



República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) PI 0718159-0 A2



(22) Data de Depósito: 22/10/2007
(43) Data da Publicação: 26/11/2013
(RPI 2238)

(51) Int.Cl.:
F26B 23/02
F26B 21/08
F26B 25/00

(54) Título: PROCESSO DE TRATAMENTO TÉRMICO DE UM MATERIAL DENTRO DE UM FORNO E UNIDADE DE TRATAMENTO TÉRMICO DE UM MATERIAL, E NOTADAMENTE DE UM MATERIAL ORGÂNICO TAL COMO A MADEIRA. **(57) Resumo:**

(30) Prioridade Unionista: 25/10/2006 FR 0609357

(73) Titular(es): Nexter Munitions

(72) Inventor(es): Patrick Delaine

(74) Procurador(es): Momsen, Leonardos & CIA.

(86) Pedido Internacional: PCT FR2007001739 de 22/10/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2008/056044 de 15/05/2008

“PROCESSO DE TRATAMENTO TÉRMICO DE UM MATERIAL DENTRO DE UM FORNO E UNIDADE DE TRATAMENTO TÉRMICO DE UM MATERIAL, E NOTADAMENTE DE UM MATERIAL ORGÂNICO TAL COMO A MADEIRA”

5 O domínio técnico da invenção é aquele dos processos de tratamento térmico de um material dentro de um forno, e mais especialmente daquele dos processos de tratamento de um material orgânico tal como a madeira.

É clássico submeter matérias orgânicos a tratamentos térmicos a fim por exemplo de desidratá-los ou então conferir aos mesmos certas propriedades.

Mais especialmente é conhecido fazer a madeira secar dentro de fornos levados a uma temperatura da ordem de uma centena de graus.

15 É também conhecido fazer a madeira de obra ser submetida a tratamentos térmicos a temperaturas compreendidas entre 120°C e 230°C. Esses tratamentos têm como objetivo eliminar da madeira diferentes compostos orgânicos voláteis o que permite melhorar a conservação ulterior da madeira e evita notadamente seu apodrecimento e seu ataque pelos insetos.

20 A temperatura e a duração do tratamento térmico dependem da essência de madeira considerada e de sua taxa de umidade.

Uma das dificuldades de um tal tratamento é que ele deve ser conduzido dentro de um forno que apresenta uma atmosfera pobre em oxigênio (taxa de oxigênio inferior a 5 % em massa). De fato uma taxa superior levaria a uma auto-inflamação da madeira aquecida.

25 É necessário por outro lado comandar o resfriamento da madeira depois do tratamento com também uma taxa de oxigênio reduzida a fim de evitar que ela pegue fogo.

Os processos conhecidos utilizam os gases de combustão de uma caldeira que funciona com gás, com óleo combustível ou então com

madeira.

Tem-se assim a segurança de obter uma taxa de oxigênio reduzida.

5 No entanto os gases de combustão veiculam não queimados e poeiras quentes que podem levar a uma inflamação da madeira e que impregnam essa última e prejudicam sua qualidade assim como seu valor comercial ulterior. As poeiras e resíduos sólidos são notadamente especialmente abundantes quando o combustível é ele próprio a madeira.

10 A patente US3675600 descreve um processo de tratamento conhecido no qual são previstas diferentes câmaras nas quais circulam os gases de combustão antes de ser levados ao próprio forno.

Essas câmaras permitem incinerar as impurezas em alta temperatura o que permite eliminá-las da corrente de gás utilizada.

Esse processo apresenta inconvenientes.

15 Primeiramente a eliminação das impurezas é incompleta e depende do número de câmaras de pós-combustão assim como da taxa de oxigênio dentro dessas câmaras.

É por outro lado difícil controlar com esse processo a taxa de oxigênio do gás que é produzido.

20 De fato uma admissão de ar fresco é necessária para permitir a eliminação por combustão das diferentes impurezas o que aumenta a taxa de oxigênio da corrente gasosa que é produzida e apresenta o risco de levar a uma inflamação da madeira a tratar.

25 Esse processo finalmente não permite utilizar de um modo ótimo a energia calorífica que é produzida. De fato a multiplicação das câmaras de pós-combustão leva a perdas de calor.

Também foi proposto na patente US4888884 operar uma filtragem do gás de combustão a jusante do forno. Uma tal filtragem é combinada com uma recirculação dos gases de combustão em circuito

fechado e ela permite portanto controlar a taxa de oxigênio do gás empregado.

No entanto uma filtragem a jusante não permite eliminar as partículas antes de sua introdução dentro do forno, a qualidade do material obtido comum tal tratamento não é portanto satisfatória.

5 Também será notado que o tratamento descrito nessa patente é mais especialmente destinado ao tratamento de materiais semipulverulentos, tais como aparas de madeira. Ele é dificilmente transponível ao tratamento de materiais volumosos tais como tábuas ou toros de madeira.

10 Também é conhecido através do processo WO81/00147 um processo no qual elimina-se por condensação os solventes contidos nos gases que saem de um forno de secagem. No entanto esse processo é associado a um forno de secagem para tipografia no qual as temperaturas de gás são muito inferiores àsquelas necessárias para o tratamento da madeira.

15 A patente WO2005/116551 propõe um dispositivo de tratamento da madeira no qual o gás que sai de uma fornalha é condensado para eliminar a água presente. No entanto a condensação é aqui realizada a jusante de um trocador térmico. O nível de condensação obtido não permite portanto assegurar a limpeza dos gases de combustão que é necessária para realizar os tratamentos da madeira.

20 A invenção tem como objetivo propor um processo de tratamento térmico que permite por um lado eliminar as partículas veiculadas pelos gases de combustão e por outro lado controlar também a taxa de oxigênio dos gases empregados.

25 O processo de acordo com a invenção permite por outro lado otimizar a utilização da energia empregada. Ele pode funcionar também de um modo contínuo e permite o tratamento de grandes volumes de madeira.

A energia térmica é utilizada de modo ótimo. Por outro lado os resíduos são recuperados e podem ser reutilizados ou valorizados.

Assim a invenção tem como objeto um processo de tratamento

térmico de um material dentro de um forno, e notadamente de um material orgânico tal como a madeira, processo que utiliza os gases de combustão fornecidos por pelo menos um queimador associado a uma fornalha, processo caracterizado pelo fato de que é prevista uma primeira etapa de condensação dos gases de combustão entre sua saída da fornalha e o forno, condensação que permite eliminar uma parte das poeiras contidas nos gases de combustão, a primeira etapa de condensação sendo conduzida com o auxílio de um meio frigorífico de absorção e sendo seguida por uma etapa de superaquecimento dos gases de combustão que permite obter a temperatura desejada para o tratamento térmico.

O superaquecimento poderá ser realizado com o auxílio dos gases fornecidos por um gerador de gás quente que é ele próprio aquecido pelo queimador.

O superaquecimento poderá ser realizado de um lado ao outro de um trocador aquecido pelo queimador.

Será possível vantajosamente regular a temperatura dos gases de combustão utilizados para o tratamento realizando-se para isso a mistura dos gases que saem da etapa de superaquecimento com aqueles que saem da primeira etapa de condensação.

Será possível proceder na saída do forno a uma segunda etapa de condensação.

A segunda etapa de condensação poderá ser seguida de uma etapa de separação entre a fração sólida e/ou líquida e os próprios gases de combustão.

Vantajosamente, os gases de combustão poderão ser re-dirigidos na saída da etapa de separação para o queimador e/ou a fornalha, por intermédio de um estágio misturador que assegura uma mistura dos gases com ar, mistura que será dosada em função da medição da taxa de pelo menos um composto combustível incluído nos gases de combustão.

A invenção tem também como objeto uma unidade de tratamento térmico de um material, e notadamente de um material orgânico tal como a madeira, unidade que permite executar o processo de acordo com a invenção.

5 Essa unidade compreende pelo menos um forno, aquecido a partir dos gases de combustão provenientes de pelo menos um queimador associado a uma fornalha, ela é caracterizada pelo fato de que ela compreende pelo menos um primeiro condensador que é disposto de modo a resfriar os gases de combustão em sua saída da fornalha, a condensação permitindo
10 eliminar com a água uma parte das poeiras contidas nos gases de combustão, poeiras que são recuperadas em um meio de decantação, unidade que compreende pelo menos um superaquecedor ligado a um meio de aquecimento e que permite reaquecer os gases de combustão em sua saída do primeiro condensador, e que compreende também pelo menos um meio
15 frigorífico de absorção que utiliza como fonte quente a fornalha e que compreende pelo menos um circuito refrigerante que é acoplado ao primeiro condensador.

 O meio de aquecimento poderá ser ligado ao superaquecedor por intermédio de um meio de regulação da temperatura dos gases de
20 combustão.

 O meio de aquecimento poderá ser ligado a um gerador de gases quentes que será ele próprio aquecido pelo ou pelos queimadores.

 O superaquecedor poderá compreender pelo menos dois circuitos de circulação de gases quentes dispostos dentro de um recinto
25 através do qual circulam os gases de combustão, os circuitos sendo dispostos de tal modo que os gases de combustão circulam em um sentido inverso do sentido dos gases quentes fornecidos pelo gerador de gás, cada circuito sendo por outro lado dotado de uma válvula de regulação da vazão de gás cuja abertura é comandada pelo meio de regulação de temperatura.

O superaquecedor poderá ser constituído por um trocador aquecido pelo próprio queimador.

De acordo com uma variante de realização, o trocador que forma superaquecedor poderá compreender tubuladuras que serão
5 incorporadas estruturalmente a um gerador de gás quente.

Vantajosamente, o meio de regulação da temperatura dos gases de combustão poderá compreender dois circuitos: um circuito de gases de combustão frios provenientes do primeiro condensador e um circuito de gases de combustão quentes provenientes do superaquecedor, a temperatura dos
10 gases de combustão utilizados sendo regulada por pelo menos um misturador que assegura a mistura dos gases frios com os gases quentes.

Cada circuito quente e frio incorporará uma bomba, a vazão das bombas sendo regulada de modo a assegurar a igualdade das vazões de gás de combustão a montante e a jusante do superaquecedor.

15 Cada circuito de gases de combustão quentes ou frios compreenderá de preferência um circuito de equilíbrio que permite compensar as perdas de carga geradas pelo misturador, circuito de equilíbrio que reinjeta uma parte dos gases quentes ou frios a montante da bomba do circuito considerado.

20 A unidade poderá compreender pelo menos um segundo condensador que será disposto na saída do forno.

A unidade de tratamento poderá vantajosamente compreender um meio de decantação que permite separar a fração sólida e/ou líquida e os próprios gases de combustão.

25 A unidade de tratamento térmico poderá também compreender um estágio misturador que assegurará uma mistura dos gases que saem do segundo condensador e do meio de decantação associado com ar, esse estágio misturador compreendendo pelo menos uma válvula da qual a abertura será comandada por um meio de regulação que comandará o grau de abertura da

válvula em função da medição da taxa de pelo menos um composto combustível incluído nos gases de combustão, a mistura do ar e dos gases de combustão sendo re-dirigida para o queimador e/ou a fornalha.

Vantajosamente, pelo menos um circuito refrigerante do meio
5 frigorífico de absorção poderá ser também acoplado ao segundo condensador.

De acordo com uma outra característica, o gerador de gás quente poderá ser alimentado com ar através de um terceiro condensador conectado a um circuito refrigerante do meio frigorífico de absorção.

Quando a unidade de tratamento térmico de acordo com a
10 invenção é mais especialmente destinada a assegurar o tratamento de madeira, ela compreenderá vantajosamente pelo menos um forno que compreenderá duas paredes laterais confrontantes e uma parede superior, paredes que serão realizadas sob a forma de caixões nos quais circularão os gases de combustão, esses últimos sendo trazidos ao nível do caixão superior que será
15 dividido em dois meios caixões, um meio caixão que recebe os gases de combustão que chegam ao forno e o outro meio caixão que coleta os gases para sua evacuação depois de sua passagem dentro do forno, cada meio-caixão se comunicando por outro lado com um caixão lateral distinto, as paredes dos caixões laterais sendo dotadas de perfurações que permitem a
20 passagem dos gases do caixão lateral para o interior do forno, os gases sendo assim introduzidos dentro do forno ao nível de um caixão lateral e sendo evacuados para fora do forno através do outro caixão lateral.

Vantajosamente, o caixão superior será globalmente paralelepípedo e dividido em quatro compartimentos por duas divisórias que
25 se estenderão de acordo com diagonais, um primeiro compartimento sendo ligado a um conduto de admissão dos gases de combustão e um segundo compartimento sendo ligado a um conduto de evacuação dos gases de combustão, os dois outros compartimentos sendo ligados cada um deles a um dos caixões laterais, um postigo pivotante mediano podendo ser posicionado à

escolha no prolongamento de uma ou de outra das divisórias diagonais, de modo a dividir o caixão superior em dois meios caixões. O postigo pivotante permitirá assim dirigir os gases de combustão à escolha para um ou outro dos caixões laterais.

