

(11) *Número de Publicação:* PT 88561 B

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

F26B007/00 A

F26B017/20 B

(12) *FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO*

(22) <i>Data de depósito:</i>	1988.09.21	(73) <i>Titular(es):</i>	A. AHLSTROM CORP.	
(30) <i>Prioridade:</i>	1987.09.21 FI 874096		- SF-29600 NOORMARKKU	FI
(43) <i>Data de publicação do pedido:</i>	1989.07.31	(72) <i>Inventor(es):</i>	EERO BERG	FI
(45) <i>Data e BPI da concessão:</i>	04/93 1993.04.01	(74) <i>Mandatário(s):</i>	JOÃO DE ARANTES E OLIVEIRA	
			RUA DO PATROCÍNIO 94 1350 LISBOA	PT
(54) <i>Epígrafe:</i>	PROCESSO E APARELHO PARA SECAR MATERIAL SÓLIDO			
(57) <i>Resumo:</i>				

DESCRIÇÃO
DA
PATENTE DE INVENÇÃO

N.º 88 561

REQUERENTE: A. AHLSTROM CORPORATION, finlandesa, com se
de em SF-29600 Noormarkku, Finlândia.

EPÍGRAFE: " PROCESSO E APARELHO PARA SECAR MATERIAL
SÓLIDO ".

INVENTORES: Eero Berg.

Reivindicação do direito de prioridade ao abrigo do artigo 4.º da Convenção de Paris
de 20 de Março de 1883. Finlândia em 21 de Setembro de 1987,
sob o nº 874096.

Descrição referente à patente de invenção de A. Ahlström Corporation, filandesa, industrial e comercial, com sede em SF-29600 Noormarkku, Finlândia, (inventor: Eero Berg, residente na Finlândia), para : "PROCESSO E APARELHO PARA SECAR MATERIAL SÓLIDO".

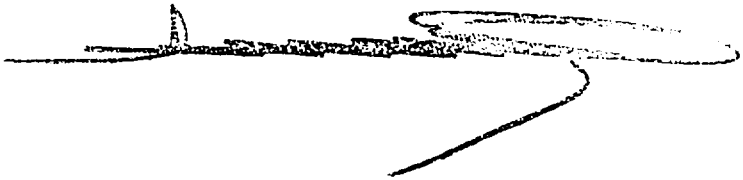
D E S C R I Ç Ã O

A presente invenção refere-se a um processo e a um aparelho para secar material sólido com o calor de perdas gerado em processos nos quais se tratam materiais a uma temperatura elevada num forno de ustulação rotativo cuja camisa está quente e do qual são descarregados gases quentes além do material tratado.

A presente invenção é particularmente apropriada para a utilização do calor de perdas de fornos de cal na indústria da pasta de papel.

Mas o processo segundo a presente invenção pode utilizar calor de perdas também de outros processos de calcinação bem como a calcinação da pedra calcária, nos quais os materiais são aquecidos a uma temperatura elevada num forno rotativo e nos quais são produzidos gases de escape quentes.

Os fornos de cal são combustores de tam-



bor rotativo comprido, nos quais se regenera para combustão lama de pedra calcárea, separada em ligação com os processos de causticação na indústria da pasta de papel e constituída principalmente por CaCO_3 . O CaCO_3 decompõe-se na combustão de acordo com a reacção $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$.

Teóricamente, o CaCO_3 decompõe-se a uma temperatura tão baixa como cerca de 900°C , mas para atingir taxas de decomposição suficientemente elevadas, a calcinação faz-se a cerca de $1\ 100^\circ\text{C}$ e em fornos rotativos curtos a cerca de $1\ 300^\circ\text{C}$. A lama de pedra calcárea é fornecida fria com um teor de sólidos de cerca 60 a 65% a partir do filtro da lama de pedra calcárea para o forno rotativo. Os gases de combustão quentes produzidos na extremidade oposta do forno são conduzidos contra o fluxo da lama de pedra calcárea. Nos fornos compridos, o tempo de combustão pode ser de cerca de 4 horas, de modo que a evaporação da água contida na lama de pedra calcárea, a produção de grãos de lama de pedra calcárea, o aquecimento e a combustão fazem-se lentamente dando um bom resultado. A temperatura da pedra calcárea na saída é normalmente de cerca de 1200 a $1\ 400^\circ\text{C}$.

