



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

(21) PI 0718174-4 A2



(22) Data de Depósito: 12/09/2007
(43) Data da Publicação: 26/11/2013
(RPI 2238)

(51) Int.Cl.:
C10G 9/00
C10G 9/04
C10G 55/04

(54) Título: PRODUÇÃO DE OLEFINAS UTILIZANDO ALIMENTAÇÃO DE PETRÓLEO BRUTO TOTAL/CONDENSADO COM ELEVADA PRODUÇÃO DE DESTILADO **(57) Resumo:**

(30) Prioridade Unionista: 20/10/2006 US 11/584,722

(73) Titular(es): Equistar Chemicals, LP.

(72) Inventor(es): Donald H. Powers

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

(86) Pedido Internacional: PCT US2007019791 de 12/09/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2008/051334 de 02/05/2008

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE OLEFINAS**".

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

CAMPO DA INVENÇÃO

5 A presente invenção refere-se à formação de olefinas por meio de craqueamento térmico de petróleo bruto líquido total e/ou condensado derivado de gás natural de uma maneira que é integrada a uma refinaria de petróleo bruto. Mais particularmente, esta invenção refere-se a utilização de

10 petróleo bruto total e/ou condensado de gás natural como alimentação de uma planta de produção de olefinas que emprega craqueamento térmico de hidrocarbonetos em um forno de pirólise, e a uma refinaria de petróleo bruto de uma maneira que preserva os componentes na faixa de destilado da função de craqueamento.

DESCRIÇÃO DO ESTADO DA TÉCNICA

15 Craqueamento térmico (pirólise) de hidrocarbonetos é um processo petroquímico não-catalítico que é amplamente usado para produzir olefinas tais como etileno, propileno, butenos, butadieno e aromáticos tais como benzeno, tolueno e xilenos.

 Basicamente, uma alimentação de hidrocarboneto tal como

20 nafta, gasóleo ou outras frações de petróleo bruto total que são produzidos por destilação ou então fracionamento de petróleo bruto total é misturada com vapor que serve como diluente para manter separadas as moléculas de hidrocarboneto. A mistura vapor/hidrocarboneto é preaquecida de cerca de 482 a cerca de 538 graus Celsius (°C) (cerca de 900 a cerca de 1.000 graus

25 Fahrenheit (°F ou F)), e, em seguida, entra na zona de reação onde é muito rapidamente aquecida a uma temperatura severa de craqueamento térmico de hidrocarbonetos na faixa de cerca de 788 a cerca de 843°C (cerca de 1.450 a cerca 1.550°F). Craqueamento térmico é realizado sem a ajuda de qualquer catalisador.

30 Esse processo é realizado em um forno de pirólise (craqueador de vapor) a pressões na zona de reação que variam de cerca de 69 a cerca

de 207 kPa manométrico (cerca de 10 a cerca de 30 psig). Fornos de pirólise têm internamente uma seção de convecção e uma seção radiante. Preaquecimento é realizado na seção de convecção, enquanto craqueamento severo ocorre na seção radiante.

5 Após craqueamento térmico severo, o efluente do forno de pirólise contém hidrocarbonetos gasosos de grande variedade, por exemplo, de um a trinta e cinco átomos de carbono por molécula. Esses hidrocarbonetos gasosos podem ser saturados, monoinsaturados e poli-insaturados, e podem ser alifáticos, alicíclicos e/ou aromáticos. O gás craqueado também contém
10 quantidades significativas de hidrogênio molecular (hidrogênio).

 Assim, craqueamento por vapor (térmico) convencional, conforme realizado em uma planta comercial de produção de olefinas, emprega uma fração de petróleo bruto total e vaporiza totalmente essa fração enquanto craqueia termicamente a mesma. O produto craqueado pode conter, por
15 exemplo, cerca de 1 por cento em peso (% em peso) de hidrogênio, cerca de 10% em peso de metano, cerca de 25% em peso de etileno e cerca de 17% em peso de propileno, todas as % em peso sendo baseadas no peso total desse produto, com o restante consistindo principalmente em outras moléculas de hidrocarboneto que apresentam de 4 a 35 átomos de carbono por mo-
20 lécula.

 O produto craqueado é então adicionalmente processado na planta de produção de olefinas para produzir, como produtos da planta, várias correntes individuais separadas de alta pureza tais como hidrogênio, etileno, propileno, hidrocarbonetos mistos que apresentam quatro átomos de
25 carbono por molécula, óleo combustível e gasolina de pirólise. Cada corrente individual separada acima mencionada é um valioso produto comercial por si só. Desse modo, uma planta de produção de olefinas presentemente toma uma parte (fração) de uma corrente de petróleo bruto total e gera uma pluralidade de produtos valiosos separados.

30 Gás natural e petróleo(s) bruto(s) total (totais) formaram-se naturalmente em várias formações geológicas subterrâneas (formações) de porosidades amplamente variáveis. Muitas dessas formações foram cobertas

por camadas impermeáveis de rocha. Gás natural e petróleo bruto total (óleo bruto) acumularam-se também em vários trapes estratigráficos abaixo da superfície da terra. Vastas quantidades tanto de gás natural quanto de petróleo bruto foram, assim, coletados para produzir formações que transportam hidrocarbonetos em profundidades variáveis abaixo da superfície terrestre. Muito desse gás natural estava em íntimo contato físico com petróleo bruto e, portanto, absorveu várias moléculas mais leves do petróleo bruto.

Quando um furo de poço é perfurado na terra e penetra uma ou mais dessas formações que transportam hidrocarbonetos, gás natural e/ou petróleo bruto pode ser recuperado através desse furo de poço na superfície da terra.

Os termos "óleo bruto total" e "óleo bruto", como usados aqui, significam petróleo bruto líquido (sob condições normalmente predominantes de temperatura e pressão na superfície terrestre), petróleo bruto como ele flui de uma cabeça de poço separado de qualquer gás natural que possa estar presente, e excetuando qualquer tratamento que esse petróleo bruto possa receber para torná-lo aceitável para transporte até uma refinaria de petróleo bruto e/ou destilação convencional nessa refinaria. Esse tratamento incluiria etapas tal como dessalinização. Desse modo, ele é petróleo bruto que é adequado para destilação ou outro fracionamento em uma refinaria, mas que não sofreu qualquer destilação ou fracionamento. Ele poderia incluir, mas nem sempre necessariamente inclui, entidades que não entram em ebulição tais como asfaltenos ou alcatrão. Como tal, é difícil se não impossível proporcionar uma faixa de ebulição para petróleo bruto total. Consequentemente, petróleo bruto total poderia ser um ou mais petróleos brutos diretos de uma tubulação de campo de petróleo e/ou unidade convencional de armazenamento de petróleo bruto, como dita a disponibilidade, sem qualquer fracionamento prévio desse petróleo bruto.

Gás natural, como petróleo bruto, pode variar amplamente em sua composição na medida em que produzido na superfície da terra, mas geralmente contém uma quantidade significativa, mais frequentemente uma quantidade maior, isto é, superior a cerca de 50 por cento em peso (% em

peso), de metano. Gás natural com frequência também transporta quantida-
des menores (inferiores a cerca de 50% em peso), frequentemente menores
que cerca de 20% em peso, de um ou mais de etano, propano, butano, ni-
trogênio, dióxido de carbono, sulfeto de hidrogênio e similares. Muitas, mas
5 nem todas as correntes de gás natural na medida em que produzidas da ter-
ra, podem conter quantidades menores (menos que cerca de 50% em peso),
frequentemente menos que cerca de 20% em peso, de hidrocarbonetos que
apresentam de 5 a 12, inclusive, átomos de carbono por molécula (C5 a
C12), que não são normalmente gasosos sob condições atmosféricas ambi-
10 entes geralmente prevalecentes de temperatura e pressão na superfície da
terra, e que podem condensar do gás natural uma vez que ele seja produzi-
do na superfície terrestre. Todas as % em peso baseiam-se no peso total da
corrente de gás natural em questão.