5 De acordo com uma outra característica da invenção, os caixões laterais poderão ser dotados de perfurações que serão repartidas em toda a altura de cada caixão, cada caixão lateral sendo por outro lado dotado de um painel que desliza verticalmente e que permite, de acordo com a posição escolhida, obturar todas as perfurações de uma metade superior ou
10 então todas aquelas de uma metade inferior do dito caixão lateral, os painéis sendo por outro lado posicionados na posição alta em um caixão lateral e na posição baixa no outro caixão lateral em função da posição do postigo pivotante do caixão superior. O posicionamento dos painéis será escolhido de modo a assegurar sempre uma corrente dos gases de combustão que
15 atravessam o forno de uma parte baixa de um caixão lateral para uma parte alta do outro caixão lateral.

De acordo com um outro modo de realização, o forno compreende duas paredes laterais confrontantes, paredes que são realizadas sob a forma de caixões nos quais circulam os gases de combustão, cada
20 parede lateral sendo dividida em dois meios caixões, um caixão inferior destinado a receber os gases de combustão que chegam ao forno e um caixão superior que coleta os gases para sua evacuação depois de sua passagem dentro do forno, uma válvula de três vias sendo disposta a montante dos caixões inferiores e uma outra válvula de três vias sendo disposta a jusante
25 dos caixões superiores de modo a assegurar, pelo comando das duas válvulas, o comando do sentido de passagem dos gases de uma divisória para a outra divisória.

De acordo com uma outra característica, será possível prever, a jusante do segundo condensador disposto na saída de forno, pelo menos um

grupo de ventilação acoplado a um venturi e que permite manter o forno em depressão, uma válvula disposta a jusante do forno permitindo regular a vazão de gás através do forno.

Outras características e vantagens da invenção aparecerão com a leitura da descrição que vais e seguir de um modo especial de realização, descrição feita em referência aos desenhos anexos e nos quais:

- a figura 1 é um esquema sinótico geral de uma unidade de tratamento de acordo com a invenção,

- a figura 2 é uma vista detalhada do gerador de gás de combustão dessa unidade de tratamento térmico,

- a figura 3 é um corte esquemático de um exemplo de realização do superaquecedor,

- as figuras 4a e 4b são duas vistas em cortes longitudinais simplificados de um forno empregado na unidade de acordo com a invenção, os cortes são realizados de acordo com o plano do qual o traço BB é referenciado na figura 5a, cada figura mostra por outro lado o forno em uma posição diferente para os meios de circulação dos gases,

- as figuras 5a e 5b são duas vistas em cortes transversais simplificados desse forno, os cortes são realizados de acordo com o plano do qual o traço AA é referenciado na figura 4a, a figura 5a representa por outro lado o forno na mesma posição que na figura 4a e paralelamente a figura 5b pode ser associada à figura 4b,

- as figuras 6a e 6b são finalmente duas vistas de cima do forno, o forno é cortado ao nível do caixão superior (plano de corte CC referenciado na figura 4a), a figura 6a mostra o forno de acordo com a mesma posição que aquela das figuras 4a e 5a, e a figura 6b mostra o forno na mesma posição que nas figuras 4b e 5b.

- a figura 7 é um esquema sinótico geral de uma unidade de tratamento de acordo com um outro modo de realização da invenção,

- a figura 8 é um esquema que representa essa mesma unidade e que permite colocarem evidencia seu funcionamento em fase de partida,

- as figuras 9a e 9b são duas vistas em cortes transversais simplificados de um outro modo de realização do forno.

5 A figura 1 mostra uma unidade 1 de tratamento térmico de madeira. A madeira 2 é disposta sobre carros 3 que são alojados dentro de fornos de tratamento térmico 4. Aqui um só forno 4 é representado, mas a unidade poderia ser dimensionada para compreender vários fornos.

10 Os fornos 4 são unidades de grandes dimensões que podem tratar elementos de madeira de próximo de 6 m de comprimento (madeira em toros ou serrada). A madeira que deve ser tratada em alta temperatura terá previamente sido seca dentro de um forno de secagem 12 (no qual a temperatura é da ordem de 100°C). Para poder ser tratada a madeira terá de preferência uma taxa de umidade inferior a 12 %.

15 Cada forno 4 tem assim globalmente a forma de um paralelepípedo retângulo de 10 metros de comprimento, 3 metros de largura e 5 metros de altura.

20 O forno 4 é aquecido a partir dos gases de combustão provenientes de um queimador 5 associado a uma fornalha de combustão 6. Esse modo de aquecimento pelos gases de combustão permite controlar a taxa de oxigênio reduzida que é exigida.

Os gases são recuperados na saída da fornalha 6 por um coletor 7 e eles são dirigidos para o forno 4 por condutos: 8a1, 8a2, 8b, 8c, 8d, 8e, 8f.

25 Os gases G circulam dentro do forno (cuja estrutura interna será detalhada na seqüência). Eles são em seguida evacuados para a saída do forno 4 por um conduto 9.

O queimador 5 utiliza uma fonte de combustível 10 que poderá ser o gás ou o óleo combustível ou vantajosamente os resíduos e restos de

madeira que podem ser coletados na instalação. Será utilizado portanto de preferência um queimador 5 policombustíveis.

De acordo com uma característica importante da invenção, a unidade compreende pelo menos um primeiro condensador 11 que é disposto de modo a resfriar os gases de combustão em sua saída da fornalha 6.

O condensador 11 provoca um resfriamento brutal dos gases em sua saída da fornalha 6. Esse resfriamento provoca uma condensação da água contida nos gases, a água escoar ao longo do conduto 8a2 e ela arrasta com ela a maior parte das poeiras contidas nos gases de combustão.

A água escoar ao longo do conduto 8a2 e ela se acumula com a poeira em um meio de decantação 13.

Concretamente o meio de decantação será constituído por um tanque no qual circulam os gases de combustão. Os condutos 8a1 e 8a2 desembocam ambos no tanque ao nível de sua parede superior. A água carregada de poeira se acumula dentro do tanque 13 e ela é retirada daí periodicamente com o auxílio de uma válvula V, para re-tratamento e eliminação dos resíduos.

O condensador 11 é ligado a um meio frigorífico 14 por tubuladuras T11 que levam um fluido portador de calor.

Concretamente a temperatura dos gases de combustão é da ordem de 210°C na saída da fornalha 6. O condensador 11 é dimensionado para levar essa temperatura de volta para cerca de 80°C. Basta para isso um meio frigorífico que veicula um fluido que circula a uma temperatura da ordem de 5°C esse dimensionará as superfícies de trocas do condensador assim como o meio frigorífico 14 para permitir a queda de temperatura desejada.

Será possível utilizar a água como fluido portador de calor.

Uma válvula de três vias 15 é disposta na saída do condensador 11. Essa válvula permite dirigir os gases de combustão para o

ramo 8c que leva a um superaquecedor 16 ou então para o ramo 8b que permite dirigir os gases para uma chaminé de evacuação 17.

O superaquecedor 16 é indispensável para levar os gases de combustão para a temperatura que é necessária para assegurar o tratamento
5 térmico da madeira (temperatura compreendida entre 180°C e 230°C).

As calorias fornecidas pelo superaquecedor 16 provêm, elas também, da fornalha 6, mas por intermédio de um meio de aquecimento distinto.

De acordo com a invenção, o meio de aquecimento
10 compreende um gerador de gases quentes 17 que é ele próprio aquecido pelo queimador 5.

O gerador de gases 17 é disposto na fornalha 6 e ele compreende tubuladuras que contêm o gás a aquecer (por exemplo ar). Essas tubuladuras permitem isolar fisicamente o gás a aquecer dos gases de
15 combustão, mas elas são entretanto realizadas em um material bom condutor do calor (por exemplo feitas de metal).

Essas tubuladuras permitem transferir as calorias fornecidas pela fornalha para o gás que circula no interior das tubuladuras.

O número de tubuladuras é escolhido suficiente para que a
20 superfície de troca térmica seja grande e serão previstos também vários jogos de tubuladuras de modo a assegurar uma manutenção do gás no interior da fornalha 6 o tempo suficiente para que sua temperatura atinja um nível elevado (da ordem de 600°C).

Um exemplo de gerador de gás quente é dado pelo pedido de
25 patente FR06-05589.

Os gases quentes gerados pelo gerador 17 saem desse último pelo tubo 18. Depois de utilização, os gases voltam para o gerador 17 pelo tubo 19. Os gases quentes são utilizados ao nível da instalação por exemplo para alimentar o ou os fornos de secagem 12.

A temperatura dos gases quentes que é necessária para a secagem dentro do forno 12 é regulada com o auxílio de uma válvula 68 que permite misturar aos gases quentes gerados pelo gerador 17 uma parte dos gases resfriados que é tomada no tubo de retorno 19 por intermédio de um tubo 69.

A abertura da válvula 68 será regulada com o auxílio de um meio de comando eletrônico (não representado) associado a um sensor da temperatura dos gases na entrada de forno 12 (não representado). É possível assim facilmente levar a temperatura dos gases de 600°C na saída do gerador 17 para cerca de 100°C na entrada do forno 12.

Os gases quentes em alta temperatura (600°C) são por outro lado utilizados ao nível do superaquecedor 16.

Uma derivação 20 do tubo 18 permite de fato conduzir uma parte dos gases quentes para o superaquecedor 16. Os gases quentes saem do superaquecedor 16 pelo tubo 21 que os leva de volta aos gerador 17.

Um meio de regulação da temperatura é interposto entre o gerador de gases 17 e o superaquecedor 16.

Esse meio compreende uma válvula 22 que é comandada por um meio eletrônico 23 de regulação da temperatura. O meio 23 é por outro lado ligado a um sensor 24 que mede a temperatura dos gases de combustão que circulam dentro do conduto 8d de saída do superaquecedor 16.

Assim será possível realizar o meio eletrônico 23 sob a forma de um microcomputador programável. Será possível então comandar a abertura da válvula 22 em função das instruções de temperatura desejadas para os gases destinados ao forno 4.

Está claro que a abertura da válvula 22 acarreta um aumento da vazão do gás quente proveniente do gerador 17 e que circula dentro do superaquecedor 16 e portanto também um aumento da temperatura dos gases de combustão G que são enviados para o forno 4 pelo conduto 8f.

Será notado que os gases de combustão provenientes do condensador 11 têm uma temperatura relativamente reduzida (da ordem de 80°C). é portanto possível e fácil regular a temperatura dos gases enviados para o forno 4 dentro de uma faixa bastante ampla (de cerca de 80°C a 300°C).

5 É possível portanto, por simples programação dos meios 23, comandar uma elevação da temperatura do forno de acordo com os diferentes patamares desejados e que convêm à essência de madeira que deve ser tratada.

10 É possível também facilmente comandar o resfriamento do forno sob atmosfera pobre em oxigênio e até uma temperatura que permite a saída da madeira para fora do forno 4 sem apresentar o risco de auto-inflamação da madeira.

15 Para as fases de resfriamento do forno 4, será possível utilizar, não mais os gases re-aquecidos pelo superaquecedor 16 mas diretamente os gases que saem do condensador 11. Basta para isso regular a abertura de diferentes válvulas de três vias.

São previstas assim duas outras válvulas de três vias 25 e 26 assim como um conduto 8e disposto entre essas duas válvulas.

20 A válvula 25 permite orientar os gases de combustão provenientes do condensador 11, não para a chaminé 17, mas sim para o forno 4. É possível assim isolar completamente o superaquecedor 16 e só enviar para o forno os gases de combustão provenientes do condensador 11. É possível assim realizar ao nível da válvula 26 uma mistura dos gases em temperatura reduzida (80°C) provenientes do condensador 11 com os gases
25 quentes que saem do superaquecedor 16.

Para isso se posicionará a válvula 15 em uma posição que alimenta os dois ramos 8b e 8c.

Será possível dispor um sensor de temperatura 24 no conduto 8f que alimenta o forno 4. O meio eletrônico 23 assegurará então a regulação

das aberturas e fechamentos das válvulas 15, 25, 26 e 22 em função da temperatura desejada para os patamares de resfriamento (ou de aquecimento) do forno.

5 A figura 3 mostra de um modo mais detalhado a estrutura de um superaquecedor 16.

Esse elemento compreende uma câmara cilíndrica 27 no interior da qual circulam os gases de combustão G. As flechas 8c e 8d mostram o sentido de percurso dos gases de combustão e lembram as referências dos diferentes condutos:

- 10 → entrada no superaquecedor 16: conduto 8c,
 → saída do superaquecedor: conduto 8d.

