



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

(21) **PI0707683-5 A2**

(22) Data de Depósito: 24/01/2007
(43) Data da Publicação: 10/05/2011
(RPI 2105)



(51) *Int.Cl.:*
C10B 15/02

(54) Título: **MÉTODO E DISPOSITIVO PARA CARVÃO DE COQUE COM UM ALTO CONTEÚDO DE MATERIAL VOLÁTIL**

(30) Prioridade Unionista: 02/02/2006 DE 10 2006 005 189.0

(73) Titular(es): UHDE GMBH

(72) Inventor(es): Franz - Josef Schücker, Ronald Kim

(74) Procurador(es): Dannemann ,Siemens, Bigler & Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT EP2007000576 de 24/01/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/098830 de 07/09/2007

(57) Resumo: MÉTODO E DISPOSITIVO PARA CARVÃO DE COQUE COM UM ALTO CONTEÚDO DE MATÉRIA VOLÁTIL. Método para carvão de coque, em particular, carvão com um alto conteúdo de variação de matéria volátil em usinas de produção de coque com câmaras de coque que usam o processo de não-recuperação ou o processo de recuperação de calor e, além disso, a um dispositivo requerido para implementar este processo através de um método muito simples que evita que o forno de coque seja superaquecido fornecendo-se vapor de água. O método referido neste pedido independe do número de fornos de coque usado, contanto que o último forme uma bateria.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"MÉTODO E DISPOSITIVO PARA CARVÃO DE COQUE COM UM ALTO CONTEÚDO DE MATÉRIA VOLÁTIL"**.

Esta invenção refere-se a um método for carvão de coque, em particular, um carvão com um conteúdo alto ou variável de matéria volátil, em usinas de produção de coque com câmaras de coque que usam o processo de não-recuperação ou o processo de recuperação de calor e, além disso, a um dispositivo requerido para implementar este processo através de um método muito simples que evita que o forno de coque seja superaquecido proporcionando-se vapor de água. O método referido neste pedido é independente do número de fornos de coque usado, contanto que o último forme uma bateria.

Para a produção de coque, a câmara de coque preaquecida do forno de coque é preenchida com um leito de carvão e, então, fechado. O dito leito de carvão pode consistir em uma carga de carvão aparente ou em uma carga de carvão compactada, britada. O aquecimento do carvão causa uma volatilização da matéria volátil contida no carvão, isto é, principalmente hidrocarbonetos. O calor adicionalmente obtido na câmara de coque de fornos de coque de não-recuperação e fornos de coque de recuperação de calor é gerado exclusivamente pela combustão dos constituintes de carvão voláteis liberados que se volatilizam de maneira sucessiva através do avanço do processo de aquecimento.

Em conformidade com a tecnologia da técnica anterior, a combustão é controlada para assegurar que parte do gás liberado, que também é denotado como gás bruto, queime na câmara de coque diretamente acima da carga de carvão. O ar de combustão requerido para este propósito é aspirado através de portas de abertura nas portas de forno de coque e telhado do forno. Este estágio de combustão também é denotado como o primeiro estágio de ar ou estágio de ar primário. Geralmente, o estágio de ar primário não leva a uma a combustão completa. O calor liberado durante a combustão reaquece o leito de carvão, com a formação de uma camada de cinza sobre sua superfície após um curto período. Esta camada de cinza permite

uma exclusão de ar, evitando, deste modo, uma queima do leito de carvão no curso adicional do processo de produção de coque. Devido à irradiação térmica, a partir da parte de cima, através do desenvolvimento da camada de cinza, parte do calor liberado durante combustão é transferida para a
5 carga de carvão. Outra parte do calor gerado é predominantemente transferida por condução térmica através das paredes de forno de coque de tijolo para o leito de carvão. Um mero aquecimento do leito de carvão a partir da parte superior, que aplica apenas um estágio de ar único, entretanto, pode levar a tempos de coqueificação não economicamente longos.

