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

(11) (21) **PI 0306174-4 A**

(22) Data de Depósito: 22/12/2003
(43) Data de Publicação: **16/08/2005**
(RPI 1806)

(51) Int. Cl[7].:
C01B 33/18

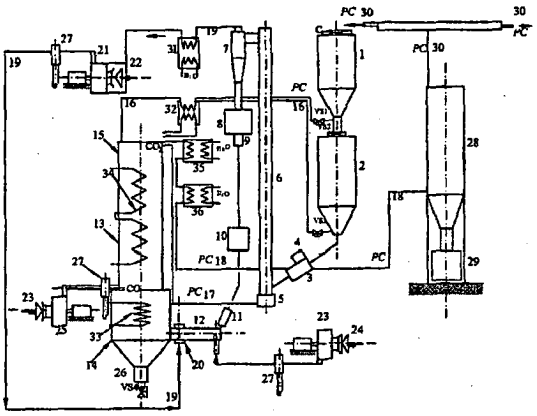
(54) Título: **PROCESSO DE QUEIMA CONTROLADA DE REJEITOS AGRÍCOLAS PARA A PRODUÇÃO DE PARTICULADO FINAMENTE DIVIDIDO**

(71) Depositante(s): Geraldo Lombardi (BR/SP) , Milton Ferreira de Souza (BR/SP)

(72) Inventor(es): Geraldo Lombardi, Milton Ferreira de Souza

(74) Procurador: Marcio Loreti

(57) Resumo: "PROCESSO DE QUEIMA CONTROLADA DE REJEITOS AGRÍCOLAS PARA A PRODUÇÃO DE PARTICULADO FINAMENTE DIVIDIDO. A presente invenção refere-se à um processo de obtenção de Sílica Amorfa com Elevada Área Superficial Específica, advinda de Matéria Orgânica Rica em Sílica. Para atingir esse objetivo, a queima da parte orgânica é realizada através do um processo que subdivide-se em dois estágios: 1) Eliminação dos produtos voláteis através da pirólise da MORS em leito fluidizado, tendo como objetivo tornar frágil a estrutura do material e assim atingir a sua transformação num pó fino e 2) Eliminação do carbono através da combustão estagiada do pirolizado, restando ao final somente a parte inorgânica, de forma tal que durante a queima não se desenvolva qualquer reação entre os elementos inorgânicos nem a formação de fases vítreas e cristalinas. A produção de vapor é opcional e poderá ser feita como resultado do processo de queima.



PI0306174

PROCESSO DE QUEIMA CONTROLADA DE REJEITOS AGRÍCOLAS PARA A PRODUÇÃO DE PARTICULADO FINAMENTE DIVIDIDO.

Refere-se a presente invenção à um processo de obtenção de Sílica Amorfa com Elevada Área Superficial Específica - SAEASE, advinda de Matéria Orgânica Rica em Sílica - MORS. Para atingir esse objetivo, a queima da parte orgânica é realizada através do um processo que subdivide-se em dois estágios: 1) Eliminação dos produtos voláteis através da pirólise da MORS em leito fluidizado, tendo como objetivo tornar frágil a estrutura do material e assim atingir a sua transformação num pó fino e 2) Eliminação do carbono através da combustão estagiada do pirolizado, restando ao final somente a parte inorgânica, de forma tal que durante a queima não se desenvolva qualquer reação entre os elementos inorgânicos nem a formação de fases vítreas e cristalinas. A produção de vapor é opcional e poderá ser feita como resultado do processo de queima.

Os seres vivos, como as plantas, são acumuladores de elementos inorgânicos ao lado dos compostos orgânicos, ambos necessários à função vital. Em alguns casos o acúmulo de inorgânicos pelas plantas é significativamente alto podendo interferir na degradação dos seus rejeitos.

O aproveitamento da energia contida na parte orgânica e a extração dos inorgânicos para reciclagem ou outros usos é uma atividade muitas vezes necessária e torna-se ambientalmente correta quando tanto a energia resultante da reação da parte orgânica com o oxigênio como os resíduos da queima são utilizados.

