



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

(21) PI 1104820-4 A2



* B R P I 1 1 0 4 8 2 0 A 2 *

(22) Data de Depósito: 28/10/2011
(43) Data da Publicação: 25/03/2014
(RPI 2255)

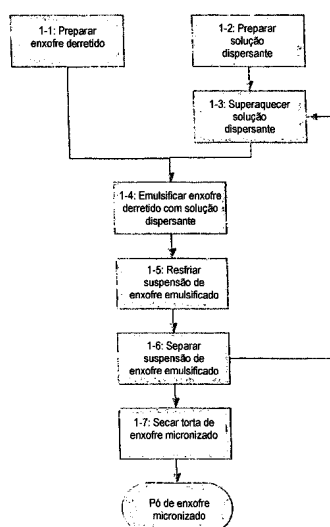
(51) Int.Cl.:
C01B 17/10
C08K 3/06

(54) **Título:** MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE PARTÍCULAS DE ENXOFRE MICRONIZADO, MÉTODO PARA A PRODUÇÃO DE PRODUTO DE PÓ DE ENXOFRE MICRONIZADO E PRODUTO DE PÓ DE ENXOFRE MICRONIZADO

(73) **Titular(es):** SULPHUR SOLUTIONS INC.

(72) **Inventor(es):** SATISH R. IYER

(57) **Resumo:** MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE PARTÍCULAS DE ENXOFRE MICRONIZADO, MÉTODO PARA A PRODUÇÃO DE PRODUTO DE PÓ DE ENXOFRE MICRONIZADO E PRODUTO DE PÓ DE ENXOFRE MICRONIZADO Um processo é fornecido para a produção de um produto de pó de enxofre micronizado, bem como um intermediário de torta de enxofre micronizado. A produção do pó de enxofre micronizado usando este processo, que compreende a preparação de uma emulsão de enxofre micronizado a partir de enxofre fundido e uma solução dispersante, da qual a solução dispersante é posteriormente removida, produz um produto de qualidade superior, e o próprio método de produção tem segurança e atributos econômicos intensificados.



MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE PARTÍCULAS DE ENXOFRE
MICRONIZADO, MÉTODO PARA A PRODUÇÃO DE PRODUTO DE PÓ DE
ENXOFRE MICRONIZADO E PRODUTO DE PÓ DE ENXOFRE MICRONIZADO

Esta invenção pertence ao campo de processamento
5 mineral e, mais particularmente, trata de um processo para
converter o enxofre aglomerado em um pó micronizado.

Fundamentos

Enxofre elementar é um ingrediente essencial em
uma série de aplicações industriais, incluindo aplicações
10 como fertilizante em colheitas, fabricação de munições e
vulcanização de borracha, para citar alguns.

Um dos problemas no estado da técnica com o uso
de enxofre particulado em aplicações de fertilizantes é
que, quando aplicado na forma de partículas grandes de
15 tamanho superior a 100 microns, o enxofre elementar é muito
lento para alcançar as raízes necessitadas de plantas para
transmitir os nutrientes necessários. Isto é porque o
enxofre, em sua forma elementar original, é insolúvel em
água e, daí, não pode ser absorvido pelas raízes das
20 plantas. No entanto, as bactérias no solo se alimentam de
enxofre elementar e o convertem em sulfato solúvel em água
que posteriormente é prontamente absorvido pelas raízes das
plantas.

O problema com a aplicação direta de
25 fertilizantes de sulfato solúveis em água é que o método
sofre de excessiva dissolução, liberação descontrolada e
lixiviação durante precipitação incessante levando a pobres
retornos sobre o investimento em insumos agrícolas. No
entanto, com enxofre particulado de tamanho menor, em um
30 tamanho de partícula menor do que cerca de 30 (<30)
microns, a absorção e a conversão de enxofre particulado
são ótimas e muito mais eficazes. Quando aplicado nas
plantas, o enxofre micronizado finamente dividido pode

fornecer às plantas nutrientes na mesma época de aplicação - pois esse enxofre micronizado (<30 microns) tem um enorme valor e aplicação na indústria de fertilizantes. Nesta base, se houvesse um meio prático e eficaz de produzir
5 grandes quantidades de partículas de enxofre micronizado isto seria de grande utilidade na indústria de fertilizantes.

Há também aplicação para o uso de enxofre micronizado na fabricação de munição, já que as partículas
10 de enxofre finamente divididas entrariam em combustão com maior eficiência e eficácia. O uso de uma partícula de enxofre micronizado finamente dimensionada consistente na fabricação de munição, acredita-se, resultaria na fabricação de uma munição de qualidade mais alta e mais
15 consistente.

A indústria de fabricação de pneus de automóvel e aviação também utiliza grandes quantidades de pó de enxofre fino para vulcanização de borracha. A reação entre o enxofre e a borracha resulta em uma borracha muito dura e
20 durável que pode ser mantida em uma faixa comparativamente ampla de temperatura. Assim, quanto mais fino o pó de enxofre melhor seria a reação com a borracha e mais alta seria a qualidade dos pneus produzidos. Em outras aplicações, a indústria de tintas também utiliza pó de
25 enxofre muito fino como uma mistura de cor. O enxofre micronizado é amplamente usado como um fungicida, inseticida e pesticida, e também tem usos medicinais para o tratamento de doenças de pele em seres humanos.

Os processos atuais para a produção de pó de
30 enxofre micronizado são perigosos e ineficientes energeticamente. Enxofre em pó micronizado é muitas vezes produzido atualmente pulverizando aglomerados de enxofre em equipamentos de moagem mecânica. Particularmente, em

circunstâncias onde partículas muito finamente dimensionadas são adquiridas, os resultados da moagem convencional são dependentes de consumo de energia substancial. Como tal, se fosse possível determinar um método de produção de pó de enxofre micronizado que usasse outros meios que não a moagem mecânica ou um processo de moagem mecânica que diminuísse significativamente a necessidade de energia, ele seria desejável do ponto de vista econômico.

