



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

(21) PI 0721107-4 A2



(22) Data de Depósito: 11/12/2007
(43) Data da Publicação: 05/03/2014
(RPI 2252)

(51) Int.Cl.:
C08K 5/17
C08F 220/00
F28D 1/00

(54) Título: PROCESSO PARA TRANSFERIR CALOR PARA UMA MISTURA LÍQUIDA **(57) Resumo:**

(30) Prioridade Unionista: 22/12/2006 DE 1020060622588,
22/12/2006 US 60/871529

(73) Titular(es): Basf SE

(72) Inventor(es): Frank Höfer, Gunter Lipowsky, KLAUS
JOACHIM MÜLLER-ENGEL, Peter Zurowski, Steffen Rissel, Sylke
Haremza, Ulrich Jäger, Volker Schliephake

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

(86) Pedido Internacional: PCT EP2007063686 de
11/12/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2008/077767de
03/07/2008

“PROCESSO PARA TRANSFERIR CALOR PARA UMA MISTURA LÍQUIDA”

A presente invenção refere-se a um processo para transferir calor para uma mistura líquida, compreendendo pelo menos um monômero (met)acrílico, com o auxílio de um trocador de calor indireto, que é escoada através de seu lado primário por um portador de calor líquido e de seu lado secundário simultaneamente pela mistura líquida compreendendo pelo menos um monômero (met)acrílico.

Neste documento, a notação “monômeros (met)acrílicos” é uma abreviação de monômeros acrílicos e/ou monômeros metacrílicos”.

Neste documento, a expressão “monômeros acrílicos” é uma abreviação de “acroleína, ácido acrílico, ácido e/ou ésteres diacrílicos do ácido acrílico”.

Neste documento, a expressão “monômeros metacrílicos” é uma abreviação de “metacroleína, ácido metacrílico e/ou ésteres do ácido metacrílico”.

Os monômeros (met)acrílicos são importantes compostos de partida para a preparação de polímeros que encontram uso, por exemplo, como um adesivo ou como materiais superabsorvedores de água.

Na indústria, a (met)acroleína e o ácido (met)acrílico são preparados predominantemente por oxidação em fase gasosa catalítica de compostos C₃-C₄ precursores adequados (ou de seus compostos precursores), especialmente de propileno e propano no caso de acroleína e ácido acrílico ou isobuteno e isobutano no caso de ácido metacrílico e de metacroleína. Além de propileno, propano, isobuteno e isobutano, materiais de partida adequados são também outros compostos compreendendo 3 ou 4 átomos de carbono, tais como isobutanol, n-propanol ou seus precursores, por exemplo, o metil éter de isobutanol.

O ácido (met)acrílico pode também ser obtido de

(met)acroleína (que é obtenível, por exemplo, por condensação de propionaldeído e formaldeído).

Isto normalmente propicia uma mistura de gás produto de que o ácido (met)acrílico ou a (met)acroleína tem que ser formado.

5 Os ésteres do ácido (met)acrílico são obteníveis, por exemplo, por reação direta de ácido (met)acrílico e/ou (met)acroleína com os correspondentes álcoois.

Entretanto, este caso também dá origem inicialmente a misturas de produtos de que os ésteres (met)acrílicos têm que ser removidos.

10 Para as remoções acima mencionadas, um ou mais processos de separação térmica são frequentemente empregados. Nestes processos, pelo menos uma corrente compreendendo pelo menos um monômero (met)acrílico é geralmente suprida a um espaço separador e pelo menos uma (diferente) corrente, compreendendo pelo menos um monômero (met)acrílico, é retirada
15 do mesmo espaço de separação. Um aspecto característico para a maioria dos processos de separação térmica é que a ação separadora obtida com eles geralmente requer o suprimento de energia térmica (a transferência de calor) e que eles tipicamente envolvem fases líquidas (misturas líquidas) (que são conduzidas no espaço de separação), que compreendem monômeros
20 (met)acrílicos (pelo menos um monômero (met)acrílico) (cf., por exemplo, DE-A 10300816).

Em geral, esta energia térmica (calor) é suprida com o auxílio de trocadores de calor indiretos. Para este fim, pelo menos uma mistura líquida, compreendendo pelo menos um monômero (met)acrílico, é
25 frequentemente retirada de parte do espaço de separação. Este então escoia através (por exemplo, com o auxílio de bombas e/ou como resultado da circulação natural) do lado secundário de um trocador de calor indireto, que é escoado através de seu lado primário simultaneamente por um portador de calor de fluido. Devido aos gradientes de temperatura existentes entre as duas

correntes (o portador de calor fluido (neste documento, este será entendido como significando um portador de calor líquido, um portador de calor gasoso ou uma mistura de um portador de calor líquido e um gasoso (vaporoso)) terem uma temperatura mais elevada do que a mistura líquida compreendendo pelo menos um monômero (met)acrílico, ocorre troca de calor através da parede divisora de material sólido, que divide o lado primário do lado secundário do trocador de calor indireto (isto é, neste documento, um trocador de calor indireto será um trocador de calor em que o portador de calor e mistura a ser aquecida não estão em contato material entre si, porém, sem dúvida, são divididos espacialmente entre si por uma parede divisora de material), de que resulta aquecimento da mistura líquida compreendendo pelo menos um monômero (met)acrílico, que escoam através do lado secundário. Subsequentemente, a mistura líquida, que compreende pelo menos um monômero (met)acrílico e sai pelo lado secundário do trocador de calor indireto em forma aquecida (no curso da troca de calor, esta podem também ser convertida parcial ou completamente na fase vapor; neste caso, o trocador de calor é frequentemente também referido como um evaporador; neste documento, os termos “gasoso” e “vaporoso” são usados sinonimamente), é reciclada pelo menos parcialmente para dentro da mesma parte do espaço de separação de que foi retirada e/ou para dentro de outra parte deste espaço de separação, e o ponto de retirada e o ponto de reciclagem podem ser próximos entre si (cf., por exemplo, DE-A 10332758).

Entretanto, uma desvantagem de um procedimento como descrito acima é que os monômeros (met)acrílicos, em circunstâncias incluindo a influência de temperatura elevada e especialmente na fase condensada, tendem indesejavelmente à formação de compostos de elevado peso molecular (polímeros) de uma larga variedade de diferentes tipos (polímeros, policondensados de radical livre (p. ex., adutos de Michael) etc.). A adição dos chamados inibidores de polimerização (inibidores de

polimerização úteis também incluem compostos compreendendo nitrogênio, que contêm pelo menos um grupo fenila no nitrogênio (p.e x., N,N'-diisobutil-para-fenilenodiamina (Kerobit[®] BTB), N,N-difenilamina, azul de metileno ou fenotiazina; cf., por exemplo, EP-A 1 062 197, DE-A 103 36 386 e DE-A 102 35 847 e também DE-A 29 01 783), que são capazes de ligar radicais que se formam aleatoriamente e iniciam indesejada polimerização de radical livre a um certo grau) permite que a formação indesejada supracitada de compostos de elevado peso molecular seja evitada a um grau limitado, porém, infelizmente, não completamente (cf. DE-A 102 11 273), que é a razão pela qual, mesmo quando inibidores de polimerização de radical livre são usados, há deposição de sólidos, especialmente na superfície da parede divisora de material do trocador de calor indireto, que faceia o lado secundário no curso de uma trocador de calor indireto, a ser realizada como descrito, para a mistura líquida compreendendo pelo menos um monômero (met)acrílico no curso do tempo (também referido na literatura em muitos casos como incrustação), que reduz a transferência de calor do lado primário para o lado secundário (cf. US-A 3.271.296). Também contribui para esta deposição de sólidos fatores incluindo reações de decomposição pirolítica (até e incluindo formação de coque). De vez em quando, o processo de separação térmica, portanto, tem que ser interrompido a fim de limpar a parede divisora de material do trocador de calor indireto, em particular em seu lado secundário.

A arte anterior descreve diferentes medidas para reduzir ou retardar a incrustação no lado secundário do trocador de calor indireto.

Para a redução da formação de incrustação, o US-A 3.271.296 recomenda a adição de produtos de reação de propilenodiamina com ácidos carboxílicos succínicos alquil e alquenil-substituídos, a que a ação dispersante é atribuída (por exemplo, Komad[®] 313 de Mol (Hungria)). Em uma maneira correspondente, EP-A 1062197 recomenda a adição de tensoativos na mistura

líquida, que compreende pelo menos um monômero (met)acrílico e é para ser aquecida. Para a redução da incrustação acima descrita, EP-A 854129 em princípio recomenda o uso de evaporadores flash de circulação forçada.

Entretanto, uma desvantagem das recomendações da arte anterior é que a ação dos aditivos recomendados não é completamente satisfatória. Isto é verdadeiro da mesma maneira para o simples uso de evaporadores flash de circulação forçada.

Portanto, foi um objetivo da presente invenção prover um processo aperfeiçoado para transferir calor para uma mistura líquida compreendendo pelo menos um monômero (met)acrílico com o auxílio de um trocador de calor indireto.

Desta maneira, foi encontrado um processo para transferir calor para uma mistura líquida compreendendo pelo menos um monômero (met)acrílico, com o auxílio de um trocador de calor indireto que é escoado completamente (constantemente) em seu lado primário por um portador de calor líquido em seu lado secundário simultaneamente pela mistura líquida compreendendo pelo menos um monômero (met)acrílico, em que a mistura líquida, compreendendo pelo menos um monômero (met)acrílico, compreende pelo menos um composto ativo adicionado que não monômeros (met)acrílicos do grupo consistindo de aminas terciárias, os sais formados de uma amina terciária e um ácido Brønsted, e compostos de amônio quaternário (os sais de íons de amônio quaternário), com a condição de que nenhum dos átomos de nitrogênio terciário e quaternário do pelo menos um composto ativo contenha um grupo fenila, mas pelo menos alguns contenham (pelo menos um contenha) pelo menos um grupo alquila.

Como já citado, a expressão monômeros (met)acrílicos compreenderá em particular os compostos acroleína, metacroleína, ácido metacrílico e ácido acrílico. Entretanto, os álcoois de ácido diacrílico (aduto de Michael olefinicamente insaturado de duas moléculas de ácido acrílico) e

os ésteres de ácido acrílico ou ácido metacrílico e (preferivelmente monoídricos (tendo um grupo hidroxila)) também serão abrangidos sob esta expressão. Em outras palavras, em particular, os ésteres do ácido acrílico com (preferivelmente monoídricos (tendo um grupo hidroxila)) C₁-C₈ alcanóis (em particular com os C₄-C₈ alcanóis) e os ésteres do ácido metacrílico com (preferivelmente monoídricos (tendo um grupo hidroxila)) C₁-C₈ alcanóis (em particular com os C₄-C₈ alcanóis) são também monômeros (met)acrílicos no contexto deste documento. Em outras palavras monômeros (met)acrílicos são, por exemplo, os seguintes ésteres (met)acrílicos: hidroxietil acrilato, hidroxietil metacrilato, hidroxipropil acrilato, hidroxipropil metacrilato, glicidil acrilato, glicidil metacrilato, metil acrilato, metil metacrilato, n-butil acrilato, isobutil acrilato, isobutil metacrilato, n-butil metacrilato, terc-butil acrilato, terc-butil metacrilato, etil acrilato, etil metacrilato, 2-etilexil acrilato e 2-etilexil metacrilato.

Neste documento, uma amina terciária será entendida como significando um composto orgânico que compreende pelo menos um átomo de nitrogênio em forma quimicamente ligada, que tem uma ligação química com três diferentes átomos de carbono (com não mais e não menos do que estes três e também não com qualquer outro átomo), com a condição de que nenhum dos três átomos de carbono simultaneamente tenha uma dupla ligação química com um átomo de oxigênio ou outro elemento do grupo compreendendo oxigênio da Tabela Periódica dos Elementos. Neste documento, tal átomo de nitrogênio é referido como um átomo de nitrogênio terciário.

Neste documento, um composto de amônio quaternário será entendido como significando um composto iônico (o sal de um íon de amônio quaternário), que compreende pelo menos um átomo de nitrogênio que tem uma ligação química (geralmente uma ligação covalente) com quatro diferentes átomos de carbono (e de outro modo com não outro átomo), com a

condição de que nenhum dos quatros átomos de carbono simultaneamente tenha uma dupla ligação química com um átomo de oxigênio ou outro elemento do grupo compreendendo oxigênio da Tabela Periódica dos Elementos. Neste documento, tal átomo de nitrogênio é referido como um

5 átomo de nitrogênio quaternário. O íon positivamente carregado que o compreende é referido neste documento como um íon de amônio quaternário.

Neste documento, um grupo fenila será entendido como significando qualquer anel aromático consistindo de seis átomos de carbono (o aspecto característico de tal sistema de anéis aromáticos é que os seis

10 átomos de carbono estão dentro de um plano em um experimento de difração de raio-X), independentemente de se estes seis átomos de carbono são quimicamente ligados a um átomo de hidrogênio ou a um substituinte para o átomo de hidrogênio. Um átomo de nitrogênio terciário ou quaternário contém um grupo fenila quando for quimicamente (covalentemente) ligado a

15 um a seis átomos de carbono do anel aromático. Em outras palavras, trifenilamina, quinolina, fenotiazina e azul de metileno não são compostos ativos no contexto desta invenção.

