



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

(11) PI 0717585-0 B1

(22) Data do Depósito: 29/08/2007

(45) Data de Concessão: 23/10/2018



* B R P I 0 7 1 7 5 8 5 B 1 *

(54) Título: PROCESSO PARA CRAQUEAMENTO TÉRMICO DE ÓLEO PESADO DE PETRÓLEO

(51) Int.Cl.: C10G 9/36

(30) Prioridade Unionista: 28/09/2006 JP 2006-264138

(73) Titular(es): CHIYODA CORPORATION. FUJI OIL CO., LTD.

(72) Inventor(es): ATSUSHI TAMAGAWA; MAKOTO NOMURA; ISAO SHIBUTANI; KEIJI MAEHARA;
HISAO TAKEUCHI

(85) Data do Início da Fase Nacional: 18/03/2009

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"PROCESSO PARA CRAQUEAMENTO TÉRMICO DE ÓLEO PESADO DE PETRÓLEO"**.

Campo da Técnica

[001] A presente invenção refere-se a uma tecnologia de processamento para craqueamento térmico contínuo de óleo pesado de petróleo e à instalação de processamento físico para realizar a tecnologia.

Técnica Antecedente

[002] Os óleos pesados ou residuais de petróleo com alto conteúdo de enxofre, tal como, asfalto de petróleo são menos valiosos devido ao sério impacto no ambiente quando diretamente queimados como combustível. Portanto, estes óleos pesados ou residuais de petróleo são usados geralmente como matérias-primas industriais úteis transformadas depois em produtos mais leves através do craqueamento. Como uma dessas tecnologias, o seguinte esquema de processo do craqueamento térmico e sua instalação são mencionados.

[003] Como um esquema de processamento para o craqueamento térmico do óleo pesado de petróleo, propôs-se um esquema que consistiu em um forno de craqueamento e um vaso de reação no qual o óleo pesado alimentado através do forno de craqueamento é introduzido no vaso de reação a ser termicamente craqueado (referindo-se aos Documentos de Patente 1 a 4). O óleo pesado de petróleo alimentado no vaso de reação é diretamente colocado em contato com vapor superaquecido a 500 a 700°C que é soprado a partir da parte inferior do vaso de reação. O óleo pesado de petróleo no vaso de reação é termicamente craqueado e transformado em substâncias craqueadas gasosas ricas em hidrocarbonetos alifáticos e piche de petróleo rico poliaromático. As substâncias craqueadas gasosas são descarregadas a partir da saída superior do vaso de reação junto com vapor e intro-

duzidas na torre de destilação para separação.

[004] Conforme tipicamente representado nos Documentos de Patente 1 a 4, propôs-se um esquema de processo em que um forno de craqueamento e dois vasos de reação são proporcionados. O óleo pesado de petróleo alimentado através do forno de craqueamento é introduzido no primeiro vaso de reação e, então, introduzido no segundo vaso de reação após a alimentação no primeiro vaso de reação ser concluída. A alimentação nos vasos de reação é alternativamente comutada, de modo que o óleo pesado de petróleo seja termicamente craqueado de maneira semicontínua.

[005] Nestes processos craqueamento térmico, o óleo pesado de petróleo alimentado no vaso de reação é diretamente colocado em contato com o vapor superaquecido soprado a partir da parte inferior do vaso de reação e termicamente craqueado para produzir substâncias craqueadas gasosas ricas em hidrocarbonetos alifáticos e piche de petróleo rico poliaromático. As substâncias craqueadas gasosas são descarregadas a partir da saída superior do vaso de reação junto com vapor e introduzidas na torre de destilação para separação. Entretanto, uma vez que o processo de craqueamento térmico em vasos de reação consiste na operação em lote, a quantidade de substâncias craqueadas gasosas descarregadas a partir dos vasos de reação não é constante, porém, flutuada através dos ciclos. Consequentemente, a taxa de fluxo das substâncias gasosas carregada na torre de destilação é muito variada com uma faixa de variação ocasionalmente não menor que 25%. Esta flutuação da quantidade de fluxo de entrada das substâncias gasosas causa a operação instável da torre de destilação e resulta no desempenho de operação inferior ou operação reduzida da seção de craqueamento a montante.

[006] Além disso, as substâncias gasosas escoadas na torre de destilação contêm o piche transportado, que é o precursor de coque. A

fim de evitar que o precursor de coque se contamine no óleo do produto, é necessário fornecer uma quantidade adequada de óleo de lavagem na seção inferior da torre que combina a quantidade de fluxo de entrada das substâncias gasosas. Nesta situação, quando existe uma flutuação da quantidade de fluxo de entrada das substâncias gasosas, não é prático alterar a quantidade de óleo de lavagem que depende da flutuação de alimentação. Também é economicamente indesejável fornecer a quantidade de óleo de lavagem constante que combina a quantidade de fluxo de entrada máxima das substâncias gasosas.

[007] Ademais, uma vez que o calor latente de vaporização e o calor sensível das substâncias gasosas são simultaneamente recuperados na torre de destilação, a quantidade de vapor gerada a partir do sistema de recuperação de calor é flutuada. Consequentemente, a operação da caldeira de refinaria é afetada por esta flutuação. Portanto, a uniformidade da quantidade de fluxo de entrada das substâncias gasosas na torre de destilação era desejada.

[008] Ademais, aumentar a capacidade de craqueamento de óleo pesado pode ser o modo usual de aumentar a capacidade sem aumentar o número de equipamentos, tais como, forno, vaso de reação e torre de destilação. Entretanto, a faixa de flutuação da alimentação na torre de destilação pode ser mais ampliada nos seguintes casos de renovação:

- Aumentar a capacidade com o mesmo número de vasos de reação.

- A adição do novo trem de craqueamento de 2 vasos de reação com a alimentação simultânea no primeiro vaso de reação.

[009] O termo "ciclo" usado na presente invenção significa o intervalo a partir do início da alimentação através do forno no primeiro vaso de reação até a conclusão da alimentação no segundo vaso de reação e o reinício da alimentação no primeiro vaso de reação para

cada trem de craqueamento.