Por exemplo, no caso da palha e da casca do arroz a percentagem de sílica contida é elevada, principalmente nas variedades de arroz crescidas em solo alagado. Na casca seca desse tipo de arroz o percentual de inorgânicos pode chegar a 20% do peso da casca (medido no resíduo da

PI0006174

queima total) dos quais, aproximadamente, 94 % é sílica. Os restantes 6%, isto é, 1,2% em relação ao peso da casca, são de óxidos de outros elementos, K_2O, CaO, MgO, MnO, P_2O_5, Al_2O_3, na ordem decrescente de concentração na cinza. Nas variedades de arroz crescidas em ambiente não alagado (arroz de sequeiro) o teor de sílica pode ser inferior a 10%. Volumosos rejeitos de difícil degradação são geralmente queimados visando obter energia térmica ou a geração termoeléctrica. O processo corrente de aproveitamento da energia da biomassa por termoelétricas visa tão somente a queima dos componentes orgânicos. Pouca ou nenhuma atenção tem sido dada à qualidade e utilidade das cinzas que resultam da presença dos compostos inorgânicos.

Recentemente, o aproveitamento da parte inorgânica, cinzas, foi objeto de dois pedidos de patente junto ao INPI, quais sejam: 1) M. F. de Souza, P. S. Batista e J. B. L. Libório, "Processo de Extração da Sílica Amorfa Contida na Casca e na Planta do Arroz" pedido de patente brasileira, depositado no INPI em 30/06/1999 - PI 9903208 e 2) M.F. de Souza, "Processo de Aproveitamento dos compostos inorgânicos resultantes da queima da casca e da palha do arroz" pedido de patente brasileira, depositado ao INPI em 21/11/2001- PI 0107256-0.

No caso específico da casca e da planta do arroz a queima descontrolada conduz à reação da sílica com os outros óxidos, principalmente o de potássio e o de cálcio, os de maior concentração. Dessa reação resulta uma fase vítrea que contribui para aglomerar a sílica diminuindo a sua área específica e aumentando a granulometria.

Um outro grave inconveniente é o da incorporação de partículas de carbono e a transformação da sílica da fase amorfa para uma fase cristalina, a cristobalita, que pode causar silicose quando inalada. No caso de não haver formação de fase vítrea, a sílica que resulta é amorfa e tem elevada

PI0306174

área superficial específica, o que lhe proporciona alta reatividade química, por exemplo, na formação dos silicatos neutros e de outros compostos, como também, agir como absorvedor de determinados gases, por exemplo, os vapores do álcool furfurílico, um furano. A formação da fase vítrea é determinada pela temperatura e tempo de residência do particulado durante a queima da parte carbonácea.

Com o intuito de solucionar estes problemas e de superá-los, desenvolveu-se a presente invenção que tem como objetivo o desenvolvimento de um processo industrial de queima controlada da casca e/ou da palha do arroz, principalmente mas não exclusivamente, para obtenção de sílica amorfa com área específica da ordem de 250 m^2/g. No caso da casca do arroz sofrer tratamento ácido anteriormente à queima final, a sílica obtida terá elevada pureza.

O mencionado processo também pode ser aplicado igualmente bem a outros materiais do tipo MORS, tais como derivados de cana, sorgo e outras gramínias.

A presente invenção poderá ser melhor compreendida através da descrição e operação do processo abaixo em consonância com a figura anexa, onde:

A Figura 1 representa o sistema de produção de sílica amorfa.

O procedimento de obtenção da SAEASE (Sílica Amorfa com Elevada Área Superficial Específica) obtida através do processamento da MORS, envolve três etapas principais: duas transformações com reações químicas e uma com transformação física.

A primeira etapa constitui-se numa transformação endotérmica de pirólise com reações químicas, com controle de temperatura, pressão e tempo de residência, para eliminação dos voláteis da MORS, resultando num particulado de cor escura devido ao teor de carvão (aproximadamente

60% em peso) impregnado de SAEASE e de seus contaminantes. A segunda etapa constitui-se numa transformação de natureza física (moagem) para redução do tamanho do particulado obtido na pirólise.

