

(12) **FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO**

(22) Data de pedido: **2000.06.27**

(30) Prioridade(s): **1999.06.30 DE 19930071**

(43) Data de publicação do pedido: **2002.04.03**

(45) Data e BPI da concessão: **2009.12.30**
015/2010

(73) Titular(es):

HERHOF VERWALTUNGSGESELLSCHAFT MBH
RIEMANNSTRASSE 3 35606 SOLMS-
NIEDERBIEL **DE**

(72) Inventor(es):

WOLFGANG KRUMM **DE**
GÜNTER FUNK **DE**
STEFAN HAMEL **DE**

(74) Mandatário:

ELSA MARIA MARTINS BARREIROS AMARAL CANHÃO
RUA DO PATROCÍNIO 94 1399-019 LISBOA **PT**

(54) Epígrafe: **PROCESSO E DISPOSITIVO PARA A PIRÓLISE E GASEIFICAÇÃO DE**
SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS OU MISTURAS DE SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS

(57) Resumo:

DESCRIÇÃO

"PROCESSO E DISPOSITIVO PARA A PIRÓLISE E GASEIFICAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS OU MISTURAS DE SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS"

A invenção refere-se a um processo para a pirólise e gaseificação de substâncias orgânicas ou misturas de substâncias orgânicas e a um dispositivo para a realização de um tal processo.

São conhecidos uma série de processos para o tratamento e uso de substâncias orgânicas e misturas de substâncias orgânicas por, por exemplo gaseificação e pirólise. Os processos diferenciam-se segundo o gás de oxidação ou de redução utilizado, bem como segundo o tipo do contacto entre a substância sólida e o gás. Em termos de condução da substância sólida e do gás diferencia-se, entre outros, entre o gaseificador do leito fluidizado circulante, gaseificador do leito móvel, gaseificador tubular rotativo e gaseificador do leito móvel com condução de gás em contra-corrente, em co-corrente ou em corrente transversal. A maioria dos processos de gaseificação conhecidos não é adequada para instalações menores, descentralizadas, devido ao elevado dispêndio instrumental. Recomendam-se, em particular, as instalações menores descentralizadas quando se utiliza biomassa como material de carga.

O comportamento operativo de processos de gaseificação segundo o princípio do leito fluidizado circulante depende

fortemente do respectivo balanço granulométrico do leito fluidizado constituído pelo material de carga a gaseificar e pelo material inerte igualmente circulante. Daí resultam exigências correspondentes quanto à dimensão unitária do material de carga. Colocam-se ainda exigências muito mais elevadas ao processamento do combustível no caso da gaseificação do leito móvel que permite somente o emprego de partículas de combustível finamente pulverizadas.

Outras desvantagens substanciais dos processos de gaseificação conhecidos consistem no facto de os passos processuais, secagem, desgaseificação, gaseificação e combustão do material de carga, decorrerem em zonas situadas imediatamente adjacentes que se sobrepõem umas às outras. Como resultado disto, as zonas individuais no interior de um reactor são indeterminadas e a desgaseificação, gaseificação e combustão podem decorrer localmente de forma incompleta. Noutros processos conhecidos procura-se eliminar estas desvantagens através da separação dos passos processuais individuais no combustível, a desgaseificação, gaseificação e combustão.

No documento DE 19720331 A1 são propostos um processo e um dispositivo para a gaseificação ou combustão de biomassa seca ou húmida, em partículas finas ou fragmentada, assim como de resíduos, no qual, através das paredes quentes de uma incineradora e através da introdução de uma corrente de gases residuais quentes, provenientes da incineradora, num forno de desgaseificação, os materiais brutos biológicos sofrem desgaseificação neste último, o que origina coque e gás de pirólise, em que o coque chega ao leito incandescente do reactor de gaseificação, após passagem pelo triturador, enquanto o gás de pirólise sofre combustão na câmara de combustão do reactor de

gaseificação sob fornecimento de uma quantidade limitada de ar e o gás residual originado flui subsequentemente através do leito incandescente do reactor de gaseificação, no qual tem lugar uma oxidação do carbono a CO com uma simultânea redução do gás residual (CO_2) e vapor de água (H_2O) a um gás fraco combustível (CO , H_2). Pelo facto da pirólise se realizar através do aquecimento devido ao contacto com gases residuais quentes da combustão e se realizar, além disso, uma combustão parcial do gás de pirólise, é somente possível preparar um gás produto com um valor calorífico reduzido com o processo proposto no documento DE 19720331 A1. Quando se utiliza combustíveis com elevado teor em componentes voláteis e reduzido rendimento em coque de pirólise, existe o risco de uma formação insuficiente do leito incandescente do reactor de gaseificação constituído por coque de pirólise, pelo que a oxidação do carbono a CO, com a redução simultânea de gás residual e vapor de água a um gás fraco combustível, decorre à custa do valor calorífico do gás produto.

A partir do documento US 4568362 é ainda conhecido um processo para a gaseificação de substâncias orgânicas e misturas de substâncias orgânicas, no qual as substâncias orgânicas são conduzidas para um reactor de pirólise, no qual as substâncias orgânicas entram em contacto com um meio de transferência de calor, pelo que tem lugar uma rápida pirólise, que transforma as substâncias orgânicas em produtos de pirólise que consistem em gases de pirólise com substâncias condensáveis e um resíduo sólido carbonado e a energia térmica necessária para a pirólise é gerada através da combustão do resíduo sólido carbonado num reactor de combustão e os gases de pirólise contendo alcatrão são submetidos, numa segunda zona reaccional do reactor de pirólise, de tal maneira a reacções de fissuração e reacções com

vapor de água que se obtém um gás produto com elevado valor calorífico. Neste processo, tanto a pirólise, como também a combustão do resíduo sólido carbonado, efectua-se num leito fluidizado. Na parte superior do leito fluidizado da pirólise está prevista uma zona reaccional para os gases de pirólise contendo alcatrão. A operação dos leitos fluidizados é muito dispendiosa e o controlo das reacções dos gases de pirólise na zona reaccional é praticamente impossível.

