



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0818375-9 B1



(22) Data do Depósito: 15/07/2008

(45) Data de Concessão: 30/04/2019

(54) Título: PROCESSO E DISPOSITIVO PARA A GERAÇÃO DE VÁCUO NA PRODUÇÃO DE POLIÉSTERES E COPOLIÉSTERES

(51) Int.Cl.: C08G 63/78.

(52) CPC: C08G 63/78; C08G 63/785; B01J 2219/00006.

(30) Prioridade Unionista: 23/10/2007 DE 10 2007 050 929.6.

(73) Titular(es): TECHNIP ZIMMER GMBH.

(72) Inventor(es): MICHAEL REISEN; GERALD KRIESCHE.

(86) Pedido PCT: PCT EP2008059227 de 15/07/2008

(87) Publicação PCT: WO 2009/053124 de 30/04/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 22/04/2010

(57) Resumo: PROCESSO E DISPOSITIVO PARA A GERAÇÃO DE VÁCUO NA PRODUÇÃO DE POLIÉSTERES E COPOLIÉSTERES A presente invenção refere-se a um processo e um dispositivo para a geração de vácuo na produção de poliésteres e copoliésteres, sendo que vapores não retificados de pelo menos um estágio de esterificação ou reesterificação de preferência são usados como gás propulsor em bombas a jato de gás para a geração do vácuo em um ou vários estágios de policondensação.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"PROCESSO E DISPOSITIVO PARA A GERAÇÃO DE VÁCUO NA PRODUÇÃO DE POLIÉSTERES E COPOLIÉSTERES"**.

A presente invenção refere-se a um processo para a produção
5 de poliésteres, especialmente de politereftalato de etileno (PET), polibutileno tereftalato (PBT), polietileno naftalato (PEN), e politrimetileno tereftalato (PTT), e copoliésteres, e a um dispositivo para a execução do processo. Em particular trata-se de uma configuração especial do dispositivo ou do processo respectivamente no tocante à diminuição da pressão ou a geração de
10 vácuo nos reatores usados ou estágios de pressão.

O estado da técnica

Processos e dispositivos de vários estágios para a produção de poliésteres e copoliésteres são conhecidos.

Um representante típico de tais dispositivos consiste essencial-
15 mente, por exemplo, de dois reatores de esterificação e de dois reatores de policondensação:

em um dispositivo de mistura são misturados um componente de ácido e um componente de álcool - no caso de PET, ácido tereftálico e glicol de etileno - a fim de em seguida serem levados a um primeiro reator de este-
20 rificação. Na produção de PET a reação acontece lá a mais ou menos 240 a 280°C e pressão elevada, e em seguida, em um segundo reator de esterificação que trabalha com pressão normal, é essencialmente terminada.

Os reatores de esterificação na maioria dos casos são conecta-
dos a uma coluna de retificação que tem a tarefa de separar os vapores que
25 aparecem em grandes quantidades, isto é, principalmente separar a água que surge durante a reação de componentes de monômeros arrastados - na produção de PET, especialmente glicol de etileno - a fim de poder retornar estes últimos novamente para a esterificação. A água em forma de gás, retirada em cima da coluna de retificação, é condensada e novamente retorna-
30 da parcialmente à coluna como refluxo.

O produto da reação de esterificação em seguido é submetido, para fins de mais oligomerização, a um ou vários passos de policondensa-

ção prévia. Desse modo, pode ser alcançada uma viscosidade suficientemente alta para a policondensação final, onde frequentemente é usado um reator de discos anelares. Nisso, as reações de condensação, isto é, a policondensação prévia e a policondensação ou condensação final ocorre sob
5 uma pressão reduzida ou um vácuo que precisa ser gerado por meio de grupos de vácuo.

Da patente europeia EP 02 44 546 B1 é conhecido um processo para a produção de poliésteres de alta densidade molecular, onde a esterificação ocorre em uma disposição de reatores de dois ou mais estágios, e a
10 policondensação em seguida sob vácuo em pelo menos um reator de vácuo. Nisso, o vapor de água obtido dos vapores de esterificação por meio de retificação é usado como corrente propulsor para grupos de vácuo a jato de vapor de um ou vários estágios, e também em forma líquida nos co-condensadores conectados em série depois das bombas aspirantes a jato
15 de vapor de água para a condensação de vapores de processo.