Outro problema com as tecnologias de moagem atuais usadas para produzir pó de enxofre micronizado é o risco de incêndio e explosão e os perigos apresentados pelo processo de moagem. O enxofre é uma substância inflamável e explosiva, e por sua natureza a moagem mecânica pode resultar em exposição arriscada à explosão. Como tal, as pessoas que estão moendo enxofre em um produto micronizado, no passado, necessitavam instalar sistemas caros de prevenção de incêndio para proteger o pessoal e evitar acidentes. Se fosse possível encontrar um método de enxofre micronizado que diminuísse o risco de incêndio ou explosão este também seria desejável sobre os métodos do estado da técnica.

Outras deficiências do processo de moagem incluem o fato de que o ambiente de trabalho é muito alto para o pessoal operacional. Em termos de meios de moagem e dos equipamentos como um todo, a tecnologia de moagem ou trituração convencional requer manutenção constante e substituição regular de meios, o que leva a custos de produção elevados. A redução dos custos de manutenção e mídia seria desejável, bem como o fato de que se houvesse um meio de enxofre micronizado sem a necessidade de moagem, a contaminação e o produto final poderiam, teoricamente, ser reduzidos na medida em que o próprio meio de moagem

[embora em menores quantidades] não contaminaria o produto final.

Sumário da invenção

5 É um objeto da presente invenção fornecer um método para a produção de pó de enxofre micronizado de enxofre agregado que supera os problemas do estado da técnica.

10 Em uma primeira modalidade a presente invenção fornece um método para a produção de partículas de enxofre micronizado. O método compreende aquecer estoque de enxofre sólido a uma temperatura acima de um ponto de fusão de enxofre, de modo que o estoque de enxofre derreta e forme enxofre líquido; preparar uma solução dispersante misturando um agente dispersante com solvente em proporções
15 selecionadas; conter a solução dispersante sob pressão e elevar uma temperatura da solução dispersante a uma temperatura aproximadamente igual à temperatura do enxofre líquido; misturar o enxofre líquido e a solução dispersante em conjunto para produzir uma suspensão de enxofre emulsificado; resfriar a suspensão de enxofre emulsificado
20 a uma temperatura abaixo do ponto de fusão de enxofre; remover a solução dispersante da suspensão de enxofre emulsificado para deixar partículas de enxofre; e secar as partículas de enxofre.

25 Em uma segunda modalidade a presente invenção fornece um método para a produção de um produto de pó de enxofre micronizado. O método compreende em um recipiente aberto, aquecer estoque de enxofre sólido à uma temperatura acima de um ponto de fusão de enxofre, de modo que o
30 estoque de enxofre derreta e forme enxofre líquido; preparar uma solução dispersante em um recipiente aberto misturando um agente dispersante com solvente em proporções selecionadas; bombear a solução dispersante através de um

trocador de calor pressurizado para elevar a temperatura da solução dispersante enquanto contendo a mesma sob pressão para manter a solução dispersante em um estado líquido e bombear a solução dispersante do trocador de calor para uma câmara de mistura pressurizada; bombear o enxofre líquido para a câmara de mistura e misturar o enxofre líquido com a solução dispersante para formar uma suspensão de enxofre emulsificado; bombear a suspensão de enxofre emulsificado para fora do homogeneizador e resfriar a suspensão de enxofre emulsificado à uma temperatura abaixo do ponto de fusão de enxofre; filtrar a suspensão de enxofre emulsificado resfriada para remover a solução dispersante da suspensão de enxofre emulsificado para deixar uma torta de partículas de enxofre; e secar a torta para formar o produto de pó de enxofre micronizado.

Em uma terceira modalidade a presente invenção fornece um produto de pó de enxofre micronizado em que 95% das partículas do produto de pó de enxofre são menores do que cerca de 100 microns de tamanho.

A presente invenção fornece um método intensificado ou aperfeiçoado para a produção de enxofre micronizado de enxofre agregado que diminuirá o consumo de energia e os custos de produção do mesmo sobre os métodos usados atualmente no estado da técnica.

A presente invenção fornece um pó de enxofre micronizado criado como resultado da emulsão de enxofre derretido com uma solução de agente dispersante e a subsequente recuperação da solução de agente dispersante da mesma, cujo pó de enxofre micronizado fornecerá benefícios sobre o pó de enxofre produzido de acordo com as práticas de moagem convencionais.

A invenção inclui um método para produzir um produto de pó de enxofre micronizado. O método para

produzir pó de enxofre micronizado divulgado neste documento resultará na produção de um produto de pó de enxofre micronizado que até então é difícil ou impossível de produzir de acordo com técnicas de moagem convencionais.

5 A primeira etapa na produção do pó de enxofre micronizado da presente invenção será a preparação de enxofre derretido em um tanque ou aquecendo um recipiente de algum tipo. O ponto de fusão de enxofre puro publicado é de cerca de 115°C. Geralmente, a fusão de enxofre obtida
10 industrialmente é obtida na faixa de cerca de 115°C a cerca de 150°C. O derretimento é geralmente realizado em um vaso, ou recipiente similar, de modo que o processamento adicional do enxofre possa ser realizado.

Além da fusão do enxofre, a outra etapa
15 introdutória para o método da presente invenção é a preparação de uma solução dispersante para misturar ou homogeneizar com o enxofre derretido. Esta etapa compreende a mistura de um ou mais agentes dispersantes com água em uma solução dispersante que é, então, superaquecido para a
20 mesma faixa de temperatura do enxofre derretido, e é o próximo estágio no processo.

Esse superaquecimento da solução dispersante é realizado em um trocador de calor ou caldeira sob pressões elevadas, a fim de manter o dispersante na forma líquida à
25 medida que a temperatura sobe acima do ponto de ebulição. Vários tipos de agentes dispersantes podem ser usados e a concentração de sólidos ou a densidade da emulsão de enxofre final pode ser afetada pelo ajuste da concentração da solução dispersante.

30 Em algumas modalidades, carboxi-metil-celulose é usada como um agente dispersante. Em algumas modalidades compostos de Naftaleno Sulfonato, tal como o produto comercial Morwet™, são usados como um agente dispersante.