A câmara cilíndrica 27 é delimitada por uma parede interna de um conduto anular 28 que é ligado ao gerador de gás quente 17 por intermédio de uma válvula 22a. Esse conduto anular 28 constitui um primeiro
15 circuito de circulação dos gases quentes disposto dentro da câmara 27.

A câmara 27 contém por outro lado três outros circuitos de circulação dos gases quentes (29, 30 e 31) que são todos ligados ao gerador de gás quente 17 por uma válvula (respectivamente 22b, 22c e 22d).

20 Esses três outros circuitos são realizados sob a forma de tubuladuras enroladas em hélice de modo a aumentar a superfície de troca térmica entre os circuitos de circulação dos gases quentes e os próprios gases de combustão.

Uma parede externa 32 circunda o superaquecedor 16. Ela compreende materiais isolantes térmicos e permite evitar as perdas de
25 calorias.

Todos os circuitos de circulação 28, 29, 30 e 31 são ligados a jusante por um coletor 33 que é conectado ao tubo 21 que reconduz os gases ao gerador 17.

Um acelerador 34 permitirá regular a vazão do gás quente

através dos diferentes circuitos.

É visto na figura 3 que as diferentes válvulas 22a, 22b, 22c e 22d são todas comandadas pelo meio eletrônico 23 que é também conectado a um sensor de temperatura 24 que mede a temperatura dos gases de combustão na saída do superaquecedor 16.

É visto também na figura 3 que os diferentes circuitos de circulação 28, 29, 30, 31 são dispostos de tal modo que os gases de combustão G circulam em um sentido que é inverso do sentido da circulação dos gases quentes fornecidos pelo gerador de gás 17. Uma tal disposição permite aumentar o rendimento da transferência térmica.

Os gases de combustão encontram portanto os circuitos de circulação na proximidade de sua saída do superaquecedor 16 (portanto no local em que sua temperatura é a mais reduzida) e, à medida de sua progressão no superaquecedor 16, eles encontram circuitos de circulação cada vez mais quentes. Uma tal disposição é mais favorável ao aquecimento do que uma disposição inversa e ela leva a uma temperatura superior para os gases de combustão G na saída do superaquecedor.

A divisão do superaquecedor 16 em vários circuitos de circulação permite por outro lado regular de um modo mais preciso as quantidade de calor que é transferida aos gases de combustão G. É possível assim regular facilmente os diferentes patamares de temperaturas necessários.

Por outro lado a colocação no lugar de um circuito de circulação 28 que tem uma forma tubular permite melhorar o rendimento térmico do superaquecedor. Os gases de combustão G circulam de fato dentro de uma câmara 27 delimitada por um conduto superaquecido 28 e eles passam através de outras tubuladuras (aquelas dos circuitos 29, 30, 31) que também são superaquecidas.

Em função do número de circuitos de circulação empregados a quantidade de calorias transferidas aos gases de combustão G será maior ou

menor.

Também é notado na figura 3 que os diferentes circuitos de circulação 28, 29, 30 e 31 são todos conectados em série uns atrás dos outros ao gerador 17 e que por outro lado o forno de secagem 12 é disposto em série como o superaquecedor 16 e não mais em paralelo como representado nas figuras 1 e 2.

Essa montagem em série é uma variante da invenção que permite utilizar da melhor maneira possível as calorias fornecidas pelo gerador de gás 17.

De fato, os gases provenientes do gerador 17 e que encontram resfriados através do superaquecedor 16 permanecem no entanto a uma temperatura amplamente suficiente para alimentar um ou vários fornos de secagem 12.

Os gases poderão no entanto ser abaixados em temperatura antes de sua introdução dentro do forno de secagem 12. Esse abaixamento será comandado como foi descrito precedentemente por uma mistura dos gases quentes com uma parte dos gases resfriados retirados no tubo de retorno 19.

Será possível bem entendido (e com um dimensionamento apropriado da instalação) prever vários superaquecedores 16 em série uns atrás dos outros, em especial para alimentar vários fornos 4 de tratamento térmico.

A figura 2 mostra de um modo mais preciso a estrutura do gerador de gás de combustão da unidade de tratamento térmico 1 e em especial a estrutura do meio frigorífico 14 assim como de seus diferentes circuitos.

Vantajosamente, e de modo a otimizar o rendimento térmico da unidade 1, se empregará um meio frigorífico 14 de absorção. Esses meios são bem conhecidos pelo Profissional.

Eles empregam um circuito de circulação Ca de um fluido que permite absorver calor de uma fonte quente ao nível de um fervedor (na maior parte das vezes o fluido é uma solução de amoníaco). Esse circuito de fluido é acoplado a um evaporador que provoca a mudança de estado do fluido e portanto a produção de frio.

De acordo com a invenção será utilizada como fonte quente a fornalha 6. Se disporá assim por exemplo um fervedor 35 em torno do coletor 7 dos gases de combustão. O fervedor 35 será constituído assim por tubuladuras que circundam o coletor 7.

O circuito portador de calor Ca (representado em pontilhados) é o circuito do fluido que permite extrair as calorias (por exemplo uma solução de amoníaco). Esse circuito Ca é ligado a um ou vários trocadores 36 que asseguram a vaporização do amoníaco. O fluido que assegura a vaporização é ar que será introduzido no meio frigorífico 14 com o auxílio de um ventilador 37.

O ar que sai do meio frigorífico 14 foi reaquecido pelo fluido do circuito portador de calor Ca, esse ar reaquecido é recuperado por um tubo 38 e dirigido para o queimador 5 e/ou a fornalha 6. Esse ar aquecido permite melhorar o rendimento da combustão do queimador 5.

O fluido portador de calor se vaporiza a uma temperatura de cerca de 5°C (para o amoníaco). Um ou vários circuitos refrigerantes são acoplados ao circuito portador de calor Ca ao nível do ou dos trocadores. Esses circuitos são por exemplo circuitos de água. A água refrigerada é conduzida por um circuito T11 ao primeiro condensador 11 e permite (como precisado precedentemente) assegurar a eliminação da água e das poeiras contidas nos gases de combustão.

A vazão de água refrigerada necessária é assegurada graças a um acelerador 39.

Será possível por outro lado prever também um outro

acelerador 40 ao nível do circuito Ca a fim de aumentar o rendimento da troca térmica.

O circuito de água refrigerada poderá compreender outros ramos que vão ser descritos na seqüência.

5 Fazendo-se referência à figura 1, é notado que a unidade 1 compreende um segundo condensador 41 que é disposto na saída do forno 4.

Os gases de combustão Gs que saem do forno 4 são carregados ao mesmo tempo de umidade e de compostos orgânicos voláteis que são extraídos da madeira no decorrer do tratamento térmico. Esses compostos
10 voláteis compreendem essencialmente hidrocarbonetos condensáveis, notadamente metano e acetona.

O condensador 41 permite eliminar a água que é incorporada aos gases na saída de forno assim como as poeiras ou outros resíduos sólidos.

Um meio de decantação 42 permite separar a fração sólida
15 e/ou líquida e os próprios gases de combustão.

Os resíduos são recuperados em um tanque 44 para tratamento e eliminação ulterior (com os resíduos extraídos ao nível do meio 13).

Um ventilador 43 permite regular a velocidade dos gases dentro do forno 4. A canalização 45 só veicula portanto um gás de combustão
20 resfriado e carregado de compostos orgânicos voláteis que são combustíveis.

Esse gás é misturado com ar ao nível de um estágio misturador que compreende uma válvula de três vias 46, e depois dirigido para o queimador 5 (ou para a fornalha 6).

A abertura da válvula 46 é comandada por um meio de
25 regulação 47 que comanda o grau de abertura da válvula 46 em função da medição da taxa de pelo menos um composto combustível incluído nos gases de combustão.

Essa medição é efetuada com o auxílio de um sensor 48. Se medirá de preferência a taxa de metano pois se trata do gás mais reativo.

Também será possível prever uma outra válvula 49 que permitirá evacuar a totalidade ou parte dos gases ou para o exterior ou para um reservatório de gás 50 (gasômetro) para permitir uma estocagem temporária em caso de produção excessiva de compostos voláteis.

5 O ar utilizado é de preferência aquele que foi preaquecido ao nível do meio frigorífico 14.

É visto nas figuras 1 e 2 que o gerador de gases quentes 17 é alimentado em gás por um ventilador 51 que é acoplado ao circuito fechado 18-19 por uma válvula 52. É possível assim acrescentar gás (em geral ar) ao
10 circuito para compensar as perdas e manter o volume de gás necessário para as boas transferências térmicas.

Um terceiro condensador 53 é interposto entre o ventilador 51 e o circuito de gás. Esse condensador permite secar o ar externo utilizado, o que evita a produção de vapor de água no circuito.

15 Um quarto condensador 54 finalmente permite eliminar do circuito de gases quentes 19 a água extraída da madeira ao nível do forno de secagem 12.

Os terceiro e quarto condensadores são ambos ligados ao meio frigorífico 14 por circuitos de água refrigerada T53 e T54.

20 As figuras 4 a 6 mostram a estrutura do forno de tratamento térmico utilizado pela unidade de acordo com a invenção.

O forno 4 é constituído sob a forma de um bloco paralelepipedico que compreende duas paredes laterais 55a e 55b dispostas confrontantes assim como uma parede superior 56. O forno 4 compreende por
25 outro lado duas portas 67e e 67s, estanques e isoladas termicamente, que permitem a passagem dos carros 3 carregados de madeira.

Essas paredes são realizadas em chapa e sob a forma de caixões vazados que delimitam cada um deles um volume nos quais podem circular os gases de combustão.

Como está mais especialmente visível nas figuras 4a e 4b, o caixão superior 56 leva o conduto 8f que traz os gases de combustão (Ge) assim como o conduto 9 que evacua os gases (Gs) depois de sua circulação dentro do forno 4.

5 Esses fases Gs são (como precisado mais acima) carregados de compostos orgânicos voláteis.

 Como está visível nas figuras 4a, 4b, 5a, 5b foram realizadas nas paredes internas dos caixões laterais 55a e 55b perfurações 65 que permitem a passagem dos gases do caixão lateral 55a ou 55b considerado para
10 o interior do forno 4.

Os gases são portanto introduzidos dentro do forno 4 ao nível de um caixão lateral (55a ou 55b) e são evacuados para fora do forno através do outro caixão lateral.

 O caixão superior é por outro lado dividido por divisórias em
15 dois meios caixões.

 Como está mais especialmente visível nas figuras 6a e 6b, o caixão superior 56 é dividido em quatro compartimentos 57a, 57b, 58a e 58b por duas divisórias 59 e 60 que se estendem de acordo com diagonais.

 Um primeiro compartimento 57a é ligado ao conduto 8f de
20 admissão dos gases de combustão Ge.

 Um segundo compartimento 57b é ligado ao conduto 9 de evacuação dos gases de combustão Gs.

Os dois outros compartimentos 58a e 58b são ligados cada um deles a uma das paredes/caixões laterais 55a ou 55b.

25 É visto assim nas figuras que o compartimento 58a é ligado ao caixão lateral 55a e que o compartimento 58b é ligado ao caixão lateral 55b (ver também as figuras 5a e 5b).

De acordo com uma característica da invenção cada divisória 59 e 60 é interrompida ao nível de uma parte mediana que é ocupada por um

postigo pivotante mediano 61.

Esse postigo é comandado por um motor 62 e ele pode ser posicionado à escolha no prolongamento de uma ou de outra das divisórias 59 ou 60.

5 É assim possível dividir com o postigo 61 o caixão superior 56 em dois meios caixões e de dois modos diferentes.

Assim a figura 6a mostra o caixão superior 56 em uma posição na qual o postigo mediano 61 está no prolongamento da divisória 59.

Nessa posição:

10 → um primeiro meio caixão compreende os dois compartimentos 57a e 58a

 → um segundo meio caixão compreende os dois compartimentos 57b e 58b.

15 Em uma tal configuração os gases introduzidos dentro do forno pelo conduto 8f são dirigidos para o caixão lateral 55a e eles são evacuados pelo caixão lateral 55b, depois de passagem dentro do forno 4.

O movimento dos gases dentro do forno 4 é aquele representado na figura 5a, ou seja da esquerda para a direita.

20 Inversamente a figura 6b mostra o caixão superior 56 em uma posição na qual o postigo mediano 61 está no prolongamento da divisória 60.

Nessa posição:

 → um primeiro meio caixão compreende os dois compartimentos 57a e 58b

25 → um segundo meio caixão compreende os dois compartimentos 57b e 58a.

Em uma tal configuração os gases introduzidos dentro do forno pelo conduto 8f são dirigidos para o caixão lateral 55b e eles são evacuados pelo caixão lateral 55a, depois de passagem dentro do forno 4.

O movimento dos gases dentro do forno é aquele representado

na figura 5b, ou seja da direita para a esquerda.

