



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

(21) PI 0717553-1 A2



* B R P I 0 7 1 7 5 5 3 A 2 *

(22) Data de Depósito: 20/09/2007

(43) Data da Publicação: 22/10/2013

(RPI 2233)

(51) Int.Cl.:

C10G 11/00

C10G 11/18

(54) Título: PROCESSO PARA CRAQUEAMENTO CATALÍTICO DE UMA CARGA DE ALIMENTAÇÃO DE HIDROCARBONETOS PESADOS E OBTENÇÃO DE OLEFINAS LEVES SUBSTANCIALMENTE ISENTAS DE DIÓXIDO DE CARBONO, E, SISTEMA PARA CRAQUEAMENTO CATALÍTICO DE UMA CARGA DE ALIMENTAÇÃO DE HIDROCARBONETOS PESADOS PARA OBTENÇÃO DE OLEFINAS LEVES.

(57) Resumo:

(30) Prioridade Unionista: 28/09/2006 US 11/541200

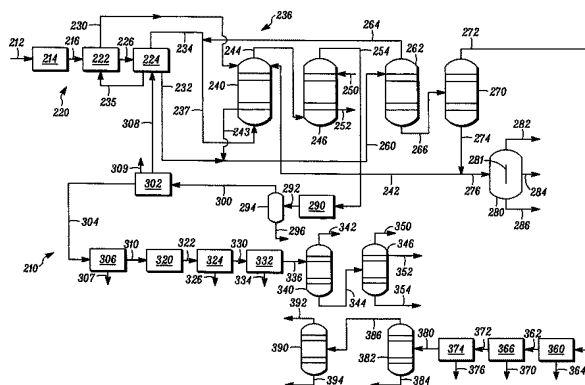
(73) Titular(es): Uop LLC

(72) Inventor(es): David A. Wegerer, Gavin P. Towler, John P. Brady, Michael A. Schultz, William J. Lechnick

(74) Procurador(es): Momsen, Leonardos & CIA.

(86) Pedido Internacional: PCT US2007079028 de 20/09/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2008/042613 de 10/04/2008



“PROCESSO PARA CRAQUEAMENTO CATALÍTICO DE UMA CARGA DE ALIMENTAÇÃO DE HIDROCARBONETOS PESADOS E OBTENÇÃO DE OLEFINAS LEVES SUBSTANCIALMENTE ISENTAS DE DIÓXIDO DE CARBONO, E, SISTEMA PARA CRAQUEAMENTO CATALÍTICO DE UMA CARGA DE ALIMENTAÇÃO DE HIDROCARBONETOS PESADOS PARA OBTENÇÃO DE OLEFINAS LEVES”

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

Esta invenção refere-se, de maneira geral, ao processamento de hidrocarbonetos e, mais particularmente, ao processamento de materiais contendo hidrocarbonetos tendo um alto teor de olefinas leves, como os produzidos ou formados em ou pelo craqueamento de uma carga de alimentação de hidrocarbonetos pesados.

Olefinas leves servem como materiais de carga de alimentação para a produção de numerosos produtos químicos. Olefinas leves tradicionalmente têm sido produzidas através dos processos de craqueamento catalítico ou por vapor de hidrocarbonetos, como os derivados de fontes de petróleo. Craqueamento catalítico fluidizado (FCC) de correntes de hidrocarbonetos pesados é comumente realizado pondo em contato um material de partida, seja ele gasóleo de vácuo, cru reduzido, ou outra fonte de hidrocarbonetos com ponto de ebulição relativamente alto com um catalisador composto de material sólido finamente dividido ou particulado. O catalisador é transportado de maneira fluida pela passagem de um gás ou vapor pelo catalisador em velocidade suficiente para produzir um regime desejado de transporte fluido. Contato do óleo com o material fluidizado catalisa a reação de craqueamento.

A reação de craqueamento tipicamente deposita coque no catalisador. Catalisador que sai da zona de reação é comumente referido como sendo "gasto", i.e., parcialmente desativado pela deposição de coque no

catalisador. Coque é composto de hidrogênio e carbono e pode incluir, traços de outros materiais como enxofre e metais que podem entrar no processo com o material de partida. A presença de coque interfere com a atividade catalítica do catalisador gasto. Acredita-se que o coque bloqueie sítios ácidos na superfície do catalisador onde ocorrem as reações de craqueamento. Catalisador gasto é tradicionalmente transferido para um separador que remove hidrocarbonetos adsorvidos e gases do catalisador e então para um regenerador com a finalidade de remover o coque por oxidação com um gás contendo oxigênio. Um estoque de catalisador tendo um teor reduzido de coque, com relação ao catalisador gasto da coluna de separação, a partir daqui referido como catalisador regenerado, é coletado para retorno à zona de reação. A oxidação do coque proveniente da superfície do catalisador libera uma grande quantidade de calor, uma porção da qual escapa do regenerador com produtos gasosos da oxidação de coque geralmente referido como gás de chaminé. O restante do calor deixa o regenerador com o catalisador regenerado. O catalisador fluidizado é continuamente circulado entre a zona de reação e a zona de regeneração. O catalisador fluidizado, além de exercer uma função catalítica, serve como um veículo para a transferência de calor de zona para zona. O processamento de FCC é descrito mais completamente na US 5.360.533 concedida a Tagamolila et al., US 5.584.985 concedida a Lomas, US 5.858.206 a Castillo e US 6.843.906 a Eng, sendo o conteúdo de cada uma destas patentes aqui incorporado por referência. Detalhes específicos das várias zonas de contato, zonas de regeneração, e zonas de separação, junto com arranjos para transporte do catalisador entre as várias zonas, são bem conhecidos dos especialistas na arte.

O reator de FCC serve para craquear gasóleo ou alimentações mais pesadas em uma larga faixa de produtos. Vapores craqueados de uma unidade de FCC entram numa zona de separação, tipicamente na forma de uma coluna principal, que fornece uma corrente de gás, um corte de gasolina,

5 óleo leve de reciclo (LCO) e óleo clarificado (CO) que inclui componentes de
 óleo pesado de reciclo (HCO). A corrente de gás pode incluir gás seco, i.e.,
 hidrogênio e hidrocarbonetos C_1 e C_2 , e gás liquefeito de petróleo ("GLP"),
 i.e., hidrocarbonetos C_3 e C_4 , também algumas vezes comumente referidos
 como gás úmido.

10 Em resultado do ou através desse processo de craqueamento de
 hidrocarbonetos, subprodutos como CO_2 , H_2S e outros compostos de enxofre
 podem se formar ou estar presentes, de outra forma, no efluente do FCC em
 montantes relativos indesejavelmente altos. No passado, unidades de amina
 foram usadas para separar espécies como CO_2 dos materiais da corrente de
 hidrocarboneto. Em sistemas típicos de amina, um solvente de amina como
 metil dietanol amina [MDEA] é usado para absorver ou separar de outra
 forma CO_2 dos materiais da corrente de hidrocarboneto. Uma coluna de
 separação é tipicamente subsequentemente usada para remover o CO_2
15 absorvido do solvente de amina, permitindo a reutilização do solvente de
 amina separado.

20 Em vista da crescente necessidade e demanda de olefinas leves
 como etileno e propileno para vários usos petroquímicos, como para a
 produção de polietileno, polipropileno e similares, bem como do desejo de
 produzir relativamente menos olefinas mais pesadas como butilenos e
 pentenos, que são geralmente menos desejáveis como componentes de
 mistura com gasolina, devido a considerações ambientais, pode-se desejar
 realizar um processamento por reação de craqueamento da carga de
 alimentação de hidrocarbonetos pesados para aumentar o montante relativo de
25 olefinas leves na gama de produtos resultantes.

 Esforços de pesquisa levaram ao desenvolvimento de um
 processo de FCC que produz ou resulta em rendimentos relativos superiores
 de olefinas leves, i.e., etileno e propileno. Esse processo é descrito mais
 completamente em US 6.538.169 concedida a Pittman et al., cujo conteúdo

está aqui incorporado em sua totalidade por referência. Como divulgado nessa patente, uma corrente de carga de alimentação de hidrocarbonetos pode desejavelmente ser posta em contato com um catalisador misturado contendo catalisador regenerado e catalisador coqueificado. O catalisador tem uma
5 composição que inclui um primeiro componente e um segundo componente. O segundo componente inclui uma zeólita com um tamanho de poro não superior ao médio em que a zeólita forma pelo menos 1 % da composição do catalisador. O contato ocorre em um tubo de subida para craquear hidrocarbonetos na corrente de carga de alimentação e obter uma corrente
10 craqueada contendo produtos hidrocarbônicos incluindo olefinas leves e catalisador coqueificado. A corrente craqueada sai pela extremidade do tubo de subida de modo que a corrente de carga de alimentação de hidrocarboneto fica em contato com o catalisador misturado, no tubo de subida, em média, por 2 segundos ou menos.

15 Da mesma forma que no processamento por FCC convencional, subprodutos como CO_2 , H_2S e outros compostos de enxofre podem se formar ou estar presentes, de outra forma, no efluente resultante em montantes relativos indesejavelmente altos. Entretanto, enquanto correntes efluentes do processamento por FCC convencional tipicamente possuem teor
20 baixo de olefinas, se possuírem, esse processamento de hidrocarbonetos modificado desejavelmente produz ou resulta em uma corrente de efluente tendo um teor significativamente grande de olefinas. Com tratamento por sistema de amina padrão dessas correntes efluentes com grande teor de olefinas, algum material olefínico é tipicamente co-absorvido com o CO_2 no
25 ou pelo solvente de amina. Essa co- absorção de material olefínico indesejavelmente reduz os montantes de olefinas leves disponíveis para recuperação desse processamento.

Além disso, no tratamento com amina convencional, o solvente de amina contendo o CO_2 absorvido, é tipicamente submetido a

processamento adicional como através de uma coluna de separação) em que o CO₂ absorvido pode desejavelmente ser separado do solvente de amina e o solvente de amina pode ser reciclado e reutilizado para tratamento com amina de uma corrente contendo dióxido de carbono selecionada. Infelizmente durante esse processamento subsequente do solvente de amina, a presença desses materiais olefínicos pode levar à polimerização. Essa polimerização pode levar à degradação do solvente de amina e requer processamento caro de recuperação fora do local.