Em algumas modalidades um surfactante é eficaz para uso como um agente dispersante. Aqueles versados na técnica prontamente serão capazes de determinar aqueles agentes dispersantes que serão compatíveis com o enxofre e os parâmetros de temperatura e pressão inerentes ao processo da presente invenção.

Após a preparação da solução de dispersante superaquecido e do enxofre derretido, uma etapa chave na preparação do pó de enxofre micronizado de acordo com o processo da presente invenção é a mistura, ou homogeneização, do enxofre derretido e da solução dispersante aquecida, para produzir uma suspensão de enxofre emulsificado. Vários tipos de equipamentos de emulsificação, homogeneização ou mistura podem ser usados, como será compreendido por aqueles versados na técnica.

Em seguida à preparação da suspensão de enxofre emulsificado, essa suspensão será resfriada utilizando um trocador de calor, ou outros equipamentos similares, até abaixo do ponto de fusão do enxofre e abaixo do ponto de ebulição da solução dispersante. No resfriamento da suspensão de enxofre emulsificado desta forma, as gotículas de enxofre finamente disperso e derretido nessa emulsificação solidificarão, formando partículas de enxofre sólido de tamanho micrométrico. Esse resfriamento também pode ser alcançado sem um trocador de calor, simplesmente flamejando e resfriando a emulsão de enxofre quente até uma pressão inferior.

Em algumas modalidades, partículas de enxofre com um tamanho médio menor que cerca de 100 microns são produzidas. Em algumas modalidades, partículas de enxofre com um tamanho médio menor que cerca de 30 microns são produzidas. Partículas de enxofre menores que 1 micron de tamanho também podem ser produzidas em quantidades

substanciais.

O processamento adicional da suspensão de enxofre emulsificado resfriada, que neste ponto contém as partículas de enxofre sólido de tamanho micrométrico, seria para recuperar ou para remover a solução dispersante dessa suspensão usando uma centrífuga, ou outro dispositivo de filtração. Este estágio do processo renderia uma torta de enxofre micronizado que poderia, então, como uma última etapa, ser secada ou cominuída em um pó de enxofre micronizado.

O pó de enxofre micronizado da presente invenção pode ser misturado com ingredientes adicionais em determinadas aplicações e estas etapas de mistura subsequentes poderiam ser adicionadas ao processo básico da presente invenção.

O método da presente invenção resultará na produção de um pó de enxofre micronizado consistente e de alta qualidade que é produzido com muito menos exigências de energia do que as técnicas de moagem do estado da técnica. Além de menos consumo de energia, o desgaste do equipamento é muito menor e o método da presente invenção utiliza equipamentos comerciais amplamente disponíveis e não sofisticados na produção do pó de enxofre micronizado em questão. O método de produção da presente invenção também é muito mais seguro do que as técnicas de moagem do estado da técnica em termos de probabilidade reduzida de explosão ou outros danos.

Além do novo método de produção de pó de enxofre divulgado neste documento, o pó de enxofre micronizado, que é o produto do processo da presente invenção, representa um avanço na produção deste produto sobre o estado da técnica. O produto que é produzido usando o método da presente invenção, pó de enxofre micronizado, será compreendido de

partículas de tamanhos relativamente consistentes e uma medida em microns muito pequena. As partículas de enxofre de tamanho micrométrico têm utilidade comercial e benefícios significativos. Além disso, o pó de enxofre micronizado da presente invenção será de uma qualidade ou pureza elevada na medida em que as impurezas geradas dos equipamentos de moagem não estarão presente.

Além do pó de enxofre micronizado da presente invenção, a torta de pó de enxofre micronizado intermediária também é um produto que pode ter utilidade comercial e que é produzido com significativamente menos energia e com excelente qualidade em comparação aos produtos disponíveis no estado da técnica.

Descrição dos desenhos

Embora a invenção seja reivindicada nas porções conclusivas deste documento, as modalidades preferidas são fornecidas na descrição detalhada em anexo que pode ser melhor compreendida em conjunto com os diagramas em anexo, onde partes semelhantes em cada um dos vários diagramas são rotuladas com números semelhantes, e onde:

A Figura 1 é um fluxograma demonstrando uma modalidade do processo para fabricar enxofre micronizado da presente invenção.

A Figura 2 é uma ilustração esquemática de uma modalidade de um processo da invenção.

Descrição detalhada das modalidades ilustradas

Conforme descrito em mais detalhes abaixo, a presente invenção compreende um método para produzir um produto de pó de enxofre micronizado e esse próprio produto, cujo método oferece vantagens sobre os métodos de produção do mesmo do estado da técnica e rende um produto de pó de enxofre micronizado de uma qualidade mais alta do que os métodos do estado da técnica

Método de produção de pó de enxofre micronizado:

Os métodos do estado da técnica para produção de pó de enxofre tipicamente se concentraram em processos de moagem mecânica. A moagem mecânica de enxofre agregado, particularmente quando o efeito desejado é moer esse produto à um pó de um tamanho de partícula pequeno, tem muitas limitações incluindo a segurança do próprio processo, bem como a moagem mecânica desta natureza consome grandes quantidades de energia e é dura com o próprio equipamento de moagem.

A Figura 1 é um fluxograma demonstrando uma modalidade do método de produção de um produto de pó de enxofre micronizado de acordo com a presente invenção.

Em geral, o primeiro agrupamento de etapas neste processo é direcionado para a produção de uma emulsão de enxofre derretido que mediante secagem ou processamento adicional resultará na criação do produto de enxofre em pó desejado do tamanho de partícula desejado.

As duas primeiras etapas do método da Figura 1 são a produção de enxofre derretido e uma solução dispersante em água superaquecida, para mistura posterior. O enxofre derretido é produzido em um vaso de aquecimento aquecendo enxofre agregado, ou outro estoque de partida de enxofre, até acima do ponto de fusão do enxofre. Isto geralmente requer aquecimento até uma temperatura entre cerca de 115 e 150°C. Os meios para misturar o enxofre derretido podem ser incluídos para melhorar a taxa de derretimento quando desejado.

