

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

(21) **PI0806117-3 A2**

(22) Data de Depósito: 24/11/2008
(43) Data da Publicação: 21/09/2010
(RPI 2072)



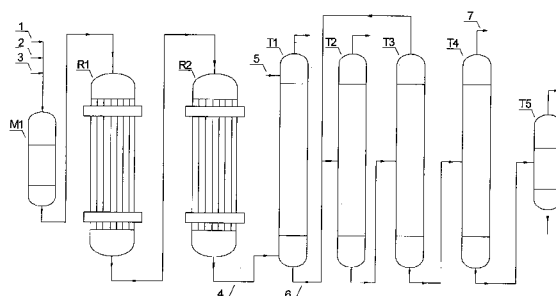
(51) *Int.Cl.*:
C07C 69/54
C07C 67/48
B01D 3/22

(54) Título: **MÉTODO E INSTALAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE (META) ACRILATO**

(73) Titular(es): SHANGHAI HUAYI ACRYLIC ACID CO LTD

(72) Inventor(es): CHUNLEI ZHANG, JIANXUE MA, JINGMING SHAO, YONG TANG

(57) Resumo: MÉTODO E INSTALAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE (META) ACRILATO. Um método de produção de metacrilato inclui as etapas de obtenção da mistura gasosa de metacrilato, absorção da referida mistura gasosa por água para formar uma mistura solução; introdução da referida mistura solução em uma coluna de destilação, separação de metacrilato impuro da referida mistura solução na referida coluna de destilação, sendo essa solução do referido metacrilato impuro coletada na referida seção de stripping da referida coluna de destilação; e remoção de ácido acético do referido metacrilato impuro para produzir metacrilato. O método reforça de forma eficaz a capacidade de separação da coluna de destilação, reduz a queda de pressão e a temperatura de operação, evita a tendência de polimerização do metacrilato sob alta temperatura, para fazer com que o teor de água da parte inferior da descarga diminua para 0,6%, o teor de ácido acético se reduza para abaixo de 2%, o teor de metil acrílico da fase de água da parte superior da coluna se reduza para 0,5%, desta forma reduzindo o consumo unitário dos produtos de metacrilato e melhorando a qualidade do produto.





MÉTODO E INSTALAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE (META) ACRILATO.

Antecedentes da Presente Invenção

Campo de Invenção

5 A presente invenção refere-se a um método de produção de (meta) acrilato, e particularmente a uma nova coluna de destilação para separar (meta) acrilato de solução de (meta) acrilato, no qual a seção de retificação da coluna de destilação usa placa de empacotamento estruturado na seção superior, e bandeja de empacotamento de co-fluxo a jato na seção inferior, as
10 bandejas de empacotamento de co-fluxo a jato tomando 20-80% do total das placas da seção de retificação. A seção de *stripping* usa bandeja de válvula com guia na seção superior e bandeja de peneira vertical na seção inferior; as bandejas de válvula com guia tomando 20-80% do total das placas da seção de *stripping*.

15 Descrição das Técnicas Relacionadas

É sabido que o método de produção de (meta) acrilato compreende a seleção de pelo menos um composto dentre os compostos C₃, como propano, propileno, álcool isopropílico, glicerol ou acroleína, ou dentre compostos C₄, como isobutano, isobutileno, tert-butanol ou metilpropenal,
20 como matérias-primas para oxidação catalítica de mistura gasosa contendo (meta) acrilato. A mistura gasosa contém matérias-primas não reagidas como propano, propileno, isobutano e isobutileno, e as impurezas subprodutos da reação como (meta) acroleína, ácido fórmico, ácido acético, formaldeído, acetaldeído, ácidos maléico e propiônico e furfural. A mistura gasosa que
25 contém (meta) acrilato com matérias-primas não reagidas e impurezas subprodutos é habitualmente coletada como solução de (meta) acrilato por meio do contato com o solvente de absorção, e o solvente é isolado através de destilação, e então os componentes com ponto de ebulição baixo e ponto de ebulição alto são seletivamente separados, respectivamente. Finalmente, os
30 produtos (meta) acrilato são obtidos.

Há duas tecnologias na produção de acrilato por oxidação de propileno: uma tecnologia utiliza dois processos de oxidação para oxidar propileno para obter acroleína e oxidar acroleína para obter acrilato, os quais são executados em diferentes reatores, e sob diferentes condições de reação; a
5 outra tecnologia utiliza um processo de oxidação que oxida propileno para obter acrilato diretamente. Para ambas as tecnologias, os reatores são preenchidos com mistura de gás como catalistas do grupo Mo, mistura de gás contendo acrilato usando propileno e ar umidificante como gás de alimentação através de oxidação catalítica; A mistura de gás entra em contato
10 com água na coluna de absorção, formando solução aquosa de acrilato; a solução aquosa de acrilato é então incorporada a agente azeotrópico adequado para destilação azeotrópica na coluna de destilação, a mistura azeotrópica de água, ácido acético e agente azeotrópico é destilada a partir do alto da coluna de destilação azeotrópica, para remover a água e a maior parte do ácido
15 acético da solução aquosa de acrilato, e o acrilato é coletado na parte inferior da coluna de destilação.

Além destas, outras tecnologias de produção de acrilato também podem ser utilizadas, como a que usa propano em vez de propileno na oxidação catalítica na presença de catalista de óxido complexo do grupo Mo-
20 V-Te ou catalista de óxido complexo do grupo Mo-V-Te [sic]; e usando isobuteno ou tert-butanol em vez de propileno na oxidação catalítica na presença de catalista de óxido complexo do grupo Mo-Bi-Fe ou catalista de óxido complexo do grupo Mo-V-P.

(Meta) acrilato e seu éster é um composto de ligação dupla
25 insaturado, sua natureza química é muito ativa, e o vinil que ele contém é muito fácil de se auto-polimerizar ou de co-polimerizar com outros monômeros. A preocupação principal no projeto de um sistema de destilação de (meta) acrilato é evitar a auto-polimerização do (meta) acrilato, porque a polimerização ocorre muito rapidamente e gera muito calor, e uma vez
30 ocorrendo é muito difícil de controlar. A temperatura é o fator mais comum

de ativação da reação de polimerização e, quanto mais alta, maior o volume de polímeros que será gerado. Portanto, controlar a operação de produção de destilação de (meta) acrilato a uma temperatura baixa é o fator mais importante.

5 (Meta) acrilato é muito fácil de polimerizar. Durante o processo de destilação acima mencionado, apesar de que a adição de inibidor à solução aquosa de (meta) acrilato pode inibir a polimerização, a solução ainda contém bipolímeros de (meta) acrilato e outros polímeros. Uma vez que esses polímeros são gerados em operação de destilação, uma coluna com
10 empacotamento comum não é adequada para o processo de destilação acima mencionado. Na tecnologia acima mencionada de acrilato cru e destilação de metacrilato cru, a coluna de destilação geralmente usa estrutura de bandeja de peneira com furos grandes sem anteparo. Devido à polimerização (meta) acrilato ocorrer na parte inferior da coluna e na seção de *stripping*, é adequado
15 para esta parte usar a bandeja de peneira de perfurações grandes, que é fácil de limpar. Mesmo usando bandeja de peneira de furos grandes na seção de retificação, que não é fácil de polimerizar, certamente afetará a eficiência de toda a coluna, o que reduzirá a capacidade de destilação da coluna.