O documento WO 99/31197 revela um processo e um dispositivo para a gaseificação de substâncias orgânicas, no qual as substâncias orgânicas entram em contacto com material transferidor de calor quente recirculante, proveniente de uma fornalha, e sofrem pirólise num reactor de pirólise. Os resíduos sólidos de pirólise são transferidos em conjunto com o material de transferência de calor para a fornalha. Os gases de pirólise contendo alcatrão são transformados, numa segunda zona reaccional, a um gás produto com elevado valor calorífico. A transformação ao gás produto é realizada, neste caso, num permutador de calor indirecto, eventualmente sob adição de um reagente, em que o conteúdo térmico dos gases residuais da fornalha é aproveitado para a reacção química. A combustão é realizada numa fornalha com grelha. Um processo no qual a pirólise e a combustão do resíduo sólido carbonado são realizadas num leito fluidizado é considerado como sendo muito dispendioso e recusado.

A partir do documento US-A-4244779, é conhecido um processo e um dispositivo para a decomposição térmica de materiais orgânicos, em que o material orgânico é colocado em contacto com substância sólida recirculante quente proveniente de um leito fluidizado de combustão e sofrendo nisso pirólise. Os produtos

de pirólise sólidos são transferidos para o leito fluidizado de combustão e sofrem combustão, os gases de pirólise são removidos e submetidos a uma depuração de gases.

A invenção tem por base o objectivo de disponibilizar um processo de realização fácil para a pirólise e gaseificação de substâncias orgânicas ou misturas de substâncias orgânicas e um dispositivo para gerar um gás com elevado valor calorífico. Estes objectivos são solucionados através das características das reivindicações 1 e 15. Concepções vantajosas e aperfeiçoamentos da invenção resultam do uso das características mencionadas nas reivindicações dependentes.

Num processo para a pirólise e gaseificação de substâncias orgânicas ou misturas de substâncias orgânicas este objectivo é solucionado, de acordo com a invenção, pelo facto da pirólise ser realizada num reactor do leito móvel ou num reactor tubular rotativo, de, aos gases de gases de pirólise, ser eventualmente adicionado um reagente, p. ex. vapor de água e/ou oxigénio, estes serem conduzidos para uma zona reaccional, na qual os gases de pirólise reagem com o reagente. O resíduo sólido carbonado e eventualmente uma fracção do gás de pirólise são fornecidos isoladamente ou em conjunto com o material do leito fluidizado a um reactor de combustão do leito fluidizado e sofrem aí combustão. Por este meio, o material do leito fluidizado é aquecido. Os gases residuais de combustão e o material do leito fluidizado são colocados de tal modo em contacto com a zona reaccional que o seu teor energético pode ser utilizado para a reacção dos gases de pirólise com o reagente. O material do leito fluidizado removido do reactor de combustão do leito fluidizado constituído por cinza, coque que não sofreu combustão, e material do leito fluidizado

incombustível eventualmente adicionalmente fornecido, é reconduzido ao reactor de pirólise como meio de transferência de calor. A transferência de calor no material de carga para a realização da pirólise efectua-se, neste caso, por contacto com o material do leito fluidizado e eventualmente adicionalmente através das paredes quentes do reactor de combustão do leito fluidizado.

O material do leito fluidizado quente proveniente do leito fluidizado de combustão fornecido ao reactor de pirólise provoca uma rápida secagem e pirólise por contacto do material de carga. Como reactor é adequado um forno de cuba, no qual a mistura do material de carga e o material do leito fluidizado migra de cima para baixo através do forno de cuba. De modo a garantir o transporte da substância sólida através do forno de cuba, podem estar previstas peças agregadas, espirais transportadoras ou agitadores, de acordo com o estado da técnica. O reactor de pirólise também pode estar concebido, por exemplo, como reactor tubular rotativo, pelo que se alcança uma boa mistura do material de carga e material do leito fluidizado quente e se garante simultaneamente o transporte da substância sólida. O vapor de água escapado do material de carga durante a secagem e os gases de pirólise abandonam o reactor da pirólise e chegam a uma zona reaccional adicional. A mistura do resíduo sólido carbonado de pirólise remanescente e do material do leito fluidizado é transportado em conjunto para o leito fluidizado de combustão, em que se pode recorrer a peças convencionais, tal como, por exemplo, transportadores de parafuso sem-fim ou alimentadores rotativos com entrada por tubo inclinado. No dispositivo de acordo com a invenção é preferido um parafuso sem-fim.