A terceira etapa consiste numa combustão estagiada com duas reações químicas, sob temperatura controlada, visando a eliminação do carbono presente no pirolisado: a primeira de oxidação do carbono, C, para CO e a segunda de oxidação do monóxido de carbono, CO, para dióxido de carbono, CO_2.

Esse procedimento de obtenção da SAEASE tem como vantagem a minimização das alterações na estrutura das cadeias de sílica presentes na MORS ao passar pelas reações químicas de pirólise, onde são extraídos os voláteis e também de combustão com duas reações químicas, onde é extraído o carvão.

A primeira etapa da pirólise, gera uma massa de carbono, no seio das cadeias de sílica, que contribui para impedir a sinterização da sílica e, assim, produzir uma SAEASE com a maior área específica possível.

Para o controle da temperatura do escoamento, durante as reações químicas exotérmicas, quando carbono é convertido a monóxido de carbono seguido da conversão do monóxido de carbono em dióxido de carbono, são utilizados trocadores de calor que, ao perfazer suas finalidades de resfriadores do escoamento, produzem vapor de processo e outros usos.

A MORS e seus derivados, enquanto em trânsito no sistema, são todos protegidos pelo gás resultante dos Produtos da Combustão Rico em CO_2-PC, desde sua armazenagem inicial até a queima na caldeira.

Operação do Processo

O sistema de pirólise em leito fluidizado com arraste pneumático de particulado e de combustão, para produção de Sílica Amorfa de Elevada Área Superficial Específica-SAEASE e vapor para processos, é descrito a

PI0906174

seguir.

A Matéria Orgânica Rica em Sílica-MORS, protegida pelo gás rico em CO_2, PC (30), é alimentada no silo de carga (1) enquanto a MORS do silo de alimentação (2) abastece o injetor (3) do pirolisador (6). Os dois silos são estanques à atmosfera, protegidos e pressurizados por gás inerte PC (16) e operam com Comporta-C, e Válvulas Solenóide-VS. A válvula VS2 é aberta somente durante a alimentação de MORS do silo (2) pelo silo (1), operação esta, feita com a comporta C do silo (1) fechada. A válvula VS1 fecha-se parcialmente durante a alimentação do silo (1) e a VS3 fecha-se somente em caso de manutenção.

A alimentação de MORS ao pirolisador (6), dosada por motor de rotação variável (4), é feita na sua base através do injetor de MORS (3), na medida da necessidade da produção. A vazão de gás PC (17) para o pirolizador (6), alimentado na câmara plena (5), é controlada pelo Soprador do Pirolisador (21), com regulagem de vazão por dispositivo (22) interno e estanque ao ambiente.

O pirolisado, particulado arrastado em suspensão pelo PC (19), composto de carvão impregnado de inorgânicos, passa pelo ciclone (7) onde é separado e retido no silo (8), na saída inferior do ciclone. Na saída do silo (8) existe a válvula (9) que dosa alimentação para o moinho (10), na medida da necessidade da produção. O moinho (10) reduz a dimensão do particulado em nível de finos aerados, pronto para a queima no Reator Caldeira Pressurisado - RCP (13). Os finos aerados através do injetor de finos (11) e do Maçarico-M (12) entram na RCP (13) para a queima em 2 estágios.

O Maçarico (12) do RCP (13) é alimentado por três fluxos: 1- o do injetor (11) de finos aerados, carvão e inorgânicos; 2 - o do injetor (20) de gases da pirólise (19); o de ar do soprador primário (23).

PI0306174

O RCP (13), recebe dois fluxos de ar: 1 - aquele do soprador primário (23) necessário ao primeiro estágio de oxidação de carbono em CO, do carbono existente no particulado dos três fluxos acima descritos; 2- o do soprador secundário (25) visando completar a oxidação do CO a CO_2.