Como na patente da China CN1266050, usa-se coluna de
20 desidratação para a destilação com desidratação da solução aquosa de (meta) acrilato. O mínimo ideal de 3 placas da coluna de destilação é usado como coluna de desidratação. Em detalhe, dentro da bandeja de peneira da coluna, placa de fluxo duplo, placa corrugada ou empacotamento metálico Intalox. Na parte inferior da coluna, a temperatura é de 83-92°C, o teor de ácido acético é
25 de 2,3% e o teor de água é de 0,6%. Como na patente da China CN1477092, o número total de placas na coluna de destilação com desidratação é 21. A seção de retificação da coluna usa bandejas de peneira perfuradas com 11 furos grandes com proporção de perfuração de 10-20%. A seção superior da seção de *stripping* usa 5 bandejas de empacotamento de co-fluxo a jato. O
30 teor de ácido acético na parte inferior da coluna é controlado abaixo de 2%. O

consumo de acrilato na parte superior da coluna é menor do que 1,5%. A queda de pressão na coluna inteira é mantida em cerca de 6 kPa. A temperatura da parte inferior da coluna é controlada abaixo de 82°C. O número de placas ideais da coluna inteira é 6. Usar estrutura de bandeja de peneira de furos grandes na seção de *stripping* é uma solução de compromisso, porque a alta concentração do acrilato facilita a polimerização. Ela reduz a velocidade de fluxo, limita tremendamente a capacidade de produção da coluna inteira; ao mesmo tempo, a queda de pressão da seção de *stripping* é relativamente grande. É difícil manter a temperatura de operação da caldeira da coluna em uma faixa mais baixa, e fundamentalmente não se pode resolver o problema da polimerização de acrilato na parte inferior da coluna. Como na patente da China CN1745055A, a solução aquosa da coluna de destilação de acrilato usa 30 bandejas perfuradas sem anteparo de placa corrugada e bandejas perfuradas de placa chata sem anteparo, arranjadas de uma forma tal que cada grupo tem 4 bandejas perfuradas sem anteparo de placa corrugada e 1 bandeja perfurada de placa chata sem anteparo, arranjadas na direção para cima. Os grupos de bandeja perfurada são arranjados na direção para cima. O número de placas ideais é 9. A queda de pressão da coluna inteira é de 6,5 kPa. A temperatura da parte inferior é controlada abaixo de 82°C. O teor de ácido acético na parte inferior da coluna é 2,3%. O teor de água é 0,6%. O ciclo de operação é de 90 dias.

Objetivos da invenção

Para evitar as desvantagens das invenções acima mencionadas, a presente invenção proporciona uma nova coluna de destilação para separar (meta) acrilato da solução aquosa de (meta) acrilato. A seção de retificação da coluna de destilação usa bandeja de empacotamento estruturado e/ou bandeja de empacotamento de co-fluxo a jato, e a seção de *stripping* usa bandeja de válvula com guia e/ou bandeja de peneira vertical. A estrutura da coluna de destilação melhora eficazmente a capacidade de separação, reduz a queda de pressão da coluna inteira e a temperatura de operação, e em consequência

reduz o consumo unitário de produtos de (meta) acrilato, melhora a qualidade do produto, mantém alta de forma estável a taxa de recuperação de (meta) acrilato e mantém a coluna de destilação trabalhando de forma contínua e estável em longo prazo.

- 5 Esses e outros objetivos, características e vantagens da presente invenção se tornarão claros com a descrição detalhada que se segue, os desenhos que a acompanham e as reivindicações anexas.

Breve Descrição dos Desenhos

- 10 A FIG. 1 é o fluxograma da produção de acrilato, no qual (M1) refere-se ao misturador; (R1) refere-se ao primeiro reator de oxidação; (T1) refere-se ao absorvedor; (T2) refere-se ao desidratador de destilação azeotrópica; (T3) refere-se ao *stripper* de ácido acético; (T4) refere-se à torre de produto acrilato; (T5) refere-se ao reator de craqueamento; (1) refere-se a ar; (2) refere-se a vapor; (3) refere-se a propileno; (4) refere-se à mistura
15 gasosa de reação de oxidação; (5) refere-se a água; (6) refere-se à solução aquosa de acrilato e (7) refere-se a produtos acrilato.

 A FIG. 2 ilustra a configuração estrutural da bandeja de peneira vertical.

- 20 A FIG. 3 ilustra a configuração estrutural da bandeja de empacotamento de co-fluxo a jato.

 A FIG. 4 é a vista em perspectiva da bandeja da válvula com guia.

- A FIG. 5 ilustra a estrutura da torre de destilação, na qual 1 refere-se à seção superior da seção de retificação (empacotamento estruturado); (2) refere-se à seção inferior da seção de retificação (bandeja de empacotamento
25 de co-fluxo a jato); (3) refere-se à alimentação; (4) refere-se à seção superior da seção de *stripping* (bandeja da válvula com guia); e (5) refere-se à seção inferior da seção de *stripping* (bandeja de peneira vertical).

Descrição detalhada da configuração preferida

- 30 A presente invenção, com a premissa de não comprometer o efeito da presente invenção, inclui todos os métodos e processos relacionados.

Alguns dos processos comuns de produção de (meta) acrilato podem ser ilustrados, em referência à Fig. 1; um exemplo de acrilato é:

Propano, propileno ou acroleína são misturados com ar umidificado no misturador (M1), e é executada a reação de oxidação catalítica no primeiro reator de oxidação (R1) e no segundo reator de oxidação (R2). O acrilato produzido, contendo mistura gasosa, entra no absorvedor (T1), que usa água ou água reciclada para absorver a mistura gasosa contendo acrilato e gerar solução aquosa de acrilato. Alimenta-se a solução aquosa de acrilato, que contém acrilato, ácido acético e uma pequena quantidade de ácido fórmico e formaldeído continuamente em um desidratador de destilação azeotrópica (T2). Usa-se solvente azeotrópico como tolueno e hidrocarbonetos aromáticos halogenados para destilar a água, parte do ácido acético da solução aquosa de acrilato; após ser ainda estratificado pelo condensado na parte superior da coluna, a fase tolueno retorna à coluna de destilação como refluxo, a fase água é removida e parte da água é usada como absorvente no absorvedor do gás de reação de acrilato, e o ácido acético restante é removido do acrilato cru na parte inferior da coluna pelo *stripper* de ácido acético (T3). O líquido do fundo entra na coluna de produto acrilato (T4). O produto acrilato é recebido por separação de refinamento. Alimentar os polímeros de acrilato e os componentes pesados de ponto de ebulição alto que contêm o inibidor, gerados por outras unidades como materiais crus, no reator de craqueamento (T5) para recuperação de produtos valiosos.