A desvantagem desse processo é que uma parte do diol contida nos vapores dos estágios de vácuo é aspirada pelos radiadores a vapor de água e se perde. Para agir contra isso em parte, a condensação prévia dos vapores precisa acontecer a temperaturas muito baixas. Isto causa uma pre-
20 cipitação maior de oligômeros que entopem as tubulações e o trocador de calor.

De acordo com o documento EP 06 85 502 B1, a geração do vácuo no reator de policondensação é feita por meio de bombas a jato de gás de glicol. A estas últimas são conectados em série co-condensadores de
25 glicol, sendo que as condições operacionais para estes são reguladas de tal modo que o glicol dos vapores condensa o mais completamente possível, ao passo que os subprodutos de reação de ebulição mais fácil inclusive a água permanecem na fase gasosa até onde possível e somente são precipitados em um último estágio de condensação. O glicol precipitado nos co-
30 condensadores, por um lado, depois da evaporação é usado nas bombas a jato de gás como agente de propulsão, e por outro lado, é usado como meio de condensação nos co-condensadores. O condensado do último estágio

pode novamente ser levado, sem outra purificação, ou depois de um beneficiamento destilativo, para o processo de produção de poliéster, fato este que impede que subproduto de reação demais se junta no circuito de glicol. A desvantagem desse processo é que para a geração do vapor de glicol necessário como agente propulsor para as bombas a jato de vapor precisa-se de energia.

No documento DE 101 27 147 também é descrito um processo para a produção de poliésteres e copoliésteres, sendo que o documento apenas se refere ao aprimoramento da parte do processo que se refere à esterificação. A particularidade está no fato de que com a pressão sucessivamente decrescente de estágio de reação para estágio de reação, os fluxos de vapores dos diversos estágios de esterificação são retificados juntos em uma coluna de separação. Uma vez que a pressão do último estágio de esterificação é menor do que a pressão da coluna de retificação, os vapores que saem dela precisam ser comprimidos para a pressão da coluna. Isto pode acontecer com a ajuda de compressor, soprador, ventilador ou sob aproveitamento de vapores não retificados de uma bomba a jato de vapor.

A tarefa:

A presente invenção tem a tarefa de simplificar os processos e dispositivos para a produção de poliésteres copoliésteres conhecidos de acordo com o estado da técnica, melhorá-los de acordo com pontos de vista econômicos ou ecológicos, alcançar uma flexibilização técnica do processo, em particular economizar energia.

De acordo com a presente invenção, a tarefa é solucionada por meio de um processo para a produção de poliésteres e/ou copoliésteres em vários estágios de processo, abrangendo um ou vários estágios de esterificação ou re-esterificação e um ou vários estágios de policondensação, sendo que o vapor não retificado de pelo menos um estágio de esterificação ou reesterificação é usado, pelo menos parcialmente, para a geração de pelo menos uma parte do vácuo para um ou vários dos estágios de policondensação subsequentes.

Em especial é importante, nesse contexto, o uso de vapores dos

estágios de esterificação. Mas também podem ser usados vapores de estágios de re-esterificação se sua aptidão até certo grau também depende do tipo das matérias de partida usadas e por conseguinte, da fração de matérias de ebulição fácil que são difíceis de serem condensados em um sistema de vácuo.

Para a esterificação ou a reesterificação são usados reatores ou estágios de pressão conhecidos, conectados em série sucessivamente, onde não é relevante se estes são dispostos em um único equipamento ou como unidades separadas.

"Estágios de policondensação" no contexto da geração de vácuo também podem ser estágios de policondensação prévia ou estágios de policondensação final. Porém, a princípio, as combinações das características do processo mencionadas ou as combinações das características do dispositivo mencionadas mais adiante, podem ser usadas em qualquer fase do processo de produção de poliéster para a geração de vácuo onde é preciso obter uma redução de pressão.

No presente processo, o poliéster ou o copoliéster a ser produzido preferencialmente é politereftalato de etileno (PET), tereftalato polibutileno (PBT), naftalato polietileno (PEN), e tereftalato politrimetileno (PTT), sendo que tanto os polímeros lineares como também os ramificados podem ser o objeto da presente invenção.

Faz parte do conhecimento de qualquer técnico no assunto que temperaturas e pressões nos diversos reatores na produção de polímeros ou copolímeros precisam ser diferentes em dependência do fato de se tratar de uma reação de esterificação ou reesterificação e dependendo do (co)poliéster a ser produzido.