Será apreciado que um composto ativo a ser adicionado de acordo com a invenção pode ter mais do que um átomo de nitrogênio terciário

20 ou mais do que um átomo de nitrogênio quaternário. Naturalmente, um composto ativo a ser adicionado de acordo com a presente invenção pode também ter pelo menos um átomo de nitrogênio terciário e pelo menos um átomo de nitrogênio quaternário.

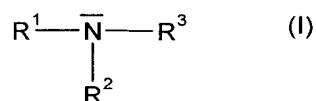
Com relação a uma amina terciária particular, um ácido

25 Brønsted é um tal composto químico que é capaz de liberar um próton para a amina terciária, que converte a amina terciária em um íon de amônio não-quaternário, eletricamente carregado positivamente (cf. Grundiagen der Organischen Chemie [Fundamentals of organic chemistry]; Hans Rudolf Christen; Verlag Sauerländer Aarau, Diesteweg•Salle Frankfurt am Main,

1975, p. 383 segs.). Isto simultaneamente converte o próprio ácido Brønsted em sua base aniônica conjugada.

Compostos ativo particularmente adequados de acordo com a invenção são aminas alifáticas terciárias e seus sais de amônio não-quaternário. Estas aminas podem ser derivadas de amônia pelo fato de que
5 seus três átomos de hidrogênio são substituídos por três grupos alquila.

Entre estas aminas alifáticas terciárias, preferência é dada àquelas de fórmula geral (e os sais de amônio não-quaternários resultantes):



em que R^1 , R^2 e R^3 são, cada um independentemente, um grupo alquila que
10 tem de 1 a 8 átomos de carbono, preferivelmente de 1 a 6 átomos de carbono e, mais preferivelmente, de 1 a 4 átomos de carbono (estes grupos são formados somente de átomos de hidrogênio e carbono e não compreendem os grupos cicloalquila) ou grupo cicloalquila (são igualmente formados somente de hidrogênio e carbono).

15 Entre as aminas alifáticas terciárias de fórmula geral I, preferência particular é dada, por sua vez, àquelas em que $\text{R}^1 = \text{R}^2 = \text{R}^3$ (e preferivelmente um grupo alquila) (e os sais de amônio não-quaternários resultantes (isto é, seus sais com um ácido Brønsted)).

Radicais R^1 , R^2 , R^3 preferidos são o grupo metila, o grupo etila,
20 o grupo isopropila, o grupo n-propila, o grupo n-butila, o grupo terc-butila e o grupo n-hexila e também o grupo ciclo-hexila.

Em outras palavras, os compostos ativos particularmente vantajosos de acordo com a presente invenção são, por exemplo, trimetilamina, trietilamina, tri-n-hexilamina, tri-n-butilamina e N-etil-N,N-
25 diisopropilamina (e seus sais com um ácido Brønsted).

Também úteis como compostos ativos inventivos são aqueles (referidos mais tarde neste documento como compostos ativos de fórmula

geral II) que derivam dos compostos ativos de fórmula geral (I) em um sentido formal em que pelo menos um dos radicais R^1 , R^2 , R^3 é um grupo alquila ou cicloalquila em que um ou mais átomos de hidrogênio são substituídos por pelo menos um dos grupos $-OH$, $-NH_2$, $-NHCH_3$ e $-N(CH_3)_2$ e/ou a cadeia de carbono (cíclica ou acíclica) é interrompida pelo menos uma vez por um átomo de oxigênio (e seus sais com um ácido Brønsted). Entre estes, ênfase particular deve ser dada a N,N,N',N'-tetrametil-1,3-propanodiamina, N,N-dietiletanolamina e também bis(2-dimetilaminoetil)éter, pentametildietilenotriamina, 3-dimetilamino-1-propilamina, N,N,N',N'-tetrametil-1,6-hexanodiamina e N,N-dimetilciclo-hexilamina (e seus sais com ácido Brønsted).

Outras aminas terciárias úteis favoráveis de acordo com a presente invenção (compostos ativos III) incluem derivativos de 1,3-diazol (imidazol) em que o hidrogênio do nitrogênio do 1,3-diazol da posição-1 foi substituído por um grupo alquila R_4 tendo de 1 a 8 átomo de carbono, preferivelmente de 1 a 6 átomos de carbono e, mais preferivelmente, de 1 a 4 átomos de carbono e/ou o nitrogênio do 1,3-diazol da posição-3 foi alquilado com um grupo alquila R^5 tendo de 1 a 8 átomos de carbono, preferivelmente de 1 a 6 átomos de carbono e, mais preferivelmente, de 1 a 4 átomos de carbono. No caso da ligação “e”, os sais são os chamados sais de imidazólio, cujo cátion, no contexto da invenção, tem dois átomos de nitrogênio terciários. No caso “ou”, os sais são sais de imidazólio com somente um átomo de nitrogênio terciário no contexto da invenção.

Exemplos de tais aminas terciárias adequadas de acordo com a presente invenção são 1-metilimidazol, 1-etilimidazol, 1-propilimidazol, acrilato de 1-etil-3-metilimidazólio, acetato de 1-etil-3-metilimidazólio, acetato de 1-n-butil-3-metilimidazólio e cloreto de 1-etil-3-metilimidazólio. Entre os sais de imidazólio supracitados, preferência é dada, de acordo com a invenção, àqueles cujo ânion é hidróxido ($^{\ominus}OH$) ou a base conjugada aniônica

de um ácido Brønsted monobásico (capaz de liberar somente um próton para uma base forte, tal como hidróxido de sódio; isto é, ácido sulfúrico é um ácido Brønsted dibásico). Estes ânions sozinhos negativamente carregados incluem, em particular, os ânions carboxilato de ácidos carboxílicos orgânicos monobásicos, por exemplo, ácido fórmico, ácido acético, ácido propiônico, ácido acrílico, ácido metacrílico, ácido cloroacético e ácido nitroacético. Em particular, estes ânions sozinhos negativamente carregados também incluem as bases conjugadas de ácidos Brønsted inorgânicos monobásicos fortes, tais como HCl, HBr, HI, HNO₃ e HClO₃.

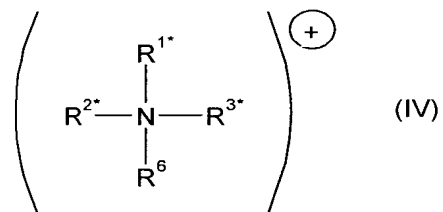
Os ácidos Brønsted supracitados (incluindo água) são também aqueles que são particularmente adequados para converter aminas terciárias de acordo com a invenção (especialmente as aminas terciárias (I) e (II)) em seus sais que são adequados de acordo com a presente invenção (compostos de amônio não-quaternário).

Um outro grupo de compostos ativos adequados de acordo com a presente invenção é aquele dos compostos de amônio quaternário. Estes incluem, em particular, os sais dos (cát)ions de amônio quaternário e as bases conjugadas aniônicas dos ácidos Brønsted (por exemplo, os sais de DE-A 10314203), especialmente dos ácidos Brønsted monobásicos. Estes ânions sozinhos negativamente carregados preferidos incluem, em particular, ⁰OH, os íons carboxilato dos ácidos carboxílicos orgânicos monobásicos, por exemplo, ácido fórmico, ácido acético, ácido propiônico, ácido acrílico, ácido metacrílico, ácido cloroacético e ácido nitroacético. Em particular, estes ânions sozinhos negativamente carregados também incluem as bases conjugadas dos ácidos Brønsted monobásicos inorgânicos. Tais ânions são, por exemplo, Cl⁰, Br⁰, I⁰, NO₃⁰ e ClO₃⁰.

Os (cát)ions de amônio quaternário são, em particular, aqueles que são obteníveis dos compostos ativos (I) e (II) em um sentido formal pela ligação, a seu átomo de nitrogênio terciário), de mais um grupo alquila R⁶ de

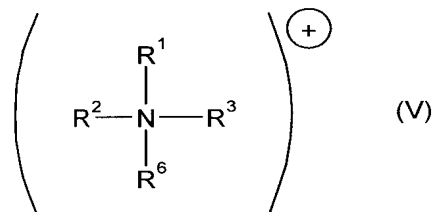
1 a 8 átomos de carbono, preferivelmente de 1 a 6 átomos de carbono e, mais preferivelmente, de 1 a 4 átomos de carbono.

Tais íons de amônio quaternário são abrangidos pela fórmula geral (IV)



- 5 em que R^{1*} , R^{2*} e R^{3*} são, cada um independentemente e independentemente de R^6 , um grupo alquila ou grupo cicloalquila que tem de 1 a 8 átomos de carbono, preferivelmente de 1 a 6 átomos de carbono e, mais preferivelmente, de 1 a 4 átomos de carbono, ou um dos grupos alquila ou cicloalquila acima mencionados, em que um ou mais átomos de hidrogênio são substituídos por
- 10 pelo menos um dos grupos $-OH$, $-NH_2$, $-NHCH_3$ e $-N(CH_3)_2$ e/ou a cadeia de carbono (cíclica ou acíclica) é interrompida pelo menos uma vez por um átomo de oxigênio.

Íons de amônio quaternário IV particularmente preferidos são aqueles de fórmula geral (V)



- 15 em que R^1 , R^2 , R^3 e R^6 podem, cada um independentemente, ter a definição atribuída a estes radicais neste documento.

Íons de amônio quaternário (V) particularmente preferidos são aqueles em que $R^1 = R^2 = R^3 = R^6$ (e preferivelmente um grupo alquila).

- Exemplos de compostos de amônio quaternário muito
- 20 particularmente preferidos de acordo com a presente invenção são acetato de tetrametilamônio, cloreto de tetrametilamônio, hidróxido de tetrametilamônio

e acrilato de tetrametilamônio.

Em princípio, todos os radicais R^1 , R^2 , R^3 , R_4 , R^5 , R^6 e R^{1*} , R^{2*} e R^{3*} , no caso em que eles não são cíclicos, podem ser de cadeia reta ou ramificada.

5 Em geral, para o processo de acordo com a presente invenção, pelo menos 0,01 % em peso ou pelo menos 0,05 % em peso, com frequência de 0,1 a 10 % em peso, frequentemente de 0,1 a 5 % em peso, em muitos casos de 0,1 a 3 % em peso e, preferivelmente, de 0,5 a 2 % em peso ou de 0,5 a 1 % em peso (com base em cada caso em seu peso) de pelo menos um
10 composto ativo inventivo serão adicionados à mistura líquida compreendendo pelo menos um monômero (met)acrílico.

Vantajosamente, de acordo com a presente invenção, os compostos ativos a serem adicionados de acordo com a presente invenção são de modo que se dissolvam completamente na quantidade particular
15 adicionada na mistura líquida compreendendo pelo menos um monômero (met)acrílico sob o as condições de uso do processo de acordo com a presente invenção (pressão de trabalho, temperatura de trabalho).

Com relação a esta informação, preferência é dada àqueles compostos ativos a serem adicionados de acordo com a presente invenção, cuja massa molar é ≤ 600 g, melhor ≤ 500 g, vantajosamente ≤ 400 g,
20 favoravelmente ≤ 300 g, preferivelmente ≤ 250 g, mais preferivelmente ≤ 200 g e, muitíssimo preferivelmente, ≤ 180 g. Normalmente, a massa molar dos compostos ativos a serem adicionados de acordo com a presente invenção será, entretanto, $\geq 59,1$ g.

25 As misturas líquidas a serem aquecidas de acordo com a invenção podem compreender pelo menos um monômero (met)acrílico, em forma mais ou menos pura ou forma diluída (por exemplo, com solventes). O solvente pode ser um solvente aquoso ou um solvente orgânico. Isto significa que uma mistura líquida a ser aquecida de acordo com a presente invenção

pode (com base em seu peso) compreender, por exemplo, $\geq 0,05$ % em peso ou $\geq 0,1$ % em peso, ou $\geq 0,5$ % em peso ou ≥ 1 % em peso, ou $\geq 1,5$ % em peso ou ≥ 2 % em peso ou ≥ 10 % em peso, ou ≥ 20 % em peso ou ≥ 40 % em peso ou ≥ 60 % em peso ou ≥ 80 % em peso ou ≥ 90 % em peso ou ≥ 95 % em peso ou ≥ 99 % em peso do pelo menos um monômero (met)acrílico. Naturalmente, o teor de um monômero (met)acrílico particular é sempre em valores de < 100 % em peso (o acima é simultaneamente a definição da expressão “mistura líquida compreendendo pelo menos um monômero (met)acrílico”, como usado neste documento; significa uma substância líquida que, além de pelo menos um monômero (met)acrílico particular, também compreende pelo menos um segundo monômero (met)acrílico e/ou pelo menos uma segunda substância que não um monômero (met)acrílico; as proporções podem ser completamente como desejado, desde que somente possam ser detectadas analiticamente (por exemplo, por cromatografia gasosa ou por meio de HPLC); por exemplo, a segunda substância que não um monômero (met)acrílico pode ser um inibidor de polimerização).