Usa-se o fuelóleo pesado ou, em alguns casos, gás natural para aquecer o forno de cal. Nos fornos de cal modernos, equipados com refrigeradores para a pedra calcárea calcinada, o consumo de calor é de cerca de $1\ 800$ Mcal por cada tonelada de pedra calcárea, sendo o teor de sólidos secos da lama de pedra calcárea de 60% em combustão. Devido aos elevados custos de energia têm-se feito esforços contínuos para melhorar a economia de energia na indústria da pasta de papel. Os fornos de cal estão equipados com depuradores dos gases da combustão a fim de recuperar o calor perdido e separar as poeiras dos gases da combustão. O conteúdo de calor da pedra calcárea calcinada na saída é recuperado nos pré-aquecedores do ar secundário para o forno.

Além disso, foram ensaiados combustíveis sólidos mais baratos, tais como cascas de árvores, resíduos de madeira e turfa para o aquecimento dos fornos de cal.

Porém, a combustão directa de combustíveis sólidos nos fornos de cal não provaram ser uma solução



eficaz, visto que o Si e o Al dos combustíveis associam-se à circulação dos produtos químicos no fabrico da pasta de papel, onde criam problemas.

De acordo com a publicação de patente finlandesa FI 72 542, é também conhecido o processo de gaseificar o combustível sólido com um gaseificador separado, com um gaseificador integrado em ligação com o forno de cal, produzindo-se assim gás limpo para o aquecimento do forno de cal. As cinzas já são separadas no gaseificador e não se associam à circulação química.

Quando se substitui o fuelóleo por, por exemplo, gás combustível obtido a partir das cascas de árvores, na maioria dos casos é necessário primeiramente secar as cascas de árvores.

Isso requer energia adicional e instalações separadas.

Se se gaseificarem cascas de árvores muito húmidas, a pedra calcária não será calcinada totalmente no forno.

Se as cascas de árvores estiverem demasiado húmidas, pode usar-se óleo como combustível auxiliar na combustão, mas aumentarão consequentemente as perdas de energia.

Nos fornos de cal modernos, o calor é normalmente recuperado a partir do processo pré-aquecendo o ar secundário levando-o ao contacto com a pedra calcária na saída.

Porém, o ar provoca a pulverização da lama da pedra calcária no forno. O pó fino também flui para fora do forno e portanto entra de novo no forno com o ar. Forma-se assim uma circulação do pó em torno do forno que reduz a capacidade do mesmo.

Para conseguir uma maior economia de calor, é conhecido o processo, como se descreve na patente americana 4 626 202, de calcinar por exemplo a pedra calcária num forno rotativo, no qual a calcinação é feita em vários espaços de calcinação cilíndricos e paralelos dispostos em torno de uma área de combustão cilíndrica paralela aos referii



dos espaços.

Mas esta solução é extremamente complicada e cara e não pode ser utilizada nos fornos de cal existentes.

É também conhecido, como se descreve nas patentes alemã 2 747 457 e finlandesa 60 609, recuperar o calor de radiação da superfície do manto exterior do forno rotativo com meios de recuperação arrefecidos por água. A utilização do calor tem sido tentada em alguns outros processos.

O objecto da presente invenção consiste em melhorar a economia da utilização do calor dos fornos rotativos sem os inconvenientes atrás mencionados. Um outro objecto da presente invenção consiste em permitir a utilização de uma grande variedade de combustíveis na gaseificação em ligação com o forno rotativo.

Um outro objecto da presente invenção consiste em proporcionar meios de recuperação do calor que podem ser aplicados aos fornos rotativos existentes, sem grandes alterações.