Por exemplo, na produção de PBT todos os estágios de pressão normalmente são operados a baixa pressão, ao passo que no caso de PET e PTT o primeiro estágio de reação normalmente é operado com excesso de pressão etc. As pressões e temperaturas a serem usadas nos diversos reatores fazem parte do conhecimento do técnico da área e são detalhadamente descritas em livros técnicos, artigos especializados e patentes (veja, por

exemplo, Schumann, Heinz-Dieter: "Polyester producing plants: principles and technology"; Die Bibliothek der Technik; vol. 132; 1990).

De acordo com o poliéster a ser produzido, o termo "vapor não retificado" significa respectivamente uma outra mistura. Em geral, deverá
5 significar o vapor que surge no estágio de esterificação ou reesterificação antes de uma separação ou antes da decomposição em uma coluna de retificação.

Na maioria das vezes, em reações de esterificação ele contém, ao lado de subprodutos de reação, por um lado, uma alta fração de água, e
10 por outro lado, também uma grande quantidade do componente de álcool da reação de esterificação, sendo que o termo "componente de álcool" é o álcool bivalente usado na reação de esterificação como monômero. Este diol deve ser diferenciado do álcool normalmente monovalente, separado nas reações de reesterificação comuns.

Os vapores oriundos de reações de reesterificação, ao contrário daqueles de uma reação de esterificação, frequentemente consistem principalmente do componente de álcool usado como monômero e do álcool monovalente mencionado surgido durante a reação de reesterificação (por exemplo, metanol). Porém, sua composição depende do polímero a ser produzido e das matérias de partida usadas à medida que é do conhecimento do técnico.
15 20

A pressão no primeiro estágio de esterificação, na maioria dos processos de produção de poliéster fica entre 0 a 400 kPa(0 e 4 bar) de excesso de pressão. Os vapores não retificados, por conseguinte, são bem
25 apropriados para uma operação econômica de bombas a jato de gás, sendo que a pressão a ser usada do meio propulsor precisa ser ajustada ao tipo de construção do radiador a vapor, como o técnico no assunto muito bem sabe. De preferência, ela é de 50 a 300 kPa(0,5 a 3,0 bar), especialmente preferido, de 50 a 200 kPa(0,5 a 2,0 bar) de excesso de pressão.

No contexto da solução da tarefa acima descrita da presente invenção, também um dispositivo descrito a seguir, adaptado é importante para a execução do processo mencionado.
30

Em particular, é um dispositivo para a produção de poliésteres e/ou de copoliésteres, abrangendo um ou vários estágios de esterificação e/ou reesterificação, um ou vários dispositivos de separação conectados aos mesmos, e um ou vários estágios de policondensação, sendo que o dispositivo apresenta entre o estágio de esterificação e/ou reesterificação e o dispositivo de separação ligado a eles, aparelhagem para derivar pelo menos uma parte do vapor não retificado que sai dos estágios de esterificação e/ou reesterificação para o dispositivo de separação, que por sua vez são ligados a aparelhos para a geração do vácuo, conjugados a um ou a vários estágios de policondensação.

"Vapores não retificados que fluem para dentro do dispositivo de separação" significa não apenas vapor que flui passivamente, e sim também vapor ativamente transportado, por exemplo, bombeado.

O termo "dispositivo de separação" significa qualquer dispositivo que pode ser usado para a separação de vapor, de preferência, uma coluna de retificação, mas também, por exemplo, condensação parcial ou um outro processo de separação na base de destilação ou que usa forças centrífugas.

Os meios mencionados para a derivação do vapor, normalmente são uma ou várias ramificações simples de tubulações com ou sem uma ou várias válvulas de regulação de pressão.

Os aparelhos para a geração do vácuo, preferencialmente são grupos de vácuo que incluem bombas a jato de gás - de preferência, junto com condensadores.

Além disso, os meios para a derivação de vapor devem apresentar preferencialmente meios que o técnico conhece para controlar a quantidade de vapor derivada, de preferência, são meios para a regulação de pressão ou de quantidade.

A necessidade de tal controle resulta do fato de que a quantidade de vapor que surge durante a esterificação não é constante ao longo do tempo, e sim, pode variar. Em especial, por essa razão, no uso de bombas a jato de gás como meio gerador de vácuo, é importante a possibilidade de

manter constante a pressão dos vapores não retificados usados para a geração do vácuo.