A produção do enxofre derretido é mostrada na Etapa 1-1 no fluxograma da Figura 1. Os tipos específicos de equipamentos que podem ser usados para produzir enxofre derretido serão entendidos por aqueles versados na técnica e são todos contemplados dentro do escopo deste documento e

os equipamentos, utilizando os parâmetros de processo ajustados, que atingirão o objetivo de permitir a fusão e o bombeamento de enxofre sob pressão são contemplados dentro do escopo da presente invenção.

5 A etapa 1-2 da Figura 1 mostra a segunda etapa de partida que é conduzida no método da presente invenção, que é a preparação de uma solução dispersante para misturar com o enxofre derretido. Vários agentes dispersantes podem ser usados na solução dispersante em questão incluindo, mas não
10 limitados a, agentes dispersantes tais como compostos de Naftaleno Sulfonato encontrados em Morwet™ ou CMC (Carbóxi Metil Celulose) ou surfactante. Outros agentes dispersantes serão compatíveis com o método da invenção e aqueles versados na técnica serão capazes de determinar prontamente
15 aqueles dispersantes que são úteis.

A razão ou a proporção de agente dispersante a ser adicionado por volume à água para formar a solução dispersante sendo preparada na prática do presente método variará, dependendo do resultado desejado do método.

20 Dependente do teor de sólidos desejável na solução homogeneizada produzida mediante mistura da solução dispersante com o enxofre derretido e das características do agente dispersante específico utilizados na solução dispersante, a razão ou o volume de agente dispersante a
25 ser adicionado na produção da solução serão ajustados em conformidade. A razão também pode depender da potência do agente dispersante.

No caso específico, por exemplo, do uso de carbóxi metil celulose ou composto de naftaleno sulfonato
30 como o agente dispersante, é contemplado que a razão desejável para uso desse agente dispersante na produção de solução dispersante para uso no processo da presente invenção estaria entre cerca de 0,001% a cerca de 10%, ou

entre cerca de 1 a cerca de 100 partes por milhar por volume (v/v). Será entendido que a razão do agente dispersante utilizado será dependente do rendimento desejado do processo (por exemplo, tamanho de partícula
5 médio desejado), bem como das características do agente particular em questão e que todos esses ajustes ou modificações no processo são contemplados dentro do escopo da presente invenção.

Em seguida a mistura de água com o agente
10 dispersante ou agentes que são selecionados, a solução dispersante é superaquecida sob pressão, utilizando trocadores de calor, caldeiras, geradores de água quente ou outros equipamentos de aquecimento que serão compreendidos e conhecidos por aqueles versados na técnica, que atingirão
15 o objetivo de permitir o aquecimento da solução dispersante sob pressão à uma temperatura em uma faixa de cerca de 115°C a 150°C.

Na prática, um vaso de pressão capaz de operar na faixa de cerca de 25 a cerca de 80 psig é eficaz para
20 permitir o aquecimento de uma solução dispersante substancialmente aquosa à uma temperatura entre cerca de 115°C a cerca de 150°C, enquanto substancialmente mantendo a solução dispersante em forma líquida. Dependendo da natureza química da solução dispersante, mais ou menos
25 pressão será necessária para manter o dispersante como um líquido quando ele é contatado com o enxofre derretido no vaso de pressão de homogeneização (ou vaso de reação). Aqueles versados na técnica serão capazes de determinar prontamente a pressão apropriada requerida a fim de manter
30 os componentes do processo em uma fase substancialmente líquida dentro da faixa de temperatura desejada.

Para fins de demonstração, o superaquecimento sob pressão da solução dispersante é mostrado na Figura 1 na

Etapa 1-3. Em termos da temperatura específica da solução dispersante aquecida, a solução dispersante é idealmente aquecida até a mesma temperatura que o enxofre derretido.

5 A próxima etapa no processo, mostrada na Etapa 1-4, é a mistura do enxofre derretido e da solução dispersante aquecida para produzir uma suspensão de enxofre emulsificado. A mistura do enxofre derretido e da solução dispersante aquecida em uma suspensão de enxofre emulsificado poderia ser feita usando vários equipamentos do estado da técnica. Vários tipos de equipamentos de 10 homogeneização utilizando meios mecânicos, ou por aplicação de pressão, serão entendidos por aqueles versados na técnica - por exemplo, esta etapa pode ser realizada utilizando uma homogeneizador tipo disco mecânico de 15 rotação rápida, ou um equipamento de tipo de emulsificação de atomização por bico de alta pressão. O resultado desta etapa será a homogeneização ou emulsificação de gotículas de enxofre derretido minúsculas dentro da solução dispersante, rendendo suspensão de enxofre emulsificado. 20 Variando a velocidade do aparelho de mistura, ou o tamanho/a pressão da pulverização atomizadora, o processo pode ser otimizado para produzir partículas de um determinado tamanho médio, ou de um determinado tamanho máximo ou mínimo.

25 Em seguida à descarga do equipamento de emulsificação ou homogeneização, a suspensão de enxofre emulsificado é resfriada, em um trocador de calor ou outros equipamentos similares, até abaixo do ponto de fusão ou ebulição do enxofre. Especificamente, o resfriamento da 30 suspensão de enxofre emulsificado até abaixo de 100°C para posterior processamento é contemplado. A emulsão de enxofre quente também pode ser resfriada simplesmente flamejando-a à uma pressão inferior dentro de um recipiente.

No resfriamento da suspensão de enxofre emulsificado desta forma, as gotículas de enxofre derretido finamente dispersas nessa emulsificação solidificarão, formando partículas de enxofre sólidas de tamanho micrométrico. A emulsão de enxofre resfriada neste ponto seria muito estável bem como poderia ser armazenada desta forma antes de processamento adicional com apenas mistura ou agitação suave.

