



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) PI 0812274-1 A2



(22) Data do Depósito: 28/03/2008

(43) Data da Publicação Nacional: 12/05/2020

(54) Título: FORNO DE FRACIONAMENTO TUBULAR

(51) Int. Cl.: F28F 13/12; C10G 9/20.

(30) Prioridade Unionista: 28/03/2007 CN 200710064886.6.

(71) Depositante(es): CHINA PETROLEUM & CHEMICAL CORPORATION; BEIJING RESEARCH INSTITUTE OF CHEMICAL INDUSTRY, CHINA PETROLEUM & CHEMICAL CORPORATION.

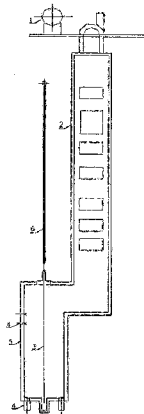
(72) Inventor(es): GUOQING WANG; LIJUN ZHANG; ZHIGUO DU; SHUO CHEN; ZHAOBIN ZHANG; CONG ZHOU; XIANFENG ZHOU.

(86) Pedido PCT: PCT CN2008000626 de 28/03/2008

(87) Publicação PCT: WO 2008/116397 de 02/10/2008

(85) Data da Fase Nacional: 26/11/2009

(57) Resumo: FORNO DE FRACIONAMENTO TUBULAR Esta invenção é relacionada a um forno de fracionamento tubular, especialmente um forno de fracionamento de etileno, que abrange uma seção de convecção e uma seção radiante ou seções duais com, ao menos, um membro de intensificação de calor em, ao menos, um tubo radiante de passe na mencionada seção radiante, o mencionado membro de intensificação de transferência de calor abrange um primeiro membro de intensificação de calor que está posicionado em um local entre $10D$ e $25D$ em fluxo contrário do ponto extremo da mencionada temperatura de metal do tubo radiante de passe, na qual D é o diâmetro interno do tubo radiante que tem membros de intensificação de transferência de calor. A presente invenção pode alcançar o melhor resultado de transferência de calor com o número dado de membros de intensificação de transferência de calor, otimizando as localizações dos membros de intensificação de transferência de calor no tubo radiante.



FORNO DE FRACIONAMENTO TUBULAR

Campo da invenção

A presente invenção é relacionada a um forno de fracionamento tubular, especialmente a um método para
5 organização dos membros de intensificação de transferência de calor no forno de abertura de etileno e um forno de fracionamento tubular utilizando o método.

Estado da Arte

A pirólise de hidrocarbonetos é realizada em um forno
10 de fracionamento tubular industrialmente. Como conhecido, teoricamente, a reação química da pirólise dos hidrocarbonetos é uma reação endotérmica forte, incluindo uma reação primária e uma reação secundária. No senso comum, a reação primária está relacionada às reações nas quais as grandes moléculas de
15 hidrocarboneto se tornam moléculas menores, isto é, hidrocarbonetos lineares são desidrogenados e rompidos em cadeia e nafteno e areia são desidrogenados e rompidos em anel, assim o etileno e propileno e os semelhantes são produzidos na reação primária. A reação secundária está relacionada às reações nas
20 quais os produtos da reação primária, em outras palavras, olefina e alcinos, são executadas para polimerização, desidrogenação, condensação, assim como os naftenos e aromáticos são executados para desidrogenação, condensação e ciclização fundida com hidrogenação e assim por diante. A reação secundária não somente
25 diminuiria muito o rendimento dos produtos alvo, mas também produziria coque gravemente. O coque depositaria na parede interna do tubo radiante. A formação do coque na parede interna do tubo radiante é muito desvantajosa para a operação regular do forno de fracionamento. O coque grudado na parede interna do
30 tubo radiante aumentaria a resistência à condução de calor e resistência de corrente dos fluidos reagentes em todo o sistema reativo. O aumento da resistência à condução de calor e resistência de corrente estará contra a reação primária.

Industrialmente, o descoqueamento do forno de

fracionamento deverá ser realizado periodicamente devido ao coqueamento no forno de fracionamento. O intervalo entre o descoqueamento é chamado de "comprimento de execução". Geralmente, no fim de cada "comprimento de execução", devido à
5 camada de coque, a temperatura do metal do tubo (TMT, em resumo) tenderia a exceder o máximo (geralmente 1.125 °C) da exigência do material do tubo.

Portanto, ajudará a prolongar o "comprimento de execução" e aumentar a carga de processamento do forno de
10 fracionamento, se o coqueamento no forno de fracionamento for suprimido. Para suprimir o coqueamento, é necessário diminuir a reação secundária o máximo possível enquanto mantém a reação de abertura primária no tubo radiante. Portanto, deve ser evitado aquecer desnecessariamente o produto da reação primária acima
15 da temperatura mais elevada da variação de temperatura de abertura e reter tempo de reação excessiva no tubo radiante. Além disso, um fator restritivo contrário é que a pressão mais baixa é útil para a reação primária, desde que a pirólise seja uma reação de volume crescente.

20 A patente Chinesa CN1133862C revela um tubo de fita torcida (vide figuras anexas 4 e 5), em que o mencionado tubo de fita torcida é posicionado no tubo radiante em intervalos regulares. O princípio operacional do "tubo de fita torcida" pode ser descrito brevemente da seguinte forma: Como é conhecido, o
25 processo de transferência de calor da seção radiante em forno de fracionamento de etileno pode incluir as seguintes etapas. Primeiramente, o gás dentro da lareira transfere calor na parede externa do tubo radiante através de radiação e convecção e então a parede externa transfere calor para a parede interna e
30 provavelmente a camada de coque existente pela condução de calor da parede é transferida para o fluido interno da parede interna por convecção. De acordo com a teoria de camada de fronteira de Pradtl, quando os fluidos fluem ao longo de uma superfície de parede sólida, uma camada fina de fluido próxima da superfície

da parede grudará na superfície do tubo sem deslizar, desta maneira, uma camada de fronteira de fluxo é formada. Porque a camada de fronteira transfere calor por condução, sua resistênciade calor é muito elevada, embora a camada de fronteira seja muito fina. O calor é transferido ao centro do fluxo turbulento através da camada de fronteira por convecção. De acordo com a análise acima, a maior parte da resistênciade transferência de calor do tubo está na camada de fronteira e na camada de coque grudada na superfície da parede interna. Se a resistênciade transferência de calor puder ter sido reduzida, a eficiência da transferência de calor será muito intensificada. O tubo da fita torcida em CN1133862C é desenvolvido com base no princípio. O tubo de fita torcida posicionado no tubo radiante forçará a alteração do fluxo dos fluidos do fluxo de plugue para o fluxo turbulento. Por meio disto, os fluidos terão um efeito de enxágüe transverso forte na parede do tubo, desta forma, a camada de fronteira será destruída e afinará. Como resultado, a resistênciade transferência de calor próxima a camada de fronteira de fluxo é diminuída e a eficiência de transferência de calor é intensificada.

Nesta invenção, o "tubo de fita torcida" e os membros relativos são todos chamados, de um nome geral, de "membro de intensificação de transferência de calor", este termo refere-se a todos os membros posicionados no tubo radiante que podem forçar a alteração dos fluidos do fluxo de plugue ao fluxo de turbulência e, assim, destruir e afinar a camada de fronteira. Não é somente restrito ao "tubo de fita torcida".

Embora a transferência de calor entre o tubo radiante e os fluidos internos possa ser intensificada organizando o tubo de fita torcida e membros semelhantes, não significa necessariamente quanto mais, melhor. A razão é que, quando os membros são posicionados no tubo radiante, a queda de pressão seria aumentada subseqüentemente no tubo. Também como mencionado acima, o aumento da queda de pressão é adverso para realizar a

reação de abertura.

Portanto, considerando a queda de pressão do tubo, o tubo de fita torcida não pode ser posicionado o máximo possível. Esta invenção é para direcionar este conflito, isto é, organizar certo
5 número de tubos de fita torcida para maximizar a transferência de calor e limitar o coqueamento ao máximo, para assim aumentar muito o processamento de carga e estender o comprimento de execução antes do descoqueamento.

