

(11) *Número de Publicação:* **PT 89905 B**

(51) *Classificação Internacional:* (Ed. 5)

F23C011/02 A

F22B031/00 B

(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO

(22) *Data de depósito:* 1989.03.03

(30) *Prioridade:* 1988.03.04 DK 1202/88

(43) *Data de publicação do pedido:*
1989.11.10

(45) *Data e BPI da concessão:*
09/93 1993.09.15

(73) *Titular(es):*

AALBORG CISERV INTERNATIONAL A/S
GASVAERKSVEJ 24, P. O. BOX 661 9100 AALBORG
DK

(72) *Inventor(es):*

NIELS JOERGEN HYLDGAARD DK

(74) *Mandatário(s):*

JOÃO DE ARANTES E OLIVEIRA
RUA DO PATROCÍNIO 94 1350 LISBOA PT

(54) *Epígrafe:* REACTOR DE COMBUSTÃO EM LEITO FLUIDIZADO E MÆTODO PARA A EXPLORAÇÃO DESSE REACTOR DE COMBUSTÃO EM LEITO FLUIDIZADO

(57) *Resumo:*

[Fig.]

DESCRIÇÃO
DA
PATENTE DE INVENÇÃO

N.º 89 905

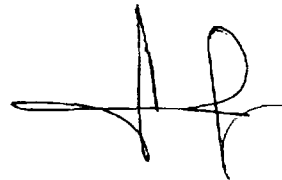
REQUERENTE: AALBORG CISERV INTERNATIONAL A/S, dinamarquesa, com sede em GasvserKsvej 24, DK-9100 Aalborg, Dinamarca

EPÍGRAFE: "REACTOR DE COMBUSTÃO EM LEITO FLUIDIZADO EM MÉTODO PARA A EXPLORAÇÃO DESSE REACTOR DE COMBUSTÃO EM LEITO FLUIDIZADO"

INVENTORES: Niels Joergen Hylgaard

Reivindicação do direito de prioridade ao abrigo do artigo 4.º da Convenção de Paris de 20 de Março de 1883.

Dinamarca em 4 de Março de 1988, sob o N.º. 1202/88



Descrição referente à patente de invenção de AALBORG CISERV INTERNATIONAL A/S, dinamarquesa, industrial e comercial, com sede em GasvserKsvej 24, DK-9100 Aalborg, Dinamarca, (inventor: Niels Joergen Hyldgaard, residente na Dinamarca) para "REACTOR DE COMBUSTÃO EM LEITO FLUIDIZADO EM METODO PARA A EXPLORAÇÃO DESSE REACTOR DE COMBUSTÃO EM LEITO FLUIDIZADO"

D E S C R I Ç Ã O

A presente invenção refere-se a reactores de combustão em leito fluidizado e a um método para a exploração de um reactor de combustão em leito fluidizado. A invenção refere-se ainda a um refrigerador de leito fluidizado para materiais sob a forma de partículas.

Os sistemas de leito fluidizado são utilizados em vários processos, em que se pretende um bom contacto entre o material sólido sob a forma de partículas e o gás. Exemplos são permutadores de calor, reacções com catalisadores heterogéneos e reacções directamente entre sólidos e gases. O princípio do leito fluidizado pode ser resumidamente descrito como partículas sólidas que encontram um gás de fluidização introduzido na parte inferior, sendo possível dentro de certas condições suspender as partículas dentro de um corpo de materiais particulados e mantê-las suspensas, mesmo se a velocidade do gás não for necessariamente aumentada a um nível em que as partículas isoladas, com a excepção das mais pequenas, são arrastadas e conduzidas para o exterior pelo gás efluente. Nessas condições as partículas individuais são livres de se moverem, mas o conjunto do material particulado apresentará uma superfície superior, isto é comporta-se como um líquido e daí o nome de leito fluido. Assim, consegue-se obviamente uma grande área de contacto entre as partículas

sólidas e o gás aplicado.

Recentemente os sistemas de leito fluidizado adquiriram um interesse especial ligado com aplicações relacionadas com sistemas de combustão para combustíveis sólidos. As vantagens importantes são que os sistemas de leito fluidizado podem operar com vários tipos de combustível obtendo-se uma transferência de calor extremamente boa na combustão. O conjunto das partículas dentro desses sistemas pode compreender partículas inertes como por exemplo areia, a que se adiciona uma pequena quantidade de combustível. As partículas inertes são aquecidas pela combustão e circulam no interior do leito fluidizado efectuando o contacto com superfícies permutadoras de calor adequadas para transferir para elas o seu calor. A transferência de calor por radiação ou por convecção gasosa para superfícies fixas permutadoras de calor será assim, em certa extensão, substituída por transferência de calor através do transporte físico de partículas, em que se conseguem grandes áreas de contacto e de permuta de calor por contacto directo entre a matéria sólida, e em que o coeficiente de transferência de calor (número de Watts permutados em relação à área em m^2 e relacionada com a diferença de temperatura) é superior do que a conseguida pelo contacto entre um gás e uma superfície fixa.

Os sistemas de combustão em leito fluidizado permitem um controlo mais cerrado sobre os parâmetros da combustão e tornam possível limpar o gás de escape de certos materiais indesejáveis dado que reagentes podem simplesmente ser intermisturados no material do leito, tornando possível conseguir-se uma combustão que é, em muitos aspectos, mais aceitável do ponto de vista ambiental do que é possível com outros sistemas de combustão. Contudo, para além dessas vantagens existem também certas dificuldades ligadas com os reactores de leito fluidizado, entre as quais se deve notar que são substancialmente mais complicados do que outros sistemas de combustão requerendo a introdução controlada do gás de fluidização, e requerendo períodos de arranque mais prolongados, por exemplo da ordem de 3 a 10 horas, devido à quantidade substancial de material sólido a aquecer. Além disso, é difícil

operá-los de modo completamente satisfatório em cargas parciais, e os ajustes na carga podem ser apenas efectuados duma forma lenta.

Os sistemas de combustão em leito fluidizado são tradicionalmente classificados pela velocidade média do gás de fluidização que passa em sentido ascendente através do leito fluido, ocorrendo várias variantes para várias velocidades do gás dentro de uma gama que pode ser geralmente descrita pelos limites designados por leitos lentos e leitos rápidos, respectivamente.

Os leitos lentos são caracterizados por uma velocidade de fluidização tipicamente na gama de 1 a 3 m/s, possuindo esta velocidade limites inferiores definidos pelo requisito de oxigénio para a combustão e pelo requisito de uma velocidade mínima de gás de modo a fluidizar as partículas. A densidade no interior do corpo de partículas será relativamente elevada e o leito deve ser relativamente curto de modo a manter a pressão de gás necessária para a fluidização dentro de limites razoáveis. Contudo, o tempo de permanência para as partículas do combustível e para o gás dentro leito torna-se assim demasiadamente pequeno para assegurar uma combustão completa, e os leitos lentos apresentam assim uma eficiência de combustão não totalmente satisfatória e uma pequena possibilidade para limpeza do gás de escape.

Os leitos rápidos são caracterizados por uma velocidade de fluidização na gama de aproximadamente 3 a 12 m/s, em que uma parte substancial das partículas do leito são arrastadas por elutriação com o gás de fluidização e devem ser recirculadas de novo para o leito. Eles são também designados por leitos circulantes e não apresentam uma superfície do leito bem definida. Eles podem proporcionar uma melhor combustão e melhor limpeza do gás de exaustão do que os leitos lentos, mas possuem a desvantagem de necessitarem grandes sistemas para separar as partículas do leito de gás de escape e recircular as partículas. Outra desvantagem relacionada com os leitos rápidos é que o coeficiente de transferência de calor entre as referidas partículas e as superfícies de transferência de calor é inferior para velocidades mais eleva-

das quando comparada com as velocidades típicas dos leitos lentos.

No passado foram feitas várias tentativas para realizar concepções obtendo as vantagens conjuntas dos leitos lentos e dos leitos rápidos.

A patente US 4 111 158 de Reh e col. refere um reactor de leito fluidizado com um leito rápido, em que a combustão tem lugar, um ciclone para separar as partículas do leito do gás de escape e um refrigerador do leito fluidizado, em que se fazem passar as partículas separadas através de um leito fluidizado secundário do tipo lento em que as partículas permutam e dissipam o seu calor para superfícies de transferência de calor. O sistema descrito é muito complicado e volumoso, o que é considerado extremamente indesejável, sabendo-se que todas as condutas e sistemas de transporte devem ser projectados para resistirem à combustão a temperatura da ordem dos 800°C.

A patente US 4 788 919 de Holm e col. refere uma solução mais compacta compreendendo um leito de combustão central com entradas de gás no fundo e opcionalmente com entradas de gás secundário localizadas na parte superior, a partir das quais as partículas são elutriadas e arrastadas para a parte superior da câmara, e com um leito fluidizado secundário ou um refrigerador de leito fluidizado disposto de forma anular à volta do leito fluidizado central a um nível acima do leito fluidizado central de modo a que as partículas transportadas para a parte superior da câmara possam cair neste leito fluidizado secundário. No leito fluidizado secundário anular, que é um leito lento, as partículas podem dissipar o seu calor para superfícies de transferência de calor e as partículas podem em seguida regressar ao leito por meio de gravidade e fluírem de novo para o leito fluidizado primário central.