Quando várias correntes de gás natural são produzidas na su-
15 perfície da terra, uma composição de hidrocarboneto frequentemente con-
densa de forma natural da corrente de gás natural assim produzida sob as
condições então prevalecentes de temperatura e pressão na superfície da
terra onde essa corrente é coletada. Produz-se, desse modo, um condensa-
do hidrocarbonáceo normalmente líquido separado do gás natural normal-
20 mente gasoso sob as mesmas condições predominantes. O gás natural
normalmente gasoso pode conter metano, etano, propano e butano. A fração
de hidrocarboneto normalmente líquida que condensa da corrente de gás
natural produzida é geralmente referida como "condensado", e geralmente
contém moléculas mais pesadas que butano (C5 a cerca de C20 ou ligeira-
25 mente maior). Após separação do gás natural produzido, essa fração de
condensado líquido é processada separadamente da fração gasosa rema-
nescente que é normalmente referida como gás natural.

Assim, condensado recuperado de uma corrente de gás natural
na medida em que produzida primeiro na superfície da terra não é exata-
30 mente o mesmo material, com relação a composição, que gás natural (prin-
cipalmente metano). Nem é o mesmo material, com relação a composição,
que petróleo bruto. Condensado ocupa um nicho entre gás natural normal-

mente gasoso e petróleo bruto total normalmente líquido. Condensado contém hidrocarbonetos mais pesados que gás natural normalmente gasoso, e uma faixa de hidrocarbonetos que estão na extremidade mais leve de petróleo bruto total.

5 Condensado, diferentemente de petróleo bruto, pode ser caracterizado por meio de sua faixa de pontos de ebulição. Condensados normalmente fervem na faixa de cerca de 38 a cerca de 343 graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$) (cerca de 100 a cerca de 650 graus Fahrenheit (F)). Com essa faixa de ebulição, condensados contêm uma ampla variedade de materiais hidrocarbó-
10 náceos. Esses materiais podem incluir compostos que constituem frações que são comumente referidos como nafta, querosene, combustível(eis) diesel e óleo diesel (óleo combustível, óleo de forno, óleo de aquecimento e similares). Nafta e materiais de ebulição mais leve associados (nafta) estão na faixa de C5 a C10, inclusive, e são as frações de faixa de ebulição mais
15 leve no condensado, fervendo na faixa de cerca de 38 a cerca de 204°C . Destilados médios de petróleo (querosene, diesel, óleo diesel atmosférico) situam-se geralmente na faixa de C10 a cerca de C20 ou ligeiramente maior, e geralmente ferve, em sua maioria, na faixa de cerca de 177 a cerca de 343°C . Eles são, individual e coletivamente, referidos aqui como "destilado"
20 ou "destilados". Deve-se observar que várias composições de destilado podem apresentar um ponto de ebulição menor que 177°C (350°F) e/ou maior que 343°C (650°F), e tais destilados são incluídos na faixa de $177\text{-}343^{\circ}\text{C}$ ($350\text{-}650^{\circ}\text{F}$) acima mencionada, e nesta invenção.

 A alimentação de partida de uma planta de produção de olefinas
25 convencional, como descrito acima, normalmente tem sido primeiro submetida a processamento substancial e caro antes de atingir essa planta. Normalmente, condensado e petróleo bruto total são destilados ou então fracionados em uma refinaria de petróleo bruto em uma pluralidade de frações tais como gasolina, nafta, querosene, óleo diesel (de vácuo ou atmosférico) e
30 similares, incluindo, no caso de petróleo bruto e não gás natural, um alto resíduo de ebulição. Em seguida, quaisquer dessas frações, diferentes do resíduo, são normalmente passadas para uma planta de produção de olefinas

como alimentação de partida para essa planta.

Seria desejável ser capaz de prever o capital e custo de operação de uma unidade de destilação de uma refinaria (unidade de processamento de petróleo bruto total) que processa condensado e/ou petróleo bruto para gerar uma fração de hidrocarbonáceo que serve como alimentação de partida para plantas convencionais de produção de olefinas. Entretanto, o estado da técnica, até recentemente, ensinava distante de cortes (frações) regulares de hidrocarboneto que apresentam uma distribuição ampla demais de faixas de ebulição. Por exemplo, ver Patente norte-americana Número 5.817.226 concedida a Lenglet.

Recentemente, a Patente norte-americana Número 6.743.961 (daqui por diante "USP '961") foi concedida a Donald H. Powers. Essa patente refere-se a craqueamento de petróleo bruto total mediante emprego de uma zona de vaporização/craqueamento moderado que contém recheio. Essa zona é operada de uma maneira tal que a fase líquida do petróleo bruto total que não foi já vaporizada seja mantida nessa zona até craqueamento/vaporização dos componentes líquidos de hidrocarboneto mais tenazes ser maximizado. Isso permite somente um mínimo de formação de resíduos sólidos, resíduo este que permanece incorporado como um depósito no recheio. Esse resíduo é depois queimado do recheio por meio de descoqueificação convencional de ar no vapor, idealmente durante o ciclo normal de descoqueificação do forno; ver coluna 7, linhas 50-58 dessa patente. Desse modo, a segunda zona 9 dessa patente serve como armadilha para os componentes, incluindo materiais hidrocarbonáceos, da alimentação de petróleo bruto que não pode ser craqueada ou vaporizada sob as condições empregadas no processo; ver coluna 8, linhas 60-64 dessa patente.

Ainda mais recentemente, a Patente norte-americana 7.019.187 foi concedida a Donald H. Powers. Essa patente é dirigida ao processo descrito em USP '961, mas emprega um catalisador de craqueamento moderadamente ácido para conduzir a função geral da unidade de vaporização/craqueamento moderado mais para a extremidade de craqueamento moderado do espectro de vaporização (sem craqueamento moderado pré-

vio) – craqueamento moderado (seguido de vaporização).

A Patente norte-americana Número 6.979.757 concedida a Donald H. Powers é dirigida ao processo descrito em USP '961, mas essa invenção remove pelo menos parte dos hidrocarbonetos líquidos remanescentes na unidade de vaporização/craqueamento moderado que ainda não foram vaporizados ou moderadamente craqueados. Esses componentes de hidrocarboneto líquido da alimentação de petróleo bruto são extraídos próximo do fundo dessa unidade e passados para um dispositivo de cavitação separado controlado para fornecer energia adicional de craqueamento a essas componentes tenazes de hidrocarboneto que resistiram anteriormente a vaporização e craqueamento moderado. Desse modo, essa invenção também busca levar o processo geral na unidade de vaporização/craqueamento moderado mais para a extremidade de craqueamento moderado do espectro de vaporização – craqueamento moderado acima mencionado.

As descrições das patentes precedentes, em sua totalidade, são incorporadas aqui como referência.

O Pedido de Patente norte-americano Número de Série 11/219.166, depositado em 2 de setembro de 2005, que apresenta inventividade e cessionário comuns com USP '961, é dirigido ao processo de uso de petróleo bruto total como alimentação de uma planta de olefina para produzir uma mistura de vapor e líquido de hidrocarboneto. O hidrocarboneto vaporoso é separado do líquido restante e o vapor passado para uma operação de craqueamento severo.

Durante períodos de elevada demanda de gasolina, o abastecimento de gasolina (*pool*) pode ser aumentado submetendo várias frações de petróleo bruto, incluindo destilados, a vários processos de craqueamento catalítico de refinaria tal como craqueamento catalítico de fluido. Assim, a quantidade de gasolina/nafta produzida de um barril de petróleo bruto pode ser aumentada se desejado. Não ocorre desse modo com destilados como definido acima. A quantidade de destilado recuperada de um barril de petróleo bruto é fixa e não pode ser elevada como é possível com gasolina. A única maneira de aumentar a produção de destilado (abastecimento) é refi-

nando barris adicionais de petróleo bruto.