Assim, existe uma necessidade e uma demanda para processamento e arranjos para eficácia aumentada da separação e remoção de dióxido de carbono de correntes de processo com alto teor de olefinas.

Mais particularmente, há uma necessidade e uma demanda para arranjo e esquemas de processo de tratamento com amina melhorados dessas correntes de processo com alto teor de olefinas como para separação e remoção efetivas de dióxido de carbono das mesmas permitindo desejavelmente recuperação maior e melhorada de olefinas.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Um objetivo geral de pelo menos um aspecto da invenção é prover um processo e um sistema melhorado para tratar correntes contendo dióxido de carbono com alto teor de olefinas.

Um objetivo geral de outro aspecto da invenção é prover um processo e sistema melhorado para craqueamento catalítico de uma carga de alimentação de hidrocarbonetos pesados e obtenção de olefinas leves substancialmente isentas de dióxido de carbono.

Um objetivo mais específico da invenção é superar um ou mais dos problemas descritos acima.

O objetivo geral de um primeiro aspecto da invenção pode ser alcançado, pelo menos em parte, através de um processo para tratar uma corrente contendo dióxido de carbono e hidrocarboneto rica em etileno. De

acordo com uma modalidade preferida, esse processo envolve pôr em contato pelo menos uma porção da corrente contendo dióxido de carbono e hidrocarboneto rica em etileno em uma zona de absorção com um solvente de absorção de amina e em condições de contato eficazes para absorver uma porção significativa do dióxido de carbono da porção contactada da corrente contendo dióxido de carbono e hidrocarboneto rica em etileno, e formar uma corrente de processo contendo hidrocarboneto, substancialmente isenta de dióxido de carbono, e uma corrente de processo contendo solvente de absorção de amina rica em dióxido de carbono. Pelo menos uma porção da corrente de processo contendo solvente de absorção de amina rica em dióxido de carbono é processada em uma primeira zona de separação em condições de primeira separação eficazes para remover pelo menos uma porção de hidrocarbonetos remanescentes na corrente de processo contendo solvente de absorção de amina rica em dióxido de carbono para formar uma primeira corrente de processo contendo hidrocarbonetos removidos e uma segunda corrente de processo contendo dióxido de carbono e solvente de absorção de amina. Pelo menos uma porção da segunda corrente de processo é subsequentemente processada em uma segunda zona de separação em condições de segunda zona de separação eficazes para remover pelo menos uma porção do dióxido de carbono da segunda corrente de processo para formar uma corrente de purga de dióxido de carbono e uma corrente de amina.

A arte anterior geralmente não consegue prover um processamento de correntes com alto teor de olefinas (por exemplo ricas em etileno) contendo dióxido de carbono que seja tão eficaz e eficiente como geralmente se deseja. Em particular, a arte anterior geralmente não consegue prover um processamento com sistema de aminas eficaz e eficiente de correntes com alto teor de olefinas (por exemplo, ricas em etileno) contendo dióxido de carbono, no que se refere à separação e remoção efetiva do dióxido

de carbono das mesmas permitindo, desejavelmente, uma recuperação de olefinas maior e melhorada.

Um processo para tratar uma corrente contendo dióxido de carbono e hidrocarboneto rica em etileno, de acordo com outra modalidade

5 envolve introduzir uma corrente contendo dióxido de carbono e hidrocarboneto rica em etileno contendo pelo menos 20 por cento de etileno em uma zona de absorção. Pelo menos uma porção desta corrente é posta em contato com um solvente de absorção de amina em condições de contato eficazes para absorver uma porção significativa do dióxido de carbono da

10 porção contactada da corrente. Pelo menos uma porção da corrente contactada é lavada para remover solvente de absorção de amina da mesma e para formar a corrente de processo contendo hidrocarboneto substancialmente isento de dióxido de carbono e uma corrente de processo contendo solvente de absorção de amina rico em dióxido de carbono. Pelo menos uma porção da corrente de

15 processo contendo solvente de absorção de amina rico em dióxido de carbono é processada em uma primeira zona de separação em condições de primeira separação eficazes para remover pelo menos uma porção dos hidrocarbonetos remanescentes na corrente, para formar uma primeira corrente de processo contendo os hidrocarbonetos removidos e uma segunda corrente de processo

20 contendo dióxido de carbono e solvente de absorção de amina. Pelo menos uma porção da segunda corrente de processo é processada em uma segunda zona de separação em condições de segunda separação eficazes para remover pelo menos uma parte do dióxido de carbono da segunda corrente de processo. Pelo menos uma porção da segunda corrente de processo

25 processada é lavada para remover o solvente de absorção de amina da mesma e para formar uma corrente de purga de dióxido de carbono e uma corrente de amina. Pelo menos uma porção da corrente de amina pode, então, desejavelmente ser reciclada para a zona de absorção para contato com pelo menos uma parte da corrente contendo dióxido de carbono e hidrocarboneto

rica em etileno.

É também fornecido um sistema para tratar uma corrente contendo dióxido de carbono e hidrocarboneto rica em etileno. De acordo com uma modalidade preferida, esse sistema inclui uma zona de absorção em que pelo menos uma porção da corrente contendo dióxido de carbono e hidrocarboneto rica em etileno entra em contato com um solvente de absorção de amina em condições de contato eficazes para absorver uma porção significativa do dióxido de carbono da porção contactada da corrente contendo dióxido de carbono e hidrocarboneto rica em etileno para formar uma corrente de processo contendo hidrocarboneto substancialmente isenta de dióxido de carbono e uma corrente de processo contendo solvente de absorção de amina rico em dióxido de carbono. É fornecida uma primeira zona de separação em que pelo menos uma porção de hidrocarbonetos remanescentes na corrente de processo contendo solvente de absorção de amina rico em dióxido de carbono são removidos da mesma para formar uma primeira corrente de processo contendo hidrocarbonetos removidos e uma segunda corrente de processo contendo dióxido de carbono e solvente de absorção de amina. O sistema inclui adicionalmente uma segunda zona de separação em que pelo menos uma porção do dióxido de carbono é removida da pelo menos uma porção da segunda corrente de processo para formar uma corrente de purga de dióxido de carbono e uma corrente de amina.

De acordo com outro aspecto da invenção é fornecido um processo para craqueamento catalítico de uma carga de alimentação de hidrocarbonetos pesados e obtenção de olefinas leves substancialmente isentas de dióxido de carbono. De acordo com uma modalidade, esse processo envolve pôr em contato uma carga de alimentação de hidrocarboneto pesado com um catalisador de craqueamento de hidrocarboneto em uma zona de reator de leito fluidizado para produzir um efluente de hidrocarboneto contendo uma faixa de produtos de hidrocarboneto, incluindo olefinas leves, e

uma quantidade de dióxido de carbono. O efluente de hidrocarboneto é subsequentemente separado em um sistema de separação de hidrocarboneto para formar uma corrente líquida do separador e uma corrente de vapor do separador. A corrente líquida do separador inclui hidrocarbonetos C_3+ substancialmente isentos de dióxido de carbono. Uma corrente de vapor do separador inclui hidrocarbonetos C_3- e pelo menos uma porção do montante de dióxido de carbono. A corrente de vapor do separador é tratada em uma zona de absorção para formar uma corrente de efluente da zona de absorção contendo hidrocarbonetos C_2- e pelo menos uma porção do montante de dióxido de carbono. A corrente de efluente da zona de absorção é subsequentemente tratada em uma seção de tratamento de amina com um solvente de absorção de amina em condições de tratamento eficazes para absorver uma porção significativa do dióxido de carbono da porção contactada da corrente de efluente da zona de absorção e para formar uma corrente de processo contendo hidrocarboneto rica em etileno substancialmente isenta de dióxido de carbono.

A arte anterior geralmente falha em prover esquemas e arranjos de processo para obtenção de olefinas leves substancialmente isentas de dióxido de carbono por meio de craqueamento catalítico de uma carga de alimentação de hidrocarbonetos pesados. Mais particularmente, a arte anterior geralmente falha em prover esses esquemas e arranjos de processo que vantajosamente utilizam separação por absorção de produtos hidrocarboneto efluentes para produzir ou formar de outra maneira correntes de processo contendo faixas especificamente desejadas de hidrocarbonetos.

Um processo de craqueamento catalítico de uma carga de alimentação de hidrocarbonetos pesados e obtenção de olefinas leves substancialmente isentas de dióxido de carbono, de acordo com outro modo de realização envolve pôr em contato uma carga de alimentação de hidrocarbonetos pesados com um catalisador misturado contendo catalisador

regenerado e catalisador coqueificado em uma zona de reator fluidizado em condições de reação de craqueamento de hidrocarboneto para produzir uma corrente craqueada contendo produtos hidrocarbônicos incluindo olefinas leves e uma quantidade de dióxido de carbono, o referido catalisador tendo

5 uma composição de catalisador incluindo um primeiro componente contendo uma peneira molecular com poros grandes e um segundo componente contendo uma zeólita com tamanho de poro não superior a médio, a referida zeólita com tamanho de poro não superior a médio contendo pelo menos 1,0 % em peso da composição de catalisador. Os produtos hidrocarbônicos são

10 subsequentemente separados em uma seção de separação de hidrocarbonetos para formar uma corrente líquida do separador de alta pressão e uma corrente de vapor do separador de alta pressão. A corrente líquida do separador de alta pressão inclui hidrocarbonetos C_3+ substancialmente isentos de dióxido de carbono. A corrente de vapor do separador de alta pressão inclui

15 hidrocarbonetos C_3- e pelo menos uma porção da quantidade de dióxido de carbono. A corrente de vapor do separador de alta pressão é introduzida em uma zona de absorção para formar uma corrente de efluente da zona de absorção contendo hidrocarbonetos C_2- e pelo menos uma porção da quantidade de dióxido de carbono. A corrente de efluente da zona de absorção

20 é subsequentemente tratada em uma seção de tratamento de amina com um solvente de absorção de amina em condições de tratamento efetivas para absorver uma porção significativa do dióxido de carbono da porção contactada da corrente de efluente da zona de absorção e para formar uma corrente de processo contendo hidrocarboneto rica em etileno

25 substancialmente isenta de dióxido de carbono.

