



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL



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

CARTA PATENTE N.º PI 0407792-0

Patente de Invenção

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito : PI 0407792-0

(22) Data do Depósito : 25/02/2004

(43) Data da Publicação do Pedido : 16/09/2004

(51) Classificação Internacional : C07C 2/66; C07C 15/073

(30) Prioridade Unionista : 28/02/2003 US 10/376,683

(54) Título : PROCESSO PARA A PRODUÇÃO DE ALQUILAROMÁTICOS

(73) Titular : ABB Lummus Global, INC., Sociedade Norte Americana. Endereço: 1515 Broad Street, Bloomfield, NJ 07003-3096, Estados Unidos (US).

(72) Inventor : Stephen L Pohl. Endereço: 60 Knox Terrace, Apt. 1B, Wayne, NJ 07470, Estados Unidos.

Prazo de Validade : 20 (vinte) anos contados a partir de 25/02/2004, observadas as condições legais.

Expedida em : 28 de Janeiro de 2014.

Assinado digitalmente por
Liane Elizabeth Caldeira Lage
Diretora de Patentes Substituta



"PROCESSO PARA A PRODUÇÃO DE ALQUILAROMÁTICOS"

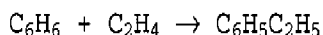
CAMPO DA INVENÇÃO

A invenção geralmente se refere a um processo de alquilação para a produção de um alquilaromático de uma ole-
5 fina e um aromático e, mais particularmente, à produção de etilbenzeno reagindo-se etileno e benzeno na presença de um catalisador de zeólito.

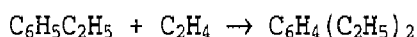
ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

Vários processos para a produção de alquilbenzeno
10 pela alquilação de benzeno com uma olefina são conhecidos na técnica. Entre as olefinas mais comuns empregadas estão etileno e propileno. A alquilação de benzeno com etileno produz etilbenzeno. A alquilação de benzeno com propileno produz cumeno.

15 Alquilbenzenos, tais como etilbenzeno e cumeno (isopropilbenzeno) são químicas industriais importantes. Em particular, etilbenzeno é comumente empregado para produzir estireno, que pode ser polimerizado para produzir poliestireno, e cumeno pode ser empregado como um aditivo para com-
20 bustíveis com alto teor de octano ou para produzir fenol e acetona. Vários métodos são conhecidos para a produção de alquilbenzenos, incluindo etilbenzeno, que pode ser feito pela alquilação de benzeno com etileno, como segue:



25 As alquilações sucessivas geralmente ocorrem, produzindo dietilbenzenos e outros benzenos etilados superiores. A reação seguinte é típica:



Outras reações de acoplamento ocorrem em uma extensão menor, produzindo materiais tais como butilbenzenos, difeniletanos e compostos com ebulição superiores. A mistura pode ser destilada para recuperar etilbenzeno, benzeno e
5 benzenos etilados superiores, e os benzenos etilados superiores podem ser transalquilados com benzeno para formar etilbenzeno adicional. Os processos relacionados às relações de alquilação são descritos em Patente dos Estados Unidos 5.003.119 por Sardina e outros, que é incorporada por referência aqui.
10

Como um exemplo, as reações de alquilação podem ocorrer em um reator de leito fixado, e podem ocorrer adiabaticamente, isto é, nenhum resfriamento ou aquecimento externo é fornecido, sobre um catalisador de zeólito em uma
15 pressão de operação alta o suficiente para manter os teores do reator na fase líquida. Realizar a reação na fase líquida é mais eficiente do que realizando dessa maneira na fase de gás e requer menos catalisador. A reação pode ser realizada com leitos de catalisador múltiplos em séries, por exemplo, o benzeno pode ser alimentado ao primeiro leito de
20 catalisador e o etileno pode ser alimentado separadamente a cada leito de catalisador. Esta injeção de multi-estágio de etileno pode ser empregada porque fornece relações de benzeno para etileno locais altas nos leitos de catalisador para
25 seletividade de produto melhorada, pureza e duração do funcionamento do catalisador prolongada. Os parâmetros do projeto do reator podem ser ajustados para garantir o perfil de temperatura ideal para cada leito de catalisador, resultando

em tempos de funcionamento de catalisador aumentados e subprodutos mínimos.

Ao mesmo tempo que o etileno de alta pureza é ideal para produzir alquilaromáticos, ele é mais caro para produzir do que o etileno diluído. Fontes diluídas de etileno estão facilmente disponíveis, e os alquiladores podem ser configurados de várias maneiras para otimizar a produção de alquilaromáticos com mecanismos alimentadores de etileno de concentrações diferentes. Entretanto, os mecanismos alimentadores de etileno com concentrações de etileno mais baixas do que cerca de 70% em mol geralmente não são adequados para produzir os alquilaromáticos porque os componentes de não etileno no mecanismo alimentador não dissolvem em alquiladores em pressões razoáveis, que são tipicamente menores do que 1500 psig. Isto resulta no alquilador operando na fase de gás, que é menos eficiente e que consome muito mais catalisador do que uma reação de alquilação de fase líquida. Mesmo os mecanismos alimentadores de etileno contendo concentrações de etileno mais altas do que 70% em mol não são adequadas para produzir alquilaromáticos se eles da mesma forma contêm quantidades significantes de impurezas de baixo peso molecular inertes (que não reagem com o catalisador porém que têm pontos de ebulição relativamente baixos), por exemplo, hidrogênio, metano, etano, nitrogênio, nitrogênio, dióxido de carbono, monóxido de carbono e, menos comumente, butano e pentano. Hidrogênio, metano, nitrogênio, dióxido de carbono e/ou monóxido de carbono, em quantidades de cerca de 5% em mol ou superior, são especificamente problemáticos

porque os pontos de baixa ebulição destas impurezas de baixo peso molecular torna-os particularmente difíceis de dissolverem no alquilador.