10 Portanto, o gás bruto que é parcialmente queimado no estágio de ar primário, é queimado em outro estágio, proporcionado assim o calor para o leito de carvão a partir da parte inferior ou da lateral. Existem duas tecnologias particularmente conhecidas na técnica anterior, US 4.124.450, em conjunto com as patentes US 4.045.299 e US 3.912.597 do mesmo in-
15 ventor, que descrevem como passar a mistura quente de gás de escape de combustão e gás bruto parcialmente queimado em canais embaixo da câmara de coque onde estes podem dissipar parte de seu calor na obra de tijolos situada sob o leito de carvão e transferir esta energia térmica através da condução térmica para o carvão. Uma pós-combustão em uma câmara de
20 combustão operada de maneira recuperativa entre as paredes laterais da câmara de coque é executada no curso adicional do fluxo. Devido à condução térmica, o calor gerado é lateralmente transferido através das paredes do forno de coque para o leito de carvão, reduzindo assim o tempo de coqueificação substancialmente. Tal estágio de combustão também é denota-
25 do como o segundo estágio de ar ou estágio de ar secundário.

A outra tecnologia da técnica anterior proporciona o gás parcialmente queimado no estágio primário através dos canais situados nas paredes do forno de coque e também denotados como "tubos de descida" para aquecer os gases de combustão na base do forno embaixo da câmara de
30 coque, onde o ar de combustão suficiente é aspirado para atingir a combustão completa. Como um resultado, a carga de carvão é proporcionada diretamente com calor através da irradiação térmica a partir da parte superior e

indiretamente através da condução térmica a partir da parte inferior, aumentando assim a taxa de coque e a taxa de rendimento de forno substancialmente.

De acordo com a tecnologia da técnica anterior, os gases de combustão que se desenvolvem como um resultado de uma combustão em dois estágios no forno de coque são subseqüentemente passados através dos canais de gás de combustão situados na parte externa do forno de coque em direção à chaminé e podem ser evacuadas na atmosfera, como no processo de não-recuperação ou no caso do processo de recuperação de calor, os mesmos podem ser passados, por exemplo, para outra unidade de usina para gerar vapor.

Constatou-se que é problemático a liberação de constituintes de carvão voláteis não continuar de maneira uniforme ao longo do tempo de coqueificação. No início da produção de coque, uma queda na temperatura ambiente do forno de coque será registrada. Isto é causado pelo procedimento de carregamento de carvão, devido ao fato de o carvão ser carregado em temperatura ambiente dentro da câmara de forno de coque quente. Subseqüentemente, segue-se a fase de uma liberação violenta de gás com alto valor calorífico. Este fornecimento instantâneo de calor no forno de coque pode ser absorvido pelo carvão e os materiais de construção de forno de coque somente em uma velocidade limitada. Portanto, a temperatura na câmara do forno de coque se eleva no curso do processo de produção de coque e se a mistura de carvão de carga tem um alto conteúdo de matéria volátil, isto pode exceder as temperaturas de aplicação limite dos materiais de construção implementados dos canais de forno de coque ou de gás de combustão e unidades de usina situadas adicionalmente a jusante. No curso adicional do tempo de coqueificação, a liberação de constituintes de carvão voláteis torna-se progressivamente mais fraca.

De acordo com a tecnologia da técnica anterior, a temperatura em um forno de coque é somente controlada e regulada no processo controlando-se e regulando-se o fluxo volumétrico de ar primário e secundário. Isto acarreta uma desvantagem pelo fato de que um efeito sobre a reação de

produção de coque é assim conseguido, porque o oxigênio contido no ar primário ou secundário atua como um parceiro da reação e porque sua presença acima da estequiométrica ou abaixo da estequiométrica conduz a estágios de combustão diferentes.

5 Para evitar tais problemas e assegurar uma elevada geração de calor e possível qualidade de coque, uma mistura de carvão de diversos constituintes de carvão individuais é carregada no forno de coque. A mistura de carvão é convencionalmente ajustada de modo a limitar o conteúdo da matéria volátil por um certo valor máximo. Como uma substancial porção
10 dos recursos de carvão disponíveis mundialmente falha para satisfazer este critério, a disponibilidade de carvão adequado para este processo de produção de coque é restrita por esta abordagem, conduzindo assim a desvantagens econômicas.

15 Agora, conseqüentemente, é objetivo desta invenção prover um método aprimorado não colocando restrições ao carvão com relação a seu conteúdo de matéria volátil, conduzindo a uma redução na carga de óxidos nítricos no gás de combustão, e preservando o material de fornos de coque sem causar qualquer redução na taxa específica de rendimento do coque.