Um sistema para craqueamento catalítico da carga de alimentação de hidrocarbonetos pesados para obtenção de olefinas leves é também fornecido. De acordo com uma modalidade preferida, esse sistema inclui uma zona de reator fluidizado onde a carga de alimentação de

hidrocarbonetos pesados entra em contato com um catalisador misturado contendo catalisador regenerado e catalisador coqueificado em condições de reação de craqueamento para produzir uma corrente craqueada contendo produtos hidrocarbônicos incluindo olefinas leves e uma quantidade de dióxido de carbono. É fornecido um separador para separar a corrente craqueada para formar uma corrente líquida do separador de alta pressão contendo hidrocarbonetos C_3+ e uma corrente de vapor do separador de alta pressão contendo hidrocarbonetos C_3- e pelo menos uma porção da quantidade de dióxido de carbono. Uma zona de absorção é fornecida para absorver hidrocarbonetos C_3+ da corrente de vapor do separador de alta pressão para formar uma corrente de efluente da zona de absorção contendo hidrocarbonetos C_2- incluindo etileno, e pelo menos uma porção do montante de dióxido de carbono. O sistema inclui adicionalmente uma seção de tratamento de amina para tratar a corrente de efluente da zona de absorção pondo em contato pelo menos uma porção da corrente de efluente da zona de absorção com um solvente de absorção de amina em condições de contato eficazes para absorver uma porção significativa do dióxido de carbono da porção contactada da corrente de efluente da zona de absorção e para formar uma corrente de processo contendo hidrocarboneto rica em etileno substancialmente isenta de dióxido de carbono e uma corrente de processo contendo solvente de absorção de amina rico em dióxido de carbono.

Neste contexto, entende-se referências a "olefinas leves" como se referindo geralmente a olefinas C_2 e C_3 , i.e., etileno e propileno, sozinhas ou combinadas.

Referências a uma corrente de processo como "rica em etileno" devem ser entendidas como significando que esta contém geralmente pelo menos 20 por cento de etileno e, de acordo com pelo menos certas modalidades preferidas, que esta contém alternativamente pelo menos 25 por cento de etileno, pelo menos 30 por cento de etileno, pelo menos 35

porcento de etileno, pelo menos 40 por cento de etileno ou 40 a 60 por cento de etileno.

Referências a olefinas leves ou correntes de processo apropriadas como sendo "substancialmente isentas de dióxido de carbono" devem ser entendidas como se referindo geralmente às olefinas leves ou correntes de processo contendo desejavelmente menos de 100 ppm de dióxido de carbono, preferivelmente contendo menos de 10 ppm de dióxido de carbono e, mais preferivelmente, contendo desejavelmente menos de 1 ppm de dióxido de carbono.

Referências a "hidrocarboneto C_x " devem ser entendidas como se referindo a moléculas de hidrocarboneto tendo o número de átomos de carbono representado pelo subscrito "x". Similarmente, o termo "corrente contendo C_x " refere-se a uma corrente que contém hidrocarboneto C_x . O termo "hidrocarbonetos C_{x+} " refere-se a moléculas de hidrocarboneto tendo o número de átomos de carbono representado pelo subscrito "x" ou mais. Por exemplo, "hidrocarbonetos C_{4+} " incluem hidrocarbonetos C_4 , C_5 e com número de carbonos maior. O termo "hidrocarbonetos C_{x-} " refere-se a moléculas de hidrocarboneto tendo o número de átomos de carbono representado pelo subscrito "x" ou menos. Por exemplo, "hidrocarbonetos C_{4-} " incluem hidrocarbonetos C_4 , C_3 e com número de carbonos inferior.

Outros objetivos e vantagens ficarão aparentes para os especialistas na arte a partir da seguinte descrição detalhada tomada em conjunto com as reivindicações e desenhos anexos.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A FIG. 1 é um diagrama esquemático simplificado de uma seção de tratamento de amina para o processamento de uma corrente de processo de hidrocarboneto de acordo com uma modalidade preferida.

A FIG. 2 é um diagrama esquemático simplificado de um sistema para craqueamento catalítico da carga de alimentação de

hidrocarbonetos pesados e obtenção de olefinas leves substancialmente isentas de dióxido de carbono.

Os especialistas na arte seguindo os ensinamentos aqui apresentados reconhecerão e apreciarão que o sistema ou fluxogramas de processo ilustrados foram simplificados pela eliminação de vários equipamentos de processo usuais incluindo alguns trocadores de calor, sistemas de controle de processo, bombas, sistemas de fracionamento, e similares. Pode também ser compreendido que o fluxo de processo indicado nas figuras pode ser modificado em muitos aspectos sem se afastar do conceito geral básico da invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA

Uma corrente rica em etileno e contendo dióxido de carbono pode ser processada para remover efetiva e eficientemente dióxido de carbono da mesma. Adicionalmente, a carga de alimentação de hidrocarbonetos pesados pode ser efetiva e eficientemente processada por craqueamento de hidrocarbonetos para obtenção de olefinas leves substancialmente isentas de dióxido de carbono.

A FIG. 1 ilustra esquematicamente uma seção de tratamento de amina, geralmente designada pelo número de referência 10, para o processamento de uma corrente de processo de hidrocarboneto para remoção de dióxido de carbono da mesma, de acordo com uma modalidade preferida. Como descrito em maior detalhe abaixo, a seção de tratamento de amina 10 inclui os seguintes componentes ou elementos mais importantes: uma zona de absorção 12, uma primeira zona de separação 14 e uma segunda zona de separação 16.

Mais particularmente, uma corrente adequada de hidrocarboneto rica em etileno e contendo dióxido de carbono, derivada de um processamento de craqueamento de hidrocarboneto de uma carga de alimentação de hidrocarbonetos pesados, descrita com maiores detalhes

abaixo, é adequadamente introduzida por meio de uma linha 20 na zona de absorção 12.

Como descrito acima, correntes de hidrocarboneto ricas em etileno e contendo dióxido de carbono usadas aqui geralmente se referem a correntes de hidrocarboneto contendo dióxido de carbono que tipicamente contêm algo na faixa de 0,5 a 2,5 mol % de dióxido de carbono e também geralmente contêm pelo menos 20 por cento de etileno e, de acordo com pelo menos certas modalidades preferidas contêm, alternativamente, pelo menos 25 por cento de etileno, pelo menos 30 por cento de etileno, pelo menos 35 por cento de etileno, pelo menos 40 por cento de etileno ou 40 a 60 por cento de etileno. Em geral, essa corrente de material a ser tratada tipicamente estará a uma temperatura de 38° a 49°C (100° a 120°F) e uma pressão na faixa de 2750 a 3450 kPag (400 a 500 psig).

Um solvente de absorção para efetuar a desejada absorção de CO₂ é introduzido na zona de absorção 12 por meio de uma linha 22. Solventes de absorção adequados para uso na prática da invenção incluem vários desses materiais conhecidos na arte para efetuar a remoção de CO₂ e H₂S. Os especialistas na arte, guiados pelos ensinamentos aqui fornecidos, apreciarão que soluções aquosas de vários solventes de amina de absorção, como os conhecidos na arte para efetuar a remoção de CO₂ e H₂S, podem ser usados na prática da invenção e, portanto, a prática mais ampla da invenção não é necessariamente limitada por, ou para ser realizada com, solventes de absorção particulares ou específicos. Solventes de absorção adequados para uso na prática da invenção incluem aminas terciárias como metil dietanol amina (MDEA), aminas secundárias como dietanol amina (DEA) e diisopropanol amina (DIPA) e aminas primárias como monoetanol amina (MEA), por exemplo.

Como será apreciado pelos especialistas na arte guiados pelos ensinamentos aqui fornecidos, zonas de absorção adequadas para uso na

prática da invenção podem desejavelmente estar na forma de uma coluna e contêm ou incluem uma seção de absorção ativa ou porção 24 que inclui bandejas, recheio ou outros internos de coluna conforme desejado para facilitar a ação de absorção desejada. Um absorvedor adequado desse sistema de amina, de acordo com uma modalidade preferida, opera desejavelmente a uma pressão na faixa de 1720 a 3450 kPag (250 a 500 psig), mais preferivelmente em uma faixa de 3100 a 3450 kPag (450 a 500 psig), e com uma temperatura de fundo na faixa de 40° a 80°C.

Como mostrado, o ponto de introdução na zona de absorção 12 da linha 20 contendo a corrente de material a ser tratada, i.e., a corrente contendo dióxido de carbono e hidrocarboneto rica em etileno, pode desejavelmente estar situado abaixo da seção ativa do absorvedor 24 e o ponto de introdução na zona de absorção 12 da linha 22 contendo a corrente do solvente de absorção pode desejavelmente estar situado acima da seção ativa do absorvedor 24, de modo que o solvente de absorção e o material a ser tratado no interior da zona de absorção estejam em pelo menos um arranjo de fluxo em contra-corrente geral. Além disso, essa disposição dos pontos de introdução da corrente de material a ser tratada e do solvente de absorção, respectivamente, pode desejavelmente maximizar o efeito de quaisquer internos de coluna e o tempo de contato e tempo de residência efetivos dos materiais da corrente no interior da seção ativa do absorvedor 24.

Uma corrente de gás tratado é retirada da zona de absorção 20 por meio de uma linha de topo 26. Antes de sair da zona de absorção 20, o gás é passado através da zona de lavagem 30 onde um material de lavagem como água é introduzido através de uma linha 32 para entrar em contato com o gás tratado e desejavelmente remover o solvente de absorção arrastado que pode ter permanecido no mesmo. O material de lavagem usado contendo esse material absorvente removido é retirado da zona de absorção por meio da linha 34 e pode desejavelmente ser enviado para processamento de

recuperação de solvente de absorção (não mostrado), como é conhecido na arte.

Deve ser entendido que o gás tratado da linha de topo 26 ou uma ou mais porções selecionadas do mesmo pode, se desejado, ser submetido a processamento adicional para assegurar que o CO_2 e H_2S foram adequadamente removidos até o nível exigido para as especificações desejadas do produto olefínico leve.