Em virtude do fato de que o vapor ou uma parte dele não é separado em seus componentes diretamente em um dispositivo de separação, preferencialmente em uma coluna de retificação, e sim é derivado em forma não retificado, surge a possibilidade do uso de uma parte (significativamente maior) da quantidade de energia presente no vapor para a geração dos vácuos necessários nos diversos reatores. Primariamente são previstas bombas a jato de gás para a geração de vácuo onde o vapor pode ser usado como corrente propulsora.

O processo descrito acima é vantajoso especialmente na forma onde o vapor não retificado usado para a geração de pelo menos uma parte do vácuo é usado como gás propulsor em pelo menos duas bombas a jato de gás.

De acordo com isso é preferida uma realização do dispositivo acima mencionado onde os aparelhos para a derivação de vapores não retificados são ligados a dispositivos para a geração de vácuo que apresentam pelo menos duas bombas a jato de gás.

A vantagem no uso de bombas a jato de gás nesse contexto é sua construção simples, a confiabilidade inerente e um desgaste muito pequeno. Mas também é especialmente importante que o vapor da reação de esterificação ou da reação de reesterificação, devido à sua fase (gasosa) e temperatura, pode ser usado diretamente nessas bombas como portador de energia na forma de um meio propulsor. Além disso, bombas a jato de gás também são menos preocupantes do que outros tipos de bombas, por exemplo, aquelas operadas com eletricidade, quanto à segurança operacional na presença de substâncias inflamáveis.

Também é vantajoso no processo mencionado, gerar pelo menos uma parte do vácuo por meio de várias bombas a jato de gás conectadas uma atrás da outra sob o uso do vapor não retificado como agente propulsor.

As pressões decrescentes ou vácuos crescentes com a sequên-

cia de estágios de reação progressiva podem ser alcançadas por meio de um número adaptado às respectivas condições de pressão de bombas a jato de gás conectadas uma atrás da outra ou bombas a jato de gás de vários estágios. A pressão diferenciada nos reatores, isto é, por exemplo, a pressão no reator final que é menor em comparação com a condensação prévia, também exige soluções diferentes em relação à compressão necessária do respectivo vapor.

Portanto, de preferência, são usadas cascadas de jato de gás de um ou mais estágios adaptadas à respectiva pressão do reator para comprimir os diversos vapores para uma pressão uniforme e depois levá-los assim, por exemplo, a uma unidade de condensação conjunta.

Os processos mencionados são vantajosos especialmente quando o vapor não retificado usado para a geração de vácuo em seguida é conduzido para a coluna de separação.

Em geral, uma realização dos processos mencionados é importante, onde os vapores não retificados usados para a geração do vácuo - em geral junto com os vapores retirados por meio de bombeamento dos estágios de vácuo - em seguida, isto é, preferencialmente depois da passagem por bombas a jato de gás, são condensados pelo menos parcialmente ou pelo menos parcialmente levados até uma coluna de separação.

Se uma parte dos vapores não retificados mencionados usados para a geração de vácuo forem conduzidos a uma coluna de separação, então uma realização preferida significa que entre os meios para a geração do vácuo e a coluna de retificação seja previsto de preferência, pelo menos um condensador, preferencialmente um co-condensador ou um condensador de injeção, sendo que também podem ser outros condensadores ou também diversos outros condensadores. Como exemplo de um condensador alternativo é mencionado um radiador. Porém, uma entrada direta em uma coluna de separação não é excluída.

Se uma parte dos vapores mencionados não retificados, usados para a geração do vácuo, for levada a uma condensação, então as frações dos vapores condensados podem ser usadas, pelo menos parcialmente, de

preferência, depois da passagem por um dispositivo de refrigeração, novamente como meio de condensação em condensadores, preferencialmente co-condensadores. É vantajoso, extrair uma parte do vapor condensado, preferencialmente antes da entrada no dispositivo de refrigeração, e conduzir em forma líquida a uma coluna de separação, de preferência, à coluna de retificação mencionada, conectada a um ou vários reatores de esterificação.

No tocante à aparelhagem, prefere-se um dos dispositivos mencionados, onde a pelo menos uma parte das bombas a jato de gás é conectado em série pelo menos um condensador, e especialmente um dos dispositivos mencionados também é vantajoso quando aos aparelhos para a geração do vácuo for conectado em série pelo menos uma coluna de retificação.

