



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

(11) PI 0604100-0 B1

(22) Data do Depósito: 24/07/2006

(45) Data de Concessão: 15/08/2017



(54) Título: PROCESSO DE CALCINAÇÃO DE GIPSITA, COM ÓLEO AQUECIDO POR ENERGIA SOLAR, E CONDENSAÇÃO DO VAPOR D'ÁGUA LIBERADO

(51) Int.Cl.: F27B 9/10; C04B 11/00

(73) Titular(es): UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

(72) Inventor(es): ANA ROSA MENDES PRIMO; ARMANDO HIDEKI SHINOHARA

RELATÓRIO DESCRITIVO

PROCESSO DE CALCINAÇÃO DE GIPSITA, COM ÓLEO AQUECIDO POR ENERGIA SOLAR, E CONDENSAÇÃO DO VAPOR D'ÁGUA LIBERADO

1. A presente patente de invenção tem, por objetivo, propor um novo sistema de geração de calor para a calcinação da gipsita, baseado no uso da energia solar, com suporte de outra fonte energética. O sistema proposto também prevê a condensação da água liberada durante a calcinação da gipsita. Através desse novo sistema, o processo de produção de gesso torna-se uma tecnologia limpa, que, adicionalmente, fornece água como sub-produto da calcinação.

2. A gipsita é a matéria-prima principal para a produção de gesso, composta essencialmente de $\text{CaSO}_4 \bullet 2\text{H}_2\text{O}$. No Brasil, a produção de gesso é realizada, principalmente, pelo processo de calcinação em fornos do tipo panelinha (marmita) e tubular, através de queima indireta, utilizando, como combustíveis, o óleo diesel, o BPF, o gás GLP, o óleo recuperado, o óleo usado de veículos automotivos, o coque de petróleo e a lenha. O Nordeste do Brasil é uma região altamente propícia ao uso da energia solar como fonte energética. Por outro lado, o processo de calcinação do gesso não requer temperaturas elevadas. A temperatura máxima de calcinação está em torno de 180°C , permitindo o uso da energia solar como fonte de energia para este processo. Além do problema do consumo energético e da poluição ambiental causada pelos vetores acima mencionados, no Nordeste do Brasil, utiliza-se a lenha para a calcinação da gipsita, o que acelera drasticamente o processo de

desertificação. No estágio da técnica atual, o processo de produção de gesso é poluidor e danoso ao meio ambiente.

3. Quando a gipsita é calcinada, ocorre formação de cinco fases cristalinas de sulfato de cálcio. Entretanto, as fases cristalinas de interesse industrial são os hemidratos ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$), produzidos utilizando calor da queima de combustíveis gasosos, líquidos ou sólidos, que causam a desidratação térmica, resultando na remoção de $\frac{3}{4}$ de molécula de água de cristalização da gipsita. São liberados cerca de 180mL de água para cada kg de gesso produzido. Esta água é, atualmente, lançada na atmosfera, mas poderia ser utilizada na agricultura ou na indústria local, caso fosse condensada. Se receber tratamento, pode, também, vir a ser utilizada em áreas urbanas, vindo a contribuir para minorar o *déficit* de água potável.

4. Portanto, o principal problema da produção atual de gesso é tratar-se de um agente altamente poluidor do meio ambiente, por utilizar combustíveis altamente poluentes. Quando a lenha é utilizada, há o problema adicional da aceleração da desertificação, pela enorme quantidade de madeira necessária, retirada de áreas próximas aos locais de produção de gesso, que estão, geralmente, localizados em regiões semi-áridas. Adicionalmente, não existe qualquer dispositivo para condensar a água liberada durante a calcinação da gipsita.

5. Tendo em vista esses problemas apresentados, e, no propósito de superá-los, foi desenvolvido um sistema de produção de ar quente, aquecido pelo calor do sol, com suporte de outra forma de energia. Esse suporte de energia entra em funcionamento se houver flutuação significativa do fornecimento de energia solar. O forno de calcinação tem saída para um módulo de condensação,

onde a água liberada durante a calcinação da gipsita é condensada.