Uma corrente de processo contendo solvente de absorção rico em dióxido de carbono é retirada da zona de absorção 12 por meio da linha 36. A corrente de processo contendo solvente de absorção rico em dióxido de carbono ou pelo menos uma porção da mesma é transportada por intermédio da válvula 40 e da linha 42 para a primeira zona de separação 14.

Como será apreciado pelos especialistas na arte seguindo os ensinamentos aqui fornecidos, primeiras zonas de separação adequadas para uso na prática da invenção podem desejavelmente estar na forma de uma coluna que contém ou inclui uma seção ativa de separação ou porção 44 que inclui um número selecionado de bandejas ou outros internos de coluna de separação que podem ser desejados para facilitar a efetuar a ação de separação desejada. Como mostrado, o ponto de introdução na primeira zona de separação 14 da linha 42 contendo a corrente de solvente de absorção rico em dióxido de carbono pode desejavelmente estar situado acima da seção ativa de separação 44 e o ponto de introdução na primeira zona de separação 14 da linha 46 contendo uma corrente de um fluido de separação desejado pode desejavelmente estar situado abaixo da seção ativa de separação 44, de modo que o fluido de separação e o material a ser tratado no interior da primeira zona de separação 24 estejam em pelo menos um arranjo geral de fluxo em contracorrente. Além disso, essa disposição dos pontos de introdução da corrente de material a ser tratada e do fluido de separação, respectivamente, pode desejavelmente maximizar o efeito de quaisquer internos de coluna e o

tempo de contato e tempo de residência efetivos dos materiais da corrente no interior da seção ativa de separação 44 da primeira zona de separação.

Assim, embora tratamento convencional com sistemas de amina como os usados no tratamento de correntes efluentes de FCC convencional possa simplesmente empregar uma coluna de vaporização instantânea, a incorporação e uso de uma zona de separação como a primeira zona de separação 14 acima descrita ajuda a assegurar a separação desejada dos hidrocarbonetos presentes incluindo etileno e propileno, já que estes podem ser mais fortemente fisioabsorvidos do que hidrocarbonetos não olefinicos.

De acordo com uma modalidade preferida, a primeira zona de separação 14 desejavelmente inclui uma coluna de separação tendo tipicamente menos de 15 estágios ideais e geralmente não mais de 8 a 12 estágios ideais.

A primeira zona de separação 14 é desejavelmente operada de uma maneira, incluindo condições de primeira separação, eficaz para remover pelo menos uma parte dos hidrocarbonetos que permanecem na corrente de processo contendo solvente de absorção rico em dióxido de carbono e para formar uma primeira corrente de processo contendo hidrocarbonetos removidos e uma segunda corrente de processo contendo dióxido de carbono e solvente de absorção. Condições de separação adequadas geralmente incluem : uma pressão de operação na faixa de 34 a 173 kPag (5 a 25 psig) ou, de acordo com uma modalidade preferida na faixa de 34 a 69 kPag (5 a 10 psig). Além do mais, a taxa de carga de alimentação à esta coluna de separação é desejavelmente fixada de modo que o montante combinado de etileno e propileno no fundo da coluna seja inferior a 100 ppm e, de acordo com uma modalidade preferida a taxa de carga de alimentação à esta coluna de separação é desejavelmente fixada de modo que o montante combinado de etileno e propileno no fundo da coluna seja inferior a 5 ppm.

Uma corrente contendo hidrocarbonetos removidos, incluindo etileno removido e propileno removido, é retirada da primeira zona de separação 14 via uma linha de topo 50. Como será apreciado pelos especialistas na arte, a corrente retirada nessa linha de topo pode, além dos

5 hidrocarbonetos removidos incluindo etileno e propileno também conter uma pequena quantidade, e.g., tipicamente menos de 1 % em peso de dióxido de carbono.

A linha 50 e a corrente de hidrocarbonetos removidos e CO₂ contido nos mesmos pode ser enviada para processamento adicional como é

10 conhecido na arte. Por exemplo, de acordo com uma modalidade preferida, essa corrente ou pelo menos porções selecionadas da mesma podem desejavelmente ser retornadas para o receptor da coluna principal de modo a permitir recuperação de olefinas desejadas da mesma. Os especialistas na arte seguindo os ensinamentos aqui fornecidos apreciarão que embora esse retorno

15 e processamento possam levar ao reciclo de algum CO₂, o montante desse reciclo na prática não será tão significativo para tornar esse processamento não econômico.

Uma corrente de processo contendo principalmente solvente de absorção e dióxido de carbono remanescente é retirada da primeira zona de

20 separação 14 por meio da linha 52. A corrente de processo da linha 52 é transferida através de uma bomba 54, uma linha 56, um trocador de calor de corrente pobre/rica em CO₂ 60 e uma linha 62 para a segunda zona de separação 16.

Como será apreciado pelos especialistas na arte seguindo os

25 ensinamentos aqui fornecidos, segundas zonas de separação adequadas para uso na prática da invenção podem desejavelmente estar na forma de uma coluna que contém ou inclui uma seção ativa de separação ou porção 64 que inclui um número selecionado de bandejas ou outros internos de coluna de separação que podem ser desejados para facilitar a realização da ação de

separação desejada. Como mostrado, o ponto de introdução na segunda zona de separação 16 da linha 62 contendo solvente de absorção e dióxido de carbono remanescente pode desejavelmente estar situado acima da seção ativa de separação 64 e o ponto de introdução na segunda zona de separação 16 da linha 66 contendo uma corrente de um fluido de separação selecionado pode desejavelmente estar situado abaixo da seção ativa de separação 64, de modo que o fluido de separação e o material a ser tratado no interior da segunda zona de separação 16 estejam em pelo menos um arranjo de fluxo em contracorrente geral. Além disso, essa disposição dos pontos de introdução da corrente de material a ser tratada e do fluido de separação, respectivamente, pode desejavelmente maximizar o efeito de quaisquer internos de coluna e o tempo de contato e tempo de residência efetivos dos materiais da corrente no interior da seção ativa de separação 64 da segunda zona de separação.

A segunda zona de separação 16 é desejavelmente operada de uma maneira, que inclui condições de segunda separação eficazes para remover pelo menos uma porção do dióxido de carbono da segunda corrente de processo, para formar uma corrente de topo de dióxido de carbono, mostrada como linha 70, e uma corrente de fundo de solvente de absorção, mostrada como linha 72, que é substancialmente isenta de dióxido de carbono.

Em geral é preferível operar em uma pressão tão baixa quanto possível para limitar mais apropriadamente a temperatura da corrente de fundo. Na prática, condições de separação adequadas geralmente incluem : uma pressão de operação na faixa de 103 a 138 kPag (15 a 20 psig).

Antes de sair da segunda zona de separação 16, os materiais da corrente de topo de dióxido de carbono passam por uma zona de lavagem 74 onde um material de lavagem, como água, é introduzido através da linha 76 para entrar em contato com os materiais removidos e desejavelmente remover o solvente absorvente arrastado que possa ter permanecido nos mesmos. O

material de lavagem usado, contendo esse solvente de absorção removido, é retirado da segunda zona de separação 16 por meio da linha 78 e pode desejavelmente ser processado de uma maneira conhecida na arte, de modo a fornecer vapor de separação adicional.

5 Se desejado e como mostrado, uma primeira parte da corrente de topo de CO₂ 70 pode ser retornada à primeira zona de separação 14 por meio da linha 46 para uso como fluido de separação. Uma segunda porção ou o restante da corrente de topo de CO₂ 70 pode formar uma corrente de purga, mostrada na linha 80.

10 Uma primeira parte da corrente de fundo de solvente de absorção da linha 72 pode ser transferida através da linha 82 para um refervedor 84 e através da linha 66 de volta para a segunda zona de separação 16. Uma segunda parte da corrente de fundo de solvente de absorção da linha 72 pode ser transferida através da linha 90 para o trocador de calor da corrente
15 pobre/rica em CO₂ 60 e então através das linhas 92 e 94 para uma bomba de recirculação 96 e, em seguida, através das linhas 100 e 22 apropriadamente introduzida na zona de absorção 12. Uma porção do solvente de absorção da linha 100 pode ser processada utilizando a linha 102 através de um filtro 104 e então retornar pela linha 106 para formar uma porção da corrente de
20 material da linha 94 introduzida na bomba de recirculação 96.

 Como será apreciado pelos especialistas da arte seguindo os ensinamentos aqui fornecidos, processamento por tratamento convencional com sistema de amina pode envolver geralmente um compromisso envolvendo pressão de operação. Em operação a baixa pressão, existe
25 geralmente uma coabsorção reduzida ou mínima de hidrocarboneto, mas a taxa necessária de reciclo de solvente é relativamente grande. Em contraste, em operação a alta pressão, a vazão de solvente pode desejavelmente ser reduzida, mas mais hidrocarbonetos (no caso do processamento das correntes ricas em etileno em questão, particularmente etileno e propileno) podem ser

coabsorvidos. Com a seção de tratamento de amina descrita acima, entretanto, esse etileno e propileno coabsorvido é desejavelmente recuperado via a primeira zona de separação 14 de modo que a perda total de olefinas leves devida ao tratamento de amina é minimizado ou evitado. Consequentemente, a seção de tratamento de amina em questão pode desejavelmente ser operada em pressões relativamente mais altas de modo a reduzir ou minimizar a recirculação de solvente. Assim, de acordo com uma modalidade preferida, a zona de absorção 12 e o absorvedor de amina da mesma são vantajosamente localizados em numa região ponto de alta pressão, se não de pressão mais alta, no esquema de processo para minimizar a recirculação de solvente.

A primeira zona de separação geralmente operará com o máximo de eficiência e exigirá o mínimo de recirculação de CO₂ quando operada em pressões relativamente baixas. Na modalidade acima descrita, em que a corrente de hidrocarbonetos da linha de topo 50 da primeira coluna de separação é retornada para o receptor da coluna principal, que opera a 34 kPag (5 psig), a pressão da primeira zona de separação 14 geralmente precisa ser alta o suficiente para permitir o retorno dessa corrente de gás de topo para o receptor da coluna principal levando em conta as perdas de carga na linha, isto é, ligeiramente superior à pressão de operação do receptor da coluna principal.