Desse modo, há uma necessidade quanto a um processo que permite a alquilação eficiente de aromáticos, tal como benzeno, para formar alquilaromáticos, tais como etilbenzeno. Além disso, há uma necessidade quanto a um processo que utiliza fontes diluídas de olefina, tal como etileno, minimiza resíduos de olefina e reduz a quantidade de catalisador consumido durante a reação de alquilação.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Um processo para produzir um composto alquilaromático é fornecido aqui. O Processo compreende (a) contatar um mecanismo alimentador de olefina diluída com uma corrente de óleo pobre contendo composto aromático e composto alquilaromático em uma zona de absorção para fornecer uma corrente de reação de alquilação contendo composto aromático, composto alquilaromático e olefina; (b) reagir a corrente de reação de alquilação da etapa (a) sob condições de reação de alquilação em uma zona de reação de alquilação para fornecer um efluente contendo o composto aromático e composto alquilaromático; (c) separar o efluente da etapa (b) na corrente de óleo pobre que é reciclada para a zona de absorção da etapa (a) e uma porção de produto; e, (d) recuperar um produto alquilaromático da porção de produto da etapa (c).

A invenção melhora nos processos conhecidos permitindo-se a produção eficiente de alquilaromáticos da reação de fontes relativamente diluídas de olefina com um aromático.

BREVE DESCRIÇÃO DA(S) MODALIDADE(S) PREFERIDA(S)

FIG. 1 é um diagrama de fluxo esquemático de um processo preferido para produzir um alquilaromático.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA(S) MODALIDADE(S)

5 PREFERIDA(S)

A invenção é adequada para o uso com uma faixa extremamente ampla de concentrações do mecanismo alimentador de etileno, variando dos mecanismos alimentadores com concentrações de etileno de cerca de 95% em mol ou mais para os
 10 mecanismos alimentadores com concentrações de etileno tão baixas quanto cerca de 3% em mol. A invenção é da mesma forma adequada para o uso com mecanismos alimentadores de etileno que incluem quantidades significantes de impurezas de peso molecular baixo. Dessa maneira, a invenção pode ser
 15 particularmente vantajosa em circunstâncias onde o mecanismo alimentador de etileno contém cerca de 70% de mol ou menos etileno, ou impurezas de peso molecular baixo em quantidades de cerca de 5% em mol ou mais altas, ou ambas, isto é, um mecanismo alimentador que não é geralmente adequado para
 20 processos de alquilação conhecidos.

Em um processo preferido da invenção, um alquilaromático, tal como etilbenzeno, pode ser produzido como segue: mecanismo alimentador de vapor de etileno (por exemplo, 3-95% em mol), tal como aquele de craqueadores de vapor,
 25 craqueadores de catalisador, unidades de FCC (craqueamento catalítico de fluído), refinarias, coqueificadores ou outras fontes, é alimentado em um absorvedor e contatado com uma corrente de substância química que absorve a maior parte do

etileno, separa o hidrogênio e outras impurezas de peso molecular baixo inertes, tal como por exemplo, metano, etano, nitrogênio, dióxido de carbono e monóxido de carbono, e menos comumente butano e pentano, para o desvio em um esfregador de passagem, e em seguida transporta o etileno absorvido em um alquilador onde é reagido com benzeno.

Referindo-se a Figura 1, a carga de alimentação de etileno é alimentada, por meio da linha 102, em um absorvedor de passagem 104. No absorvedor 104, a maior parte do etileno é absorvida em uma corrente de óleo "pobre" (isto é, uma corrente não contendo substancialmente etileno) compreendendo benzeno e etilbenzeno.

O absorvedor pode ser um absorvedor empacotado ou bandeja ou absorvedor de coluna-bandeja empacotado combinado, e pode ser operado em uma temperatura preferida de cerca de 6°C a cerca de 100°C, mais preferivelmente entre cerca de 10°C-20°C; e em uma pressão preferida de cerca de 0-50 bar, mais preferivelmente entre cerca de 10-30 bar. O absorvedor opera no modo contínuo de vapor (isto é, fase de gás) e pode ter de 5 a 150 bandejas de destilação. O número preferido de bandejas é tipicamente 40. As bandejas de destilação podem ser válvula, peneira, tubo de descida múltiplo ou outros tipos. As bandejas de tubo de descida múltiplo são preferidas em circunstâncias onde o absorvedor tem carregamento de líquido elevado como no exemplo presente. O carregamento de líquido para o absorvedor é tipicamente de 10 a 60 galões por pés quadrados, preferivelmente cerca de 45 galões por pés quadrados. O absorvedor pode da mesma forma ser desig-

nado com um empacotamento estruturado ou aleatório. Vários estágios de destilação fornecidos pelo empacotamento podem variar de 4 a 75, preferivelmente 15. O absorvedor 104 tem parâmetros de operação que incluem um fator de segurança de
5 fluxo de jato que está preferivelmente entre 1,1 e 1,75, com um fator de segurança de fluxo de jato mais preferido de cerca de 1,35. O absorvedor 104 tem um fator de sistema que está entre cerca de 0,5 a cerca de 1,0, preferivelmente cerca de 0,85 para este sistema. O absorvedor é construído em-
10 pregando o aço de carbono normal. O uso de combinações de metal tais como aços inoxidáveis não é requerido. As bandejas de absorvedor podem ser construídas de aços inoxidáveis ou carbono. Se um empacotamento é empregado, elas podem ser de carbono ou aço inoxidável.