Sumário da invenção

10 A presente invenção fornece um forno de fracionamento tubular, especialmente um forno de fracionamento de etileno, abrangendo uma seção de convecção e uma seção radiante ou seções
15 duais, ao menos, um tubo de passe radiante posicionado em uma seção radiante que tenha, ao menos, um tubo radiante de passe na dita seção radiante. No tubo radiante, ao menos, um membro de intensificação de transferência de calor abrangendo um
20 primeiro membro de intensificação de transferência de calor é posicionado em uma localização entre $10D$ e $25D$ em fluxo contrário da ponta extrema do mencionado tubo, ao menos, uma temperatura de metal do tubo radiante de passe, na qual D é o diâmetro interno do tubo, ao menos, um tubo radiante de passe que tenha membros de intensificação de transferência de calor.

Preferivelmente, no tubo radiante, ao menos, um membro de intensificação de transferência de calor, também abrangendo
25 um segundo membro de intensificação de transferência de calor, que é posicionado no mesmo fluxo do primeiro membro de intensificação de transferência de calor com uma distância menor do que Y , distância máxima afetada do mencionado primeiro membro de intensificação de transferência de calor, preferencialmente
30 posicionado entre $0,7Y$ e $1,0Y$.

Preferivelmente, no tubo radiante, ao menos, um membro de intensificação de transferência de calor, também abrangendo um terceiro membro de intensificação de transferência de calor, que é posicionado no mesmo fluxo do primeiro membro de

intensificação de transferência de calor com uma distância menor do que Y , distância máxima afetada do mencionado primeiro membro de intensificação de transferência de calor, preferencialmente posicionado entre $0,7Y$ e $1,0Y$.

5 Preferivelmente, no tubo radiante, ao menos, um membro de intensificação de transferência de calor, também abrangendo um quarto membro de intensificação de transferência de calor, que é posicionado no mesmo fluxo do primeiro membro de intensificação de transferência de calor com uma distância menor
10 do que Y , distância máxima afetada do mencionado primeiro membro de intensificação de transferência de calor, preferencialmente posicionado entre $0,7Y$ e $1,0Y$.

Preferencialmente, o mencionado membro de intensificação de transferência de calor é um tubo de fita
15 torcida.

Preferencialmente, a proporção de torção do mencionado tubo de fita torcida está entre 2 e 3, a fita torcida tem um ângulo torcido de 180° .

Preferencialmente, o mencionado Y está entre $50D$ e $60D$.

20 Preferencialmente, o mencionado tubo radiante é do tipo 2-1 ou tipo 4-1.

Preferencialmente, o mencionado tubo radiante é do tipo 2-1, os mencionados primeiro, segundo, terceiro e quarto membros de intensificação de transferência de calor são tubos de fita
25 torcida e somente posicionados no segundo tubo de passe.

Preferencialmente, o mencionado tubo radiante é do tipo 2-1, os mencionados primeiro, segundo, terceiro e quarto membros de intensificação de transferência de calor são tubos de fita torcida e somente posicionados no segundo tubo de passe,
30 respectivamente.

Preferencialmente, o mencionado tubo radiante é do tipo 4-1, os mencionados primeiro, segundo, terceiro e quarto membros de intensificação de transferência de calor são tubos de fita torcida e somente posicionados no segundo tubo de passe.

Preferencialmente, o mencionado tubo radiante é do tipo 4-1, os mencionados primeiro, segundo, terceiro e quarto membros de intensificação de transferência de calor são tubos de fita torcida e somente posicionados no segundo tubo de passe, respectivamente.

A presente invenção possui as seguintes vantagens:

1. A presente invenção pode alcançar o melhor resultado de transferência de calor com o número dado de membros de intensificação de transferência de calor, otimizando as localizações dos membros de intensificação de transferência de calor no tubo radiante.

2. Por causa do acréscimo dos membros de intensificação de transferência de calor, como o tubo de fita torcida ao tubo radiante, a camada de fronteira da transferência de calor é afinada e a resistência térmica é diminuída. Assim, o método, de acordo com a presente invenção, pode aumentar muito a eficácia da transferência de calor do forno de fracionamento de etileno e minimizar a inclinação de coqueamento, portanto, a carga de processamento do forno de fracionamento de etileno é aumentada e o comprimento de execução é estendido.

3. Utilizando o forno de fracionamento de etileno da presente invenção e confiando em sua própria potência de fornos convencionais, o forno de fracionamento de etileno pode aumentar sua carga de processamento em 5% ~ 7% e estender o comprimento de execução em 30% ~ 100%.

Descrição de figuras

A Fig.1 é um desenho esquemático de um forno de fracionamento de etileno utilizando dois tubos radiantes de passe tipo 2-1 ou tipo 4-1.

A Fig.2 é um desenho esquemático dos tubos radiantes posicionados no forno de fracionamento conforme mostrado na Fig.1, nos quais os membros de intensificação de transferência de calor são posicionados em cada tubo de passe, no qual os tubos radiantes utilizam o tubo tipo 2-1.

A Fig.3 é um desenho esquemático dos tubos radiantes posicionados no forno de fracionamento conforme mostrado na fig.1, nas quais 4 membros de intensificação de transferência de calor são posicionados em cada tubo de passe, na qual os tubos radiantes utilizam o tubo tipo 2-1.

A Fig.4 é um desenho esquemático dos tubos radiantes posicionados no forno de fracionamento conforme mostrado na fig.1, nas quais 2 membros de intensificação de transferência de calor são posicionados em cada tubo de passe, na qual os tubos radiantes utilizam o tubo tipo 4-1.

A Fig. 5 mostra uma seção vertical do tubo de fita torcida utilizado no método da presente invenção.

A Fig.6 mostra uma seção transversal do tubo de fita torcida utilizado no método da presente invenção.

15 **Modo de execução da invenção**

Os membros de intensificação de transferência de calor na presente invenção podem utilizar o "tubo de fita torcida" descrito em CN1133862C, conforme mostrado nas Figs.5 e 6. A proporção torcida (que é a proporção do comprimento axial do tubo de fita torcida com um ângulo de torção de 180° versus o diâmetro interno) é preferencialmente 2 a 3, nos modos de execução é de 2.5. Os membros de intensificação de transferência de calor posicionados no tubo radiante podem direcionar o fluxo dos materiais em processo adiante, de maneira espiral, diferente da reta, para que os materiais em processo que passam por dentro do tubo de fita torcida enxágüem muito bem a superfície interna do tubo de fita torcida tangencialmente. E, por meio disto, a espessura da camada de fronteira na superfície interna do tubo de fita torcida fica destruída e muito mais fina, para que a resistência ao calor próximo da camada de fronteira de fluxo seja muito menor. Portanto, a eficácia da transferência de calor do tubo de fita torcida pode ser aumentada.

Antes que os materiais em processo no tubo radiante passem pela superfície do tubo de fita torcida, os materiais em

processo fluem no plugue de tipo de fluxo, a velocidade tangencial da qual é quase zero; imediatamente depois que os materiais em processo fluam através do tubo de fita torcida, o tipo de fluxo dos materiais em processo é alterado abruptamente e a velocidade tangencial dos materiais em processo aumenta rapidamente. Depois que os materiais em processo passarem pelo tubo de fita torcida, a velocidade tangencial dos materiais em processo está diminuindo e tendendo a zero ao longo da direção axial do tubo. O termo "distância máxima afetada" do tubo de fita torcida significa que a distância do tubo radiante, calculada a partir do ponto que os materiais em processo começam a fluir através do tubo de fita torcida até o ponto em que a velocidade tangencial dos materiais em processo se torne zero novamente. Quanto ao tubo de fita torcida com proporção torcida de 2-3, a distância máxima afetada do tubo de fita torcida com ângulo torcido de 180° é aproximadamente de cerca de $50D$ a $60D$, na qual D é definido como o diâmetro interno do tubo radiante. O tubo de fita torcida na modalidade de execução utiliza a proporção torcida de 2.5 com um ângulo torcido de 180° .

No estado da técnica, sem os membros de intensificação de transferência de calor posicionados na seção radiante do forno de fracionamento, o tubo radiante sempre tem certo perfil de temperatura com poucos pontos extremos. Estes pontos extremos referem-se à temperatura máxima da temperatura do metal do tubo na parede do tubo radiante. Em geral, cada tubo de passe possui um ponto extremo, por exemplo, quanto ao tubo radiante tipo 2-1, seu primeiro tubo de passe possui um ponto extremo e o segundo tubo de passe também possui um ponto extremo, mas as posições dos pontos extremos nos dois tubos de passe são diferentes. Normalmente, as posições dos pontos extremos seriam fixas uma vez que a estrutura do forno de fracionamento esteja determinada. Todas as fábricas que utilizam o forno de fracionamento podem oferecer as posições correspondentes dos pontos extremos do forno de fracionamento.