Neste ponto deve ser enfatizado que todas as citações feitas neste documento são válidas especialmente quando o pelo menos um monômero (met)acrílico for ácido acrílico. O teor descrito deste documento compreenderá, portanto, em particular, aquelas citações que resultem da substituição da expressão “monômero(s) (met)acrílico(s)”, onde quer que ela ocorra neste documento, por “ácido acrílico”.

A temperatura com que a mistura líquida, compreendendo pelo menos um monômero (met)acrílico, deixe o trocador de calor indireto novamente (isto é, no término da transferência de calor inventiva) (T^{fora}) geralmente será de 50 a 350 °C ou de 100 a 300 °C, frequentemente de 150 a 250 °C e, com frequência, de 170 a 220 °C. A pressão dentro do trocador de calor indireto pode ser pressão atmosférica (1 atm) ou acima ou abaixo da pressão atmosférica. Faixas de pressão típicas adequadas para a transferência

de calor inventiva são de 1 mbar a 10 bar, com frequência de 10 mbar a 5 bar e, em muitos casos, de 50 mbar a 3 bar. A temperatura com que a mistura líquida, compreendendo pelo menos um monômero (met)acrílico, penetra no trocador de calor indireto no processo de acordo com a presente invenção, a fim de ser aquecida ali (T^{dentro}) pode, por exemplo, ser de 50 a 350 °C, frequentemente de 70 a 250 °C e, em muitos casos, de 120 a 220 °C. A diferença entre T^{dentro} e T^{fora} , isto é, a diferença $T^{\text{fora}} - T^{\text{dentro}}$, geralmente será de 0,1 a 50 °C, frequentemente de 0,5 a 25 °C e em muitos casos de 1 a 10 °C. A pressão de trabalho da mistura líquida compreendendo pelo menos um monômero (met)acrílico, ou sua entrada dentro do trocador de calor indireto, é maior do que na saída do pelo menos um trocador de calor. Em princípio, a mistura líquida compreendendo pelo menos um monômero (met)acrílico, quando ela sai do trocador de calor indireto, pode ser convertida completamente para a fase vapor (fase gasosa).

De outro modo, a mistura líquida compreendendo pelo menos um monômero (met)acrílico geralmente também compreende inibidores de polimerização adicionados em relação a polimerização de radical livre. Tais inibidores úteis são, em princípio, todos aqueles que são recomendados na arte anterior para fins de inibição da polimerização de radical livre dos monômeros (met)acrílicos presentes na fase líquida. Tais inibidores de polimerização úteis incluem alquilfenóis, por exemplo, o-, m- ou p-cresol (metilfenol), 2-terc-butil-4-metilfenol, 6-terc-butil-2,4-dimetilfenol, 2,6-di-terc-butil-4-metilfenol, 2-terc-butilfenol, 4-terc-butilfenol, 2,4-di-terc-butilfenol, 2-metil-4-terc-butilfenol, 4-terc-butil-2,6-dimetilfenol ou 2,2'-metilenobis(6-terc-butil-4-metilfenol), hidroxifenóis, por exemplo hidroquinona, 2-metilidroquinona, 2,5-di-terc-butilidroquinona, pirocatechol (1,2-diidroxibenzeno) ou benzoquinona, aminofenóis, por exemplo, para-aminofenol, nitrosofenóis, por exemplo, para-nitrosofenol, alcóxifenóis, por exemplo, 2-metoxifenol (guaiacol, pirocatecol monometil éter), 2-etoxifenol,

2-isopropoxifenol, 4-metoxifenol (hidroquinona monometil éter), mono ou di-
 terc-butil-4-metoxifenol, tocoferóis, por exemplo, o-tocoferol e 2,3-diidro-
 2,2-dimetil-7-hidroxibenzofuran (2,2-dimetil-7-hidroxicumarano), N-oxilas
 tais como 4-hidróxi-2,2,6,6-tetrametilpiperidino N-oxila, 4-oxo-2,2,6,6-
 5 tetrametilpiperidino N-oxila, 4-acetóxi-2,2,6,6-tetrametilpiperidino N-oxila,
 2,2,6,6-tetrametilpiperidino N-oxila, 4,4',4''-tris(2,2,6,6-tetrametilpiperidino
 N-oxil) fosfito ou 3-oxo-2,2,5,5-tetrametilpirroldino N-oxila, aminas
 aromáticas ou fenilenodiaminas, por exemplo, N,N-difenilamina, N-
 nitrosodifenilamina e N,N'-dialquil-para-fenilenodiamina, em que os radicais
 10 alquila podem ser iguais ou diferentes e cada um independentemente consiste
 de 1 a 4 átomos de carbono e pode ser de cadeia reta ou ramificada,
 hidroxilaminas, por exemplo, N,N-dietilhidroxilamina, compostos de fósforo,
 por exemplo, trifenilfosfina, trifenil fosfito, ácido hipofosforoso ou trietil
 fosfito, compostos de enxofre, por exemplo, sulfeto de difenila ou fenotiazina,
 15 se apropriado, em combinação com sais metálicos, por exemplo, os cloretos,
 ditiocarbamatos, sulfatos, salicilatos ou acetatos de cobre, manganês, cério,
 níquel ou cromo. Observamos que é também possível utilizar uma larga
 variedade de diferentes misturas dos inibidores de polimerização
 mencionados. O inibidor de polimerização usado é preferivelmente
 20 fenotiazina e/ou hidroquinono monometil éter. Em muitos casos, os inibidores
 de polimerização citados são suportados por um gás compreendendo oxigênio
 molecular (por exemplo, ar ou ar diluído em nitrogênio). Dependendo do
 inibidor de polimerização usado, sua quantidade na mistura líquida
 compreendendo pelo menos um monômero (met)acrílico será de 10 a 1000
 25 ppm em peso, frequentemente de 50 a 500 ppm em peso e, em muitos casos,
 de 150 a 350 ppm em peso (com base em cada caso no teor total de
 monômeros (met)acrílicos da mistura líquida).

No trocador de calor indireto, a transferência de calor não
 ocorre no contato direto, forçado por mistura, entre o portador de calor fluido

e a mistura líquida a ser aquecida. Em vez disso, a transferência de calor processa-se indiretamente entre os fluidos divididos por uma parede divisória. A superfície divisória do transferidor de calor (trocador de calor) que é ativo para o transporte de calor é referida como uma superfície de troca ou transferência de calor e o transporte de calor segue as leis conhecidas de transferência de calor.

É essencial de acordo com a presente invenção que, no processo de acordo com a presente invenção, o trocador de calor indireto seja escoado através tanto pelo portador de calor líquido como pela mistura líquida compreendendo pelo menos um monômero (met)acrílico. Em outras palavras, ambos fluem para dentro do trocador de calor e então de volta para fora novamente.

Transferidores de calor fluidos úteis para o processo de acordo com a presente invenção são, em princípio, todos os gases quentes possíveis, vapores e líquidos. Isto principalmente inclui vapor que pode ser em diferentes pressões e temperaturas. Frequentemente, é favorável quando o vapor condensa-se quando ele flui através do trocador de calor indireto (vapor saturado). Veículos de calor úteis alternativos são óleos, fusões, líquidos orgânicos e gases quentes. Exemplos deles são compostos de silicone tais como silicato de tetraetil, mistura de difenila composta de 74% em peso de difenil éter e 26 % em peso de difenila, difenila não-combustível clorada e óleos minerais e água pressurizada.

Trocadores de calor indiretos, adequados de acordo com a presente invenção, são em particular, tubo duplo, feixe de tubos, tubo nervurado, transferidores de calor em espiral ou placa. Os transferidores de calor de tubo duplo consistem de dois tubos, um dos quais fica dentro do outro. Uma pluralidade destes tubos duplos pode ser combinada para fornecer paredes de tubo. O tubo interno pode ser liso ou ser provido com nervuras para melhorar a transferência de calor. Em casos individuais, é também

possível que um feixe de tubo substitua o tubo interno. Os fluidos que troca calor movem-se em co-corrente ou em contracorrente. A mistura líquida compreendendo pelo menos um monômero (met)acrílico flui, de acordo com a presente invenção, apropriadamente para cima dentro do tubo interno e, por exemplo, vapor quente para baixo dentro do espaço de anel. Os diâmetros de tubo ajustados à desejada produção concedem taxas de fluxo que dão origem a elevados números de transferência de calor para os meios fluidos.

A diferença de temperatura entre o portador de calor fluido e a mistura fluída compreendendo pelo menos um monômero (met)acrílico, pode, dentro do trocador de calor indireto, muito geralmente, por exemplo, ser de 5 °C a 150 °C, frequentemente de 10 °C a 100 °C ou de 20 °C a 80 °C.

Os transferidores de calor de feixe de tubos consistem normalmente de um tubo externo largo selado, que inclui os numerosos tubos transferidores lisos ou nervurados de pequeno diâmetro, presos às placas de tubo. A distância do centro do tubo ao centro de tubo dos feixes de tubo é, apropriadamente de um ponto de vista de aplicação, de 1,3 a 2,5 vezes o diâmetro externo do tubo. A grande área de troca de calor específica que surge – como uma área de troca por unidade de exigência de espaço – é uma vantagem do transferidor de calor de feixe de tubos. Os transferidores de calor de feixe de tubos dispostos vertical ou horizontalmente, diferem em aspectos incluindo o formato de tubo. Os tubos de transferência podem ser retos, dobrados em um formato de U ou então ser projetados como um feixe de tubos em espiral de multipartes. A mistura líquida, que compreende pelo menos um monômero (met)acrílico e é para ser aquecida de acordo com a invenção, escoar preferivelmente de acordo com a invenção, dentro dos tubos transferidores (em princípio ela pode, contudo, também fluir dentro do espaço circundando os tubos transferidores e o portador de calor dentro dos tubos de transferência). O portador de calor fluido (preferivelmente vapor saturado) escoar, apropriadamente de acordo com a invenção, fora dos tubos de

transferência. Placas guias, para melhor condução do portador de calor fluido dentro da câmara externa, são apropriadas de acordo com a invenção e geralmente servem à finalidade adicional de suportar os tubos transferidores. As placas guias geralmente aumentam as taxas de fluxo dentro da câmara externa, inter alia, e daí os números de transferência de calor. O fluxo dentro da câmara externa vantajosamente corre transversal aos tubos de transferidores. De acordo com a direção de fluxo do fluido da câmara externa em relação aos tubos de transferência, é possível distinguir, por exemplo, entre fluxo longitudinal e fluxo transversal e transferidores de calor de feixe de tubos de fluxo transversal. Em princípio, o portador de calor fluido pode também ser movido em torno dos tubos transferidores de uma maneira serpenteada e conduzido em co-corrente ou contracorrente para a mistura líquida a ser aquecida de acordo com a presente invenção somente visto sobre o trocador de calor de feixe de tubos. Os transferidores de calor de feixe de tubos em espiral geralmente também utilizam as vantagens do fluxo transversal. Os tubos alternam-se – de camada para camada – da direita para a esquerda. O fluido da câmara externa escoar em contracorrente ao fluido de tubo e escoar em torno dos tubos em espiral em fluxo transversal.

No transferidor de calor de feixe de tubos de fluxo único, a mistura líquida que compreende pelo menos um (monômero (met)acrílico e é para ser aquecida de acordo com a presente invenção, move-se através de todos os tubos transferidores na mesma direção.

Os transferidores de calor de feixe de tubos de multifluxos compreendem feixes de tubo divididos em seções individuais (em geral, as seções individuais compreendem um número idêntico de tubos). As paredes divisórias dividem as câmaras que ficam contíguas às placas de tubo (através das quais os tubos de transferidor são conduzidos com selagem e nas quais elas fixadas) em seções e defletam a mistura líquida que compreende pelo menos um monômero (met)acrílico e penetra na parte de câmara de uma

seção para dentro de uma segunda seção e daí de volta. A mistura líquida a ser aquecida de acordo com a presente invenção escoar, de acordo com o número de seções, através da extensão do transferidor de calor de feixe de tubos mais do que uma vez (duas, três, quatro vezes etc.) com alta velocidade em direção alternante (transferidor de calor de feixes de tubos de dois-fluxos, três-fluxos, quatro-fluxos etc.). O número de transferência de calor e o trajeto de troca aumentam correspondentemente.

Os transferidores de calor de placa (trocadores de calor de placa) são normalmente compostos de maneira de filtros à prensa, geralmente de placas perfiladas corrugadas ou de outro modo, providas com canais para o portador de calor líquido e a mistura líquida serem aquecidos (geralmente compostos de grafite ou metal, por exemplo, aço inoxidável) em um projeto compacto. Os fluidos de troca de calor então fluem co-correntes, contracorrente e/ou em corrente cruzada quando as camadas finas alternam-se (por exemplo, para cima e para baixo) através de sua série de canais e ficam em transferência de calor entre si em ambas as paredes de câmara. Os perfis de placa corrugada aumentam a turbulência e melhoram os números de transferência de calor. Os trocadores de calor de placa, adequados para a finalidade inventiva, são, por exemplo, descritos em EP-A 107 9194, US-A 6.382.313, EP-A 123 2004 e WO 01/32301. Os trocadores de calor de feixe de tubos são, por exemplo, descritos em EP-A 700 893, EP-A 700 714 e DE-A 443 1949. Os trocadores de calor de tubos em espiral ou tubos nervurados são descritos, por exemplo, em Vauck/Müller, Grundoperationen chemischer Verfahrenstechnik [operações básicas em tecnologia de processo químico], 4a. edição, Verlag Theodor Steinkopf, Desden (1974) e em Ullmanns Encyclopädie der technischen Chemie, volume 2, Verfahrenstechnik I (Grundoperationen [Process technology I (operações básicas)]), 4a. edição, 1972, p. 432 sgs.