15 Um vapor que pode compreender uma ou mais impurezas de baixo peso molecular inertes e/ou outras impurezas, por exemplo, hidrogênio, nitrogênio, metano, etano, propano, dióxido de carbono, monóxido de carbono, butano, pentano, hexano, água, não aromáticos, benzeno, tolueno, etilbenzeno,
20 e um ou mais polietilbenzenos (PEBs), tais como dietilbenzeno, trietilbenzeno e similares, é(são) emitido(s), por meio da linha 106, ao esfregão de vendo 108 em que os aromáticos, principalmente benzeno e PEB, são recuperados durante o contato com uma corrente de PEB e são emitidos, por meio da li-
25 nha 110, ao transalquilador 112.

O esfregador de passagem pode ser uma bandeja ou esfregador de passagem empacotado, e pode ser operado em uma temperatura preferida de cerca de 6°C a cerca de 125°C, mais

preferivelmente entre cerca de 10°C - 40°C; e em uma pressão preferida de cerca de 0 - 50 bar, mais preferivelmente entre cerca de 10 - 30 bars. O esfregador de passagem opera no modo contínuo de vapor. O esfregador da passagem pode ter
5 de 5 a 10 bandejas de destilação. O número preferido de bandejas é tipicamente 20. O tipo de bandejas de destilação pode ser válvula, peneira, tubo de descida múltiplo ou outros tipos. O tipo de bandeja preferida é válvula. O carregamento de líquido para o esfregador de passagem é tipicamente
10 mente de cerca de 0,1 a cerca de 5 galões por pés quadrados. O carregamento de líquido é cerca de 0,5 galão por pés quadrados. O esfregador de passagem pode da mesma forma ser designado com empacotamento aleatório, por exemplo, empacotamento descarregado tal como empacotamento de anel Pall ou
15 empacotamento IMTP (Koch Engineering Co., Inc., Wichita, KS), ou empacotamento estruturado. O número de estágios de destilação fornecidos pelo empacotamento pode ser de 4 a 75. O número preferido de fases é tipicamente 10. Parâmetros operacionais preferidos incluem um fator de segurança de
20 fluxo de jato entre cerca de 1,1 e cerca de 1,75, mais preferivelmente cerca de 1,25. O fator de sistema pode variar de cerca de 0,5 a cerca de 1,0 para este sistema, e é preferivelmente cerca de 1,0. O esfregador de passagem é construído empregando o aço de carbono normal. O uso de combinações de metal tais como aços inoxidáveis não é requerido.
25 As bandejas do esfregador de passagem podem ser construídas de carbono ou aços inoxidáveis. Quando uma embalagem é empregada, ela pode ser de carbono ou aço inoxidável.

Geralmente, hidrogênio, metano, etano, água e quantidades pequenas de benzeno e não aromáticos de C_6 são expelidos do esfregador de passagem 108 através da linha 130. O etileno que não é absorvido na corrente de óleo pobre no absorvedor 104, preferivelmente menos do que 0,1 % em mol daquele que foi enviado ao absorvedor, da mesma forma sai do absorvedor por meio da linha 106 no vapor elevado e uma quantidade muito pequena pode ser recuperada no esfregador de passagem 108.

10 O efluente do absorvedor 104, níveis relativamente altos contendo óleo "rico" de etileno, geralmente compreende cerca de 60% em peso a cerca de 90% em peso, preferivelmente cerca de 80% em peso de benzeno; cerca de 5% em peso a cerca de 40% em peso, preferivelmente cerca de 15% em peso de e-
15 tilbenzeno; e cerca de 0,1% em peso a cerca de 5% em peso, preferivelmente pelo menos cerca de 1% em peso de etileno, dependendo, em parte, da pureza da fonte de etileno; e geralmente algum dietilbenzeno, etano, metano e hidrogênio. O óleo rico sai do absorvedor por meio da linha 116, onde é
20 aquecido contra a corrente de óleo pobre, na linha 124, no intercambiador de efluente/mecanismo alimentador 118 e em seguida pelo aquecedor de alquilador 120 antes de entrar no reator de alquilador 122. A corrente de óleo rico é aquecida no intercambiador 118 a partir de uma temperatura de en-
25 trada de cerca de 10°C - 100°C a cerca de uma temperatura de saída de 100°C - 250°C resfriando-se a corrente de óleo pobre de cerca de 200°C - 250°C para cerca de 20°C - 100°C. Estas temperaturas podem ser variadas para otimizar o equi-

líbrio de energia em maneiras bem conhecidas na técnica. Por exemplo, um intercambiador grande pode ser empregado para transferir quantidades grandes de calor entre as correntes para economizar os custos de energia, ou o intercambiador pode ser removido completamente para economizar em custos de equipamento em circunstâncias onde a energia é relativamente barata. O aquecedor do alquilador 120 opera entre cerca de 175°C a cerca de 250°C.