Documento de Patente 1 JP07-116450 B (1995)

Documento de Patente 2 JP54-15444 B (1979)

Documento de Patente 3 JP57-15795 B (1982)

Documento de Patente 4 JP63-38076 B (1988)

Descrição da Invenção

Problemas a serem Solucionados pela Invenção

[0010] Consequentemente, o objetivo da presente invenção é proporcionar um processo para o craqueamento térmico de óleo pesado de petróleo que permita o desempenho de separação aperfeiçoado da torre de destilação, a capacidade de rendimento aumentada, a operação estável e uniforme e a quantidade reduzida de óleo de lavagem na seção inferior da torre de destilação ao aperfeiçoar o fluxo instável e flutuante das substâncias gasosas proveniente dos vasos de reação na torre de destilação.

Meios para Solucionar os Problemas

[0011] O objetivo mencionado acima é alcançado pela invenção abaixo.

[0012] Ou seja, a presente invenção refere-se a um processo para o craqueamento térmico do óleo pesado de petróleo (daqui por diante, geralmente referido meramente como o "processo de craqueamento térmico da invenção"), em que quando uma instalação de craqueamento térmico tem um forno de craqueamento para aquecer o óleo pesado de petróleo, dois ou mais trens que compreendem os primeiro e segundos vasos de reação nas quais o óleo pesado de petróleo aquecido no forno de craqueamento é introduzido e uma torre de destilação para separar as substâncias gasosas descarregadas a partir dos respectivos vasos de reação de cada trem é operada, cada trem é operado repetindo-se um ciclo que compreende a extração do óleo pesado de petróleo do forno de craqueamento, a alimentação do óleo

pesado de petróleo extraído no primeiro vaso de reação e a alimentação do óleo pesado de petróleo extraído no segundo vaso de reação após a conclusão da alimentação do óleo pesado de petróleo extraído no primeiro vaso de reação, o vapor é soprado em cada vaso de reação a partir da parte inferior de cada vaso de reação enquanto alimenta o óleo pesado de petróleo e é diretamente colocado em contato com o óleo pesado de petróleo para ser termicamente craqueado, as substâncias craqueadas gasosas produzidas e o vapor em cada vaso de reação são descarregados a partir da saída superior de cada vaso de reação a ser introduzido na torre de destilação e a separação através da destilação é realizada na torre de destilação, sendo que o atraso de fase é proporcionado para o ciclo repetido em cada trem, de modo que a instalação de craqueamento térmico seja operada com o tempo de iniciação diferente de alimentação no primeiro vaso de reação em cada trem.

[0013] De acordo com o processo de craqueamento térmico da invenção, a quantidade flutuante de substâncias gasosas (substâncias craqueadas gasosas e vapor) descarregada a partir de cada trem de vasos de reação com um tempo específico é igualada como a quantidade total ao proporcionar o atraso de fase entre o respectivo trem dos vasos de reação e a flutuação da quantidade total das substâncias gasosas carregadas na torre de destilação pode ser reduzida.

[0014] Uma vez que a quantidade total das substâncias gasosas descarregada a partir dos vasos de reação é igualada, deste modo, os problemas existentes, como o desempenho de operação inferior de uma torre de destilação, o afunilamento para aumentar a capacidade de craqueamento, operação instável e, ainda, o consumo excessivo de óleo de lavagem na seção inferior da torre de destilação podem ser solucionados. Estes aperfeiçoamentos são ligados ao aperfeiçoamento do desempenho de processo do craqueamento térmico de óleo pesa-

do de petróleo e, também, do aperfeiçoamento da capacidade de rendimento da instalação de craqueamento térmico como um todo.

[0015] Como o nível preferível do atraso de fase entre o respectivo trem de vasos de reação para as substâncias gasosas flutuantes com certos tempos, o atraso de fase deve ser determinado, de modo que os tempos de pico dos trens não sobreponham uns aos outros. É mais preferível determinar o atraso de fase, de modo que o tempo de pico do trem seja completamente sobreposto ao tempo inferior do outro trem. Entretanto, mesmo se o tempo de pico não for completamente sobreposto ao tempo inferior do outro trem, o efeito da invenção do presente pedido pode ser completamente esperado. Portanto, não existe limite superior para o número de trens de vaso de reação a partir deste ponto de vista.

[0016] Uma vez que o tempo específico do atraso de fase entre o respectivo trem de vaso de reação também depende do tempo de alimentação em um vaso de reação, da quantidade de matéria-prima a ser alimentada (óleo pesado de petróleo), do tamanho da instalação, do número de trens de vaso de reação, é difícil especificar o mesmo como um valor geral. Entretanto, é simples e eficiente determinar o atraso de fase como uma metade do tempo requerido para a alimentação de um vaso de reação no caso de dois trens, ou seja, um quarto do tempo de ciclo mencionado acima, $1/6$ do tempo de ciclo no caso de três trens e $1/2n$ do tempo de ciclo no caso de n trens.

[0017] Usando-se o processo de craqueamento térmico desta invenção, a flutuação da taxa de fluxo total das substâncias craqueadas gasosas e vapor (substâncias gasosas) que são descarregados a partir da saída superior de cada vaso de reação e, então, introduzidos na torre de destilação pode ser reduzida ao nível de 15% ou menos e, de preferência, ao nível de 5% ou menos.

[0018] Tal para o forno de craqueamento, é preferível ter um forno

de craqueamento para cada trem e cada forno de craqueamento ser mutuamente independente, de modo que o óleo pesado de petróleo possa ser individualmente introduzido em todos os vasos de reação de cada trem. Em particular, a partir do ponto de vista da flexibilidade de operação, é preferível ter um forno inativo independente dos trens de vaso de reação operantes, de modo que o forno coqueificado ascendente possa ser colocado em operação de descoqueificação, embora a operação normal possa ser continuada através da comutação do forno inativo em serviço.