A presente invenção é caracterizada por os sólidos serem secos por utilização simultânea do calor de radiação e/ou de convexão do manto exterior quente do forno rotativo e pela descarga dos gases quentes do forno rotativo quente. Foi calculado que as perdas por irradiação de calor, por exemplo num forno de cal, são 10% da capacidade térmica total.

O processo segundo a presente invenção pode ser realizado com um aparelho caracterizado por compreender um forno rotativo e uma construção do género de uma camisa exterior que envolve pelo menos parte do manto do forno que, em conjunto, formam um espaço de secagem provido de uma entrada para os sólidos húmidos e os gases quentes, bem como uma saída para os sólidos secos e os gases arrefecidos.

A presente invenção é especialmente apropriada para a secagem de cascas de árvores, serradura, turfa, resíduos de madeira ou outros bio-resíduos húmidos. Com o processo segundo a presente invenção é também possível secar, por exemplo, carvão húmido ou bolos de pasta. O processo se-



gundo a presente invenção pode também ser usado para secar outros materiais sem ser o próprio combustível. Por exemplo, a lama de pedra calcárea pode secar-se por meio deste processo, de modo que pode encurtar-se o forno de cal, pois deixa de ser necessária energia calorífica para a evaporação da água. Usualmente os materiais sólidos que não estão demaseadamente húmidos podem secar-se com o processo segundo a presente invenção.

O teor de água das cascas de árvore a secar pode ser tão grande como 70%, mas a lama de pedra calcárea pode tornar-se muito pegajosa quando contiver menos de 60% de água.

Como o teor de água dos materiais sólidos e a quantidade do calor de perdas no forno rotativo variam, é possível assegurar uma secagem permanente com um combustor extra por meio do qual se produz uma quantidade adicional de gases quentes além dos gases quentes descarregados do forno.

Descreve-se a seguir com mais pormenor uma forma de realização da presente invenção com referência ao desenho anexo que é uma ilustração do equipamento de combustão da lama de pedra calcárea.

A lama de pedra calcárea é fornecida a partir de uma conduta (2) na parte superior do forno rotativo para o interior do forno de cal rotativo inclinado (1). O gás que atravessa a conduta (3) é fornecido para o interior da parte inferior do forno rotativo (1) a partir de um gaseificador (4) e a pedra calcárea calcinada é retirada do forno (1) através de um refrigerador da pedra calcárea (5) numa conduta (6). O forno rotativo recebe ar de combustão de uma conduta (7), recebendo o refrigerador da pedra calcárea ar de refrigeração a partir de uma conduta (8).

Quando o forno rotativo roda, a lama de pedra calcárea flui da secção superior do forno inclinado para a sua secção inferior, em contracorrente com os gases da combustão quentes produzidos na secção inferior do forno pelo que a água se evapora e o carbonato de cálcio é calcinado para dar a cal, formando então gases da combustão quentes. Os



gases da combustão são descarregados do forno através de uma conduta (9) e juntos depois a um meio de purificação do gás (10), por exemplo um filtro de poeiras. Daí, os gases da combustão são conduzidos ainda através de uma conduta (11) para uma câmara de alimentação (12) através da qual as cascas de árvores, ou outros materiais sólidos correspondentes, húmidos são fornecidos por exemplo com um transportador de parafuso (13) de um depósito (14) para um secador (15) através de uma entrada (16). O secador propriamente dito (17) é constituído sob a forma de uma camisa que envolve pelo menos parte da superfície do manto do forno rotativo (1). A superfície exterior (18) do manto do forno rotativo e a superfície interior da construção em forma de camisa formam em conjunto um espaço de secagem (19), em uma de cujas extremidades é colocada uma entrada (16) para os sólidos húmidos e para os gases quentes e em cuja outra extremidade é colocada uma saída (20) para os sólidos secos e os gases arrefecidos.

Na forma de realização ilustrada no desenho o material sólido a secar é transportado na direcção paralela com os gases da combustão, de modo que os gases da combustão contribuem para o transporte do material sólido. Em algumas outras formas de realização, pode ser preferível fornecer o material sólido e os gases de combustão em contracorrente uns em relação aos outros no espaço de secagem.