O alquilador 122 é preferivelmente um reator de leito fixo contendo pelo menos um leito de catalisador frouxo tal como zeólito, por exemplo, zeólito BEA (beta), zeólito MWW, zeólito Y, catalisador Mordenite, catalisador MFI, catalisador Faujasite; ou qualquer outro catalisador de peeneira molecular adequado para alquilação em fase líquida ou combinações de quaisquer dos catalisadores anteriores. Zeólito BEA é preferido. O reator opera em um modo de fase única, enchido com líquido, adiabático. O alquilador podem ser um reator de fluxo ascendente ou de fluxo descendente. O fluxo descendente é a configuração preferida. É preferido que o alquilador 122 opere na faixa de temperatura de cerca de 150-300°C, mais preferivelmente de cerca de 180-250°C; e em uma pressão de cerca de 150 - 2.000 psig, mais preferivelmente cerca de 300-1000 psig; com uma velocidade de espaço de hora líquida típica (LHSV) na faixa de cerca de 2-1.000, mais preferivelmente cerca de 4-100. A relação de aromático para olefina é tipicamente de cerca de 1,0 a cerca de 10, preferivelmente cerca de 1,5 a cerca de 3,5. O alquilador 122 pode operar na fase líquida porque o óleo rico

contém muito pouco hidrogênio ou outras impurezas de baixo peso molecular inertes, por exemplo, metano, etano, dióxido de carbono, monóxido de carbono, nitrogênio ou similares, desde que eles sejam separados no absorvedor 104 e enviados por meio do vapor elevado na linha 106 para o esfregador de passagem 108, como descrito anteriormente. A remoção destes gases no absorvedor 104 é significativa porque reduz a pressão requerida no alquilador 122 para a reação a ser realizada na fase líquida, e a alquilação em fase líquida é geralmente mais desejável porque é mais eficiente e requer relativamente menos catalisador do que uma reação de fase de gás. É preferido que a relação de fenila (isto é, benzeno) para etila no alquilador 122 seja entre cerca de 1,5 a 1 e cerca de 10 a 1, mais preferivelmente cerca de 2,75 a 1, a qual resultará na excelente seletividade de catalisador, isto é rendimento alto e estabilidade. A água pode ser adicionada à operação de alquilação para melhorar o rendimento. A concentração de água é mantida entre 0 ppm a cerca de 1500 ppm, cerca de 500 ppm é preferido. A conversão de etileno nesta reação é essencialmente completa.

Como discutido anteriormente, o alquilador 122 pode ser operado de uma maneira de fluxo descendente ou fluxo ascendente, embora os exemplos discutidos aqui sejam para um reator que é operado de uma maneira de fluxo ascendente. Há uma queda de pressão pelo alquilador entre cerca de 0,07 kg/cm² (1 psi) e cerca de 1,05 kg/cm² (15 psi), preferivelmente cerca de 0,35 kg/cm² (5 psi). Preferivelmente, cerca de 5% em peso a cerca de 99% em peso, mais preferivelmente

cerca de 75% em peso a cerca de 95% em peso, da corrente de óleo pobre do alquilador é direcionado, por meio da linha 124, ao topo do absorvedor 104, depois de passar através do intercambiador de efluente/mecanismo alimentador de alquilador 118, onde é resfriado contra as bases do absorvedor (óleo rico), e através do resfriador absorvedor 126 onde é esfriado contra o refrigerante. O óleo pobre é esfriado para entre cerca de 6 a cerca de 100°C, preferivelmente cerca de 12°C. A fim de controlar o aumento de temperatura dentro do alquilador 122 uma porção da corrente de óleo pobre na linha 124 pode opcionalmente ser reciclada de uma maneira conhecida por uma linha de reciclo 125 que direciona algum óleo pobre na linha 124 a linha 116 em qualquer ponto na linha 116 entre o absorvedor 104 e o alquilador 122. A linha de reciclo 125, ou linha 116, pode opcionalmente incluir um refrigerador 127 para também controlar o aumento de temperatura dentro do alquilador 122. Os ajustes e disposições exatas podem ser feitos por aqueles que praticam na técnica tal que a faixa de aumento de temperatura pode ser controlada para menos do que cerca de 10°C de forma que as condições de reação ideais são mantidas. Uma faixa de temperatura estreita otimizará a seletividade, minimizará a formação de subproduto e reduzirá a desativação do catalisador. A corrente de óleo pobre restante do alquilador 122 é enviada, por meio da linha 128, para uma coluna de destilação de benzeno 132.

Opcionalmente, o alquilador 122 pode incluir leitos múltiplos em disposição empilhada espaçada para formar estágios seqüenciais de zonas de reação de alquilação. Es-

tradas do mecanismo alimentador de olefina múltiplas podem ser respectivamente posicionadas entre os estágios. Por exemplo, etileno de grau de polímero de alta pureza (pureza de cerca de 100% em mol a cerca de 70% em mol) pode opcio-

5 nalmente ser adicionado diretamente em um ou mais estágios do alquilador de leito múltiplo (não mostrado) em quantidades que preferivelmente mantêm a relação de olefina para aromático (por exemplo, benzeno) no alquilador entre cerca de 10 a 1 e cerca de 30 a 1, mais preferivelmente cerca de 30 a

10 1, que resultará em seletividade de catalisador excelente, isto é, rendimento alto, e estabilidade. Por exemplo, um alquilador de seis leitos pode ser empregado, onde o etileno diluído é reagido no primeiro leito e o etileno de alta pureza é alimentado a cada dos seguintes cinco leitos. Em

15 qualquer ou todas os leitos, a corrente que deixa o leito do alquilador pode ser resfriado antes do etileno de alta pureza adicional ser adicionado. A quantidade do etileno adicional adicionada é aproximadamente a mesma tal como a quantidade de etileno que é reagida no leito precedente. Este

20 método manterá a corrente de fluido no alquilador na fase líquida e prevenirá a vaporização. Isto resulta no uso eficiente do catalisador e minimizará os custos de produção totais. Nestas circunstâncias é preferido que a corrente no alquilador seja resfriado a cerca de 200°C gerando-se o vapor ou aquecendo uma corrente de processo interno em ou antes da localização onde o etileno de grau de polímero é adicionado. Esta etapa adicional também diminuirá os custos de produção totais.