Um processo como descrito de acordo com a presente invenção também é especialmente importante quando a pressão do vapor não retificado usado para a geração do vácuo é mantida aproximadamente constante.

Uma pressão constante do vapor não retificado usado para a geração de vácuo é desejável no uso do mesmo como meio de propulsão em bombas a jato de gás, pois somente com uma pressão prévia constante pode ser alcançado um rendimento de bombas a jato de gás constante.

A fim de se obter uma flexibilização do processo, a geração de vácuo pode ocorrer usando-se vapores não retificados pode ser complementado por um segundo sistema. Isto significa que um dos processos acima mencionados é vantajoso especialmente quando uma parte uma parte do vácuo necessário nos estágios do processo, de preferência, nos estágios de policondensação, especialmente preferido nos estágios de policondensação final for gerada por uma ou várias bombas a jato de gás que como gás propulsor usam um diol essencialmente limpo, sendo que se trata de um diol preferencialmente usado na reação de esterificação ou na reação de reesterificação como componente de álcool.

Surpreendentemente ficou evidente que tal processo não somente é muito flexível, por exemplo, no tocante à alteração de vazão e sob

uso de uma regulação de pressão, e sim, exceto isso, também do ponto de vista da energia, traz vantagens marcantes. Dessa forma, pode ser obtida uma economia de até 5% do calor de processo necessário em comparação com um sistema de jato de glicol puro, como é descrito no exemplo 2.

5 Nesse segundo sistema o diol é usado preferencialmente também como meio de condensação, por exemplo, em condensadores de pulverização.

Na produção de PET, o componente de álcool usado no segundo sistema acima mencionado operado com diol é etilenoglicol, isto é, no respectivo grupo de vácuo são usados bombas a jato de gás de etilenoglicol.

10 Trata-se, portanto, preferencialmente de um sistema de circulação, onde o componente de álcool é usado na forma aquecida como meio propulsor nas bombas a jato de gás, e na forma refrigerada, como meio de condensação em condensadores.

15 O componente de álcool usado como meio propulsor mistura-se nas bombas a jato de gás do segundo sistema com os vapores bombeados dos reatores de vácuo, depois é precipitado preferencialmente nos condensadores também operados com o componente de álcool, em seguida é esfriado e fim de servir novamente como meio de condensação.

20 As frações gasosas do vapor que permanecem nos condensadores, eventualmente depois de um ou vários outros condensadores finalmente são preferencialmente conduzidas ao grupo de vácuo que é operado com os vapores não retificados. Nisso, a temperatura de condensação preferencialmente é conduzida de tal modo que os componentes de fácil ebulição permanecem em grande parte na fase gasosa.

25 De preferência, o segundo sistema é conectado na frente do primeiro sistema e responsável para a geração do vácuo maior, isto é, preferencialmente daquele em um reator final, ao passo que o primeiro sistema é usado para a geração do vácuo restante, o menor, isto é, preferencialmente 30 daquele em um reator de policondensação prévia. Isto é ilustrado na figura 2.

Os processos acima mencionados são especialmente importan-

tes quando preveem antes da introdução dos vapores dos estágios de vácuo para dentro das bombas a jato de gás - isto é, entre o reator e a bomba - uma condensação pelo menos parcial dos vapores. De acordo com isso, em um dispositivo apropriado para a realização de tal processo, é disposto um

5 condensador entre o estágio de pressão do reator e a bomba a jato de gás.

No interesse da flexibilização é apropriado que o sistema de circulação que é operado com a mistura de vapores, também for equipado com um evaporador conectável que em caso da falta do vapor de esterificação (partida da instalação, avaria) gera o vapor propulsor adicionalmente neces-

10 sário. Como alternativa, também o evaporador de diol do sistema prévio pode ser dimensionado maior e ser conectado ao segundo sistema por meio de uma linha de alimentação, ou se recebe uma mistura de água e diol do evaporador da coluna de processo.

Os conteúdos de todos os documentos do estado da técnica acima mencionados devem ser considerados como parte integrante do presente pedido, uma vez que não é útil repetir o conhecimento disponível para o técnico sobre o grande número de processos e dispositivos para a produção de poliéster.