[0019] Por outro lado, uma instalação de craqueamento térmico para o óleo pesado de petróleo da presente invenção (daqui por diante, geralmente meramente referida como o "vaso de reação de craqueamento térmico da invenção" ou "instalação de craqueamento térmico da invenção") é caracterizada pelo fato de que a instalação de craqueamento térmico para o óleo pesado de petróleo que tem um forno de craqueamento para aquecer o óleo pesado de petróleo, dois ou mais trens que compreendem os primeiro e segundos vasos de reação nos quais o óleo pesado de petróleo aquecido no forno de craqueamento é introduzido e uma torre de destilação para separar as substâncias gasosas descarregadas a partir dos respectivos vasos de reação em cada trem, sendo que cada trem é operado ao repetir um ciclo que compreende a extração do óleo pesado de petróleo do forno de craqueamento, a alimentação do óleo pesado de petróleo extraído no primeiro vaso de reação e a alimentação do óleo pesado de petróleo extraído no segundo vaso de reação após a conclusão da alimentação do óleo pesado de petróleo extraído no primeiro vaso de reação, o vapor é soprado em cada vaso de reação a partir da parte inferior de cada vaso de reação enquanto alimenta o óleo pesado de petróleo e é colocado diretamente em contato com o óleo pesado de petróleo a ser termicamente craqueado, as substâncias craqueadas gasosas produ-

zidas e o vapor em cada vaso de reação são descarregados a partir da saída superior de cada vaso de reação a ser introduzido na torre de destilação e a separação através de destilação é realizada na torre de destilação e sendo que o atraso de fase é proporcionado para o ciclo repetido em cada trem, de modo que a instalação seja operada com o tempo de iniciação diferente da alimentação no primeiro vaso de reação em cada trem.

[0020] Na instalação de craqueamento térmico da invenção, a flutuação da taxa de fluxo total das substâncias craqueadas gasosas e vapor que são descarregados a partir da saída superior de cada vaso de reação e são introduzidos na torre de destilação pode ser reduzida ao nível de 15% ou menos e, de preferência, ao nível de 5% ou menos.

[0021] Tal para o forno de craqueamento, é preferível ter um forno de craqueamento para cada trem e cada forno de craqueamento ser mutuamente independente, de modo que o óleo pesado de petróleo possa ser individualmente introduzido em todos os vasos de reação de cada trem. Em particular, a partir do ponto de vista da flexibilidade de operação, é preferível ter um forno inativo independente dos trens de vaso de reação operantes, de modo que o forno coqueificado ascendente possa ser colocado em operação de descoqueificação, embora a operação normal possa ser continuada através da comutação do forno inativo em serviço.

Efeito da Invenção

[0022] De acordo com o processo para craqueamento térmico de óleo pesado de petróleo e a instalação de craqueamento térmico da presente invenção, uma vez que o número de trens não é menor que dois e o atraso de fase é proporcionado para o ciclo repetido em cada trem, a instabilidade da quantidade de fluxo de entrada das substâncias gasosas na torre de destilação pode ser aperfeiçoada e, também,

o aperfeiçoamento do desempenho de separação de uma torre de destilação, o aumento da capacidade de craqueamento, a operação estável e a redução da quantidade de óleo de lavagem na seção inferior da torre são alcançados. Ademais, o aperfeiçoamento do desempenho de processo para o craqueamento térmico do óleo pesado de petróleo e a capacidade de rendimento de toda a instalação de craqueamento térmico podem ser realizados por estes aperfeiçoamentos.

Breve Descrição dos Desenhos

[0023] A figura 1 é um fluxograma que ilustra todo o constituinte do processo de craqueamento térmico para óleo pesado de petróleo e a instalação de craqueamento térmico da invenção.

[0024] A figura 2 é um desenho esquemático de uma torre de destilação mostrada na figura 1.

[0025] A figura 3 é um gráfico que mostra a taxa de fluxo total medida das substâncias gasosas com o tempo processado obtido em um processo de craqueamento térmico convencional e uma instalação de craqueamento térmico convencional. O eixo geométrico horizontal é processado por tempo a partir da iniciação da alimentação e o eixo geométrico longitudinal é a taxa de fluxo total das substâncias gasosas descarregada de hora em hora.

[0026] A figura 4 é mostrada como um modo exemplificativo da invenção. O gráfico mostra o resultado obtido medindo-se a taxa de fluxo total das substâncias gasosas com o tempo processado no processo de craqueamento térmico e na instalação de craqueamento térmico de dois trens. O eixo geométrico horizontal é o tempo previsto a partir da iniciação da alimentação e o eixo geométrico longitudinal é a taxa de fluxo total das substâncias gasosas descarregada por hora.

[0027] A figura 5 é um modo exemplificativo da invenção e um gráfico que mostra o resultado obtido medindo-se a taxa de fluxo total das substâncias gasosas com o tempo previsto no processo de craquea-

mento térmico e na instalação de craqueamento térmico de três trens. O eixo geométrico horizontal é o tempo previsto a partir da iniciação da alimentação e o eixo geométrico longitudinal é a taxa de fluxo das substâncias gasosas descarregada de hora em hora.

Melhor Modo para Realizar a Invenção

[0028] A invenção é ilustrada em detalhes abaixo, de acordo com os desenhos.

[0029] Em primeiro lugar, o processo para o craqueamento térmico de óleo pesado de petróleo e a instalação de craqueamento térmico da invenção são ilustrados em detalhes, de acordo com os desenhos, que descrevem o modo de operação que consiste em um modo exemplificativo da invenção. Ademais, o modo de operação abaixo é um exemplo em que cada um dos dois trens compreende dois vasos de reação.

[0030] A figura 1 é um fluxograma que ilustra todo o constituinte do presente modo de operação.

[0031] A matéria-prima (óleo pesado de petróleo) alimentada a partir de um tanque de matéria-prima 1 é preliminarmente aquecida até cerca de 350°C através do forno de aquecimento de matéria-prima 2 e, então, carregada na seção inferior da torre de destilação 3. Aqui, a mesma é misturada com a fração final pesada de óleo craqueado que é derramada em uma parte inferior da torre como óleo reciclado. Uma razão entre o óleo reciclado e a matéria-prima é de 0,05 a 0,25 e, de preferência, de 0,10 a 0,20.

[0032] A matéria-prima misturada como o óleo reciclado é alimentada em cada um dos fornos de craqueamento tubulares (fornos de aquecimento) 4a e 4b através de válvulas de admissão 14a e 14b. A matéria-prima é aquecida a 480 a 500°C e, de preferência, 490 a 500°C nos fornos de craqueamento tubulares 4a e 4b a ser termicamente craqueada. A pressão de saída de cada forno de craqueamento 4a e 4b fica em torno da pressão atmosférica a 0,4 MPa. O tempo de

reação no forno de craqueamento tubular é geralmente de 0,5 a 10 minutos e, de preferência, 2 a 5 minutos.