Em outro arranjo opcional, a corrente de óleo pobre na linha 124, que pode conter quantidades significantes de etano e quantidades relativamente pequenas de etileno pode ser direcionada a uma coluna de destilação de etano (não mostrada). O resultado desta etapa opcional seria recuperar um óleo pobre de uma base da destilação de etano, que seria direcionada ao absorvedor 104 e, adicionalmente, recuperar o etano em um topo da coluna de destilação de etano. Este etano recuperado incluiria quantidades relativamente pequenas de metano e pode ser particularmente adequado para uso em uma unidade de craqueamento térmico.

O retorno ao esfregador de passagem 108, em uma modalidade preferida, o aromático do esfregador de passagem 108 são compreendidos principalmente de cerca de 4 partes de benzeno a cerca de 1 parte de PEB e são direcionados, por meio da 110, ao transalquilador 112. Normalmente, a linha 110 incluirá um aquecedor 111 em um ponto entre a interseção das linhas 110 e linha 184 (discutido abaixo) e o transalquilador 112, como mostrado. O aquecedor 111 opera entre cerca de 170°C a cerca de 260°C, a temperatura preferida é cerca de 200°C. No transalquilador 112, os aromáticos são reagidos sobre um catalisador e cerca de uma conversão a 50% ocorre que resulta no líquido que deixa o transalquilador 112 compreendendo cerca de 5 partes de benzeno a cerca de 1 parte de PEB.

Linha 114 carrega este efluente líquido do transalquilador 112 para a coluna de destilação de benzeno 132. O efluente do transalquilador 112 normalmente é alimentado à

coluna de destilação de benzeno 132 acima do efluente de óleo pobre na linha 128 do alquilador, contudo pode ser alimentado à coluna de destilação de benzeno na mesma localização ou abaixo da linha 128. A localização dos dois mecanismos alimentadores de coluna de destilação é aperfeiçoada para minimizar a entrada de calor em uma caldeira de recozer de coluna de destilação de benzeno 144, que é discutida abaixo.

É preferido que o transalquilador 112 opere na faixa de temperatura de cerca de 170-260°C, mais preferivelmente cerca de 200-250°C; e em uma pressão de cerca de 150-2000 psig, mais preferivelmente cerca de 300-600 psig; com uma LHSV típica na faixa de cerca de 1 - 1.000, mais preferivelmente cerca de 2-100. A reação de transalquilação ocorre na fase líquida, adiabaticamente e essencialmente termicamente neutra, isto é, com um aumento de temperatura muito pequeno de menos do que cerca de 2°C. O transalquilador 112 pode ser um reator de fluxo ascendente ou fluxo descendente, um reator de fluxo descendente é preferido.

Fig. 1 mostra três operações de destilação que são empregadas para separar os efluentes do alquilador 122, na linha 128, e o transalquilador 112, na linha 114, de uma maneira conhecida. Os efluentes nas linhas 128 e 114 são direcionados à coluna de destilação de benzeno 132 onde o benzeno é recuperado do produto de etilbenzeno cru. O benzeno é destilado no alto como um vapor que é enviado por meio da linha 134 a um condensador 136 onde é liquefeito e sustentado em um acumulador 138. O condensador 136 pode

produzir vapor ou pode aquecer outras correntes de processo, e pode empregar ar ou água refrescante. Os parâmetros operacionais são fixados para otimizar a eficiência de energia do processo. O benzeno é tirado por meio da linha 140 e adicionado à corrente de óleo pobre na linha 124 que é direcionada ao absorvedor da passagem 104. O benzeno é retornado ao fluxo de óleo pobre a fim de manter a própria concentração de benzeno na linha 124, de modo que há seletividade própria no alquilador 122. A reação de alquilação é controlada por equilíbrio, isto é, a relação de aromático para olefina determina a monosseletividade. Algum benzeno na linha 140 pode ser divergido, por meio da linha 184, a linha 110 e no transalquilador 112. Como com o alquilador 122, manter a concentração própria de benzeno no transalquilador 112 melhora a seletividade. O benzeno fresco pode da mesma forma ser adicionado em uma variedade de localizações de uma fonte de benzeno 180. A localização exata não é importante para o desempenho da unidade.

O retorno para a coluna de destilação de benzeno 132, linha 141 carrega uma porção da corrente na linha 140, isto é, uma corrente de refluxo de líquido, para o topo da coluna de destilação de benzeno 132 para manter a operação de destilação. A linha 142 carrega uma corrente de líquido da base da coluna de destilação de benzeno 132 para a caldeira de recozer 144. Um vapor, e possivelmente algum líquido, é retornado outra vez para a coluna de destilação de benzeno 132 por meio da linha 143. Este vapor direciona a operação de destilação na coluna de destilação de 132.