Os trocadores de calor muito particularmente adequados para o

processo de acordo com a presente invenção são os trocadores de calor descritos em EP-A 854 129 como arte anterior e como a invenção (especialmente aqueles representados nas figuras 1 a 3). Estes incluem, em particular, o evaporador de tubo de circulação forçada, o evaporador flash de tubo de circulação forçada e o evaporador Robert. Neste contexto, a expressão “circulação forçada” significa que a mistura líquida compreendendo pelo menos um monômero (met)acrílico é convertida com o auxílio de uma bomba através do trocador de calor indireto (seus tubos), enquanto o transporte dentro do evaporador Robert de feixe de tubos é realizado em virtude das bolhas de vapor de ebulição ascendendo e a diferença de densidade. O EP-A 854 129, portanto, forma um constituinte integrado dentro deste documento.

O processo de acordo com a presente invenção é adequado em particular para aquelas misturas líquidas que compreendem pelo menos um monômero (met)acrílico e, em um processo de separação térmica, para separar uma mistura compreendendo pelo menos um monômero (met)acrílico, são retiradas de parte de um espaço separador, a que é alimentada pelo menos uma corrente compreendendo pelo menos um monômero (met)acrílico e de que é retirada pelo menos uma corrente que difere dela e compreende pelo menos um monômero (met)acrílico, é conduzido (transportado) com o auxílio de bombas e/ou por meio de circulação natural através do lado secundário do trocador de calor indireto e, após deixar o trocador de calor indireto na forma de líquido e/ou vapor, é reciclado ou alimentado pelo menos parcialmente para dentro da mesma parte do espaço de separação de que foi retirado e/ou para dentro de outra parte do mesmo espaço separador e/ou para dentro de parte de outro espaço separador.

Frequentemente, o espaço de separação compreende uma coluna de separação que compreende internos de separação (mas pode em princípio também compreender uma coluna separadora livre de internos de separação) (cf., por exemplo, DE-A 10300816). Os internos de separação

usados no espaço de separação, por exemplo, na coluna de separação, comprem a finalidade de aumentar a área de superfície para transferência de calor e massa no espaço de separação, que realiza a separação em um processo de separação térmica. Tais internos úteis incluem, por exemplo, 5 adensamentos aleatórios, adensamentos estruturados e/ou bandejas de transferência de massa de qualquer tipo (cf., por exemplo, todos os internos mencionados individualmente em DE-A 10336386).

Exemplos de tais processos de separação térmica são retificação, dessorção, extração, destilação, retificação azeotrópica e a 10 sobreposição de adsorção e retificação. Todos estes processos são aqueles em que correntes gasosas (ascendentes) e líquidas (descendentes) são conduzidas em contracorrente para dentro das colunas de separação compreendendo internos de separação, transferência de calor e massa ocorrendo devido aos gradientes que existem entre as correntes e finalmente provocando a 15 separação desejada da coluna de separação. No processo de separação térmica de extração (um gás de extração absorve componentes dissolvidos em um líquido com diferente afinidade) e dessorção (o processo inverso da absorção; a matéria dissolvida na fase líquida é removida diminuindo-se a pressão parcial; a dessorção e extração são frequentemente empregadas sobrepostas 20 entre si), a ação de separação é baseada em particular na diferente solubilidade dos monômeros (met)acrílicos e outros componentes secundários de um líquido. Na destilação e retificação, a ação de separação resultante é baseada em particular na diferença dos pontos de ebulição dos monômeros (met)acrílicos e componentes secundários. A destilação e retificação 25 azeotrópicas utilizam o diferente grau a que os monômeros (met)acrílicos e componentes secundários tendem a formar azeótropos com agentes azeotropantes adicionados.

O processo de acordo com a presente invenção é de significância especialmente quando, em um processo de separação térmica,

uma corrente líquida, compreendendo pelo menos um monômero (met)acrílico (a ser tratado sob ação de separação) (p. ex., ácido acrílico ou ácido metacrílico), é conduzida para fins de separação para dentro de uma coluna de separação compreendendo internos de separação e a mistura líquida que compreende pelo menos um monômero (met)acrílico, e é para ser aquecida de acordo com a invenção, é retirada do espaço de separação, compreendendo a coluna de separação embaixo do ponto de alimentação da corrente (líquida) a ser tratada sob ação de separação dentro da coluna de separação, é aquecida de acordo com a invenção com o auxílio de um trocador de calor indireto e é reciclada assim aquecida abaixo do ponto de alimentação da corrente (líquida) a ser tratada sob ação de separação dentro da coluna de separação, para dentro do espaço de separação compreendendo a coluna de separação.

O acima é verdadeiro quando ácido acrílico ou ácido metacrílico é essencialmente aquela fase líquida que é formada quando o ácido acrílico ou ácido metacrílico é convertido da mistura de gás produto de uma oxidação em fase gasosa parcial homogeneamente catalisada, para preparar ácido acrílico ou ácido metacrílico de um composto precursor C₃ ou C₄ por medidas absorventes e/ou condensativas da mistura de gás produto para dentro da fase líquida (cf., por exemplo, DE-A 103 363 86, WO 01/96271, DE-A 196 316 45, DE-A 195 013 25, EP-A 982 289, DE-A 198 388 45, WO 02/076917, EP-A 1695 954, EP-A 695 736, EP-1 778 225, EP-A 1041 062, EP-A 982 287, EP-A 982 288, US 2004/024 2826, EP-A 792 867, EP-A 784 046, EP-A 695 736, EP-A 112 5912 e a literatura citada sobre este assunto nestes documentos e também pedido Alemão 102006049939.5).

Isto é verdadeiro especialmente quando a coluna de separação é operada sob pressão reduzida (por exemplo, uma pressão de topo de 20 a 100 mbar, ou a 150 mbar) e a temperatura de reciclagem fora do trocador de calor indireto para dentro do espaço de separação é $\geq 150^{\circ}\text{C}$ ou $\geq 180^{\circ}\text{C}$ ou $\geq$

200 °C ou ≥ 220 °C ou mais.

Em princípio, o composto ativo compreendendo nitrogênio, a ser adicionado de acordo com a presente invenção, pode ser medido dentro do trocador de calor indireto somente brevemente antes da entrada da mistura líquida a ser aquecida de acordo com a invenção e/ou realmente dentro do espaço de separação de que a mistura líquida a ser aquecida de acordo com a invenção é retirada. Uma vez que a fração de alta ebulição é também normalmente descarregada do espaço de separação, mais composto ativo geralmente tem que ser introduzido com medição constantemente.

Frequentemente, as colunas de separação com internos de separação usados para processos de separação térmica são aquelas que compreendem uma sequência de bandejas de transferência de massa pelo menos como alguns dos internos de separação. As bandejas de transferência de massa cumprem a finalidade de prover locais com fases líquidas contínuas na forma de camadas líquidas na coluna de separação. A superfície da corrente de vapor ou gás, que, por exemplo, ascende na camada líquida e é assim distribuída na fase líquida contínua, é então a superfície de transferência de massa crucial. As bandejas de transferência de massa preferivelmente terminam seladas na parede circundando-as.

Uma clássica entre as bandejas de transferência de massa é a peneira perfurada. Neste documento, esta refere-se a placas cujas passagens para o gás ou fase vapor ascendente são simples buracos e/ou fendas.

As bandejas perfuradas são tipicamente diferenciadas em dois grupos, isto é, naqueles com fluxo de líquido forçado e aqueles sem fluxo de líquido forçado.

Muito geralmente, o fluxo de líquido forçado das bandejas de transferência de massa é obtido pelas bandejas de transferência de massa tendo pelo menos um tubo de descida (drenagem), através do qual o líquido, independente do trajeto de fluxo do vapor, escoar da bandeja superior para a

bandeja inferior (alimentação). O fluxo de líquido horizontal através das bandejas de transferência de alimentação para drenar, é selecionado de acordo com o processo objetivo. O gás ou o vapor passa através das seções transversais abertas da placa bandeja.

5 Quando o líquido é conduzido sobre a bandeja em fluxo inverso (a alimentação e drenagem da bandejas de transferência de massa são dispostas no mesmo lado da bandeja), estas são referidas como bandejas de fluxo inverso. Em bandejas de fluxo radial, o líquido flui radialmente sobre a bandeja a partir do centro (alimentação) para o dreno na borda da bandeja.

10 Nas bandejas de fluxo transversal, vistas sobre a inteira área de fluxo, o líquido é conduzido transversalmente sobre a bandeja a partir da alimentação para o dreno. Em geral, as bandejas de fluxo transversal têm uma única configuração. Em outras palavras, a alimentação e drenagem são disposta em lados opostos da bandeja. Entretanto, elas podem também ter
15 uma configuração de duplo fluxo (ou então mais do que duplo-fluxo). Neste caso, a alimentação pode ser disposta, por exemplo, no centro e um dreno em cada um dos lados opostos da bandeja de transferência de massa.

Em outras palavras, o fluxo de líquido forçado nas bandejas perfuradas é conseguido em virtude da bandejas perfuradas terem, além das
20 passagens para o gás ou fase vapor ascendente, pelo menos um tubo descendente (dreno), através do qual o líquido, independente do trajeto de fluxo do valor, escoar a partir da bandeja superior para a próxima bandeja mais baixa (alimentação). O líquido flui, por exemplo, em fluxo transversal sobre a bandeja a partir de pelo menos uma alimentação para pelo menos um dreno,
25 em cujo caso o tubo de alimentação e o tubo de drenagem garantem a selagem líquida e a desejada altura de líquido na bandeja. Frequentemente (especialmente no caso de baixos diâmetros de fluxo), as bandejas perfuradas com fluxo de líquido forçado têm uma única configuração de fluxo. Em outras palavras, a alimentação e drenagem são dispostas em lados opostos da

bandeja. Entretanto, elas podem também ter uma configuração de duplo fluxo (ou então mais do que duplo-fluxo). Neste caso, a alimentação pode ser disposta, por exemplo, no centro e uma drenagem em cada um dos lados opostos da bandeja de transferência de massa.. Tais bandejas perfuradas são para referidas aqui embaixo como bandejas de fluxo forçado. Nestas bandejas, o gotejamento penetrante do líquido que reduz a ação de separação não é, como no caso de bandejas de fluxo transversal hidraulicamente seladas, evitado por chaminés, dentro das quais as passagens continuam, porém sem dúvida uma pequena carga de vapor é necessária para esta finalidade. O vapor ascende através das passagens e bolhas através da camada líquida mantida pelo tubo de drenagem.

As bandejas de duplo fluxo, ou então bandejas perfuradas de gotejamento, diferem das bandejas perfuradas forçadas pelo fato de que elas não compreendem segmento de dreno. A ausência de segmentos de dreno (tubos descendentes) nas bandejas de duplo fluxo resulta no gás ascendendo e no líquido descendendo dentro da coluna de separação passando através das mesmas passagens da bandeja. Como no caso de bandejas de perfuração forçadas, uma carga de vapor mínima é também necessária no caso de bandejas de duplo fluxo, a fim de obter-se apropriada ação de separação. Quando a carga de vapor é significativamente menor, o gás ascendendo e o refluxo descendendo movem-se além entre si substancialmente sem troca e a bandeja está sob risco de ficar seca.

Em outras palavras, no caso de bandejas de duplo fluxo também, uma taxa limitante inferior tem que estar presente, de modo que uma certa camada de líquido seja mantida na bandeja, a fim de permitir que a bandeja funcione. Na faixa de trabalho normal, o líquido das bandejas de fluxo duplo goteja através das passagens de bandeja para bandeja e a fase aquosa contínua entre as bandejas é entremeada por uma fase líquida dividida.

Em comparação com as bandejas perfuradas, é um aspecto

característico das bandejas de fluxo transversal hidraulicamente seladas que elas não podem funcionar secas quando a coluna é paralisada, desconsiderando os pequeninos furos de perfuração de esvaziamento (sua seção transversal é normalmente de mais do que 200 vezes menor do que a
5 seção transversal total das passagens) que cada bandeja de fluxo transversal tem por razões de utilidade.

Em outras palavras, mesmo em baixas cargas de coluna, as bandejas de fluxo transversal hidraulicamente seladas têm líquido acumulado (líquido de refluxo e/ou alimentação) e não estão sob risco de funcionar secas.

10 Isto resulta do fato de que as passagens das bandejas de fluxo transversal hidraulicamente seladas não serem furos de perfuração sem chaminé, como é o caso das bandejas transversais. Em vez disso, cada passagem abre-se para dentro de uma chaminé, que evita que a bandeja funcione seca. Acima da chaminé, coifas defletoras de vapor (placas borbulhantes) são fixadas que são
15 imersas no líquido de bandeja acumulado. Frequentemente, as coifas defletoras de vapor são fendidas ou serrilhadas em suas bordas (isto é, elas têm fendas de transporte). A corrente de vapor ascendendo através da passagem é defletada pelas coifas defletoras de vapor e escoia paralela a bandeja, isto é, em ângulos retos à coluna, para dentro do líquido acumulado.