O método comum de produção de (meta) acrilato também compreende unidades de operação como: unidade de oxidação para propano, propileno ou oxidação catalítica de acroleína para gerar mistura gasosa contendo acrilato; unidade de absorção que usa água ou água reciclada para absorver a mistura gasosa contendo acrilato para gerar solução aquosa de acrilato. Uma unidade de extração contém uma solução de extração como tolueno e éster de ácido acético para extrair acrilato da solução aquosa de acrilato. Uma unidade de recuperação é disposta para destilação de acrilato da

solução de extração. Uma unidade de purificação é disposta para destilação de produto acrilato. Uma unidade de craqueamento de componentes pesados usa polímeros de acrilato e os componentes pesados de alto ponto de ebulição contendo inibidor, gerados por outras unidades como materiais crus, no reator de craqueamento para recuperação de produtos valiosos.

Além disso, durante o processo de produção de (meta) acrilato, para inibir a formação de polímeros de (meta) acrilato como dímeros, trímeros e polímeros quádruplos, habitualmente usa-se um inibidor. O inibidor pode ser, por exemplo, compostos fenólicos, de ditiocarbamato de cobre, compostos de fenotiazina e acrilato de cobre. Os compostos de ditiocarbamatos de cobre incluem: dialquilditiocarbamato, como dimetilditiocarbamato de cobre, dietilditiocarbamato de cobre, dipropilditiocarbamato de cobre, dibutilditiocarbamato de cobre; alquilidenoditiocarbamato de cobre cíclico como etilidenoditiocarbamato de cobre, tetrametilenoditiocarbamato de cobre, pentametilenoditiocarbamato de cobre, hexametilenoditiocarbamato de cobre; oxidi alquilidenoditiocarbamato de cobre cíclico como oxidietilidenoditiocarbamato. Os compostos fenólicos incluem hidroquinona, metilidroquina, pirocatecol, resorcinol, fenol, cresol ou hidroquinona monometil éter, etc. Compostos de fenotiazina incluem fenotiazina, di-(α -metil-benzil) fenotiazina, 3,7-di-fenotiazina, di-(α -dimetil-benzil) fenotiazina, etc.

Com referência à Fig. 5, no processo de destilação, a seção de retificação da coluna de destilação usa bandeja de empacotamento estruturado na seção superior e bandeja de empacotamento de co-fluxo a jato na seção inferior. A seção de *stripping* usa bandeja de válvula com guia na seção superior e bandeja de peneira vertical na seção inferior. Devido à diferença de condições como as propriedades do meio de separação, a proporção de cada tipo de partes internas da coluna pode ser ajustada adequadamente. As bandejas de empacotamento de co-fluxo a jato tomam 20-80% do total de placas da seção de retificação, e as bandejas de válvula com guia tomam 20-

80% do total de placas da seção de *stripping*.

A bandeja de empacotamento estruturado usada na seção superior da seção de retificação pode ser empacotamento cerâmico corrugado, empacotamento de malha metálica, empacotamento cerâmico estruturado ou
5 placa de onda grande metálica, o uso ótimo sendo o do empacotamento cerâmico corrugado. De acordo com as características de movimento do gás em um canal de fluxo estruturado, o empacotamento tem várias áreas de pulsação; na área de pulsação, a direção ascendente do fluxo de ar é alterada de ascendente inclinada para cima para ascendente vertical, a resistência cai
10 subitamente e então a direção ascendente se altera gradualmente para inclinada para cima novamente, a resistência alterando-se de grande para pequena, e então a forma de pequena a grande gera um movimento pulsante das duas fases vapor-líquido. Os vários pulsos de vapor-líquido no empacotamento podem fortalecer a turbulência do vapor-líquido, melhorando
15 significativamente a eficiência de separação e reduzindo a resistência.

Com referência à Fig. 2, a bandeja de peneira tem muitas estruturas. Ela tem furos grandes (como redondos, quadrados, retangulares), acima dos furos estão instaladas várias tampas de bolha correspondentes, e tubo de queda. Sobre as bandejas comuns, o fluxo do vapor líquido está em
20 estado de bolha, e entra em contato em fluxo cruzado. Nas bandejas novas, o contato do fluxo do vapor-líquido está em estado de injeção, como ilustra a Fig. 2. O líquido da bandeja superior flui para fora do tubo de queda, passa horizontalmente através das fileiras de tampas de bolha, flui para as tampas de bolha através do intervalo inferior. O vapor da bandeja inferior sobe da
25 bandeja perfurada e forma bolhas no líquido, o fluxo do vapor e a membrana do líquido intercambiam momento nas tampas de bolha, a bolha líquida é fragmentada em gotas e espumas. Nas tampas de bolha, as fases vapor-líquido estão em estado turbulento e executam intercâmbio intenso de calor e de massa, e então as duas fases são injetadas horizontalmente dos pequenos furos
30 da parede da tampa de bolha. A fase vapor e as gotas de líquido ficam rolando

no espaço entre as bandejas e então se separam. A fase vapor sobe para a bandeja de nível superior. Algumas das pequenas gotas de líquido injetadas das tampas de bolha combinam com outras gotas pequenas e se tornam maiores, e caem sobre a bandeja na forma de gotas grandes de líquido.

5 algumas são absorvidas nas tampas de bolha, aglutinando-se e se fragmentando novamente, outras fluem para a fileira seguinte de tampas de bolha com o líquido sobre a bandeja ou fluem para fora em torno das tampas de bolha e para a bandeja de nível inferior através do tubo de queda.

Com referência à Fig. 3, a bandeja de co-fluxo a jato é a
10 combinação da bandeja de peneira vertical com a bandeja de empacotamento estruturado. O gás abaixo da bandeja passa através dos furos para o gás ascendente a uma certa velocidade. O líquido sobre a bandeja é extraído pelo tubo de extração e pelo intervalo entre as bandejas. O gás e o líquido passam
15 juntos através do tubo de fluxo para cima, misturam-se e trocam massa por meio de turbulência intensa, e então fluem o gás e o líquido para os materiais de alimentação para reforçar ainda mais a troca de massa, e terminar a separação gás-líquido. O gás sobe para a bandeja superior por diferença de pressão. O líquido geralmente cai para cima da bandeja na forma de líquido claro, e flui para a bandeja inferior através do tubo de queda. Este processo
20 ocorre em cada bandeja, o vapor-líquido está em condições de contracorrente geral ao longo de toda a seção de retificação, e a operação de co-fluxo em multiestágio é realizada.