O tratamento posterior da suspensão de enxofre emulsificado, uma vez resfriada, para render torta ou pó de enxofre micronizado pode ser novamente realizado utilizando equipamentos prontamente disponíveis. É especificamente contemplado que a próxima etapa neste processo seria a de recuperar ou remover a solução dispersante da suspensão de enxofre emulsificado usando um dispositivo de filtragem, tal como um filtro mecânico, decantador ou centrífuga. Isto é mostrado na Etapa 1-6 na Figura 1. Isto resultaria na separação das partículas de enxofre micrométricas finamente dispersas criadas durante o processo de emulsificação a partir da solução dispersante que foi inicialmente criada na Etapa 1-2 e misturada com o enxofre derretido.

A recuperação da solução dispersante do enxofre particulado criado para permitir a reciclagem da solução dispersante, ou realimentação da solução dispersante em um processo operado continuamente, ou a solução dispersante recuperada poderia ser estocada em um tanque para uso ou reuso posterior em um processo operado em batelada também.

Também é entendido que a solução dispersante, uma vez removida da suspensão de enxofre emulsificado, pode ser descartada, mas tanto da perspectiva ambiental bem como em termos de economia de processamento em batelada subsequente é contemplado que a solução dispersante poderia ser reutilizada, uma vez recuperada, talvez com o ajuste ou a

reconstituição dessa solução dispersante com a adição de água adicional ou agentes dispersantes para reconstituí-la até os parâmetros apropriados.

5 Mediante a separação da suspensão de enxofre emulsificado, pela remoção da solução dispersante das partículas de enxofre micronizado criadas ne mesma, o produto remanescente seria uma torta de enxofre micronizado composta de partículas de enxofre homogêneas cujo tamanho poderia ser ajustado ou determinado durante a etapa de emulsificação do processo, mostrada em 1-4, ajustando os 10 parâmetros de operação do equipamento de emulsificação sendo usado.

Em algumas modalidades, a produção de tamanho de partícula será determinada por parâmetros de processo, por exemplo, mas sem limitação, a velocidade de mistura, 15 tempo de mistura, as características físicas das lâminas usadas em um aparelho de mistura, pressão de mistura, temperatura de mistura, etc. Em algumas modalidades, o processo pode ser realizado para selecionar partículas de 20 um determinado tamanho médio, por exemplo, partículas de cerca de 100 microns, ou em algumas modalidades partículas de cerca de 30 microns ou menores.

Em algumas modalidades, o manuseio pós-processamento, por exemplo, o uso de peneiras de malha 25 definida, poderia ser usado para enriquecer ainda mais de partículas de um determinado tamanho máximo ou mínimo. As partículas não retidas seriam devolvidas ao processo para refusão e reprocessamento de acordo com o método da invenção. Assim, em algumas modalidades um produto de 30 enxofre micronizado tendo 95% das partículas menores que 100 microns de tamanho poderia ser obtido. Em algumas modalidades um produto de enxofre micronizado tendo 95% das partículas menores que 30 microns de tamanho poderia ser

igualmente obtido.

A própria torta de enxofre micronizado pode ser um produto recuperado para um determinado uso industrial, mas na medida em que é contemplado principalmente que a
5 torta de enxofre micronizado forma um intermediário adicional que deve ser finalmente processado em pó, a etapa final na modalidade do processo da Figura 1, para render um pó de enxofre micronizado, é secar a torta de enxofre, utilizando equipamento de secagem convencional, para obter
10 pó de enxofre micronizado seco. Esta etapa de secagem é mostrada na Figura 1 em 1-7.

O pó de enxofre micronizado recuperado do processo da presente invenção poderia ser empacotado ou armazenado para uso desta forma, ou poderia ser misturado
15 com ingredientes adicionais. A mistura do pó de enxofre micronizado em questão com outros ingredientes, dependente de seu uso final, novamente será uma técnica convencional ou uso de equipamentos convencionais, como será compreendido por aqueles versados na técnica e nessa base
20 as especificidades de uma etapa de mistura são contempladas dentro do escopo deste documento.

Como delineado, o tamanho de partícula na torta de enxofre recuperada na separação da suspensão de enxofre emulsificado pode ser controlado e ajustado ajustando a
25 operação do equipamento homogeneizador usado na Etapa 1-4. Da mesma forma, o conteúdo de sólidos desejável da suspensão de enxofre emulsificado, entre 0,001% a 85%, pode ser controlado variando a quantidade de dispersante na solução. A invenção reivindicada utiliza equipamentos
30 disponíveis no mercado, dessa forma reduzindo os custos de operação e manutenção das máquinas. Aqueles versados na técnica compreendem que muitos tipos de equipamentos ou modificações de equipamentos poderiam ser usados em

diferentes estágios ou ambientes de produção para implementar ou realizar o método da presente invenção.

Um Exemplo de Processo

A Fig. 2 ilustra esquematicamente uma modalidade de um método da presente invenção para a produção de um produto de pó de enxofre micronizado. O método compreende aquecer um estoque de enxofre sólido até uma temperatura acima de um ponto de fusão de enxofre, de modo que o estoque de enxofre derreta e forme enxofre líquido. O ponto de fusão de enxofre é de cerca de 115°C e o enxofre pode ser aquecido até uma temperatura mais alta, tal como até 150°C ou mesmo 200°C. Isto pode ser alcançado colocando o estoque de enxofre sólido em um recipiente de enxofre aberto 1 e aquecendo o estoque com um meio de aquecimento 3, tal como a circulação de vapor ou óleo, ou semelhantes como é conhecido na técnica.

A solução dispersante é preparada misturando um agente dispersante com solvente em proporções selecionadas em um recipiente de dispersante aberto 5. Aqueles versados na técnica reconhecerão que muitos produtos podem ser usados como um agente dispersante, por exemplo, um composto de Naftaleno Sulfonato, tal como é encontrado pelo nome comercial Morwet™, fabricado por Akzo Nobel ou Carbóxi Metil Celulose, ou um surfactante, em uma proporção adequada, tal como 1 e 100 partes por milhar em volume da solução dispersante. Tipicamente é contemplado que o solvente será água, mas outros solventes também pode ser usados.