Os produtos da combustão de saída do RCP (13) estão divididos em três fluxos: 1) o fluxo (17) que alimenta o pirolisador (6). A tubulação que conduz o fluxo (17) e o pirolisador são isolados termicamente do meio; 2) o fluxo (16), resfriado por R (32) que protege a MORS dos silos (1) e (2) contra ignição e os mantém com pressão positiva relativamente ao pirolisador (6) e 3) o fluxo principal (18) que arrasta a sílica amorfa até o filtro de mangas (28), local onde a sílica é retida e armazenada no Silo (29). Esse escoamento é resfriado pelos pré-aquecedores de vapor e de água R (33), R (34), R (35) e R (36).

O PC (30) de saída do filtro é, então, utilizado na proteção da MORS armazenada e durante o trânsito no ambiente para o processamento.

As disponibilidades de controle são as seguintes: 1) As vazões dos ventiladores são quantificadas por medidores de vazão (27); 2) No RCP existem resfriadores R (33) e R (34) nas câmaras de combustão primária (14) e secundária R (34), de oxidação de C para CO e de CO para CO_2, visando manter relativamente baixa a temperatura dos produtos, enquanto é produzido vapor de processo; 3) O tempo de residência dos produtos é controlado, nos diversos estágios do processamento, pela velocidade do escoamento; 4) Na base do RCP (25) existe a válvula VS4 para retirada esporádica de sólidos acumulados; 5) Sensores para medida de pressão e temperatura são posicionados nas entradas e saídas de cada equipamento do sistema.

PI0306174

REIVINDICAÇÕES

1) PROCESSO DE QUEIMA CONTROLADA DE REJEITOS AGRÍCOLAS PARA A PRODUÇÃO DE PARTICULADO FINAMENTE DIVIDIDO caracterizado por constituir-se de um processo industrial de queima controlada da casca e/ou da palha do arroz ou outros materiais do tipo MORS tais como: derivados de cana, sorgo e outras gramínias, para obtenção de sílica amorfa com área específica da ordem de 250 m^2/g.

2) PROCESSO DE QUEIMA CONTROLADA DE REJEITOS AGRÍCOLAS PARA A PRODUÇÃO DE PARTICULADO FINAMENTE DIVIDIDO de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por envolver três etapas principais, ou seja: duas transformações com reações químicas e uma com transformação física; A primeira etapa constitui-se numa transformação endotérmica de pirólise com reações químicas, com controle de temperatura, pressão e tempo de residência, para eliminação dos voláteis da MORS, resultando num particulado de cor escura devido ao teor de carvão (aproximadamente 40% em peso) impregnado de SAEASE e de seus contaminantes; A segunda etapa constitui-se numa transformação de natureza física (moagem) para redução do tamanho do particulado obtido na pirólise; A terceira etapa consiste numa combustão estagiada com duas reações químicas, sob temperatura controlada, visando a eliminação do carbono presente no pirolisado: a primeira de oxidação do carbono, C, para CO e a segunda de oxidação do monóxido de carbono, CO, para dióxido de carbono, CO_2.

3) PROCESSO DE QUEIMA CONTROLADA DE REJEITOS AGRÍCOLAS PARA A PRODUÇÃO DE PARTICULADO FINAMENTE DIVIDIDO de acordo com a reivindicação 1 e 2, caracterizado por constituir-se da seguinte operação: A Matéria Orgânica