A bandeja de válvula com guia (com referência à Fig. 4) conserva a vantagem das bandejas de válvulas comuns, como alta flexibilidade
25 operacional, boas condições de contato vapor-líquido, alta eficiência de troca de massa; ao mesmo tempo, ela supera as desvantagens, como grande gradiente da superfície do líquido, grande quantidade de remistura do líquido sobre a bandeja, região de estagnação na área em arco nos lados da bandeja, a válvula se desgasta facilmente e tem que ser removida, etc. Portanto, a
30 bandeja de válvula com guia é diferente da bandeja de válvula comum em

estrutura. Em primeiro lugar, há furos de guia com tamanho adequado na válvula, a abertura dos furos de guia tem a mesma direção do fluxo de líquido. Usar a quantidade de fluxo de gás limitada da válvula com guia para mover o líquido pode reduzir o gradiente da superfície do líquido. Em segundo lugar, as válvulas comuns são redondas, o vapor-líquido flui radialmente e causa remistura significativa do líquido, a qual reduz a eficiência da bandeja. A bandeja de válvula com guia é retangular, apresentando pernas de válvula nos dois lados. O gás flui dos dois lados em vez de radialmente, e perpendicularmente ao fluxo de líquido, o que reduz tremendamente a remistura. Em terceiro lugar, no caso da bandeja de bolha comum, o líquido flui circularmente na área em arco dos dois lados da bandeja; é chamada de região de estagnação do líquido. Devido à região de estagnação do líquido, o gás nessa área é como uma linha lateral, raramente tem troca de massa, e como resultado a eficiência da bandeja é reduzida. Devido à bandeja de válvula com guia ter um ou dois furos de guia sobre a válvula, o arranjo adequado da válvula pode eliminar a região de estagnação. Uma vez que o percurso na região de estagnação é longo, algumas das válvulas desta região têm dois furos de guia para acelerar o fluxo e equalizar o fluxo de líquido sobre a bandeja. Além disso, a estrutura da válvula com guia é confiável, não se desgasta facilmente e tem que ser removida, e é segura para operar. Desta forma, a bandeja de válvula com guia tem as vantagens da bandeja de válvula comum, supera as suas desvantagens, tem boas propriedades de mecânica dos fluidos e de transferência de massa.

A presente invenção proporciona um método de produção de (meta) acrilato destilando (meta) acrilato de uma solução aquosa de (meta) acrilato que está configurado da seguinte forma: o número de bandejas ideais é no mínimo 3, incluindo a seção de retificação e a seção de *stripping*. A seção de retificação usa bandeja de empacotamento estruturado ou bandeja de co-fluxo a jato, ou usa bandeja de empacotamento estruturado na seção superior e usa bandeja de co-fluxo a jato na seção inferior. Os números de

bandejas de co-fluxo a jato e de bandejas de empacotamento estruturado guardam a relação de 4:1 a 1:4, a relação ótima sendo de 3:2 a 2:3. A bandeja de empacotamento estruturado usada na seção superior da seção de retificação pode ser de empacotamento cerâmico corrugado, painel metálico de onda grande, empacotamento de malha metálica ou empacotamento estruturado cerâmico. A seção de *stripping* usa bandeja de válvula com guia ou bandeja de peneira vertical, ou usa bandeja de válvula com guia na seção superior e bandeja de peneira vertical na seção inferior. O número de bandejas de válvula com guia e de bandejas de peneira vertical guardam a relação de 4:1 a 1:4, a relação ótima sendo de 3:2 a 2:3. A altura do anteparo da bandeja de co-fluxo a jato e da bandeja de peneira vertical é de 5-20 mm. A temperatura de operação da parte inferior da coluna é de 50-90°C, a ótima sendo de 70-85°C. A queda de pressão da coluna é de 2-10 kPa, a ótima sendo de 3-8 kPa.

Em uma configuração preferida da presente invenção, a seção de retificação da coluna de destilação de (meta) acrilato usa bandeja de empacotamento cerâmico corrugado estruturado, a seção de *stripping* usa bandeja de peneira vertical. Em comparação com uma coluna que usa o mesmo número de bandejas de peneira de furos grandes, sob as mesmas condições, o número de bandejas ideais aumenta em 150%. Em outra configuração preferida, a seção superior da seção de retificação ainda usa bandeja de empacotamento cerâmico corrugado estruturado, e a seção inferior da seção de retificação usa bandeja de empacotamento de co-fluxo a jato. A seção de *stripping* usa bandeja de válvula com guia na seção superior e bandeja de peneira vertical na seção inferior. Neste caso, comparando com uma coluna que usa o mesmo número de bandejas de peneira de furos grandes, sob as mesmas condições, o número de bandejas ideais aumenta em 120%.

Considerando que a polimerização ocorre com maior probabilidade na seção, na presente invenção a seção de *stripping* usa bandeja de válvula com guia na seção superior e bandeja de peneira vertical na seção

inferior. Esta estrutura não somente tem velocidade de fluxo relativamente maior e maior eficiência de bandeja, mas também é de fácil limpeza. Ao mesmo tempo, aumentar de forma adequada a altura do anteparo da bandeja de peneira vertical e da bandeja de empacotamento de co-fluxo a jato reforça a espessura do líquido, promove o contato líquido-vapor e melhora a eficiência da separação. Abrir furos na parte superior da unidade de transferência de massa reduz a queda de pressão dentro da coluna; comparando com a bandeja de peneira de furos grades, a capacidade da coluna aumenta em cerca de 50%, o teor de (meta) acrilato na parte superior da coluna se reduz, assim como se reduz o consumo de materiais.

Configuração 1

A coluna de separação da solução aquosa de acrilato usa coluna de destilação por descompressão. A altura da coluna é 20.000 mm. O diâmetro da coluna é 1.500 mm. Nesta configuração, a seção de retificação da coluna usa empacotamento cerâmico corrugado com uma fração vazia de 75%, e a seção de *stripping* usa bandeja de peneira vertical. A parte superior da unidade de transferência de massa da bandeja de peneira vertical tem furos abertos, para reduzir a queda de pressão. A bandeja de peneira vertical desta configuração pode evitar que uma possível quantidade pequena de polímero bloqueie a bandeja. Mesmo que uma pequena quantidade de polímero seja produzida, ela também é fácil de limpar. A altura do anteparo é 10 mm.

É alimentada continuamente uma solução aquosa de acrilato contendo 45% (massa) de acrilato, 2% (massa) de ácido acético e uma quantidade pequena de ácido fórmico e formaldeído na coluna de separação da solução aquosa de acrilato, alimentada no meio da coluna, tolueno é usado como solvente azeotrópico para destilação azeotrópica por descompressão, hidroquinona e fenotiazina são adicionadas na parte superior da coluna como inibidoras. Durante a operação, a queda de pressão na coluna inteira é 4, 5 kPa. A temperatura de operação na parte inferior da coluna é 78°C. O teor de água em massa da parte inferior após a remoção da água e da maior parte do

acrilato é menor do que 0,3%. O teor de ácido acético em massa é menor do que 1,5%. O teor de acrilato em massa na fase de água da parte superior da coluna é menor do que 0,3%. O número de bandejas ideais na seção de *stripping* é 4. O número de bandejas ideais (bandejas teóricas) na seção de retificação é 10. O número de bandejas ideais da coluna inteira é 14.