Por exemplo, verificou-se que o uso de Morwet™ D-425 a cerca de 0,5 a 1,5% em peso com um solvente de água produz uma solução dispersante satisfatória e resulta em um tamanho de partícula de enxofre de cerca de 30 microns.

A solução dispersante é contida sob pressão e

aquecida até uma temperatura aproximadamente igual à temperatura do enxofre líquido. Na modalidade ilustrada da Figura 2, a solução dispersante é bombeada do recipiente de dispersante 5 através de um trocador de calor pressurizado 7 para elevar a temperatura da solução dispersante enquanto contendo a mesma sob pressão para manter a solução dispersante em um estado líquido. A pressão necessária para manter a solução dispersante em forma líquida dependerá da temperatura à qual o dispersante é aquecido e a pressão pode variar entre 20 psig a 200 psig.

A solução dispersante na temperatura desejada flui do trocador de calor 7 para uma câmara de mistura pressurizada 9 através de um conduto de dispersante 11. O enxofre líquido é bombeado do recipiente de enxofre 1 para a câmara de mistura 9 através de um conduto de enxofre 13 e misturado com a solução dispersante para produzir uma suspensão de enxofre emulsificado.

Para mistura completa, a câmara de mistura 9 pode ser fornecida com um homogeneizador, por exemplo, um homogeneizador tipo disco mecânico de rotação rápida, ou um homogeneizador do tipo de atomização de bocal de alta pressão. Na modalidade ilustrada, a câmara de mistura do homogeneizador 9 tem uma abertura de entrada 15 e o enxofre líquido e a solução dispersante são bombeados para a abertura de entrada 15 juntos. O conduto dispersante 11 e o conduto de enxofre 13 são conectados em uma conexão T e, então, entram na câmara de mistura 9 juntos em proporções selecionadas alcançadas coordenando o volume bombeado de cada um dos recipientes 1 e 5.

No exemplo ilustrado o enxofre estava presente na suspensão de enxofre emulsificado em cerca de 65 a 70% em peso. O teor de enxofre foi tão alto quanto 85% em peso, no entanto, a capacidade de escoamento da solução se torna

problemática. O conteúdo de enxofre mais alto resulta em solução dispersante reduzida e, portanto, reduz os custos operacionais.

5 A proporção de agente dispersante na solução dispersante estará relacionada com a proporção de enxofre que pode estar presente na suspensão de enxofre emulsificado, para resultados satisfatórios.

10 A suspensão de enxofre emulsificado, ainda sob pressão, flui para fora da câmara de mistura homogeneizadora 9 e é resfriada até uma temperatura abaixo do ponto de fusão do enxofre, isto é, abaixo de cerca de 115°C. Na modalidade ilustrada a solução de enxofre emulsificado é resfriada bombeando a solução de enxofre emulsificado para um vaso aberto 19 à pressão atmosférica,
15 de modo que a vaporização do solvente na solução dispersante cause resfriamento. Resfriamento adicional com trocadores de calor ou similares pode ser fornecido também.

Então, a solução dispersante é removida da suspensão de enxofre emulsificado para deixar partículas de
20 enxofre. Na modalidade ilustrada da Figura 2, a suspensão de enxofre emulsificado resfriada é filtrada para remover a solução dispersante da suspensão de enxofre emulsificado para deixar uma torta de partículas de enxofre. Um filtro contínuo, tal como um filtro de correia 21, é usado de tal
25 forma que o processo seja contínuo.

As partículas de enxofre da torta 23 são secadas com um secador 25 para formar o produto de pó de enxofre micronizado 27.

30 A solução dispersante removida da suspensão de enxofre emulsificado pode ser reprocessada até a proporção selecionada de agente dispersante e solvente em uma etapa de processo 29 e, em seguida, retornada ao recipiente de dispersante 5 para ser reutilizada.

É contemplado também que poderia ser possível que o estoque de enxofre sólido e a solução dispersante pudessem ser misturados juntos e, então, aquecidos até a temperatura acima de um ponto de fusão de enxofre e misturados juntos para produzir uma suspensão de enxofre emulsificado após o estoque de enxofre sólido ter derretido.

Produto de pó de enxofre micronizado:

Além de fornecer um método intensificado de produção de um produto de pó de enxofre micronizado, o produto de pó de enxofre é contemplado para ser novo e dentro do escopo de proteção deste documento, pois um produto de pó de enxofre micronizado em que 95% das partículas na torta seca são menores que cerca de 100 microns ou menores que cerca de 30 microns de tamanho, como é feito com o presente processo, não é conhecido na técnica.

O produto de pó de enxofre de um tamanho micrométrico consistentemente baixo produzido de acordo com o método da presente invenção desfruta de vários benefícios funcionais e econômicos sobre os produtos de pó de enxofre produzidos usando os métodos de moagem do estado da técnica.

O precedente é considerado apenas como ilustrativo dos princípios da invenção. Além disso, uma vez que inúmeras mudanças e modificações prontamente ocorrerão àqueles versados na técnica, não se deseja limitar a invenção à construção e operação exatas apresentadas e descritas e, portanto, todas essas mudanças ou modificações adequadas na estrutura ou operação que possam ser invocadas se destinam a cair dentro do escopo da invenção reivindicada.

REIVINDICAÇÕES

1. MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE PARTÍCULAS DE ENXOFRE MICRONIZADO caracterizado pelo fato de que compreende:

aquecer estoque de enxofre sólido a uma
5 temperatura acima de um ponto de fusão de enxofre, de modo que o estoque de enxofre derreta e forme enxofre líquido;

preparar uma solução dispersante misturando um agente dispersante com solvente em proporções selecionadas;

10 conter a solução dispersante sob pressão e elevar uma temperatura da solução dispersante a uma temperatura aproximadamente igual à temperatura do enxofre líquido;

misturar o enxofre líquido e a solução dispersante em conjunto para produzir uma suspensão de enxofre emulsificado;

15 resfriar a suspensão de enxofre emulsificado a uma temperatura abaixo do ponto de fusão de enxofre;

remover a solução dispersante da suspensão de enxofre emulsificado para deixar partículas de enxofre; e

secar as partículas de enxofre.