20 As bolhas de vapor deixando as coifas adjacentes, que são geralmente distribuídas equidistantemente sobre a bandeja, formam uma camada de espuma no líquido acumulado.

Tubos de drenagem ou segmentos de drenagem que deixam as bandejas geralmente para a esquerda ou a direita em alternância, suportados
25 por barragens, controlam o nível de líquido das bandejas de transferência de massa e alimentam o líquido para a bandeja embaixo. É essencial para a ação de selagem hidráulica que os tubos de drenagem ou segmentos de drenagem da bandeja superior sejam imersos no líquido acumulado da bandeja embaixo. Não há preferivelmente barragens de alimentação. As placas de borbulhação

ajustáveis em altura permitem adaptação às condições de fluxo e a equalização das profundidades de imersão, no caso de irregularidades de produção, de modo que todas as placas de borbulhação da bandeja têm fluxo de gás uniforme.

5 Dependendo do projeto e arranjo das placas de borbulhação, as bandejas de fluxo transversal hidraulicamente seladas, tendo a configuração de fluxo único, são divididas, por exemplo, em bandejas de placa de borbulhação redondas (passagem, chaminé e placa de borbulhação são redondas), bandejas de placa-túnel (passagem, chaminé e placa de
10 borbulhação são retangulares, as placas de borbulhação são dispostas em sucessão com a borda retangular mais longa alinhada paralela à direção de fluxo transversal do líquido) e bandejas Thormann (passagem, chaminé e placa de borbulhação são retangulares, as placas de borbulhação são dispostas em sucessão com a borda retangular maior em ângulo reto à direção de fluxo
15 transversal do líquido).

Neste documento, as bandejas de válvula são bandejas de fluxo transversal que têm furos de perfuração de bandeja tendo placa de curso limitado, válvulas de balastro ou cônicas (abas flutuantes) que se adaptam ao tamanho da passagem de vapor à carga de coluna particular. A corrente de gás
20 ascendendo é defletada, escoando paralela à bandeja para dentro do líquido de refluxo acumulado e forma uma camada de espuma. Os tubos de drenagem equipados com barragens conduzem o fluxo de bandeja para bandeja. Frequentemente, eles têm configuração de duplo fluxo. Entretanto, eles podem também ter configuração de triplo-fluxo e multi-fluxo (por exemplo
25 até octo-fluxos).

As bandejas de transferência de massa em que há equilíbrio entre o líquido descendo e o vapor ascendendo, são referidas como placas teóricas.

Este termo pode ser aplicado a todos os outros internos de

separação, que são adequados para destilações em contracorrente (retificações) (tais como adensamentos estruturados e adensamentos aleatórios) e a outros procedimentos de separação térmica, tais como dessorção e extração.

5 É portanto apropriado referir-nos geneticamente a placas teóricas. Uma placa teórica é definida como a unidade espacial que realiza o enriquecimento de acordo com o equilíbrio termodinâmico.

Frequentemente, o ácido acrílico da mistura de gás produto, de um oxidação parcial em fase gasosa heterogeneamente catalisada de pelo
10 menos um composto precursor C_3 de ácido acrílico (p. ex., propileno, acroleína e/ou propano) em temperatura elevada com oxigênio molecular, é convertido para a fase líquida através de catalisadores do dito estado, por exemplo, passando-se a mistura de gás produto quente, compreendendo ácido acrílico, se apropriado, após seu esfriamento indireto e/ou direto, para dentro
15 de uma coluna de condensação provida com internos de separação (preferivelmente bandejas de transferência de massa) e permitindo-se que ascenda para dentro da coluna de condensação, que fracionalmente condensa-a, e retirando-se o ácido acrílico bruto da coluna de condensação em uma extração lateral, cujo teor de ácido acrílico é geralmente ≥ 90 % em peso, em
20 muitos casos mesmo ≥ 95 % em peso (cf., por exemplo, DE-A 102 358 47, WO 2000/53560, DE-A 102 436 25, WO 2004/035514 e DE-A 103 327 58). A energia térmica requerida para esta separação da mistura de gás produto da oxidação parcial em fase gasosa é essencialmente suprida realmente com a mistura de gás produto quente.

25 Como a saída para os componentes secundários tendo um ponto de ebulição mais elevado do que o do ácido acrílico, líquido residual compreendendo estes componentes secundários é retirado do fundo da coluna de condensação, ou fração de elevada ebulição ou uma mistura de tais resíduos líquidos e fração de elevada ebulição compreendendo estes

componentes secundários é retirada via uma extração lateral embaixo da extração lateral para o ácido acrílico bruto (todos aqui referidos em segundas genericamente como líquido de elevada ebulição). Uma parte do líquido de elevada ebulição supramencionado pode ser usada para esfriamento direto da

5 mistura de gás produto da oxidação parcial em fase gasosa e pode ser reciclada dentro dela na região de alta ebulição da coluna de condensação, via este esfriamento direto. O líquido de elevada ebulição, que foi retirado da coluna de condensação e não foi reciclado para dentro da coluna de condensação desta maneira ainda compreende quantidades comparativamente

10 grandes de ácido acrílico. A fim de evitar que este ácido acrílico seja enviado para descarte junto com os componentes secundários de elevada ebulição (isto é, a fim de aumentar a produção de ácido acrílico), o líquido de elevada ebulição é, portanto, vantajosamente submetido a uma extração em elevada temperatura antes deste descarte. A área de extração usada é apropriadamente

15 gás residual que deixa a coluna de condensação em seu topo e compreende, em particular os constituintes menos condensáveis da mistura de gás produto da oxidação parcial em fase gasosa. Para este fim, uma sua apropriada porção é apropriadamente comprimida e superaquecida (geralmente na temperatura existente no fundo da coluna de extração). A própria extração é

20 vantajosamente de acordo com a aplicação, realizada em uma coluna de retificação (coluna de extração), que compreende internos de separação (preferivelmente bandejas perfuradas de gotejamento equidistantes), em cuja parte inferior (o terço mais baixo das placas teóricas) o líquido de elevada ebulição a ser extraído é vantajosamente alimentado.

25 A fim de assegurar máxima eficiência de extração, em uma maneira controlada, uma mistura líquida compreendendo ácido acrílico é extraída continuamente do fundo da coluna de extração, conduzida através de um trocador de calor indireto I para a finalidade de aquecê-lo (geralmente um trocador de calor de circulação forçada (frequentemente um transferidor de

calor de feixe de tubos de circulação forçada), frequentemente um trocador de calor flash de circulação forçada (em muitos casos um transferidor de calor flash de feixe de tubos de circulação forçada)) e em seguida predominantemente transportado de volta para dentro da coluna de retificação em forma aquecida (apropriadamente no fundo). O gás de extração é preferivelmente igualmente alimentado ao fundo da coluna de extração. A outra parte do líquido residual da coluna de extração que foi aquecido no trocador de calor I é conduzida com controle de viscosidade (preferida), densidade ou temperatura para dentro de um vaso, desgaseificada ali e alimentada para incineração de resíduos diluída com metanol.

Na coluna de extração, uma mistura compreendendo ácido acrílico ascende. Líquido refluxo é vantajosamente conduzido em contracorrente acima do ponto de alimentação do líquido de elevada ebulição, a fim de assegurar aumentada ação separadora, especialmente com respeito aos componentes secundários de elevada ebulição, cujo ponto de ebulição não é muito diferente daquela do ácido acrílico. Para obter-se o líquido de refluxo, a mistura gasosa que foi conduzida, por exemplo, através de uma bandeja de chaminé que termina os internos de separação na região superior da coluna de extração, é esfriada além dela por esfriamento direto em um esfriador de pulverização e parcialmente condensada. O condensado consistindo predominantemente de ácido acrílico é coletado da bandeja de chaminé, que simultaneamente funciona como uma bandeja coletora, e retirado dali. Uma parte é esfriada em um trocador de calor indireto II (preferivelmente um trocador de calor de placa) (por exemplo, por meio de água como um portador de calor) e então usada novamente (reciclada) como líquido de esfriamento para esfriamento de pulverização direto. Para fins de inibir a polimerização, uma outra quantidade de líquido de elevada ebulição (que compreende inibidores de polimerização e origina-se da coluna de condensação) que é para ser extraída é vantajosamente suprida à parte ou inteira quantidade do

condensado retirado para esta finalidade antes de ser esfriado no trocador de calor indireto II e uma parte da mistura resultante, antes de penetrar no trocador de calor II, é reciclada para dentro da coluna de extração como líquido de refluxo essencialmente imediatamente abaixo da bandeja de chaminé. Se necessário, uma parte do condensado retirado da bandeja de chaminé pode também ser reciclada diretamente para dentro do fundo da coluna de condensação.

A corrente de gás que não foi condensada no esfriamento de pulverização escapa da coluna de extração em forma gasosa e contém o ácido acrílico que foi extraído livre é, apropriadamente de acordo com a aplicação, combinada com a mistura de gás produto vindo da oxidação parcial de fase gás (preferivelmente, por exemplo, no curso de seu esfriamento direto ou reciclada para dentro da região de fundo da coluna de condensação (preferivelmente não imersa)). A quantidade de gás residual que deixa a coluna de condensação e não é usado para extração, é, se necessário, reciclada parcialmente como gás diluente inerte para dentro da oxidação parcial em fase gasosa catalisada heterogeneamente e a quantidade restante não utilizável ali é descartada, por exemplo, incinerada.

A pressão de trabalho dentro da coluna de extração é regularmente acima da pressão atmosférica. Acima dos internos de separação da coluna de extração, as pressões de trabalho de 1,3 a 2 bar são típicas. O líquido refluxo para a coluna de extração pode em princípio também ser gerado fora da coluna de extração. O líquido do fundo da coluna de extração é preferivelmente no estado ebulindo. Quando o trocador de calor I é projetado como um transferidor de calor flash de feixe de tubos de circulação forçada, ao contrário do caso de um transferidor de calor de tubos de circulação forçada, ele é normalmente separado da coluna de extração por um dispositivo estrangulador (por exemplo, no caso mais simples, uma placa perfurada; alternativamente, uma válvula é também possível). Uma parte

compreendendo ácido acrílico, preferivelmente líquido residual ebulindo em uma pressão de interface de fase P_x , é extraída continuamente da coluna de extração e bombeada por meio de uma bomba de circulação para dentro dos influxos de um trocador de calor de feixe de tubos. Um portador de calor fluido (por exemplo, vapor quente; isto é vapor sob pressão), cuja temperatura é acima da temperatura do líquido residual da coluna de extração, flui em torno dos tubos internos do transferidor de calor de feixe de tubos. No trajeto através dos tubos de influxo e efluxo do trocador de calor de feixe de tubos, o líquido residual retirado da coluna de extração é aquecido por trocador de calor indireto a uma temperatura T_y , que é acima da temperatura do fundo da coluna de extração. O dispositivo estrangulador já mencionado separa o transferidor de calor de feixe de tubos e a coluna de extração no lado da pressão e possibilita, em virtude de seleção adequada da saída de bomba de circulação, o estabelecimento de uma pressão de estrangulamento P_y , que é acima de P_x e é acima da pressão de ebulição $P_{y'}$ correspondendo à temperatura $T_{y'}$ do líquido residual da coluna de extração extraído. As medidas acima mencionadas suprime a ebulição da fração líquida residual da coluna de extração bombeada na circulação dentro dos tubos do transferidor de calor de feixe de tubos.

A fração do líquido da coluna de extração que é bombeado na circulação é ao contrário superaquecido nos tubos do transferidor de calor de feixe de tubos com respeito à pressão P_x existindo acima do nível de líquido do líquido residual da coluna de extração e o processo de ebulição é assim mudado para o lado da passagem do dispositivo estrangulador (isto é, o conteúdo dos tubos do transferidor de calor de feixe de tubos está presente em forma monofásica; o transferidor de calor de feixe de tubos funciona meramente como um superaquecedor). A passagem do “líquido residual” assim superaquecido através do dispositivo estrangulador para dentro da coluna de extração pode ser realizada direta ou indiretamente para dentro do

líquido da coluna de extração. Sob estas condições, a temperatura dos resíduos da coluna de extração de líquido regularmente corresponde à temperatura de ebulição T_x correspondendo à pressão P_x existente (imediatamente) acima do líquido residual. Em princípio, a passagem do

5 líquido residual, que foi superaquecido como descrito através do dispositivo de estrangulamento, para dentro da coluna de extração pode também ser realizada acima do nível de líquido dos resíduos da coluna de extração e não dirigido para dentro dele. Sob estas condições, a temperatura dos resíduos da

10 coluna de extração de líquido é regularmente abaixo da temperatura de ebulição T_x , que acompanha a pressão P_x existente (imediatamente) acima do líquido residual. É essencial que a evaporação de ebulição do transferidor de calor de feixe de tubos fixado fora da coluna de extração não ocorra até dentro da coluna de extração, isto é, fora do transferidor de calor de feixe de tubos de circulação forçada. O estrangulamento pode, como já mencionado, ser

15 realizado mecanicamente (diafragmas, válvulas) e/ou hidrostáticamente (por uma coluna de líquido apropriadamente elevada acima do ponto de passagem do “líquido residual” superaquecido). A temperatura do fundo da coluna de extração tipicamente será de 150 a 180 °C, frequentemente de 160 a 170 °C. A temperatura ao deixar o transferidor de calor de feixe de tubos de circulação

20 forçada é geralmente de pelo menos 5 °C acima da temperatura de retirada do fundo. A bandeja de chaminé da coluna de extração é vantajosamente uma que combina as propriedades vantajosas de acordo com DE-A 102 005 009 469 e DE-A 101 598 825. A bomba que realiza a circulação forçada é vantajosamente uma com selagem de anel deslizando de ação dupla, de acordo

25 com DE-A 102 288 59, o fluido de trabalho usado, apropriadamente de acordo com a aplicação, sendo uma mistura de glicol/água.