Configuração 2

A coluna de separação da solução aquosa de acrilato usa coluna de destilação por descompressão. A altura da coluna é 20.000 mm. O diâmetro da coluna é 1.500 mm. Nesta configuração, a seção de retificação da coluna usa empacotamento cerâmico corrugado com uma fração vazia de 75%. A seção de *stripping* usa bandeja de válvula com guia. Para melhorar a transferência de massa líquido-vapor, a altura do anteparo da bandeja de válvula com guia é 10 mm. A bandeja de válvula com guia desta configuração pode evitar que uma possível quantidade pequena de polímero bloqueie a bandeja. Mesmo que uma pequena quantidade de polímero seja produzida, ela também é fácil de limpar.

É alimentada continuamente uma solução aquosa de acrilato contendo 45% (massa) de acrilato, 2% (massa) de ácido acético e uma quantidade pequena de ácido fórmico e formaldeído na coluna de separação da solução aquosa de acrilato, alimentada no meio da coluna, tolueno é usado como solvente azeotrópico para destilação azeotrópica por descompressão, hidroquinona e fenotiazina são adicionadas na parte superior da coluna como inibidoras. Durante a operação, a queda de pressão na coluna inteira é 4, 5 kPa. A temperatura de operação na parte inferior da coluna é 78°C. O teor de água em massa da parte inferior após a remoção da água e da maior parte do acrilato é menor do que 0,3%. O teor de ácido acético em massa é menor do que 1,5%. O teor de acrilato em massa na fase de água da parte superior da coluna é menor do que 0,3%. O número de bandejas ideais na seção de *stripping* é 6. O número de bandejas ideais na seção de retificação é 10. O número de bandejas ideais da coluna inteira é 16.

Configuração 3

A coluna de separação da solução aquosa de acrilato usa coluna de destilação por descompressão. A altura da coluna é 20.000 mm. O diâmetro da coluna é 1.500 mm. Nesta configuração, a seção superior da seção de retificação da coluna usa empacotamento cerâmico corrugado com uma fração vazia de 75%, a seção inferior usa bandeja de empacotamento de co-fluxo a jato, a seção de *stripping* usa bandeja de peneira vertical. A parte superior da unidade de transferência de massa da bandeja de peneira vertical tem furos abertos, para reduzir a queda de pressão. Para melhorar a transferência de massa líquido-vapor, a altura do anteparo da bandeja de válvula com guia é 15 mm. A bandeja de empacotamento de co-fluxo a jato desta configuração pode evitar que uma possível quantidade pequena de polímero bloqueie a bandeja. Mesmo que uma pequena quantidade de polímero seja produzida, ela também é fácil de limpar.

É alimentada continuamente uma solução aquosa de acrilato contendo 45% (massa) de acrilato, 2% (massa) de ácido acético e uma quantidade pequena de ácido fórmico e formaldeído na coluna de separação da solução aquosa de acrilato, alimentada no meio da coluna, tolueno é usado como solvente azeotrópico para destilação azeotrópica por descompressão, hidroquinona e fenotiazina são adicionadas na parte superior da coluna como inibidoras. Durante a operação, a queda de pressão na coluna inteira é 5, 5 kPa. A temperatura de operação na parte inferior da coluna é 80 °C. O teor de água em massa da parte inferior após a remoção da água e da maior parte do acrilato é menor do que 0,5%. O teor de ácido acético em massa é menor do que 2%. O teor de acrilato em massa na fase de água da parte superior da coluna é menor do que 0,6%. O número de bandejas ideais na seção de *stripping* é 4. O número de bandejas ideais na seção de retificação é 8. O número de bandejas ideais da coluna inteira é 12.

Configuração 4

A coluna de separação da solução aquosa de acrilato usa coluna de

destilação por descompressão. A altura da coluna é 20.000 mm. O diâmetro da coluna é 1.500 mm. Nesta configuração, a seção superior da seção de retificação da coluna usa empacotamento cerâmico corrugado com uma fração vazia de 75%, a seção inferior usa bandeja de empacotamento de co-fluxo a jato, a seção de *stripping* usa bandeja de válvula com guia. A parte superior da unidade de transferência de massa da bandeja de peneira vertical tem furos abertos, para reduzir a queda de pressão. Para melhorar a transferência de massa líquido-vapor, a altura do anteparo da bandeja de válvula com guia é 15 mm. A bandeja de empacotamento de co-fluxo a jato desta configuração pode evitar que uma possível quantidade pequena de polímero bloqueie a bandeja. Mesmo que uma pequena quantidade de polímero seja produzida, ela também é fácil de limpar.

É alimentada continuamente uma solução aquosa de acrilato contendo 45% (massa) de acrilato, 2% (massa) de ácido acético e uma quantidade pequena de ácido fórmico e formaldeído na coluna de separação da solução aquosa de acrilato, alimentada no meio da coluna, tolueno é usado como solvente azeotrópico para destilação azeotrópica por descompressão, hidroquinona e fenotiazina são adicionadas na parte superior da coluna como inibidoras. Durante a operação, a queda de pressão na coluna inteira é 5, 5 kPa. A temperatura de operação na parte inferior da coluna é 80°C. O teor de água em massa da parte inferior após a remoção da água e da maior parte do acrilato é menor do que 0,5%. O teor de ácido acético em massa é menor do que 2%. O teor de acrilato em massa na fase de água da parte superior da coluna é menor do que 0,6%. O número de bandejas ideais na seção de *stripping* é 6. O número de bandejas ideais na seção de retificação é 8. O número de bandejas ideais da coluna inteira é 14.

Configuração 5

A coluna de separação da solução aquosa de acrilato usa coluna de destilação por descompressão. A altura da coluna é 20.000 mm. O diâmetro da coluna é 1.500 mm. Nesta configuração, a seção superior da seção de

retificação da coluna usa empacotamento cerâmico corrugado com uma fração vazia de 75%, a seção inferior usa bandeja de empacotamento de co-fluxo a jato, a seção superior da seção de *stripping* usa bandeja de válvula com guia, a seção inferior usa bandeja de peneira vertical. A parte superior da unidade de transferência de massa da bandeja de peneira vertical tem furos abertos, para reduzir a queda de pressão. Para melhorar a transferência de massa líquido-vapor, a altura do anteparo da bandeja de válvula com guia é 15 mm. A bandeja de empacotamento de co-fluxo a jato, a bandeja de válvula com guia e a bandeja de peneira vertical desta configuração podem evitar que uma possível quantidade pequena de polímero bloqueie a bandeja. Mesmo que uma pequena quantidade de polímero seja produzida, ela também é fácil de limpar. A altura anteparo é 10 mm.