Os sólidos húmidos avançam no espaço de secagem entre a superfície do manto e o secador em forma de camisa, tanto na direcção axial como na direcção da periferia do forno. A superfície do manto do forno rotativo está provida de pás (22) para regular o movimento do material sólido do modo e com a velocidade desejados. As pás podem naturalmente ser fixadas na camisa do secador, bem como, quer à superfície do manto do forno, quer à camisa do secador. As válvulas podem ser substituídas por várias pás ou hélices para orientar o material sólido na direcção desejada. A rotação do forno inclinado, por si, facilita o movimento do avanço do material sólido no espaço de secagem.

Na forma de realização segundo a presente invenção ilustrada no desenho, a construção sob a forma de



camisa (17) e a superfície (18) do manto do forno rotativo são integradas, de modo que o secador roda juntamente com o forno. As entradas e as saídas do espaço de secagem são vedadas, o que não está representado no desenho. Por outro lado, noutras aplicações, pode usar-se um secador dos sólidos independentes e não rotativo, de modo que as entradas e as saídas não necessitam de ser vedadas. Isso significa que a secção inferior da camisa do secador poderia ser dotada de uma saída para o material seco ou com uma simples comporta, através da qual o espaço de secagem pode ser esvaziado rapidamente, se necessário, por exemplo em caso de sobreaquecimento do espaço de secagem.

Na forma de realização representada no desenho, o material a secar é fornecido através do espaço de secagem na direcção paralela com a lama de pedra calcária a secar. O material sólido pode também ser fornecido no sentido oposto, se for necessário.

De acordo com o desenho, a maior parte dos sólidos secos são conduzidos através de uma calha (24) para um depósito de material seco (23) sob o forno rotativo. Os gases são descarregados para cima através de uma conduta (29) para o interior de um ciclone separador (25), de onde são descarregados os gases da combustão purificados, sendo os sólidos aí separados conduzidos para o depósito (23). Os sólidos secos são depois levados através de uma conduta (26) para um gaseificador, onde os sólidos são gaseificados por meio de ar (27) que entra no referido gaseificador.

As cinzas e a fuligem (28) são preparadas dos gases quentes, de modo que as impurezas são impedidas de entrar no forno de cal e na restante circulação química.

A temperatura dos gases da combustão que entram no forno de cal no exemplo considerado pode ser de 650 a 750°C. A temperatura dos gases da combustão que deixam o forno de cal pode ser de cerca de 300°C. O simples calor de radiação e de convecção é insuficiente para secar a quantidade necessária de cascas de árvores num forno de cal normal. Teoricamente, o calor de radiação corresponderá, no máximo, a cerca de 40% do calor necessário. É portanto necessária a



energia calorífica gerada pelos gases da combustão. Se, por exemplo, 20% do calor necessário for recuperado sob a forma de calor de radiação, os restantes 80% da energia calorífica necessária para a secagem é recebida dos gases da combustão que têm uma temperatura de aproximadamente 300°C. O tempo de retenção normal do material sólido num secador pode ser de cerca de 20 minutos na aplicação a um forno de cal. O escoamento dos gases da combustão, bem como as pás ou outros transportadores no espaço de secagem permitem no entanto influenciar o tempo de retenção e portanto também o resultado da secagem. No caso de a energia calorífica do calor de radiação e dos gases da combustão não ser suficiente para secar a quantidade de cascas de árvores necessárias, podem adicionar-se gases da combustão à circulação de secagem por meio de um combustor adicional (30).

Em algumas aplicações, podem excluir-se os refrigeradores convencionais de arrefecimento da pedra calcária que funcionam com ar e utilizar-se a energia calorífica recuperada da pedra calcária para secar as cascas de árvores ou similares.