A patente US 4 594 967 de WolowodiuK refere um reactor de combustão de leito fluidizado com um leito primário, uma câmara superior e um refrigerador de leito fluidizado colocado de modo que as partículas arrastadas pela corrente gasosa do leito primário possam entrar na câmara

superior e caírem para o refrigerador de partículas, e as partículas passam em tubos em serpentina e são refrigeradas. Apartir do refrigerador as partículas passam num sistema de válvulas em sentido descendente para uma câmara de armazenagem e do fundo da câmara de armazenagem as partículas podem passar para outro sistema de válvulas para regressarem ao leito fluidizado primário. Esta concepção é relativamente compacta, mas não é referida qualquer possibilidade para variar a relação entre as várias áreas das secções de refrigeração para além de uma possibilidade para escoar parcialmente o refrigerador de partículas arrastando as partículas para baixo para a câmara de armazenagem de modo que uma parte os tubos de refrigeração no refrigerador de partículas já não sejam cobertas por partículas. Contudo, esse processo de operação deve ser considerado extremamente desvantajoso por as partículas servirem para proteger o tubo contra os efeitos corrosivos do gás de escape e qualquer parte do tubo situado logo acima da superfície superior das partículas fluidizadas é submetida a desgaste por abrasão por partículas projectadas acima do leito fluidizado que atingem o tubo com uma certa velocidade. O documento não inclui qualquer referência relacionada com a concepção das válvulas para o controlo do caudal de partículas, mencionando apenas que elas podem ser activadas de forma selectiva. Assim não se mostra qualquer instalação para o controlo contínuo ou instalação para se obter um caudal controlado constante de partículas descendentes através do refrigerador de partículas que regressam para o reactor.

A existência de um refrigerador de partículas de leito fluidizado separado é um aperfeiçoamento considerável nos sistemas de combustão de leito fluidizado, contudo, permanecem bastantes problemas que ainda não foram resolvidos de forma satisfatória. Os sistemas de transferência de calor resumidamente mencionados nas patentes acima referidas compreenderão, para os objectivos de produção de energia, normalmente um préaquecedor de água, também designado como economizador, um evaporador, em que se evapora a água, um sobreaquecedor, em que o valor é sobreaquecido. Estes sistemas de transferência de calor operam a diferentes temperaturas

e devem ser assim dispostos tendo em atenção os requisitos de transferência de energia térmica e as temperaturas aplicáveis. Outro factor que também deve ser tido em consideração é que os sistemas de transferência do calor também sirvam os objectivos de proteger os elementos de construção contra as temperaturas elevadas. Nos sistemas de leito fluidizado práticos a maior parte das paredes devem assim ser providos com sistema de transferência de calor. O economizador, que trabalha a uma temperatura relativamente baixa, é preferivelmente colocado na conduta de gás de espaço após os outros permutadores de calor. O sobreaquecedor, que trabalha a temperatura mais baixas por exemplo 500 a 530 C é convenientemente colocado em grande parte no leito fluidizado, e a boa transferência de calor para as partículas e superfície de transferência de calor torna possível o aquecimento às elevadas temperaturas e com a pequena parte na conduta do gás de escape. Deve notar-se que por grande parte e pequena parte se pretende significar partes com maior ou menor transferência de energia térmica em vez de dimensões geométricas superiores ou inferiores. Dentro do refrigerador de partícula de leito fluidizado o sobreaquecedor pode também em alguma extensão ser protegido contra a corrosão e erosão, que é um factor crítico às temperaturas elevadas.

Os tubos evaporadores são convenientemente utilizados para refrigerar as paredes, mas dado que tipicamente a area da superfície do evaporador necessária excede as que podem ser integradas na parede, são colocadas mais secções de tubos de evaporador dentro do refrigerador do leito fluidizado ou na conduta do gás efluente antes do economizador, ou podem ser colocadas secções de tubos evaporadores em todos estes lugares. As áreas para colocação de superfícies de transferência de calor são normalmente fixadas quando o reactor é construído.

Contudo, a relação óptima entre as áreas das várias superfícies de transferência de calor depende do tipo de combustível utilizado. Por exemplo os combustíveis que produzem uma proporção relativamente elevada de água ou vapor no gás de exaustão necessitam idealmente de uma área

de superfície evaporada relativamente mais pequena do que no caso da combustão de carvão. Os combustíveis que produzem uma grande quantidade de água ou vapor podem por exemplo ser combustíveis contendo efectivamente água como por exemplo partículas de carvão suspensas em água ou combustíveis que devido ao elevado teor de hidrogénio produzem água pela sua combustão como é por exemplo o caso de resíduos ou madeira. No caso de uma instalação concebida para a combustão óptima do carvão queimar resíduos, o canal de água através das superfícies de permuta de calor deve ser reduzido, mas assim a temperatura nas secções evaporadoras pode aumentar inaceitavelmente. Podem aparecer problemas semelhantes em cargas parciais. Podem aparecer problemas semelhantes em cargas parciais. Para serviços a cargas parciais o caudal de ar é reduzido enquanto a temperatura no reactor é mantida essencialmente constante. O calor radiado para as paredes do reactor que depois é transferido para os tubos evaporadores colocados nas paredes são é assim muito reduzido e a temperatura nos tubos evaporadores pode assim ter tendência para aumentar devido ao reduzido caudal de água. O problema oposto pode contudo ocorrer, dependendo das condições particulares, isto é, a temperatura dos tubos do sobreaquecedor poderia aumentar demasiado devido a uma redução da carga, em particular, no caso de superfícies de transferência de calor colocadas parcialmente dentro do refrigerador de leito fluidizado. Em cargas parciais o caudal de gás para a fluidização é reduzido, mas deste modo a transferência de calor dos gases efluentes desce muito mais do que a transferência de calor dentro do leito fluidizado. Tal como acima mencionado as superfícies do sobreaquecedor estão muitas vezes colocadas em grande parte do leito fluidizado e no caso de uma parte substancial das superfícies do evaporador ser colocada no caudal de gás efluente a temperatura do sobreaquecedor pode aumentar demasiado devido à redução do caudal de água. Nota-se assim que a temperatura dentro do leito fluidizado e portanto dentro da câmara de combustão deve ser mantida numa gama apertada para um serviço satisfatório de leitos fluidizados quer à carga total quer a carga reduzidas. A estratégia praticamente seguida na técnica anterior é de adicionar água em pontos adequados entre secções dos

tubo do evaporador e antes do sobreaquecedor de modo a assegurar que a temperatura dos tubos se mantem dentro de limites de segurança, que, contudo, não proporciona a melhor economia para o sistema.

Uma razão adicional para uma efecência inferior da técnica anterior operando a carga reduzida é que a quantidade de material em partículas no reactor pode não se a óptima. A carga rezudida a velocidade de fluidização será reduzida e a densidade do leito será portanto aumentada. Para se obter um nível predeterminado dos leitos a quantidade de matéria em partículas deve assim ser também alterada.

O objecto da invenção é resolver as desvantagens acima mencionadas dos reactores de leito fluidizado da técnica anterior.

Um objecto adicional da invenção é proporcionar um reactor de combustão de leito fluidizado que opera com uma melhor eficiência energética do que os reactores comparáveis da técnica anterior.

Um objecto ainda adicional da invenção é proporcionar um reactor de combustão de leito fluidizado susceptível de operar eficientemente numa maior gama de cargas do que é possível com outros reactores da técnica anterior.

Estes objectivos são conseguidos pelo refrigerador do leito fluidizado definido na reivindicação 1, respectivamente com o reactor de combustão do leito fluidizado definido na reivindicação 7, respectivamente com o método de operação do reactor de combustão do leito fluidizado tal como defenido na reivindicação 16.

A seccionalização de acordo com a invenção é essencialmente definida pelas secções ou regiões dentro do vazo de refrigerador de partículas, dentro do qual se introduz o gás de fluidização. As várias secções do refrigerador do leito fluidizado não necessitam de ser divididas por paredes de separação física. No caso das secções não serem delimitadas por paredes de separação física, as regiões de limite podem existir mas não serem claramente referidas a uma das secções. Contudo, podem ainda operar as várias secções em modos que

são individualmente controláveis, apesar do facto dos limites não serem precisamente definidos.

A invenção utiliza a descoberta de que a transferência de calor pode ser vantajosamente controlada através do gás de fluidização. O coeficiente de transferência de calor para o contacto entre as partículas fluidizadas e as superfícies de transferência de calor depende da velocidade do gás de fluidização de um modo que pode ser explicado pelo aumento do coeficiente a partir de um certo valor inicial de fluidização nula e aumentar até ao máximo para uma dada velocidade de fluidização, velocidade que é por vezes referida por velocidade óptima de fluidização, em que o coeficiente diminui lentamente por aumento adicional da velocidade do gás de fluidização.