O postigo pivotante 61 permite assim dirigir os gases de combustão à escolha para uma ou outra das paredes / caixões laterais 55a ou 55b.

5 É de fato interessante por ocasião do tratamento térmico da madeira fazer variar o sentido do escoamento transversal dos gases de combustão através do forno.

De fato homogeneíza-se assim o tratamento da madeira. Ciclos podem ser programados no decorrer dos quais se dirigirá a corrente gasosa de
10 um lado ou de outro do carregamento de madeira.

Independentemente do sentido transversal da corrente gasosa no interior do forno, é útil introduzir os gases na parte baixa do forno e recuperar os mesmos na parte alta. Se está assim assegurado de eliminar mais seguramente os compostos orgânicos voláteis.

15 Para obter um tal resultado as perfurações 65 são repartidas em toda a altura de cada parede lateral 55a, 55b.

Cada parede é por outro lado dotada de um painel 66 que desliza verticalmente sobre trilhos 63 com o auxílio de uma motorização 64.

O painel 66 é dimensionado de modo a só cobrir uma metade
20 do conjunto das perfurações 65 levadas por uma parede.

É portanto possível, de acordo com a posição escolhida para o painel 66, obturar todas as perfurações 65 de uma metade superior (ver a figura 4a) ou então todas aquelas de uma metade inferior da dita parede (ver a figura 4b).

25 Por outro lado os meios de comando das motorizações 64 são definidos para que, quando um painel 66 se encontra na posição alta em uma parede, o painel da outra parede se encontra disposto na posição baixa.

Essas motorizações são por outro lado acopladas àquela que comanda o posicionamento do postigo 61.

O objetivo procurado é que os gases sejam sempre introduzidos na posição baixa no interior do forno 4 e evacuados na posição alta.

O posicionamento dos painéis deve assim ser escolhido de modo a assegurar sempre uma corrente dos gases de combustão que atravessa o forno de uma parte baixa de uma parede para uma parte alta da outra parede.

A título de exemplo é visto nas figuras que, quando os gases de combustão Ge são introduzidos ao nível do caixão lateral 55a (figura 6a), o painel 66 se encontra na posição alta nessa parede lateral, o que libera as perfurações da parte baixa (figura 5a e 4a). Inversamente o painel 66 está disposto na posição baixa na parede lateral 55b.

A situação é inversa quando os gases de combustão Ge são introduzidos ao nível do caixão lateral 55b (figura 6b). Nesse caso o painel 66 se encontra na posição alta nessa parede lateral, o que libera as perfurações da parte baixa (figura 5b) e o painel 66 está disposto na posição baixa na parede lateral 55a (figura 4b).

Diferentes variantes são possíveis sem sair do âmbito da invenção.

É possível empregar um forno de estrutura diferente, notadamente se os materiais a tratar têm uma forma e/ou um volume diferente (por exemplo para matérias granulares, tais como aparas).

É por outro lado também possível empregar o forno descrito em referência às figuras 4 a 6 com uma unidade de tratamento térmico de estrutura diferente. Por exemplo com uma unidade de tratamento térmico de acordo com a arte anterior.

A estrutura do forno proposta pela invenção permite de fato obter facilmente uma corrente dos gases de combustão que tem uma orientação transversal dirigida de uma parede do caixão para a outra parede com a possibilidade de inverter facilmente o sentido de percurso da corrente

gasosa para homogeneizar o tratamento. A corrente gasosa transversal pode também ter sempre uma orientação de baixo para cima do caixão mesmo quando o sentido de percurso da corrente dentro do forno se encontra invertido.

5 Também é possível empregar um meio frigorífico de estrutura diferente, por exemplo utilizando um fluido diferente do amoníaco para a transferência térmica. Será possível utilizar uma unidade frigorífica de compressão clássica que emprega a energia elétrica. No entanto o meio de absorção proposto pela invenção permite utilizar de um modo ótimo os
10 recursos térmicos da instalação.

É também possível substituir o superaquecedor 16 por um meio de aquecimento distinto mais clássico, por exemplo um outro queimador. Nesse caso será inútil prever um gerador de gás 17.

No entanto a solução proposta pela invenção permite otimizar
15 o rendimento térmico ao mesmo tempo em que permite a alimentação de fornos de secagem 12.

É finalmente possível utilizar uma unidade de acordo com a invenção para realizar o tratamento térmico de outros tipos de materiais, por exemplo materiais orgânicos ou materiais vegetais tais como a palha.

20 Foi representado na figura 7 um outro modo de realização de uma unidade 1 de tratamento térmico de acordo com a invenção.

De acordo com esse modo, a fornalha 6 é sempre aquecida por um queimador (não representado) e os gases de combustão são resfriados em sua saída da fornalha 6 pelo primeiro condensador 11. Como no modo de
25 realização precedente, a condensação permite eliminar com a água uma parte das poeiras contidas nos gases de combustão. A água assim carregada de poeiras é evacuada por um conduto 70, para um meio de decantação 13. A água é evacuada por um coletor 94 para uma unidade de tratamento 95.

Assim como no modo de realização precedente, o condensador

11 é resfriado por um meio frigorífico 14 de absorção que utiliza como fonte quente a fornalha 6. Foram representados na figura 7 por pontilhados os condutos Ca do circuito portador de calor que liga o meio frigorífico 14 ao fervedor 35 que é reaquecido pelos gases de combustão. É visto finalmente na
5 figura 7 o circuito refrigerante T_{11} que liga o meio frigorífico 14 ao primeiro condensador 11.

Esse modo difere do precedente pelo fato de que o superaquecedor 16 é aqui constituído por um trocador disposto na fornalha 6 e aquecido pelo próprio queimador.

10 Assim, no decorrer do funcionamento normal da instalação, os gases de combustão resfriados pelo condensador 11 são conduzidos por um tubo 71 para o superaquecedor 16. Uma válvula 72 permite isolar esse ramo da instalação. Na saída do superaquecedor 16, os gases de combustão quentes são levados para misturadores 74 e 75 por um conduto 77 que se divide em
15 dois ramos 77a e 77b.

Por outro lado, uma derivação 73 que se divide em dois ramos 73a e 73b leva também uma parte dos gases frios que saem do condensador 11 para os dois misturadores 74 e 75.

20 Uma válvula 76 permite isolar essa derivação que leva os gases frios.

A unidade de tratamento de acordo com esse modo de realização compreende portanto dois circuitos distintos que levam os gases de combustão provenientes do condensador 11:

25 Um circuito frio (73, 73a, 73b) que está representado em traços interrompidos na figura 7.

Um circuito quente (77, 77a, 77b) que está representado em traços cheios na figura 7.

Flechas permitem visualizar o sentido de escoamento dos gases nos diferentes circuitos por ocasião do funcionamento normal da

unidade.

De acordo com esse modo de realização da invenção vai-se portanto regular a temperatura necessária para o tratamento (ou para a secagem da madeira) dosando-se, ao nível de cada misturador 74, 75, a
5 mistura dos gases de combustão frios e dos gases de combustão superaquecidos.

Os misturadores 74 e 75 são ligados ao meio eletrônico 23 de regulação da temperatura, O meio 23 por outro lado comanda também a abertura ou o fechamento das válvulas 72 e 76 que permitem o isolamento dos
10 diferentes circuitos.

Os meios 23 asseguram finalmente o comando de duas bombas 78 e 79. Cada uma dessas bombas é disposta em um circuito quente ou frio distinto e permite regular a vazão de gás que circula no circuito considerado. A bomba 78 é assim disposta no circuito frio 73 e a bomba 79 no circuito
15 quente (mas a montante do trocador 16).

É de fato essencial que a soma das vazões de gases que circulam em cada um dos circuitos 73, 77 seja igual à vazão de gás que sai do condensador 11 para não sufocar a combustão. Assegura-se assim a tiragem da chaminé mantendo-se para isso uma depressão ao nível da fornalha.

20 Por outro lado a bomba 79 permite regular a velocidade dos gases que circulam no trocador 16 o que permite assegurar o melhor rendimento térmico possível.

Sensores de vazão (não representados) são dispostos nos diferentes circuitos (sensores de vazão nos circuitos 73, 77 e na saída de
25 condensador 11). Sensores de temperatura (não representados) também são previstos nos fornos 4, 12. Todos esses sensores são ligados com ao meio de regulação 23 a fim de permitir que esse último assegure sua função.

Os misturadores 74, 75 permitem assim, dosando para isso a mistura dos gases quentes e frios, obter a temperatura desejada dentro de cada

forno 4 ou 12.

Esse modo de realização da invenção permite obter um rendimento térmico ainda superior. De fato a energia térmica fornecida pela fornalha 6 é diretamente utilizadas para superaquecer os gases de combustão.

5 Os misturadores 74, 75 permitem regular bastante finamente a temperatura dos gases enviados aos fornos dentro de uma faixa de regulação grande (o gás de combustão circula no circuito frio a uma temperatura da ordem de 80°C enquanto que o gás quente tem uma temperatura da ordem de 500°C).

Essa flexibilidade ao nível da regulação da temperatura (que
10 permite notadamente realizar por programação os patamares de subida em temperatura e de resfriamento que são necessários) permite utilizar uma só e mesma instalação térmica para alimentar em gases quentes diferentes fornos 4 ou secadores 12 que têm temperaturas de uso bastante diferentes.

A título de variante de realização, será possível utilizar como
15 superaquecedor 16 um jogo de tubuladuras incorporadas estruturalmente em um gerador de gás quente tal como descrito precedentemente em referência às figuras 1 e 2 e pelo pedido de patente FR06-05589.

Será assim possível utilizar a energia térmica da fornalha 6 para assegurar ao mesmo tempo o superaquecimento dos gases de combustão
20 e a produção de um gás quente distinto dos gases de combustão (e utilizável para outras aplicações: aquecimento dos locais ou de outros fornos de secagem).

A regulação dos misturadores 74 e 75 leva no entanto a uma perda de carga nos diferentes circuitos do gás de combustão. Para compensar
25 tais perdas de carga e assegurar assim um equilíbrio das pressões e a manutenção de uma depressão a um valor constante ao nível da fornalha 6 é previsto um circuito de equilíbrio ao nível de cada circuito dos gases de combustão quentes ou frios.

Esse circuito de equilíbrio permite reinjetar uma parte dos

gases quentes ou frios a montante da bomba do circuito considerado.

Assim ao nível do circuito de gases quentes 77 é disposto um ramo 80, 83 que é ligado ao circuito 77 por uma válvula 81 e por uma torneira de três vias 82. Uma parte dos gases quentes retirados a montante dos misturadores 74, 75 é assim reconduzida, na saída da torneira 82, pela canalização 83 até a montante da bomba 79.

Ao nível do circuito de gases frios 73 é disposto um ramo 84, 85 que é ligado ao circuito 73 por uma válvula 86 e uma torneira de três vias 87. Uma parte dos gases frios retirados a montante dos misturadores 74, 75 é assim reconduzida, na saída da torneira 87, pela canalização 85 até a montante da bomba 78.

As válvulas 81, 86 e as torneiras 82, 87 são comandadas pelo meio de regulação 23 em função da medição da depressão ao nível da fornalha 6, medição que é efetuada com o auxílio de um sensor apropriado (não representado). É de fato mais fácil medir uma depressão ao nível da fornalha do que medir a vazão dos gases gerados pela combustão e depois tratados ao nível do condensador 11. No funcionamento assim descrito é o controle da depressão acima da fornalha que permite regular a velocidade de combustão, e portanto a vazão de gases gerados.

Esses circuitos de equilíbrio permitem regularizar a vazão dos gases quentes e frios apesar das modificações trazidas em decorrer de funcionamento à regulação dos misturadores 74, 75.

Foram representados esquematicamente na figura 7 dois fornos: um forno de secagem 12 e um forno de tratamento 4.

Cada forno é alimentado em gás de combustão a uma temperatura regulada a partir de um misturador distinto 74 ou 75.

De acordo com esse modo de realização da invenção a estrutura de cada forno é simplificada.

As figuras 9a e 9b mostram de modo ampliado a estrutura dos

fornos 4, 12.

Um tal forno compreende duas paredes laterais 55a, 55b confrontantes. Essas paredes são realizadas sob a forma de caixões nos quais circulam os gases de combustão. No entanto aqui cada parede lateral é
5 dividida em dois meios caixões separados 55a1, 55a2, 55b1 e 55b2.

Um caixão inferior 55a1 ou 55b1 é destinado a receber os gases de combustão que são fornecidos pelo misturador 74 ou 75.

Um caixão superior 55a2 ou 55b2 permite coletar os gases para sua evacuação depois de sua passagem dentro do forno 4, 12.

10 A fim de comandar o sentido de circulação dos gases no interior do forno, uma válvula de três vias 88 ou 89 é disposta a montante dos caixões inferiores 55a1, 55b1. Uma outra válvula de três vias 90 ou 91 é disposta a jusante dos caixões superiores 55a2, 55b2.

