



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

(11) PI 1014144-8 B1



(22) Data do Depósito: 27/12/2010

(45) Data de Concessão: 24/12/2019

(54) Título: MÉTODO E DISPOSITIVO PARA PRODUZIR MATERIAL POLÍMERO SEMI-CRISTALINO.

(51) Int.Cl.: C08G 63/88; B01J 19/20.

(30) Prioridade Unionista: 28/12/2009 AT A 2043/2009.

(73) Titular(es): EREMA ENGINEERING RECYCLING MASCHINEN UND ANLAGEN GESELLSCHAFT M.B.H..

(72) Inventor(es): KLAUS FEICHTINGER; MANFRED HACKL; ANDREAS RÖSSLER-CZERMARK; GERALD WEIS.

(86) Pedido PCT: PCT AT2010000494 de 27/12/2010

(87) Publicação PCT: WO 2011/079342 de 07/07/2011

(85) Data do Início da Fase Nacional: 28/12/2011

(57) Resumo: MÉTODO E DISPOSITIVO PARA PRODUZIR MATERIAL POLÍMERO SEMICRISTALINO A presente invenção diz respeito a um método para produzir material polímero semi-cristalino em que o material polímero bruto amorfo predominante, em particular grânulos, a ser tratado é introduzido em um reator de cristalização (1) e é parcialmente cristalizado aí ao ser aquecido, mas sem derreter, e subsequentemente o material polímero semi-cristalino desta forma é retirado do reator de cristalização (1) e pelo menos parte do referido material polímero semi-cristalino é desviado e remisturado no reator de cristalização (1) para reduzir a tendência adesiva do material polímero. De acordo com a invenção, o material polímero semi-cristalino desviado é combinado e misturado com o material polímero bruto antes de ser remisturado no reator de cristalização (1), e a mistura é então introduzida no reator de cristalização (1).

MÉTODO E DISPOSITIVO PARA PRODUZIR MATERIAL POLÍMERO SEMI-CRISTALINO

A presente invenção diz respeito a um método para produzir material polímero semi-cristalino de acordo com o conceito genérico da reivindicação 1, bem como um dispositivo para realização do método de acordo com o conceito genérico da reivindicação 6.

São conhecidas numerosas variantes de métodos para cristalização de polímeros que são acima de tudo aplicados para facilitar o armazenamento, transporte, tratamento ou o posterior processamento dos polímeros, bem como para influenciar as características desses polímeros.

Na cristalização de polímeros termoplásticos trata-se de um ordenamento parcial de cadeias moleculares nos polímeros. A partir dos núcleos de cristalização, as cadeias moleculares repousam dobradas umas sobre as outras, formam em primeiro lugar uma estrutura lamelar e de seguida estruturas sobrepostas, como por exemplo, esferulitos.

A cristalização depende de vários parâmetros, como por exemplo, da temperatura durante a cristalização, da massa molecular do polímero, do tipo de polímero, mas também da umidade, solventes, da pressão ou eventuais agentes de volume no polímero.

A cristalização e/ou o grau de cristalização tem uma influência considerável sobre as características mecânicas, térmicas e químicas do polímero. Em especial, é muito importante a redução da tendência adesiva dos polímeros amorfos predominantemente existentes como grânulos através do aumento do grau de cristalização. Desta forma, podem ser facilitados acima de tudo o processamento, o transporte e o

armazenamento do granulado.

Para reduzir a viscosidade de polímeros termoplásticos, por exemplo, de polietereftalato de etileno (PET), são conhecidos vários métodos a partir do estado da
5 técnica.

A US 3,746,688 descreve assim uma secagem do granulado amorfo com a duração de várias horas do processo de cristalização. A US 3,014,011 descreve uma redução da viscosidade através de um tratamento preliminar do
10 granulado com um agente de expansão. A US 5,919,872 descreve a aplicação de meios de agentes de revestimento, para reduzir a tendência de viscosidade. Na EP 1 203 040 ou na US 3,544,525 o granulado é mantido e temperado a uma determinada temperatura abaixo do ponto de fusão.

15 Para, além disso, também é conhecida a partir do estado da técnica a mistura adicional de uma determinada parte de granulado bruto amorfo com tendência a viscosidade existente no reator de granulado com granulado já semi-cristalino, para manter a fluidez das partículas no reator
20 de cristalização. Isto é alcançado ao fazer com que o granulado semi-cristalino não viscoso se introduza entre o granulado amorfo e no conjunto o granulado também permaneça a uma temperatura mais elevada e não se cole.