De acordo com o forno de fracionamento da presente invenção, o primeiro tubo de fita torcida é posicionado em um local entre 0 e 40D, preferencialmente entre 10 e 25D perante a temperatura máxima da temperatura de metal do tubo em cada tubo radiante de passe; o segundo tubo de fita torcida é posicionado em mesmo fluxo do primeiro tubo de fita torcida, com uma distância menor do que a "distância afetada máxima Y" do primeiro, preferencialmente posicionado entre 0.7Y e 1.0Y; o terceiro tubo de fita torcida é posicionado em mesmo fluxo do segundo tubo de fita torcida, com uma distância menor do que a "distância afetada máxima Y" do segundo, preferencialmente posicionado entre 0.7Y e 1.0Y; a arrumação do quarto tubo segue regra semelhante. Além disso, a localização do último tubo de fita torcida em cada passe não deve ser menor do que 40D fora de cada extremidade de tubo de passe para satisfazer a exigência de força mecânica. Quando a extremidade do tubo radiante não puder mais ser posicionada com um tubo de fita torcida e se o outro parâmetro, especialmente a queda de pressão, não puder satisfazer a exigência, o tubo de fita torcida também pode ser posicionado perante o primeiro tubo de fita torcida. A distância entre este tubo de fita torcida e o primeiro tubo de fita torcida deve ser menor do que a "distância máxima afetada" deste tubo de fita torcida, preferencialmente posicionada entre 0.7Y e Y. Se o tubo radiante tiver diversos passes, cada tubo de passe deve seguir a mesma regra dentro de cada passe. Contudo, a posição exata do tubo de fita torcida não necessariamente é a mesma. Além disso, o número total de tubos de fita torcida ainda deve ser determinado com outros parâmetros, por exemplo, especialmente a queda de pressão.

Na presente invenção, os tubos de fita torcida são colocados nos pontos mais eficazes no forno de fracionamento. Contudo, não significa necessariamente que todos estes pontos têm de ser posicionados com o tubo de fita torcida e também não significa necessariamente que os tubos de fita torcida não podem

ser instalados em outros locais.

A presente invenção será descrita adianta por meio de exemplos mais detalhados. Contudo, a presente invenção não será limitada por estes exemplos. O escopo da presente invenção está descrito nas reivindicações.

Exemplo 1

Um forno de fracionamento de etileno utilizando dois tubos radiantes de passe tipo 2-1 (vide fig.1), que abrange: um tambor de vapor de alta pressão 1, uma seção de convecção 2, tubos radiantes 3, queimadores 4, uma seção radiante 5, uma caldeira 6. Ele tem um rendimento de etileno de 100 quilo-ton por ano. O material de partida usa nafta.

De acordo com a diferença entre a queda de pressão do tubo radiante pela extremidade do comprimento de execução e o limite de queda de pressão permissível, o número de tubos de fita torcida a ser posicionado é determinado. Dois membros de intensificação de transferência de calor 7 foram posicionados em cada tubo de passe radiante, isto é, cada grupo do tubo radiante é totalmente fornecido com seis membros de intensificação de transferência de calor 7 (vide fig.2), na qual o membro de transferência de calor é o tubo de fita torcida (vide fig.5).

Projeto A: no primeiro tubo radiante de passe, um tubo de fita torcida é posicionado em um local que é 25 vezes o diâmetro D do primeiro tubo radiante de passe em fluxo contrário do ponto extremo da temperatura de metal do primeiro tubo radiante de passe (TMT), em outras palavras, no local de 25D. Outro tubo radiante de fita torcida é posicionado em um local que é 30D em mesmo fluxo do ponto extremo da temperatura de metal do tubo radiante. No segundo tubo de passe, um tubo de fita torcida é posicionado em um local que é de 25 vezes o diâmetro D do segundo tubo radiante de passe em fluxo contrário do ponto extremo da temperatura de metal do segundo tubo radiante de passe, em outras palavras, na localização de 25D. Outro tubo radiante de fita torcida é posicionado em um local que é de 30D em mesmo fluxo do ponto

extremo da temperatura de metal do tubo radiante.

Projeto B: no primeiro tubo radiante de passe, um tubo de fita torcida é posicionado em um local que é 45 vezes o diâmetro D do primeiro tubo radiante de passe em fluxo contrário do ponto extremo da temperatura de metal do primeiro tubo radiante de passe. Outro tubo radiante de fita torcida é posicionado em um local que é 10D em mesmo fluxo do ponto extremo da temperatura de metal do tubo radiante. No segundo tubo de passe, um tubo de fita torcida é posicionado em um local que é 45 vezes o diâmetro D do segundo tubo radiante de passe em fluxo contrário do ponto extremo da temperatura de metal do segundo tubo radiante de passe. Outro tubo radiante de fita torcida é posicionado em um local que é 10D em mesmo fluxo do ponto extremo da temperatura de metal do tubo radiante.

Projeto C: no primeiro tubo radiante de passe, um tubo de fita torcida é posicionado em um local que é 40 vezes o diâmetro D do primeiro tubo radiante de passe em fluxo contrário do ponto extremo da temperatura de metal do primeiro tubo radiante de passe. Outro tubo radiante de fita torcida é posicionado em um local que é 15D em mesmo fluxo do ponto extremo da temperatura de metal do tubo radiante. No segundo tubo de passe, um tubo de fita torcida é posicionado em um local que é 40 vezes o diâmetro D do segundo tubo radiante de passe em fluxo contrário do ponto extremo da temperatura de metal do segundo tubo radiante de passe. Outro tubo radiante de fita torcida é posicionado em um local que é 15D em mesmo fluxo do ponto extremo da temperatura de metal do segundo tubo radiante de passe.

Projeto D: no primeiro tubo de passe, um tubo de fita torcida é posicionado em um local que é 35 vezes o diâmetro D do primeiro tubo radiante de passe em fluxo contrário do ponto extremo da temperatura de metal do primeiro tubo radiante de passe. Outro tubo radiante de fita torcida é posicionado em um local que é 20D em mesmo fluxo do ponto extremo da temperatura de metal do primeiro tubo radiante de passe. No segundo tubo de passe,

um tubo de fita torcida é posicionado em um local que é 35 vezes o diâmetro D do segundo tubo radiante de passe em fluxo contrário do ponto extremo da temperatura de metal do segundo tubo radiante de passe. Outro tubo radiante de fita torcida é posicionado em um local que é $20D$ em mesmo fluxo do ponto extremo da temperatura de metal do segundo tubo radiante de passe.

Projeto E: no primeiro tubo radiante de passe, um tubo de fita torcida é posicionado em um local que é 30 vezes o diâmetro D do primeiro tubo radiante de passe em fluxo contrário do ponto extremo da temperatura de metal do primeiro tubo radiante. Outro tubo radiante de fita torcida é posicionado em um local que é $25D$ em mesmo fluxo do ponto extremo da temperatura de metal do primeiro tubo radiante de passe. No segundo tubo de passe, um tubo de fita torcida é posicionado em um local que é 30 vezes o diâmetro D do segundo tubo radiante de passe em fluxo contrário do ponto extremo da temperatura de metal do segundo tubo radiante. Outro tubo radiante de fita torcida é posicionado em um local que é $25D$ em mesmo fluxo do ponto extremo da temperatura de metal do segundo tubo radiante de passe.

Projeto F: no primeiro tubo radiante de passe, um tubo de fita torcida é posicionado em um local que é 20 vezes o diâmetro D do primeiro tubo radiante de passe em fluxo contrário do ponto extremo da temperatura de metal do primeiro tubo radiante de passe. Outro tubo radiante de fita torcida é posicionado em um local que é $35D$ em mesmo fluxo do ponto extremo da temperatura de metal do primeiro tubo radiante. No segundo tubo radiante de passe, um tubo de fita torcida é posicionado em um local que é 20 vezes o diâmetro D do segundo tubo radiante de passe em fluxo contrário do ponto extremo da temperatura de metal do segundo tubo radiante de passe. Outro tubo radiante de fita torcida é posicionado em um local que é $35D$ em mesmo fluxo do ponto extremo da temperatura de metal do segundo tubo radiante.