PI0906174

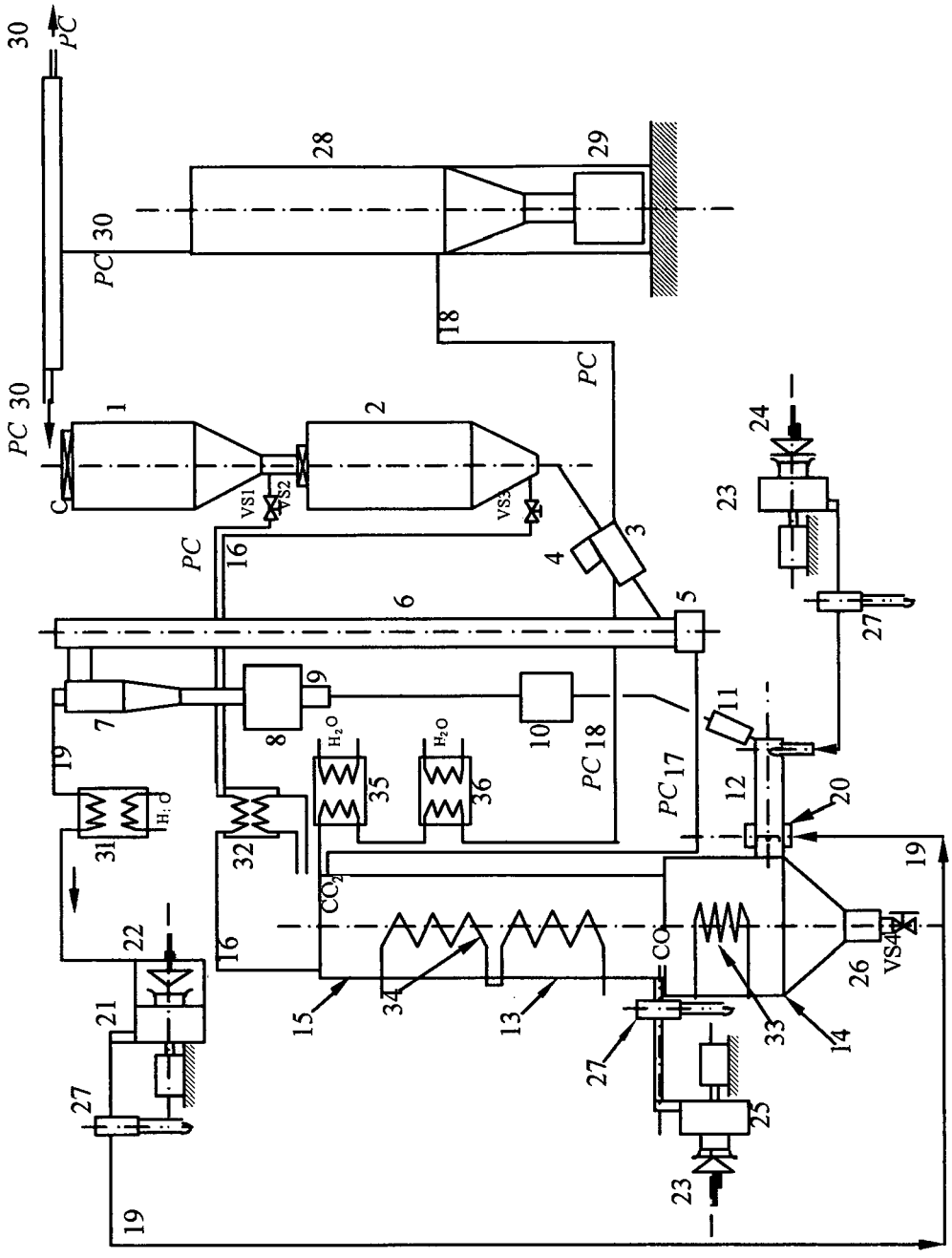
Rica em Sílica-MORS, protegida pelo gás rico em CO_2, PC (30), é alimentada no silo de carga (1) enquanto a MORS do silo de alimentação (2) abastece o injetor (3) do pirolisador (6); Os dois silos são estanques à atmosfera, protegidos e pressurizados por gás inerte PC (16) e operam com Comporta-C, e Válvulas Solenóide-VS; A válvula VS2 é aberta somente durante a alimentação de MORS do silo (2) pelo silo (1), operação esta, feita com a comporta C do silo (1) fechada; A válvula VS1 fecha-se parcialmente durante a alimentação do silo (1) e a VS3 fecha-se somente em caso de manutenção; A alimentação de MORS ao pirolisador (6), dosada por motor de rotação variável (4), é feita na sua base através do injetor de MORS (3), na medida da necessidade da produção; A vazão de gás PC (17) para o pirolizador (6), alimentado na câmara plena (5), é controlada pelo Soprador do Pirolisador (21), com regulagem de vazão por dispositivo (22) interno e estanque ao ambiente; O pirolisado, particulado arrastado em suspensão pelo PC (19), composto de carvão impregnado de inorgânicos, passa pelo ciclone (7) onde é separado e retido no silo (8), na saída inferior do ciclone; Na saída do silo (8) existe a válvula (9) que dosa alimentação para o moinho (10), na medida da necessidade da produção; O moinho (10) reduz a dimensão do particulado em nível de finos aerados, pronto para a queima no Reator Caldeira Pressurisado - RCP (13); Os finos aerados através do injetor de finos (11) e do Maçarico-M (12) entram na RCP (13) para a queima em 2 estágios; O Maçarico (12) do RCP (13) é alimentado por três fluxos: 1- o do injetor (11) de finos aerados, carvão e inorgânicos; 2 - o do injetor (20) de gases da pirólise (19); o de ar do soprador primário (23); O RCP (13), recebe dois fluxos de ar: 1 - aquele do soprador primário (23) necessário ao primeiro estágio de oxidação de carbono em CO, do carbono existente no particulado dos três fluxos acima descritos; 2- o do soprador secundário (25) visando completar a oxidação