6. Portanto, a principal inovação do sistema proposto é que ele não usa diretamente a energia solar para a calcinação. Ele pré-aquece o ar em coletores solares planos. Este fluxo de ar é enviado a um trocador de calor, que recebe óleo mineral aquecido por concentração solar. O fluxo de ar pré-aquecido é aquecido neste trocador de calor, e promove a calcinação da gipsita. Adicionalmente, o novo sistema promove a condensação da água liberada durante a calcinação da gipsita. Todos os itens componentes dessa nova técnica de promover calcinação do gesso já existem isoladamente. Coletores solares planos, para pré-aquecimento do ar, levam o ar a temperaturas de 80°C. Concentradores solares podem facilmente aquecer óleo mineral a temperaturas de 400°C. Suporte de outra fonte de energia é comumente usado com equipamentos solares, bem como, armazenamento e controle de temperatura. Condensadores de vapor já são peças de domínio público. Entretanto, a combinação dessas peças para produzir ar quente para a calcinação, com posterior condensação da água liberada durante a calcinação da gipsita, constitui-se em inédita aplicação tecnológica desse conjunto.

7. A Figura 1 mostra um esquema do sistema proposto, composto por módulos. (1) é o módulo de concentração solar, contendo concentradores solares que aquecem óleo mineral a temperaturas superiores a 180°C. O óleo aquecido é ligado a um armazenador (2), o qual é provido de um suporte (9) energético (GLP, gás natural, *etc.*) para evitar flutuações na temperatura de saída do óleo do armazenador. De (2), o óleo mineral, aquecido e com temperatura constante, é dirigido a um trocador de calor ar-óleo (4). Na

saída do trocador de calor, o óleo mineral é direcionado a (1), fechando o ciclo do óleo mineral.

8. O óleo circula no trocador, cedendo calor a um fluxo transversal de ar pré-aquecido, proveniente do módulo de aquecimento do ar, constituído de coletores solares planos, pré-aquecedores de ar (3). O ar pré-aquecido pelos coletores solares recebe calor dos trocadores de calor por onde flui óleo mineral. Esse ar, com temperatura superior a 180°C, segue para o forno de calcinação (5), e tem sua temperatura controlada por um módulo de controle de temperatura (10), de maneira a garantir a temperatura máxima de calcinação no forno, que é de 180°C. O forno de calcinação - recebe gipsita (11) e produz gesso (12) - é um forno convencional, rotativo, para calcinação de gipsita. O fluxo de ar que sai do forno de calcinação é conduzido a um separador de partículas (6), para que o material particulado seja retirado do fluxo de exaustão. De (6), o fluxo é dirigido a um condensador (7), onde a água liberada durante a calcinação da gipsita é condensada. A água condensada é armazenada em um módulo de armazenamento (8), que consiste em um simples reservatório de coleta de água. O fluxo de ar que sai de (7) é dirigido ao pré-aquecedor solar de ar (3), fechando o ciclo do ar.