Os tubos de transferência de calor de acordo com a invenção são divididos em secções correspondentes às secções de fluidização. É vantajoso operar cada uma das secções dos tubos a uma carga substancialmente uniforme em cada comprimento de tubo, e em particular evitar variações de temperatura ao longo do comprimento do tubo. Utilizando a seccionalização de maneira que o sobreaquecedor seja colocado numa secção e o evaporador noutra secção a quantidade de calor transferida pode ser controlada individualmente para cada uma das secções por controlo da velocidade do gás de fluidização, e podendo-se atingir as condições óptimas para a transferência de calor em todos os modos de operações incluindo a operação a cargas reduzidas e a operações com vários tipos de combustível.

O caudal de gás de fluidização deve, contudo, ser sempre mantido acima de um limite definido pelo estabelecimento da fluidização. A fluidização induz uma agitação contínua e uma mistura das partículas dentro do refrigerador, de modo que a abertura de descarga de partículas pode ser colocada praticamente em qualquer sítio da parede do fundo do refrigerador.

Uma realização prática preferida da invenção proporciona, contudo, a colocação de pelo menos uma abertura de descarga de partículas dentro de cada secção e

um sistema de controlo de caudal de descarga de partículas associado com cada uma das referidas aberturas.

De acordo com uma realização prática ainda preferida as secções são divididas por uma região limite que não é fluidizada.

Este facto proporciona uma separação física entre as secções criando uma "parede" de material particulado não fluidizado de modo a minimizar ou a evitar completamente a intermistura entre secções em que a transferência de calor entre cada secção pode ser controlada de forma essencialmente independentemente no modo de operações na secção adjacente. Por exemplo a transferência de calor dentro de uma secção pode ser substancialmente reduzida diminuindo a velocidade do gás de fluidização dentro desta secção para o valor mínimo, em que o gás é susceptível de fluidizar as partículas. Durante a operação normal o material em partículas aquecido cairá todo sobre o refrigerador de leito fluidizado e o nível de partículas nesta secção crescerá até que a "parede" comece a deslizar lentamente e uniformemente para o lado na direcção da secção adjacente, em que o nível das partículas é inferior, de modo que as partículas transferidas da primeira secção transferiram calor para os tubos nelas dispostos. Deve entender-se que podem ser escolhidos modos substancialmente diferentes de operação de controlo de válvulas, por exemplo um primeiro modo de operação, em que as partículas que caíram no refrigerador se movem uniformemente, isto é paralelamente na direcção adjacente sobre duas secções de um refrigerador, um segundo modo de operação, em que uma parte das partículas se move em série de uma primeira secção para uma segunda secção e um terceiro modo de operação, em que uma parte das partículas se move em série de uma segunda secção para uma primeira secção

De acordo com outra realização prática preferida da invenção o refrigerador de leito fluidizado é dividido em três secções, em que a primeira secção acomoda os tubos evaporadores, uma segunda secção acomoda os tubos sobreaquecedores e uma terceira secção proporciona armazenagem para as partículas, mas sem superfícies de refrigeração. Proporciona-se assim uma instalação de armazenagem muito simples

para volumes de partículas de modo que a quantidade de partículas activamente utilizadas dentro do leito do reactor do leito fluidizado pode ser ajustada proporcionando uma instalação adicional para otimizar a quantidade de partículas para as condições existentes de operação. Além disso, torna-se possível recircular partículas na secção de depósito e fazê-las regressar ao leito fluidizado primário sem refrigeração, o que é vantajoso durante o arranque de modo a conseguir a temperatura de operações nas partículas tão rapidamente quanto possível e é também vantajoso nos casos em que a quantidade das partículas necessárias para a combustão é superior a quantidade de partículas que se desejam que passem ao longo das superfícies de transferência de calor.

A invenção proporciona ainda um método para a operação de um reactor de leito fluidizado equivalente à operação do reactor acima descrito, método que é definido na reivindicação 16 da patente. Por este método conseguem-se vantagens equivalentes às acima descritas.

Os objectivos adicionais, características e vantagens da invenção tornar-se-ão evidentes a partir da seguinte descrição das realizações práticas preferidas com referências aos desenhos anexos, nos quais as figuras representam:

A fig. 1 mostra uma secção vertical através de um reactor de leito fluidizado de acordo com a invenção,

A fig. 2 mostra uma secção horizontal ao longo da linha II-II da fig. 1,

A fig. 3 é uma secção vertical através do reactor de combustão de leito fluidizado de acordo com outra realização prática preferida da invenção,

A fig. 4 é uma secção horizontal ao longo da linha IV-IV da fig. 3,

A fig. 5 é uma vista esquemática vertical e parcial no refrigerador de partículas de acordo com outra realização prática preferida da invenção, e

A fig. 6 é uma vista semelhante à da

fig. 5 mas mostrando uma realização prática modificada do refrigerador para partículas de acordo com a invenção.

Ao longo dos desenhos, as características equivalente ou semelhante são indicadas pelo mesmo número de referência.

Faz-se referência à fig. 1 em que se mostra um reactor 1 compreendendo uma câmara inferior 2 rodeada por uma parede 3 e provida na parte superior com uma câmara superior 4. A câmara inferior 2 está na sua extremidade inferior provida com uma saída 10 com um mecanismo de válvula 23 de modo que as partículas possam ser descarregadas se necessário. A uma distância pré-determinada acima da saída 10 existe uma válvula 22, tubuladora ou câmara de pleno com bicos para introdução de ar ou gás para a fluidização. Na região inferior à válvula 22 as partículas não serão fluidizadas a menos que estejam previstos outros sistemas de fluidização, mas as partículas podem deslizar no sentido descendente por efeito da gravidade em direcção à saída 10 quando o mecanismo de válvula 23 é aberto. O material em partículas, que pode compreender combustível, partículas inertes como por exemplo os referidos reagentes adequados para a absorção da matéria indesejável, etc. são introduzidos através da entrada 9. Entradas adicionais 11 para o ar secundário do reactor podem opcionalmente existir, mantendo-se um leito fluidizado lento no fundo do reactor, enquanto se mantém um leito fluidizado mais rápido por cima da entrada do ar secundário. As partículas sólidas são elutriadas por um caudal de ar e arrastadas para cima para a câmara superior, em que a velocidade do ar diminui devido à área da secção recta maior da câmara superior, em que as partículas se movem nas direcções das paredes e podem cair a partir daí. A câmara superior está provida com uma conduta de escape 28 para os gases de escape, conduta que pode ser provida com deflectores ou barreiras (não representadas) de modo a reduzir a quantidade de partículas arrastadas pelos gases de escape. A conduta de escape 28 pode opcionalmente conduzir a um ciclone 15 para separação adicional de partículas sólidas dos gases de escape. O gás de escape sai do ciclone 15 através da conduta 16, enquanto as partículas sólidas saem do ciclone pelo fundo

do ciclone 17 e são arrastadas através da conduta 20 de novo para o reactor de leito fluidizado em situações adequadas. O ciclone pode ser provido com uma extracção inferior 19, a partir da qual as partículas podem ser retiradas da circulação do leito fluidizado, e todas as extracções de partículas do ciclone estão providas com válvulas de controlo 18 que permitem o controlo total no caudal de partículas. O material particulado arrastado do leito fluidizado primário 29 e para a câmara superior estará na sua maior parte adjacente às paredes e cairá assim no leito fluidizado secundário 30 ou refrigerador do leito secundário que rodeia a parede 3 do leito primário 29. O material particulado dentro do leito fluidizado secundário 30 é fluidizado por Sopragem de gás ou ar através de uma câmara de pleno com bicos 12. O leito fluidizado secundário está provido com tubos de transferência de calor 21 para refrigerar o material em partículas. As partículas podem passar do leito fluidizado secundário para baixo através dos tubos ou condutas descendentes 5 através das válvulas de controlo 6 para regressarem ao leito fluidizado primário. O leito fluidizado secundário pode ser provido com esntradas 18 para a introdução de reagentes adequados. O calor nos gases de escape que sai do ciclone é também recuperado fazendo passar o gás de escape através de mais superfícies de transferência de calor como por exemplo um evaporador 26 de um préaquecedor ou economizador 27.

Faz-se agora referência à fig. 2, mostrando uma secção horizontal através do reactor ao longo da linha II-II da fig. 1, mostrando como o reactor de leito secundário ou o refrigerador 30 está dividido em três secções 31, 32 e 33 designados como secção do evaporador 31, secção de sobreaquecedor 32 e secção de depósito 33, respectivamente. As secções são vantojosamente separadas por paredes de repartição rádiais 13, sendo cada secção provida com uma conduta descendente 5 para fazer regressar as partículas ao leito fluidizado primário. A figura mostra os tubos de transferência de calor 21 na secção do evaporador e na secção de sobreaquecedor. Todas as três secções estão providas com bicos para às de fluidização, mas é opcionalmente possível colocar bicos de fluidização na secção de depósito, e nesse caso o material em partículas move-se para a conduta descendente por acção

da gravidade.