[0033] O óleo aquecido no forno de craqueamento tubular 4a é introduzido no trem "a" e o óleo aquecido no forno de craqueamento tubular 4b é introduzido no trem "b" respectivamente. Ademais, cada trem "a" e "b" consiste em dois vasos de reação, isto é, os primeiros vasos de reação 6a e 6b e os segundos vasos de reação 6'a e 6'b.

[0034] Embora os trens "a" e "b" sejam ilustrados abaixo em conjunto, cada um dos trens pode ser operado de maneira independente.

[0035] Os produtos termicamente craqueados (óleo pesado de petróleo) em alta temperatura que passaram através dos fornos de craqueamento tubulares 4a e 4b são introduzidos nos vasos de reação predeterminados (vasos de reação de craqueamento térmico) 6a, 6'a, 6b e 6'b através das válvulas de comutação 5a e 5b enquanto são queimados. Antes da introdução de efluente de forno nos vasos de reação, é preferível para alimentar preliminarmente certas partes da matéria-prima nos vasos de reação a partir da parte inferior da torre de destilação 3 através das válvulas de comutação 7a e 7b (alimentação preliminar). A quantidade da alimentação preliminar em cada vaso de reação 6a, 6'a, 6b ou 6'b é de 5 a 18% por volume da quantidade total de alimentação em cada vaso de reação 6a, 6'a, 6b ou 6'b, de preferência, 10 a 15% por volume. Ademais, a temperatura da matéria-prima durante a alimentação preliminar é de cerca de 340°C.

[0036] Cada uma das válvulas de comutação 5a, 5b, 7a e 7b é acionada com intervalo constante e a matéria-prima da alimentação preliminar e os produtos térmicos craqueados a partir dos fornos de craqueamento tubulares 4a e 4b são carregados de maneira periódica e alternada em cada par de vasos de reação 6a e 6'a ou 6b e 6'b do trem "a" e "b". Através deste processo, o craqueamento térmico de operação periódica dos produtos térmicos craqueados continuamente

alimentados a partir dos fornos de craqueamento tubulares 4a e 4b é continuamente realizado nos vasos de reação.

[0037] Os vasos de reação 6a, 6'a, 6b e 6'b são vasos cilíndricos verticais com a parte inferior comprimida (um formato em que o diâmetro de invólucro do vaso cilíndrico se torna estreito em direção à seção de parte inferior) e são dotados de uma entrada de matéria-prima, uma entrada de gás de meio aquecido, uma saída de gás craqueado, um óleo craqueado e saída de gás de meio de calor, e um bocal de retirada de produtos residuais. Ademais, um misturador pode ser proporcionado se necessário.

[0038] O vapor superaquecido aquecido pelo superaquecedor de vapor 8 a 400 a 700°C é soprado nos vasos de reação 6a, 6'a, 6b e 6'b como gás de meio de calor através das válvulas 9a, 9'a, 9b e 9'b.

[0039] Quando os produtos térmicos craqueados a partir dos fornos de craqueamento tubulares 4a e 4b são alimentados nos vasos de reação 6a, 6'a, 6b e 6'b, a temperatura do material preliminar alimentado nos vasos de reação 6a, 6'a, 6b e 6'b pouco antes da alimentação através do forno é de cerca de 340°C. A temperatura nos vasos de reação é elevada em 430 a 440°C, e, então, as reações adicionais de craqueamento e polimerização-condensação de produtos térmicos craqueados ocorrem nos vasos de reação ao mesmo tempo quando introduzidas nos vasos.

[0040] O período de um lote de alimentação é ajustado, de preferência, em 50 a 120 minutos e, mais preferencialmente, em 60 a 90 minutos. O ponto de amolecimento do produto residual nos vasos (daqui por diante, geralmente meramente referidos como "piche") é elevado na conclusão da alimentação. As reações nos vasos de reação são adicionalmente procedidas ao continuar o sopro do vapor superaquecido após a conclusão da alimentação. É preferível que o tempo de reação após a alimentação seja especificado na faixa de 15% a 45%

do tempo de alimentação e, mais preferencialmente, de 25% a 45%.

[0041] Uma vez que os produtos termicamente craqueados provenientes dos fornos de craqueamento tubulares 4a e 4b são submetidos à reação de craqueamento térmico e, também, sua temperatura é alta o bastante, o tempo de reação (tempo de retenção) é dificilmente requerido após a alimentação. Entretanto, quando o tempo de alimentação para os vasos de reação 6a, 6'a, 6b e 6'b é estendido, o piche obtido, deste modo, provavelmente será menos homogêneo. Consequentemente, o tempo de alimentação é limitado a 50 a 120 minutos, a fim de obter o piche homogêneo e o processo de craqueamento térmico é continuado através da injeção de vapor superaquecido contínua por um período de 15 a 45% do tempo de alimentação após a conclusão da alimentação.

[0042] O vapor de temperatura relativamente baixa pode ser usado como o vapor superaquecido alimentado nos vasos de reação 6a, 6'a, 6b e 6'b, uma vez que sua temperatura é de 400 a 700°C. Ademais, uma quantidade de vapor requerida não é muito grande. É suficiente fornecer de 0,08 a 0,15 kg de vapor por 1 kg da quantidade total da matéria-prima carregada nos fornos de craqueamento tubulares 4a e 4b e nos vasos de reação 6a, 6'a, 6b e 6'b.

[0043] As substâncias craqueadas gasosas e vapor contidos nos produtos térmicos craqueados são descarregados a partir da saída superior dos vasos de reação 6a, 6'a, 6b e 6'b durante a alimentação dos produtos térmicos craqueados a partir dos fornos de craqueamento tubulares 4a e 4b e, também, durante a reação de craqueamento posterior são alimentados na torre de destilação 3 através das tubulações de distribuição 15a e 15b na torre de destilação que é mostrada por uma linha pontilhada.