A quantidade de energia calorífica recebida do forno de cal rotativo pode ser influenciada controlando o processo de combustão no forno, por exemplo regulando a quantidade de ar ou de combustível. O calor de radiação pode também ser aumentado reduzindo o revestimento refractário nos pontos onde se recupera calor da superfície do manto.

Isso tem no entanto como consequência o aparecimento de problemas de construção porque, nos fornos convencionais, o limite extremo de resistência é atingido à temperatura de cerca de 400°C.

Pela aplicação do processo segundo a presente invenção, é possível em alguns casos acelerar os processos nos fornos rotativos e diminuir o seu comprimento. Devido ao facto de o calor ser recuperado da superfície do manto do forno, a construção não é susceptível a danos e podem permitir-se temperaturas mais elevadas do processo, no coração do forno, que nos fornos rotativos vulgares.



A situação do secador na direcção longitudinal do forno depende das circunstâncias. Para secar sólidos que secam lentamente e que exigem uma grande quantidade de energia, o secador pode ser quase tão comprido como o próprio forno. Por exemplo, em algumas aplicações, para aumentar a acção de secagem de um forno de cal antigo, pode considerar-se prover com um secador apenas uma parte do forno.

Como atrás se mencionou, o processo segundo a presente Invenção é apropriado para secar os sólidos húmidos mais diversos, não havendo a intenção de limitar a presente invenção à aplicação atrás descrita, que é apenas uma sua forma de realização preferida.

R E I V I N D I C A Ç Õ E S

- 1ª. -

Processo para secar sólidos com calor de perdas gerado em processos nos quais se tratam materiais a altas temperaturas num forno rotativo, cuja superfície do manto está quente e do qual, além do material tratado, são também descarregados gases quentes, caracterizado por se secarem os sólidos utilizando simultaneamente o calor de radiação e/ou o calor de convexão recuperado da superfície quente do manto do forno rotativo e o calor recuperado dos gases quentes descarregados do referido forno rotativo.



-2a.-

Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por os sólidos a secar e os gases quentes descarregados do forno rotativo serem fornecidos através de um espaço de secagem, que é definido pela superfície quente do manto do forno rotativo e uma estrutura que envolve pelo menos parcialmente a superfície do manto.

-3a.-

Processo de acordo com a reivindicação 2, caracterizado por os sólidos e os gases quentes serem conduzidos numa direcção principal paralela através do espaço de secagem.

-4a.-

Processo de acordo com a reivindicação 3, caracterizado por se utilizarem os gases quentes e/ou o movimento rotativo do forno para transportar os sólidos através do espaço de secagem.

-5a.-

Processo de acordo com a reivindicação 2, caracterizado por se fazer deslocar os sólidos em contracorrente com os gases quentes no espaço de secagem.

-6a.-

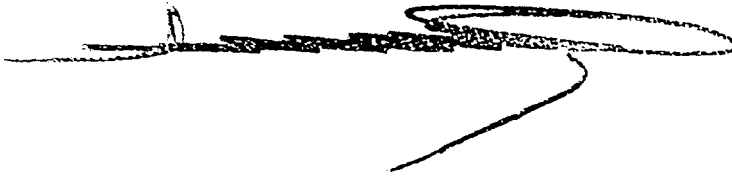
Processo de acordo com a reivindicação 2, caracterizado por a pedra calcária ou a lama de pedra calcária serem calcinadas no forno rotativo e por se secarem no espaço de secagem casca de árvores, turfa, serradura ou matérias análogas húmidas.

-7a.-

Processo de acordo com a reivindicação 2, caracterizado por os sólidos secos serem gaseificados e os gases assim produzidos serem queimados no forno rotativo.

-8a.-

Processo de acordo com a reivindicação 2, caracterizado por, além dos gases quentes descarregados do forno rotativo, se introduzirem também outros gases quentes no espaço de secagem.