Dessa maneira, há épocas em que é altamente desejável recuperar destilados do que seria então alimentação de um forno de craqueamento térmico que forma olefinas dessa alimentação, e esta invenção proporciona exatamente esse processo.

Mediante o uso desta invenção, importantes destilados que se encontram sob abastecimento reduzido podem ser recuperados separadamente de uma alimentação de craqueamento e, assim, poupados de serem convertidos em produtos craqueados menos importantes. Por meio desta invenção, não só é alta a qualidade do destilado salvo de craqueamento, como também é tornado assim com maior eficiência térmica e menor dispêndio de capital do que a abordagem que é óbvia à aquele versado na técnica.

Aquele versado na técnica submeteria primeiro a alimentação a ser craqueada a uma coluna de destilação convencional para destilar o destilado da alimentação de craqueamento. Essa abordagem exigiria uma substancial quantidade de capital para construir a coluna e equipá-la com o refervedor normal e equipamento de condensação aérea que acompanha essa coluna. Por meio desta invenção, um divisor é empregado de uma maneira tal que eficiência de energia muito maior a custo de capital menor é obtida em uma coluna de destilação. Mediante esta invenção, refervedores, condensadores aéreos e equipamento de coluna de destilação relacionado são eliminados sem eliminar suas funções, economizando desse modo consideravelmente custos de capital. Adicionalmente, esta invenção exibe eficiência de energia muito maior em operação do que uma coluna de destilação, porque a energia extra que seria exigida por uma coluna de destilação não é exigida por esta invenção, uma vez que esta invenção em lugar disso utiliza para sua função de divisão a energia que já vai ser consumida na operação do forno de craqueamento (em oposição a consumo de energia para operar uma coluna de destilação independente a montante do forno de craqueamento), e o produto vapor do divisor vai diretamente para a seção de craqueamento do forno.

Finalmente, esta invenção integra o processo precedente com etapas de refinaria convencional para maximizar a utilização eficiente de um barril de petróleo bruto/condensado craqueando nafta de corrida direta de baixa octanagem, separando os componentes destilados raros da corrida direta e maximizando produção de gasolina de alta octanagem por meio da
5 integração do processo com etapas de refinaria de petróleo bruto.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

De acordo com esta invenção, proporciona-se um processo para utilização de petróleo bruto total e/ou condensado de gás natural como ali-
10 mentação de uma planta de olefinas, como definido acima, o qual maximiza a recuperação de destilado, como definido acima, deixa como alimentação da planta de olefinas materiais com temperatura de ebulição menor do que a do destilado e maximiza a recuperação de destilado por meio de integração do processo com etapas de refinaria de petróleo bruto.

15 DESCRIÇÃO DO DESENHO

A figura 1 mostra um fluxograma simplificado de um processo nesta invenção.

A figura 2 mostra outra modalidade nesta invenção.

DESCRIBÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

20 Os termos "hidrocarboneto," "hidrocarbonetos" e "hidrocarbonáceo", como usados aqui, não significam materiais que contêm estritamente ou apenas átomos de hidrogênio e átomos de carbono. Esses termos incluem materiais que são de natureza hidrocarbonácea pelo fato de eles principal ou essencialmente são compostos de átomos de hidrogênio e de carbono,
25 no, mas podem conter outros elementos tais como oxigênio, enxofre, nitrogênio, metais, sais inorgânicos e similares, mesmo em quantidades significativas.

O termo "gasoso", como usado nesta invenção, significa um ou mais gases em um estado essencialmente vaporoso, por exemplo, vapor
30 isoladamente, uma mistura de vapor e vapor de hidrocarboneto, e similares.

O termo "coque", como usado nesta invenção, significa qualquer sólido carbonáceo de alto peso molecular, e inclui compostos formados a

partir da condensação de aromáticos polinucleares.

Uma planta de produção de olefinas útil nesta invenção inclui um forno de pirólise (craqueamento térmico) para receber e craquear inicialmente a alimentação. Fornos de pirólise para craqueamento térmico de hidrocarbonetos por vapor por meio de convecção e radiação, e compreendem uma série de tubos de preaquecimento, circulação e craqueamento, usualmente feixes desses tubos, para preaquecer, transportar e craquear a alimentação de hidrocarboneto. O elevado calor de craqueamento é fornecido por queimadores dispostos na seção radiante (às vezes chamada "seção de radiação") do forno. O gás de rejeito desses queimadores é circulado através da seção de convecção do forno para proporcionar o calor necessário para preaquecer a alimentação de hidrocarboneto que chega. As seções de convecção e radiante do forno são unidas na "passagem", e os tubos referidos acima levam a alimentação de hidrocarboneto do interior de uma seção ao interior da seção seguinte.

Fornos de craqueamento são projetados para aquecimento rápido na seção radiante que começa na entrada do tubo radiante (serpentina) em que são baixas as constantes de velocidade de reação devido à baixa temperatura. A maior parte do calor transferido simplesmente aumenta os hidrocarbonetos, da temperatura de entrada à temperatura de reação. No meio da serpentina, a taxa de elevação de temperatura é menor, mas as taxas de craqueamento são apreciáveis. Na saída da serpentina, a taxa de elevação de temperatura aumenta um pouco, mas não tão rapidamente como na entrada. A taxa de desaparecimento do reagente é o produto de sua constante de velocidade de reação vezes sua concentração localizada. No final da serpentina, a concentração de reagente é baixa e craqueamento adicional pode ser obtido elevando a temperatura do gás de processo.

Diluição por vapor do hidrocarboneto da alimentação baixa a pressão parcial do hidrocarboneto, acentua a formação de olefinas e reduz qualquer tendência a formação de coque nos tubos radiantes.

Fornos de craqueamento tipicamente apresentam fornalhas retangulares com tubos verticais centralmente localizados entre paredes refra-

tárias radiantes. Os tubos são sustentados do alto.

Acendimento da seção radiante é realizada com queimadores montados nas paredes ou piso ou uma combinação de ambos usando combustíveis gasosos ou combinados gasosos/líquidos. Fornalhas encontram-se tipicamente sob pressão ligeiramente negativa, mais frequentemente com 5 fluxo vertical de gás combustível. Fluxo de gás combustível na seção de convecção é estabelecido por pelo menos um dentre ventiladores de tiragem natural ou ventiladores de tiragem induzida.

Óleos radiantes são usualmente suspensos em um único plano 10 que desce até o centro da fornalha. Eles podem ser aninhados em um único plano ou colocados paralelamente em uma disposição de tubos em ziguezague em dupla fileira. Transferência de calor dos queimadores aos tubos radiantes ocorre grandemente por meio de radiação, portanto a "seção termoradiante", onde os hidrocarbonetos são aquecidos de cerca de 788°C a cerca de 843°C (1450 a cerca de 1550°F) e, desse modo, submetidos a craqueamento severo. 15

A serpentina radiante inicialmente vazia é, por conseguinte, um reator tubular químico aceso. A alimentação de hidrocarbonetos ao forno é preaquecida de cerca de 482°C a cerca de 538°C (900 a cerca de 1000°F) 20 na seção de convecção por meio de aquecimento por convecção do gás combustível proveniente da seção radiante, diluição por vapor da alimentação na seção de convecção ou similares. Após preaquecimento, em um forno comercial convencional, a alimentação está pronta para entrar na seção radiante.

25 Em um forno típico, a seção de convecção pode conter múltiplas zonas. Por exemplo, a alimentação pode ser inicialmente preaquecida em uma primeira zona superior, água de alimentação de caldeira aquecida em uma segunda zona, alimentação mista e vapor aquecidos em uma terceira zona, vapor superaquecido, em uma quarta zona e a mistura final alimentação/vapor preaquecida até conclusão na quinta zona no fundo. O número de 30 zonas e suas funções podem variar consideravelmente. Assim, fornos de pirólise podem ser estruturas complexas e variáveis.