15

A descrição seguinte da presente invenção na forma de desenhos não deve ser interpretada como restrição da presente invenção às formas de execução mostradas.

20

A figura 1 mostra de modo esquematizado um grupo de vácuo para a diminuição da pressão no reator de policondensação prévia e final, sendo que as bombas a jato de gás são operadas com vapores não retificados

25 dos como meio propulsor.

O vapor do reator final é conduzido através de uma linha de alimentação 8 ou diretamente ou depois de uma condensação prévia a uma bomba a jato de gás de três estágios, isto é, três bombas a jato de gás 1 conectadas em série, que são operadas com vapores não retificados da linha

30 de alimentação do estágio de esterificação 6. Depois do terceiro estágio a jato de gás acontece uma condensação intermediária em um condensador 2, por exemplo, um condensador de injeção, a uma pressão de 7000 kPa(70

mbar) ou mais. Os vapores de um estágio de condensação prévia, depois de uma possível condensação intermediária, através de uma linha de alimentação 7 são conduzidos até as bombas a jato de gás 1, onde é aplicada a pressão do condensador 2 (de injeção). Os agentes com baixo ponto de ebulição são comprimidos ainda mais por meio de uma bomba 10, de preferência, uma bomba anelar de líquidos ou de uma outra bomba a jato de vapor. A mistura condensada é conduzida através de um coletor de recepção 12, de lá, parcialmente por meio de uma bomba 3 levado a um dispositivo de refrigeração 5 e esfriado e retornado como meio de condensação para o condensador 2. Uma outra parte do vapor condensado é levada, através da linha 11, até a coluna de retificação. Nesta coluna, o vapor é decomposto nos seus componentes, isto é, principalmente água e diol. A linha de alimentação do vapor de esterificação e os estágios de jato são aquecidos para evitar depósitos de oligômeros.

A figura 2 mostra de modo esquematizado um agregado de vácuo para a diminuição da pressão do reator de policondensação prévia e no reator final, consistindo em duas unidades ou sistemas, sendo que as bombas a jato de gás de uma das unidades são operadas com um álcool, e as bombas a jato de gás da segunda unidade, com vapores não retificados como agente propulsor.

O vapor do reator final é conduzido, através de uma linha de alimentação 8, ou diretamente ou depois de uma condensação prévia, a uma bomba a jato de gás 1 convencional de dois estágios operada com diol, com condensação intermediária e comprimido até uma pressão de cerca de 3 a 4 kPa(30 a 40 mbar). Em seguida, o vapor restante é levado para uma outra bomba a jato de gás 1 que é operada com vapor não retificado fornecido pelo estágio de esterificação 6 através de uma linha de alimentação que conduz a mistura de vapor para um condensador 2. Paralelamente, a mistura de vapores eventualmente previamente condensada do estágio de condensação prévia 7, é colocada na pressão do condensador 2 com a ajuda de uma outra bomba a jato de gás 1 que é acionada por vapores de esterificação. A mistura de vapor comprimida é condensada no condensador 2, e a

parte restante gasosa em seguida é comprimida com a ajuda de uma outra bomba a jato da 1 para cerca de 18 kPa(180 mbar). A parte gasosa do vapor restante depois da passagem de um outro condensador 2 em seguida é conduzida para uma bomba anelar de água 10. A mistura condensada no
5 condensador 2 é conduzida a uma coluna do processo através de um coletor 12 de uma linha de alimentação, onde são separadas água e diol. A pressão prévia do vapor de diol e água é ajustada com uma válvula de regulação de pressão 13. A linha de alimentação do vapor de esterificação e os estágios de jato são aquecidos a fim de evitar depósitos de oligômeros.

10 A seguir a presente invenção será explicada com a ajuda de alguns exemplos de execução, sendo que naturalmente a presente invenção não se restringe às formas de execução mencionadas.

Exemplo 1

Com um dispositivo de acordo com a presente invenção ou com
15 um processo de acordo com a presente invenção para a produção de PET o processo consiste de quatro estágios de reação: um primeiro e segundo estágio de esterificação, um estágio de condensação prévia e um estágio de reator final.