É assim possível assegurar, pelo comando das duas válvulas
15 do forno considerado, o comando do sentido de passagem dos gases (G) de uma divisória 55a para a outra divisória 55b.

A figura 9a mostra assim um forno no qual os gases circulam da direita para a esquerda. A válvula de três vias 88, 89 é comandada para enviar os gases de combustão para o caixão inferior direito 55b1. Os gases
20 saem desse caixão através das perfurações 65 e eles se dirigem de acordo com a direção representada pelas flechas para o caixão superior esquerdo 55a2. De fato a válvula 90, 91 foi comandada de modo a isolar o caixão superior direito 55b2 e ligar o caixão superior esquerdo na direção do circuito de evacuação dos gases (na direção do segundo condensador 41).

25 Foram representados em cinza nas figuras 9a, 9b os caixões inativos. Não é mais necessário com esse modo de realização da invenção prever um postigo deslizante para mascarar as perfurações das paredes. Os gases seguem naturalmente o caminho que lhes é acessível.

É visto considerando-se a figura 9b que invertendo-se os

sentidos das válvulas 88, 89 e 90, 91 o escoamento dos gases é efetuado de acordo com uma direção inversa: do caixão inferior esquerdo 55a1 para o caixão superior direito 55b2.

5 Um tal modo de realização dos fornos é de concepção mais simples e mais robusta que aquele descrito precedentemente em referência às figuras 4 a 6. Ele permite também facilitar a estanqueidade dos fornos e limitar assim os vazamentos e perdas de gás.

10 A figura 7 mostra, a jusante dos fornos, os segundos condensadores 41 que permitem eliminar a água que é incorporada aos gases na saída dos fornos.

Esses condensadores 41 são ligados ao meio frigorífico 14 por tubuladuras T41. A água carregada de resíduos é recebida em tanques 92, 93. É notado na figura 7 que (o forno 12 sendo um forno de secagem) os gases que saem do forno 12 só incorporam água e que essa última pode ser assim
15 conduzida na saída do tanque 92 diretamente para o coletor 94 que conduz as águas para uma estação de re-tratamento 95.

O forno 4 é um forno de tratamento térmico da madeira, o condensado dos gases que saem desse forno contém portanto numerosos compostos orgânicos voláteis tais como hidrocarbonetos condensáveis. O
20 tanque 93 é portanto ligado a um meio de decantação 42 (por exemplo de tipo extrator de óleo com transbordamento) que permite separar as águas e os óleos (ou ácidos graxos) que são recuperados em um tanque 44 tendo em vista uma reutilização ulterior (revalorização na indústria química ou então utilização como combustível).

25 A água proveniente do meio 42 é evacuada na direção do coletor 94. As frações gasosas dos efluentes poderão ser recuperadas e conduzidas para o queimador como foi descrito em referência ao modo de realização precedente.

É visto na figura 7 que os segundos condensadores 41 são

ligados a jusante a um coletor 100 de evacuação dos gases para a atmosfera. Esse coletor compreende um ventilador 43 (ou grupo de ventilação) que permite regular a velocidade dos gases dentro dos fornos 4, 12. A regulação é completada com o auxílio de venturis 96, e 97 que asseguram uma colocação em ligeira depressão dos fornos 4, 12. O nível da depressão é regulado com o auxílio de válvulas 98 e 99 que são comandadas pelo meio de comando 23.

As válvulas 98, 99 permitem assim gerir com precisão a velocidade dos gases que circulam dentro dos fornos. É de fato desejável que essa velocidade seja a menor possível (algumas dezenas de centímetros por segundo) de tal modo para que o tratamento térmico efetuado se aproxime de uma desidratação o que permite evitar a torção e a explosão dos materiais orgânicos tratados (madeira).

As válvulas 98 e 99 poderão ser dispostas a montante dos segundos condensadores 41. Será então possível associar vários fornos a um único e mesmo condensador 41. Cada válvula 98, 99 assegurará então de um modo individual o comando da vazão dos gases dentro do forno ao qual ela está associada.

É constatado com a leitura do descritivo precedente que esse modo de realização da invenção é especialmente econômico e permite utilizar de modo ótimo a energia térmica fornecida pela fornalha, tanto para produzir um gás pobre em oxigênio, quanto para aquecê-lo e regular sua temperatura e sua circulação dentro dos fornos.

Esse modo de realização necessita no entanto de uma fase de partida especial que vai ser descrita em referência à figura 8.

No decorrer dessa fase de partida é necessário iniciar o funcionamento do meio frigorífico de absorção 14. Esse último deve atingir um regime de funcionamento que assegura ao nível do condensador 11 uma temperatura dada (compreendida entre 5°C e 20°C) que permite assegurar a condensação das impurezas contidas nos gases de combustão.

A fase de partida vai portanto utilizar a energia térmica do queimador para iniciar o funcionamento do meio frigorífico. É de fato o trocador 35 que retira a energia térmica necessária para o meio frigorífico 14.

5 No decorrer dessa fase de partida os fornos 4, 12 são completamente isolados dos circuitos de gás.

As válvulas 72 e 76 são portanto fechadas e os gases de combustão não circulam no circuito frio 73. Os misturadores 74 e 75 estão por outro lado em uma posição que assegura o isolamento dos fornos 4 e 12.

10 Foram representados na figura 8 em traços cheios os circuitos de gás ativos e em traços pontilhados os circuitos de gás inativos.

As bombas 78 e 79 são paralisadas. Uma válvula de chapeleta anti-retorno 104 é interposta entre a bomba 79 e o circuito quente 77 a montante do superaquecedor 16.

15 Assim os gases de combustão que saem da fornalha são conduzidos diretamente através da canalização 103 para o ar livre. Uma válvula 102 foi para isso aberta e a torneira de três vias 87 foi posicionada de modo a isolar o circuito de equilíbrio 84, 85.

A única função dos gases de combustão é portanto então iniciar o meio frigorífico graças ao trocador 35.

20 O circuito do superaquecedor 16 não recebe por ocasião da partida a circulação dos gases de combustão. A fim de não deteriorar o mesmo durante essa fase, faz-se circular ar fresco desidratado nesse último. Esse ar é fornecido por um grupo de ventilação 106 através de uma válvula de chapeleta anti-retorno 105 e ele alimenta o superaquecedor 16. O ar é
25 desidratado através do condensador 107 de um meio frigorífico específico (meio frigorífico convencional de compressor). A água condensada é evacuada na direção do meio de decantação 13.

As válvulas de chapeleta anti-retorno 104 e 105 asseguram ao isolamento dos circuitos de ar fresco de partida e dos gases de combustão.

Basta impedir a passagem do ar fornecido pelo grupo de ventilação 106 na direção da bomba 79 (válvula de chapeleta 104), e impedir inversamente um retorno dos gases de combustão do superaquecedor 16 na direção do grupo ventilador 106 por ocasião do funcionamento permanente (válvula de chapeleta 105).

O ar desidratado é portanto conduzido para o superaquecedor 16 e ele passa no circuito quente 77. Ele não pode ir na direção dos fornos (misturadores 74, 75 fechados) e ele segue o circuito 80, via a válvula 81 que está aberta. A torneira de três vias 82 é posicionada de tal modo que esse ar reaquecido pela fornalha 6 é evacuado ao ar livre através da canalização 103.

Um condensador 101 é disposto ao nível do circuito 80. Esse condensador é ligado ao meio frigorífico de absorção 14 (em paralelo ao trocador principal ou fervedor 35). Ele assegura uma recuperação complementar das calorias veiculadas pelo ar quente. Favorece-se assim a partida rápida do meio frigorífico 14.

O ar reaquecido proveniente do circuito 80 pode eventualmente ser conduzido à fornalha 6 para assegurar um preaquecimento.

Quando a temperatura do condensador 11 atingiu o valor desejado (compreendido entre 5°C e 20°C), as válvulas 72 e 76 se abrem progressivamente enquanto que a válvula 102 se fecha progressivamente e que as bombas 78 e 79 se colocam em funcionamento (e que o grupo ventilador 106 para). As diferentes válvulas e misturadores são em seguida comandados de modo a equilibrar as vazões em função das temperaturas desejadas para os fornos.

Quando a válvula 102 está completamente fechada e que o grupo de ventilação 106 está parado a fase de partida terminou.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo de tratamento térmico de um material dentro de um forno (4), e notadamente de um material orgânico tal como a madeira, processo que utiliza os gases de combustão fornecidos por pelo menos um
5 queimador (5) associado a uma fornalha (6), processo caracterizado pelo fato de que é prevista uma primeira etapa de condensação dos gases de combustão entre sua saída da fornalha (6) e o forno (4), condensação que permite eliminar uma parte das poeiras contidas nos gases de combustão, a primeira etapa de condensação sendo conduzida com o auxílio de um meio frigorífico
10 de absorção (14) e sendo seguida por uma etapa de superaquecimento dos gases de combustão que permite obter a temperatura desejada para o tratamento térmico.

2. Processo de tratamento térmico de acordo com a reivindicação 1, processo caracterizado pelo fato de que o superaquecimento é
15 realizado com o auxílio dos gases fornecidos por um gerador (17) de gás quente que é ele próprio aquecido pelo queimador (5).

3. Processo de tratamento térmico de acordo com a reivindicação 1, processo caracterizado pelo fato de que o superaquecimento é realizado de um lado ao outro de um trocador aquecido pelo queimador.
20

4. Processo de tratamento térmico de acordo com uma das reivindicações 2 ou 3, processo caracterizado pelo fato de que regula-se a temperatura dos gases de combustão utilizados para o tratamento realizando-se para isso a mistura dos gases que saem da etapa de superaquecimento com aqueles que saem da primeira etapa de condensação.
25

5. Processo de tratamento térmico de acordo com uma das reivindicações 1 a 4, processo caracterizado pelo fato de que procede-se na saída do forno (4) a uma segunda etapa de condensação.

6. Processo de tratamento térmico de acordo com a reivindicação 5, processo caracterizado pelo fato de que a segunda etapa de

condensação é seguida de uma etapa de separação entre a fração sólida e/ou líquida e os próprios gases de combustão.

7. Processo de tratamento térmico de acordo com a reivindicação 6, processo caracterizado pelo fato de que os gases de combustão são re-dirigidos na saída da etapa de separação para o queimador (5) e/ou a fornalha (6), por intermédio de um estágio misturador (46) que assegura uma mistura dos gases com ar, mistura que é dosada em função da medição da taxa de pelo menos um composto combustível incluído nos gases de combustão.

8. Unidade (1) de tratamento térmico de um material, e notadamente de um material orgânico tal como a madeira, unidade que compreende pelo menos um forno (4), aquecido a partir dos gases de combustão provenientes de pelo menos um queimador (5) associado a uma fornalha (6), unidade caracterizada pelo fato de que ela compreende pelo menos um primeiro condensador (11) que é disposto de modo a resfriar os gases de combustão em sua saída da fornalha (6), a condensação permitindo eliminar com a água uma parte das poeiras contidas nos gases de combustão, poeiras que são recuperadas em um meio de decantação (13), unidade que compreende pelo menos um superaquecedor (16) ligado a um meio de aquecimento e que permite reaquecer os gases de combustão em sua saída do primeiro condensador (11), e que compreende também pelo menos um meio frigorífico (14) de absorção que utiliza como fonte quente a fornalha (6) e que compreende pelo menos um circuito refrigerante (T_{11}) que é acoplado ao primeiro condensador (11).

9. Unidade de tratamento térmico de acordo com a reivindicação 8, caracterizada pelo fato de que o meio de aquecimento é ligado ao superaquecedor (16) por intermédio de um meio (22, 23) de regulação da temperatura dos gases de combustão.

10. Unidade de tratamento térmico de acordo com a

reivindicação 9, caracterizada pelo fato de que o meio de aquecimento é ligado a um gerador de gases quentes (17) que é ele próprio aquecido pelo ou pelos queimadores (5).

5 11. Unidade de tratamento térmico de acordo com a reivindicação 10, caracterizada pelo fato de que o superaquecedor (16) compreende pelo menos dois circuitos (28, 29, 30, 31) de circulação de gases quentes dispostos dentro de um recinto (32) através do qual circulam os gases de combustão, os circuitos sendo dispostos de tal modo que os gases de combustão circulam em um sentido inverso do sentido dos gases quentes
10 fornecidos pelo gerador de gás (17), cada circuito sendo por outro lado dotado de uma válvula (22a, 22b, 22c, 22d) de regulação da vazão de gás cuja abertura é comandada pelo meio (23) de regulação de temperatura.

12. Unidade de tratamento térmico de acordo com a reivindicação 9, caracterizada pelo fato de que o superaquecedor é constituído
15 por um trocador (16) aquecido pelo próprio queimador (5).