Os hidrocarbonetos gasosos craqueados que deixam a seção radiante têm rapidamente a temperatura reduzida para impedir destruição do padrão de craqueamento. Resfriamento dos gases craqueados antes de processamento adicional destes a jusante na planta de produção de olefinas recupera uma grande quantidade de energia como vapor de alta pressão para reutilização no forno e/ou planta de olefinas. Isso é frequentemente realizado com o uso de trocadores em linha de transferência que são bem conhecidos no estado da técnica.

Projetistas de serpentinas radiantes empenham-se por tempo de residência curto, alta temperatura e baixa pressão parcial de hidrocarbonetos. Comprimentos e diâmetros das serpentinas são determinados pela taxa de alimentação por serpentina, metalurgia da com relação a capacidade de temperatura e à taxa de deposição de coque na serpentina. As serpentinas variam de um único tubo de pequeno diâmetro com baixa taxa de alimentação e serpentinas de muitos tubos por forno a tubos longos de grande diâmetro com alta taxa de alimentação e poucas serpentinas por forno. Serpentinas mais longas podem consistir de extensões de tubos conectados com curvas em forma de U. Várias combinações de tubos podem ser empregadas. Por exemplo, quatro tubos estreitos em paralelo podem alimentar dois tubos de diâmetros maiores, também em paralelo, que então alimentam um tubo ainda maior conectado em série. Conseqüentemente, comprimentos de serpentinas, diâmetros e disposições de fluxo em série e/ou em paralelo podem variar amplamente de forno para forno. Fornos, devido a características proprietárias em seu projeto, são com frequência referidos em termos de seu fabricante. Esta invenção é aplicável a qualquer forno de pirólise, incluindo, mas sem se limitar aos mesmos, aqueles fabricados por *Lummus*, *M.W. Kellogg & Co.*, *Mitsubishi*, *Stone & Webster Engineering Corp.*, *KTI Corp.*, *Linde-Selas* e similares.

Processamento a jusante dos hidrocarbonetos craqueados que saem do forno varia consideravelmente, e particularmente baseia-se em se a alimentação inicial de hidrocarbonetos foi um gás ou um líquido. Uma vez que esta invenção usa petróleo bruto total e/ou líquido condensado de gás

natural como alimentação, processamento a jusante aqui será descrito para uma planta de olefinas alimentada com líquido. Processamento a jusante de hidrocarbonetos gasosos craqueados de alimentação líquida, nafta a óleo diesel para o estado da técnica e petróleo bruto e/ou condensado para esta
5 invenção, é mais complexo do que para alimentação gasosa devido aos seus componentes de hidrocarboneto mais pesados presentes nas alimentações líquidas.

Com uma alimentação de hidrocarbonetos líquida, processamento a jusante, embora possa variar de planta para planta, tipicamente
10 emprega um resfriador de óleo do efluente do forno após troca de calor do mesmo no, por exemplo, trocador de transferência em linha acima mencionado. Portanto, o vapor de hidrocarbonetos craqueados é submetido a fracionamento primário para remover líquidos pesados, seguido de compressão de hidrocarbonetos não-condensados, e remoção de gás ácido e água. Vários
15 produtos desejados são então individualmente separados, por exemplo, etileno, propileno, uma mistura de hidrocarbonetos que apresentam quatro átomos de carbono por molécula, óleo combustível, gasolina de pirólise e uma corrente de hidrogênio de alta pureza.

De acordo com esta invenção, é proporcionado um processo
20 que utiliza petróleo bruto e/ou condensado líquido que não foi submetido a fracionamento, destilação e similares, como alimentação primária (inicial) forno de pirólise da planta de olefinas no todo ou como parte substancial. Ao proceder assim, esta invenção elimina a necessidade de destilação onerosa do condensado em várias frações, por exemplo, de nafta, querosene, óleo
25 diesel e similares, para servir como alimentação primária de um forno como é feito pelo estado da técnica como descrito primeiro acima.

Por meio desta invenção, são obtidas as vantagens precedentes (eficiência de energia e redução de custo de capital) ao se usar petróleo bruto e/ou condensado como alimentação primária. Ao agir desse modo, obtém-se
30 vaporização completa da corrente de hidrocarbonetos que é passada na seção radiante do forno, ao mesmo tempo em que se preservam frações de destilado inicialmente presentes na alimentação líquida de condensado es-

sencialmente no estado líquido para separação fácil desta dos hidrocarbonetos vaporosos mais leves que devem ser craqueados.

Esta invenção pode ser realizada usando, por exemplo, o aparelho descrito em USP '961. Assim, esta invenção é realizada utilizando uma unidade de vaporização independente que opera separada e independentemente das seções de convecção e radiante, e pode ser empregada como (1) uma seção integral do forno, por exemplo, no interior do forno ou próximo da seção de convecção, mas a montante da seção radiante e/ou (2) fora do próprio forno, mas em comunicação em termos de fluido com o forno. Quando empregado fora do forno, alimentação primária de petróleo bruto e/ou condensado é preaquecida na seção de convecção do forno, passada da seção de convecção e do forno para uma unidade de vaporização independente. O produto de hidrocarboneto vaporoso dessa unidade independente é então passado de volta ao forno para entrar em sua seção radiante. Preaquecimento pode ser realizado de outra maneira que não na seção de convecção do forno se desejado ou em qualquer combinação dentro e/ou fora do forno e ainda estar dentro escopo desta invenção.

A unidade de vaporização desta invenção (por exemplo, seção 3 de USP '961) recebe a alimentação de condensado que poderá ou não ter sido preaquecida, por exemplo, de cerca de temperatura ambiente a cerca de 177°C, preferencialmente de cerca de 93 a cerca de 177°C. Essa é uma faixa de temperaturas menor que aquela que é exigida para vaporização completa da alimentação. Qualquer preaquecimento preferencialmente, embora não necessariamente, ocorre na seção de convecção do mesmo forno para o qual esse condensado é a alimentação primária.

Desse modo, a primeira zona na etapa de operação de vaporização desta invenção (zona 4 em USP '961) emprega separação vapor/líquido em que hidrocarbonetos vaporosos e outros gases, se houver, na corrente de alimentação preaquecida são separados daqueles componentes destilados que permanecem líquidos após preaquecimento. Os gases acima mencionados são removidos da seção de separação vapor/líquido e passados para a seção radiante do forno.

5 Separação vapor/líquido, por exemplo, nesta primeira zona superior elimina líquido destilado por meio de qualquer modo convencional, cujas numerosas maneiras e meios são bem conhecidos e óbvios no estado da técnica. Dispositivos adequados para separação vapor líquido/líquido incluem recipientes de eliminação de líquido com entrada tangencial de vapor, separadores centrífugos, separadores ciclone convencionais, *schoepentoe-*
15 *ters*, separadores de gotículas por palhetas e similares.

 Líquido assim separado dos vapores acima mencionados desloca-se, por exemplo, para uma segunda zona inferior (zona 9 em USP '961).
10 Isso pode ser realizado por meio de tubulação externa. Alternativamente, isso pode ser realizado internamente à unidade de vaporização. O líquido que entra e viaja ao longo do comprimento dessa segunda zona encontra vapor entrante, por exemplo, em ascensão. Esse líquido, ausente dos gases removidos, recebe todo o impacto da energia térmica do vapor entrante e do
15 efeito de diluição.

 Essa segunda zona pode transportar pelo menos um dispositivo de distribuição de líquido tal como uma placa ou placas perfuradas, distribuidor de gamela, bandeja(s) de fluxo duplo, bandeja(s) de chaminé, bico(s) de pulverização e similares.

20 Essa segunda zona pode também transportar em uma de suas partes um ou mais materiais convencionais de recheio de torre e/ou bandejas para promover mistura íntima de líquido e vapor na segunda zona.