Projeto G: no primeiro tubo radiante de passe, um tubo de fita torcida é posicionado em um local que é 15 vezes o diâmetro

D do primeiro tubo radiante de passe em fluxo contrário do ponto extremo da temperatura de metal do primeiro tubo radiante de passe. Outro tubo radiante de fita torcida é posicionado em um local que é 40 D em mesmo fluxo do ponto extremo da temperatura de metal do primeiro tubo radiante de passe. No segundo tubo de passe, um tubo de fita torcida é posicionado em um local que é 15 vezes o diâmetro D do segundo tubo radiante de passe em fluxo contrário do ponto extremo da temperatura de metal do segundo tubo radiante de passe. Outro tubo radiante de fita torcida é posicionado em um local que é 40 D em mesmo fluxo do ponto extremo da temperatura de metal do segundo tubo radiante de passe.

Projeto H: no primeiro tubo radiante de passe, um tubo de fita torcida é posicionado em um local que é 10 vezes o diâmetro D do primeiro tubo radiante de passe em fluxo contrário do ponto extremo da temperatura de metal do primeiro tubo radiante. Outro tubo radiante de fita torcida é posicionado em um local que é 45D em mesmo fluxo do ponto extremo da temperatura de metal do tubo radiante. No segundo tubo de passe, um tubo de fita torcida é posicionado em um local que é 10 vezes o diâmetro D do segundo tubo radiante de passe em fluxo contrário do ponto extremo da temperatura de metal do segundo tubo radiante. Outro tubo radiante de fita torcida é posicionado em um local que é 45D em mesmo fluxo do ponto extremo da temperatura de metal do tubo radiante.

Projeto I: no primeiro tubo radiante de passe, um tubo de fita torcida é posicionado em um local que é 5 vezes o diâmetro D do primeiro tubo radiante de passe em fluxo contrário do ponto extremo da temperatura de metal do primeiro tubo radiante. Outro tubo radiante de fita torcida é posicionado em um local que é 50D em mesmo fluxo do ponto extremo da temperatura de metal do tubo radiante. No segundo tubo de passe, um tubo de fita torcida é posicionado em um local que é 5 vezes o diâmetro D do segundo tubo radiante de passe em fluxo contrário do ponto extremo da temperatura de metal do segundo tubo radiante. Outro tubo

radiante de fita torcida é posicionado em um local que é 50D em mesmo fluxo do ponto extremo da temperatura de metal do tubo radiante.

Os projetos supracitados são mostrados na tabela 1.

5 **Tabela 1 - diferentes localizações do tubo de fita torcida de cada projeto.**

	Localização do tubo de fita torcida no primeiro tubo de passe		Localização do tubo de fita torcida no segundo tubo de passe	
	Fluxo contrário da temperatura máxima de TMT.	Mesmo fluxo da temperatura máxima de TMT.	Fluxo contrário da temperatura máxima de TMT.	Mesmo fluxo da temperatura máxima de TMT.
Projeto A	25	30	25	30
Projeto B	45	10	45	10
Projeto C	40	15	40	15
Projeto D	35	20	35	20
Projeto E	30	25	30	25
Projeto F	20	35	20	35
Projeto G	15	40	15	40
Projeto H	10	45	10	45
Projeto I	5	50	5	50

10 Comparando os parâmetros de operação do forno de fracionamento fornecido com tubos de fita torcida, de acordo com diferentes projetos (vide tabelas 2 e 3), sob a mesma condição operacional, considera-se que todos os fornos de fracionamento dos nove projetos alcançam a extremidade do "comprimento de execução" devido ao fato da temperatura da parede do tubo radiante ser finalmente maior do que a temperatura máxima de TMT, ao mesmo tempo que a queda de pressão do tubo radiante não alcança o limite operacional. O efeito dos projetos A, F, G, H são muito melhores do que os outros (A é o melhor), porque o comprimento de execução do forno de fracionamento é obviamente estendido. Nas tabelas, SOR significa o início da execução do forno de fracionamento, EOR significa a extremidade de execução do forno de fracionamento.

15

20

Tabela 2 - contrastes de todos os tipos de projetos.

	Projeto A		Projeto B		Projeto C	
	SOR	EOR	SOR	EOR	SOR	EOR
Taxa de alimentação (T/h)	41.2	41.2	41.2	41.2	41.2	41.2
Proporção de vapor para óleo	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
COT (temperatura de saída de bobina) (°C)	830	830	830	830	830	830
Impacto no comprimento de execução	TMT		TMT		TMT	
Comprimento de execução (dia)	56		41		44	

Tabela 3 - contrastes de todos os tipos de projetos

	Projeto D		Projeto E		Projeto F	
	SOR	EOR	SOR	EOR	SOR	EOR
Taxa de alimentação (T/h)	41.2	41.2	41.2	41.2	41.2	41.2
Proporção de vapor para óleo	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
COT (temperatura de saída de bobina) (°C)	830	830	830	830	830	830
Impacto no comprimento de execução	TMT		TMT		TMT	
Comprimento de execução (dia)	46		48		54	

Tabela 4 - contrastes de todos os tipos de projetos

	Projeto G		Projeto H		Projeto I	
	SOR	EOR	SOR	EOR	SOR	EOR
Taxa de alimentação (T/h)	41.2	41.2	41.2	41.2	41.2	41.2
Proporção de vapor para óleo	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
COT (temperatura de saída de bobina) (°C)	830	830	830	830	830	830
Impacto no comprimento de execução	TMT		TMT		TMT	
Comprimento de execução (dia)	52		49		42	

Exemplo 2 :

5 Um forno de fracionamento de etileno utilizando dois tubos radiantes de passe tipo 4-1 (vide fig.1), que abrange: um tambor de vapor de alta pressão 1, uma seção de convecção 2, um tubo radiante 3, queimadores 4, uma seção radiante 5, uma caldeira 6. Ele tem um rendimento de etileno de 100 quilo-ton por ano.

10 O tubo radiante 3 deste exemplo é o tubo radiante de dois passes tipo 4-1. O material de partida utilizado é o nafta.

De acordo com a diferença entre a queda de pressão do tubo radiante pela extremidade do comprimento de execução e o limite de queda de pressão permissível, o número de tubos de fita

torcida a ser posicionado é determinado. Dois membros de intensificação de transferência de calor 7 foram posicionados em cada tubo de passe radiante, isto é, cada grupo do tubo radiante é totalmente fornecido com seis membros de intensificação de transferência de calor 7 (vide fig.2), na qual o membro de

5 transferência de calor é o tubo de fita torcida (vide fig.5).

Projeto A: no primeiro tubo radiante de passe, um tubo de fita torcida é posicionado em um local que é 25 vezes o diâmetro D do primeiro tubo radiante em fluxo contrário do ponto extremo da temperatura de metal do primeiro tubo radiante, em outras

10 palavras, no local de 25D. Outro tubo radiante de fita torcida é posicionado em um local que é 30D em mesmo fluxo do ponto extremo da temperatura de metal do primeiro tubo radiante. No segundo tubo de passe, um tubo de fita torcida é posicionado em um local

15 que é 25 vezes o diâmetro D do segundo tubo radiante de passe em fluxo contrário do ponto extremo da temperatura de metal do segundo tubo radiante, em outras palavras, na localização de 25D. Outro tubo radiante de fita torcida é posicionado em um local que é 30D em mesmo fluxo do ponto extremo da temperatura de metal

20 do segundo tubo radiante.

Projeto B: no primeiro tubo radiante de passe, um tubo de fita torcida é posicionado em um local que é 45 vezes o diâmetro D do primeiro tubo radiante de passe em fluxo contrário do ponto extremo da temperatura de metal do primeiro tubo radiante. Outro

25 tubo radiante de fita torcida é posicionado em um local que é 10D em mesmo fluxo do ponto extremo da temperatura de metal do primeiro tubo radiante de passe. No segundo tubo de passe, um tubo de fita torcida é posicionado em um local que é 45 vezes o diâmetro D do segundo tubo radiante em fluxo contrário do ponto

30 extremo da temperatura de metal do segundo tubo radiante. Outro tubo radiante de fita torcida é posicionado em um local que é 10D em mesmo fluxo do ponto extremo da temperatura de metal do segundo tubo radiante de passe.