É alimentada continuamente uma solução aquosa de acrilato contendo 45% (massa) de acrilato, 2% (massa) de ácido acético e uma quantidade pequena de ácido fórmico e formaldeído na coluna de separação da solução aquosa de acrilato, alimentada no meio da coluna, tolueno é usado como solvente azeotrópico para destilação azeotrópica por descompressão, hidroquinona e fenotiazina são adicionadas na parte superior da coluna como inibidoras. Durante a operação, a queda de pressão na coluna inteira é 5 kPa. A temperatura de operação na parte inferior da coluna é 80°C. O teor de água em massa da parte inferior após a remoção da água e da maior parte do acrilato é menor do que 0,4%. O teor de ácido acético em massa é menor do que 1,8%. O teor de acrilato em massa na fase de água na parte superior da coluna é menor do que 0,5%. O número de bandejas ideais na seção de *stripping* é 5. O número de bandejas ideais na seção de retificação é 8. O número de bandejas ideais da coluna inteira é 13.

Configuração de Comparação 1

A coluna de separação da solução aquosa de acrilato usa coluna de destilação por descompressão. A altura da coluna é 20.000 mm. O diâmetro da coluna é 1.500 mm. Nesta configuração, a seção de retificação e a seção de

stripping usam bandejas de peneira perfuradas com furos grandes com proporção de perfuração de 10-20%.

É alimentada continuamente uma solução aquosa de acrilato contendo 45% (massa) de acrilato, 2% (massa) de ácido acético e uma quantidade pequena de ácido fórmico e formaldeído na coluna de separação da solução aquosa de acrilato, alimentada no meio da coluna, tolueno é usado como solvente azeotrópico para destilação azeotrópica por descompressão, hidroquinona e fenotiazina são adicionadas na parte superior da coluna como inibidoras. Durante a operação, se o teor de ácido acético na parte inferior da coluna é controlado abaixo de 2%, a queda de pressão na coluna inteira será 8 kPa. O consumo de acrilato na parte superior da coluna será maior do que 2%. A temperatura de operação na parte inferior da coluna será 88°C ou mais alta, o que será um grande problema para a estabilidade da operação. O número de bandejas ideais na seção de *stripping* e na seção de retificação é 2. O número de bandejas ideais na coluna inteira é 4. Obviamente, as bandejas tradicionais limitam seriamente a expansão da produção do equipamento de separação da solução aquosa de acrilato. É necessário usar uma nova estrutura composta da coluna.

Configuração de Comparação 2

A coluna de separação da solução aquosa de acrilato usa coluna de destilação por descompressão. A altura da coluna é 20.000 mm. O diâmetro da coluna é 1.500 mm. Nesta configuração, a seção superior da seção de retificação da coluna usa bandeja de empacotamento de co-fluxo a jato, a seção inferior usa bandeja de peneira vertical, a seção de *stripping* usa bandejas de peneira perfuradas com furos grandes com proporção de perfuração de 10-20%.

É alimentada continuamente uma solução aquosa de acrilato contendo 45% (massa) de acrilato, 2% (massa) de ácido acético e uma quantidade pequena de ácido fórmico e formaldeído na coluna de separação da solução aquosa de acrilato, alimentada no meio da coluna, tolueno é usado

como solvente azeotrópico para destilação azeotrópica por descompressão, hidroquinona e fenotiazina são adicionadas na parte superior da coluna como inibidoras. Durante a operação, o teor de ácido acético na parte inferior da coluna é controlado abaixo de 1,5%, o consumo de acrilato na parte superior da coluna é menor do que 1%. A queda de pressão na coluna inteira é mantida em torno de 6,5 kPa. A temperatura de operação na parte inferior da coluna é mantida em 83°C. O número de bandejas ideais na coluna inteira é 7.

Uma pessoa habilitada nessa área entenderá que a configuração da presente invenção mostrada nos desenhos e acima descrita serve apenas como exemplo, e não se destina a ser limitadora.

Percebe-se, desta forma, que os objetivos da presente invenção foram atingidos plenamente e de forma eficaz. As configurações foram mostradas e descritas para os fins de ilustração dos princípios funcionais e estruturais da presente invenção, e estão sujeitas a alteração sem se desviarem desses princípios. Portanto, esta invenção inclui todas as modificações compreendidas dentro do espírito e escopo das reivindicações que se seguem.

REIVINDICAÇÕES

1) **MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE (META) ACRILATO**, caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:

- (a) fornecer mistura gasosa de metacrilato por oxidação catalítica, na qual a referida mistura gasosa contém ar, vapor e um composto dentre composto C₃ e composto C₄, na qual os referidos compostos C₃ são selecionados do grupo que consiste em propano, propileno, álcool isopropílico, glicerol ou acroleína, na qual os referidos compostos de C₄ são selecionados do grupo que consiste em isobutano, isobutileno, tert-butanol ou metilpropenal;
- (b) absorver a referida mistura gasosa em água para formar uma mistura solução;
- (c) introduzir a referida mistura solução em uma coluna de destilação, na qual a coluna de destilação tem uma seção superior de retificação, uma seção inferior de *stripping* e várias bandejas espacejadas entre si, suportadas na referida seção de retificação e na referida seção de *stripping*, nas quais o número de bandejas ideais da referida coluna de destilação é no mínimo 3;
- (d) separar metacrilato impuro da referida mistura solução na referida coluna de destilação, sendo aquela solução do referido metacrilato impuro coletada na referida seção de *stripping* da referida coluna de destilação; e
- (e) remover ácido acético do referido metacrilato impuro para produzir metacrilato.

2) **MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE (META) ACRILATO**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de cada uma das referidas bandejas da referida seção de retificação da referida coluna de destilação ser uma dentre bandeja de empacotamento estruturado e bandeja de empacotamento de co-fluxo a jato.

3) **MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE (META) ACRILATO**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de as referidas bandejas da referida seção de retificação da referida coluna de destilação serem bandejas de empacotamento estruturado e bandejas de empacotamento de co-fluxo a

jato, no qual as referidas bandejas de empacotamento de co-fluxo a jato estão posicionadas abaixo das referidas bandejas de empacotamento estruturado.

4) **MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE (META) ACRILATO**, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de os números das referidas

5 bandejas de co-fluxo a jato e das referidas bandejas de empacotamento estruturado guardarem a relação de 4:1 a 1:4.

5) **MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE (META) ACRILATO**, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de os números das referidas bandejas de co-fluxo a jato e das referidas bandejas de empacotamento

10 estruturado guardarem a relação de 3:2 a 2:3.

6) **MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE (META) ACRILATO**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de cada uma das referidas bandejas da referida seção de *stripping* da referida coluna de destilação ser uma dentre a bandeja de válvula com guia e a bandeja de peneira vertical.