 À medida que o hidrocarboneto líquido remanescente viaja (cai) através dessa segunda zona, materiais mais leves tal como gasolina ou nafta que poderão estar presentes podem ser vaporizados em parte substancial
25 pelo vapor de alta energia com que entram em contato. Isso permite que os componentes de hidrocarboneto que são mais difíceis de vaporizar continuem a cair e sejam submetidos a razões e temperaturas cada vez mais altas de vapor para hidrocarboneto líquido para permitir que eles sejam vaporiza-
30 dos tanto pela energia do vapor quanto pela pressão parcial do hidrocarboneto líquido reduzida com aumento da pressão parcial do vapor.

 A figura 1 mostra uma modalidade do processo desta invenção.

A figura 1, bem como a figura 2, nesta invenção, são na verdade diagramáticas a bem de simplicidade e brevidade, uma vez que, como discutido acima, fornos efetivos são estruturas complexas. A figura 1 mostra um forno de craqueamento 1 convencional, no qual uma alimentação primária 2 de petróleo bruto é passada para a seção de preaquecimento 3 da seção de convecção do forno 1. Essa seção de preaquecimento 3 pode também conter um economizador convencional em que água de alimentação de caldeira (BFW) 4 e 5 é também aquecida. Vapor 6 é também superaquecido nessa seção do forno para uso no processo desta invenção.

10 A alimentação de craqueamento de petróleo bruto preaquecida é então passada por meio de tubo (linha) 10 à unidade de vaporização 11 acima mencionada, unidade esta que é separada em uma zona de vaporização superior 12 e uma zona inferior 13. Essa unidade 11 obtém principalmente (predominantemente) vaporização de pelo menos uma porção significativa da faixa de ebulição da nafta e gasolina e de materiais mais leves que permanecem no estado líquido após a etapa de preaquecimento. Materiais gasosos que são associados à alimentação preaquecida como recebida pela unidade 11, e materiais gasosos adicionais formados na zona 12, são removidos da zona 12 por meio da linha 14. Desse modo, a linha 14 arrasta essencialmente todos os vapores de hidrocarbonetos mais leves, por exemplo, faixa de ebulição da nafta e gasolina e mais leves, que estão presentes na zona 12. Líquido destilado presente na zona 12, com ou sem alguma gasolina líquida e/ou nafta, é removido via linha 15 e passado para o interior superior da zona inferior 13. As zonas 12 e 13, nessa modalidade, são separadas de comunicação de fluidos entre si por meio de uma parede impermeável 16, que pode ser uma bandeja sólida. A linha 15 representa comunicação externa de fluxo descendente de fluido entre as zonas 12 e 13. Em lugar disso, ou além disso, as zonas 12 e 13 podem apresentar comunicação interna de fluido entre elas mediante modificação da parede 16 de modo que ela seja em parte permeável a líquido por meio de uso de uma ou mais bandejas projetadas para permitir que líquido passe descendentemente para o interior da zona 13 e vapor ascendentemente para o interior da zona 12. Por exemplo,

em vez de uma parede impermeável 16, uma bandeja de chaminé poderia ser utilizada, em cujo caso vapor transportado pela linha 17 passaria internamente na unidade 11 descendentemente para a seção 13, em vez de externamente da unidade 11 via linha 15. Nesse caso de fluxo descendente
5 interno, o distribuidor 18 torna-se opcional.

De qualquer maneira, líquido é removido da zona 12 para a zona 13, líquido este que se desloca descendentemente para a zona 13, e, assim, pode encontrar pelo menos um dispositivo de distribuição de líquido 18. O dispositivo 18 distribui uniformemente líquido através da seção transversal
10 da unidade 11 de modo que o líquido venha a fluir uniformemente através da largura da torre em contato com recheio 19.

Vapor de diluição 6 atravessa zona de superaquecimento 20, e, em seguida, via linha 21, passa para uma porção inferior 22 da zona 13 abaixo do recheio 19. No recheio 19, líquido e vapor da linha 21 misturam-se
15 intimamente um com outro, vaporizando desse modo um pouco do líquido 15. Esse vapor recentemente formado, juntamente com vapor de diluição 21, é removido da zona 13 via linha 17 e adicionado ao vapor na linha 14 para formar um produto de vapor de hidrocarbonetos combinados na linha 25. O vapor 25 pode conter essencialmente vapor de hidrocarbonetos da alimentação
20 2, por exemplo, gasolina e nafta, e vapor.

A corrente 17 representa, assim, uma parte da corrente de alimentação 2 mais vapor de diluição 21 menos líquido(s) destilado(s) e mais pesados da alimentação 2 que estão presentes na corrente de fundo 26. A corrente 25 é passada através de uma zona de preaquecimento de alimentação
25 mista 27 em uma seção mais quente (inferior) da zona de convecção do forno 1 para elevar adicionalmente a temperatura de todos os materiais presentes, e, então, via linha de passagem 28, para as serpentinas radiantes (tubos) 29 na fornalha radiante do forno 1. A linha 28 pode ser interna ou externa ao conduto do forno 30.

Corrente 6 pode ser empregada inteiramente na zona 13, ou uma parte dela pode ser empregada ou na linha 14 e/ou na linha 25 para ajudar na prevenção da formação de líquido nas linhas 14 ou 25.
30

Na seção da fornalha radiante do forno 1, alimentação da linha 28 que contém numerosos componentes variáveis de hidrocarbonetos é submetida a condições severas de craqueamento térmico como mencionado acima.

5 O produto craqueado deixa a seção da fornalha radiante do forno 1 por meio da linha 31 para processamento adicional no restante da planta de olefinas a jusante do forno 1, como mostrado em USP '961.

A seção 13 da unidade 11 proporciona área superficial para con-
tatar líquido 15 com gás ou gases quentes, por exemplo, vapor 21. O fluxo
10 de líquido e gás contracorrente na seção 13 permite que os líquidos mais pesados (ponto de ebulição mais alto) sejam contatados sob a mais alta proporção de gás quente para hidrocarboneto e com o gás de temperatura mais elevada ao mesmo tempo.

De acordo com o aspecto de integração de refinaria desta inven-
15 ção, correntes de fundo 26 da unidade 11, que contém uma quantidade substancial, se não a maior parte ou todo, do(s) destilado(s) na alimentação 2, são passadas por meio da linha 26 à zona de destilação atmosférica (co-
luna) 32 em uma refinaria de petróleo bruto que, de modo convencional, se-
para alimentação 26 em várias frações, tal como uma ou mais frações de
20 querosene 33 e 34, óleo diesel atmosférico 35 e um resíduo atmosférico 36. Produtos de fundo 36 podem ser vendidos como produto do processo ou ser
usados como alimentação de uma unidade de craqueamento catalítico ou
empregados na produção de óleo combustível pesado, ou qualquer combi-
nação desses procedimentos.

25 Em uma planta convencional de produção de olefinas, a alimen-
tação preaquecida 10 seria misturada com vapor de diluição 21, e essa
mistura seria, então, passada diretamente da zona de preaquecimento 3 à
seção radiante 29 do forno 1, e submetida a condições severas de craquea-
mento térmico. Em contraste, esta invenção, em vez disso, passa a alimen-
30 tação preaquecida a, por exemplo, uma temperatura de cerca de 93 a cerca
de 177°C (200 a cerca de 350°F), para a unidade independente 11 como
mostrado na modalidade da figura 1. Como mostrado na figura 1, essa uni-

dade localiza-se fisicamente no exterior do forno 1.

Na modalidade da figura 1, a unidade 11 recebe alimentação preaquecida do forno 1 via linha 10. Em outras modalidades desta invenção, a seção de preaquecimento 3 não precisa ser usada e a alimentação 2 é
5 alimentada diretamente à unidade 11.