Podem ver-se na parte esquerda da fig. 1 as paredes de repartição 13 entre as secções do refrigerador de leito fluidizado que têm uma aresta superior a um nível inferior ao da parede 3 separando o refrigerador do reactor primário de modo que as partículas passem sobre uma parede de repartição 13 para uma secção adjacente.

Numa realização prática do refrigerador do leito fluidizado a secção evaporadora estende-se um ângulo de 150 graus, o sobreaquecedor num ângulo de 120 graus e a secção de armazenagem num ângulo de 90 graus, mas obviamente estas dimensões e formas podem ser modificadas de várias maneiras.

As vantagens que se obtêm através das instalações que permitem várias formas de operação podem ser compreendidas a partir da seguinte explicação.

Supondo que se pretende operar o reactor em carga reduzida, a quantidade de partículas activamente circuladas deve ser relativamente grande devido à maior densidade dos leitos. Este facto é conseguido de forma muito simples reduzindo a quantidade de partículas na secção de armazenagem, isto é a válvula de controlo 6 para a conduta descendente 5 da secção de armazenagem será totalmente aberta e a válvula de controlo 14 para o gás de fluidização na secção de armazenagem é também totalmente aberta de modo a manter a densidade dentro da secção de armazenagem do leito secundário tão baixa quanto possível. As partículas na secção evaporadora e na secção do sobreaquecedor são fluidizadas com um caudal de gás de fluidização, que é mantido ao mínimo determinado pela necessidade de se obter uma transferência de calor suficiente. Isto é possível para velocidades de fluidização até 5 cm/s para um tamanho médio de partícula na ordem dos 160 μ m. Para evitar aerossol e corrosão a quantidade de partículas dentro da secção evaporadora e na secção sobreaquecedora é mantida ao valor suficiente para cobrir as superfícies de transferência de calor. Um ajuste fino de transferência de calor dentro de cada uma das secções de refrigeração é possível pelo controlo de caudal de partículas e controlo da velocidade do gás de fluidização.

Supondo alternativamente que o reactor é operado a carga total, a densidade das partículas dentro dos leitos fluidizados é inferior e a quantidade de partículas activamente circuladas deve portanto ser inferior de modo a obter a eficiência de combustão óptima. Este facto é obtido fechando ou fechando parcialmente a válvula de saída 6 da secção de armazenagem e fechando também ou fechando parcialmente a válvula de controlo 14 para a introdução de gás de fluidização para esta secção de modo que a quantidade de partículas dentro da secção de armazenagem seja aumentada com partículas retiradas da circulação activa no reactor na extensão que for necessária. É obvio que um maior rendimento da combustão pode ser obtido quando se opera a carga total bem como operando a carga reduzida e que o reactor pode operar de forma eficiente a um factor de carga mais reduzido do que o economicamente praticável com reactores de leito fluidizado da técnica anterior.

A instalação de controlo de caudal e a instalação para remover partes de partículas da circulação activa respectivamente para reintroduzi-las torna ainda possível efectuar o arranque ou ajustes da carga a uma velocidade maior do que a possível com reactores da técnica anterior.

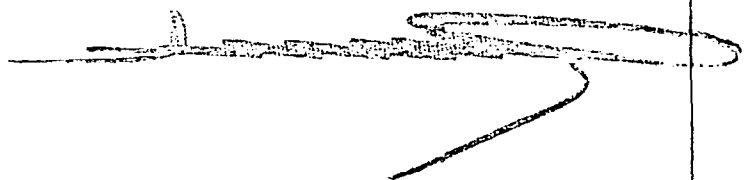
Faz-se agora referência à fig. 3, que mostra uma secção vertical ao longo de um reactor de acordo com uma realização prática preferida da invenção. Este reactor 51 compreende como se mostra na figura, uma câmara inferior 52 definida por uma parede 53 com uma câmara superior 54 colocada por cima. A câmara inferior 52 está na sua extremidade inferior provida com uma válvula de descarga 50 com um sistema de válvula 63 permite a remoção de matérias em partículas e as cinzas se necessário.

A uma distância pré-determinada acima da abertura de saída inferior 50 existe uma válvula ou câmara de pleno 22 com bicos para a introdução de ar de fluidização ou gás de fluidização. Na área inferior à válvula 22 as partículas não se fluidizarão a menos que existam outros sistemas de fluidização, mas as partículas podem deslizar para baixo para a abertura de descarga 50 quando o mecanismo de válvula 63 é aberto.

De forma semelhante ao reactor da fig. 1 o reactor 51 da fig. 3 está também provido com condutas de admissão 9 para a introdução de partículas, que podem compreender combustível, partículas inertes, reagentes adequados para a absorção da matéria indesejada etc. Podem ser colocadas mais admissões 11 para o ar secundário do reactor de modo a permiterem a manutenção de um leito fluidizado lento no fundo, enquanto se mantém um leito fluidizado rápido por cima das admissões de ar secundário de forma semelhante à concepção definida na concretização da fig. 1. Por cima da admissão 11 para o ar secundário do reactor pode colocar-se uma entrada superior adicional 66 para a introdução do material em partículas como por exemplo combustível, partículas inertes, reagentes adequados para a absorção da matéria indesejável etc. já que é vantajoso ter a possibilidade de escolher entre vários níveis de introdução dessas partículas.

Os bicos de fluidização estão providos com ar de sopradores, sendo provido cada soprador com sistemas para controlar a potência da sopragem e sendo cada um designado com o número de referência 45. A uma pressão suficiente da introdução do ar de fluidização as partículas sólidas são suspensas pelo caudal de gás e arrastadas por elutriação para atingir a câmara superior, em que o caudal é deflectido para o lado por um deflector 41. A câmara superior 54 tem uma área de secção superior à da parte inferior do reactor 52 e a velocidade do gás diminuirá assim na câmara superior. O gás pode passar à volta do deflector 41 para entrar na conduta de escape 28 para gás de escape. Devido à diminuição da velocidade do gás na câmara superior e devido à alteração da direcção do fluxo, uma proporção substancial do material em partículas arrastado com o gás cairá no refrigerador de partículas 42 colocado por baixo da câmara superior.

O gás de escape sairá através da conduta de escape 28 para chegar ao ciclone 15 onde tem lugar uma separação adicional de partículas sólidas do gás de escape. O gás sai do ciclone 15 através da conduta 16 e passa através de mais superfícies de refrigeração, por exemplo tubos evaporadores 26, um préaquecedor ou economizador 27 e um préaquecedor



de ar 25. As partículas separadas do gás de escape saiem do ciclone 15 no fundo 17 e podem mover-se para baixo através das condutas descendentes 67 do ciclone para serem reintroduzidas no reactor primário 51.

As partículas caídas no refrigerador de partículas 42 podem mover-se para baixo de modo explicado com mais detalhe a seguir e passam através de uma conduta descendente 56 regressando as partículas para reintrodução no reactor primário 53. Como se mostra na fig. 3 o refrigerador de partículas está provido com um soprador controlável 45 que sopra ar de fluidização através das condutas 46 no sentido ascendente através dos bicos de fluidização 60 de modo a fluidizar o conjunto de partículas no refrigerador de partículas 42. A superfície superior do conjunto de partículas no refrigerador de partículas é mostrado em 73.

Faz-se agora referência à fig. 4, que mostra uma vista em secção plana através do reactor ao longo da linha IV-IV da fig. 3. Como se pode ver da fig. 4 o reactor tem a forma substancialmente rectangular e o refrigerador de partículas 42 é também substancialmente rectangular e disposto de forma adjacente aos lados do reactor e com uma parede paralela à parede do reactor. O refrigerador de partículas compreende uma parede de fundo 68 e paredes laterais 69. Como se mostra na figura o refrigerador de partículas está provido com tubos de refrigeração em forma de serpentina seccionalizados em duas secções, sendo as referidas secções designadas como serpentina de tubos evaporadores 43 e serpentina de tubos sobreaquecedores 44. Estas serpentinas de tubos contêm água e/ou vapor e o caudal em cada serpentina de tubos pode ser separadamente controlado. No refrigerador de partículas 42, as aberturas 70, 79 do fundo 68 estão providas para descarga de partículas. A abertura 70 recolhe as partículas enviando-as para baixo por uma conduta descendente 55 a partir da secção de sobreaquecedor, enquanto a abertura 71 arrasta as partículas para baixo para a conduta descendente da secção evaporadora 56. A linha de demarcação entre as duas secções dentro do refrigerador de partículas 42 é indicada por uma linha a tracejado 72. Como se indica no desenho as duas condutas descenden-

tes comunicam com o reactor de forma a que as partículas de ambas as condutas descendentes podem ser reintroduzidas no reactor.