Todos esses métodos acima referidos apresentam contudo
25 desvantagens parciais, em especial nem sempre é vantajoso aplicar agentes de revestimento, agentes de expansão ou semelhantes ou, por exemplo, um tratamento precedente da matéria-prima conduz a um prolongamento do processo total e a custos mais elevados.

30 Em especial, a remistura do material semi-cristalino

com o granulado amorfo é um processo crítico, uma vez que na remistura não é assegurada nem pode ser alcançada uma mistura suficiente diretamente no reator de cristalização - como é normal à data no estado da técnica - e criam-se, 5 pelo menos em zonas parciais do reator, aglomerados colados de granulado amorfo.

É assim objetivo da presente invenção aperfeiçoar um método do tipo anteriormente mencionado, de forma a que seja alcançável uma boa mistura do granulado amorfo 10 predominante com o granulado semi-cristalino, sem que o granulado se cole entre si.

É ainda objetivo desta invenção alcançar um dispositivo para realização desse método.

Para o método, o objetivo é atingido através das 15 características distintivas da reivindicação 1. Aqui é previsto que o material polímero desviado antes da sua remistura seja colocado no reator de cristalização juntamente com o material polímero bruto amorfo predominante com tendência a viscosidade e seja misturado e 20 só seja levado para o reator de cristalização depois da mistura.

Esse procedimento tem a vantagem de que ainda antes do reator de cristalização pode ocorrer uma mistura intensiva e ser evitada uma possível colagem logo no estágio 25 antecedente ao reator de cristalização. Uma formação de grumos colados no reator de cristalização é assim impossível, uma vez que ao reator de cristalização chega já uma mistura sem tendência a viscosidade. Desta forma, é assegurada uma permanente manutenção da fluidez e a 30 cristalização pode ser realizada de forma efetiva e

homogênea.

Para, além disso, reduz-se desta forma a quantidade necessária de polímeros semi-cristalinos remisturados, uma vez que esses são mais eficazes. Através da menor relação
5 de remistura reduz-se também o tempo de permanência no reator e com isso também a dimensão e o consumo de energia dos dispositivos de cristalização necessários.

Em um dispositivo do tipo anteriormente referido o objetivo é atingido ao fazer com que o trajeto de entrega
10 desemboque em um bocal de distribuição.

Uma vez que é previsto que a mistura não ocorra diretamente no reator de cristalização, mas sim ocorra uma mistura precedente no bocal de distribuição, as vantagens acima referidas são alcançadas de forma simples.

15 O bocal de distribuição desemboca no contentor de cristalização acima do nível do material. O trajeto de entrega liga-se ao contentor de cristalização em uma zona abaixo do nível do material.

Pelo conceito de "granulado bruto amorfo" deve ser
20 entendido, não exclusivamente granulado 100% amorfo sem qualquer parte cristalizada, mas sim um granulado que um especialista possa classificar predominantemente como amorfo e/ou quase amorfo, para preencher os requisitos esperados.

25 As reivindicações dependentes que se seguem descrevem desenvolvimentos e aperfeiçoamentos do método e do dispositivo:

De acordo com um desenvolvimento vantajoso do método é previsto que a junção e mistura do material polímero semi-
30 cristalino ao material polímero bruto ocorra em uma zona

fora do reator de cristalização, em especial em um bocal de distribuição. Desta forma é alcançada uma mistura eficaz e o risco de colagem é reduzido eficazmente.

De acordo com um outro procedimento, é vantajoso quando o material polímero semi-cristalino retirado do reator de cristalização, em especial através de um parafuso de alimentação sem-fim vertical, é levado a uma altura acima do reator de cristalização e o material polímero semi-cristalino desviado ligado sob a força de gravidade, em especial por meio de uma calha de material, desliza para a zona de distribuição para ser remisturado. Desta forma, a potencial energia do granulado pode ser facilmente transformada em energia cinética através da ação da força da gravidade e o granulado obtém de forma simples uma considerável velocidade de escoamento, que será de seguida vantajosa para uma boa mistura.