13. Unidade de tratamento térmico de acordo com a reivindicação 12, caracterizada pelo fato de que o trocador (16) que forma superaquecedor compreende tubuladuras incorporadas estruturalmente a um gerador de gás quente.

20 14. Unidade de tratamento térmico de acordo com uma das reivindicações 12 ou 13, caracterizada pelo fato de que o meio de regulação da temperatura dos gases de combustão compreende dois circuitos: um circuito (73) de gases de combustão frios provenientes do primeiro condensador (11) e um circuito (77) de gases de combustão quentes
25 provenientes do superaquecedor (16), a temperatura dos gases de combustão utilizados sendo regulada por pelo menos um misturador (74, 75) que assegura a mistura dos gases frios com os gases quentes.

15. Unidade de tratamento térmico de acordo com a reivindicação 14, caracterizada pelo fato de que cada circuito quente e frio

incorpora uma bomba (78, 79), a vazão das bombas sendo regulada de modo a assegurar a igualdade das vazões de gás de combustão a montante e a jusante do superaquecedor (16).

5 16. Unidade de tratamento térmico de acordo com uma das reivindicações 14 ou 15, caracterizada pelo fato de que cada circuito (73, 77) de gases de combustão quentes ou frios compreende um circuito de equilíbrio (80-83, 84-85) que permite compensar as perdas de carga geradas pelo misturador (74, 75), circuito de equilíbrio que reinjeta uma parte dos gases quentes ou frios a montante da bomba (78, 79) do circuito considerado.

10 17. Unidade de tratamento térmico de acordo com uma das reivindicações 6 ou 16, caracterizada pelo fato de que ela compreende pelo menos um segundo condensador (41) que é disposto na saída do forno (4).

15 18. Unidade de tratamento térmico de acordo com a reivindicação 17, caracterizada pelo fato de que ela compreende um meio de decantação (42) que permite separar a fração sólida e/ou líquida e os próprios gases de combustão.

20 19. Unidade de tratamento térmico de acordo com a reivindicação 18, caracterizada pelo fato de que ela compreende um estágio misturador (46) que assegura uma mistura dos gases que saem do segundo condensador (41) e do meio de decantação (42) associado com ar, esse estágio misturador compreendendo pelo menos uma válvula (46) da qual a abertura é comandada por um meio de regulação (47) que comanda o grau de abertura da válvula (46) em função da medição da taxa de pelo menos um composto combustível incluído nos gases de combustão, a mistura do ar e dos gases de
25 combustão sendo re-dirigida para o queimador (5) e/ou a fornalha (6).

20. Unidade de tratamento térmico de acordo com uma das reivindicações 17 a 19, caracterizada pelo fato de que pelo menos um circuito refrigerante (T_{11}) do meio frigorífico de absorção é acoplado também ao segundo condensador (41).

21. Unidade de tratamento térmico de acordo com uma das reivindicações 8 ou 20, caracterizada pelo fato de que o gerador de gás quente (17) é alimentado com ar através de um terceiro condensador (53) conectado a um circuito refrigerante (T_{53}) do meio frigorífico de absorção (14).

5 22. Unidade de tratamento térmico de acordo com uma das reivindicações 6 a 21 e mais especialmente destinada a assegurar o tratamento de madeira, unidade caracterizada pelo fato de que ela compreende pelo menos um forno (4) que compreende duas paredes laterais (55a, 55b) confrontantes e uma parede superior (56), paredes que são realizadas sob a
10 forma de caixões nos quais circularão os gases de combustão (G), esses últimos sendo trazidos ao nível do caixão superior (56) que é dividido em dois meios caixões, um meio caixão que recebe os gases de combustão (Ge) que chegam ao forno e o outro meio caixão que coleta os gases (Gs) para sua evacuação depois de sua passagem dentro do forno (4), cada meio-caixão se
15 comunicando por outro lado com um caixão lateral (55a, 55b) distinto, as paredes dos caixões laterais sendo dotadas de perfurações (65) que permitem a passagem dos gases (G) do caixão lateral para o interior do forno, os gases sendo assim introduzidos dentro do forno (4) ao nível de um caixão lateral e sendo evacuados para fora do forno através do outro caixão lateral.

20 23. Unidade de tratamento térmico de acordo com a reivindicação 22, caracterizada pelo fato de que o caixão superior (56) é globalmente paralelepípedo e dividido em quatro compartimentos (57a, 57b, 58a, 58b) por duas divisórias (59, 60) que se estendem de acordo com diagonais, um primeiro compartimento (57a) sendo ligado a um conduto (8f)
25 de admissão dos gases de combustão (Ge) e um segundo compartimento (57b) sendo ligado a um conduto (9) de evacuação dos gases de combustão (Gs), os dois outros compartimentos sendo ligados cada um deles a um dos caixões laterais (55a, 55b), um postigo pivotante (61) mediano podendo ser posicionado à escolha no prolongamento de uma ou de outra das divisórias

diagonais (59, 60), de modo a dividir o caixão superior (56) em dois meios caixões, o postigo pivotante (61) permitindo assim dirigir os gases de combustão à escolha para um ou outro dos caixões laterais (55a, 55b).

24. Unidade de tratamento térmico de acordo com a
5 reivindicação 23, caracterizada pelo fato de que os caixões laterais (55a, 55b) são dotados de perfurações (65) que serão repartidas em toda a altura de cada caixão, cada caixão lateral sendo por outro lado dotado de um painel (66) que desliza verticalmente e que permite, de acordo com a posição escolhida, obturar todas as perfurações (65) de uma metade superior ou então todas
10 aquelas de uma metade inferior do dito caixão lateral, os painéis (66) sendo por outro lado posicionados na posição alta em um caixão lateral e na posição baixa no outro caixão lateral em função da posição do postigo pivotante (61) do caixão superior (56), o posicionamento dos painéis (66) sendo escolhido de modo a assegurar sempre uma corrente dos gases de combustão que
15 atravessam o forno (4) de uma parte baixa de um caixão lateral (55a, 55b) para uma parte alta do outro caixão lateral (55b, 55a).

25. Unidade de tratamento térmico de acordo com uma das reivindicações 6 a 21 e mais especialmente destinada a assegurar o tratamento de madeira, unidade caracterizada pelo fato de que ela compreende pelo
20 menos um forno (4, 12) que compreende duas paredes laterais (55a, 55b) confrontantes, paredes que são realizadas sob a forma de caixões nos quais circulam os gases de combustão (G), cada parede lateral sendo dividida em dois meios caixões, um caixão inferior (55a1, 55b1) destinado a receber os gases de combustão que chegam ao forno e um caixão superior (55a2, 55b2)
25 que coleta os gases para sua evacuação depois de sua passagem dentro do forno (4, 12), uma válvula de três vias (88, 89) sendo disposta a montante dos caixões inferiores (55a1, 55b1) e uma outra válvula de três vias (90, 91) sendo disposta a jusante dos caixões superiores (55a2, 55b2) de modo a assegurar, pelo comando das duas válvulas, o comando do sentido de passagem dos

gases (G) de uma divisória para a outra divisória.

26. Unidade de tratamento térmico de acordo com a reivindicação 25, caracterizada pelo fato de que é previsto, a jusante do segundo condensador (41) disposto na saída de forno (4, 12), pelo menos um grupo de ventilação (43) acoplado a um venturi (96, 97) e que permite manter o forno (4, 12) em depressão, uma válvula (98, 99) disposta a jusante do forno (4, 12) permitindo regular a vazão de gás através do forno.