[0044] Após a conclusão da reação nos vasos de reação 6a, 6'a, 6b e 6'b, o resfriamento (extinção) dos vasos de reação 6a, 6'a, 6b e

6'b é iniciado, a temperatura dos vasos de reação 6a, 6'a, 6b e 6'b é reduzida em 320 a 380°C para completar substancialmente a reação e, então,, o piche nos vasos de reação 6a, 6'a, 6b e 6'b é imediatamente transferido para os vasos de armazenamento de piche líquido 10a e 10b. Os vasos de armazenamento de piche líquido 10a e 10b têm agitadores e também têm funções para receber o piche alternadamente a partir dos vasos de reação 6a, 6'a, 6b e 6'b e para misturá-lo de maneira uniforme. Ademais, o vapor superaquecido é soprado a partir de sua parte inferior, e a temperatura do piche nos vasos é retida em 300 a 370°C para manter o piche no estado líquido. O destilado leve retirado do piche é alimentado na torre de destilação 3 através das linhas 11a e 11b. O piche nos vasos de armazenamento de piche líquido 10a e 10b é distribuído para uma instalação de armazenamento de piche sólido 13 após ser resfriado e solidificado em uma instalação de solidificação de piche 12.

[0045] A figura 2 mostra o desenho esquemático da torre de destilação 3. As substâncias gasosas que compreendem as substâncias craqueadas gasosas e vapor alimentados através das linhas de transferência 15a e 15b são introduzidas na torre de destilação 3 a partir do tubo de alimentação 15 em uma temperatura de cerca de 400 a 450°C. A fração de piche arrastada com as substâncias gasosas é removida na seção inferior da torre de destilação 3.

[0046] O interior da torre de destilação 3 é composto por uma seção de fracionamento equipada com bandejas de borbulhamento 16, uma seção de recuperação de calor equipada com bandejas defletoras 22, uma seção de óleo de lavagem equipada com bandejas de peneira 17 e o tubo de transferência de óleo de lavagem 18 com bocais de jato 19 na extremidade. O tipo do óleo de lavagem não é especificamente limitado, porém, o óleo em estado líquido a 200 a 300°C, por exemplo, o óleo gasóleo ou óleo pesado craqueado é geralmente usado.

[0047] A quantidade do óleo de lavagem fica, de preferência, na faixa de 0,005 a 0,05 kmol por 1 kmol das substâncias gasosas e, mais preferencialmente, na faixa de 0,01 a 0,02 kmol.

[0048] O piche é removido das substâncias gasosas através da torre de destilação 3 que tem a composição mencionada acima. O piche removido é descarregado da parte inferior da torre de destilação 3 através do tubo de descarga 21. As substâncias gasosas a partir das quais o piche foi removido aumentam na torre de destilação 3 e são destiladas fora do tubo de descarga 20 na parte superior que passa através da seção de recuperação de calor, consistiam do tubo de entrada de óleo pesado craqueado 24, situado no centro da torre 3, tudo de extração 23, trocador de calor 25 e bandejas defletoras 22, e, então, a seção de fracionamento de óleo consistia de bandejas de borbulhamento 16. As substâncias gasosas são separadas no gás craqueado, óleo leve craqueado e óleo pesado craqueado através desta operação de destilação e são enviadas até a próxima etapa para o processamento adicional.

[0049] O que foi descrito acima é todo o esquema da demonstração. Conforme mostrado na figura 1, além dos dois conjuntos de trem a e b que compreendem cada um dois vasos de reação, os fornos de craqueamento tubulares (fornos de aquecimento) 4a e 4b, os vasos de armazenamento de piche líquido 10a e 10b e outros diversos equipamentos auxiliares são proporcionados para os respectivos trens.

[0050] Aqui, a taxa de fluxo total das substâncias gasosas (substâncias craqueadas gasosas e vapor) que são alimentadas a partir dos vasos de reação 6a e 6'a através da tubulação de transferência 15a para a torre de destilação 3 foi medida com o tempo previsto, sob as condições em que um único trem "a" de um processo de craqueamento térmico convencional e a instalação de craqueamento térmico se encontra em operação. Um resultado é mostrado no gráfico da figura

3. No gráfico da figura 3, o eixo geométrico horizontal é o tempo de processo a partir da iniciação de alimentação e o eixo geométrico longitudinal é a taxa de fluxo total das substâncias gasosas por hora (mesmo nas figuras 4 e 5).

[0051] Ademais, as condições de operação nas quais o resultado das medições mostrado no gráfico da figura 3 foi obtido são mostrados na Tabela 1 abaixo.

Tabela 1

Torre de destilação 3	Razão de óleo reciclado misturado na matéria-prima	0,16
Forno de craqueamento tubular 4a	Pressão de saída	0,3 mPa
	Tempo de reação	2 min
Vasos de reação 6a e 6'a	Porcentagem de quantidade de alimentação preliminar em quantidade de alimentação total	14%
	Temperatura de vapor superaquecido	650°C
	Quantidade de vapor superaquecido (porcentagem de vapor em 1 kg de óleo de matéria-prima)	10%
	Tempo de alimentação	90 min.
Todo trem a	Tempo de ciclo	180 min/ciclo

[0052] Conforme mostrado no gráfico da figura 3, descobriu-se que o tempo de pico (cerca de 1800 kmol/hora) e o tempo inferior (cerca de 1400 kmol/hora) da taxa de fluxo total de hora em hora das substâncias gasosas é periodicamente (com ciclo constante) repetido. O valor médio da taxa de fluxo total de hora em hora das substâncias gasosas é 1600 kmol, porém, é separado por +13,5% a partir do pico e por -13,7% a partir da parte inferior e a faixa de flutuação atinge

27,2%. Descobriu-se que a taxa de fluxo das substâncias gasosas total de hora em hora é a flutuação muito repetida com um ciclo constante.

[0053] Deste modo, uma vez que o fluxo das substâncias gasosas na torre de destilação 3 é muito flutuado no caso de um único trem, o mesmo causa a operação instável e problemas, tal como, o desempenho de operação inferior ou operação reduzida indesejável da instalação de craqueamento térmico.

[0054] Neste modo de demonstração, dois conjuntos de trem a e b são proporcionados e são operados em combinação com o atraso de fase do ciclo de alimentação nos vasos de reação.