Nesse contexto, é vantajoso que tanto o material polímero semi-cristalino desviado, como também o material polímero bruto, estejam no local e no momento do seu encontro sempre com uma determinada velocidade de escoamento em movimento fluido, em que as direções de fluido de ambas as correntes de material se encontrem em especial em um ângulo agudo ϵ , preferencialmente entre 20° e 55° , em especial entre 30° e 40° . Quando ambas as correntes de material se encontram em movimento, reduz-se o risco de que as partículas se colem, e além disso a energia do movimento das partículas é aproveitada para uma boa mistura.

É ainda vantajoso que seja acautelado que tanto o material polímero semi-cristalino desviado, como também o

material polímero bruto, sejam mantidos permanentemente e em cada momento do processo em forma granulada e fluida. Tal facilita o manuseamento e o processamento do granulado.

De acordo com uma realização vantajosa do método, o aquecimento dos polímeros ocorre no reator de cristalização sem alimentação de energia de aquecimento externa e/ou sem meios de aquecimento adicionais. O calor necessário para uma cristalização bem-sucedida e rápida vem, de preferência, em exclusivo da energia interna do granulado e/ou resulta da cristalização exotérmica.

É obtido um aperfeiçoamento vantajoso do dispositivo quando é previsto que o trajeto de entrega compreenda um meio de alimentação em especial ligado diretamente ao reator de cristalização, de preferência um parafuso de alimentação sem-fim vertical, com o qual o material polímero sem-cristalino que sai do reator de cristalização é transportado para uma altura superior à do reator de cristalização. Em consequência, é vantajoso que o trajeto de entrega compreenda uma calha de material de preferência em forma de tubo, que ligando uma zona superior do meio de alimentação desemboque de forma inclinada em um bocal de distribuição, em que a calha de material tenha de preferência um ângulo de inclinação médio β em relação ao plano horizontal entre 15° e 50° , em especial entre 20° e 30° . Com isso, o material a remisturar pode deslizar para baixo a partir de um determinado nível de altura sob ação da força de gravidade e, sem meios de transporte adicionais, ser misturado com uma maior velocidade com o polímero bruto. Para evitar obstruções e assegurar uma determinada velocidade mínima, é vantajoso que a calha de

material tenha o referido ângulo de inclinação β .

Ao fazer com que o bocal de distribuição se encontre localizado em uma zona marginal do reator de cristalização e/ou, em especial, com um ângulo σ entre 25° e 60° , em especial 30° e 40° , em relação ao plano horizontal, seja inclinado para baixo, pelo qual o material polímero possa deslizar pelo reator de cristalização, o granulado bruto amorfo predominante ganha também uma determinada velocidade e desliza para dentro do reator de cristalização.

Um outro aperfeiçoamento vantajoso ocorre quando a calha de material apresenta uma secção superior junto ao meio de alimentação e uma zona de extremidade inferior e/ou uma secção em curva junto ao bocal de distribuição, em que a secção em curva é colocada e/ou curvada para baixo em relação ao bocal de distribuição, em que o ângulo α entre a secção superior da calha de material e a secção em curva é em especial de entre 60° a 140° , de preferência entre 90° e 100° . A secção em curva funciona como uma placa de deflexão. Os polímeros semi-cristalinos embatem contra a parede oposta da secção em curva a alta velocidade e redemoinham por isso uns contra os outros. Desta forma, obtém-se uma maior distribuição e variação das direcções de movimento e velocidades das partículas isoladas e é evitado um empilhamento de ambas as correntes de material no bocal de distribuição.

Para evitar eventuais obstruções, é vantajoso que seja previsto que o eixo central do bocal de distribuição forme com o eixo central da secção em curva um ângulo agudo ε , de preferência entre 20° e 55° , em especial 30° e 40° . As correntes de material chocam assim no essencial sob vetores

direcionais que apresentam o mesmo sentido, em que acima de tudo não ocorre, todavia, qualquer empilhamento no bocal.

De acordo com uma forma de realização vantajosa, o eixo central da secção em curva é quase vertical, em especial com um ângulo ζ em relação ao plano vertical entre 0° e 45°, em especial entre 15° e 25°. O granulado que faz ricochete cai desta forma quase em queda livre para baixo para o bocal de distribuição.

Um dispositivo vantajoso prevê então que o eixo central da secção em curva e o eixo central do bocal de distribuição definam e/ou criem uma superfície que divida o reator de cristalização em duas divisões essencialmente com a mesma dimensão, e o meio de transporte e/ou o eixo central do parafuso de alimentação sem-fim vertical fique nessa superfície.