20 Esta invenção alcança este objetivo como definido na reivindicação principal aplicando um método para produzir coque em uma câmara de coque do tipo não recuperação de calor ou do tipo recuperação de calor, em que

25 - a câmara de coque é carregada com uma jazida de carvão e em que o carvão é subseqüentemente aquecido, provendo assim uma volatilização dos constituintes voláteis do carvão a partir do carvão,

 - estes constituintes de carvão voláteis são parcialmente oxidados por meio de ar fornecido (ar primário),

30 - esta mistura de gás flui através dos canais do gás de combustão na base do forno de coque, em que

 - os canais são dispostos em ou nas paredes laterais da câmara de coque, e

- constituintes de carvão voláteis não queimados são queimados na base do forno de coque, em que

- a câmara de coque e a base do forno de coque têm facilidades para restringir o fornecimento de ar, com a temperatura sendo medida e vapor de água sendo introduzido no forno de coque para resfriamento, se
5 requerido.

Uma modalidade vantajosa desta invenção provê para medir a temperatura na câmara de coque e introduzir vapor de água para resfriamento, se requerido, no espaço de gás da câmara de coque, isto é acima da
10 massa de coque aglutinado. Em uma outra variante vantajosa, o vapor de água é introduzido, se requerido, nos canais de gás de combustão para resfriar a base do forno de coque. Este método pode ser adicionalmente otimizado aplicando-se estas duas variantes em conjunto.

O método que incorpora esta invenção é aplicado para assegurar, através do controle da alimentação de vapor de água, que a temperatura
15 máxima a que os materiais de construção do forno de coque ficam expostos não exceda 1400°C. No método que incorpora esta invenção, o vapor de água tem uma pressão elevada na qual o mesmo é fornecido dentro dos condutos principais de câmara de coque e/ou gás de combustão. Além disso, o método pode ser adicionalmente aprimorado usando-se vapor de água
20 relativamente frio, em uma temperatura na faixa de 150°C a 300°C.

Embora as temperaturas de vapor baixas sejam importantes para permitir a maior absorção de energia e produção de energia possível do forno de coque, tornou-se evidente que o vapor de água não deve ser introduzido com um pulso muito alto dentro da câmara de coque, porque, de
25 outra maneira a camada de cinza que se forma acima do bolo de coque ou carga de coque é desgastada. Esta camada de cinza tem uma função protetora significativa para a substância de valor à medida que evita uma queima do carvão e/ou do coque no forno de coque.

30 Um aprimoramento consiste na introdução de vapor de água juntamente com o ar primário e o ar secundário, respectivamente, tornando possível, deste modo, reduzir o número de portas de abertura na estrutura

de construção do forno de coque.

Esta invenção também inclui um forno de coque aplicado neste método em uma das modalidades descritas, que proporciona portas de abertura no forno de coque, na parede do forno de coque ou nos canais de gás de combustão através dos quais o vapor de água podem ser introduzidos.

Um aprimoramento do forno de coque consiste no fato de que uma linha de vapor central leva a estas portas de abertura e diversos fornos de coque são conectados uns aos outros. Em uma variação aprimorada deste forno de coque, dispositivos de medição designados para variar o volume requerido de vapor de água são instalados a montante destas portas de abertura ou nas linhas e estes dispositivos de medição por sua vez são conectados através das linhas de controle em um computador de processo.

A introdução deste vapor de água não é requerida ao longo de todo o tempo de coqueificação de uma carga de carvão. Primeiramente, é necessário introduzir o vapor de água no início e durante a fase de aquecimento. Quando uma temperatura ambiente de forno de coque crítica é atingida, o método descrito no presente documento acima é aplicado com sucesso para atingir uma restrição moderada. À medida que a temperatura do forno de coque pode ser mantida de maneira muito precisa em um nível alto apesar de inócuo introduzindo-se vapor de água e uma vez que o vapor de água se comporta de uma maneira inerte no forno de coque ou nos estágios de processo adicionalmente a jusante, o processo de coqueificação como um todo é acelerada.

Outra vantagem consiste particularmente no fato de que aqueles carvões considerados inferiores devido aos seus conteúdos especialmente altos de matéria volátil podem ser vantajosamente utilizados como aceleradores de carbonização e que os estágios de processo a montante para misturar diferentes cargas de carvão podem ser omitidos.

Outra modalidade deste método permite a introdução de vapor de água em todos os períodos de modo que os materiais de construção de forno de coque nunca fiquem expostos a uma temperatura mais alta que 1400 °C. Na prática, isto pode ser obtido, por exemplo, instalando-se pontos

de medição de temperatura naqueles locais da estrutura de tijolos onde se espera que muito mais calor seja empiricamente acumulado e proporcionando-se portas de abertura para introduzir vapor de água nestas áreas também.