Na fig. 3 apenas uma das condutas descendentes, isto é a conduta descendente da secção evaporadora 56, é apresentada com a forma de L com uma porção vertical relativamente elevada e uma parte horizontal relativamente curta na extremidade inferior. A conduta descendente da secção sobreaquecedora 55 tem uma forma semelhante. Como se pode ver na fig. 3 um bico de ar 57 ligado a um soprador 45 com uma instalação de controlo de sopro por uma conduta 46 é colocado na extremidade inferior da conduta descendente. Durante a operação normal a conduta descendente será cheia com partículas até um nível acima das serpentinas de tubos de refrigeração no refrigerador de partículas. A sopragem de ar através do bico 57 arrastará as partículas através da conduta descendente na sua parte horizontal e para o reactor já que a resistência ao sopro de ar é inferior desta maneira. A pressão no conjunto de partículas dentro da conduta descendente é normalmente tão elevada que estas partículas não serão fluidizadas, mas antes mover-se-ão para baixo lentamente por gravidade numa proporção relacionada com a quantidade removida no fundo. O inventor verificou que era possível por conttolo do ar de sopragem controlado através do bico de ar 57 controlar o caudal de material em partículas que entra no reactor de forma muito conveniente de modo a que a disposição com o bico 57 pode ser encarada como um tipo de válvula que controla o regresso de partículas para o reactor.

Deve entender-se que a outra conduta descendente do refrigerador de partículas 56 ligado com a secção do sobreaquecedor está provida com um bico de ar semelhante 47 (cf. fig. 5 e fig. 6) e trabalha de modo semelhante de modo que a referência feita pode ser aplicável à descrição acima efectuada. Além disso, a conduta de retorno do partículas do ciclone é de modo semelhante provida com um bico de ar 74 e com um soprador controlável 45 através das condutas de ar correspondentes 46 de modo que o caudal de partículas do fundo do ciclone que regressa ao reactor pode ser controlado de modo semelhante.

Faz-se agora referência à fig. 5, que mostra uma secção vertical através de um refrigerador de partículas 42 com uma conduta descendente da secção do sobreaquecedor 55, uma conduta descendente da secção do evaporador, 56 bicos de ar para a conduta descendente da secção do sobreaquecedor 56 e bicos de ar para a secção do evaporador da conduta descendente 57. Para tornar a figura facilmente compreensível as partes horizontais da extremidade inferior das condutas descendentes são ilustradas como partes laterais prolongadas na fig. 5 e na fig. 6, embora estas secções horizontais se prolonguem efectivamente na perpendicular ao plano dos desenhos da fig. 5 e fig. 6 como pode ser compreendido através da fig. 4.

A fig. 5 mostra uma secção através da parede do fundo do refrigerador de partículas 68 e das paredes laterais 69 com tubos refrigeradores integrados 21, que permite que a temperatura dentro dos elementos de parede permaneça dentro de limites aceitáveis. A figura mostra ainda os tubos evaporadores em forma de serpentina 43 e duas serpentinas de tubos de sobreaquecedores 44, a primeira delas disposta na parte do lado direito do refrigerador como se mostra na fig. 5, e a segunda delas colocada na parte do lado esquerdo do refrigerador por baixo da serpentina de tubos do evaporador 43. por razões de simplicidade as secções do refrigerador de partículas serão referidas como secção do sobreaquecedor e secção do evaporador, embora a secção do evaporador contenha também uma serpentina de tubos sobreaquecedores. Por baixo da parte do fundo do refrigerador de partículas 68, mostram-se sopradores 45 com as condutas de ar 46 ligadas com os bicos de fluidização da secção do sobreaquecedor 60 e os bicos de fluidização da secção do evaporador 61, respectivamente. Colocando dois sopradores deste modo a fluidização dentro das duas secções pode ser controlada separadamente da forma descoberta pelo inventor e o gás de fluidização flui essencialmente na vertical de forma ascendente através do conjunto de partículas. Os bicos de fluidização são representados simbolicamente na figura como refrigerador real que está provido com um grande número de bicos colocados com espaçamentos pequenos sobre toda a parte do fundo do refrigerador com excepção de uma região

central, isto é ao longo da secção da linha 72 de demarcação, em que estão omitidos os bicos de fluidização.

A fig. 5 mostra áreas de partículas fluidizadas 64, embora exista uma parte de partículas 65, que não é fluidizada. Deve entender-se, referindo também às fig. 3 e fig. 4, que o refrigerador de partículas durante o serviço normal do reactor recebe um caudal contínuo de partículas aquecidas que se dispersam substancialmente sobre toda a superfície do refrigerador de partículas 42. A fig. 1 ilustra um modo de operação, em que os níveis de material em partículas dentro de duas secções do refrigerador de partículas 42 não são iguais. Isto pode ser o caso de um modo de operação em que se sopra mais ar através dos bicos de ar 56 para a conduta descendente da secção do evaporador do que é soprado através do bico de ar 57 para a conduta descendente da secção do sobreaquecedor. Assim são removidas mais partículas da secção do sobreaquecedor. A diferença entre os níveis das partículas faz a "parede" do material particulado não fluidizado 65 deslizar lentamente para a direita na figura, em que as partículas naturais da parede se fluidizarão gradualmente à medida que se movem para uma região sobre os bicos de fluidização. Dentro de cada uma das secções o gás de fluidização produz uma agitação e uma circulação das partículas enquanto a parede de partículas não fluidizadas 65 entre as secções as mantém separadas de modo a que se forme um caudal unidireccional gradual e controlado através da linha de demarcação, por exemplo, uma transferência líquida de partículas e portanto de calor de uma secção para outra. No modo de operação ilustrado o fluxo de partículas à volta das serpentinas de tubos evaporadores será baixo de modo que a transferência de calor para os tubos do evaporador será baixa, enquanto o fluxo de partículas à volta das serpentinas de tubos sobreaquecedores será elevada de forma que a transferência de calor para os tubos aquecedores seja elevada. Para conseguir uma diferença ainda maior nas taxas de transferência de calor, o caudal de entrada do gás de fluidização da secção do sobreaquecedor através do bico de ar 60 pode ser aumentado de forma a agitar as partículas ainda mais nesta secção. O caudal de entrada de gás de fluidização através do bico da secção de evaporadores

61 é diminuído para um valor em que o caudal de gás apenas fluidizará as partículas dentro da secção. Para este valor do caudal o coeficiente de transferência de calor para os tubos evaporadores é baixo provocando uma diminuição ainda maior na energia térmica transferida para os tubos evaporadores

É obvio a partir da fig. 5 e da explicação acima dada que se podiam também escolher igualmente outras formas de exploração, por exemplo um modo em que tivesse lugar uma maior transferência de calor para os tubos evaporadores ou um modo de operação com um fluxo igual nas duas secções e iguais taxas de transferência de calor.

Faz-se agora referência à fig. 6, que mostra outra concretização preferida do refrigerador de partículas de acordo com a invenção. A maior parte da realização prática da fig. 6 é idêntica à da realização prática da fig. 5, mas a realização prática da fig. 6 está provida com uma parede de repartição de secções 62 ao longo da linha de secção 72 de demarcação. Esta parede de repartição de secções 62 é pequena comparada com as paredes laterais refrigeradoras de modo que as partículas podem fluir sobre a parede de repartição 62 no caso dos níveis diferirem muito de modo a provocarem esse caudal. Obviamente, a região acima desta secção da parede de repartição conterá partículas não fluidizadas 65. Todos os outros elementos da realização prática da fig. 6 são equivalentes aos da fig. 5 de forma a que é feita referência à explicação dada acima. Deve entender-se que a realização prática da fig. 6 proporciona uma separação muito distinta das duas secções em que a permuta de calor entre as partículas das duas secções é reduzida.

Embora tenham sido ilustradas e descritas com detalhe diferentes realizações práticas da invenção, a invenção não deve ser considerada como limitada às construções e realizações práticas precisas referidas e várias adaptações, modificações e utilizações da invenção, que podem ocorrer ao especialista, a que a invenção se refere, podem ser feitas sem se afastar do espírito e âmbito da invenção.

R E I V I N D I C A Ç Ã O

- 1ª -

Refrigerador de leito fluidizado para material particulado com a forma de vaso vertical aberto superiormente geralmente com paredes de fundo e laterais fechadas e compreendendo um sistema de transferência de calor com um sistema interno e um sistema externo como por exemplo tubos contendo um meio de transferência de calor no interior e com o referido material particulado circulado no exterior, com entradas na parede do fundo para a introdução de gás para a fluidização do material particulado e com pelo menos uma abertura na parede do fundo para descarga do material particulado, caracterizado por o sistema de transferência de calor ser dividido em pelo menos duas seções, e as entradas para o gás de fluidização serem divididas em seções correspondentes às seções do sistema de transferência de calor e serem providas com sistema de controle separados para a entrada de gás de fluidização em cada seção.

- 2ª -

Refrigerador de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por cada seção ser provida com pelo menos uma abertura de descarga de partículas, e cada abertura de descarga de partículas ser provida com pelo menos uma abertura de descarga de partículas, e cada abertura de descarga de partículas ser provida com um sistema para controle do caudal de descarga das partículas.

- 3ª -

Refrigerador de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por compreender uma região de separação entre as seções, em que as partículas não estão fluidizadas.

- 4ª -

Refrigerador de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por compreender uma parede divisória disposta entre as seções, possuindo essa parede uma aresta superior a um nível mais baixo que a aresta superior das paredes laterais do reactor de forma a que o material particu-

lado possa fluir sobre a aresta superior da parede divisória de uma secção para a secção adjacente.