Pelo facto da pirólise ser realizada, de um modo preferido, num forno de cuba, pode abdicar-se do fornecimento de um meio de fluidificação necessário para um leito fluidizado de pirólise. Por este meio, existe a possibilidade de realizar a pirólise abdicando completamente do fornecimento de gás ou, ao contrário de um leito fluidizado de pirólise ao qual tem de ser fornecida uma quantidade mínima de gás para a fluidificação, de adicionar apenas quantidades reduzidas, por exemplo, do gás produto ou de um reagente, tal como vapor de água, oxigénio ou ar. Por este meio existe a possibilidade de adicionar gás, ou um reagente, ao reactor de pirólise como adaptação processual à substância respectivamente empregue. No processo de acordo com a invenção, a pirólise é realizada no reactor de pirólise, de um modo preferido, sob exclusão de ar e gás. Uma vantagem adicional da realização da pirólise num passo processual separado consiste no facto de o efeito de cominuição, que tem lugar durante a pirólise, devido à carbonização à baixa temperatura e à desgaseificação, possibilitar o emprego de mercadoria de fragmentos mais grosseiros do que habitualmente empregues em reactores do leito fluidizado. Alternativamente, existe a possibilidade de anteceder um dispositivo de cominuição, tal como, por exemplo, um triturador de cilindros, ao dispositivo de entrada para o resíduo sólido carbonado da pirólise e o material do leito fluidizado para dentro do leito fluidizado de combustão, o que permite reduzir adicionalmente as exigências às granulometrias do material de carga. A energia a ceder para a trituração do coque de pirólise é, neste caso, consideravelmente mais reduzida do que a necessária para a trituração de, p. ex., biomassa tal como a madeira.

O resíduo sólido carbonado da pirólise sofre combustão com ar no leito fluidizado, torna-se, por este meio, ele mesmo,

material do leito fluidizado, como cinza, e aquece adicionalmente, ou novamente, o material do leito fluidizado já existente, através da libertação de energia. O leito fluidizado de combustão pode ser construído e operado segundo o nível de conhecimentos do estado da técnica para o leito fluidizado. Uma adição de ar poderá ser vantajosa relativamente às emissões do leito fluidizado de combustão. O reactor de combustão é configurado como leito fluidizado estacionário, isto é, a quantidade de gás do meio fluidizado tem de ser, por um lado, suficiente para ultrapassar a velocidade de fluidificação mínima da substância sólida e não pode ultrapassar, por outro lado, a velocidade para a descarga. A partir de uma altura do leito fluidizado de cerca de 2,5 m até 3 m, são necessárias peças agregadas para impedir a formação de um leito fluidizado pulsante e as pulsações de pressão implicadas com este. O material do leito fluidizado aquecido através do processo de combustão é por fim novamente fornecido ao reactor de pirólise. O material do leito fluidizado é constituído pela cinza que remanesce da combustão do resíduo sólido carbonado da pirólise. Se tiver lugar uma combustão incompleta do coque de pirólise no interior do leito fluidizado de combustão, o material do leito fluidizado, o qual é conduzido no circuito como meio de transferência de calor, é constituído pela cinza do material de carga e resíduo da pirólise carbonado que não sofreu combustão. Dado que os resíduos sólidos da pirólise das substâncias orgânicas e misturas de substâncias orgânicas se transformam, em regra, rapidamente no leito fluidizado de combustão e podem possuir, em parte, apenas fracções reduzidas em material ingaseificável ou incombustível, é eventualmente necessário adicionar material adicional para formar um leito fluidizado. Não é necessário adicionar material adicional quando a material de carga comporte grandes quantidades em material ingaseificável

ou incombustível, que são adequadas para a formação de um leito fluidizado. Todos os materiais incombustíveis, tal como, por exemplo, areia com uma granulometria menor a 1,5 mm são adequados como material a adicionar, que serve para a formação de um leito fluidizado. A remoção do material quente do leito fluidizado e o transporte para o reactor de pirólise é executado, de um modo preferido, por meio de um ou vários extravasamentos, que estão previstos na parede do reactor ou que se estendem através da parede do reactor para dentro do leito fluidizado. O método tem a vantagem de, a par da transferência do material quente do leito fluidizado para o reactor da pirólise, ser possível ajustar, de um modo simples, a altura do leito fluidizado do leito fluidizado de combustão. A remoção do material do leito fluidizado também pode ser realizada por meio de outros agregados de transporte conhecidos, tal como, por exemplo, um transportador de parafuso sem-fim, todavia, o dispêndio processual é mais levado neste caso.

A invenção baseia-se na ideia fundamental de dividir o processo em etapas processuais simples de realizar. As etapas processuais individuais e as suas combinações podem ser concebidas de forma correspondentemente otimizada, tomando em consideração as propriedades especiais do material de carga e relativamente à qualidade do gás produto intencionada a alcançar.

Através dos desenhos descritos em seguida, nos quais estão representadas, a título de exemplo, formas de realização preferidas da invenção, revelam-se vantagens adicionais da invenção. No desenho mostra,

Fig. 1 as correntes de massa e de energia da etapa de pirólise, da zona reaccional e do leito fluidizado de combustão do processo de acordo com a invenção,

Fig. 2 um exemplo de realização do processo de acordo com a invenção numa representação esquemática e

Fig. 3 um exemplo de realização do dispositivo de acordo com a invenção numa representação esquemática.

A partir da figura 1 é perceptível que na etapa 1 de pirólise é fornecido material 10 de carga e material 35 do leito fluidizado como meio de transferência de calor. A corrente de calor transportada com o material 35 do leito fluidizado resulta da temperatura do leito fluidizado de combustão, da natureza e da corrente de massa do material 35 do leito fluidizado e da corrente 10 de material de carga, assim como da temperatura de pirólise ambicionada. Além disso, é fornecido um reagente 11, assim como transferida uma corrente 34 de calor proveniente do leito 3 fluidizado de combustão. A etapa 1 de pirólise liberta gás 13 de pirólise, que é conduzido para a zona 2 reaccional, gás 15 de pirólise, que é conduzido para o reactor de combustão (para o leito 3 fluidizado de combustão), uma mistura de material do leito fluidizado e resíduo 14 sólido carbonado de pirólise, assim como uma corrente 12 dissipadora de calor.