O que é essencial no caso do procedimento acima descrito é que o trocador de calor indireto I, com o auxílio do qual o líquido residual compreendendo ácido acrílico retirado da coluna de extração é aquecido e, em

consequência, provê a energia térmica necessária para o desempenho do processo de separação térmica da “extração” na rota da reciclagem do líquido residual aquecido desta maneira para dentro da coluna de extração, pode ser operado imperturbado tanto quanto possível, isto é, especialmente livre de

5 incrustação dos tubos de transferência de calor de feixe de tubos. Para esta finalidade, vantajosamente de acordo com a invenção, um composto ativo, recomendado de acordo com a invenção, será adicionado diretamente no fundo da coluna de extração. Para o problema de transferência de calor indireta específico acima descrito, tais compostos ativos adequados são

10 particularmente vantajosamente trietilamina, N,N,N',N'-tetrametil-1,3-propanodiamina e pentametildietilenotriamina. Entretanto, todos os outros compostos ativos recomendados neste documento são adequados em princípio neste ponto de uso. O composto ativo pode ser alimentado dentro do líquido residual da coluna de extração em substância ou, por exemplo, também

15 dissolvido em ácido acrílico bruto retirado via a extração lateral da coluna de condensação. Preferência é dada de acordo com a invenção àquelas soluções que são altamente concentradas no composto ativo. Uma quantidade de uso típico do composto ativo inventivo do problema de transferência térmica indireta acima descrita é de 0,5 a 1 % em peso (porém de 0,1 a 10 % em peso

20 são também possíveis), com base na quantidade de líquido residual conduzido para dentro do transferidor de calor flash de feixe de tubos de circulação forçada.

Outra razão para a vantagem dos compostos ativos inventivos é que eles são compostos já iônicos ou aqueles compostos que são capazes de

25 formar compostos iônicos com ácido acrílico e/ou ácido metacrílico. Outra razão para a vantagem dos compostos iônicos é que eles têm um elevado ponto de ebulição e são, portanto, capazes de acompanhar os processos de separação térmica, em particular de uma maneira particularmente livre de problemas.

Será observado que os compostos ativos a serem adicionados de acordo com a presente invenção pode também ser adicionados às misturas líquidas que compreendem pelo menos um monômero (met)acrílico e são para ser aquecidas de acordo com a invenção junto com os outros agentes anti-incrustação já recomendados na arte anterior (especialmente um tensoativo, por exemplo, um de acordo com o EP-A 1062 197). Tais tensoativos úteis também incluem aqueles do US-A 3.171.296 e da patente GB 922 831.

Finalmente, deve ser observado que o ácido acrílico puro, que foi produzido pelos processos de acordo com os documentos WO 2004/035514, DE-A 103 327 58, DE-A 102 436 25, WO 2005/53560 e DE-A 102 358 47 e podem ser fora das especificações como um resultado de operação incorreta, pode ser elaborado em uma maneira simples alimentando-o à coluna de extração acima descrita junto com líquido de elevada ebulição, que é para ser extraído e foi retirado da coluna de condensação. O ácido acrílico adicionalmente suprido à coluna de extração desta maneira é extraído da mesma maneira que o ácido acrílico presente no líquido de elevada ebulição e é reciclado como um constituinte do gás de extração que foi retirado da coluna de extração e é carregado com ácido acrílico (e, se apropriado) para dentro do fundo da coluna de condensação (ou para dentro do esfriamento direto da mistura de gás produto da oxidação parcial) e, daí, para dentro do processo para recuperação do ácido acrílico puro.

Em particular, a presente invenção compreende as seguintes formas de realização de acordo com a presente invenção:

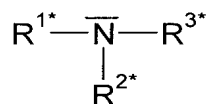
1. Um processo para transferir calor para uma mistura líquida compreendendo pelo menos um monômero (met)acrílico com o auxílio de um trocador de calor indireto, que é escoado através de seu lado primário por um portador de calor líquido e em seu lado secundário simultaneamente pela mistura líquida compreendendo pelo menos um monômero (met)acrílico, em que a mistura líquida compreendendo pelo menos um monômero

(met)acrílico compreende pelo menos um composto ativo adicionado que não monômeros (met)acrílicos do grupo consistindo de aminas terciárias, os sais formados de uma amina terciária e um ácido Brønsted e os compostos de amônio quaternário, com a condição de que nenhum dos átomos de nitrogênio terciário e quaternário do pelo menos um composto ativo contenha um grupo fenila, porém pelo menos parte contenha pelo menos um grupo alquila.

2. Processo de acordo com a forma de realização 1, em que o pelo menos um monômero (met)acrílico é um ácido acrílico e/ou ácido metacrílico.

3. Processo de acordo com a forma de realização 1, em que o pelo menos um monômero (met)acrílico é pelo menos um monômero do grupo consistindo de hidroxietil acrilato, hidroxietil metacrilato, hidroxipropil acrilato, hidroxipropil metacrilato, glicidil acrilato, glicidil metacrilato, metil acrilato, metil metacrilato, n-butil acrilato, isobutil acrilato, isobutil metacrilato, n-butil metacrilato, terc-butil acrilato, terc-butil metacrilato, etil acrilato, etil metacrilato, 2-etilexil acrilato e 2-etilexil metacrilato.

4. Processo de acordo com qualquer uma das formas de realização 1 a 3, em que pelo menos um composto ativo é uma amina terciária de fórmula geral



em que

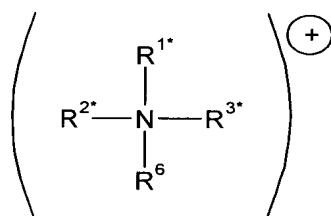
R^{1*} , R^{2*} e R^{3*} são, cada um independentemente, um grupo alquila que tem de 1 a 8 átomos de carbono ou um grupo alquila que tem de 1 a 8 átomos de carbono e em que um ou mais átomos de hidrogênio são substituídos por pelo menos um dos grupos $-OH$, $-NH_2$, $-NHCH_3$ e $-N(CH_3)_2$ e/ou a cadeia de carbono é interrompida pelo menos uma vez pelo átomo de oxigênio ou um grupo cicloalquila que tem de 1 a 8 átomos de carbono e em que um ou mais átomos de hidrogênio são substituídos por pelo menos um

dos grupos $-\text{OH}$, $-\text{NH}_2$, $-\text{NHCH}_3$ e $-\text{N}(\text{CH}_3)_2$ e/ou a cadeia de carbono cíclica é interrompida pelo menos uma vez por um átomo de oxigênio.

ou é o sal de tal amina terciária e um ácido Brønsted.

5 5. Um processo de acordo com qualquer uma das formas de realização 1 a 3, em que o pelo menos um composto ativo é um derivativo de 1,3-diazol, que deriva dele pelo fato de o hidrogênio do nitrogênio da posição-1 ter sido substituído por um grupo alquila R^4 , tendo de 1 a 8 átomos de carbono e/ou o nitrogênio do 1,3-diazol da posição-3 ter sido alquilado com um grupo alquila R^5 tendo de 1 a 8 átomos de carbono.

10 6. Processo de acordo com qualquer uma das formas de realização 1 a 3, em que o pelo menos um composto ativo é o sal de um íon de amônio quaternário, em que o íon de amônio quaternário é um de fórmula geral



em que

15 R^{1*} , R^{2*} e R^{3*} são cada um independentemente, e independentemente de R^6 , um grupo alquila que tem de 1 a 8 átomos de carbono, ou um grupo alquila que tem de 1 a 8 átomos de carbono e em que um ou mais átomos de hidrogênio são substituídos por pelo menos um dos grupos $-\text{OH}$, $-\text{NH}_2$, $-\text{NHCH}_3$ e $-\text{N}(\text{CH}_3)_2$ e/ou a cadeia de carbono é

20 interrompida pelo menos uma vez por um átomo de oxigênio, ou um grupo alquila que tem de 1 a 8 átomos de carbono, ou um grupo cicloalquila que tem de 1 a 8 átomos de carbono e em que um ou mais átomos de hidrogênio são substituídos por pelo menos um dos grupos $-\text{OH}$, $-\text{NH}_2$, $-\text{NHCH}_3$ e $-\text{N}(\text{CH}_3)_2$ e/ou a cadeia de carbono cíclica é interrompida pelo menos uma vez por um

25 átomo de oxigênio e

R^6 independentemente de R^{1*} , R^{2*} e R^{3*} é um grupo alquila tendo de 1 a 8 átomos de carbono.

5 7. Um processo de acordo com qualquer uma das formas de realização 1 a 6, em que a massa molar do pelo menos um composto ativo é $\leq$ 600 g.

8. Um processo de acordo com qualquer uma das formas de realização 1 a 7, em que a mistura líquida compreende uma adição de 0,01 a 10 % em peso de seu peso do pelo menos um composto ativo.

10 9. Um processo de acordo com qualquer uma das formas de realização 1 a 8, em que a mistura líquida compreende $\geq$ 0,5 % em peso de seu peso do pelo menos um monômero (met)acrílico.

10. Um processo de acordo com qualquer uma das formas de realização 1 a 9, em que a temperatura com que a mistura líquida deixa o trocador de calor indireto é de 50 a 350 °C.

15 11. Um processo de acordo com qualquer uma das formas de realização 1 a 10, em que o trocador de calor indireto é um transferidor de calor de feixe de tubos.

12. Um processo de acordo com qualquer uma das formas de realização 1 a 11, em que o portador de calor fluido é vapor.

20 13. Um processo de acordo com qualquer uma das formas de realização 1 a 12, em que a mistura líquida foi retirada do fundo de uma coluna de separação compreendendo internos de separação, dentro dos quais, em um processo de separação térmica, pelo menos uma corrente compreendendo pelo menos um monômero (met)acrílico é alimentada e pelo
25 menos uma corrente que difere dela e compreende pelo menos um monômero (met)acrílico é extraída.

14. Um processo de acordo com a forma de realização 13, em que a mistura líquida, após deixar o trocador de calor indireto, é reciclada para dentro da coluna de separação.

15. Um processo de acordo com forma de realização 13 ou 14, em que a pelo menos uma corrente alimentada é o produto de fundo compreendendo ácido acrílico de uma condensação fracional da mistura de gás produto de uma oxidação parcial em fase gasosa heterogeneamente catalisada de um composto precursor C_3 em ácido acrílico em uma coluna de condensação, e o processo de separação térmica é a extração do ácido acrílico deste produto de fundo.

Exemplos e exemplos comparativos

Exemplo Comparativo 1

- 10 Uma mistura de gás produto compreendendo ácido acrílico foi extraída de uma oxidação parcial em fase gasosa catalisada heterogeneamente em de dois estágios de propileno em ácido acrílico e ácido acrílico puro foi obtido como descrito em DE-A 10332758 e WO 2004/035514 submetendo-o a uma condensação fracional e o ácido acrílico bruto extraído via uma
15 extração lateral foi processado ainda de acordo com os dois documentos supracitados. 2600 kg/h de líquido residual foram retirados do fundo da coluna de condensação e tinham o seguinte conteúdo e uma temperatura de 109,8 °C (referido a seguir como “líquido residual de condensação”):

	42,33 % em peso de	ácido acrílico,
20	0,21 % em peso de	ácido acético,
	0,88 % em peso de	água,
	97 ppm em peso de	ácido fórmico,
	9 ppm em peso de	formaldeído,
	0,01 % em peso de	acroleína
25	0,02 % em peso de	ácido propiônico,
	0,24 % em peso de	furfurais
	12 ppm em peso de	acrilato de alila,
	1 ppm em peso de	formiato de alila,
	0,26 ppm em peso de	benzaldeído

	6,27 ppm em peso de	anidrido maleico,	
	0,74 ppm em peso de	ácido benzóico,	
	0,96 ppm em peso de	anidrido ftálico,	
	20,22 % em peso de	ácido diacrílico	} aduto de Michael
5	24,14 % em peso de	ácido poli (> 2) acrílico	}
	0,20 % em peso de	fenotiazina,	
	0,66 % em peso de	monometil éter de hidroquinona (MEHQ),	
	2,84 % em peso de	outros constituintes de elevada ebulição, e	
	2 ppm em peso de	oxigênio molecular.	