- 5ª -

Refrigerador de acordo com qualquer das reivindicações 1, 2 ou 3, caracterizado por o refrigerador ser dividido em pelo menos três secções, sendo cada secção provida com entrada no fundo para a introdução do gás de fluidização e com uma abertura para a descarga de material particulado no fundo, e pelo menos duas das secções serem providas com sistemas de transferência de calor, e a terceira secção não ser provida com sistemas de transferência de calor.

- 6ª -

Refrigerador de acordo com qualquer das reivindicações 1 a 5, caracterizado por as paredes laterais e/ou a parede do fundo serem providas com tubos refrigeradores.

- 7ª -

Reactor de combustão em leito fluidizado compreendendo uma câmara de reacção essencialmente vertical com uma primeira entrada na parte inferior da câmara de reacção para a introdução de material particulado líquido e/ou sólido, e uma segunda entrada num nível inferior à primeira entrada para a introdução de gás para a fluidização de material particulado dentro do reactor de modo a manter um leito de fluido primário, uma conduta de escape na parte superior da câmara de reacção para a extracção do gás e partículas efluentes do reactor, e um refrigerador de leito fluidizado para material particulado, com a forma de um vaso aberto superiormente geralmente com paredes do fundo e laterais fechadas e disposto de forma a recolher uma parte do material particulado da parte superior da câmara de reacção, compreendendo esse refrigerador sistemas de transferência de calor com um sistema interior e um sistema exterior como por exemplo tubos contendo um meio de transferência de calor no interior e possuindo um material particulado fluindo no exterior compreendendo esse refrigerador pelo menos uma conduta para o retorno controlado de material particulado do refrigerador para o leito de fluido primário, e possuindo esse refrigerador entradas na parede inferior

para a introdução de gás para a fluidização de material particulado, caracterizado por o sistema de transferência de calor ser dividido em pelo menos duas secções, e as entradas para o gás de fluidização serem divididas em secções correspondentes às secções dos sistemas de transferência de calor e providas com sistemas de controle separadas para a entrada de gás de fluidização em cada secção.

- 8ª -

Reactor de acordo com a reivindicação 7, caracterizado por cada secção ser provida com pelo menos uma abertura de descarga de partículas e cada abertura de descarga ser provida com sistemas para o controle do caudal de descarga das partículas.

- 9ª -

Reactor de acordo com a reivindicação 7, caracterizado por o refrigerador ter uma região entre as secções, em que as partículas não são fluidizadas.

- 10ª -

Reactor de acordo com a reivindicação 8, caracterizado por o refrigerador compreender uma parede divisória disposta entre as secções, possuindo essa parede divisória uma aresta superior a um nível mais baixo que a aresta superior das paredes laterais do vaso de refrigeração, de modo a que o material particulado possa passar sobre a aresta superior de parede divisória de uma secção para uma secção adjacente.

- 11ª -

Reactor de acordo com qualquer das reivindicações 7 a 10, caracterizado por o refrigerador ser dividido em três secções, sendo cada secção provida com entrada no fundo para a introdução do gás de fluidização e uma abertura para descarga de material particulado no fundo, e pelo menos duas das secções serem providas com sistemas de transferência de calor, e a terceira secção não ser provida com sistemas de transferência de calor.

- 12ª -

Reactor de acordo com qualquer das reivindicações 7 a 11, caracterizado por as paredes laterais e/ou a parede do fundo do refrigerador de material particulado serem providas com fusos refrigeradores.

- 13ª -

Reactor de acordo com qualquer das reivindicações 7 a 12, caracterizado por a(s) abertura(s) para descarga do material particulado do refrigerador comunicar (em) com uma conduta de retorno ou um fuso descrente, através do qual o material particulado se pode mover apenas por gravidade, e a conduta de retorno comunicar com a câmara do reactor, e a conduta de retorno ser provida na sua extremidade inferior com sistemas para a passagem controlada do gás para a referida conduta de retorno.

- 14ª -

Reactor de acordo com qualquer das reivindicações 7 a 13, caracterizado por a câmara do reactor ser essencialmente de secção rectangular, o refrigerador da particulado ser essencialmente de secção rectangular e o refrigerador ser colocado de forma adjacente a uma face do reactor e com uma face paralela a uma das faces do reactor.

- 15ª -

Reactor de acordo com qualquer das reivindicações 7 a 13, caracterizado por a câmara de reacção ser essencialmente de secção circular, e o refrigerador de partículas ser colocado anelarmente em torno da câmara de reacção e as linhas de separação entre as secções dentro do refrigerador de partículas se estenderem de forma essencialmente radial.

- 16ª -

Método de exploração de um reactor de combustão em leito fluidizado, em que se introduz material compreendendo partículas sólidas e combustível na zona inferior do reactor e se introduz o gás de fluidização a uma velocidade tal que uma parte do material particulado é arrastado e transportado para cima com o gás de fluidização e em que uma parte das partículas arrastadas é refrigerada num segundo leito

fluidizado separado, em que as partículas se mantêm fluidizadas, podem transferir calor para um sistema de transferência de calor e em seguida são feitas degressar à zona inferior do reactor, caracterizado por a transferência de calor no segundo leito fluidizado ser separadamente controlada dentro de pelo menos duas secções por controle de descarga de partículas de cada secção.

- 17ª -

Método de acordo com a reivindicação 16, caracterizado por o caudal de descarga das partículas de cada uma das secções dentro do leito fluidizado secundário ser controlado de forma a que o material particulado passe de uma secção para uma secção adjacente.

- 18ª -

Método de acordo com as reivindicações 16 ou 17, caracterizado por o sistema de transferência de calor ser dividido em pelo menos uma secção evaporadora e pelo menos uma secção sobreaquecedora, sendo as referidas secções dispostas dentro de secções separadas dentro do leito fluidizado secundário de forma a que a transferência de calor para a secção dos fusos evaporadores e para a secção dos tubos sobreaquecedores sejam separadamente controláveis.

A requerente declara que o primeiro pedido desta patente foi apresentado na Dinamarca em 4 de Março de 1988, sob o Nº 1202/88.

Lisboa, 3 de Março de 1989

■ AGENTE OFICIAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL



R E S U M O

"REACTOR DE COMBUSTÃO EM LEITO FLUIDIZADO E MÉTODO PARA A EXPLORAÇÃO DESSE REACTOR DE COMBUSTÃO EM LEITO FLUIDIZADO"

A presente invenção refere-se a um reactor de combustão em leito fluidizado 51 compreendendo uma câmara de secção essencialmente vertical com uma primeira entrada 9 na zona inferior da câmara de reacção 52 para a introdução de material particulado líquido e/ou sólido, e uma segunda entrada 22 a um nível inferior à primeira entrada para a introdução de gás para fluidização do material particulado dentro do reactor de modo a manter um leito fluidizado primário, uma conduta de escape 28 na zona superior da câmara de reacção para a extracção do gás partículas efluentes do reactor, e um refrigerador de leito fluidizado 42 para material particulado, com a forma de um vaso vertical aberto superiormente com geralmente paredes do fundo e laterais fechadas e disposto de forma a recolher uma parte do material particulado 64, 65 da zona superior da câmara de reacção, compreendendo esse refrigerador um sistema de transferência de calor 43 como por exemplo fusos contendo um meio de transferência de calor no interior e com o referido material particulado fluindo no exterior, compreendendo esse refrigerador pelo menos uma conduta 56 para o retorno controlado de material particulado do refrigerador para o leito fluidizado primário, e possuindo esse refrigerador entradas na parede inferior 68 para a introdução de gás para fluidização de material particulado. Os sistemas de transferência de calor são divididos em pelo menos duas secções, e as entradas para o gás de fluidização são divididas em secções correspondentes com as secções de transferência de calor e provida com sistemas de controle separados para a admissão de gás de fluidização em cada secção.