20 2. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende aquecer o estoque de enxofre sólido a uma temperatura acima de cerca de 115°C.

25 3. MÉTODO, de acordo com uma qualquer das reivindicações 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que o agente dispersante é escolhido dentre um composto de Naftaleno Sulfonato, Carbóxi Metil Celulose ou surfactante.

30 4. MÉTODO, de acordo com uma qualquer das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que o agente dispersante está presente entre 1 e 100 partes por milhar de volume da solução dispersante.

5. MÉTODO, de acordo com uma qualquer das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que a

reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que a solução dispersante é preparada em um recipiente aberto e bombeada através de um trocador de calor pressurizado para elevar a temperatura da solução dispersante enquanto
5 contendo a mesma sob pressão para manter a solução dispersante em um estado líquido, e do trocador de calor para uma câmara de mistura pressurizada.

6. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que o enxofre líquido é bombeado
10 para a câmara de mistura e misturado com a solução dispersante para formar a suspensão de enxofre emulsificado.

7. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que a câmara de mistura inclui
15 um homogeneizador.

8. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que o homogeneizador tem uma abertura de entrada e de que o enxofre líquido e a solução dispersante são bombeados para a abertura de entrada juntos
20 em proporções selecionadas.

9. MÉTODO, de acordo com uma qualquer das reivindicações 6 a 8, caracterizado pelo fato de que a suspensão de enxofre emulsificado flui para fora do homogeneizador e é resfriada até uma temperatura abaixo do
25 ponto de fusão de enxofre.

10. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que a solução de enxofre emulsificado é resfriada por bombeamento da solução de enxofre emulsificado para um vaso aberto à pressão
30 atmosférica, de modo que a vaporização do solvente na solução dispersante cause resfriamento.

11. MÉTODO, de acordo com uma qualquer das reivindicações 9 e 10, caracterizado pelo fato de que a

suspensão de enxofre emulsificado resfriada é filtrada ou centrifugada para remover a solução dispersante da suspensão de enxofre emulsificado para deixar uma torta de partículas de enxofre.

5 12. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que a suspensão de enxofre emulsificado resfriada é filtrada com um filtro contínuo, de modo que o processo seja contínuo.

10 13. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que o filtro contínuo compreende um filtro de correia.

15 14. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o estoque de enxofre sólido e a solução dispersante são misturados juntos e, então, aquecidos até uma temperatura acima de um ponto de fusão de enxofre e misturados juntos para produzir uma suspensão de enxofre emulsificado após o estoque de enxofre sólido ter derretido.

20 15. MÉTODO, de acordo com uma qualquer das reivindicações 1 a 15, caracterizado pelo fato de que a solução dispersante removida da suspensão de enxofre emulsificado é reprocessada até a proporção selecionada de agente dispersante e solvente e reutilizada.

25 16. MÉTODO PARA A PRODUÇÃO DE PRODUTO DE PÓ DE ENXOFRE MICRONIZADO caracterizado pelo fato de que compreende:

30 em um recipiente aberto, aquecer estoque de enxofre sólido até uma temperatura acima de um ponto de fusão de enxofre, de modo que o estoque de enxofre derreta e forme enxofre líquido;

 preparar uma solução dispersante em um recipiente aberto misturando um agente dispersante com solvente em proporções selecionadas;

bombear a solução dispersante através de um trocador de calor pressurizado para elevar a temperatura da solução dispersante enquanto contendo a mesma sob pressão para manter a solução dispersante em um estado líquido e
5 bombear a solução dispersante do trocador de calor para uma câmara de mistura pressurizada;

bombear o enxofre líquido para a câmara de mistura e misturar o enxofre líquido com a solução dispersante para formar uma suspensão de enxofre emulsificado;
10

bombear a suspensão de enxofre emulsificado para fora do homogeneizador e resfriar a suspensão de enxofre emulsificado até uma temperatura abaixo do ponto de fusão de enxofre;

15 filtrar a suspensão de enxofre emulsificado resfriada para remover a solução dispersante da suspensão de enxofre emulsificado para deixar uma torta de partículas de enxofre; e

20 secar a torta para formar o produto de pó de enxofre micronizado.

17. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que a câmara de mistura compreende um homogeneizador.

18. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que o homogeneizador tem uma abertura de entrada e em que o enxofre líquido e a solução dispersante são bombeados para a abertura de entrada juntos em proporções selecionadas.

19. MÉTODO, de acordo com uma qualquer das reivindicações 16 a 18, caracterizado pelo fato de que a solução de enxofre emulsificado é resfriada por bombeamento da solução de enxofre emulsificado para um vaso aberto à pressão atmosférica, de modo que a vaporização da solução

dispersante cause resfriamento.

20. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que a suspensão de enxofre emulsificado resfriada é filtrada com um filtro de correia
5 contínuo, de modo que o processo seja contínuo.

21. MÉTODO, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 20, caracterizado pelo fato de que o tamanho médio de partícula de enxofre é menor do que cerca de 100 microns.

10 22. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que o tamanho médio de partícula de enxofre é menor do que cerca de 30 microns.

15 23. PRODUTO DE PÓ DE ENXOFRE MICRONIZADO, caracterizado pelo fato de que 95% das partículas do produto de pó de enxofre são menores que cerca de 100 microns de tamanho.

20 24. PRODUTO DE PÓ DE ENXOFRE MICRONIZADO, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que 95% das partículas do produto de pó de enxofre são menores que cerca de 30 microns de tamanho.