-9a.-

Processo de acordo com a reivindicação 2, caracterizado por se secarem cascas de árvores húmidas no espaço de secagem, que é definido pela superfície quente do manto do forno de cal e uma estrutura cilíndrica que envolve pelo menos em parte a superfície do manto, introduzindo no espaço de secagem, simultâneamente com as cascas de árvore, os gases de combustão quentes purificados provenientes do forno de cal, tendo os referidos gases sido produzidos pela calcinação de lama de pedra calcárea e gases recuperados da gaseificação das cascas de árvores secas.

-10a.-

Aparelho para secar material sólido, caracterizado por compreender um forno rotativo (1) e uma estrutura em forma de camisa (17) que envolve pelo menos uma parte da superfície do manto do forno rotativo, definindo o forno rotativo juntamente com a dita estrutura em forma de ca mi sa um espaço de secagem (19) provida de uma entrada (16) para os sólidos húmidos e os gases quentes e com uma saída (20) para os sólidos secos e os gases arrefecidos.

-11a.-

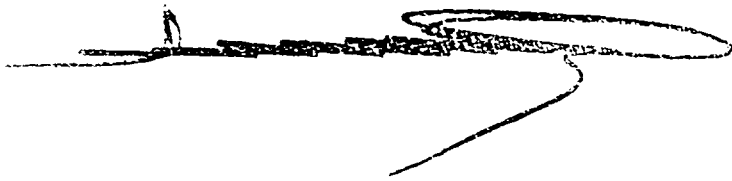
Aparelho de acordo com a reivindicação 10, caracterizado por a estrutura (17) para os sólidos húmidos que envolve a superfície do manto do forno rotativo ser cilíndrica e substancialmente paralela e concêntrica com o forno rotativo (1).

-12a.-

Aparelho de acordo com a reivindicação 10, caracterizado por a entrada (16) estar ligada a um canal de alimentação (12) para os sólidos húmidos, estando o referido canal ligado a uma conduta de entrada (11) para os gases quentes afastada de uma pequena distância da entrada (16).

-13a.-

Aparelho de acordo com as reivindicações (11) ou (12), caracterizado por a entrada (16) para os sólidos húmidos e para os gases quentes estar colocada na extremidade superior do espaço de secagem, que é inclinado, e por



a saída (20) para os sólidos secos estar colocada na extremidade, inferior do referido espaço de secagem.

-14a.-

Aparelho de acordo com a reivindicação 10, caracterizado por se disporem pás (22) para transportar os sólidos no interior do espaço de secagem no exterior da superfície do manto do forno rotativo ou no interior da estrutura que envolve a referida superfície do manto.

-15a.-

Aparelho de acordo com a reivindicação 13, caracterizado por compreender um forno de cal rotativo inclinado (1), uma conduta de alimentação (2) para a pedra calcária e uma conduta de saída (9) para os gases da combustão, ambas colocadas na extremidade superior do forno, uma conduta (3) para os gases que se descarregam de um gaseificador (4) e meios de descarga (5 ,6) para a cal calcinada, estando a referida conduta e os meios de descarga colocados na extremidade inferior do forno, uma estrutura em forma de camisa (17) cilíndrica e isolada colocada mais ou menos a meio do forno de cal, envolvendo a referida estrutura uma parte da superfície quente do manto (18) do forno de cal e sendo paralela ao referido forno, um espaço de secagem (19) definido pela superfície do manto (18) do forno de cal e a estrutura (17) em forma de camisa, uma entrada (16) para os gases de combustão e para as cascas de árvores húmidas, estando a referida entrada colocada na extremidade superior do espaço de secagem, e uma conduta de saída (29) para os gases de combustão arrefecidos, estando a referida conduta ligada a um separador de ciclone (25), e uma conduta de saída (24) para as cascas de árvore secas, que está ligada ao gaseificador (4), estando ambas as condutas de saída (29, 24) dispostas na extremidade inferior do espaço de secagem.

A requerente declara que o primeiro pedido desta patente foi apresentado na Finlândia em 21 de Setembro de 1987, sob o nº.874096.

Lisboa, 21 de Setembro de 1988

3 AGENTE OFICIAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

A handwritten signature in black ink, consisting of a series of loops and a long horizontal stroke.