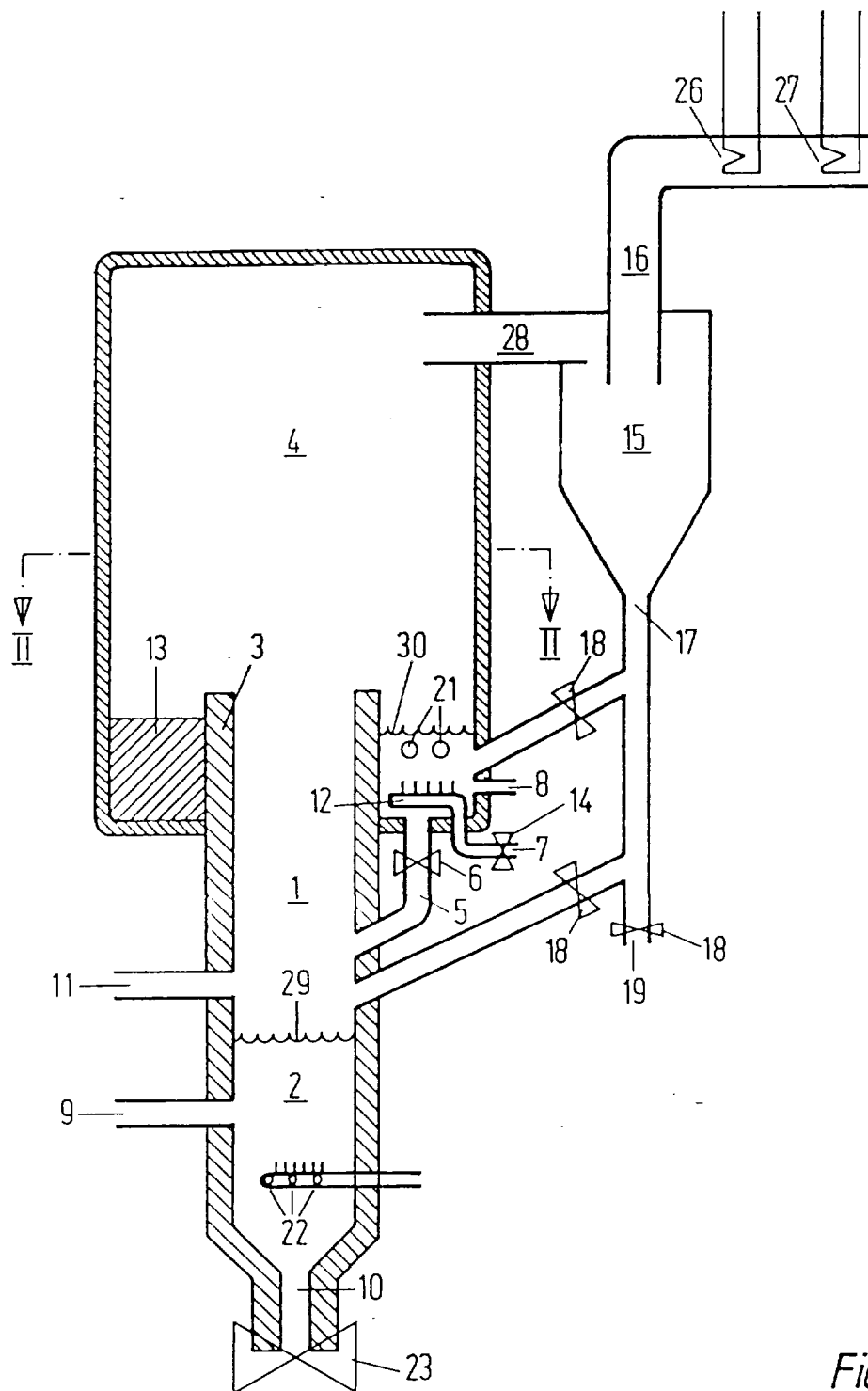


Fig. 1

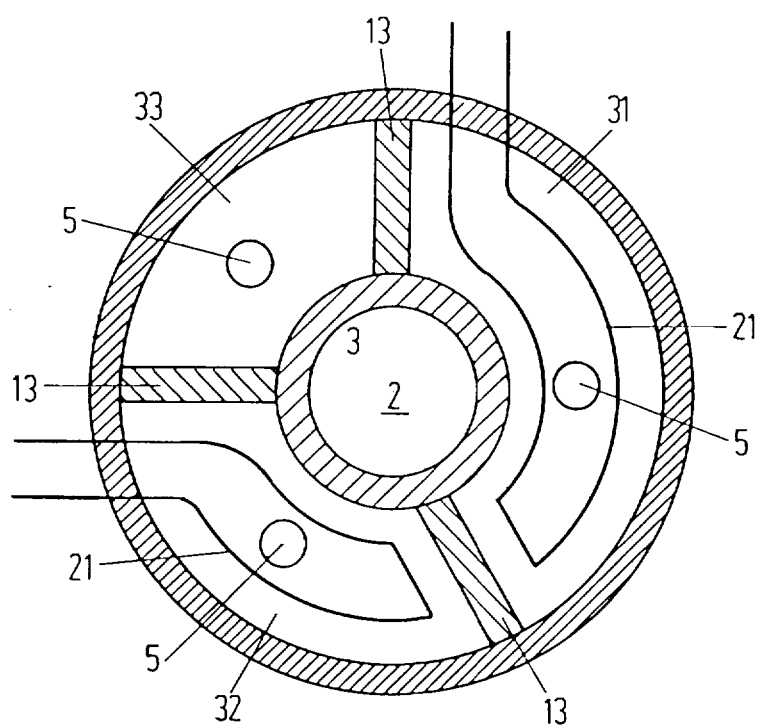


Fig. 2

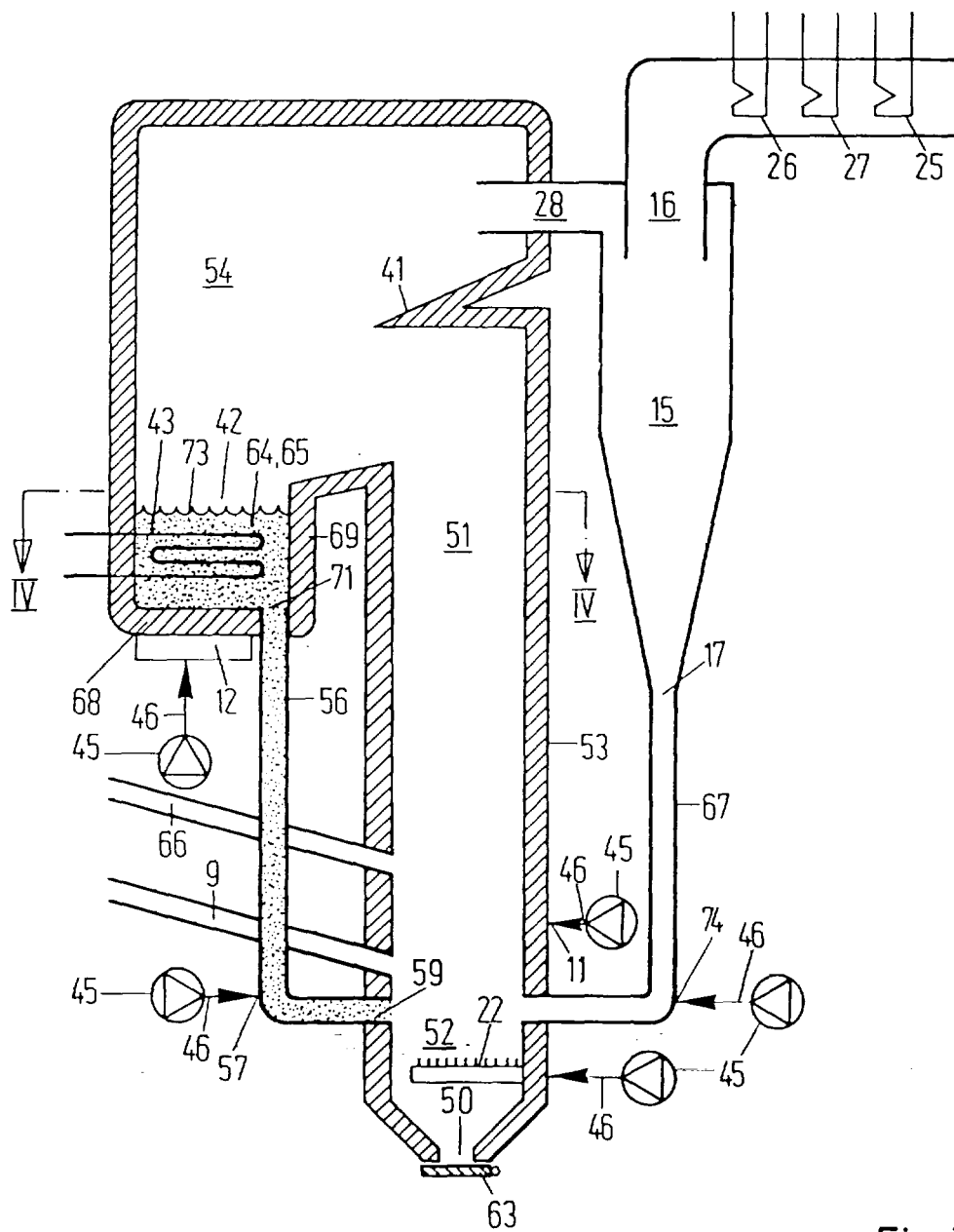


Fig. 3