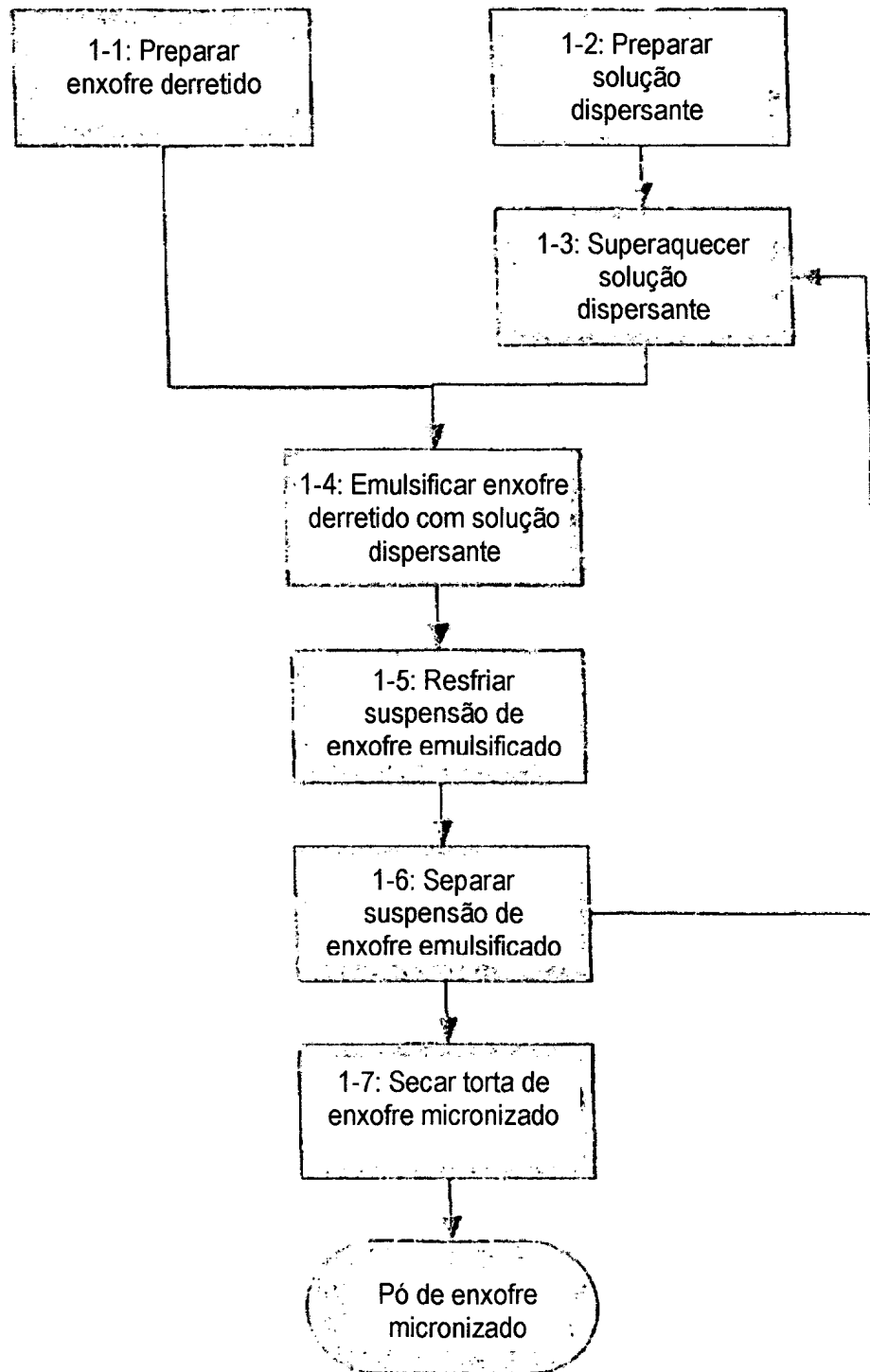


FIG. 1

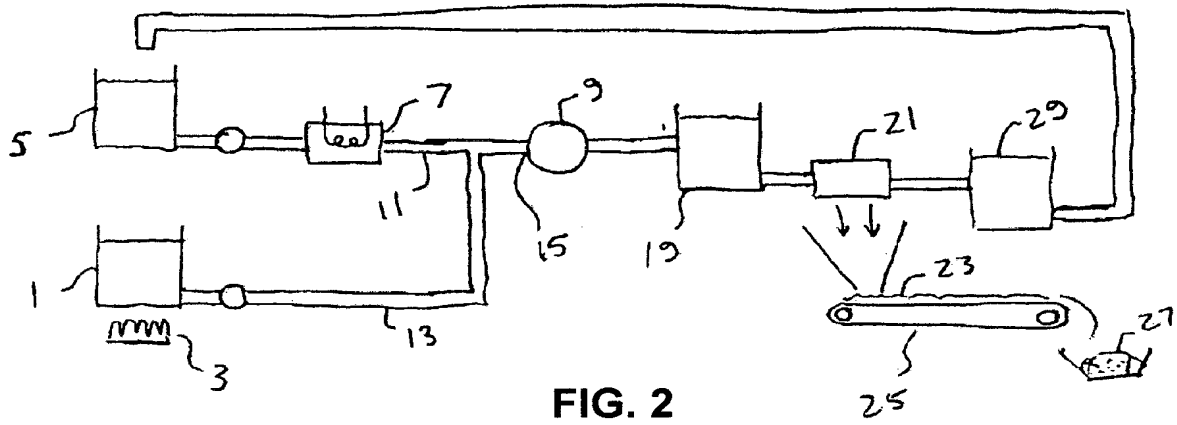


FIG. 2

RESUMO

MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE PARTÍCULAS DE ENXOFRE
MICRONIZADO, MÉTODO PARA A PRODUÇÃO DE PRODUTO DE PÓ DE
ENXOFRE MICRONIZADO E PRODUTO DE PÓ DE ENXOFRE MICRONIZADO

5 Um processo é fornecido para a produção de um
produto de pó de enxofre micronizado, bem como um
intermediário de torta de enxofre micronizado. A produção
do pó de enxofre micronizado usando este processo, que
compreende a preparação de uma emulsão de enxofre
10 micronizado a partir de enxofre fundido e uma solução
dispersante, da qual a solução dispersante é posteriormente
removida, produz um produto de qualidade superior, e o
próprio método de produção tem segurança e atributos
econômicos intensificados.