10 Uma primeira parte de 1600 kg/h do líquido residual retirado acima mencionado foi alimentada dentro da parte inferior de uma coluna de extração (material de manufatura = DIN 1,4571 aço inoxidável), que consistia de 50 bandejas de duplo-fluxo (bandejas perfuradas de gotejamento) como

15 internos de separação. O diâmetro interno da coluna de extração sobre as bandejas de duplo fluxo era 2,4 m uniformes. As bandejas de duplo fluxo foram

20 arranjadas equidistantemente na coluna de extração com uma separação de 400 mm. Sua relação de orifício era 12% uniformes. Os diâmetros de furo (alguns dos orifícios de furo são cobertos para ajustamento a diferentes cargas

25 de coluna) das bandejas de duplo fluxo eram 14 mm uniformes (arranjo de furo correspondendo a um passo triangular rigoroso; a distância do centro do furo = 26 mm (bandejas de 1 a 4 do fundo), 25,5 mm (bandejas de 5 a 8 do fundo) e 25 mm (bandejas de 9 a 49 do fundo) e 25,5 mm (bandeja 50 do fundo)). A espessura das bandejas era em cada caso de 4 mm. As mais

inferior das bandejas de duplo fluxo foi engastada 7435 mm acima da extremidade inferior da coluna. A coluna de extração era isolada termicamente do ambiente. Acima da bandeja de duplo fluxo, uma bandeja de chaminé foi fixada como uma bandeja coletora. A borda superior da chaminé desta bandeja coletora era de 25 525 mm acima da extremidade da coluna inferior. As chaminés eram providas de teto e tinham um diâmetro interno de

316,7 mm e uma altura (calculada até a altura de transbordamento sem o topo) de 1030 mm. Seu número total era de 12 e elas eram distribuídas uniformemente sobre a bandeja de chaminé. A bandeja coletora foi configurada em forma de parede única com um gradiente descendente de 2° e com uma extração lateral e ponta de extração (DN ~ 200). A seção transversal de gás livre era de aproximadamente 30%. 4940 mm acima da borda superior da chaminé (calculada sem o topo), seis tubos foram introduzidos radialmente dentro da coluna através da parede de coluna, cujo diâmetro interno era de 82 mm e cuja espessura de parede era de 2,6 mm. Os pontos de introdução dos tubos foram distribuídos equidistantemente sobre a circunferência da coluna (ângulo incluído em dois tubos adjacentes = 60°).

Em uma distância de 500 mm da parede interna da coluna, cinco dos seis tubos foram curvados para baixo e terminados em um orifício de bico circular com um diâmetro interno de 2,5 polegadas (6,35 cm).

O sexto tubo tinha um comprimento de 800 mm estendendo-se da parede interna da coluna radialmente para dentro do interior da coluna. Em uma distância de 500 mm da parede interna da coluna, ele tinha um orifício de bico circular que apontava para baixo com um diâmetro interno de igualmente 2,5 polegadas (6,35 cm). No final do comprimento, este tubo tinha um orifício de bico circular adicional com um diâmetro interno de 1 ¼ polegadas (3,175 cm). O feixe central do cone de pulverização acompanhante tinha um componente vetor dirigido para cima e incluía um ângulo de 15° com a vertical para a seção transversal da coluna. Os seis tubos foram supridos com o líquido para o esfriamento direto do gás compreendendo ácido acrílico extraído livre, que fluiu através da bandeja de chaminé, via uma linha de anel que foi fixada do lado de fora da coluna e a que os seis tubos eram fixados e este líquido foi pulverizado dentro do interior da coluna. O esfriamento direto formou condensado que consiste predominantemente de ácido acrílico e foi coletado na bandeja primária. O comprimento da coluna de extração no total

(de sua extremidade inferior até sua saída de gás superior) era de 35 260 mm.

A alimentação de 1600 kg/h de líquido residual retirado da coluna de condensação era na oitava (8o.) bandeja de duplo fluxo da base.

569 979 kg/h de líquido residual, cuja temperatura era de 160 °C, foram retirados do fundo da coluna de extração e tinham o seguinte conteúdo (referidos a seguir como “líquido residual de extração”):

	1,38 % em peso de	ácido acrílico,	
	0,02 % em peso de	ácido acético,	
	0,18 % em peso de	água,	
10	9 ppm em peso de	ácido fórmico,	
	50 ppm em peso de	acroleína	
	15 ppm em peso de	ácido propiônico,	
	0,90 % em peso de	furfurais	
	0 ppm em peso de	acrilato de alila,	
15	1 ppm em peso de	formiato de alila,	
	1,13 ppm em peso de	benzaldeído	
	27,92 % % em peso de	anidrido maleico,	
	3,37 % em peso de	ácido benzóico,	
	4,40 % em peso de	anidrido ftálico,	
20	26,87 % em peso de	ácido diacrílico	}aduto de Michael
	16,99 % em peso de	ácido poli (> 2) acrílico	}
	0,92 % em peso de	fenotiazina,	
	2,99 % em peso de	MEHQ,	
	12,91 % em peso de	outros constituintes de elevada ebulição, e	
25	1 ppm em peso de	oxigênio molecular.	

Por meio de uma bomba com selagem de anel de deslizamento de dupla ação, de acordo com DE-A 10228859, empregando uma mistura de água/glicol como o fluido de trabalho), o líquido residual de extração retirado foi bombeado para dentro de um transferidor de calor de feixe de tubos de três

fluxos, através de cujos tubos ele escoou (lado secundário). O diâmetro do tubo externo era de 38 mm; a espessura da parede dos tubos era de 2 mm. O comprimento dos tubos era de 4800 mm e o número total de tubos era de 234 (em cada caso 78 tubos para uma direção de fluxo). O passo do tubo era de 48 mm (passo 30°). O espaço cilíndrico circundando os tubos do transferidor de calor (lado primário) foi dividido em 10 seções longitudinais (segmentos) por 9 discos defletores (espessura do disco: em cada caso 5 mm) engastados entre as placas de tubo (em que os tubos do trocador foram presos). Todos os 9 discos defletores eram em princípio circulares. O diâmetro do círculo era de 859 mm. Em cada um dos discos defletores circulares, entretanto, um segmento de círculo conformado em meia-lua tinha sido recortado, cuja área de superfície era de 35,8% da área total, a fim de formar uma correspondente passagem para o vapor, e estas passagens foram fixadas em sucessão alternada e oposta (por outro lado, as placas defletoras foram presas com selagem na parede do vaso; Onde tubos do transferidor de calor se encontravam as placas defletoras eram correspondentemente furos de perfuração nas placas defletoras). 1600 kg/h de vapor, cuja temperatura na entrada era de 212°C e cuja pressão de entrada era de 20 bar foram alimentadas ao espaço circundando os tubos do transferidor de calor. A entrada de vapor e líquido residual de extração para o transferidor de calor de feixe de tubos de três fluxos eram no mesmo lado de transferência de calor.

Somente 569 408 kg/h do líquido residual de extração aquecido, que flui para fora do transferidor de calor de feixe de tubos de três fluxos com uma temperatura de 165 °C, foram reciclados para dentro da coluna de extração. Os outros seus 570,9 kg/h foram desgaseificados e remetidos para incineração residual diluídos com 79,1 kg/h de metanol. Entre a saída do líquido residual de extração aquecido do transferidor de calor de feixe de tubos de três fluxos e do ponto de reentrada do líquido residual aquecido para dentro da coluna de extração, uma placa perfurada foi fixada.

Isto assegurou uma pressão de trabalho de 3 bar a montante da placa perfurada na direção do fluxo, enquanto a pressão de trabalho dentro das colunas de extração imediatamente acima do nível do líquido residual era de 1,75 bar. A reentrada do líquido residual de extração aquecido foi projetada como um duplo tubo coaxial estabelecido dentro do centro da seção transversal da coluna de extração, onde ele apontava curvando-se para baixo em direção ao nível do líquido residual e terminava logo acima da superfície. O líquido residual superaquecido foi conduzido dentro do anel externo do duplo tubo coaxial; no centro do duplo tubo coaxial, o gás de extração foi simultaneamente introduzido com medição. Este era gás residual retirado do topo da coluna de condensação, que tinha sido comprimida (junto com o gás de ciclagem) a uma pressão de trabalho de 2,9 bar (com o auxílio de um compressor radial de multiestágios) e tinha uma temperatura de 160 °C. Sua quantidade era de 28 869,9 kg/h. Ele tinha o seguinte conteúdo:

0,28	% em peso de	ácido acrílico
0,10	% em peso de	ácido acético
3,06	% em peso de	água
62	ppm em peso de	ácido fórmico
0,17	% em peso de	acroleína
3	ppm em peso de	ácido propiônico
2	ppm em peso de	furfurais
13	ppm em peso de	formiato de alila
4,72	% em peso de	oxigênio molecular
2,11	% em peso de	dióxido de carbono
0,69	% em peso de	monóxido de carbono
0,65	% em peso de	propano
0,32	% em peso de	propileno, e
87,90	% em peso de	nitrogênio molecular

15 147 877,1 kg/h de condensado foram retirados da bandeja de

coleta (bandeja de chaminé) e tinha uma temperatura de 65 °C.

A parte restante de 2600 kg/h de líquido residual de condensação retirada da coluna de condensação, que montava a 1000 kg/h, foi combinada com a quantidade supracitada de condensado retirado. 13 173,5 kg/h da mistura líquida resultante, que tinha uma temperatura ligeiramente acima de 65 °C, foram reciclados dentro da coluna de extração como líquido de refluxo, embaixo da bandeja de chaminé, porém em cima da bandeja de duplo fluxo mais superior.

Para fins de reciclagem, um tubo distribuidor, projetado como um círculo contínuo (fixado centrado e horizontalmente na coluna, isto é paralelo à seção transversal da coluna), foi disposto 770 mm acima da bandeja de duplo fluxo mais superior e o líquido refluxo foi alimentado nele. O diâmetro interno do círculo era de 1870 mm. O diâmetro externo do tubo era de 33,7 mm e o diâmetro interno do tubo era de 25 mm.

O tubo distribuidor projetado em forma circular tinha 21 orifícios de furo cujo diâmetro interno era de 5 mm. Cada segundo orifício era direcionado para o lado inferior da bandeja de chaminé, a fim de mantê-la úmida com líquido de refluxo. O jato central da metade superior dos orifícios apontava em um ângulo de 45° (em relação à vertical à seção transversal da coluna) metade abaixo para dentro do centro da coluna e metade abaixo para a parede da coluna.

Além disso, na circunferência do tubo distribuidor, em forma circular, três tubos de jato de precisão (comprimento = 200 mm, diâmetro externo = 6 mm, diâmetro interno = 4 mm) foram fixados em distribuição uniforme (incluindo um ângulo de 120°) e apontando radialmente para fora. A saída dos tubos de jato de precisão foi direcionada para válvulas de esfera através das quais o líquido de lavagem podia ser alimentado à coluna. O líquido de refluxo foi alimentado à parte de separação via os orifícios de furo e os tubos de jato.

Ele tinha o seguinte conteúdo:

89,25 % em peso de	ácido acrílico	
0,72 % em peso de	ácido acético	
5,43 % em peso de	água	
0,02 % em peso de	ácido fórmico	
0,04 % em peso de	acroleína	
0,03 % em peso de	ácido propiônico	
0,06 % em peso de	furfurais	
7 ppm em peso de	acrilato de alila	
23 ppm em peso de	formiato de alila	
0,03 % em peso de	benzaldeído	
0,63 % em peso de	anidrido maleico	
0,06 % em peso de	ácido benzóico	
0,07 % em peso de	anidrido ftálico	
1,54 % em peso de	ácido diacrílico	} Adutos de Michael
1,83 % em peso de	ácido poliacrílico	
0,02 % em peso de	Fenotiazina	
0,05 % em peso de	MEHQ	
0,21 % em peso de	outros constituintes de alta ebulição	
61 ppm em peso de	outros constituintes de elevada ebulição, e	
13 ppm em peso de	Oxigênio molecular	

Os 135.703,6 kg/h restantes da mistura líquida, tendo uma temperatura de 60 °C, foram conduzidos através de um trocador de calor em espiral esfriado (em contracorrente) com água (temperatura de entrada = 20 °C), que esfriou então a 32 °C. Para fins do esfriamento direto do gás exaurido de hidrogênio carregado de ácido acrílico, ascendendo na coluna através da bandeja de chaminé, a quantidade total da mistura líquida assim esfriada indiretamente é pulverizada para dentro da coluna de extração através do distribuidor de duplo anel descrito.