A segunda zona de separação geralmente operará em uma pressão suficientemente alta para permitir que o CO₂ seja desejavelmente circulado para a parte mais baixa da primeira zona de separação levando em conta as perdas de carga na linha e na unidade. Isto evita a necessidade de uso de um soprador de reciclo para retorno do CO₂ para a primeira zona de separação. Consequentemente, em uma modalidade preferida, a segunda zona de separação preferivelmente opera em uma pressão superior à pressão de operação da primeira zona de separação.

Assim, é fornecido um processamento eficaz e eficiente, por

sistema de amina, de correntes com alto teor de olefinas (por exemplo ricas em etileno) contendo dióxido de carbono, coma separação e remoção eficaz de dióxido de carbono das mesmas, permitindo, desejavelmente, uma recuperação aumentada ou melhorada de olefinas.

5 O tratamento de correntes de hidrocarboneto ricas em etileno e contendo dióxido de carbono na maneira descrita acima pode encontrar aplicação particular na produção de olefinas leves via craqueamento catalítico da carga de alimentação de hidrocarbonetos pesados.

10 Com referência à FIG. 2, é ilustrado um diagrama esquemático simplificado de um sistema, geralmente designado pelo número de referência 210, para craqueamento catalítico de uma carga de alimentação de hidrocarbonetos pesados e obtenção de olefinas leves substancialmente isentas de dióxido de carbono, de acordo com uma modalidade da invenção.

15 No sistema 210, uma corrente de carga de alimentação adequada de hidrocarbonetos pesados é introduzida por meio de uma linha 212 em uma zona de reator fluidizado 214 onde a carga de alimentação de hidrocarbonetos pesados entra em contato com uma zona de craqueamento catalítico de hidrocarbonetos para produzir um efluente hidrocarbônico contendo uma faixa de produtos de hidrocarboneto incluindo olefinas leves, e
20 uma quantidade de dióxido de carbono.

 Zonas adequadas de reator de craqueamento catalítico fluidizado para uso na prática dessa forma de realização podem, como descrito na patente US 6.538.169 a Pittman et al. acima identificada, incluir um vaso separador, um regenerador, um vaso de mistura, e um tubo de subida
25 vertical que provê uma zona de transporte pneumático no qual ocorre a conversão. O arranjo faz com que o catalisador circule e entre em contato com a carga de alimentação de uma maneira especificamente descrita.

 Mais especificamente e como aqui descrito, o catalisador tipicamente inclui dois componentes que podem, ou não estar na mesma

matriz. Os dois componentes são circulados por todo o sistema. O primeiro componente pode incluir qualquer um dos catalisadores bem conhecidos que são usados na arte do craqueamento catalítico fluidizado, como um catalisador do tipo argila amorfa ativa e/ou uma peneira molecular cristalina de alta atividade. catalisadores do tipo peneira molecular são preferidos em relação a catalisadores amorfos por causa de sua seletividade muito melhorada para produtos desejados. Zeólitas são as peneiras moleculares mais comumente usadas em processos de FCC. Preferivelmente o primeiro componente do catalisador inclui uma zeólita de poros grandes, como zeólita do tipo Y, um material de alumina ativa, um material ligante, contendo sílica ou alumina e uma carga inerte como caulim.

As peneiras moleculares zeolíticas apropriadas para o primeiro componente de catalisador deve ter um grande tamanho médio de poro. Tipicamente, peneiras moleculares com um grande tamanho de poro possuem poros com aberturas superiores a 0,7 nm de diâmetro definidos por anéis de mais de 10 e tipicamente 12 membros. Índices de tamanho de poro de grandes poros ficam acima de 31. Zeólitas de grandes poros adequadas incluem zeólitas sintéticas como zeólitas do tipo X e zeólitas do tipo Y, mordenita e faujasita. Foi verificado que zeólitas Y com baixo teor de terras raras são preferidas no primeiro componente de catalisador. Baixo teor de terras raras indica 1,0 % em peso ou menos de óxidos de terras raras na porção zeólita do catalisador. Catalisador OctacatTM fabricado por W. R. Grace & Co. é um catalisador adequado do tipo zeólita Y com baixo teor de terras raras.

O segundo componente de catalisador inclui um catalisador contendo, zeólita com tamanho de poro médio ou menor exemplificado por ZSM-5, ZSM-11, ZSM-12, ZSM-23, ZSM-35, ZSM-38, ZSM-48, e outros materiais similares. US 3 702 886 descreve ZSM-5. Outras zeólitas adequadas de poro médio ou menor incluem ferrierita, erionita, e ST-5, desenvolvida pela Petroleos de Venezuela, S. A. O segundo componente de catalisador

preferivelmente dispersa a zeólita de poro médio ou menor em uma matriz contendo um material ligante como sílica ou alumina e um material de carga inerte como caulim. O segundo componente pode também incluir alguns outros materiais ativos como zeólita Beta. Estas composições catalisadoras possuem um teor de zeólita cristalina de 10 a 25 % em peso ou mais e um teor de material de matriz de 75 a 90 % em peso. Catalisadores contendo 25 % em peso de zeólita cristalina são preferíveis. Catalisadores com teor maior de zeólita cristalina podem ser usados, desde que tenham uma resistência a fricção. Zeólitas de poros médios ou menores são caracterizados por terem um diâmetro de abertura de poros efetiva igual ou menor que 0,7 nm, anéis de 10 ou menos membros e um Índice de Tamanho de poro de menos que 31.

A composição total de catalisador deve conter de 1 a 10 % em peso de uma zeólita de tamanho médio para pequeno com 1,75 % em peso ou mais sendo preferido. Quando o segundo componente de catalisador contém 25 % em peso de zeólita cristalina, a composição contém 4 a 40 % em peso do segundo componente de catalisador com um teor preferido maior ou igual a 7 % em peso. Zeólitas do tipo ZSM-5 e ST-5 são particularmente preferidas já que sua alta resistividade de coque tenderá a preservar os sítios ativos de craqueamento já que a composição de catalisador realiza múltiplas passagens através do tubo de subida, mantendo assim a atividade como um todo. O primeiro componente de catalisador incluirá o restante da composição de catalisador. As proporções relativas dos primeiro e segundo componentes na composição de catalisador não variarão substancialmente ao longo da unidade de FCC.

A alta concentração de zeólita de poros de tamanho médio ou menor no segundo componente da composição de catalisador melhora a seletividade para olefinas leves craqueando adicionalmente as moléculas mais leves da faixa de nafta. Mas ao mesmo tempo, a concentração menor resultante do primeiro componente de catalisador ainda exibe atividade

suficiente para manter a conversão das moléculas da carga de alimentação mais pesada em um nível razoavelmente alto.

As alimentações relativamente mais pesadas adequadas para processamento de acordo com a invenção incluem matérias-primas convencionais de FCC ou alimentações de ponto de ebulição mais alto ou residuais. Uma matéria prima convencional comum é gasóleo de vácuo que é tipicamente um material hidrocarbônico preparado por fracionamento a vácuo de resíduo atmosférico e que tem uma faixa de pontos de ebulição larga de 315° a 622°C (600° a 1150°F) e, mais tipicamente, que tem uma faixa de pontos de ebulição mais estreita de 343° a 551°C (650° a 1025°F). Alimentações pesadas ou residuais, i.e., frações de hidrocarboneto que fervem acima de 499°C (930°F), são também adequadas. O processo de craqueamento catalítico fluidizado da invenção é tipicamente mais adequado para matérias-primas que são mais pesadas do que hidrocarbonetos da faixa de nafta que fervem acima de 177°C (350°F).

O efluente ou pelo menos uma parte selecionada do mesmo passa pela zona do reator fluidizado 214 através da linha 216 e é alimentado no sistema de separação de hidrocarboneto 220, que inclui uma seção principal da coluna 222 e uma seção de compressão em estágios 224. A seção principal da coluna 222 pode desejavelmente incluir um separador principal da coluna com um receptor de topo de alta pressão associado à coluna principal onde o efluente da zona do reator fluidizado pode ser separado nas frações desejadas incluindo uma corrente de vapor da coluna principal, que passa pela linha 226, e uma corrente líquida da coluna principal que passa pela linha 230.

Para facilitar a ilustração e discussão, outras linhas de fração como as que incluem uma corrente de gasolina pesada, uma corrente de óleo leve de reciclo ("LCO"), uma corrente de óleo pesado de reciclo ("HCO") e uma corrente de óleo clarificado ("CO"), por exemplo, podem não estar

especificamente mostradas nem descritas abaixo.

A linha de vapor da coluna principal 226 é introduzida na seção de compressão em estágios 224, constituindo assim uma compressão em dois estágios. A seção de compressão em estágios 224 resulta na formação de uma corrente líquida do separador de alta pressão na linha 232 e uma corrente de vapor do separador de alta pressão na linha 234. Embora a pressão desse líquido de alta pressão e vapor de alta pressão possa variar, na prática essas correntes estão tipicamente em uma pressão na faixa de 1375 a 2100 kPag (200 to 300 psig). A seção de compressão 224 pode também resultar na formação de uma corrente de materiais de retorno grandemente composta por hidrocarbonetos mais pesados e que pode ser retornada para a seção principal da coluna 222 por meio da linha 235.

A corrente líquida do separador de alta pressão inclui hidrocarbonetos C₃+ e é substancialmente isenta de dióxido de carbono. A corrente de vapor do separador de alta pressão inclui hidrocarbonetos C₃- e inclui uma quantidade de dióxido de carbono.