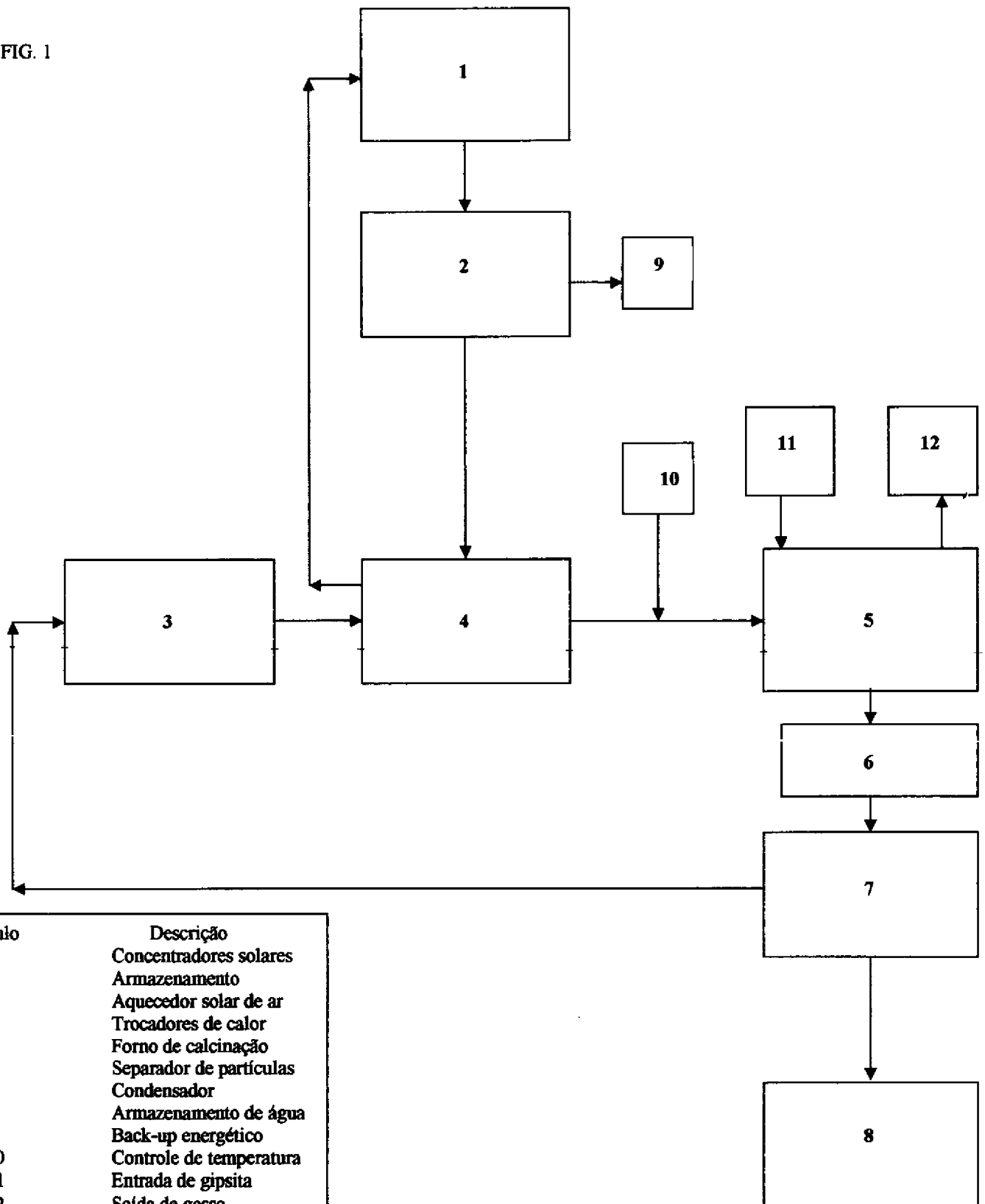
9. O sistema proposto modifica a matriz energética da produção do gesso, tornando o processo uma tecnologia limpa, que pode ser acoplada a qualquer forno contínuo convencional, produzindo água como sub-produto da calcinação do gesso.

REIVINDICAÇÃO

PROCESSO DE CALCINAÇÃO DE GIPSITA, COM ÓLEO AQUECIDO POR ENERGIA SOLAR, E CONDENSAÇÃO DO VAPOR D'ÁGUA LIBERADO, caracterizado por possuir dois circuitos, sendo o primeiro circuito, do óleo, e o segundo, do ar, em que, no primeiro circuito, flui o óleo mineral, que é aquecido por concentração solar (1) e estocado em um armazenador (2), acoplado a um suporte energético (9), e o óleo mineral troca calor com um fluxo transverso de ar (4), proveniente do segundo circuito, onde o ar quente é enviado ao forno de calcinação (5), o qual recebe gipsita (11) e produz gesso (12), sob a ação do fluxo de ar, que passa por um controlador de temperatura (10); a corrente de ar que sai do forno é direcionada a um separador de partículas (6), e, depois, a um condensador (7), onde a água liberada durante a calcinação da gipsita é condensada e armazenada em um tanque (8); o ar que sai do condensador é dirigido a uma bateria de coletores solares, pré-aquecedores de ar (3); através de um trocador de calor (4), o fluxo pré-aquecido de ar recebe calor do óleo mineral aquecido e é conduzido ao forno de calcinação (5).

FIGURAS

FIG. 1



Módulo	Descrição
1	Concentradores solares
2	Armazenamento
3	Aquecedor solar de ar
4	Trocadores de calor
5	Forno de calcinação
6	Separador de partículas
7	Condensador
8	Armazenamento de água
9	Back-up energético
10	Controle de temperatura
11	Entrada de gipsita
12	Saída de gesso