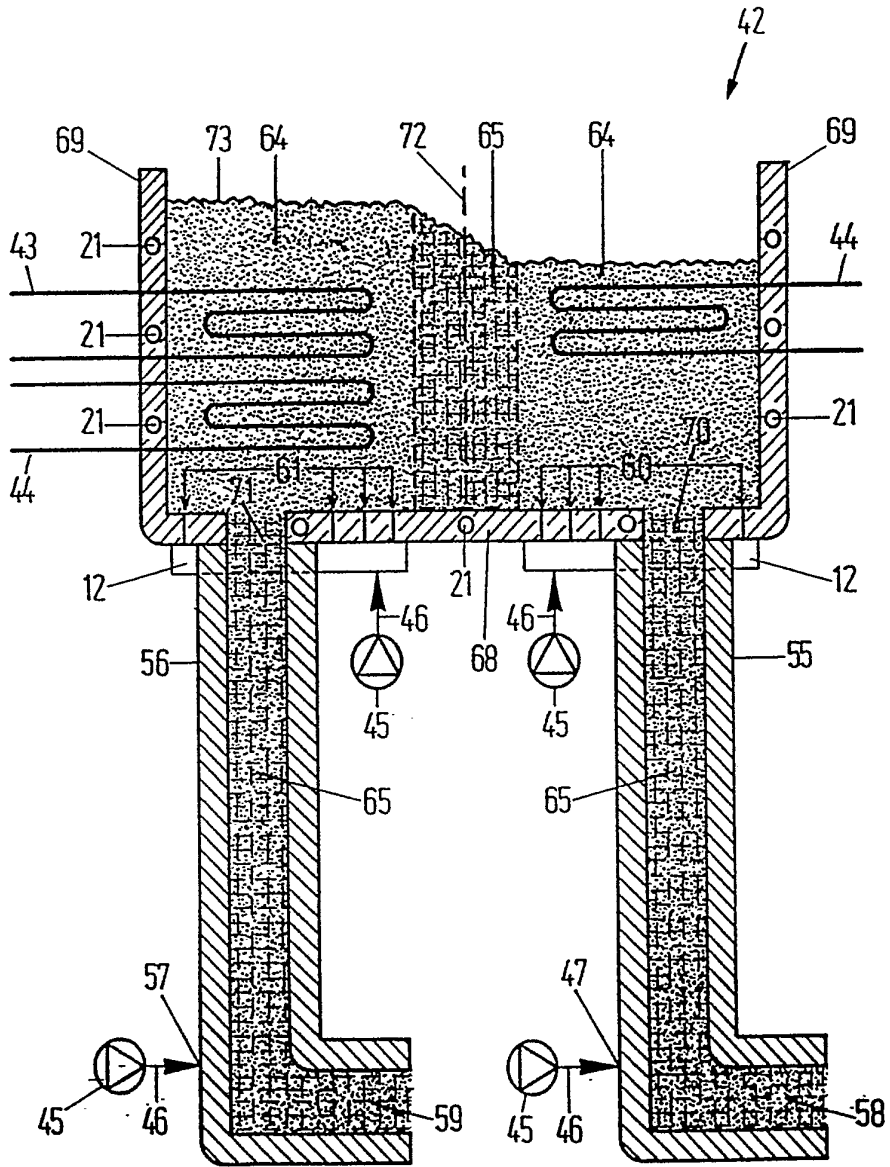


Fig. 5