[0055] A taxa de fluxo total das substâncias gasosas (substâncias craqueadas gasosas e vapor) que são alimentadas a partir dos vasos de reação 6a, 6'a, 6b e 6'b através das tubulações de transferência 15a e 15b até a torre de destilação 3 foi medida com o tempo previsto, sob as condições em que o processo de craqueamento térmico e a instalação de craqueamento térmico da invenção estavam em operação em que ambos os trens "a" e "b" a jusante das válvulas de admissão 14a e 14b são operados sob as mesmas condições que aquelas mostradas no gráfico da figura 3. O resultado é mostrado no gráfico da figura 4. Ademais, as válvulas de comutação 5a e 5b foram controladas, de modo que o tempo de iniciação da alimentação no primeiro vaso de reação 6b do trem "b" fosse atrasado em 4 a 5 minutos (o atraso de fase foi de 45 minutos) a partir do tempo de iniciação da alimentação no primeiro vaso de reação 6a do trem "a".

[0056] Conforme mostrado no gráfico da figura 4, o valor médio da taxa de fluxo total de hora em hora das substâncias gasosas é de 3200 kmol, as variações do valor médio são +5,1% no pico e -8,4% na parte inferior e a faixa máxima de variação é reduzida em 13,5%.

[0057] A quantidade descarregada das substâncias gasosas que

repete as flutuações com um ciclo específico nos respectivos ciclos dos trens "a" e "b" é uniformizada como a quantidade total ao proporcionar o atraso de fase entre ambos os trens "a" e "b" e a faixa de flutuação da quantidade descarregada total das substâncias gasosas que são escoadas a partir de ambos os trens "a" e "b" e são escoadas na torre de destilação 3 depois de unida pode ser reduzida.

[0058] Ademais, no caso em que a capacidade de rendimento do óleo pesado de petróleo é combinada a capacidade de operação de 2 trens de operação, a taxa de fluxo máxima das substâncias gasosas continuamente introduzida na torre de destilação 3 é de 3350 kmol/hora (figura 4), embora seja de 3600 kmol/hora ($1800 \text{ k-mol} \times 2$ a partir da figura 3) no caso de 1 trem de operação. Existe uma redução de cerca de 7% na taxa de fluxo máxima no caso de 2 trens de operação. Portanto, a quantidade óleo de lavagem requerida para a taxa de fluxo máxima das substâncias gasosas na seção inferior da torre de destilação 3 pode ser reduzida.

[0059] Deste modo, uma vez que a uniformidade da quantidade descarregada total das substâncias gasosas é realizada, o aperfeiçoamento do desempenho de separação de uma torre de destilação 3, o aumento da capacidade de rendimento das substâncias gasosas e a operação estável, a redução da quantidade de óleo de lavagem na seção inferior da torre de destilação 3 são obtidos. Ademais, estes aperfeiçoamentos são ligados ao aperfeiçoamento do desempenho de processo do craqueamento térmico do óleo pesado de petróleo e a capacidade de processamento de toda a instalação de craqueamento térmico.

[0060] O processo para craqueamento térmico do óleo pesado de petróleo e a instalação de craqueamento térmico da invenção que são ilustrados acima descrevem o modo de demonstração preferível, porém, a invenção não se limita às composições do modo de demonstra-

ção mencionado acima, porém, aqueles versados na técnica podem realizar várias substituições e modificações através da conversão de tecnologias publicadas. Por exemplo, no modo de demonstração mencionado acima, um exemplo de dois sistemas de trens, "a" e "b" que compreendem cada um dois vasos de reação foi ilustrado, porém, um sistema de três trens ou mais pode ser possível.

[0061] Certamente, mesmo se qualquer substituição e modificação forem realizadas, as mesmas pertencem ao escopo técnico da invenção, à medida que são equipadas com as composições da invenção.

[0062] Na instalação de craqueamento térmico da modalidade mencionada acima, mostrada na figura 1, os testes de verificação similares aos gráficos mostrados nas figuras 3 e 4 foram realizados para a instalação de craqueamento térmico de três trens em que um par foi adicionado aos fornos de craqueamento tubulares 4a e 4b, trens a e b e vasos de armazenamento de piche líquido 10a e 10b. Aqui, os fornos de craqueamento tubulares adicionais, trem e vasos de armazenamento de piche líquido apresentaram as mesmas condições que os fornos de craqueamento tubulares 4a e 4b, o trem a e b e os vasos de armazenamento de piche líquido 10a e 10b e foram controlados, de modo que o atraso de fase (diferença do tempo de início da alimentação no primeiro vaso de reação entre trens) entre os respectivos trens fosse de 30 minutos (o atraso de fase foi de 30 minutos). O resultado é mostrado no gráfico da figura 5.

[0063] Conforme mostrado no gráfico da figura 5, o valor médio da taxa de fluxo total de hora em hora das substâncias gasosas é de 4770 kmol, as variações do valor médio são de +2.1% no pico e -1.5% na parte inferior e a faixa máxima de variação é muito reduzida em 3,6%.

Listagem de Referência

- 1: tanque de matéria-prima
- 2: forno de preaquecimento de matéria-prima
- 3: torre de destilação
- 4: forno de craqueamento tubular (forno de craqueamento)
- 5, 7, 14: válvula de comutação
- 6: vaso de reação
- 8: superaquecedor de vapor
- 9: válvula
- 10: vaso de armazenamento de piche líquido
- 11: linha
- 12: instalação de solidificação de piche
- 13: instalação de armazenamento pós-piche
- 14: válvula de introdução
- 15: tubulação

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para craqueamento térmico de óleo pesado de petróleo, em que, quando da operação de uma instalação de craqueamento térmico que tem um forno de craqueamento (4) para aquecer o óleo pesado de petróleo, dois ou mais trens ("a", "b) que compreendem primeiro e segundo vasos de reação (6a, 6'a; 6b, 6'b) nos quais o óleo pesado de petróleo aquecido no forno de craqueamento (4) é introduzido e uma torre de destilação (3) para separar as substâncias gasosas descarregadas dos respectivos vasos de reação (6) de cada trem, vapor é soprado em cada vaso de reação a partir da parte inferior de cada vaso de reação (6a, 6'a; 6b, 6'b), enquanto alimenta o óleo pesado de petróleo e é diretamente colocado em contato com o óleo pesado de petróleo a ser termicamente craqueado, as substâncias craqueadas gasosas produzidas e o vapor em cada vaso de reação (6a, 6'a; 6b, 6'b) são descarregados a partir da saída superior de cada vaso de reação para ser introduzido na torre de destilação (3) e a separação através da destilação é realizada na torre de destilação (3),

caracterizado pelo fato de que:

- cada trem ("a", "b) é operado ao repetir um ciclo que compreende a extração do óleo pesado de petróleo do forno de craqueamento (4) , a alimentação do óleo pesado de petróleo extraído para o primeiro vaso de reação (6a; 6b) e a alimentação do óleo pesado de petróleo extraído para o segundo vaso de reação (6'a; 6'b) após a conclusão da alimentação do óleo pesado de petróleo extraído para o primeiro vaso de reação (6a; 6b); e
- um atraso de fase é proporcionado para o ciclo repetido em cada trem ("a", "b"), de modo que a instalação de craqueamento térmico seja operada com o tempo de iniciação diferente da alimentação no primeiro vaso de reação (6a; 6b) em cada trem ("a", "b").