No topo da coluna, 30.899,0 kg/h de gás exaurido de hidrogênio carregado de ácido acrílico foram conduzidos para fora, tendo uma pressão de 1,6 bar e uma temperatura de 60 °C e o seguinte conteúdo:

6,72 % em peso de	ácido acrílico
0,11 % em peso de	ácido acético
2,93 % em peso de	água
66 ppm em peso de	ácido fórmico
1 ppm em peso de	formaldeído
0,16 % em peso de	acroleína
22 ppm em peso de	ácido propiônico
36 ppm em peso de	furfurais
1 ppm em peso de	acrilato de alila
12 ppm em peso de	formiato de alila
10 ppm em peso de	benzaldeído
0,01 % em peso de	anidrido maleico
4,41 % em peso de	oxigênio molecular
1,98 % em peso de	dióxido de carbono
0,65 % em peso de	monóxido de carbono
0,60 % em peso de	propano
0,29 % em peso de	propileno e
81,13 % em peso de	nitrogênio molecular

5 Ele foi reciclado em sua totalidade (não imerso) dentro da região de fundo da coluna de condensação.

Após um tempo operacional de 4 dias, a operação acima descrita teve que ser parada devido à extensão de incrustação que ocorreu dentro dos tubos do transferidor de calor de feixe de tubos, a fim de limpar os tubos do transferidor de calor, para livrá-los dos depósitos sólidos em sua superfície interna.

10

Exemplo Comparativo 2

O primeiro Exemplo Comparativo foi repetido, exceto que o líquido residual de extração, retirado da coluna de extração, compreendia, com base em seu peso, 1 % em peso de Komad[®] 313 da Mol (Hungria) adicionado.

5 Isto permitiu que o tempo operacional fosse prolongado para 13 dias.

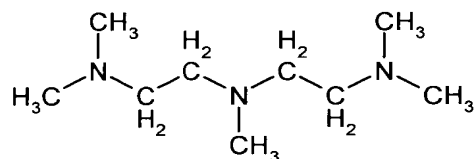
Exemplo comparativo 3

O primeiro exemplo comparativo é repetido, exceto que o líquido residual de extração, retirado da coluna de extração, compreendia, com base em seu peso, 1 % em peso de um polímero em bloco de óxido de propileno/óxido de etileno adicionado $[(EO)_x(PO)_{56}(EO)_y, X = y = 8]$, de acordo com EP-A 1 062 197.

Isto permite que o tempo operacional ser prolongado para 14 dias.

15 Exemplo 1

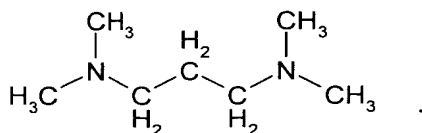
O primeiro exemplo comparativo é repetido, exceto que o líquido residual de extração, retirado da coluna de extração, compreende, com base em seu peso, 1 % em peso do composto ativo pentametildietilenotriamina adicionado:



20 Isto permite que o tempo operacional ser prolongado para 29 dias.

Exemplo 2

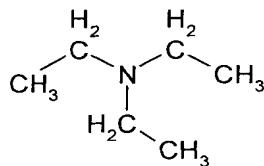
Como o primeiro exemplo, exceto que o composto ativo é N,N,N',N'-tetrametil-1,3-propanodiamina:



O tempo operacional pode ser prolongado para 29 dias.

Exemplo 3

Como o primeiro exemplo, exceto que o composto ativo é trietilamina:

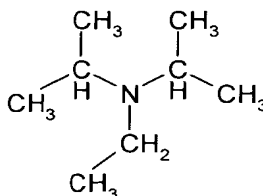


5

O tempo operacional pode ser prolongado para 28 dias.

Exemplo 4

Como o primeiro exemplo, exceto que o composto ativo é N-etil-N,N-diisopropilamina:

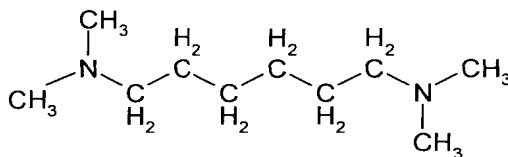


O tempo operacional pode ser prolongado para 28 dias.

10

Exemplo 5

Como o primeiro exemplo, exceto que o composto ativo é N,N,N',N'-tetrametilexanodiamina:

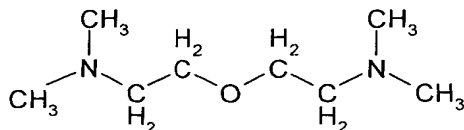


O tempo operacional pode ser prolongado para 27 dias.

Exemplo 6

15

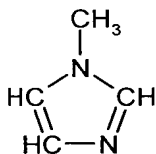
Como o primeiro exemplo, exceto que o composto ativo é bis(2-dimetilaminoetil) éter:



O tempo operacional pode ser prolongado para 27 dias.

Exemplo 7

Como o primeiro exemplo, exceto que o composto ativo é 1-metilimidazol:



O tempo operacional pode ser prolongado para 26 dias.

Exemplo 8

5 Como o primeiro exemplo, exceto que o composto ativo é N,N-dimetilciclo-hexilamina. O tempo operacional pode ser prolongado para 25 dias.

Exemplo 9

10 Como o primeiro exemplo, exceto que o composto ativo é acetato de tetrametilamônio. O tempo operacional pode ser prolongado para 29 dias.

Exemplo 10

15 Como o primeiro exemplo, exceto que o composto ativo é acrilato de 1-etil-3-metilimidazólio. O tempo operacional pode ser prolongado para 29 dias.

Exemplo 11

 Como o primeiro exemplo, exceto que o composto ativo é acetato de 1-etil-3-metilimidazólio. O tempo operacional pode ser prolongado para 29 dias.

20 Exemplo 12

 Como o primeiro exemplo, exceto que o composto ativo é acetato de 1-butil-3-metilimidazólio. O tempo operacional pode ser prolongado para 28 dias.

Exemplo 13

25 Como o primeiro exemplo, exceto que o composto ativo é hidróxido de tetrametilamônio. O tempo operacional pode ser prolongado para 28 dias.

Exemplo 14

Como o primeiro exemplo, exceto que o composto ativo é cloreto de tetrametilamônio. O tempo operacional pode ser prolongado para 27 dias.

5 Exemplo 15

Como o primeiro exemplo, exceto que o composto ativo é cloreto de 1-etil-3-metilimidazólio. O tempo operacional pode ser prolongado para 26 dias.

Exemplo 16

10 Como o primeiro exemplo, exceto que o líquido residual de extração também compreende 0,3 % em peso de Komad[®] além da pentametildietilenotriamina. Isto permite que o tempo operacional seja prolongado para 34 dias.

15 O procedimento inventivo assegura uma produção de espaço-tempo aumentada do ácido acrílico removido.

O Pedido de Patente Provisório US No. 60/871.529, depositado em 22-12-2006, é incorporado dentro do presente pedido de patente por referência de literatura. Com respeito aos ensinamentos acima mencionados, numerosas mudanças e desvios da presente invenção são
20 possíveis. Pode, portanto, ser adotado que a invenção, dentro do escopo das reivindicações anexas, pode ser realizada diferentemente da maneira descrita especificamente aqui.

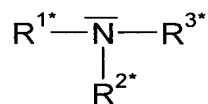
REIVINDICAÇÕES

1. Processo para transferir calor para uma mistura líquida compreendendo pelo menos um monômero (met)acrílico com o auxílio de um trocador de calor indireto, que é escoado através de seu lado primário por um portador de calor líquido e de seu lado secundário simultaneamente, pela mistura líquida compreendendo pelo menos um monômero (met)acrílico, caracterizado pelo fato de que a mistura líquida, compreende pelo menos um monômero (met)acrílico, que compreende pelo menos um composto ativo adicionado, exceto monômeros (met)acrílicos do grupo consistindo de aminas terciárias, os sais formados de uma amina terciária e um ácido Brønsted, e compostos de amônio quaternário, com a condição de que nenhum dos átomos de nitrogênio terciário e quaternário do pelo menos um composto ativo contenha um grupo fenila, porém pelo menos parte contenha pelo menos um grupo alquila.

2. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o pelo menos um monômero (met)acrílico ser ácido acrílico e/ou ácido metacrílico.

3. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o pelo menos um monômero (met)acrílico ser pelo menos um monômero do grupo consistindo de acrilato de hidroxietila, metacrilato de hidroxietila, acrilato de hidroxipropila, metacrilato de hidroxipropila, acrilato de glicidila, metacrilato de glicidila, acrilato de metila, metacrilato de metila, acrilato de n-butila, acrilato de isobutila, metacrilato de isobutila, metacrilato de n-butila, acrilato de terc-butila, metacrilato de terc-butila, acrilato de etila, metacrilato de etila, acrilato de 2-etilexila e metacrilato de 2-etilexila.

4. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de o pelo menos um composto ativo ser uma amina terciária de fórmula geral



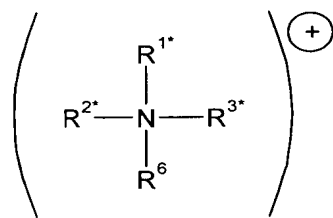
em que

R^{1*} , R^{2*} e R^{3*} são, cada um independentemente um grupo alquila que tem de 1 a 8 átomos de carbono, ou um grupo alquila que tem de 1 a 8 átomos de carbono e em que um ou mais átomos de hidrogênio são substituídos por pelo menos um dos grupos $-\text{OH}$, $-\text{NH}_2$, $-\text{NHCH}_3$ e $-\text{N}(\text{CH}_3)_2$ e/ou a cadeia de carbono é interrompida pelo menos uma vez por um átomo de oxigênio, ou um grupo cicloalquila que tem de 1 a 8 átomos de carbono e em que um ou mais átomos de hidrogênio são substituídos por pelo menos um dos grupos $-\text{OH}$, $-\text{NH}_2$, $-\text{NHCH}_3$ e $-\text{N}(\text{CH}_3)_2$ e/ou a cadeia de carbono cíclica é interrompida pelo menos uma vez por um átomo de oxigênio,

ou é o sal de tal amina terciária e um ácido Brønsted.

5. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de o pelo menos um composto ativo ser um derivativo de 1,3-diazol, que deriva dele pelo fato de o hidrogênio sobre o nitrogênio na posição-1 ter sido substituído por um grupo alquila R^4 , tendo de 1 a 8 átomos de carbono e/ou o nitrogênio do 1,3-diazol da posição-3 ter sido alquilado com um grupo alquila R^5 , tendo de 1 a 8 átomos de carbono.

6. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de o pelo menos um composto ativo ser o sal de um íon de amônio quaternário, em que o íon de amônio quaternário é um de fórmula geral



em que

R^{1*} , R^{2*} e R^{3*} são, cada um independentemente e

independentemente de R^6 , um grupo alquila que tem de 1 a 8 átomos de carbono ou um grupo alquila que tem de 1 a 8 átomos de carbono e em que um ou mais átomos de hidrogênio são substituídos por pelo menos um dos grupos $-OH$, $-NH_2$, $-NHCH_3$ e $-N(CH_3)_2$ e/ou a cadeia de carbono é interrompida pelo menos uma vez por um átomo de oxigênio, ou um grupo cicloalquila que tem de 1 a 8 átomos de carbono, ou um grupo cicloalquila que tem de 1 a 8 átomos de carbono e em que um ou mais átomos de hidrogênio são substituídos por pelo menos um dos grupos $-OH$, $-NH_2$, $-NHCH_3$ e $-N(CH_3)_2$ e/ou a cadeia de carbono cíclica é interrompida pelo menos uma vez por um átomo de oxigênio, e

R^6 independentemente de R^{1*} , R^{2*} e R^{3*} , é um grupo alquila tendo de 1 a 8 átomos de carbono.

7. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de a massa molar do pelo menos um composto ativo ser ≤ 600 g.

8. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de a mistura líquida compreender uma adição de 0,01 a 10 % em peso de seu peso do pelo menos um composto ativo.

9. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado pelo fato de a mistura líquida compreender $\geq 0,5$ % em peso de seu peso do pelo menos um monômero (met)acrílico.

10. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado pelo fato de a temperatura com que a mistura líquida deixa o trocador de calor indireto ser de 50 a 350 °C.

11. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizado pelo fato de o trocador de calor indireto ser um transferidor de calor de feixe de tubos.

12. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, caracterizado pelo fato de o portador de calor fluido ser vapor.

13. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, caracterizado pelo fato de a mistura líquida ter sido retirada do fundo de uma coluna de separação compreendendo internos de separação, dentro da qual, em um processo de separação térmica, pelo menos um corrente compreendendo pelo menos um monômero (met)acrílico é alimentada e pelo menos uma corrente que difere dela e compreende pelo menos um monômero (met)acrílico é retirado.

14. Processo de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de a mistura líquida, após deixar o trocador de calor indireto, ser reciclada para dentro da coluna de separação.

15. Processo de acordo com a reivindicação 13 ou 14, caracterizado pelo fato de a pelo menos uma corrente alimentada ser o produto de fundo compreendendo ácido acrílico de uma condensação fracional da mistura de gás produto de uma oxidação parcial em fase gasosa catalisada heterogeneamente de um composto precursor C_3 em ácido acrílico em uma coluna de condensação, e o processo de separação térmica ser a extração do ácido acrílico deste produto de fundo.

RESUMO**“PROCESSO PARA TRANSFERIR CALOR PARA UMA MISTURA LÍQUIDA”**

5 Um processo para transferir calor para uma mistura líquida, compreendendo pelo menos um monômero (met)acrílico em um trocador de calor indireto, em que um sal de amônio quaternário, uma amina terciária ou seu sal com um ácido Brønsted é adicionado à mistura líquida para reduzir incrustação.