No primeiro estágio de esterificação, ES1 são alimentados uma
20 mistura pastosa de ácido tereftálico e glicol de etileno e glicol de etileno adicional e catalisador. Com pressões de 180 kPa(1800 mbar) (absoluto) de temperaturas de 268°C e um tempo de permanência de cerca de 180 minutos ocorre uma reação de esterificação em cerca de 92 % de vazão, nisso, a água que surge na reação junto com o glicol excedente é retirado em forma
25 de vapor. Em um segundo estágio de esterificação a reação continua com 100 kPa(1000 mbar), 270°C e um tempo de permanência de cerca de 80 minutos até uma vazão de cerca de 97 %. Depois da separação de um fluxo parcial do vapor do primeiro estágio de esterificação para a geração de vácuo, os vapores dos dois estágios de esterificação são levados a uma coluna
30 de retificação, a água de reação é separada pela cabeça e o glicol enriquecido na bacia de decantação da coluna é novamente levado para o processo.

Em uma condensação prévia seguinte, em 1 kPa(10 mbar), 273°C e 80 minutos de tempo de permanência, a vazão é elevada para 99,5 % e um peso molar médio em torno de 4000 g/mol é obtido. No reator final, a 0,1 kPa(1 mbar), 280°C e cerca de 130 minutos de tempo de permanência é obtida a elevação para o peso molar desejado de 16000 a 20000 g/mol. Os vapores dos estágios de vácuo são parcialmente condensados com um condensador de injeção e depois são levados para um sistema de vácuo, como mostrado na figura.

O vapor do reator final primeiro é parcialmente condensado com um condensador de injeção e depois é levado para um radiador a vapor de glicol de dois estágios que alcança uma compressão para cerca de 3,5 kPa(35 mbar).

O vapor do estágio de condensação prévia é parcialmente condensado com a ajuda de um condensador de injeção e depois levado para um radiador a vapor que é acionado por meio de um fluxo parcial do vapor não retificado do primeiro estágio de esterificação, isto é, com uma mistura de vapor de cerca de 47% de água e 53% de etilenoglicol e comprime o vapor residual do estágio de condensação prévia para cerca de 8 kPa(80 mbar). Do mesmo modo, o vapor residual do reator final é comprimido mais até 8 kPa(80 mbar) por meio de um radiador a vapor acionado por vapor de esterificação. Agora os vapores residuais de condensação prévia e reator final juntos com o vapor propulsor são parcialmente condensados em um condensador de injeção, e em um outro estágio de compressão em um radiador de vapor são colocados em 18 kPa(180 mbar). Depois de mais uma condensação intermediária ocorre a compressão até pressão atmosférica por meio de uma bomba de líquido. Os vapores condensados são levados para a coluna de retificação para a separação da água.

Exemplo 2:

Em um processo de comparação de acordo com o estado da técnica procede-se analogamente ao exemplo 1, mas com a diferença de que todos os vapores dos estágios de esterificação são levados para a bacia de decantação da coluna de retificação e que o vácuo para os estágios de

vácuo é gerado por meio de um radiador de glicol, conforme é descrito no documento EP 06 85 502 B1. No caso, o condensado contendo água do estágio de condensação prévia é misturado com glicol a fim de dissolver os oligômeros, e também levado à coluna de retificação.

- 5 Ao contrário do exemplo 1, para um processo de acordo com o exemplo 2 surge uma demanda de energia total 5% maior.

LISTA DE REFERÊNCIAS

- | | | |
|----|----|---|
| | 1 | Bomba a jato de gás |
| | 2 | Condensador |
| 10 | 3 | Bomba |
| | 4 | Dispositivo de evaporação |
| | 5 | Dispositivo de refrigeração |
| | 6 | Linha de alimentação de vapores não retificados do estágio de esterificação / reesterificação |
| 15 | 7 | Linha de alimentação de vapores de estágio de policondensação prévia |
| | 8 | Linha de alimentação de vapores de reator final |
| | 9 | Linha para a preparação de pastas |
| | 10 | Linha para a bomba a vácuo, preferencialmente bomba anelar de líquido |
| | 11 | Linha para a coluna de retificação / coluna de separação |
| 20 | 12 | Coletor |
| | 13 | Válvula de pressão |