A mistura de material do leito fluidizado e o resíduo 14 sólido carbonado da pirólise é conduzida em conjunto com gás 15 de pirólise e ar 31 para o leito 3 fluidizado de combustão. O material 35 do leito fluidizado aquecido através da combustão é conduzido de volta para o reactor 1 da pirólise. O gás 37 residual igualmente quente abandona o leito 3 fluidizado de

combustão. Uma parte do calor 36 contido no gás residual é transferida para a zona 2 reaccional. Além disso, uma corrente 33 dissipadora de calor abandona o reactor 3 de combustão, assim como material 32 do leito fluidizado, que tem de ser removido de modo a regular balanço total da substância sólida quando se opera de forma estacionária.

O gás 13 de pirólise fornecido à zona 2 reaccional é transformado, em conjunto com o reagente 21, com auxílio do calor 36 fornecido, na presença de um catalisador, ao gás 23 produto. O gás 23 produto e uma corrente 22 dissipadora de calor abandonam por fim a zona 2 reaccional.

Exemplo de realização

No exemplo seguinte descreve-se a realização preferida do processo de acordo com a invenção e do dispositivo de acordo com a invenção. O processo preferido de acordo com a Fig. 2 e o dispositivo preferido de acordo com a Fig. 3 serve para a pirólise e gaseificação de 900 kg de madeira por hora. A madeira empregue a título de exemplo é constituída essencialmente por 52,3% em peso de carbono, 5,9% em peso de vapor de água e 41,8% em peso de oxigénio, respectivamente em relação à substância combustível isenta de água e cinza e possui, além disso, uma fracção de cinza de 0,51% em peso, em relação à substância bruta empregue. O valor calorífico da madeira perfaz $H_u = 17,2$ MJ/kg em relação ao estado isento de água, a potência térmica dos gases residuais perfaz assim 3,92 MW.

Na realização preferida do processo para a gaseificação de madeira descrita na figura 2 submete-se a madeira 10, numa etapa

4 de tratamento, a uma trituração e/ou secagem, consoante a natureza do material de carga, antes de esta ser cedida à etapa 1 de pirólise. A madeira possui, após a etapa 4 de tratamento um teor em água de 8,9% em peso.

A pirólise é realizada a uma temperatura de 580 °C. O material 35 do leito fluidizado introduzido no reactor 1 de pirólise tem uma temperatura de 900 °C de modo que, para aquecer a material de carga à temperatura de pirólise de 580 °C, é necessário fornecer e manter em recirculação 4,1 vezes mais em quantidade em material do leito fluidizado, portanto 3,7 t/h. Na pirólise da madeira remanescem por fim 20,3% em peso (em relação ao combustível bruto) como resíduo sólido da pirólise, que possui um valor calorífico de $H_u = 30 \text{ MJ/kg}$. Os restantes produtos da secagem e pirólise abandonam o reactor 1 de pirólise como gás 13 e chegam à zona 2 reaccional. A mistura de resíduo sólido da pirólise e material 14 do leito fluidizado é fornecida ao leito 3 fluidizado de combustão e sofre aí combustão com ar 31. A corrente de entalpia fornecida, com o resíduo sólido da pirólise da madeira, ao leito fluidizado de combustão perfaz 1,52 MW. No presente exemplo, no leito 3 fluidizado de combustão remanesce, após dedução da dissipação 33 de calor, da remoção do material 32 do leito fluidizado, do material 35 do leito fluidizado e da quantidade 36 de energia transferida para a zona 2 reaccional, um excesso de potência acoplado à corrente 37 de gás de combustão. Por conseguinte, com uma corrente de água 70 submetida a um tratamento 7, tendo em consideração a eficiência de queima no transmissor 8 de calor, é gerada uma corrente de vapor quente. Se a corrente 21 de vapor, que é fornecida à zona 2 reaccional, for deduzida à corrente de vapor quente gerada em 8, remanesce uma corrente 71 de vapor quente com uma potência de 0,45 MW, que é aliviada através de uma turbina 9.

Os gases 13 de pirólise são conduzidos, sob fornecimento do reagente vapor 21 de água na zona 2 reaccional, constituída por um transferidor de calor, que está equipado com um catalisador para melhorar a fissuração do alcatrão. A energia necessária para a reacção do gás 13 de pirólise com o vapor 21 de água é cedida ao transferidor 2 de calor pela corrente 36 do gás de combustão quente proveniente do leito 3 fluidizado de combustão, em que a reacção tem lugar a 850 °C até 900 °C, consoante a conduta de operação do leito fluidizado 3 da combustão. Para um aumento adicional da temperatura através de uma combustão parcial do gás de pirólise também pode ser adicionado ar ou oxigénio ao reagente vapor 21 de água. O gás 23 produto obtido possui um valor calorífico de 9,87 MJ/m³ (VN) e é composto pelos seguintes componentes gasosos: 48,7% em volume de H₂, 36,1% em volume de CO, 0,1% em volume de CH₄, 6,1% em volume de CO₂, 9% em volume de H₂O. O gás 23 produto é subsequentemente separado dos pós e extinto numa etapa 5 de tratamento. A eficiência de gás frio, portanto a energia química do material de carga relativamente a conteúdo em energia química do gás produto, perfaz 80,8%.