Em alternativa, pode ser previsto que a secção superior da calha de material seja orientada em relação à superfície em um ângulo γ , em especial entre 10° e 30° e/ou que o meio de alimentação e/ou o eixo central do parafuso de alimentação sem-fim vertical fique fora da superfície.

Através do ordenamento da alimentação vertical fora da zona central que poupa espaço, e do aperfeiçoamento em curva visto de cima da calha de material, pode ser dado um impulso adicional às partículas a remisturar.

Para alcançar uma boa mistura é possível de forma vantajosa que a largura da calha de material aumente antes da secção em curva e, dado o caso, altere a sua forma transversal.

Uma boa mistura e uma introdução uniforme do granulado já misturado prevê de forma vantajosa que o bocal de

distribuição se alargue em forma de leque na sua zona de extremidade perto do reator de cristalização. Assim, o granulado é melhor distribuído no reator de cristalização.

Nesse contexto é vantajoso que seja previsto que na superfície inferior da calha do bocal de distribuição seja integrada uma série de calhas mais afundadas. O material polímero bruto que entra através da abertura de distribuição e também o material semi-cristalino que vem de cima deslizam assim por estas calhas, e é assim distribuído de forma uniforme por toda a largura do bocal de distribuição, pelo que resulta assim uma boa mistura e se chega a uma corrente de material mais ampla e relativamente mais fina, e correspondentemente mais simples de misturar e mais homogênea no reator de cristalização.

Também quando o material flui para as calhas é importante que o bocal de distribuição não esteja inclinado transversalmente à direção longitudinal, por exemplo através de uma instalação imprecisa. Caso contrário, o material é reunido de um lado do bocal, é mal misturado e chega ao reator de cristalização formado como uma corrente de material mais espessa e pesada.

De preferência, as alturas e/ou profundidades e/ou as larguras das calhas aumentam para baixo e/ou no sentido da corrente, pelo que resulta uma uniformização e homogeneização do material.

De acordo com um aperfeiçoamento vantajoso, é previsto que no parafuso de alimentação sem-fim vertical se encontre uma outra abertura de descarga para descarga, em que a abertura de descarga fica mais funda ou no máximo à mesma altura da abertura à qual se encontra ligada a calha de

material.

Nesse contexto, é vantajoso que seja previsto um dispositivo de comando, com o qual possa ser ajustada a porção de material polímero semi-cristalino a ser desviada pela calha de material e/ou a porção de material polímero semi-cristalino que é descarregada pela abertura de descarga. Com isto, pode ocorrer um controlo fácil e eficaz da relação de remistura. Em alternativa, o material semi-cristalino pode também ser desviado através de uma saída separada diretamente do reator de cristalização.

Pode também ser ligado ao meio de alimentação e/ou à abertura de descarga, um contentor para recolher e armazenar e/ou um contentor para posterior processamento do material polímero semi-cristalino, por exemplo um contentor SSP.

A ligação resulta de forma vantajosa através de um parafuso de alimentação através do qual a quantidade de granulado semi-cristalino a extrair pode ser controlada.

De acordo com uma forma de realização vantajosa prevê-se que em frente do reator de cristalização e/ou do bocal de distribuição seja localizada uma centrífuga para separação da umidade superficial e eventual porção fina, com a qual o material polímero bruto pode ser recolhido com maior velocidade, de preferência tangencialmente, no bocal de distribuição. O granulado bruto amorfo que entra no bocal de distribuição recebe desta forma o impulso de velocidade que lhe foi concedido pela centrífuga. O impulso é ainda utilizado para a adição e para conseguir uma boa mistura.

Mostram-se ainda outras vantagens e aperfeiçoamentos

da invenção através da descrição e das figuras anexas.

A invenção é representada esquematicamente nas figuras mediante exemplos de realização e é de seguida descrita exemplarmente com referência às figuras.

5 Fig.1 mostra o dispositivo de acordo com a invenção em uma vista lateral.

Fig.2 mostra o dispositivo de acordo com a Fig.1 visto de frente.

Fig.3 mostra o dispositivo do outro lado.

10 Fig.4 mostra o dispositivo visto de cima.

Fig.5 mostra uma vista oblíqua vista de cima.

Fig.6a e 6b mostram uma zona de um bocal de distribuição vantajoso em vista detalhada.