Projeto C: no primeiro tubo radiante de passe, um tubo

de fita torcida é posicionado em um local que é 40 vezes o diâmetro D do primeiro tubo radiante de passe em fluxo contrário do ponto extremo da temperatura de metal do primeiro tubo radiante. Outro tubo radiante de fita torcida é posicionado em um local que é 15D em mesmo fluxo do ponto extremo da temperatura de metal do primeiro tubo radiante. No segundo tubo de passe, um tubo de fita torcida é posicionado em um local que é 40 vezes o diâmetro D do segundo tubo radiante em fluxo contrário do ponto extremo da temperatura de metal do segundo tubo radiante. Outro tubo radiante de fita torcida é posicionado em um local que é 15D em mesmo fluxo do ponto extremo da temperatura de metal do segundo tubo radiante.

Projeto D: no primeiro tubo radiante de passe, um tubo de fita torcida é posicionado em um local que é 35 vezes o diâmetro D do primeiro tubo radiante em fluxo contrário do ponto extremo da temperatura de metal do primeiro tubo radiante de passe. Outro tubo radiante de fita torcida é posicionado em um local que é 20D em mesmo fluxo do ponto extremo da temperatura de metal do primeiro tubo radiante. No segundo tubo de passe, um tubo de fita torcida é posicionado em um local que é 35 vezes o diâmetro D do segundo tubo radiante em fluxo contrário do ponto extremo da temperatura de metal do segundo tubo radiante de passe. Outro tubo radiante de fita torcida é posicionado em um local que é 20D em mesmo fluxo do ponto extremo da temperatura de metal do segundo tubo radiante.

Projeto E: no primeiro tubo radiante de passe, um tubo de fita torcida é posicionado em um local que é 30 vezes o diâmetro D do primeiro tubo radiante de passe em fluxo contrário do ponto extremo da temperatura de metal do primeiro tubo radiante de passe. Outro tubo radiante de fita torcida é posicionado em um local que é 25D em mesmo fluxo do ponto extremo da temperatura de metal do primeiro tubo radiante de passe. No segundo tubo de passe, um tubo de fita torcida é posicionado em um local que é 30 vezes o diâmetro D do segundo tubo radiante de passe em fluxo contrário

do ponto extremo da temperatura de metal do segundo tubo radiante de passe. Outro tubo radiante de fita torcida é posicionado em um local que é 25D em mesmo fluxo do ponto extremo da temperatura de metal do segundo tubo radiante de passe.

5 Projeto F: no primeiro tubo radiante de passe, um tubo de fita torcida é posicionado em um local que é 20 vezes o diâmetro D do primeiro tubo radiante de passe em fluxo contrário do ponto extremo da temperatura de metal do primeiro tubo radiante de passe. Outro tubo radiante de fita torcida é posicionado em um local
10 que é 35D em mesmo fluxo do ponto extremo da temperatura de metal do primeiro tubo radiante de passe. No segundo tubo de passe, um tubo de fita torcida é posicionado em um local que é 20 vezes o diâmetro D do segundo tubo radiante de passe em fluxo contrário do ponto extremo da temperatura de metal do segundo tubo radiante
15 de passe. Outro tubo radiante de fita torcida é posicionado em um local que é 35D em mesmo fluxo do ponto extremo da temperatura de metal do segundo tubo radiante de passe.

 Projeto G: no primeiro tubo radiante de passe, um tubo de fita torcida é posicionado em um local que é 15 vezes o diâmetro
20 D do primeiro tubo radiante de passe em fluxo contrário do ponto extremo da temperatura de metal do primeiro tubo radiante de passe. Outro tubo radiante de fita torcida é posicionado em um local que é 40D em mesmo fluxo do ponto extremo da temperatura de metal do primeiro tubo radiante. No segundo tubo de passe, um tubo de
25 fita torcida é posicionado em um local que é 15 vezes o diâmetro D do segundo tubo radiante de passe em fluxo contrário do ponto extremo da temperatura de metal do segundo tubo radiante de passe. Outro tubo radiante de fita torcida é posicionado em um local
30 que é 40D em mesmo fluxo do ponto extremo da temperatura de metal do segundo tubo radiante.

 Projeto H: no primeiro tubo radiante de passe, um tubo de fita torcida é posicionado em um local que é 10 vezes o diâmetro D do primeiro tubo radiante de passe em fluxo contrário do ponto extremo da temperatura de metal do primeiro tubo radiante de passe.

Outro tubo radiante de fita torcida é posicionado em um local que é 45D em mesmo fluxo do ponto extremo da temperatura de metal do primeiro tubo radiante de passe. No segundo tubo de passe, um tubo de fita torcida é posicionado em um local que é 10 vezes o diâmetro D do segundo tubo radiante de passe em fluxo contrário do ponto extremo da temperatura de metal do segundo tubo radiante de passe. Outro tubo radiante de fita torcida é posicionado em um local que é 45D em mesmo fluxo do ponto extremo da temperatura de metal do segundo tubo radiante de passe.

Projeto I: no primeiro tubo radiante de passe, um tubo de fita torcida é posicionado em um local que é 5 vezes o diâmetro D do primeiro tubo radiante de passe em fluxo contrário do ponto extremo da temperatura de metal do primeiro tubo radiante de passe. Outro tubo radiante de fita torcida é posicionado em um local que é 50D em mesmo fluxo do ponto extremo da temperatura de metal do primeiro tubo radiante de passe. No segundo tubo de passe, um tubo de fita torcida é posicionado em um local que é 5 vezes o diâmetro D do segundo tubo radiante de passe em fluxo contrário do ponto extremo da temperatura de metal do segundo tubo radiante de passe. Outro tubo radiante de fita torcida é posicionado em um local que é 50D em mesmo fluxo do ponto extremo da temperatura de metal do segundo tubo radiante de passe.

Os projetos supracitados são mostrados na tabela 5.

Tabela 5 - diferentes localizações dos tubos de fita torcida de cada projeto.

	Localização do tubo de fita torcida no primeiro passe		Localização do tubo de fita torcida no segundo passe	
	Fluxo contrário da temperatura máxima de TMT.	Mesmo fluxo da temperatura máxima de TMT.	Fluxo contrário da temperatura máxima de TMT.	Mesmo fluxo da temperatura máxima de TMT.
Projeto A	25	30	25	30
Projeto B	45	10	45	10
Projeto C	40	15	40	15
Projeto D	35	20	35	20
Projeto E	30	25	30	25
Projeto F	20	35	20	35
Projeto G	15	40	15	40

Projeto H	10	45	10	45
Projeto I	5	50	5	50

Comparando os parâmetros operacionais do forno de fracionamento fornecido com os tubos de fita torcida, de acordo com os diferentes projetos (vide tabela 6, 7, e 8) sob a mesma condição operacional, considera-se que o efeito dos projetos A, F, G, H é muito melhor do que os outros (F é o melhor). Isto é porque a temperatura máxima da parede do tubo radiante diminuiu obviamente em SOR. A TMT em SOR diminuiu de maneira enorme, isto indica que há mais espaço entre a TMY em SOR e a TMT (1125) em EOR, em outras palavras, o comprimento de execução da fornalha de abertura é maior.

Tabela 6 - contrastes de todos os tipos de projetos.

	Projeto A		Projeto B		Projeto C	
	SOR	EOR	SOR	EOR	SOR	EOR
Taxa de alimentação (T/h)	41.2	41.2	41.2	41.2	41.2	41.2
Proporção de vapor para óleo	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
COT (temperatura de saída de bobina) (°C)	830	830	830	830	830	830
temperatura de metal do tubo em SOR (°C)	BASE		+13		+10	

Tabela 7 - contrastes de todos os tipos de projetos.

	Projeto D		Projeto E		Projeto F	
	SOR	EOR	SOR	EOR	SOR	EOR
Taxa de alimentação (T/h)	41.2	41.2	41.2	41.2	41.2	41.2
Proporção de vapor para óleo	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
COT (temperatura de saída de bobina) (°C)	830	830	830	830	830	830
temperatura de metal do tubo em SOR (°C)	+8		+2		-2	

Tabela 8 - contrastes de todos os tipos de projetos.