Fig 1

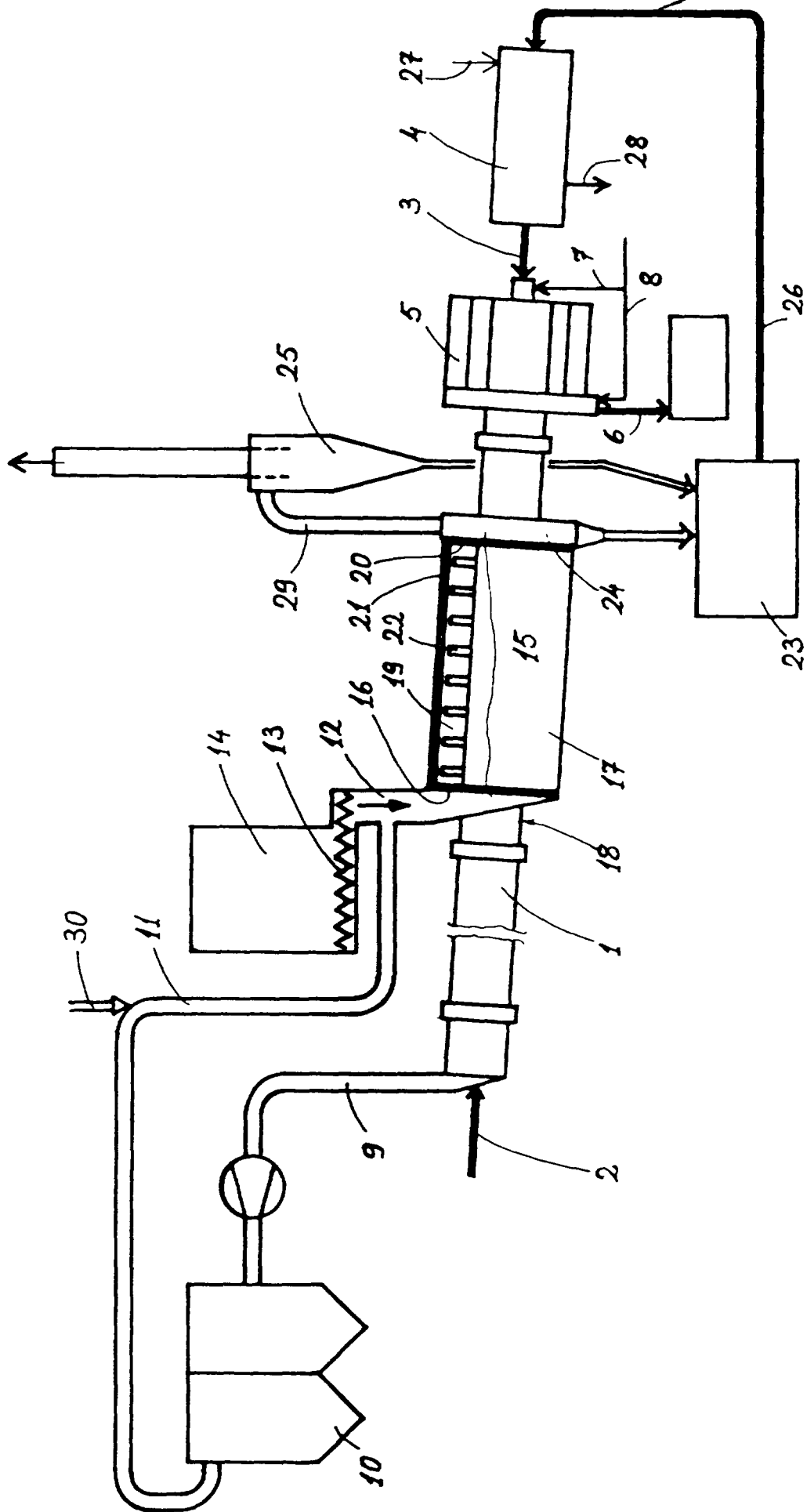


Fig. 1