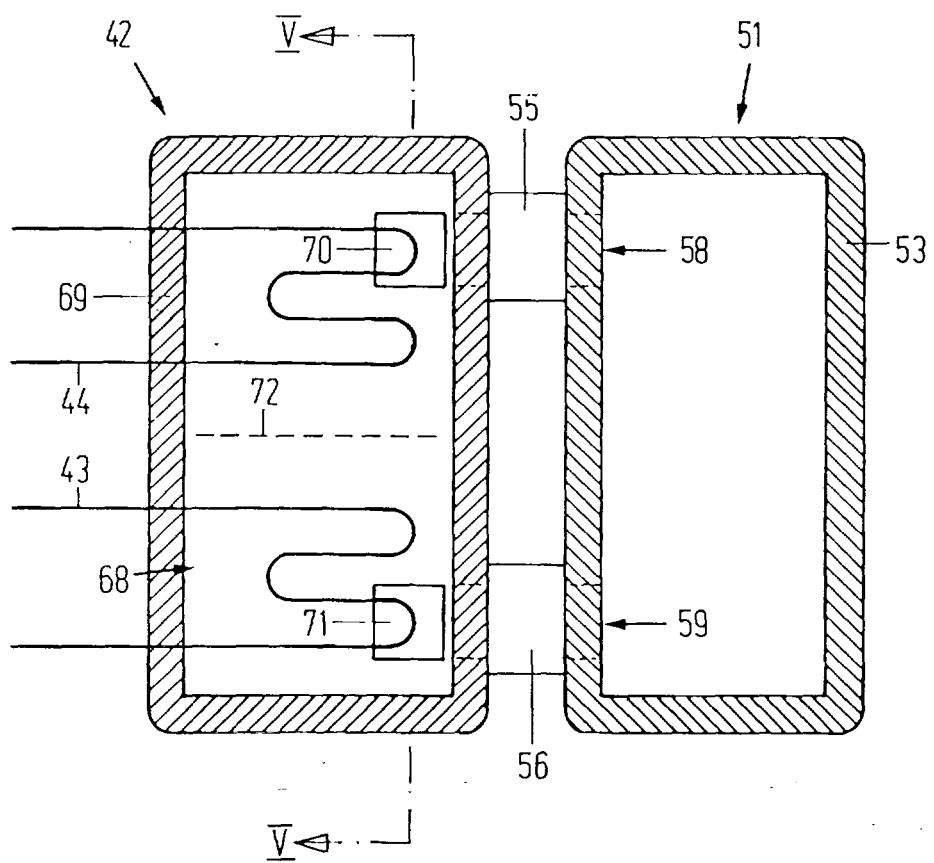


Fig. 4

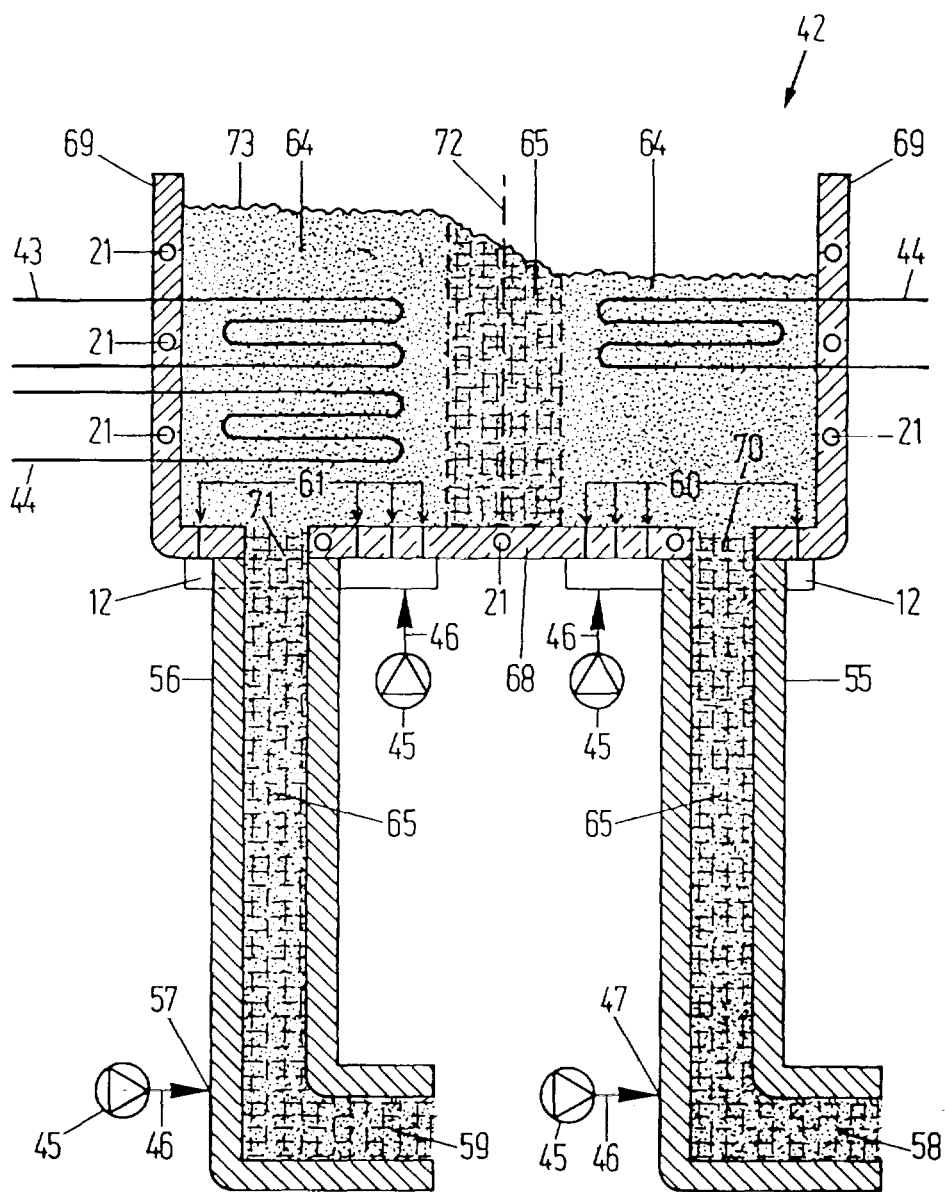


Fig. 5

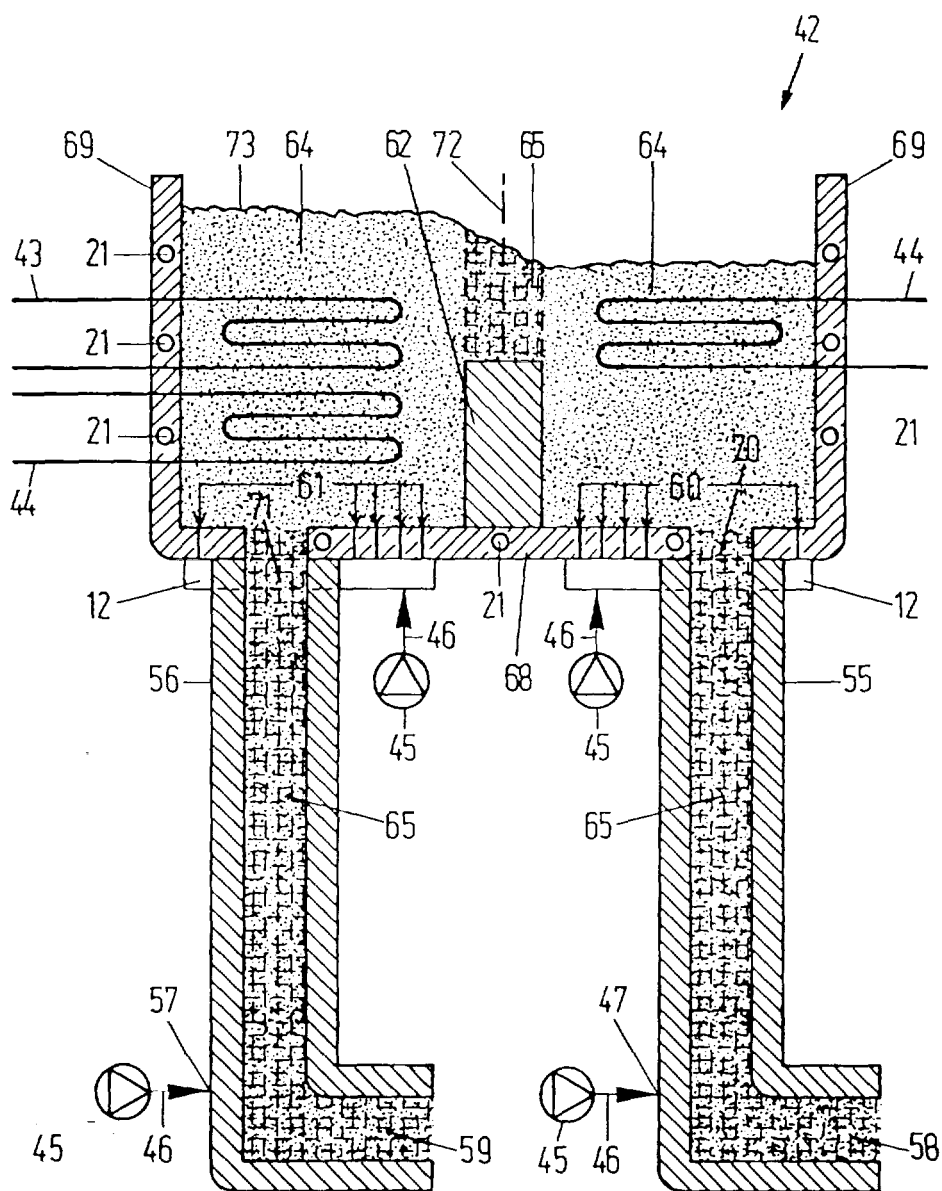


Fig. 6