	Projeto G		Projeto H		Projeto I	
	SOR	EOR	SOR	EOR	SOR	EOR
Taxa de alimentação (T/h)	41.2	41.2	41.2	41.2	41.2	41.2
Proporção de vapor para óleo	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
COT (temperatura de saída de bobina) (°C)	830	830	830	830	830	830
A temperatura de metal do tubo em SOR (°C)	0		+2		+8	

Exemplo 3 :

Um forno de fracionamento de etileno utilizando dois tubos radiantes de passe tipo 2-1 (vide fig.1), que abrange um tambor de vapor de alta pressão 1, uma seção de convecção 2, um tubo radiante 3, queimadores 4, uma seção radiante 5, uma caldeira 6. Ele tem um rendimento de etileno de 60 quilo-ton por ano. O material de partida usa nafta.

De acordo com a diferença entre a queda de pressão do tubo radiante pela extremidade do comprimento de execução e o limite de queda de pressão permissível, o número de tubos de fita torcida a ser posicionado é determinado. Dois membros de intensificação de transferência de calor 7 foram posicionados em cada tubo de passe radiante, isto é, cada grupo do tubo radiante é totalmente fornecido com seis membros de intensificação de transferência de calor 7 (vide fig.2), na qual o membro de transferência de calor é o tubo de fita torcida (vide fig.5).

Projeto A: no primeiro tubo radiante de passe, um tubo de fita torcida é posicionado em um local que é 25 vezes o diâmetro D do primeiro tubo radiante de passe em fluxo contrário do ponto extremo da temperatura de metal do primeiro tubo radiante de passe, em outras palavras, no local de $25D$. Outro tubo radiante de fita torcida é posicionado em um local que é $30D$ em mesmo fluxo do ponto extremo da temperatura de metal do primeiro tubo radiante de passe. No segundo tubo de passe, um tubo de fita torcida é posicionado em um local que é 25 vezes o diâmetro D do segundo tubo radiante de passe em fluxo contrário do ponto extremo da temperatura de metal do segundo tubo radiante de passe, em outras palavras, a localização de $25D$. Outro tubo radiante de fita torcida é posicionado em um local que é $30D$ em mesmo fluxo do ponto extremo da temperatura de metal do segundo tubo radiante de passe.

Projeto B: no primeiro tubo radiante de passe, um tubo de fita torcida é posicionado em um local que é 45 vezes o diâmetro

D do primeiro tubo radiante de passe em fluxo contrário do ponto extremo da temperatura de metal do primeiro tubo radiante de passe. Outro tubo radiante de fita torcida é posicionado em um local que é 60D em mesmo fluxo do ponto extremo da temperatura de metal do primeiro tubo radiante de passe. No segundo tubo de passe, um tubo de fita torcida é posicionado em um local que é 45 vezes o diâmetro D do segundo tubo radiante de passe em fluxo contrário do ponto extremo da temperatura de metal do segundo tubo radiante de passe. Outro tubo radiante de fita torcida é posicionado em um local que é 60D em mesmo fluxo do ponto extremo da temperatura de metal do segundo tubo radiante de passe.

Comparado aos fornos de fracionamento utilizando os Projetos A e B, considera-se que o comprimento de execução aumentou em grandes porcentagens sob a carga de processamento regular. (vide tabela 9).

Quando a carga de processamento do forno de fracionamento é aumentada em 7%, comparado aos fornos de fracionamento de etileno utilizando dois projetos diferentes, considerou-se que o comprimento do forno de fracionamento utilizando o projeto A da presente invenção é maior do que o do projeto B sob as mesmas condições (vide tabela 10).

Observa-se a partir das tabelas 9 e 10 que o comprimento de execução do forno de fracionamento melhorado utilizando o projeto A da presente invenção é maior do que o forno de fracionamento utilizando o projeto B com carga de processamento regular, mesmo se a carga de processamento do forno de fracionamento melhorada utilizando o projeto A é aumentada em 7%.

Tabela 9 - contrastes de todos os tipos de projetos.

	Projeto B		Projeto A	
	SOR	EOR	SOR	EOR
Taxa de alimentação (T/h)	25.6	25.6	25.6	25.6
Proporção de vapor para óleo	0.7	0.7	0.7	0.7
COT (temperatura de saída de bobina) (°C)	830	830	830	830

Impacto no comprimento de execução	TMT	TMT
Comprimento de execução (dia)	40	60

Tabela 10 - contrastes de todos os tipos de projetos.

	Projeto B		Projeto A	
	SOR	EOR	SOR	EOR
Taxa de alimentação (T/h)	27	27	27	27
Proporção de vapor para óleo	0.7	0.7	0.7	0.7
COT (temperatura de saída de bobina) (°C)	830	830	830	830
Impacto no comprimento de execução	TMT		TMT	
Comprimento de execução (dia)	35		54	

Exemplo 4

Um forno de fracionamento de etileno utilizando dois tubos radiantes de passe tipo 2-1 (vide fig.1), que abrange um tambor de vapor de alta pressão 1, uma seção de convecção 2, um tubo radiante 3, queimadores 4, uma seção radiante 5, uma caldeira 6, da qual o tubo radiante inclui 48 grupos de tubos tipo 2-1. Ele possui o rendimento de etileno de 100 quilo-ton de etileno por ano. O material de abertura usa nafta.

Conforme mostrado na fig.2, quatro membros de intensificação de transferência de calor 7 são posicionados no tubo radiante 3 ao longo da direção de fluxo de fluido, na qual o membro de intensificação de transferência de calor é o tubo de fita torcida, conforme mostrado na fig.5.

No primeiro tubo radiante de passe, um tubo de fita torcida é posicionado em um local que é 25 vezes o diâmetro D do primeiro tubo radiante de passe em fluxo contrário do ponto extremo da temperatura de metal do primeiro tubo radiante de passe. Outro tubo radiante de fita torcida é posicionado em um local que é 30D em mesmo fluxo do ponto extremo da temperatura de metal do primeiro tubo radiante de passe. No segundo tubo de passe, um tubo de fita torcida é posicionado em um local que é 25 vezes o diâmetro D do segundo tubo radiante de passe em fluxo contrário do ponto extremo da temperatura de metal do segundo tubo radiante

de passe. Outro tubo radiante de fita torcida é posicionado em um local que é 30D em mesmo fluxo do ponto extremo da temperatura de metal do segundo tubo radiante de passe.

5 "Antes da melhora" é o exemplo do forno de fracionamento convencional sem os membros de intensificação de transferência de calor, "após melhora" é o exemplo do forno de fracionamento fornecido com o membro de intensificação de transferência de calor pelo presente método. Comparando os parâmetros dos dois fornos de fracionamento sob a mesma condição operacional, 10 considera-se que o comprimento de execução é estendido substancialmente e a taxa de combustível é reduzida um pouco após o forno de fracionamento ser fornecido com os tubos com fita torcida.

Tabela 11 - contraste das fornalhas de abertura.

		Antes da melhora		Após a melhora		
		SOR	EOR	SOR	O 39° dia	EOR
Taxa de alimentação (kg/h)		46	41.2	46.0	41.2	41.2
Proporção de vapor para óleo		0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Taxa de combustível (kg/h)	Queimador de lareira	7140	7672.9	6724.4	7202.0	7178.5
	Queimador de parede	1650	1687.8	1650.0	1700.0	1650
	SOMA	8790	9360.7	8374.4	8902	8828.5
Comprimento de execução (dia)		38		56		

REIVINDICAÇÕES

1. Um forno de fracionamento tubular, especialmente um forno de fracionamento de etileno, abrangendo uma seção de convecção e uma seção radiante ou seções duais, ao menos, um tubo de passe radiante posicionado em uma seção radiante mencionada que tenha, ao menos, um membro de intensificação de transferência de calor, caracterizado por:

O tubo de passe possuir ao menos, um membro de intensificação de transferência de calor abrangendo um primeiro membro de intensificação de transferência de calor que é posicionado em uma localização entre $10D$ e $20D$ em fluxo contrário da ponta extrema do mencionado, ao menos, uma temperatura de metal do tubo radiante de passe, na qual D é o diâmetro interno do mencionado tubo, ao menos, um tubo radiante de passe que tenha membros de intensificação de transferência de calor.