A corrente de vapor do separador, linha 234, é introduzida em uma zona de absorção, geralmente designada pelo número de referência 236, por meio da linha 237. A zona de absorção 236 inclui um absorvedor primário 240 em que uma corrente de vapor do separador entra em contato com uma gasolina desbutanizada fornecida pela linha 242 e a corrente líquida da coluna principal fornecida pela linha 230 para absorção de C₃+ e separação de C₂ e frações de ponto de ebulição mais baixo do gás para o absorvedor primário 240. Em geral, a zona de absorção 236 inclui um absorvedor primário que adequadamente inclui vários estágios com pelo menos um e preferivelmente dois ou mais inter-resfriadores entre eles para auxiliar na obtenção da absorção desejada. Na prática, esse absorvedor primário tipicamente inclui cinco estágios de absorção entre cada par de inter-resfriadores. Assim, um absorvedor primário para alcançar a absorção desejada de acordo com uma

modalidade preferida desejavelmente inclui pelo menos 15 estágios ideais com pelo menos 2 inter-resfriadores apropriadamente espaçados entre eles. Em outra modalidade preferida, um absorvedor primário preferido adequado para obtenção da absorção desejada desejavelmente inclui pelo menos 20
5 estágios ideais com pelo menos 3 inter-resfriadores apropriadamente espaçados entre eles. Em ainda outra modalidade preferida, um absorvedor primário preferido adequado para obtenção da absorção desejada desejavelmente inclui pelo menos 20 a 25 estágios ideais com 4 ou mais inter-resfriadores apropriadamente espaçados entre eles. Embora a prática ampla da
10 invenção não seja necessariamente assim limitada, em pelo menos certas modalidades preferidas, foi verificado ser vantajoso o emprego de propileno como refrigerante em um ou mais desses inter-resfriadores do absorvedor primário para auxiliar na obtenção da absorção desejada.

Hidrocarbonetos C_3+ absorvidos em ou pela gasolina
15 desbutanizada e o líquido da coluna principal podem ser transferidos pela linha 243 para processamento adicional de acordo com a invenção como aqui descrito posteriormente.

O gás de topo do absorvedor primário 240 é transferido pela linha 244 para um absorvedor secundário ou de esponja 246. O absorvedor
20 secundário 246 põe em contato o gás de topo com o óleo leve de reciclo da linha 250. Óleo leve de reciclo absorve a maior parte dos hidrocarbonetos C_4 e superiores remanescentes e retorna para os fracionadores principais pela linha 252. Uma corrente de hidrocarbonetos C_2- é retirada como gás de topo do absorvedor secundário ou de esponja 246 em uma linha 254 para
25 tratamento adicional como aqui descrito posteriormente.

A corrente líquida do separador da linha 232 e conteúdo da linha 243 são transferidos pela linha 260 para uma coluna de separação 262 que remove a maior parte do C_2 e gases mais leves pela linha 264. Na prática, essa coluna de separação pode desejavelmente ser operada em uma pressão na

faixa de 1650 a 1800 kPag (240 a 260 psig) com uma razão molar C_2/C_3 no fundo da coluna de menos de 0,001 e preferivelmente com uma razão molar C_2/C_3 do fundo da coluna de menos de 0,0002 a 0,0004.

Como mostrado, C_2 e gases mais leves da linha 264 podem
5 desejavelmente ser combinados com vapor do separador de alta pressão da linha 234 para formar a linha 237 que é alimentada no absorvedor primário 240. A coluna de separação 262 supre uma corrente líquida de C_3+ através da linha 266 para uma unidade desbutanizadora 270. Uma unidade desbutanizadora adequada, de acordo com uma modalidade preferida, inclui
10 um condensador (não mostrado especificamente) que desejavelmente opera a uma pressão na faixa de 965 a 1105 kPag (140 a 160 psig), com não mais que 5 mol-% de hidrocarbonetos C_5 no topo e não mais que 5 mol-% de hidrocarbonetos C_4 no fundo. Mais preferivelmente, o montante relativo de hidrocarbonetos C_5 no topo é de menos de 1 a 3 mol-% e o montante relativo
15 de hidrocarbonetos C_4 no fundo é de menos de 1 a 3 mol-%.

Uma corrente de hidrocarbonetos C_3 e C_4 proveniente da unidade desbutanizadora 270 é retirada no topo através da linha 272 para tratamento adicional, como aqui descrito posteriormente.

A linha 274 retira uma corrente de gasolina desbutanizada da
20 unidade desbutanizadora 270. Uma porção da corrente de gasolina desbutanizada retorna para o absorvedor primário 240 através da linha 242 para servir como primeiro solvente de absorção. Outra porção da corrente de gasolina desbutanizada é transferida pela linha 276 para um divisor 280.

De acordo com uma modalidade preferida, o divisor de nafta
25 280 está desejavelmente na forma de uma coluna de separação com uma parede divisória 281 posicionada na mesma. Esse divisor de nafta (coluna de separação com parede divisória) é desejavelmente eficaz para separar a gasolina desbutanizada introduzida no mesmo em uma corrente de fração leve compreendendo compostos contendo cinco a seis átomos de carbono, uma

corrente de fração intermediária compreendendo compostos contendo sete a oito átomos de carbono, e uma corrente de fração pesada compreendendo compostos contendo mais de oito átomos de carbono. Mais especificamente, essa coluna de separação com parede divisória pode geralmente operar em
5 uma pressão de condensador na faixa de 34 a 104 kPag (5 a 15 psig) e, de acordo com uma modalidade ser operada em uma pressão de condensador de 55 a 85 kPag (8 a 12 psig).

Essas correntes de frações leve, intermediária e pesada, são apropriadamente transferidas através das linhas correspondentes 282, 284, e
10 286, respectivamente, para processamento adicional ou recuperação de produto, conforme desejado.

Retornando ao processamento da corrente de hidrocarbonetos C₂- retirada do absorvedor secundário ou de esponja 246 na linha 254, esses materiais da corrente podem ser transferidos através de uma seção adicional
15 de compressão 290 para formar uma linha 292 que entra em um tambor de compressão ou descarga 294. O tambor de descarga 294 forma uma corrente de knockout geralmente composta de componentes pesados (por exemplo, hidrocarbonetos C₃+ que se liquefazem no tambor de descarga 294) e são retirados pela linha 296. O tambor de descarga 294 também forma uma
20 corrente de topo que é composta principalmente de hidrocarbonetos C₂- hidrocarbonetos, com tipicamente não mais que traços (por exemplo, menos de 1 % em peso) de hidrocarbonetos C₃+, e uma quantidade de dióxido de carbono retirada pela linha 300.

A corrente de topo da linha 300 entra numa seção de
25 tratamento com amina 302 como descrito acima, para efetuar a remoção de CO₂ da mesma. Uma corrente contendo hidrocarbonetos C₂- substancialmente isenta de dióxido de carbono é transferida através da linha 304 para uma seção de secagem 306 com retirada de água da mesma pela linha 307. Uma corrente contendo hidrocarbonetos removidos e possivelmente montantes

menores (por exemplo, tipicamente menos de 1 % em peso) de CO₂ é transportada por meio de uma linha 308 de volta para a seção de compressão 224 para processamento adicional de forma consistente com a descrição acima. Uma corrente contendo gás de purga rico em CO₂, correspondendo à

5 linha de purga 80 oriunda da segunda zona de separação 16 do tratamento com sistema de amina acima descrito¹⁰, é transportada da seção de tratamento com amina 302 por meio da linha 309.

Uma corrente contendo hidrocarbonetos secos C₂-substancialmente isentos de dióxido de carbono é transferida através da linha

10 310 para uma seção de conversão de acetileno ou unidade 320. Como é conhecido na arte, seções ou unidades de conversão de acetileno são eficazes para converter acetileno para formar etileno. Assim, uma corrente de processo adicionalmente enriquecida com etileno é retirada em uma linha 322 da seção ou unidade de conversão de acetileno 320.

15 Como a conversão de acetileno pode resultar em formação adicional de água, a corrente de processo da linha 322 pode, se desejado, ser introduzida em uma unidade de secagem opcional 324 com água sendo retirada da mesma pela linha 326 e com a corrente de processo seca resultante transferida por meio da linha 330 para uma seção de tratamento adicional

20 opcional 332 como equipamento de tratamento de CO₂, sulfeto de carbonila ("COS"), Arsina e/ou fosfina conhecidos na arte para efetuar remoção de CO₂, COS, Arsina e/ou Fosfina, retirados pela linha 334, e uma corrente tratada retirada pela linha 336.

A corrente tratada da linha 336 pode desejavelmente ser

25 introduzida numa unidade desmetanizadora 340. Uma unidade desmetanizadora adequada, de acordo com uma modalidade preferida, inclui um condensador (não especificamente mostrado) que desejavelmente opera a uma temperatura de não mais que -90°C (-130°F), mais preferivelmente opera a uma temperatura na faixa de -90° a -102°C, preferivelmente -96°C (-130° a

-150°F, preferivelmente a -140°F). Além disso, uma unidade desmetanizadora preferida para uso na prática da invenção desejavelmente opera com uma razão de metano para etileno no fundo de não mais que 0,0005 e, mais preferivelmente em uma razão molar de metano para etileno no fundo de não mais que 0,0003 a 0,0002.

Uma corrente de metano e gás hidrogênio oriunda da unidade desmetanizadora 340 é retirada no topo através da linha 342 para uso como combustível ou, se desejado para processamento ou tratamento adicional como unidade de absorção swing de pressão (não mostrada) para recuperação de H₂.

Uma linha 344 retira uma corrente de material desmetanizado da unidade desmetanizadora 340. A linha de material desmetanizado 344 é alimentada a um divisor etileno/etano 346. Um divisor de etileno/etano, de acordo com uma modalidade preferida, inclui um condensador (não especificamente mostrado) que desejavelmente opera a uma pressão na faixa de 1930 a 2105 kPag (280 a 305 psig), e desejavelmente opera de forma a não haver mais que 0,5 vol-% de etano na corrente de produto etileno, preferivelmente menos de 0,1 vol-% de etano na corrente de produto etileno e, mais preferivelmente, menos de 0,05 vol-% de etano na corrente de produto etileno.

O divisor etileno/etano 346 forma uma corrente de vapor de resíduos leves remanescentes, uma corrente de condensado parcial de etileno e uma corrente de fundo de etano que passa pelas linhas 350, 352 e 354, respectivamente, para recuperação de produto ou processamento adicional desejado, como conhecido na arte.

Retornando ao processamento da corrente contendo hidrocarbonetos C₃ e C₄ retirada no topo da unidade desbutanizadora 270 por meio da linha 272, como essa corrente de processo pode conter montantes significativos de sulfeto de hidrogênio, a linha 272 pode desejavelmente

passar por uma unidade de tratamento para remoção de sulfeto, 360, como é conhecido na arte, na forma de uma seção de tratamento de amina, para formar uma corrente tratada que sai pela linha 362. O teor de sulfeto de hidrogênio da corrente é desejavelmente reduzido para 20 ppm, com o sulfeto de hidrogênio sendo removido por meio da linha 364.