A figura 3 mostra esquematicamente, a título de exemplo, uma forma de realização preferida do dispositivo para a pirólise e gaseificação de acordo com a invenção. A madeira 10 é cedida ao reactor 1 de pirólise através de um dispositivo de entrada estanque aos gases, no caso aqui representado a título de exemplo, um alimentador rotativo. A secagem e pirólise do material de carga têm lugar através do contacto com o material 35 quente do leito fluidizado fornecido através de um extravasamento proveniente do leito 3 fluidizado de combustão. O gás 13 de pirólise originado é conduzido sob adição de vapor 21

de água para a zona 2 reaccional, que está aqui configurada, a título de exemplo, como transferidor de calor tubular.

Após a transformação do gás de pirólise com o vapor 21 de água, o gás 23 produto é arrefecido e purificado na etapa 5 de tratamento. Para evitar a troca indesejada de gases entre o reactor 1 de pirólise e o leito 3 fluidizado de combustão, é necessário concertar o ventilador da conduta 50 do gás produto e o ventilador da conduta 60 do gás de combustão. Pelo facto do extravasamento do leito 3 fluidizado de combustão para o reactor 1 de pirólise estar configurado de tal modo que este está continuamente cheio com material 35 do leito fluidizado, em combinação com os ventiladores mencionados, é impedida, de um modo simples, a troca de gás entre os dois reactores. Para o transporte da mistura de resíduo sólido de pirólise e material 14 recirculante do leito fluidizado para o leito 3 fluidizado de combustão, está previsto, de um modo preferido, um parafuso sem-fim. O parafuso sem-fim deve ser disposto de modo a que a perda de pressão pelas passagens do parafuso sem-fim cheias com material seja maior que pelo leito 3 fluidizado, de modo que o ar 31 fornecido ao leito 3 fluidizado de combustão não flua em desvio pelo reactor 1 de pirólise. A partir de uma corrente 70 de água, com o calor da corrente 37 de gás de combustão, através de um transferidor 8 de calor, é gerada uma corrente 71 de vapor, que é aliviada, por exemplo, através de um turbina 9. Uma parte da corrente 71 de vapor pode ser utilizada como vapor 21 de água para a zona 2 reaccional. O gás 60 residual é fornecido a uma purificação 6 de gás de combustão.

Lista de números de referência:

1	Reactor de pirólise
10	Material de carga
11	Reagentes
12	Dissipação de calor
13	Gás de pirólise
14	Mistura de resíduo sólido de pirólise e material do leito fluidizado
15	Gás de pirólise
2	Zona reaccional
21	Reagente
22	Dissipação de calor
23	Gás produto
3	Queima
31	Ar
32	Material do leito fluidizado
33	Dissipação de calor
34	Corrente de calor
35	Material do leito fluidizado
36	Corrente de calor
37	Gás residual de combustão
4	Etapa de pré-tratamento
5	Purificação de gás
50	Gás produto purificado
6	Purificação de gás de combustão
60	Gás residual
7	Tratamento de água
70	Água

71 Vapor
8 Transmissor de calor
9 Turbina

Lisboa, 14 de Janeiro de 2010

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para a pirólise e gaseificação de substâncias orgânicas ou misturas de substâncias orgânicas, no qual

as substâncias orgânicas são introduzidas num reactor (1) de secagem e de pirólise, em que as substâncias orgânicas são colocadas em contacto com o material (35) do leito fluidizado do leito (3) fluidizado de combustão ou em que as substâncias orgânicas são colocadas em contacto com o material (35) do leito fluidizado e as paredes do reactor do leito (3) fluidizado de combustão, pelo que tem lugar uma secagem e pirólise, na qual as substâncias orgânicas são transformadas em vapor de água proveniente da secagem e produtos (13) de pirólise, em que os produtos de pirólise são constituídos por gases com substâncias condensáveis e resíduo sólido carbonado;

o resíduo sólido carbonado ou o resíduo sólido carbonado e fracções do vapor de água e dos gases de pirólise com substâncias condensáveis e o material do leito fluidizado são conduzidos de volta ao leito (3) fluidizado de combustão, no qual o resíduo carbonado das substâncias orgânicas sofre combustão, o material do leito fluidizado é aquecido e é novamente conduzido para o reactor (1) de pirólise;

o vapor de água proveniente da secagem e os gases (13) de pirólise são de tal modo ulteriormente tratados com substâncias condensáveis, numa zona (2) reaccional

adicional, que fica disponível um gás (23) produto com elevado valor calorífico;

a secagem e pirólise são realizados em, pelo menos, um ou vários reactores (1) de pirólise;

o leito (3) fluidizado de combustão, no qual os resíduos da pirólise sofrem combustão, é operado como leito fluidizado estacionário;

os gases (13) de pirólise são conduzidos num permutador (2) de calor indirecto;

os gases (37) residuais da queima ou os gases residuais da queima e o material do leito fluidizado do leito (3) fluidizado de combustão são colocados de tal modo em contacto com o permutador (2) de calor indirecto que o seu conteúdo térmico é usado para a reacção dos gases (13) de pirólise com o reagente (21);

o material (3) do leito fluidizado é apenas constituído pela cinza das substâncias orgânicas,

ou pela cinza e resíduos carbonados das substâncias orgânicas que não sofreram combustão

ou pela cinza das substâncias orgânicas e material adicional do leito fluidizado

ou pela cinza e resíduos carbonados das substâncias orgânicas que não sofreram combustão e material adicional do leito fluidizado.

2. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a secagem e pirólise serem realizadas em dois ou vários reactores (1) de pirólise, que são constituídos por dois ou vários reactores do leito móvel ou por dois ou vários reactores tubulares rotativos ou por reactores tubulares rotativos e reactores do leito móvel.
3. Processo de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado por não ser fornecido qualquer reagente aos gases (13) de pirólise.
4. Processo de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado por ser fornecido um reagente, tal como vapor de água, oxigénio ou ar, ou uma mistura destes, aos gases (13) de pirólise.
5. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado por os gases (13) de pirólise reagirem com o reagente (21) no permutador (2) de calor indirecto.
6. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado por a pirólise ser realizada a uma temperatura de 450 °C até 750 °C.
7. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado por o gás (23) produto ser reconduzido ao reactor (1) de pirólise.
8. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado por o reagente (21), tal como

vapor de água, oxigénio ou ar, ou uma mistura destes, ser cedido ao reactor (1) de pirólise.

9. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado por a superfície das paredes do reactor do leito (3) fluidizado de combustão possuir uma forma geométrica fechada qualquer no lado do reactor (1) de pirólise e do leito (3) fluidizado de combustão.
10. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado por as reacções dos gases (13) de pirólise com o reagente (21) serem realizadas a temperaturas de 800 °C até 1050 °C.
11. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado por as reacções dos gases (13) de pirólise com o reagente (21) serem realizadas na presença de um catalisador.
12. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado por as reacções dos gases (13) de pirólise com o reagente (21) serem realizadas num leito fixo de material catalisador.
13. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado por as reacções dos gases (13) de pirólise com o reagente (21) serem realizadas num leito fluidizado de material catalisador.

14. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado por as reacções dos gases (13) de pirólise com o reagente (21) serem realizadas na presença de um catalisador fornecido ao gás (13) de pirólise na corrente volante.
15. Dispositivo para a realização de um processos para a pirólise e gaseificação de substâncias orgânicas ou misturas de substâncias orgânicas, em particular para a realização de um processo de acordo com uma ou várias das reivindicações 1 até 14, com um reactor (1) de pirólise, uma queima (3) do leito fluidizado para o resíduo de pirólise, uma zona (2) reaccional para os gases (13) de pirólise e um circuito de material do leito fluidizado entre o leito (3) fluidizado de combustão e o reactor (1) de pirólise,

caracterizado por

um reactor de cuba ou um reactor tubular rotativo com uma comporta para a material de carga e uma alimentação para o material do leito fluidizado proveniente do leito (3) fluidizado de combustão, estar disposto junto ao leito fluidizado de combustão, por o reactor (1) de cuba apresentar, na sua extremidade inferior, um dispositivo de transporte para dentro do leito fluidizado de combustão, por o leito (3) fluidizado de combustão apresentar um extravasamento para a transferência do material do leito fluidizado para o reactor (1) de cuba e por os gases (37) residuais do leito (3) fluidizado de combustão poderem ser conduzidos para um transferidor (2) de calor, que está

ligado ao reactor (1) de cuba para os gases (13) de pirólise.

16. Dispositivo de acordo com a reivindicação 15, caracterizado por, em pelo menos um local, ou em vários locais, ser possível retirar material do leito fluidizado ao leito (3) fluidizado de combustão e conduzi-lo ao reactor de pirólise.
17. Dispositivo de acordo com a reivindicação 15 ou 16, caracterizado por, em pelo menos um local, ou em vários locais, ser possível retirar material do leito fluidizado ao leito (3) fluidizado de combustão, por meio de um ou vários extravasamentos, e conduzi-lo ao reactor de pirólise.
18. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 10 até 13, caracterizado por ser possível adicionar substâncias incombustíveis para formar um leito fluidizado.
19. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 15 até 18, caracterizado por os componentes incombustíveis e ingaseificáveis do material de carga poderem ser utilizados para a formação de um leito fluidizado.