2. Um forno de fracionamento tubular, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por, o tubo de passe possui, ao menos, um membro de intensificação de transferência de calor, também abrangendo um segundo membro de intensificação de transferência de calor, que é posicionado no mesmo fluxo do primeiro membro de intensificação de transferência de calor com uma distância menor do que Y , distância máxima afetada do mencionado primeiro membro de intensificação de transferência de calor, preferencialmente posicionado entre $0,7Y$ e $1,0Y$.

3. Um forno de fracionamento tubular, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado por, o tubo de passe possui, ao menos, um membro de intensificação de transferência de calor, abrangendo um terceiro membro de intensificação de transferência de calor, que é posicionado no mesmo fluxo do segundo membro de intensificação de transferência de calor com uma distância menor do que Y , distância máxima afetada do mencionado primeiro membro de intensificação de transferência de calor, preferencialmente posicionado entre $0,7Y$ e $1,0Y$.

4. Um forno de fracionamento tubular, de acordo com a

reivindicação 3, caracterizado por, o tubo de passe possui, ao menos, um membro de intensificação de transferência de calor, abrangendo um quarto membro de intensificação de transferência de calor, que é posicionado no mesmo fluxo do terceiro membro de intensificação de transferência de calor com uma distância menor do que Y, distância máxima afetada do mencionado primeiro membro de intensificação de transferência de calor, preferencialmente posicionado entre $0,7Y$ e $1,0Y$.

5
10 5. Um forno de fracionamento tubular, de acordo com as reivindicações 1 a 4, caracterizado por, o mencionado membro de intensificação de transferência de calor é um tubo de fita torcida.

15 6. Um forno de fracionamento tubular, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado por, a proporção de torção do mencionado tubo de fita torcida está entre 2 e 3, e a fita tem um ângulo torcido de 180° .

7. Um forno de fracionamento tubular de acordo com a reivindicação 6, caracterizado por, o mencionado Y está entre $50D$ e $60D$.

20 8. Um forno de fracionamento tubular, de acordo com as reivindicações 1 a 4, caracterizado por, o tubo de passe possui, ao menos, um tubo radiante de passe do tipo 2-1 ou tipo 4-1.

25 9. Um forno de fracionamento tubular, de acordo com as reivindicações de 1 a 4, caracterizado por, o tubo de passe possui, ao menos, um tubo radiante de passe do tipo 2-1, o mencionado primeiro, segundo, terceiro e quarto membro de intensificação de transferência de calor é de tubos de fita torcida e somente posicionado no segundo tubo radiante de passe.

30 10. Um forno de fracionamento tubular, de acordo com as reivindicações de 1 a 4, caracterizado por, o tubo de passe possui, um tubo radiante de passe é do tipo 2-1, o mencionado primeiro, segundo, terceiro e quarto membro de intensificação de transferência de calor é de tubos de fita torcida e posicionado no primeiro e no segundo tubo radiante de passe, respectivamente.

11. Um forno de fracionamento tubular, de acordo com as reivindicações de 1 a 4, caracterizado por, o tubo de passe possui, um tubo radiante de passe é do tipo 4-1, o mencionado primeiro, segundo, terceiro e quarto membro de intensificação de transferência de calor é de tubos de fita torcida e somente 5 posicionado no segundo tubo radiante de passe.

12. Um forno de fracionamento tubular, de acordo com as reivindicações de 1 a 4, caracterizado por, o tubo de passe possui, um tubo radiante de passe do tipo 4-1, o mencionado primeiro, 10 segundo, terceiro e quarto membro de intensificação de transferência de calor é de tubos de fita torcida e posicionado no primeiro e no segundo tubo radiante de passe, respectivamente.