Se desejado ou necessário a corrente tratada da linha 362 pode ser introduzida em uma seção de tratamento cáustico ou similar opcional 366 de modo a efetuar remoção de sulfeto de hidrogênio adicional como até um teor de sulfeto de hidrogênio de 1 ppm ou menos. Sulfeto de hidrogênio é mostrado como sendo removido da seção de tratamento cáustico 366 por meio da linha 370.

A corrente tratada com um teor de sulfeto de hidrogênio apropriadamente reduzido é transferida por meio da linha 372 para uma seção de tratamento de mercaptano 374, de modo a efetuar a remoção de mercaptano dos materiais da corrente como por meio de uma lavagem cáustica como é conhecido na arte. Mercaptanos são mostrados como removidos por meio da linha 376.

A corrente resultante é transferida por meio da linha 380 para um divisor C_3/C_4 382. Um divisor C_3/C_4 , de acordo com uma modalidade preferida, inclui um condensador (não especificamente mostrado) que desejavelmente opera em uma pressão na faixa de 1650 a 1800 kPag (240 a 260 psig), preferivelmente em uma pressão de 1724 kPag (250 psig) e desejavelmente opera de modo que não haja mais de 5 mol-% C_4' s na corrente de produto de topo, preferivelmente menos de 1 mol-% C_4' s na corrente de produto de topo e não mais de 5 mol-% C_3' s na corrente de produto de fundo, preferivelmente menos de 1 mol-% C_3' s na corrente de fundo.

O divisor C_3/C_4 382 forma uma corrente de hidrocarbonetos C_4+ que é transferida através da linha 384 para recuperação de produto ou

processamento adicional desejado, como é conhecido na arte.

O divisor C_3/C_4 382 também forma uma corrente composta principalmente de hidrocarbonetos C_3 que passa pela linha 386.

5 A corrente da linha 386 pode ser transferida para um divisor propileno/propano 390. Um divisor propano/propileno adequado, de acordo com uma modalidade preferida, desejavelmente opera de modo que pelo menos 98 % em peso e, preferivelmente, pelo menos 99 % em peso da recuperação de propileno esteja presente na corrente de topo e o propileno da corrente de topo seja e pelo menos 99,5% puro.

10 O divisor propileno/propano 390 forma uma corrente de propileno e uma corrente de propano que passam pelas linhas 392 e 394, respectivamente, para recuperação de produto ou processamento adicional desejado como é conhecido na arte.

15 Assim esquemas e arranjos de processo são desejavelmente fornecidos para obtenção de olefinas leves substancialmente isentas de dióxido de carbono por meio do craqueamento catalítico da carga de alimentação de hidrocarbonetos pesados. Mais particularmente, são fornecidos esquemas e arranjos de processo que vantajosamente utilizam separação por absorção de produtos hidrocarbônicos efluentes para produzir
20 ou formar de outra maneira correntes de processo contendo especificamente faixas desejadas de hidrocarbonetos.

A invenção ilustrativamente aqui divulgada pode ser adequadamente praticada na ausência de qualquer elemento, parte, etapa, componente, ou ingrediente que não seja especificamente divulgada aqui.

25 Embora na descrição detalhada anterior, esta invenção tenha sido descrita em relação a certas modalidades preferidas da mesma, e muitos detalhes foram ajustados para fins de ilustração, será aparente para o especialista na arte que a invenção é susceptível a modalidades adicionais e que certos detalhes aqui descritos podem variar consideravelmente sem se

afastar dos princípios básicos da invenção. Por exemplo, embora a invenção tenha sido descrita acima fazendo referência específica a uma modalidade em que a seção de tratamento com amina 302 é posta a jusante da seção de compressão adicional 290, o especialista na arte, seguindo os ensinamentos

5 aqui fornecidos, apreciarão que uma prática mais ampla da invenção não é necessariamente limitada a ela. Em certas modalidades pode ser desejado que a seção de tratamento com amina seja disposta à montante dessa compressão adicional.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para craqueamento catalítico de uma carga de alimentação de hidrocarbonetos pesados e obtenção de olefinas leves substancialmente isentas de dióxido de carbono, o processo caracterizado pelo
5 fato de compreender:

pôr uma carga de alimentação de hidrocarbonetos pesados em contato com um catalisador de craqueamento de hidrocarbonetos em uma zona de reator fluidizado (214) para produzir um efluente de hidrocarbonetos (216) contendo uma faixa de produtos hidrocarboneto, incluindo olefinas
10 leves, e uma quantidade de dióxido de carbono;

separar o efluente de hidrocarboneto em um sistema de separação de hidrocarboneto (220) para formar uma corrente líquida do separador (232) e uma corrente de vapor do separador (234), a corrente líquida do separador contendo hidrocarbonetos C_3+ substancialmente isenta
15 de dióxido de carbono, a corrente de vapor do separador contendo hidrocarbonetos C_3- e pelo menos uma parte da quantidade de dióxido de carbono;

tratar a corrente de vapor do separador em uma zona de absorção (236) para formar uma corrente de efluente da zona de absorção
20 (254) contendo hidrocarbonetos C_2- e pelo menos uma parte da quantidade de dióxido de carbono; e

tratar a corrente de efluente da zona de absorção em uma seção de tratamento com amina (302) com um solvente de absorção de amina em condições de tratamento eficazes para absorver uma porção significativa do
25 dióxido de carbono da porção contactada da corrente de efluente da zona de absorção (304) e para formar uma corrente de processo contendo hidrocarboneto, rica em etileno substancialmente isenta de dióxido de carbono.

2. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado

pelo fato que o referido contato da carga de alimentação de hidrocarbonetos pesados com um catalisador de craqueamento de hidrocarbonetos inclui pôr em contato a carga de alimentação de hidrocarbonetos pesados com um catalisador misturado contendo catalisador regenerado e catalisador coqueificado em uma zona de reator fluidizado em condições de reação de craqueamento de hidrocarbonetos para produzir uma corrente craqueada contendo produtos hidrocarbonetos incluindo olefinas leves e uma quantidade de dióxido de carbono, o referido catalisador tendo uma composição de catalisador que inclui um primeiro componente contendo uma peneira molecular de poros grandes e um segundo componente contendo uma zeólita com tamanho de poro não superior ao médio, a referida zeólita com tamanho de poro não superior ao médio formando pelo menos 1,0 % em peso da composição de catalisador.

3. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato que o referido tratamento de corrente de efluente na zona de absorção da seção de tratamento de amina com o solvente de absorção de amina inclui:

pôr em contato pelo menos uma porção da corrente de efluente de zona de absorção em uma zona de absorção (12) com o solvente de absorção de amina (22) e em condições de contato eficazes para absorver uma porção significativa do dióxido de carbono da porção contactada da corrente de efluente da zona de absorção e para formar uma corrente de processo contendo hidrocarboneto (26) substancialmente isenta de dióxido de carbono e uma corrente de processo contendo solvente de absorção de amina rico em dióxido de carbono (36);

processar pelo menos uma porção da corrente de processo contendo solvente de absorção de amina rico em dióxido de carbono numa primeira zona de separação (14) em condições de primeira separação eficazes para separar pelo menos uma porção dos hidrocarbonetos remanescentes na

corrente de processo contendo solvente de absorção de amina rico em dióxido de carbono para formar uma primeira corrente de processo contendo hidrocarbonetos separados (50) e uma segunda corrente de processo contendo dióxido de carbono e solvente de absorção de amina (52); e

5 processar pelo menos uma porção da segunda corrente de processo em uma segunda zona de separação (16) em condições de segunda separação eficazes para separar pelo menos uma porção do dióxido de carbono da segunda corrente de processo para formar uma corrente de purga de dióxido de carbono (80) e uma corrente de amina (72).

10 4. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato que o tratamento da corrente de vapor do separador em uma zona de absorção para formar uma corrente de efluente da zona de absorção inclui pôr em contato a corrente de vapor do separador (234) com um primeiro solvente absorvente em um absorvedor primário (240) para formar uma corrente de
15 processo (243) contendo hidrocarbonetos C_3+ no primeiro solvente absorvente e uma corrente de topo (244) contendo materiais C_2- .

5. Processo de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente:

20 separar materiais C_2- da corrente líquida do separador (232) para formar uma corrente de processo C_3+ (266);

separar materiais C_5+ da corrente de processo C_3+ para formar uma primeira corrente de processo de produto (274) contendo materiais C_5+ e uma segunda corrente de processo de produto (272) contendo hidrocarbonetos C_3 e C_4 ;

25 separar pelo menos uma porção dos hidrocarbonetos C_3 da pelo menos uma porção de hidrocarbonetos C_4 da segunda corrente de processo de produto para formar uma corrente de processo contendo C_3 (386);
e

separar propileno da corrente de processo contendo C_3 .

6. Processo de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de adicionalmente introduzir pelo menos uma porção da primeira corrente de processo de produto (274) contendo materiais C_5+ no absorvedor primário (240) como primeiro solvente absorvente.

5 7. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato que pelo menos uma porção da corrente de processo contendo hidrocarboneto, rica em etileno substancialmente isenta de dióxido de carbono inclui uma quantidade de acetileno, o processo compreendendo adicionalmente:

10 converter pelo menos uma parte da quantidade de acetileno para formar uma corrente de processo adicionalmente enriquecida com etileno (322); e

separar etileno da corrente de processo adicionalmente enriquecida com etileno.

15 8. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de separar adicionalmente propileno da corrente líquida do separador.

9. Processo de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato que a referida separação de propileno da corrente líquida do separador compreende:

20 separar materiais C_2- da corrente líquida do separador (232) para formar uma corrente de processo contendo hidrocarbonetos C_3+ (266);

separar materiais C_5+ da corrente de processo contendo hidrocarbonetos C_3+ para formar uma primeira corrente de processo de produto (274) contendo materiais C_5+ e uma segunda corrente de processo de produto (272) contendo hidrocarbonetos C_3 e C_4 ;

25 separar pelo menos uma porção dos hidrocarbonetos C_3 da pelo menos uma porção de hidrocarbonetos C_4 da segunda corrente de processo de produto para formar uma corrente de processo contendo C_3 (386);

e

separar propileno da corrente de processo contendo C_3 .