A modalidade da figura 1 é, a bem de clareza e compreensão, uma representação direta desta invenção. Na prática, a integração da operação da seção 13 com uma refinaria de petróleo bruto existente poderia ser mais complexa. Por exemplo, a corrente 26, em vez de ser alimentada dire-
10 tamente à unidade de refinaria 32, pode primeiro ser misturada com a alimentação de petróleo bruto que foi normalmente introduzida na unidade 32 antes nesta invenção. Assim, na modalidade da figura 1, a corrente 26 pode ser misturada com alimentação nova de petróleo bruto 37 que foi normalmente alimentada à unidade 32 quando corrente 26 não estava disponível.
15 Uma mistura de alimentação de petróleo bruto e produtos de fundo 26 da seção 13 passaria, por conseguinte, como única mistura de alimentação para a unidade 32. Nesse caso, a unidade 32 da figura 1 produziria pelo menos uma corrente adicional 38 que contém gasolina leve/nafta que foram derivadas de alimentação de petróleo bruto 37.

20 A adição de corrente 26 a alimentação de petróleo bruto 37 convencional apresenta uma vantagem muito distinta pelo fato de que a quantidade de destilados 33 a 35 recuperados da unidade 32 aumenta muito substancialmente em relação àquela que, então, teria sido recuperada do processamento na unidade 32 de alimentação de petróleo bruto 37 somente.
25 Outras vantagens para a integração da seção 13 com a operação normal de uma refinaria de petróleo bruto serão evidentes àquele versado na técnica, e estão dentro do escopo desta invenção.

A figura 2 mostra ainda outra modalidade de um processo desta invenção. Na figura 2, mostra-se integração adicional de refinaria de petróleo
30 bruto de acordo com esta invenção. Na figura 2, os produtos de fundo atmosféricos 36 da figura 1 são transferidos como alimentação para uma unidade de destilação a vácuo 37 convencional que separa alimentação 36 no

mínimo em pelo menos fração de óleo diesel a vácuo 38, deixando desse modo frações de fundo a vácuo 39. Fração(ões) de óleo diesel a vácuo 38 pode(m) ser usada(s) como alimentação de uma unidade de craqueamento catalítico convencional. Resíduo 39 pode ser usado como alimentação de
5 uma unidade de formação de coque retardada convencional.

Nas modalidades ilustrativas das figuras 1 e 2, hidrocarboneto líquido 15 separado contém, se não todo, a maior parte do teor de destilado da alimentação 2. Dependendo da temperatura de operação da seção 12, líquido 15 pode conter essencialmente apenas um ou mais materiais destilados acima mencionados ou pode conter tais materiais mais uma quantidade
10 finita de materiais mais leves tal como nafta. Às vezes pode ser desejável ter uma quantidade finita de nafta no produto destilado, e esta invenção proporciona a flexibilidade para formar uma corrente de produto 26 que é essencialmente composta apenas de frações de destilado ou frações de destilado
15 mais quantidades finitas de frações mais leves que compõem a corrente de alimentação 2.

Desse modo, se alimentação 2 ferve na faixa de cerca de 38 a cerca de 732°C (100 a cerca de 1350°F), e contém nafta (ebulição na faixa de cerca de 38 a cerca de 177°C (100 a cerca de 1350°F)) mais pelo menos
20 uma fração de destilado (ebulição, por exemplo, principalmente na faixa de cerca de 177 a cerca de 343°C (350 a cerca de 650°F)), essa alimentação pode, de acordo com esta invenção, ser preaquecida na unidade 3 e adicionalmente aquecida na unidade 11 para vaporizar essencialmente toda a nafta presente para remoção por meio das linhas 14 e 17. Essa operação deixaria, desse modo, que essencialmente apenas líquido destilado fosse recuperado por meio da linha 26. A temperatura de operação das unidades 3 e 11
25 para obter esse resultado pode variar amplamente dependendo da composição da alimentação 2, mas geralmente situar-se-á na faixa de cerca de 66 a cerca de 260°C (150 a cerca de 500°F).

30 De maneira alternativa, deve-se desejar deixar alguma nafta no estado líquido com o destilado, conforme recuperado por meio da linha 26, a temperatura de operação das unidades 3, se utilizada, e 11 pode ser altera-

da para obter esse resultado. Quando não se deseja ter essencialmente apenas destilado na corrente 26, a quantidade de nafta deixada no estado líquido para a corrente 26 pode, com esta invenção, variar amplamente, mas geralmente será cerca de 30% em peso, com base no peso total de nafta, e destilados na corrente 26. A temperatura de operação da unidade 3, se utilizada, e da unidade 11 para obter esse resultado pode variar amplamente dependendo da composição da alimentação 2 e da quantidade de vapor e pressão usada, mas geralmente situar-se-á na faixa de cerca de 66 a cerca de 232°C (150 a cerca de 450°F).

A corrente 15 cai descendentemente da zona 12 para segunda zona inferior 13, e pode ser vaporizada quanto a quaisquer quantidades de frações de nafta líquida indesejadas inicialmente presentes na zona 13. Esses hidrocarbonetos gasosos percorrem seu caminho fora da unidade 11 por meio da linha 17 devido à influência de gás quente 21, por exemplo, vapor, que se eleva através da zona 13 após ser introduzido em uma porção inferior, por exemplo, metade ou um quarto do fundo, da zona 13 (seção 22) por meio da linha 21.

Naturalmente, as unidades 3 e 11 podem também ser operadas de modo a deixar algum destilado em correntes vaporosas 14 e/ou 17, se desejado.

A alimentação 2 pode entrar no forno 1 a uma temperatura de cerca de temperatura ambiente a cerca de 149°C (cerca de 300°F) a uma pressão de ligeiramente acima da atmosférica a cerca de 689 kPa manométrico (cerca de 100 psig) (daqui por diante, "atmosférica a 689 kPa manométrico (100 psig)"). A alimentação 2 pode entrar na zona 12 via linha 10 a uma temperatura de cerca de temperatura ambiente a cerca de 260°C (cerca de 500°F) a uma pressão de atmosférica a 689 kPa manométrico (100 psig).

A corrente 14 pode ser essencialmente todo o vapor de hidrocarboneto formado a partir da alimentação 2 e está a uma temperatura de cerca de temperatura ambiente a cerca de 204°C (cerca de 400°F) a uma pressão de atmosférica a 689 kPa manométrico (100 psig).

A corrente 15 pode ser essencialmente todo o líquido remanes-

cente da alimentação 2 menos aquele que foi vaporizado no preaquecedor 3 e está a uma temperatura de cerca de temperatura ambiente a cerca de 260°C (500°F) a uma pressão de ligeiramente acima da atmosférica a cerca de 689 kPa manométrico (100 psig) (daqui por diante, "atmosférica a 689 kPa manométrico (100 psig)").

A combinação das correntes 14 e 17, como representado pela corrente 25, pode estar a uma temperatura de cerca de 77 a cerca de 204°C (170 a cerca de 400°F) a uma pressão de atmosférica a 689 kPa manométrico (100 psig), e contém, por exemplo, uma razão global vapor/hidrocarboneto de cerca de 0,1 a cerca de 2 (cerca de 45 a cerca de 907), preferencialmente de cerca de 0,1 a cerca de 1, (cerca de 45 a cerca de 453), libras (g) de vapor por libra (453 g) de hidrocarboneto.

A corrente 28 (cerca de 100 a cerca de 1100°F) pode estar a uma temperatura de cerca de 482 a cerca de 593°C a uma pressão de atmosférica a 689 kPa manométrico (100 psig).

Líquido destilado 26 pode conter essencialmente apenas faixa de ebulição de destilado médio e componentes mais pesados, ou pode ser uma mistura desses componentes e componentes mais leves encontrados nas correntes 14 e/ou 17. A corrente de destilado 26 pode estar a uma temperatura menor que cerca de 288°C *(cerca de 550°F) a uma pressão de atmosférica a 689 kPa manométrico (100 psig).

Na zona 13, as razões de diluição (gás quente/gotículas de líquido) variarão amplamente porque a composição de condensado varia amplamente. Geralmente, a razão de gás quente 21, por exemplo, vapor, para hidrocarboneto no topo da zona 13 pode ser de cerca de 0,1/1 a cerca de 5/1, preferencialmente de cerca de 0,1/1 a cerca de 1,2/1, mais preferencialmente de cerca de 0,1/1 a cerca de 1/1.