15 7) **MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE (META) ACRILATO**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de as referidas bandejas da referida seção de *stripping* da referida coluna de destilação serem bandejas de válvula com guia e bandejas de peneira vertical, como também as referidas bandejas de peneira vertical localizam-se abaixo das bandejas de válvula com

20 guia.

8) **MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE (META) ACRILATO**, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de as referidas bandejas da referida seção de *stripping* da referida coluna de destilação serem bandejas de válvula com guia e bandejas de peneira vertical, como também as referidas

25 bandejas de peneira vertical localizam-se abaixo das referidas bandejas de válvula com guia.

9) **MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE (META) ACRILATO**, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de o número das referidas bandejas de válvula com guia e das referidas bandejas de peneira vertical

30 guardam a relação de 4:1 a 1:4.

- 10) **MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE (META) ACRILATO**, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de o número das referidas bandejas de válvula com guia e das referidas bandejas de peneira vertical guardam a relação de 3:2 a 2:3.
- 5 11) **MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE (META) ACRILATO**, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de. O método mencionado na reivindicação 8, como também a altura do anteparo de cada uma das referidas bandejas de co-fluxo a jato e das referidas bandejas de peneira vertical é 5 a 20 mm.
- 10 12) **MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE (META) ACRILATO**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a temperatura de operação da parte inferior da referida coluna de destilação ser de 50 a 90°C, como também a queda de pressão na referida coluna de destilação é de 2 a 10 kPa.
- 13) **MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE (META) ACRILATO**, de acordo
15 com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de a temperatura de operação da parte inferior da referida coluna de destilação ser de 50 a 90°C, como também a queda de pressão na referida coluna de destilação é de 2 a 10 kPa.
- 14) **MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE (META) ACRILATO**, de acordo
20 com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a temperatura de operação da parte inferior da referida coluna de destilação é de 70 a 85°C, como também a queda de pressão na referida coluna de destilação é de 3 a 8 kPa.
- 15) **MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE (META) ACRILATO**, de acordo
25 com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de a temperatura de operação da parte inferior da referida coluna de destilação é de 70 a 85°C, como também a queda de pressão na referida coluna de destilação é de 3 a 8 kPa.
- 16) **INSTALAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE (META) ACRILATO**, obtido de acordo com o método descrito nas reivindicações de 1 a 15, caracterizada pelo fato de compreender:
- meios para produzir mistura gasosa de metacrilato por oxidação catalítica,
- 30 na qual a referida mistura gasosa contém ar, vapor e um composto dentre

composto C₃ e composto C₄, na qual os referidos compostos C₃ são selecionados do grupo que consiste em propano, propileno, álcool isopropílico, glicerol ou acroleína, na qual os referidos compostos de C₄ são selecionados do grupo que consiste em isobutano, isobutileno, tert-butanol ou metilpropenal;

- meios para a referida mistura gasosa formar uma mistura solução com água;
- uma coluna de destilação com uma seção superior de retificação, uma seção inferior de *stripping* e várias bandejas espacejadas entre si, suportadas pela referida seção de retificação e pela referida seção de *stripping*, na qual o número de bandejas teóricas da referida coluna de destilação é no mínimo 3, na qual o metacrilato impuro da referida mistura solução é separado na referida coluna de destilação, sendo que essa solução do referido metacrilato impuro é coletada na referida seção de *stripping* da referida coluna de destilação; e

- meios para remoção de ácido acético do referido metacrilato impuro, na qual metacrilato é produzido quando o referido ácido acético é removido.

17) INSTALAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE (META) ACRILATO, de acordo com a reivindicação 16, caracterizada pelo fato de as referidas bandejas da referida seção de retificação da referida coluna de destilação serem bandejas de empacotamento estruturado e bandejas de empacotamento de co-fluxo a jato, na qual as referidas bandejas de empacotamento de co-fluxo a jato localizam-se abaixo das referidas bandejas de empacotamento estruturado.

18) INSTALAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE (META) ACRILATO, de acordo com a reivindicação 17, caracterizada pelo fato de as referidas bandejas da referida seção de *stripping* da referida coluna de destilação serem bandejas de válvula com guia e bandejas de peneira vertical, na qual as referidas bandejas de peneira vertical localizam-se abaixo das referidas bandejas de válvula com guia.

19) INSTALAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE (META) ACRILATO, de

acordo com a reivindicação 18, caracterizada pelo fato de os números das referidas bandejas de co-fluxo a jato e das referidas bandejas de empacotamento estruturado guardam a proporção de 3:2 a 2:3, como também os números das referidas bandejas de válvula com guia e das referidas bandejas de peneira vertical guardam a proporção de 3:2 a 2:3.

20) **INSTALAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE (META) ACRILATO**, de acordo com a reivindicação 19, caracterizada pelo fato de a referida bandeja de empacotamento estruturado existente na referida seção de retificação ser uma dentre a bandeja de empacotamento cerâmico corrugado, painel metálico de onda larga, bandeja de empacotamento de malha metálica e bandeja de empacotamento estruturado cerâmico.