15 Fig.7a, b e c mostram detalhes de um bocal de distribuição vantajoso.

Na Fig.1 é representada em vista lateral uma forma de realização exemplar especialmente vantajosa do dispositivo de acordo com a invenção. Em baixo, à esquerda, encontra-se um reator de cristalização 1, que é representado de forma
20 normal como um contentor cilíndrico com um piso horizontal e paredes laterais verticais. No interior do reator de cristalização 1 encontra-se uma ferramenta de mistura e movimento 2. No caso em questão esta é localizada em duas superfícies sobrepostas. A ferramenta de mistura e
25 movimento 2 compreende pás e/ou varas rotativas, que rodam em uma superfície horizontal e paralela ao piso e que se localizam em uma haste de propulsão vertical comum. Elas servem para manter em movimento permanente o material polímero que se encontra no reator de cristalização 1,
30 misturando-o e mantendo-o sempre em forma fluida e

granulada.

O reator de cristalização 1 dispõe conforme o caso de meios de aquecimento e/ou arrefecimento do material polímero. O aquecimento pode resultar a partir do exterior
5 através de um revestimento de aquecimento ou a partir do interior através de ferramentas de mistura e movimento 2 aquecidas. No essencial, o granulado possui contudo ainda energia e calor interior suficiente para que não seja necessário qualquer aquecimento adicional. Para além disso,
10 o processo de cristalização é exotérmico, pelo que até pode ser necessário um arrefecimento para evitar que o granulado derreta parcialmente.

Para uma cristalização eficaz, a temperatura do granulado tem de ser mantida permanentemente acima da
15 temperatura de vitrificação e abaixo do ponto de fusão. Para PET, a taxa de cristalização ótima situa-se a uma temperatura de cerca de 174 °C.

Na zona marginal esquerda do reator de cristalização 1 encontra-se localizado um bocal de distribuição 4, através
20 do qual é introduzido o material no reator de cristalização 1. O bocal de distribuição 4 fica em funcionamento acima do nível do material das partículas em movimento. O bocal de distribuição 4 é inclinado para baixo de forma oblíqua em um ângulo σ de cerca de 30° a 40°, pelo que o material
25 polímero pode deslizar independentemente para o reator de cristalização 1.

Em frente do bocal de distribuição 4 encontra-se uma centrífuga 12. Na centrífuga 12, o granulado bruto recém-formado é tratado para separação da umidade superficial e
30 de eventuais porções finas. O material polímero bruto é

introduzido por baixo na centrífuga 12 e as partículas são rodopiadas para cima, através do que obtém um determinado impulso de movimento e velocidade. Através da abertura de distribuição 14 que liga a zona superior da centrífuga 12
5 ao início do bocal de distribuição são introduzidas as partículas de polímeros brutos ainda amorfas no bocal de distribuição 4.

Na zona inferior do reator de cristalização 1 é prevista uma abertura de descarga 15 à altura da ferramenta
10 de mistura e movimento 2 inferior, a partir da qual o material polímero tratado e agora semi-cristalino pode ser tirado do reator de cristalização 1. A abertura de descarga 15 fica em funcionamento abaixo do nível do material das partículas em movimento. A esta abertura de descarga 15
15 encontra-se ligado o início de um trajeto de entrega 3,5, através do qual pode ser voltado a alimentar uma parte do material polímero semi-cristalino ao reator de cristalização 1.

O trajeto de entrega 3,5 compreende um meio de
20 alimentação 3 diretamente ligado ao reator de cristalização 1, em forma de um parafuso de alimentação sem-fim vertical 3. Esse parafuso de alimentação sem-fim vertical 3 roda a uma velocidade de rotação de cerca de 100 a 150 rotações por minuto e alimenta também em estado parcialmente
25 alimentado o material polímero semi-cristalino que sai do reator de cristalização 1 a um nível de altura superior ao do reator de cristalização 1, no caso em questão a mais ou menos o dobro da altura do reator de cristalização 1.

Na zona superior do parafuso de alimentação sem-fim
30 vertical 3 encontra-se uma abertura 11, através da qual o

material é introduzido em uma calha de material 5 fechada e em forma de tubo. A calha de material 5 é inclinada de forma oblíqua em um ângulo de inclinação médio β medido em relação ao plano horizontal de cerca de 30° a 40° . A calha 5 de material 5 não desemboca no bocal de distribuição 4 em uma linha reta, mas em um ângulo determinado. Desta forma, é formado um ciclo de remistura, através do qual o granulado semi-cristalino não adesivo é misturado com o granulado bruto adesivo amorfo.