Lisboa, 14 de Janeiro de 2010

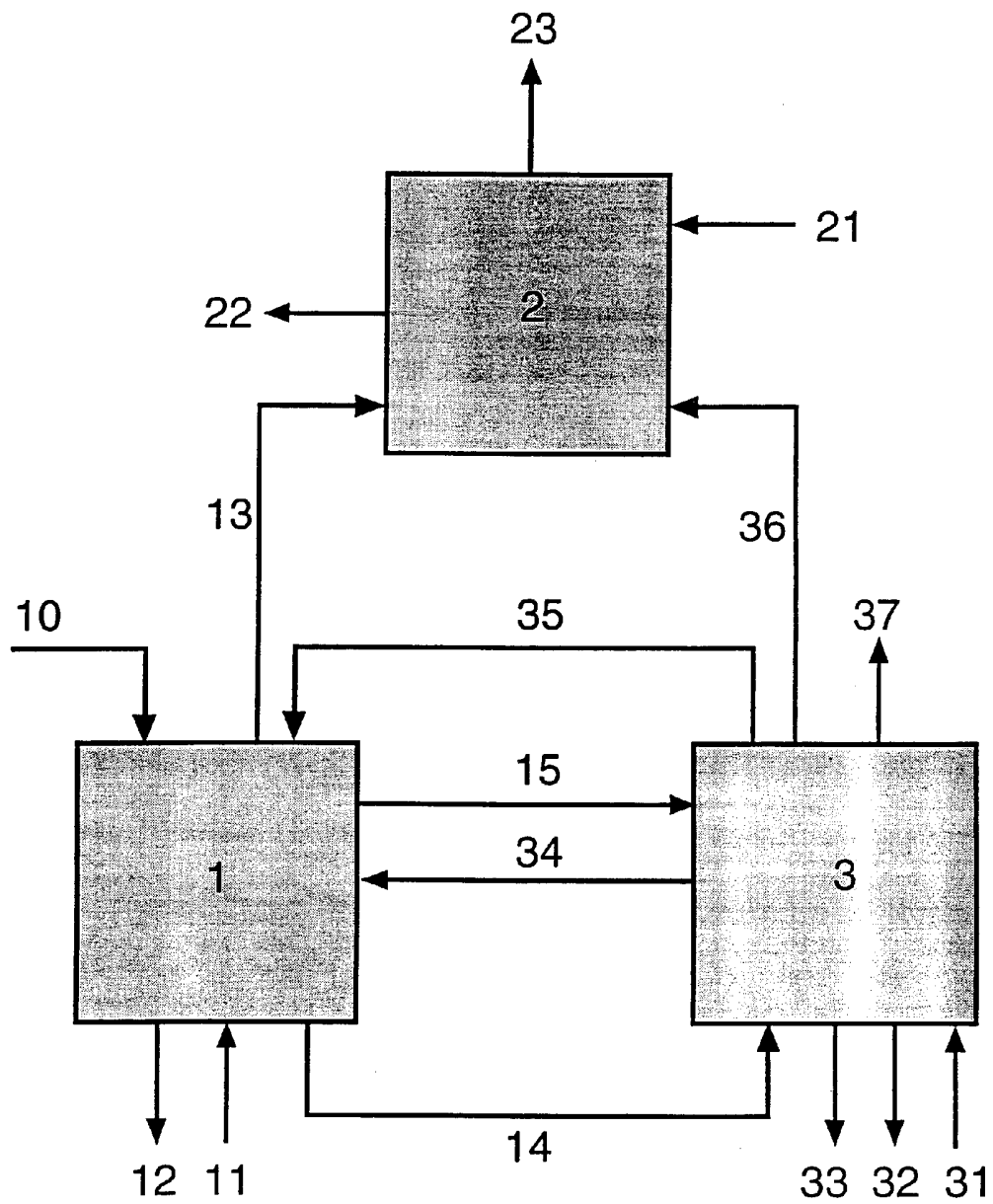


Fig. 1

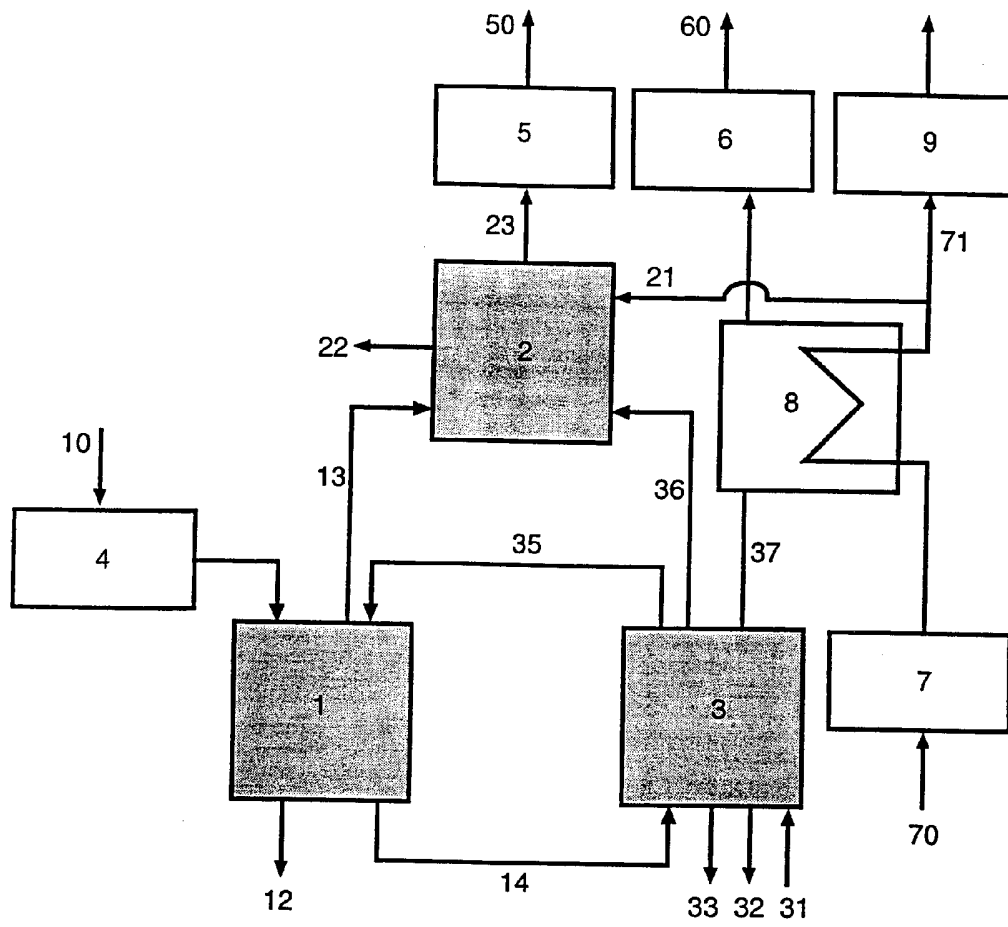


Fig. 2

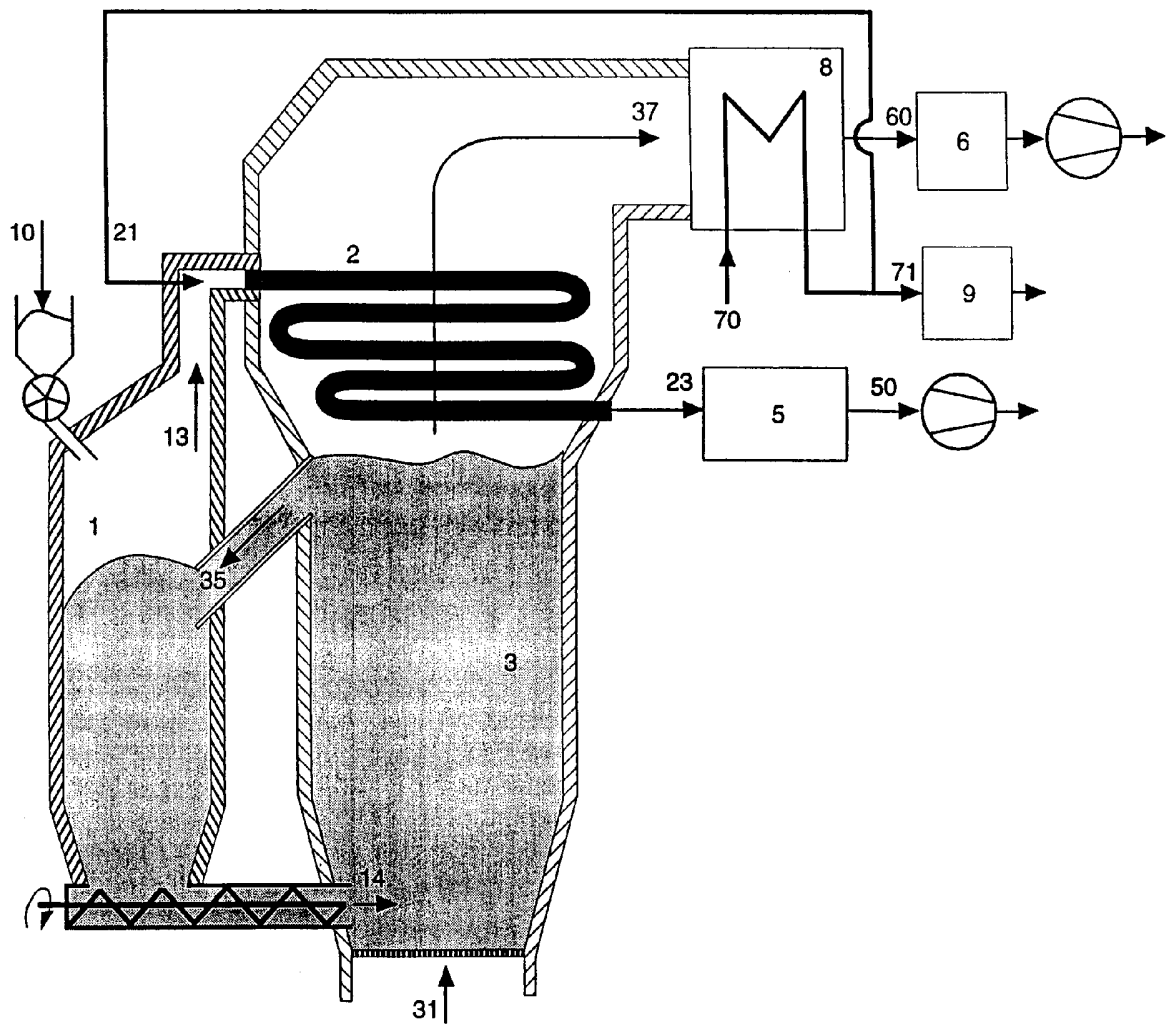


Fig. 3

RESUMO

"PROCESSO E DISPOSITIVO PARA A PIRÓLISE E GASEIFICAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS OU MISTURAS DE SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS"

Um processo serve para a pirólise e gaseificação de substâncias orgânicas ou misturas de substâncias orgânicas. As substâncias orgânicas são introduzidas num reactor (1) de secagem e de pirólise, em que são colocadas em contacto com o material (35) do leito fluidizado do leito (3) fluidizado de combustão ou em que são colocadas em contacto com o material (35) do leito fluidizado e as paredes do reactor do leito (3) fluidizado de combustão, pelo que tem lugar uma secagem e pirólise. O resíduo sólido carbonado, eventualmente com fracções do vapor de água e dos gases de pirólise, e o material do leito fluidizado são conduzidos de volta ao leito (3) fluidizado de combustão, no qual o resíduo carbonado das substâncias orgânicas sofre combustão, o material do leito fluidizado é aquecido e novamente conduzido para o reactor (1) de pirólise. O vapor de água proveniente da secagem e os gases (13) de pirólise são de tal modo ulteriormente tratados com substâncias condensáveis, numa zona (2) reaccional adicional, que fica disponível um gás (23) produto com elevado valor calorífico. A secagem e a pirólise são realizadas em, pelo menos, um ou vários reactores (1) de pirólise. O leito (3) fluidizado de combustão, no qual os resíduos da pirólise sofrem combustão, é operado como leito fluidizado estacionário. Os gases (13) de pirólise são conduzidos num permutador de calor indirecto. Os gases (37) residuais da queima, eventualmente com o material do leito fluidizado do leito (3) fluidizado de combustão, são colocados de tal modo em contacto com o permutador (2) de calor indirecto

que o seu conteúdo térmico é usado para a reacção dos gases (13) de pirólise com o reagente (21).