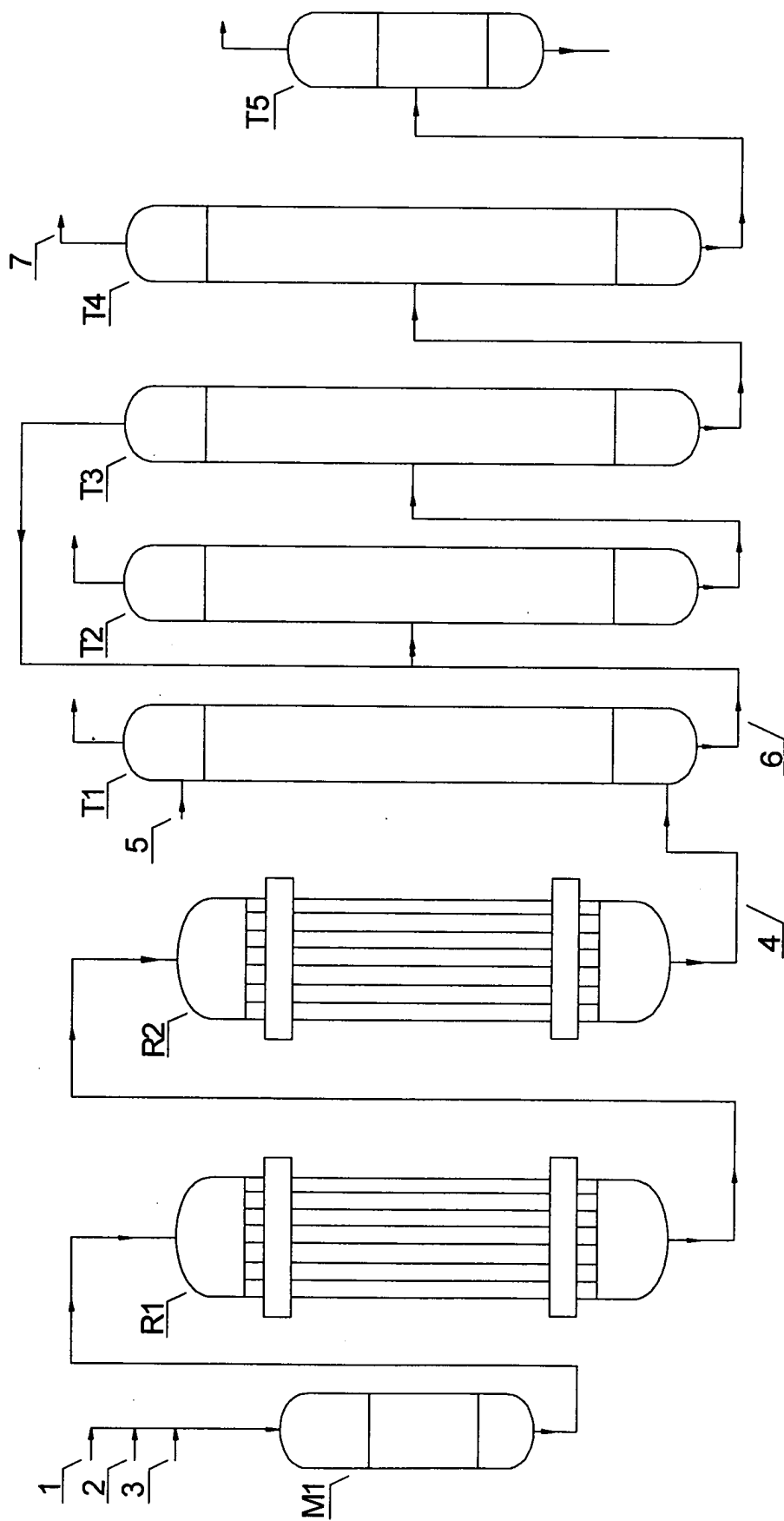


FIG. 1

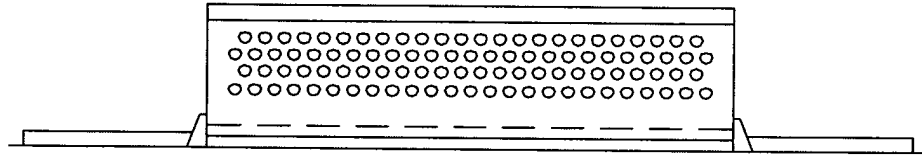


FIG. 2

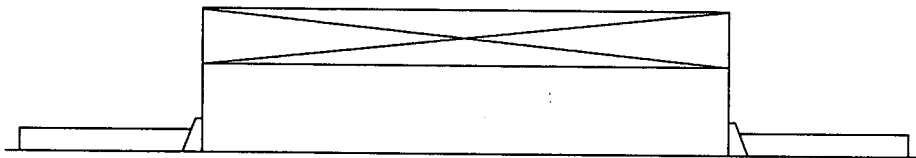


FIG. 3

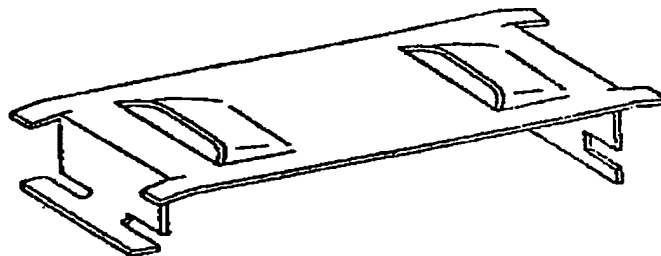


FIG. 4

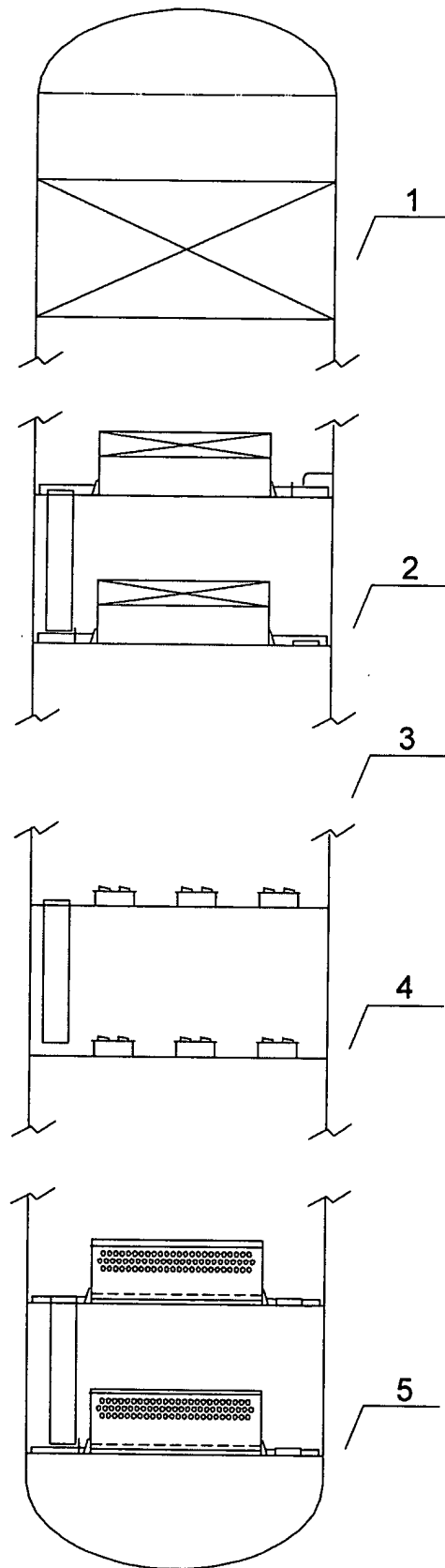


FIG. 5

P10806117-3

RESUMO

MÉTODO E INSTALAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE (META) ACRILATO.

Um método de produção de metacrilato inclui as etapas de obtenção da
5 mistura gasosa de metacrilato, absorção da referida mistura gasosa por água
para formar uma mistura solução; introdução da referida mistura solução em
uma coluna de destilação, separação de metacrilato impuro da referida
mistura solução na referida coluna de destilação, sendo essa solução do
referido metacrilato impuro coletada na referida seção de *stripping* da referida
10 coluna de destilação; e remoção de ácido acético do referido metacrilato
impuro para produzir metacrilato. O método reforça de forma eficaz a
capacidade de separação da coluna de destilação, reduz a queda de pressão e a
temperatura de operação, evita a tendência de polimerização do metacrilato
sob alta temperatura, para fazer com que o teor de água da parte inferior da
15 descarga diminua para 0,6%, o teor de ácido acético se reduza para abaixo de
2%, o teor de metil acrílico da fase de água da parte superior da coluna se
reduza para 0,5%, desta forma reduzindo o consumo unitário dos produtos de
metacrilato e melhorando a qualidade do produto.