2. Processo para craqueamento térmico de óleo pesado de

petróleo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que a faixa de flutuação na taxa de fluxo total das substâncias craqueadas gasosas e vapor que são descarregados a partir da saída superior de cada vaso de reação (6a, 6'a; 6b, 6'b) e introduzidos na torre de destilação (3) tem 15% ou menos.

3. Processo para craqueamento térmico de óleo pesado de petróleo, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado** pelo fato de que a instalação de craqueamento térmico é dotada com o mesmo número de fornos de craqueamento (4a, 4b) que o número de trens ("a", "b") e cada forno de craqueamento (4a, 4b) é mutuamente independente.

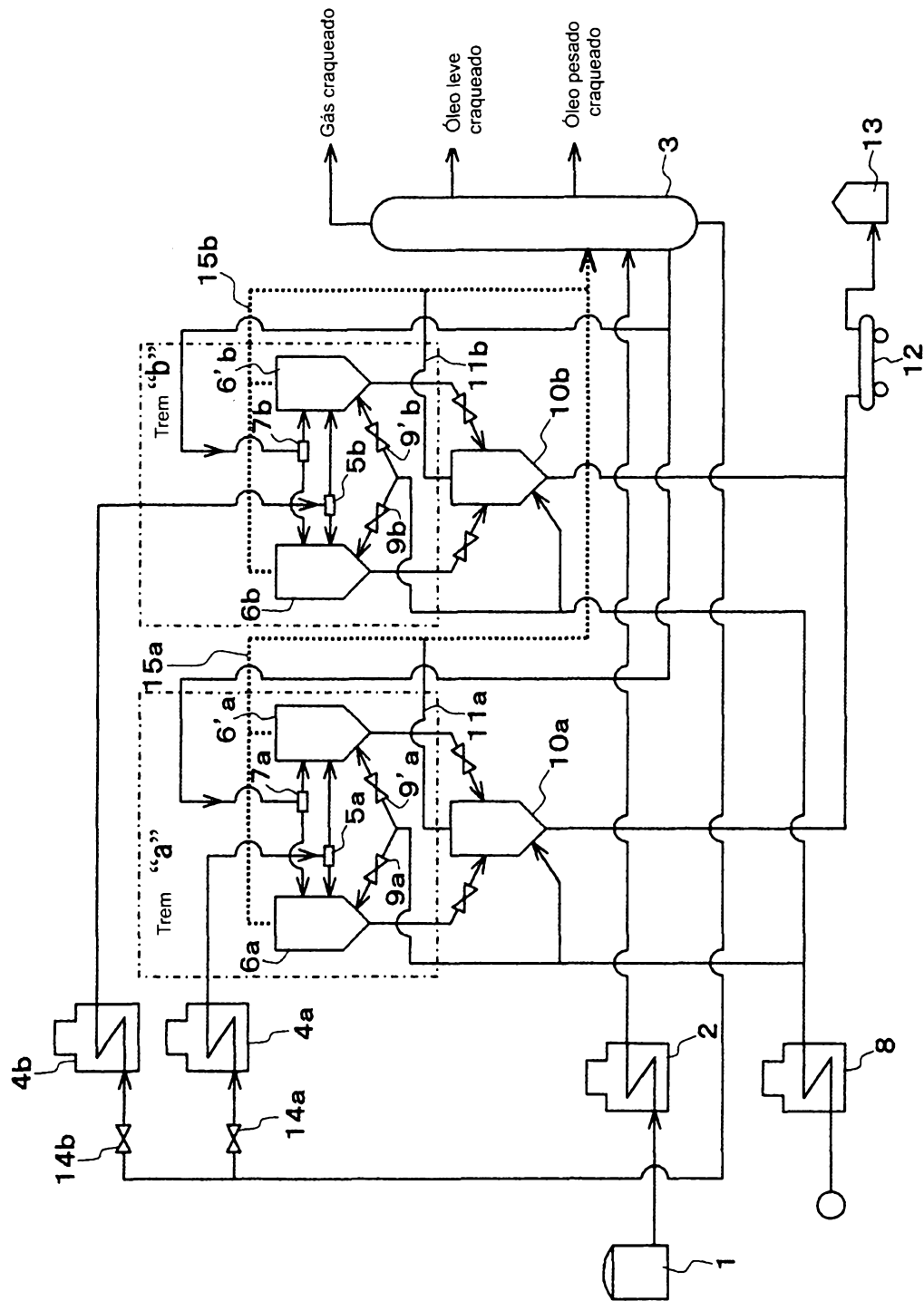


Fig. 1

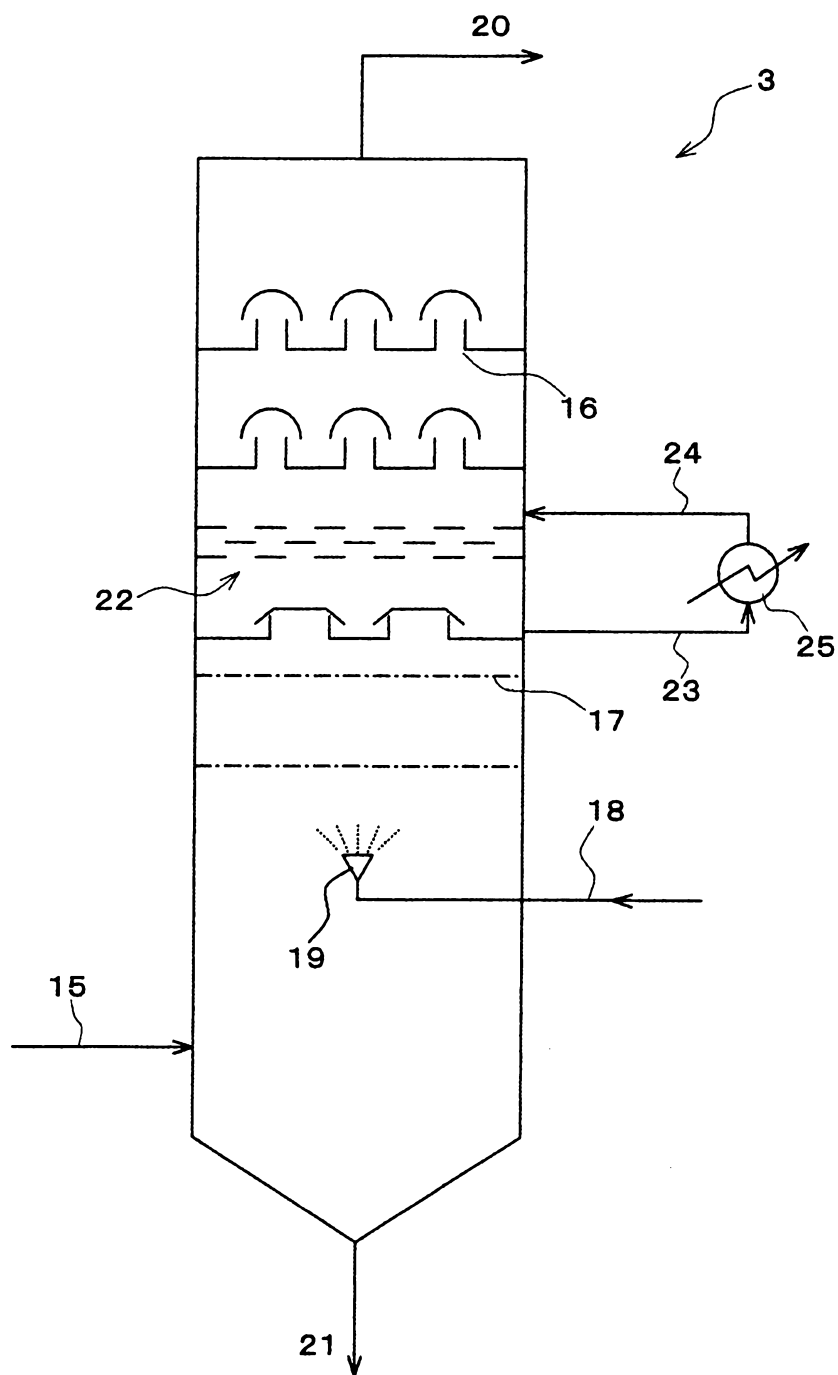


Fig. 2

Fig.3

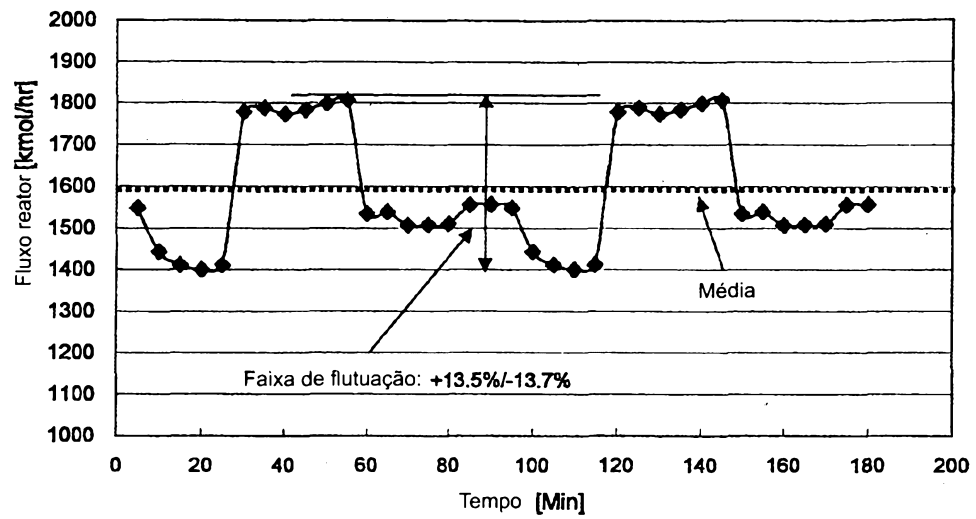


Fig.4

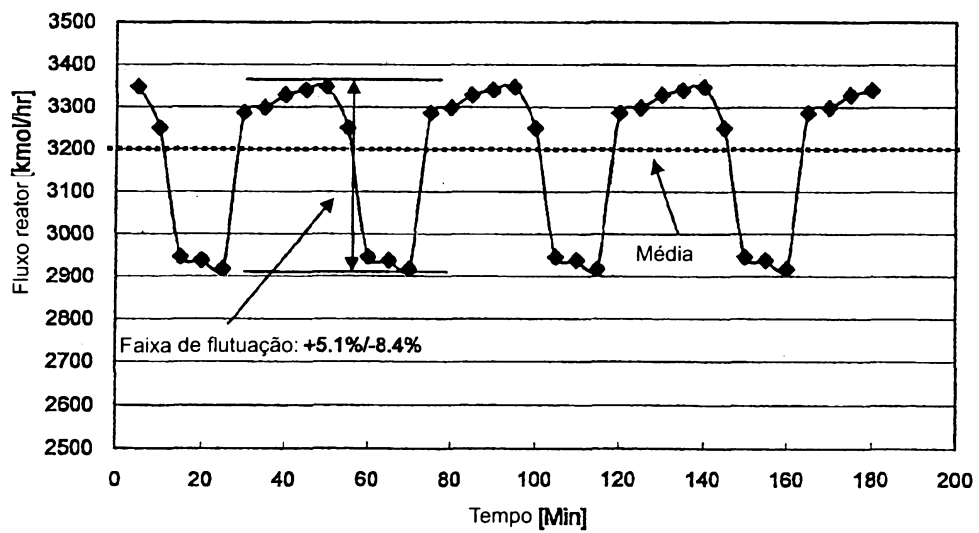


Fig.5