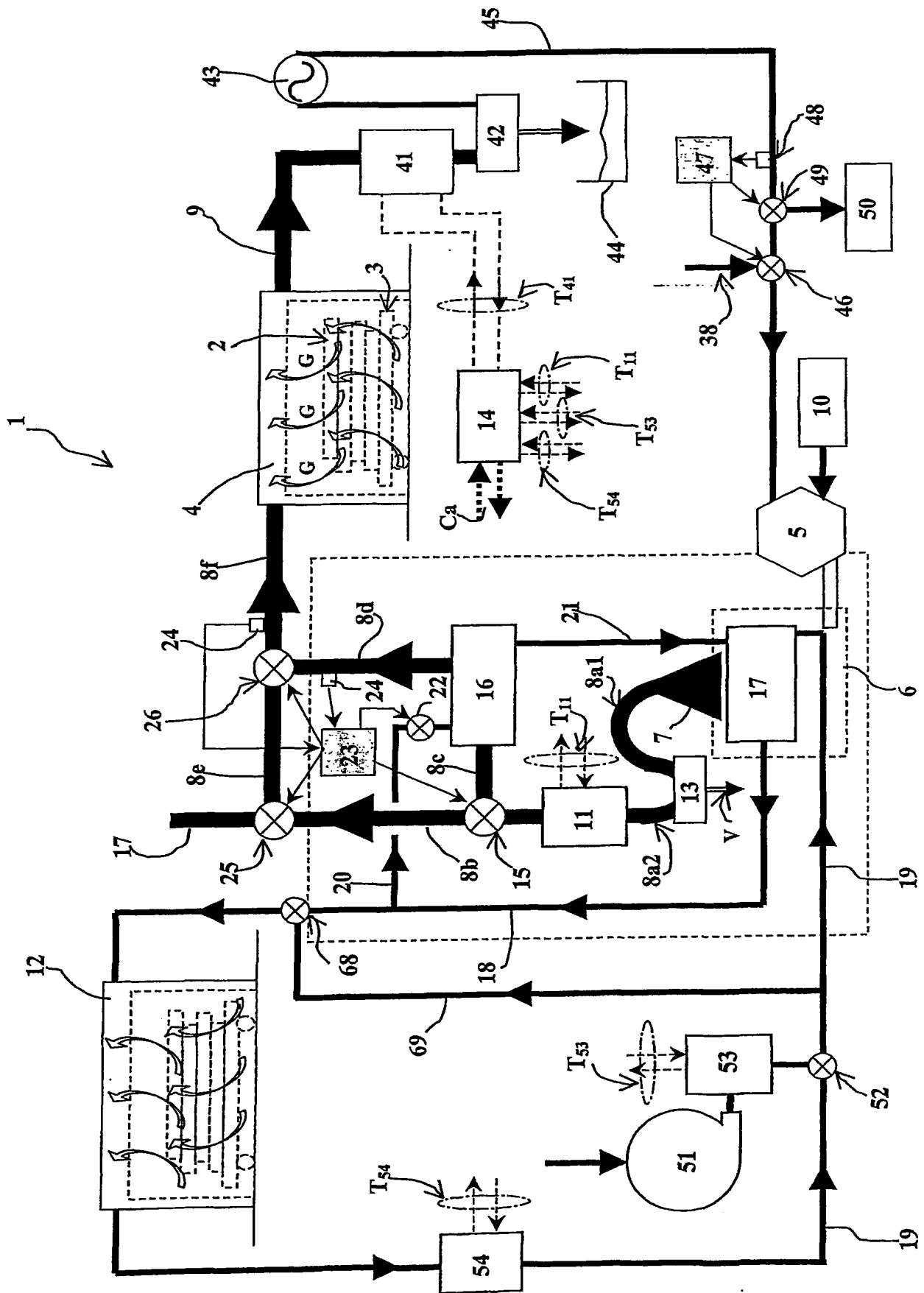


Fig. 1

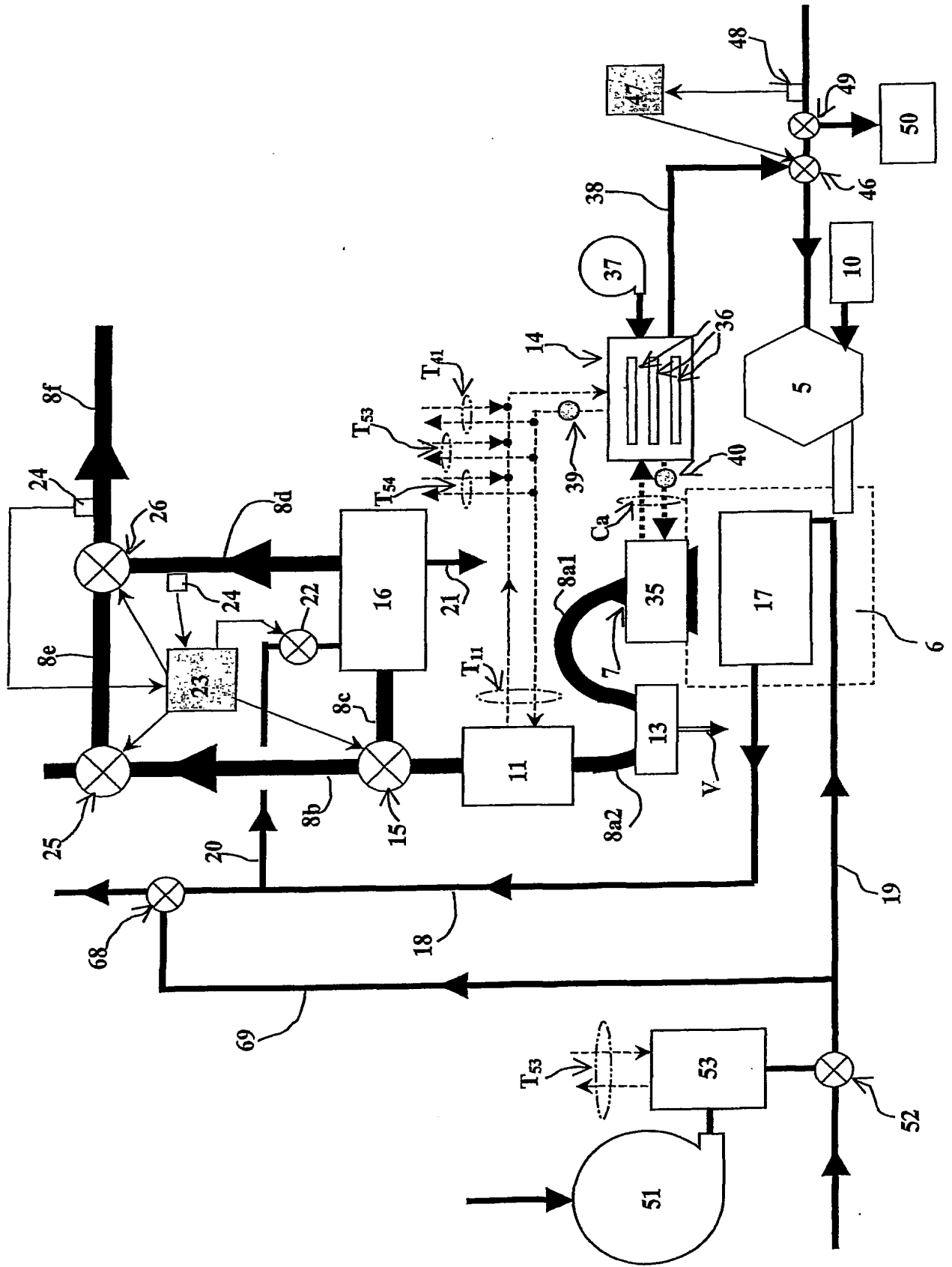


Fig. 2

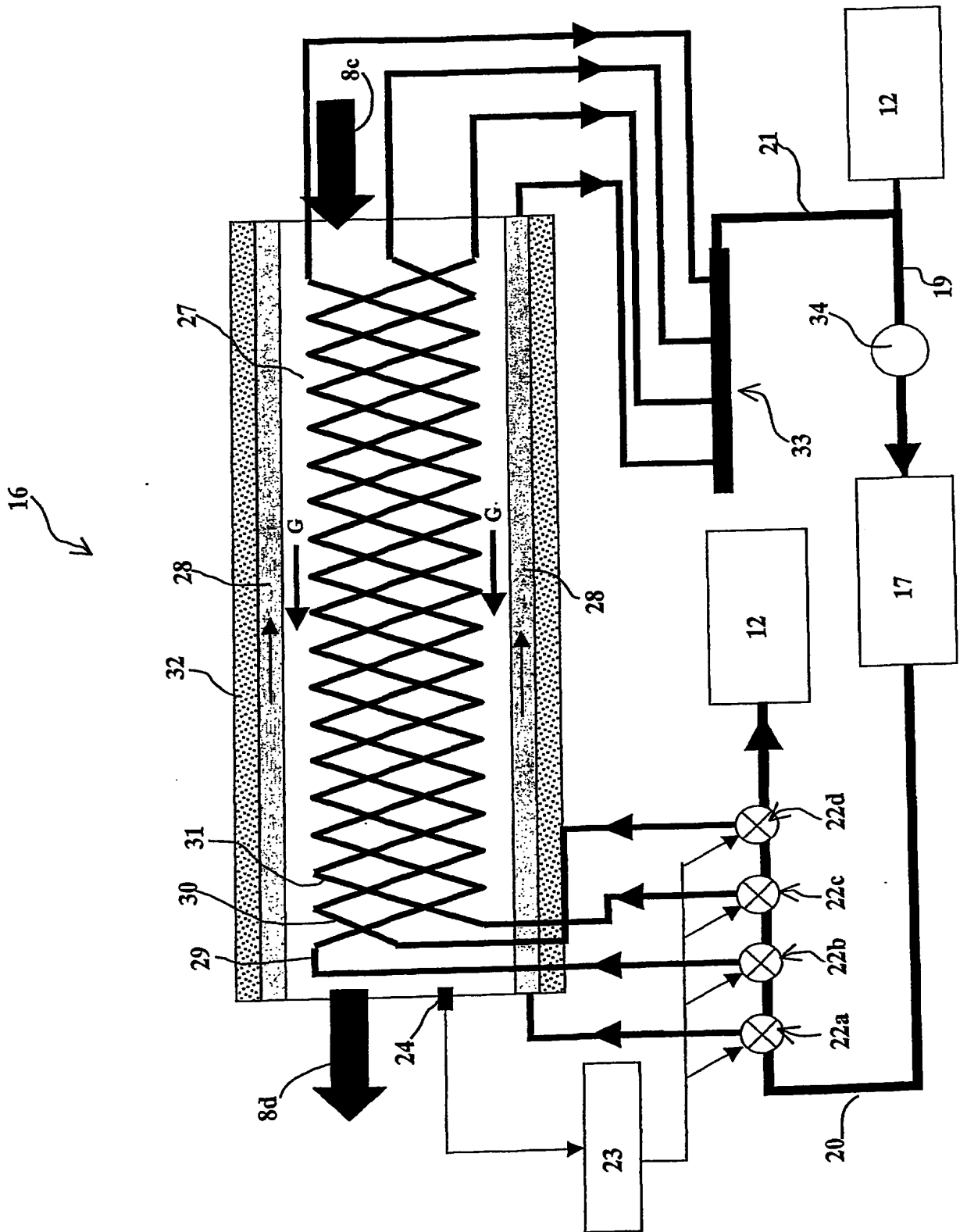


Fig. 3

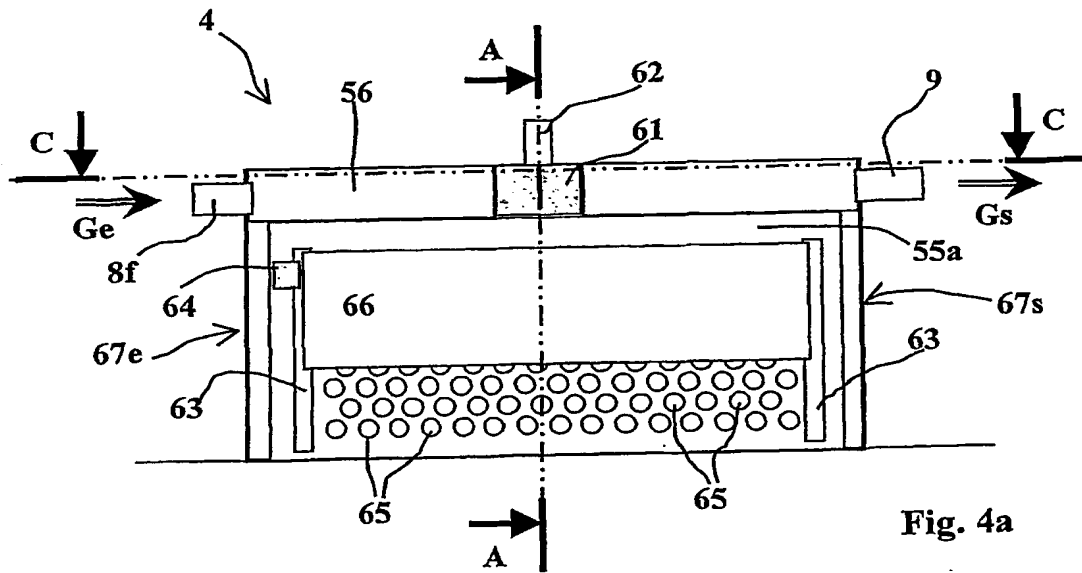


Fig. 4a

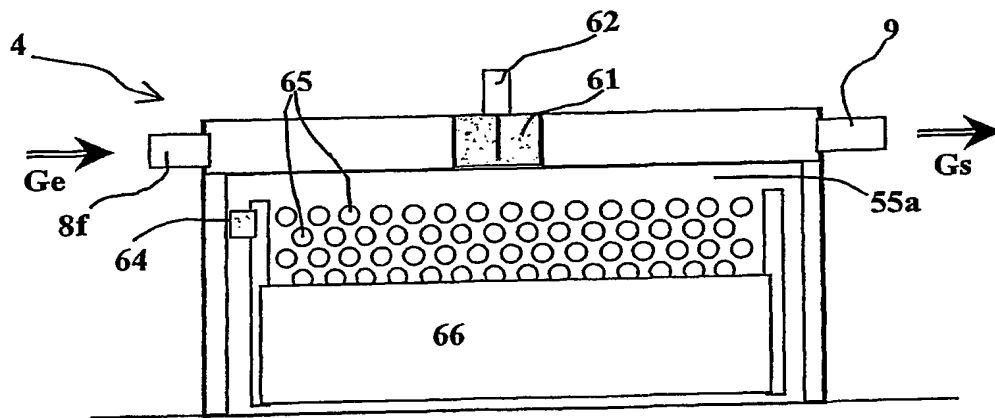


Fig. 4b

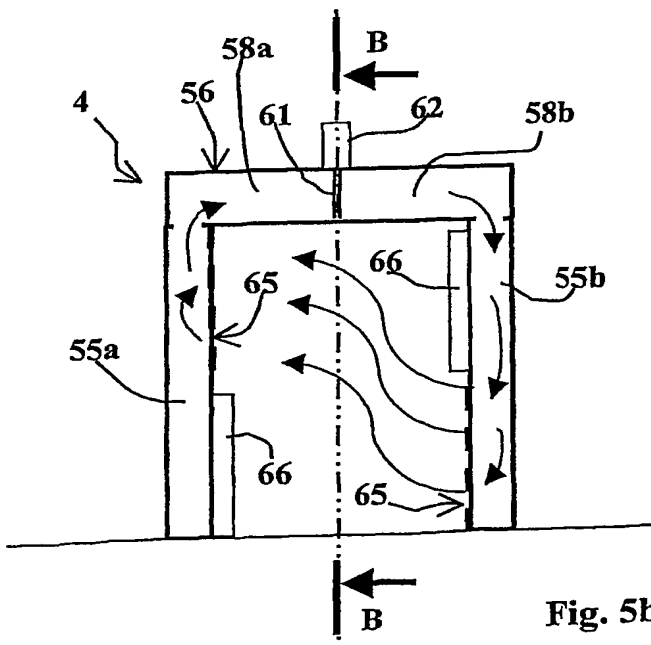


Fig. 5b

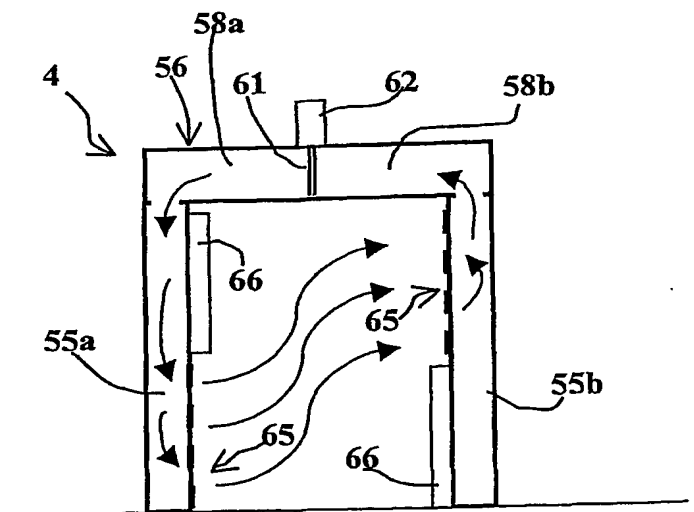


Fig. 5a

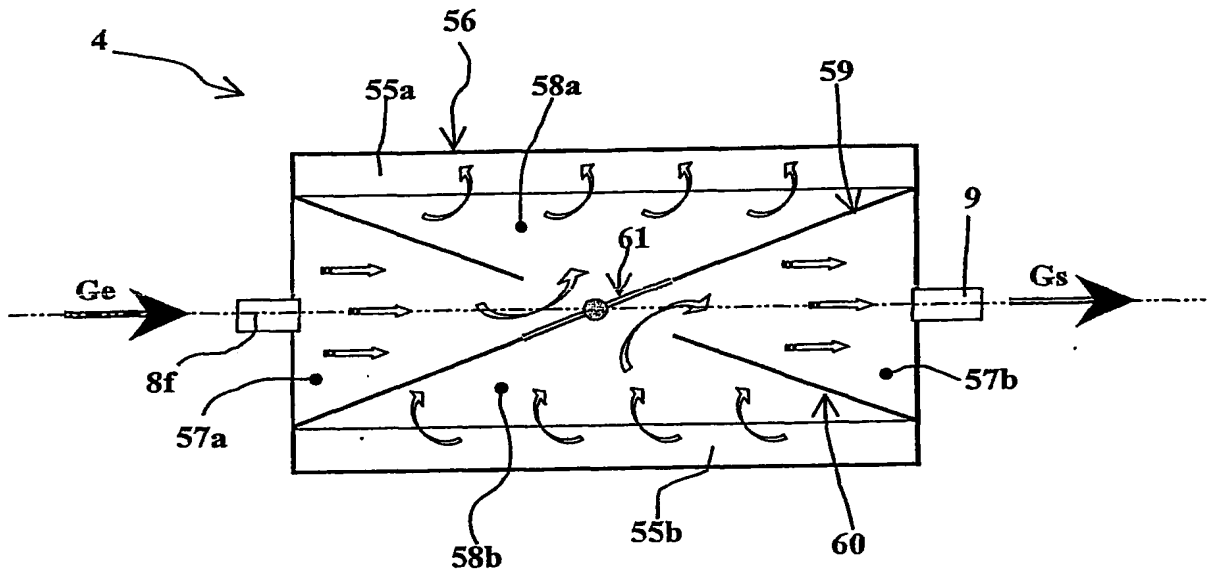


Fig. 6a

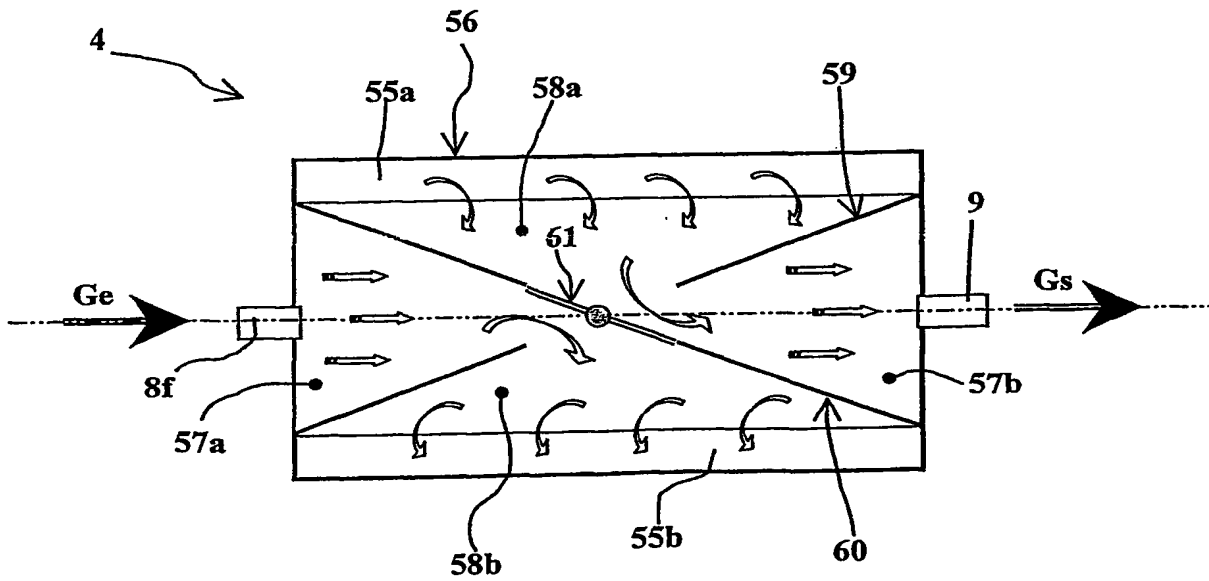


Fig. 6b

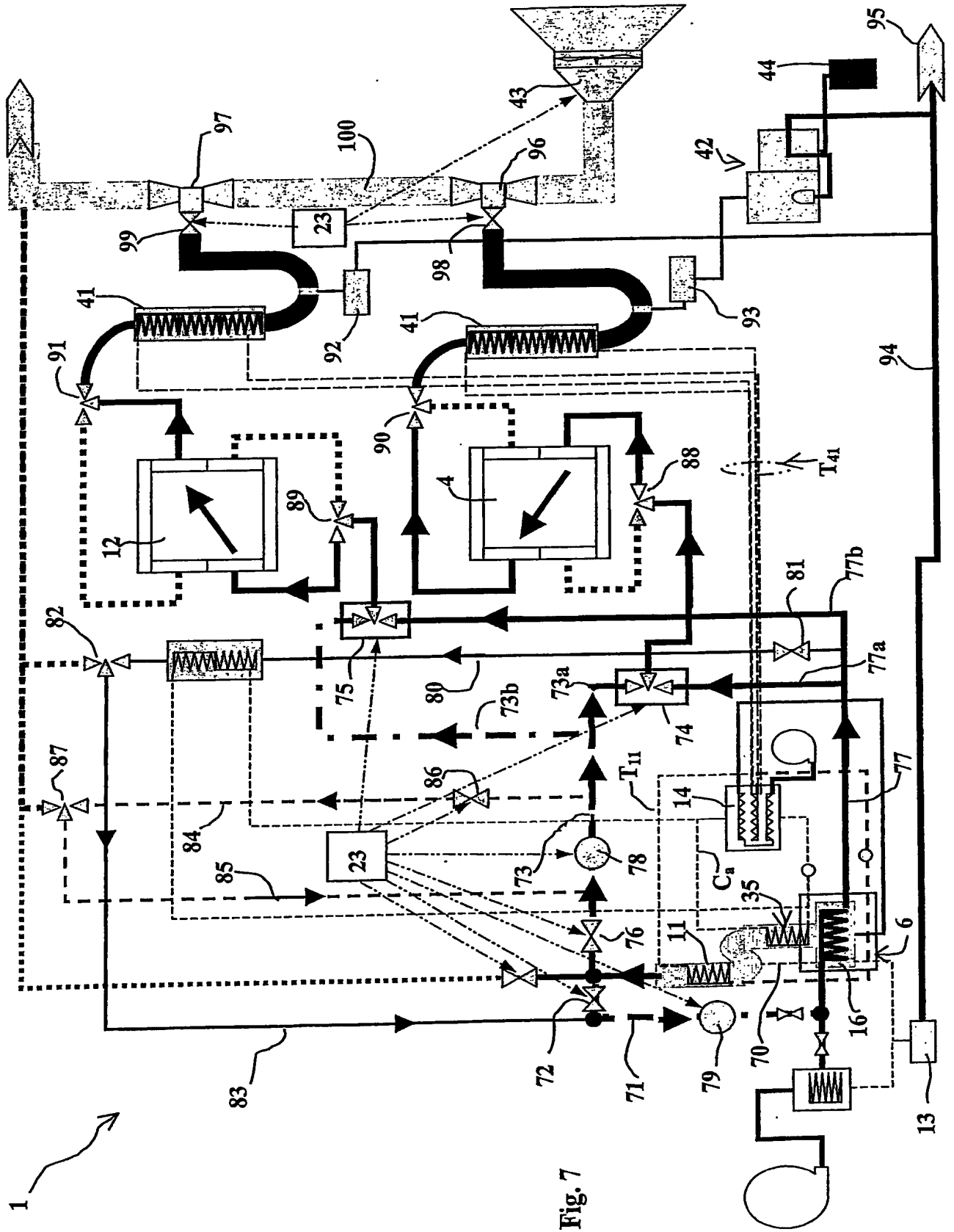


Fig. 7

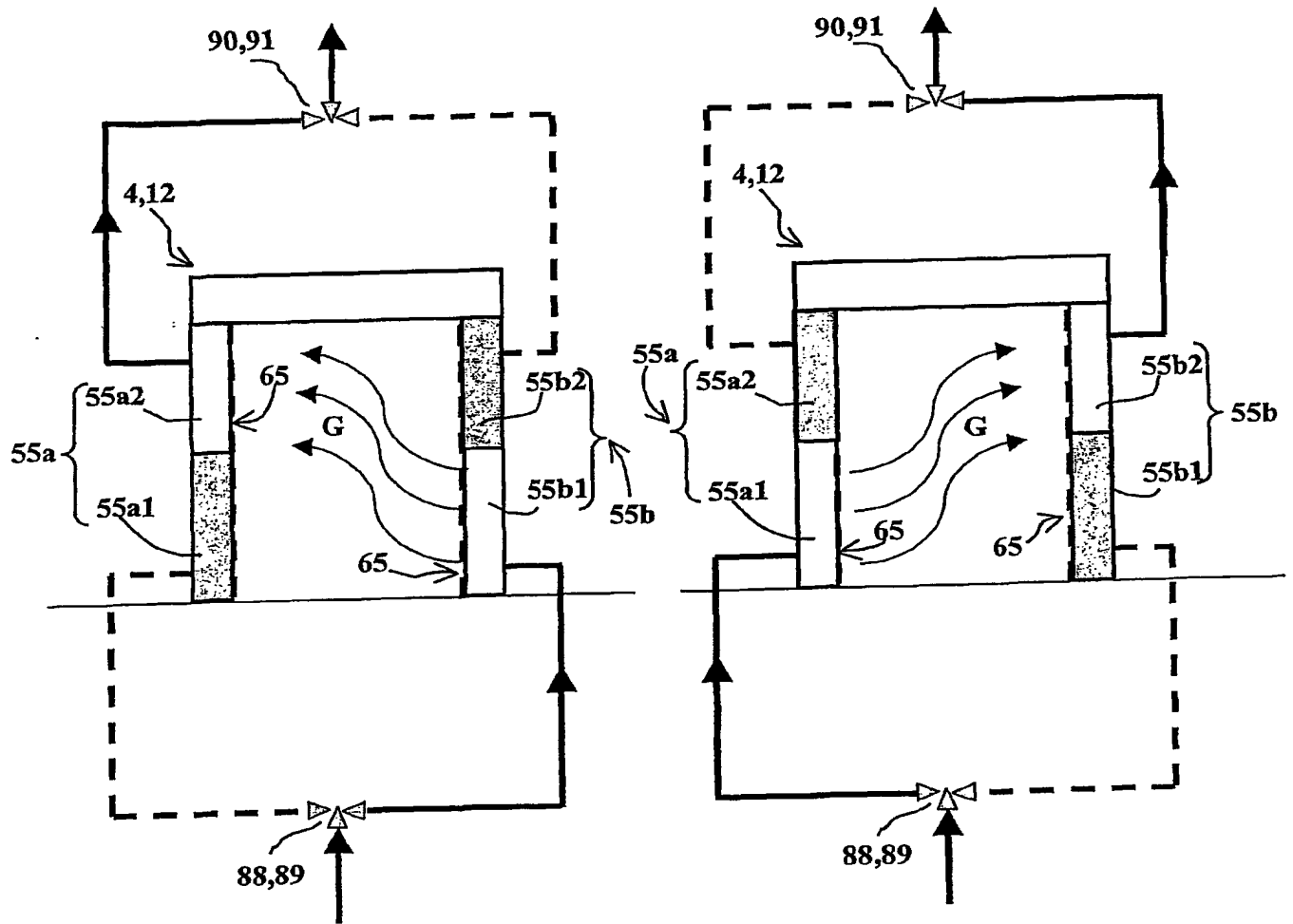


Fig. 9a

Fig. 9b

RESUMO

“PROCESSO DE TRATAMENTO TÉRMICO DE UM MATERIAL DENTRO DE UM FORNO E UNIDADE DE TRATAMENTO TÉRMICO DE UM MATERIAL, E NOTADAMENTE DE UM MATERIAL
5 ORGÂNICO TAL COMO A MADEIRA”

A invenção tem como objeto um processo de tratamento térmico de um material dentro de um forno (4), processo que utiliza os gases de combustão fornecidos por pelo menos um queimador (5) associado a uma fornalha (6). Esse processo é caracterizado pelo fato de que é prevista uma
10 primeira etapa de condensação dos gases de combustão entre sua saída da fornalha (6) e o forno (4), condensação que permite eliminar uma parte das poeiras contidas nos gases de combustão, a condensação sendo conduzida com o auxílio de um meio frigorífico de absorção (14) e sendo seguida por
15 uma etapa de superaquecimento dos gases de combustão que permite obter a temperatura desejada para o tratamento térmico. A invenção tem também como objeto uma unidade de tratamento que executa um tal processo. O processo é mais especialmente aplicável ao tratamento térmico da madeira.