Vapor é um exemplo de um gás quente adequado introduzido por meio da linha 21. Outros materiais podem estar presentes no vapor empregado. A corrente 6 pode ser aquele tipo de vapor normalmente usado em uma planta de craqueamento convencional. Tais gases estão preferencialmente a uma temperatura suficiente para volatilizar uma fração substancial

do hidrocarboneto líquido 15 que entra na zona 13. Geralmente, o gás que entra na zona 13 a partir do conduto 21 estará a pelo menos cerca de 177°C (cerca de 350°F), preferencialmente de cerca de 343 a cerca de 538°C (cerca de 650 a cerca de 1000°F) a pressão de atmosférica a 689 kPa manométrico (100 psig). Esses serão, a bem de simplicidade, daqui por diante referidos em termos de vapor isoladamente.

A corrente 17 pode ser uma mistura de vapor e vapor de hidrocarbonetos que apresenta um ponto de ebulição inferior a cerca de 177°C (cerca de 350°F). Deve-se observar que poderá haver situações em que o operador deseja permitir que algum destilado entre na corrente 17, e tais situações estão dentro do escopo desta invenção. A corrente 17 pode estar a uma temperatura de cerca de 77 a cerca de 232°C (9170 a cerca de 450°F) a uma pressão de atmosférica a 689 kPa manométrico (100 psig).

Recheio e/ou bandejas 19 proporcionam área superficial para que o vapor entre a partir da linha 21. A seção 19 proporciona, assim, área superficial para contatar líquido que flui descendentemente com vapor que flui ascendentemente e entra a partir da linha 21. O fluxo contracorrente na seção 13 permite que os líquidos mais pesados (ponto de ebulição mais alto) sejam contatados sob a mais alta razão de vapor para petróleo e, ao mesmo tempo, com vapor à mais alta temperatura.

Pode-se ver que vapor da linha 21 não serve exatamente como diluente para fins de pressão parcial como ocorre com vapor diluente que poderá ser introduzido, por exemplo, em conduto 2 (não mostrado). Preferencialmente, vapor da linha 21 proporciona não só uma função de diluição, como também energia de vaporização adicional para os hidrocarbonetos que permanecem no estado líquido. Isso é realizado com energia exatamente suficiente para obter vaporização de componentes de hidrocarboneto mais pesados e mediante controle da entrada de energia. Por exemplo, usando vapor na linha 21, obtém-se vaporização substancial de líquido da alimentação 2. A razão de diluição de vapor muito alta e a mais elevada temperatura de vapor são desse modo proporcionadas onde são mais necessários à medida que gotículas de hidrocarboneto líquido deslocam-se progressivamente

menos na zona 13.

A unidade 11, em lugar de ser uma unidade independente externa ao forno 1, pode ser fisicamente contida no interior da zona de convecção desse forno de modo que a zona 13 esteja totalmente no interior do forno 1. Embora total contenção da unidade 11 em um forno possa ser desejável para várias considerações de projetos de fornos, isso não é exigido a fim de obter os benefícios desta invenção. A unidade 11 poderia também ser empregada total ou parcialmente de forma externa ao forno e todavia estar dentro do espírito desta invenção. Combinações de disposições totalmente internas e totalmente externas da unidade 11 com relação ao forno 1 serão óbvias àqueles versados na técnica e também estão dentro do escopo desta invenção.

EXEMPLO

Uma corrente 5 de condensado de gás natural caracterizada como condensado Oso da Nigéria é removida de um tanque de armazenamento e alimentada diretamente à seção de convecção de um forno de pirólise 1 sob condições ambientes de temperatura e pressão. Nessa seção de convecção, essa alimentação inicial de condensado é preaquecida até cerca de 177°C (350°F) a cerca de 414 kPa manométrico (60 psig), e, em seguida, passada para uma unidade de vaporização 11, na qual uma mistura de gases de gasolina e nafta a cerca de 177°C (350°F) e 414 kPa manométrico (60 psig) é separada de líquidos destilados na zona 12 dessa unidade. Os gases separados são removidos da zona 12 para transferência para a seção radiante do mesmo forno para craqueamento severo em uma faixa de temperaturas de 788°C a 843°C (1.450°F a 1.550°F) na saída da serpentina radiante 29.

O líquido de hidrocarboneto que resta da alimentação 2, após separação de gases de hidrocarbonetos que a acompanham acima mencionados, é transferido para a seção inferior 13 e deixado cair descendente-mente nessa seção na direção de seu fundo. Vapor preaquecido 21 a cerca de 538°C (1000°F) é introduzido perto do fundo da zona 13 para fornecer uma razão de vapor para hidrocarboneto na seção 22 de cerca de 0,5. As

gotículas de líquido que caem estão em fluxo contracorrente com o vapor que está subindo do fundo da zona 13 na direção do topo dessa zona. Com relação ao líquido que cai descendentemente na zona 13, a razão de vapor para hidrocarboneto líquido aumenta do topo para o fundo da seção 19.

5 Uma mistura de vapor e vapor de nafta 17 a cerca de 171°C (340°F) é extraída próximo do topo da zona 13 e misturada com os gases removidos anteriormente da zona 12 via linha 14 para formar uma corrente compósita vapor/vapor de hidrocarboneto 25 contendo cerca de 0,2 kg (0,5 libra) de vapor por kg (libra) de hidrocarboneto presente. Essa corrente com-
10 pósita é preaquecida na zona 27 a cerca de 538°C (1000°F) a menos de cerca de 345 kPa manométrico (cerca de 50 psig), e introduzida na seção de fornalha radiante do forno 1.

Produtos de fundo 26 da unidade 11 são removidos a uma temperatura de cerca de 238°C (460°F) e pressão de cerca de 414 kPa manométrico (60 psig), e passados para a unidade de destilação atmosférica 32
15 que é operada a uma temperatura aérea de cerca de 121°C (cerca de 250°F) a cerca de 21 kPa manométrico (cerca de 3 psig) para permitir a remoção da unidade 32 de correntes separadas contendo querosene leve que ferve na faixa de cerca de 165 a cerca de 232°C (330 a cerca de 450°F), querosene
20 pesada que ferve na faixa de cerca de 232 a cerca de 282°C (450 a cerca de 540°F), e óleo diesel atmosférico que ferve na faixa de cerca de 282 a cerca de 343°C (cerca de 650°F). A corrente de produtos de fundo 36 é removida da unidade 32 a uma temperatura de cerca de 343°C e pressão de cerca de 34 kPa manométrico (5 psig).

25 Pode-se ver do precedente que esta invenção proporciona separação eficiente de faixa de ebulição de nafta de corrida direta e material mais leve de petróleo bruto total, condensado de gás natural e misturas destes, enquanto a separação de nafta e materiais mais leves é integrada diretamente no processo de craqueamento térmico para produzir olefinas de uma
30 maneira eficiente em termos de energia e custo de capital, e enquanto se preservam os materiais mais pesados para integração diretamente ao processo de refino de petróleo bruto para produzir componentes de faixa de e-

bulição média de destilado. Um resultado da característica de integração de refinaria desta invenção é a produção, a partir de uma unidade de destilação atmosférica de refinaria, de frações de querosene leve e pesada que são melhor usadas diretamente na produção de combustível para jato e combustível diesel. Um resultado adicional da característica de integração de refinaria desta invenção é o uso dos produtos de fundo da unidade de destilação atmosférica como alimentação de uma unidade de destilação a vácuo para aperfeiçoamento máximo. Óleo diesel de vácuo da unidade de destilação a vácuo pode ser enviado a uma unidade de craqueamento catalítico de fluido para produção de gasolina. Isso maximiza, por exemplo, a utilização eficiente da alimentação de petróleo bruto por meio de craqueamento da nafta de corrida direta de baixa octanagem em um forno de craqueamento por pirólise, separando os componentes de destilado médio de corrida direta menos abundantes e maximizando a produção de gasolina de alta octanagem por meio do uso de óleos diesel de vácuo como alimentação para uma unidade de craqueamento catalítico.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para produção de olefinas, caracterizado pelo fato de que compreende:

- 5
- (a) proporcionar uma alimentação que consiste em pelo menos um dentre petróleo bruto total, condensado de gás natural e misturas destes e que contém pelo menos um destilado;
- 10
- (b) dirigir essa alimentação a uma primeira zona de uma unidade de vaporização e separar uma porção dessa alimentação nessa primeira zona em uma primeira corrente gasosa e uma primeira corrente de líquido;
- (c) passar essa primeira corrente de vapor para um forno de craqueamento;
- (d) passar essa primeira corrente de líquido para uma segunda zona dessa unidade de vaporização;
- 15
- (e) contatar essa primeira corrente de líquido com vapor contracorrente nessa segunda zona da unidade de vaporização de modo que essa primeira corrente de líquido se misture intimamente com esse vapor para causar vaporização para produzir uma segunda corrente de vapor e uma
- 20
- segunda corrente de líquido que contém uma quantidade substancial de pelo menos um destilado que estava originalmente presente nessa alimentação;
- (f) passar essa segunda corrente de vapor para um forno de craqueamento;
- 25
- (g) recuperar essa segunda corrente de líquido dessa segunda zona da unidade de vaporização; e
- (h) submeter essa segunda corrente de líquido a pelo menos uma destilação atmosférica e a uma destilação a vácuo para produzir pelo menos um produto destilado.

30

2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a segunda corrente de vapor ferve a uma temperatura de 165°C (330°F) e abaixo desta, a segunda corrente de líquido ferve a uma tem-

peratura de 165°C (330°F) e acima desta, e a segunda corrente de líquido é alimentada a uma unidade de destilação atmosférica.

3. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a unidade de vaporização é operada a uma temperatura de 65 a 260°C (150 a cerca de 500°F) sob pressões autógenas.

4. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a unidade de destilação atmosférica é operada sob condições que produzem produtos separados que compreendem pelo menos uma fração de querosene, óleo diesel atmosférico e uma corrente de produtos de fundo atmosférica.

5. Método de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que a unidade de destilação atmosférica é operada para produzir uma fração de querosene leve, uma fração de querosene pesado separada e a corrente de produtos de fundo atmosférica é empregada em pelo menos um dentre a produção de óleo combustível pesado e alimentação de uma operação de craqueamento catalítico.

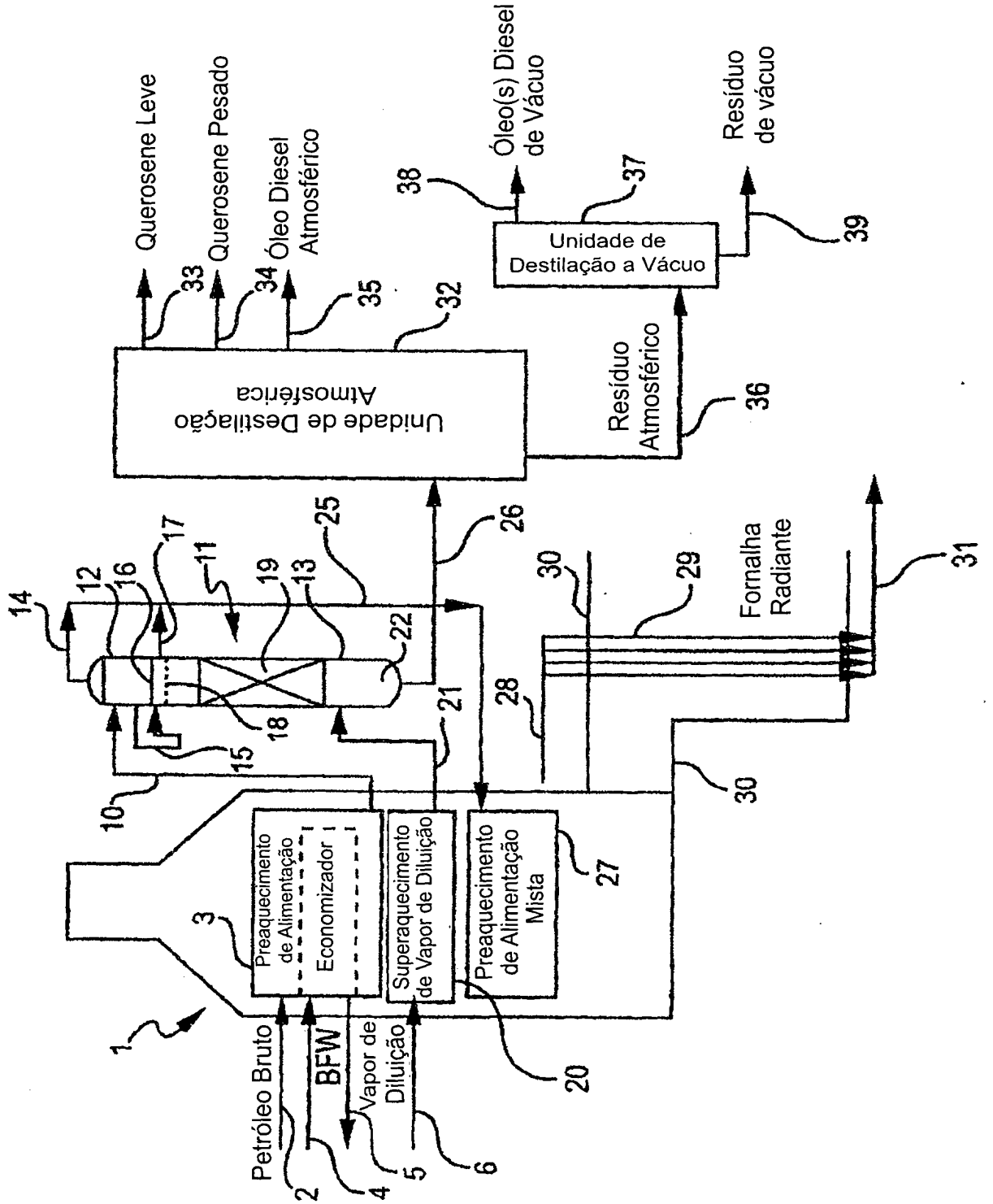
6. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a segunda corrente de vapor ferve a uma temperatura de 165°C (330°F) e abaixo desta, a segunda corrente de líquido ferve a uma temperatura de 165°C (330°F) e acima desta, e a segunda corrente de líquido é alimentada a uma unidade de destilação atmosférica que é operada sob condições que produzem produtos separados que compreendem pelo menos uma fração de querosene, óleo diesel atmosférico e fração de produtos de fundo atmosférica, e essa fração de produtos de fundo atmosférica é alimentada a uma unidade de destilação a vácuo para produzir óleo diesel de vácuo e um resíduo de vácuo.

7. Método de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que a unidade de vaporização é operada a uma temperatura de 65 a 260°C (150 a 500°F) sob pressões autógenas.

8. Método de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que a unidade de destilação a vácuo é operada para produzir uma fração de óleo diesel de vácuo e uma fração de resíduo de vácuo separada,

e esse resíduo de vácuo é empregado como alimentação de uma unidade de formação de coque retardada.

FIG. 2



RESUMO

Patente de Invenção: **"MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE OLEFINAS"**.

A presente invenção refere-se a um método de processamento de uma alimentação de petróleo bruto líquido e/ou condensado de gás natural, compreendendo submeter a alimentação a uma etapa de vaporização para formar um produto vaporoso e um produto líquido, submeter o produto vaporoso a craqueamento térmico severo e submeter o produto líquido a processamento de refinaria de petróleo bruto.