PI0306174

do CO a CO_2; Os produtos da combustão de saída do RCP (13) estão divididos em três fluxos: 1) o fluxo (17) que alimenta o pirolisador (6); A tubulação que conduz o fluxo (17) e o pirolisador são isolados termicamente do meio; 2) o fluxo (16), resfriado por R (32) que protege a MORS dos silos (1) e (2) contra ignição e os mantém com pressão positiva relativamente ao pirolisador (6) e 3) o fluxo principal (18) que arrasta a sílica amorfa até o filtro de mangas (28), local onde a sílica é retida e armazenada no Silo (29); Esse escoamento é resfriado pelos pré-aquecedores de vapor e de água R (33), R (34), R (35) e R (36); O PC (30) de saída do filtro é, então, utilizado na proteção da MORS armazenada e durante o trânsito no ambiente para o processamento; As disponibilidades de controle são as seguintes: 1) As vazões dos ventiladores são quantificadas por medidores de vazão (27); 2) No RCP existem resfriadores R (33) e R (34) nas câmaras de combustão primária (14) e secundária R (34), de oxidação de C para CO e de CO para CO_2, visando manter relativamente baixa a temperatura dos produtos, enquanto é produzido vapor de processo; 3) O tempo de residência dos produtos é controlado, nos diversos estágios do processamento, pela velocidade do escoamento; 4) Na base do RCP (25) existe a válvula VS4 para retirada esporádica de sólidos acumulados; 5) Sensores para medida de pressão e temperatura são posicionados nas entradas e saídas de cada equipamento do sistema.

P1036174

Fig.1



PI0306174

RESUMO

PROCESSO DE QUEIMA CONTROLADA DE REJEITOS AGRÍCOLAS PARA A PRODUÇÃO DE PARTICULADO FINAMENTE DIVIDIDO.

A presente invenção refere-se à um processo de obtenção de Sílica Amorfa com Elevada Área Superficial Específica, advinda de Matéria Orgânica Rica em Sílica. Para atingir esse objetivo, a queima da parte orgânica é realizada através do um processo que subdivide-se em dois estágios: 1) Eliminação dos produtos voláteis através da pirólise da MORS em leito fluidizado, tendo como objetivo tornar frágil a estrutura do material e assim atingir a sua transformação num pó fino e 2) Eliminação do carbono através da combustão estagiada do pirolizado, restando ao final somente a parte inorgânica, de forma tal que durante a queima não se desenvolva qualquer reação entre os elementos inorgânicos nem a formação de fases vítreas e cristalinas. A produção de vapor é opcional e poderá ser feita como resultado do processo de queima.