10 A calha de material 5 apresenta uma secção 8 superior próxima do meio de alimentação 3 e uma secção em curva 7 inferior próxima do bocal de distribuição 4. A secção em curva 7 faz um ângulo em relação ao bocal de distribuição 4 e curvada para baixo, no caso em questão com um ângulo α de 15 cerca de 95° . A secção em curva 7 e/ou o eixo central da secção em curva 7 é orientada de forma relativamente vertical e/ou perpendicular, no caso em questão com um ângulo ζ de cerca de 15° a 20° em relação à vertical.

20 Como se pode ver na Fig.1 e também na Fig.3, a secção em curva 7 e o bocal de distribuição 4 são orientados em um ângulo agudo ε em relação um ao outro e fazem um ângulo de cerca de 35° com o seu eixo central. Ambas as correntes de material encontram-se assim com velocidades elevadas nesse ângulo agudo e misturam-se.

25 Na Fig.4 é representado o dispositivo de acordo com a invenção visto a partir de cima. Pode-se ver que os eixos centrais da secção em curva 7 e o bocal de distribuição 4 definem e/ou criam uma superfície 9. Esta superfície 9 orientada na vertical divide o reator de cristalização 1 30 essencialmente em duas divisões da mesma dimensão. O

parafuso de alimentação sem-fim vertical 3 não se encontra nessa superfície 9. Com isto, a secção superior 8 da calha de material 5 também é orientada em um ângulo γ de cerca de 20° em relação à superfície 9. De acordo com um 5 aperfeiçoamento vantajoso, o parafuso de alimentação sem-fim vertical 3 é localizado igualmente na superfície 9 e/ou o eixo longitudinal vertical do parafuso de alimentação sem-fim vertical 3 fica nessa superfície 9.

Na zona da curva da calha de material 5 no ângulo γ 10 encontra-se também uma curva em relação à horizontal. Nessa zona, o ângulo de inclinação β reduz-se em cerca de 5° a 10° . O material que desliza experimenta com isso uma alteração de direção sob dois pontos de vista.

Na Fig.2 e Fig.3 pode-se ver que a largura da calha de 15 material 5 se alarga para baixo. Na zona imediatamente antecedente à secção em curva 7, a calha de material 5 alarga-se de forma cônica, mas fica essencialmente com a mesma altura. Para além disso a forma da secção da calha de material 5 altera-se de uma forma mais ou menos circular 20 para uma forma retangular imediatamente antes do começo da secção em curva 7.

Na Fig.6a e 6b é representada em vista detalhada a zona de uma possível forma de realização do bocal de 25 distribuição 4. Pode-se ver a zona da extremidade da calha de material 5, na qual a secção se altera para uma forma retangular. Aí encontra-se ligada em ligação fluida através do ângulo α , a secção em curva 7, com a sua ação como placa de deflexão 18. Em sequência, a secção em curva 7 desemboca na direção da corrente por cima através do recesso 16 e em 30 ângulo agudo na zona central do bocal de distribuição 4

oblíquo. Aqui encontram-se também ambas as correntes de material dos polímeros brutos ainda amorfos e as partículas já semi-cristalinas ainda a remisturar. O bocal de distribuição 4 alarga para baixo em forma de cone.

5 Nas Fig. 7a, b e c é representado em detalhe um possível aperfeiçoamento do bocal de distribuição 4. A Fig.7a mostra uma vista de frente, em que para ser mais claro, foram removidas partes da cobertura superior. A Fig. 7b mostra uma vista geral. A Fig.7c mostra uma vista
10 lateral, em que se pode ver a inclinação oblíqua do bocal de distribuição 4 com o ângulo σ , no caso de cerca de 20° .

O bocal de distribuição 4 alarga-se para baixo em forma de leque e apresenta na sua superfície inferior da calha uma série de calhas 17 em linha reta. Estas calhas 17
15 correm na direção da corrente desde a centrífuga 12 até ao contentor de cristalização 1. A calha central 17 orienta-se paralelamente à superfície 9, com as calhas 17 esquerda e direita que se seguem inclinadas em forma de leque para fora, pelo que os cantos superiores entre as calhas 17 não
20 se encontram paralelos em relação uns aos outros, mas sim divergem ligeiramente.