REIVINDICAÇÕES

- 1) Processo para a produção de poliésteres e/ou copoliésteres em vários estágios de processo, compreendendo um ou vários estágios de esterificação ou de reesterificação e um ou vários estágios de policondensação, **caracterizado pelo fato de** que o vapor não retificado (6) de pelo menos um estágio de esterificação ou reesterificação pelo menos parcialmente é usado para geração de pelo menos uma parte do vácuo (8) para um ou vários estágios de policondensação subsequentes e o vapor não retificado (6) usado para a geração de pelo menos uma parte do vácuo (8) é usado como gás propulsor em pelo menos duas bombas a jato de gás (1).
- 2) Processo de acordo com uma das reivindicações anteriores, **caracterizado pelo fato de** que pelo menos uma parte do vácuo (8) é gerada por meio de várias bombas a jato de gás (1) conectadas em série sob utilização do vapor não retificado (6) como agente propulsor.
- 3) Processo de acordo com uma das reivindicações anteriores, **caracterizado pelo fato de** que o vapor não retificado (6) usado para a geração do vácuo em seguida é conduzido para uma coluna de separação.
- 4) Processo de acordo com uma das reivindicações anteriores, **caracterizado pelo fato de** que a pressão do vapor não retificado (6) usado para a geração de vácuo (8) é mantida aproximadamente constante.
- 5) Processo de acordo com uma das reivindicações anteriores, **caracterizado pelo fato de** que uma parte do vácuo (8) necessário nos estágios do processo é gerada por uma ou várias bombas a jato de gás (1) que usam como gás propulsor um diol em essência puro, sendo que o diol é o diol preferencialmente usado como componente de álcool na reação de esterificação.

6) Dispositivo para a produção de poliésteres e/ou copoliésteres adaptado para a execução do processo de acordo com a Reivindicações 1 a 5 compreendendo um ou vários estágios de esterificação e/ou reesterificação, um ou vários dispositivos de separação ligados a estes, e um ou vários estágios de policondensação, **caracterizado pelo fato de** que o dispositivo, entre os reagentes dos estágios de esterificação ou de reesterificação e o dispositivo de separação ligado a estes, possui aparelhos para derivar pelo menos uma parte do vapor não retificado que flui dos reagentes dos estágios de esterificação e/ou reesterificação para o dispositivo de separação que, por sua vez são ligados a aparelhos para geração de vácuo (1) que são conjugados por meio de uma linha de alimentação (8) a um ou vários estágios de policondensação e os meios de aparelhos para derivar vapores não retificados são ligados por meio de uma linha de alimentação (6) a aparelhos para geração de vácuo (1) que possuem pelo menos duas bombas a jato de gás (1).

7) Dispositivo de acordo com a reivindicação 6 **caracterizado pelo fato de** que pelo menos um condensador (2) é conectado atrás de pelo menos uma parte das bombas de jato a gás (1).

8) Dispositivo de acordo com uma das reivindicações 6 ou 7, **caracterizado pelo fato de** que pelo menos uma coluna de retificação é conectada em série atrás dos aparelhos para a geração de vácuo (1).

Fig.1

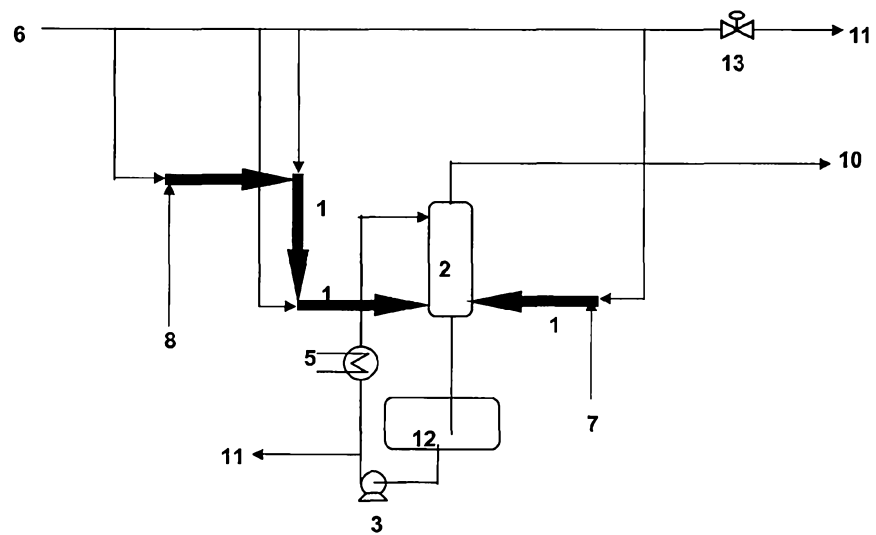


Fig. 2