10. Sistema para craqueamento catalítico de uma carga de alimentação de hidrocarbonetos pesados para obtenção de olefinas leves, o sistema caracterizado pelo fato de compreender:

uma zona de reator fluidizado (214) em que a carga de alimentação de hidrocarbonetos pesados (212) entra em contato com um catalisador misturado contendo catalisador regenerado e catalisador coqueificado em condições de reação de craqueamento de hidrocarboneto para produzir uma corrente craqueada (216) contendo produtos hidrocarbonetos incluindo olefinas leves e uma quantidade de dióxido de carbono,

um separador (222) para separar a corrente craqueada para formar uma corrente líquida do separador de alta pressão (232) contendo hidrocarbonetos C_3+ e uma corrente de vapor do separador de alta pressão (234) contendo hidrocarbonetos C_3- e pelo menos uma porção da quantidade de dióxido de carbono,

uma zona de absorção (236) para absorver hidrocarbonetos C_3+ da corrente de vapor do separador de alta pressão para formar uma corrente de efluente da zona de absorção (254) contendo hidrocarbonetos C_2- , incluindo etileno, e pelo menos uma porção da quantidade de dióxido de carbono; e

uma seção de tratamento com amina (302) para tratar a corrente de efluente da zona de absorção pondo em contato pelo menos uma porção da corrente de efluente da zona de absorção com um solvente de absorção de amina em condições de contato eficazes para absorver uma porção significativa do dióxido de carbono da porção contactada da corrente de efluente da zona de absorção e para formar uma corrente de processo contendo hidrocarboneto, rica em etileno (304) substancialmente isenta de

dióxido de carbono e uma corrente de processo contendo solvente de absorção de amina rico em dióxido de carbono (309).

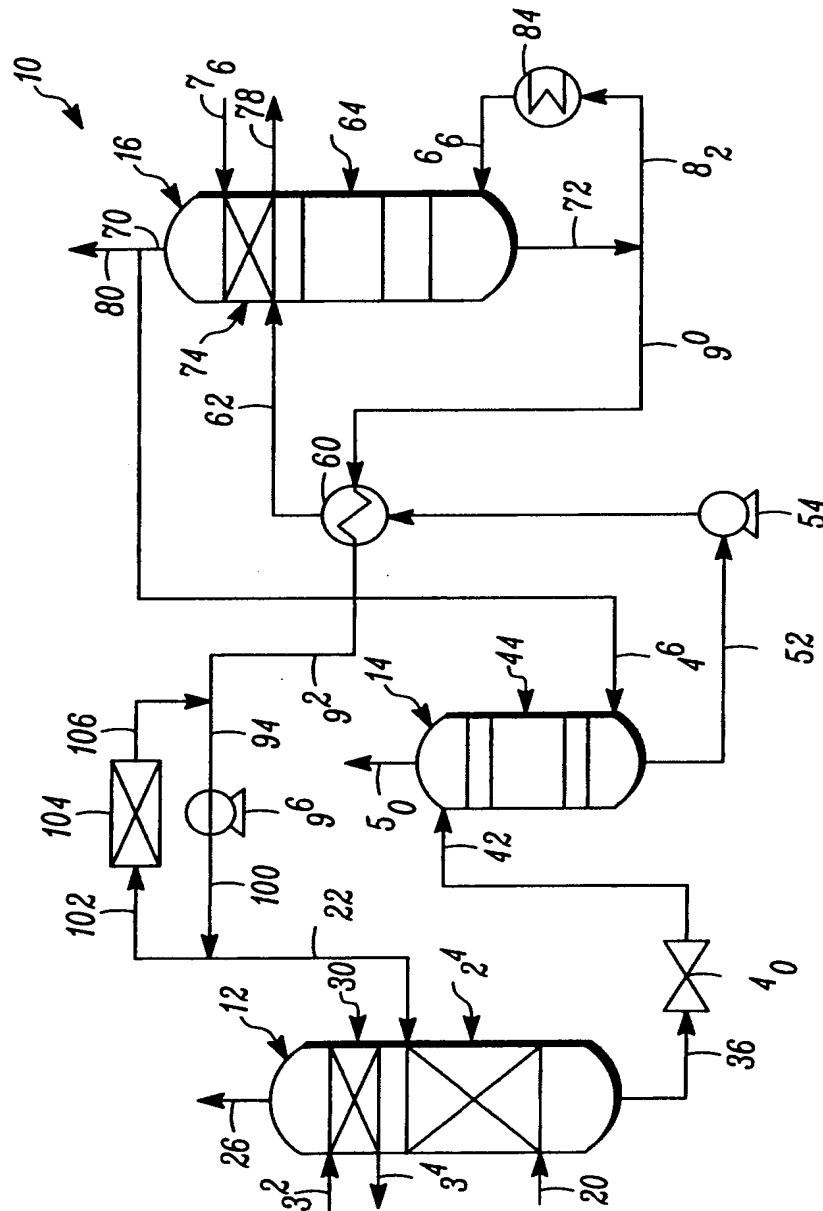


FIG. 1

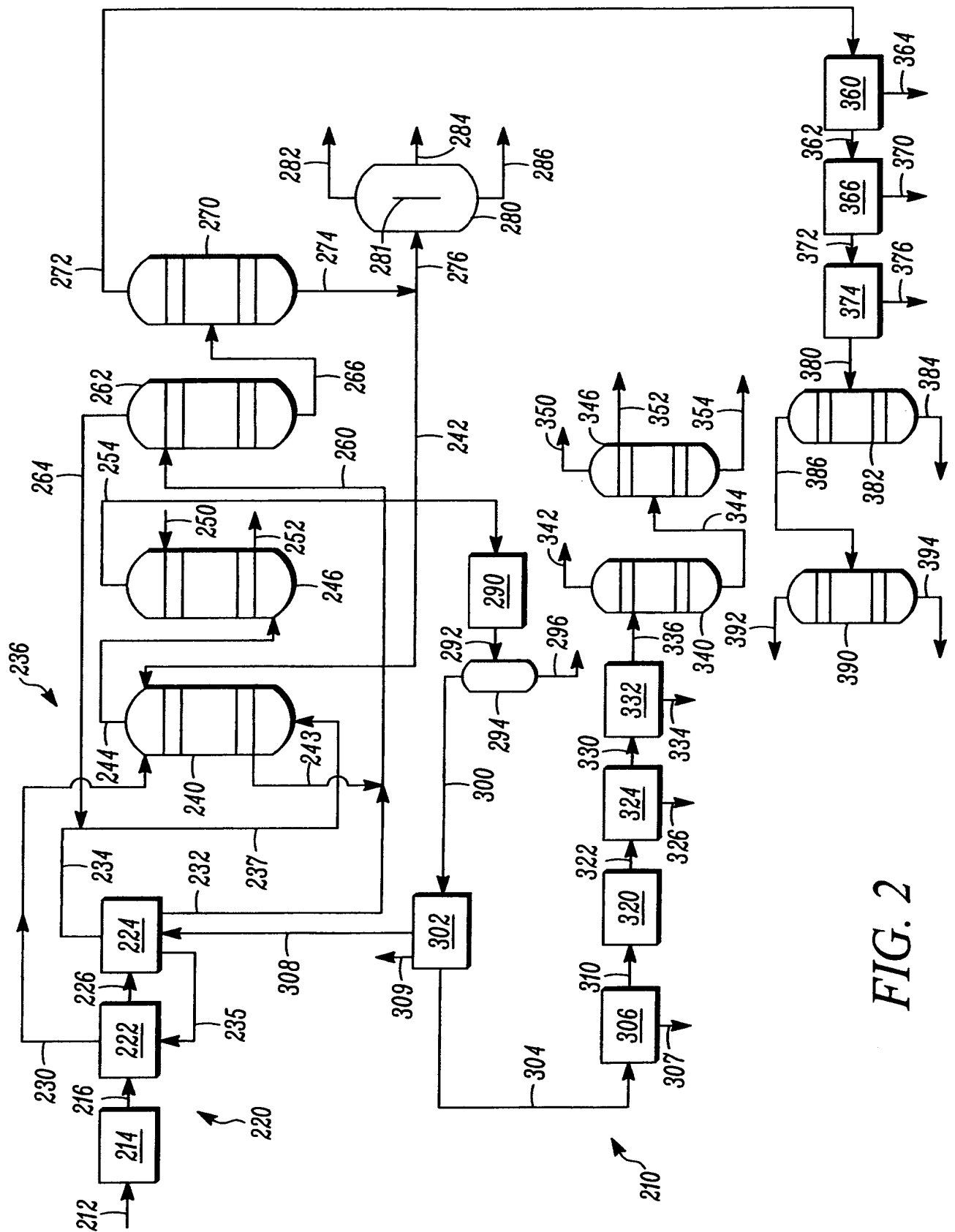


FIG. 2

RESUMO

“PROCESSO PARA CRAQUEAMENTO CATALÍTICO DE UMA CARGA DE ALIMENTAÇÃO DE HIDROCARBONETOS PESADOS E OBTENÇÃO DE OLEFINAS LEVES SUBSTANCIALMENTE ISENTAS DE DIÓXIDO DE CARBONO, E, SISTEMA PARA CRAQUEAMENTO CATALÍTICO DE UMA CARGA DE ALIMENTAÇÃO DE HIDROCARBONETOS PESADOS PARA OBTENÇÃO DE OLEFINAS LEVES”

São fornecidos esquemas e arranjos de processamento para o tratamento com amina de correntes com alto teor de olefinas (por exemplo ricas em etileno), contendo dióxido de carbono, para separação e remoção eficaz do dióxido de carbono das mesmas. Esquemas e arranjos de processamento correspondentes ou associados para o craqueamento catalítico de uma carga de alimentação de hidrocarbonetos pesados (212) e obtenção de olefinas leves substancialmente livres de dióxido de carbono por meio de recuperação de produto baseada em absorção (236) são também fornecidos.