5 Em um processo de modelo experimental, um forno de coque de recuperação de calor foi proporcionado com cinco portas de abertura que permitem a introdução de vapor de água na câmara de coque. Além disso, todos os canais de gás de combustão que conectam a câmara de coque à base do forno de coque também foram dotados de portas de abertura que
10 permitem a introdução de vapor de água na base do forno de coque. As linhas de vapor conectadas a uma linha de vapor principal central e que acomodam um dispositivo de medição assim como um elemento de controle foram colocados em todas estas portas de abertura. Os instrumentos de medição de temperatura foram dispostos no telhado da câmara de coque e
15 no duto de gás bruto principal que transporta o gás bruto da base do forno de coque para a chaminé. Os valores de temperatura medidos foram transmitidos para um computador de processo que por sua vez ativa os dispositivos de medição.

 As cargas de carvão que foram carregadas neste processo experimental têm partes diferentemente altas de constituintes voláteis leves em
20 um forno de coque convencional que podem levar ao superaquecimento e dano do material refratário. O mesmo foi gerenciado para controlar o processo e o forno de coque em todos os períodos de modo que evite qualquer dano no forno de coque material ou perda de substâncias de valor.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para a produção de coque em uma câmara de coque do tipo "não-recuperação" ou "recuperação de calor", onde

5 a câmara de coque é carregada com um leito de carvão,
o carvão é aquecido e os constituintes de carvão voláteis volatilizam a partir da carga de carvão,

estes constituintes de carvão voláteis são parcialmente oxidados por meio de ar fornecido (ar primário),

10 estes constituintes de carvão voláteis e gases passam através dos canais de gás de combustão dentro da base do forno de coque sole, sendo que

estes canais são dispostos na ou nas paredes laterais da câmara de coque, e

15 os constituintes de carvão voláteis não queimados são queimados na base do forno de coque, sendo que

tanto a câmara de coque como a base do forno de coque têm facilidades para restringir o fornecimento de ar, caracterizado pelo fato de que

20 a temperatura é medida, e
o vapor de água é introduzido para resfriar, se requerido.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que

25 a temperatura é medida na câmara de coque, e
o vapor de água é introduzido no espaço de gás da câmara de coque para resfriar, se requerido.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que

o vapor de água é introduzido nos canais de gás de combustão para resfriar a base do forno de coque, se requerido.

30 4. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes 1 a 3, caracterizado pelo fato de que a alimentação do vapor de água é controlada em todos os períodos de modo que a temperatura máxi-

ma em que os materiais de construção de forno de coque ficam expostos não exceda 1400 °C.

5 5. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes 1 a 4, caracterizado pelo fato de que o vapor de água é introduzido com uma pressão elevada.

6. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes 1 a 5, caracterizado pelo fato de que o vapor de água tem uma de 150°C a 300°C.

10 7. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes 1 a 6, caracterizado pelo fato de que o vapor de água é fornecido como misturas de vapor de água/ar.

15 8. Dispositivo para aplicar o método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que as portas de abertura que permitem a introdução do vapor de água ou misturas de vapor de água/ar seja proporcionada na parede do forno de coque ou nos canais de gás de combustão.

20 9. Dispositivo para aplicar o método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que uma linha de vapor central leva aos fornos de coque, sendo que ramificações a partir da linha de vapor central levam às portas de abertura.

10. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que um dispositivo de medição e um elemento de controle para variar o volume de ar de combustão requerido ao longo do tempo de coqueificação são proporcionados nas portas de abertura.

RESUMO

Patente de Invenção: **"MÉTODO E DISPOSITIVO PARA CARVÃO DE COQUE COM UM ALTO CONTEÚDO DE MATÉRIA VOLÁTIL"**.

- Método para carvão de coque, em particular, carvão com um alto
- 5 conteúdo de variação de matéria volátil em usinas de produção de coque com câmaras de coque que usam o processo de não-recuperação ou o processo de recuperação de calor e, além disso, a um dispositivo requerido para implementar este processo através de um método muito simples que evita que o forno de coque seja superaquecido fornecendo-se vapor de água. O
- 10 método referido neste pedido independe do número de fornos de coque usado, contanto que o último forme uma bateria.