Uma porção restante da corrente da base da coluna de destilação de benzeno, que compreende etilbenzeno, PEBs e composto de ebulição superiores, é enviada por meio da linha 146 para uma coluna de destilação de etilbenzeno 148. A
5 quantidade típica de benzeno que permanece na corrente na linha 146 é cerca de 1 ppm a cerca de 5000 ppm, cerca de 500 ppm é preferida.

A coluna de destilação de etilbenzeno 148 separa o etilbenzeno, isto é, produto final, de polietilbenzenos. A
10 concentração de dietilbenzeno na linha 150 está entre cerca de 1 ppm a cerca de 50 ppm, preferivelmente cerca de 5 ppm. Uma corrente de vapor de etilbenzeno suspensa que sai da coluna de destilação de etilbenzeno 148 por meio da linha 150, é liquefeita em um condensador 152 e enviada para um acumu-
15 lador 154, e é em seguida retirada por meio da linha 156 como produto de etilbenzeno. O condensador 152 pode produzir vapor ou pode aquecer outras correntes de processo, e pode empregar ar ou água refrescante.

Linha 157 carrega uma porção da corrente na linha
20 156, isto é, uma corrente de refluxo de líquido, para o topo da coluna de destilação de etilbenzeno 148 para manter a operação de destilação. Linha 158 carrega uma corrente de líquido da base da coluna de destilação de etilbenzeno 148 para uma caldeira de recozer 160. Um vapor, e possivelmente
25 algum líquido, é retornado outra vez para a coluna de destilação de etilbenzeno 148 por meio da linha 159. Este vapor direciona a operação de destilação na coluna de destilação de etilbenzeno 148.

A corrente da base da coluna de destilação de etilbenzeno na linha 162, que compreende PEBs e compostos de ebulição mais alta, é enviada para uma coluna de destilação PEB 164 para a separação de PEBs dos compostos de ebulição mais alta (por exemplo, óleo de fluxo pesado).

A coluna de destilação de PEB 164 separa PEBs do óleo de fluxo pesado, que geralmente pode compreender tetraetilbenzeno, pentaetilbenzeno, difenilmetano, 1,1-difeniletano, 1,2-difeniletano, sec-butilbenzeno e/ou outros aromáticos de ebulição alta. Geralmente, menos do que cerca de 5% em peso do trietilbenzeno é perdido no óleo de fluxo. O óleo de fluxo pesado é retirado como uma corrente da base da coluna de destilação de PEB por meio da linha 170. O óleo de fluxo pode ser também processado como um fluido de transferência de calor ou empregado como combustível. O vapor de PEB suspenso é enviado por meio da 172 para ser liquefeito em um condensador 174 e enviado para um acumulador 176. O PEB é enviado por meio da linha 178 para um refrigerador 182 onde é resfriado antes de ser direcionado ao esfregador de passagem 108 onde é contatado com a corrente da linha 106. O condensador 174 pode produzir vapor ou pode aquecer outras correntes de processo, e pode empregar ar ou água refrescante.

Linha 179 carrega uma porção da corrente na linha 178, isto é, uma corrente de refluxo de líquido, para o topo da coluna de destilação de PEB 164 para manter a operação de destilação. Linha 166 carrega uma corrente de líquido da base d coluna de destilação de PEB 164 para uma caldeira de

recozer 168. Um vapor, e possivelmente algum líquido, é retornado outra vez para a coluna de destilação de PEB 164 por meio da linha 167. Este vapor direciona a operação de destilação na coluna de destilação de PEB 164.

5 Ao mesmo tempo que a invenção foi descrita com referência as modalidades preferidas, será entendido por aqueles versados na técnica que várias mudanças podem ser feitas e os equivalentes podem ser substituídos por elementos destes sem afastarem-se do escopo invenção. Por exemplo, os
10 componentes químicos empregados na prática da invenção podem variar de acordo com, pelo menos, a olefina a ser empregada, o aromático a ser alquilado e a constituição química da matéria-prima do mecanismo alimentador de olefina. Por exemplo, além do etileno, a olefina empregada pode incluir pro-
15 pileno ou outras olefinas lineares ou ramificada contendo 2 a pelo menos 20 átomos de carbono. O aromático empregado pode incluir, além de benzeno, naftaleno, antraceno, fenantreno, e derivados destes. Desse modo, etilbenzeno, cumeno, e outros alquilaromáticos, podem ser produzidos pelos pro-
20 cessos da invenção.

Da mesma forma, vários componentes da disposição anteriormente descrita podem ser substituídos com outro conhecido, por exemplo, alquilador, transalquilador, absorvedor e/ou componentes de coluna de destilação. Além disso,
25 muitos outros permutadores de calor, configurações de resfriamento e aquecimento são possíveis dependendo das condições do local. Por exemplo, níveis diferentes e resfriamen-

to de água e ar da produção de vapor podem ser empregados nos processos da invenção.

Desse modo, é pretendido que a invenção não seja limitada às modalidades particulares descritas aqui para re-
5 alizar a invenção, porém que a invenção inclua todas as modalidades que se incluem no escopo das reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para produzir um composto alquilaromático, **CARACTERIZADO** por compreender:

5 a) contatar um mecanismo alimentador de olefina diluída com uma corrente de óleo pobre contendo composto aromático e composto alquilaromático em uma zona de absorção para fornecer uma corrente de reação de alquilação contendo composto aromático, composto alquilaromático e olefina;

10 b) reagir a corrente de reação da alquilação da etapa (a) sob condições de reação de alquilação em uma zona de reação de alquilação para fornecer um efluente contendo o composto aromático e composto alquilaromático;

15 c) separar o efluente da etapa (b) na corrente de óleo pobre que é reciclada para a zona de absorção da etapa (a) e uma porção de produto; e,

(d) recuperar um produto alquilaromático da porção de produto da etapa (c).

2. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato do composto aromático ser selecionado do grupo consistindo em benzeno, naftaleno, antraceno, fenantreno e derivados destes.

3. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato do agente de alquilação de olefina ser selecionado do grupo consistindo em etileno, propileno e 25 outras olefinas lineares ou ramificadas contendo de 2 a pelo menos 20 átomos de carbono.

4. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato do composto alquilaromático ser se-

lecionado do grupo consistindo em alquilbenzeno, polialquilbenzeno e misturas destes.

5 5. Processo, de acordo com a reivindicação 4, **CARACTERIZADO** pelo fato do alquilbenzeno ser selecionado do grupo consistindo em etilbenzeno e cumeno.

6. Processo, de acordo com a reivindicação 4, **CARACTERIZADO** pelo fato do polialquilbenzeno ser selecionado do grupo consistindo em dietilbenzeno, trietilbenzeno, benzenos etilados superiores e misturas destes.

10 7. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato do mecanismo alimentador de olefina diluída ter uma concentração de olefina na faixa de 3% em mol a 95% em mol.

15 8. Processo, de acordo com a reivindicação 7, **CARACTERIZADO** pelo fato do mecanismo alimentador de olefina diluída ter uma concentração de olefina na faixa de 3% em mol a 70% em mol.

20 9. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato do mecanismo alimentador de olefina diluída incluir uma ou mais impurezas de peso molecular baixo inertes selecionadas do grupo consistindo em hidrogênio, metano, etano, nitrogênio, dióxido de carbono, monóxido de carbono, butano e pentano.

25 10. Processo, de acordo com a reivindicação 9, **CARACTERIZADO** pelo fato do mecanismo alimentador de olefina diluída ter uma concentração de impurezas de peso molecular baixo inertes de pelo menos 5% em mol.

11. Processo, de acordo com a reivindicação 10, **CARACTERIZADO** pelo fato do mecanismo alimentador de agente de alquilação de olefina diluída ter uma concentração de olefina na faixa de 3% em mol a 70% em mol.

5 12. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato da zona de absorção compreender um absorvedor selecionado do grupo consistindo em um absorvedor de coluna empacotado, absorvedor de bandeja e absorvedor de coluna empacotado e bandeja combinado.

10 13. Processo, de acordo com a reivindicação 12, **CARACTERIZADO** pelo fato dos gases de topo do absorvedor serem transferidos para um purificador de gases.

 14. Processo, de acordo com a reivindicação 12, **CARACTERIZADO** pelo fato do absorvedor operar na fase gás.

15 15. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato da zona de reação de alquilação compreender um alquilador.

 16. Processo, de acordo com a reivindicação 15, **CARACTERIZADO** pelo fato do alquilador ser um reator de leito
20 fixo.

 17. Processo, de acordo com a reivindicação 16, **CARACTERIZADO** pelo fato do alquilador compreender leitos múltiplos e entradas de olefina múltiplas respectivamente posicionadas entre os leitos.

25 18. Processo, de acordo com a reivindicação 15, **CARACTERIZADO** pelo fato do alquilador operar na fase líquida.

19. Processo, de acordo com a reivindicação 15,
CARACTERIZADO pelo fato do alquilador conter um catalisador
selecionado do grupo consistindo em zeólita BEA, zeólita
MWW, zeólita Y, catalisador Modernite, catalisador MFI e ca-
5 talisador Faujasite ou combinações destes.

20. Processo, de acordo com a reivindicação 1,
CARACTERIZADO pelo fato da corrente de óleo pobre na etapa
(c) compreender de 5% a 99% em peso do efluente da etapa
(b).

10 21. Processo, de acordo com a reivindicação 20,
CARACTERIZADO pelo fato da corrente de óleo pobre na etapa
(c) compreender de 75% a 95% em peso do efluente da etapa
(b).

22. Processo, de acordo com a reivindicação 1,
15 **CARACTERIZADO** pelo fato da etapa de recuperação (d) incluir
uma ou mais operações de destilação.

23. Processo, de acordo com a reivindicação 22,
CARACTERIZADO pelo fato do composto aromático não reagido
ser recuperado em uma primeira operação de destilação e do
20 produto alquilaromático ser recuperado em uma segunda opera-
ção de destilação.

24. Processo, de acordo com a reivindicação 23,
CARACTERIZADO por pelo menos uma porção do composto aromáti-
co não reagido ser reciclada para a corrente de óleo pobre.

25 25. Processo, de acordo com a reivindicação 1,
CARACTERIZADO pelo fato do efluente da etapa (b) conter tam-
bém subproduto polialquilaromático que é recuperado em uma
operação de destilação.

26. Processo, de acordo com a reivindicação 25, **CARACTERIZADO** por pelo menos uma porção do subproduto polialquilaromático recuperado ser direcionada para um purificador de gás para fornecer uma corrente de reação de transalquil
5 quilação para transferir para um transalquilador.

27. Processo, de acordo com a reivindicação 26, **CARACTERIZADO** pelo fato da corrente de reação de transalquilação ser submetida às condições de reação de transalquilação catalítica para formar uma corrente de produto de reação
10 de transalquilação tendo uma razão de aromático para polialquilaromático mais alta do que aquela da corrente de reação de transalquilação.