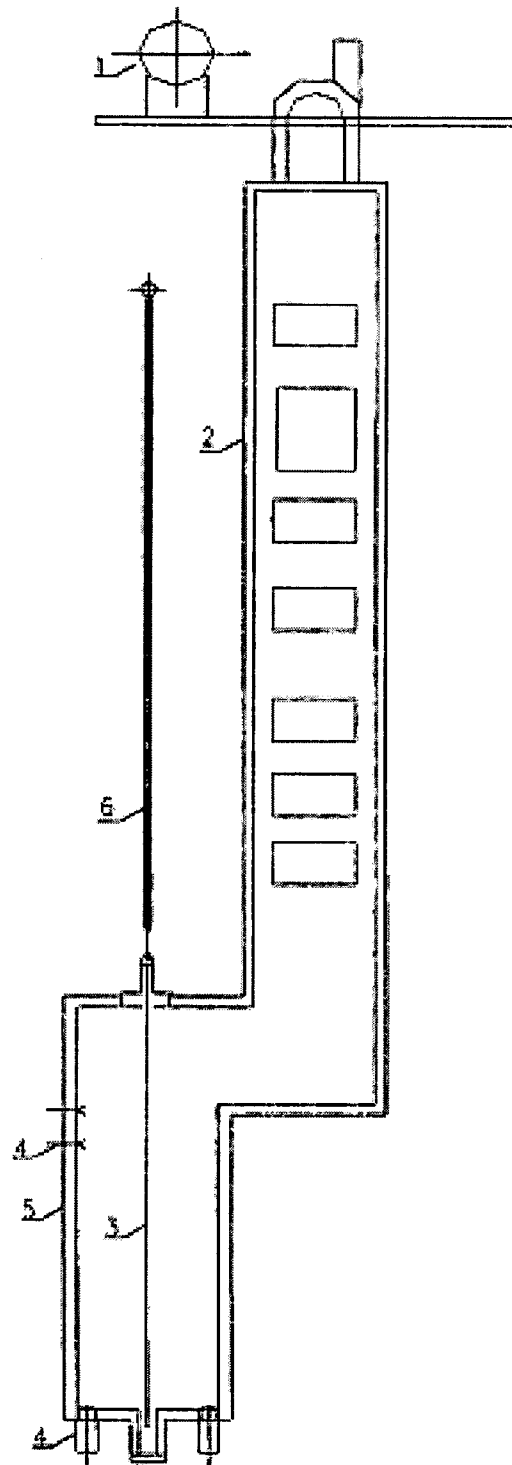


FIG. 01

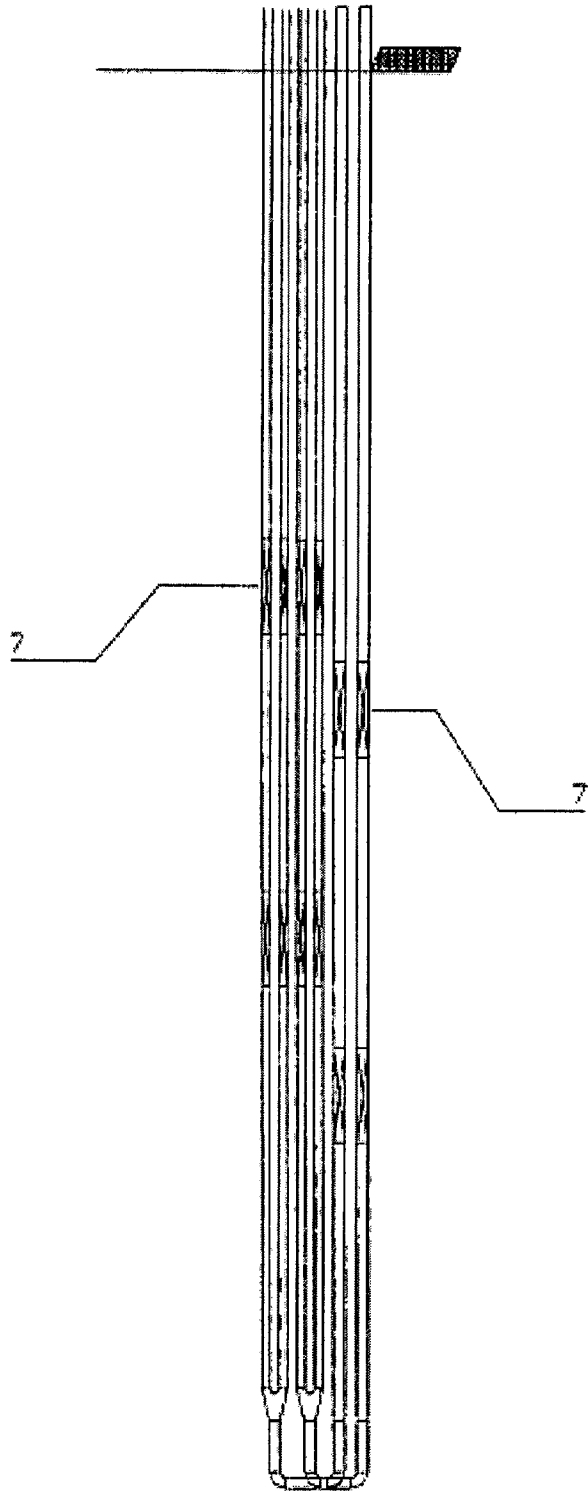


FIG. 02

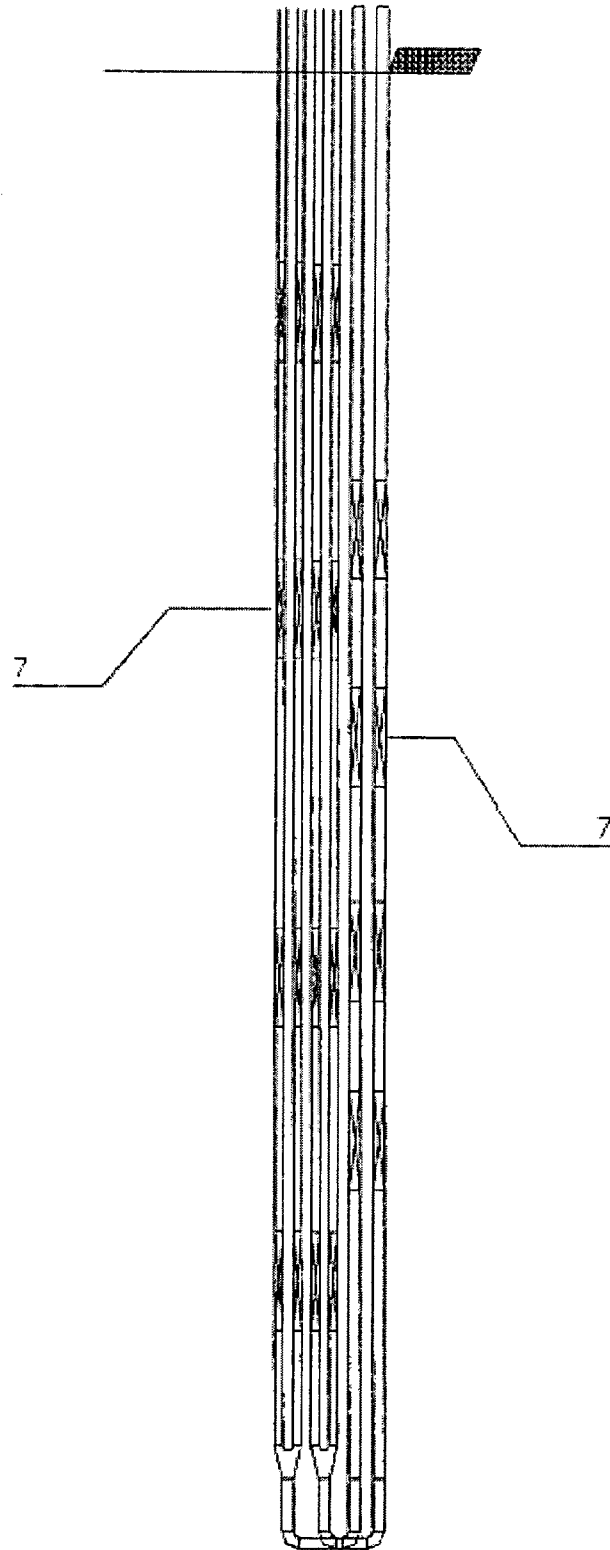


FIG. 03

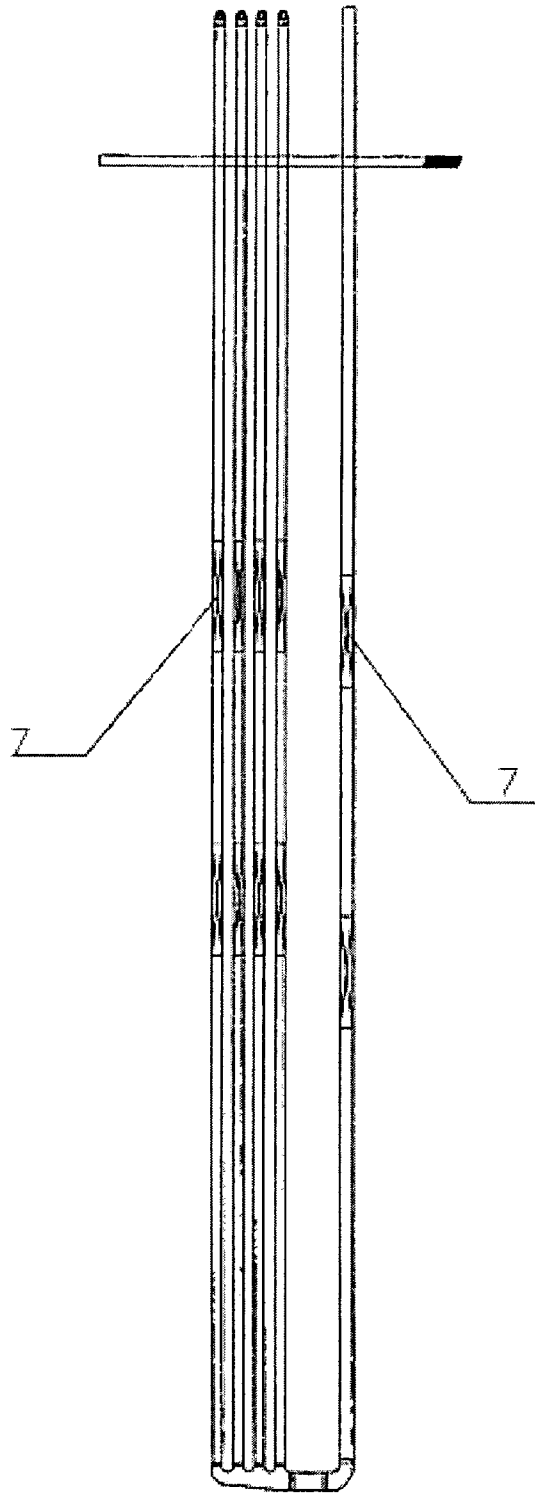


FIG. 04

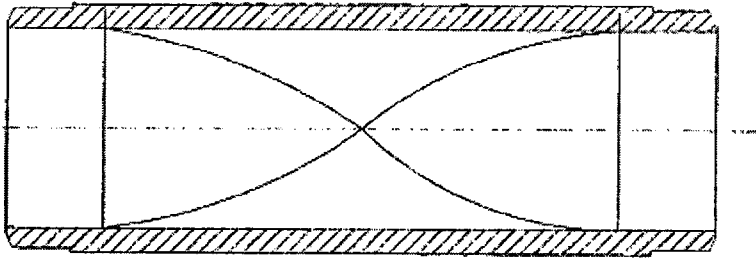


FIG. 05

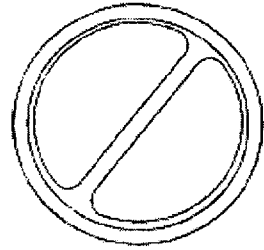


FIG. 06

RESUMO**FORNO DE FRACIONAMENTO TUBULAR**

Esta invenção é relacionada a um forno de fracionamento tubular, especialmente um forno de fracionamento de etileno, que
5 abrange uma seção de convecção e uma seção radiante ou seções
duais com, ao menos, um membro de intensificação de calor em,
ao menos, um tubo radiante de passe na mencionada seção radiante,
o mencionado membro de intensificação de transferência de calor
10 abrange um primeiro membro de intensificação de calor que está
posicionado em um local entre $10D$ e $25D$ em fluxo contrário do
ponto extremo da mencionada temperatura de metal do tubo radiante
de passe, na qual D é o diâmetro interno do tubo radiante que
tem membros de intensificação de transferência de calor. A
15 presente invenção pode alcançar o melhor resultado de
transferência de calor com o número dado de membros de
intensificação de transferência de calor, otimizando as
localizações dos membros de intensificação de transferência de
calor no tubo radiante.