28. Processo, de acordo com a reivindicação 26, **CARACTERIZADO** pelo fato da corrente de produto da reação de
15 transalquilação ser direcionada para as operações para separadamente recuperar o composto aromático não reagido e o composto alquilaromático.

29. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato do agente de alquilação de olefina
20 adicional ser adicionado à zona de reação de alquilação da etapa (b).

30. Processo, de acordo com a reivindicação 29, **CARACTERIZADO** pelo fato do agente de alquilação de olefina adicional ser etileno de alta pureza.

25 31. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato da etapa (c) incluir a etapa adicional de submeter a primeira porção da corrente de produto de alquilação da etapa (b) a uma operação para recuperar o eta-

no antes de reciclar a primeira porção da corrente de produto de alquilação para a zona de contato da etapa (a).

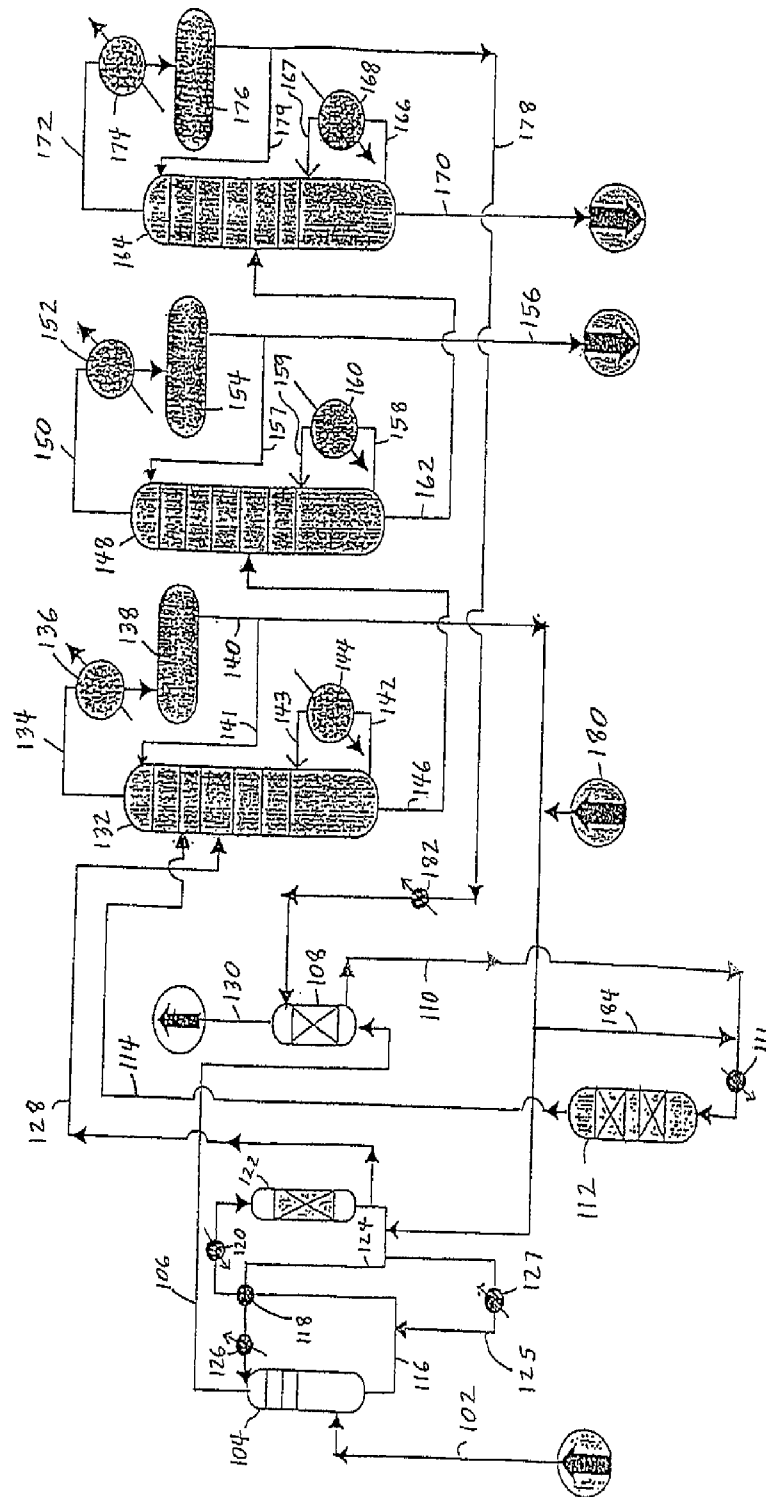


FIG. 1

RESUMO

"PROCESSO PARA A PRODUÇÃO DE ALQUILAROMÁTICOS"

Um processo para produzir um composto alquilaromático inclui contatar um mecanismo alimentador de olefina diluída com uma corrente de óleo pobre contendo composto aromático e composto alquilaromático em uma zona de absorção para fornecer uma corrente de reação de alquilação contendo composto aromático, composto alquilaromático e olefina. A corrente de reação de alquilação é reagida sob condições de reação de alquilação em uma zona de reação de alquilação para fornecer um efluente contendo o composto aromático e composto alquilaromático. O efluente da etapa é separado na corrente de óleo *Jean* que é reciclada para a zona de absorção e uma porção de produto da qual um produto alquilaromático é recuperado.