Cada calha 17 apresenta uma secção triangular e possui duas superfícies de flanco que se encontram colocadas de forma a fazerem um ângulo em relação uma à outra, formando
25 desta forma a calha 17 afundada em que o material pode deslizar. Ambas as superfícies encontram-se dispostas no exemplo de realização em causa em um ângulo de cerca de 90° em relação uma à outra.

A altura e/ou profundidade de cada calha 17 aumenta
30 continuamente para baixo até cerca de 170 a 180% da altura

e/ou profundidade na extremidade superior de cada calha 17. A largura de cada calha 17 também aumenta na mesma medida.

Cada calha 17 é, por conseguinte, inclinada em linha reta para baixo e a sua altura e/ou profundidade, bem como a sua largura aumentam para baixo. O material polímero bruto que entra através da abertura de entrega 14 e também o material semi-cristalino que chega por cima desliza assim por estas calhas 17 e é assim distribuído de maneira uniforme sobre a totalidade da largura do bocal de distribuição, pelo que resulta uma boa mistura e obtém-se uma corrente de material mais larga no reator de cristalização 1.

No parafuso de alimentação sem-fim vertical 3 é prevista uma outra abertura de descarga 10, através da qual os polímeros semi-cristalinos abandonam o ciclo de remistura. Esta abertura de descarga 10 fica mais baixa ou no máximo à mesma altura da abertura 11, no caso em questão no lado oposto à abertura 11. Aí ligado encontra-se um parafuso de alimentação 13 não comprimido com inclinação crescente. Esse parafuso de alimentação 13 é controlável e pode assim calcular de forma mais precisa a quantidade de polímeros necessária, pelo que também o grau da remistura e/ou da relação de mistura pode ser ajustado com precisão. Em alternativa, o material semi-cristalino também pode ser desviado diretamente do reator 1 e ser transferido do ciclo.

A esse parafuso de alimentação encontra-se ligado um contentor 6 para armazenamento e/ou posterior processamento de materiais polímeros. São conhecidos contentores desse tipo a partir do estado da técnica, a título apenas de

exemplo, esse contentor 6 pode ser um Octabin ou um reator SSP.

Nesse dispositivo o método de acordo com a invenção decorre da seguinte forma:

5 De seguida, o método será conduzido de tal forma a que - aqui não representado - uma fusão de polímeros seja alimentada por uma extrusora através de um dispositivo de granulação de forma conhecida, primeiro formada em meadas e depois reduzida a granulado. De seguida, o granulado é seco
10 na centrífuga 12 e são eliminadas poeiras e/ou porções finas e chega depois através da abertura de entrega 14 à zona do bocal de distribuição 4. O granulado encontra-se nessa fase ainda quente e/ou no seu interior dado o caso até ainda derretido. Possui ainda calor próprio suficiente
15 para promover e possibilitar de forma eficaz a secagem da umidade residual e a subsequente cristalização, sem que seja preciso um aquecimento adicional. Por outro lado, encontram-se frios o suficiente para não se deformarem e/ou para manterem a sua forma. No entanto, esse granulado bruto
20 quente e ainda predominantemente amorfo ainda se encontra muito sensível a colagem e apresenta tendência para, em especial quando os grânulos se encontram imóveis juntos uns aos outros, a formarem um bolo uns com os outros, o que complica o processamento e deve ser evitado.

25 Em um primeiro passo, o granulado bruto quente predominantemente amorfo a ser tratado é introduzido no bocal de distribuição 4 a uma velocidade determinada vindo da centrífuga 12 e desliza de seguida através da inclinação oblíqua do bocal de distribuição 4 para o reator de
30 cristalização 1. Aí permanece por um determinado tempo de

permanência ajustável em condições a que a taxa de cristalização é maior, e é mantido em permanente movimento em grânulos. Aqui são submetidos a têmpera e resulta pelo menos uma formação parcial de zonas semi-cristalinas e o grau de cristalização aumenta.

Após esse primeiro passo, os materiais polímeros agora semi-cristalinos são introduzidos através da abertura 15 na zona inferior do reator de cristalização 1 e chegam ao parafuso de alimentação sem-fim vertical 3. A partir desse são transportados para cima até uma altura de cerca de mais do dobro da altura do reator de cristalização 1. A abertura de descarga 10 para o contentor 6 ainda se encontra fechada, para que comece a remistura de todo o granulado semi-cristalino.

O granulado semi-cristalino chega através da abertura 11 à calha de material 5 e desliza por esta abaixo por ação da força da gravidade. Aqui ele ganha uma determinada velocidade e também um determinado impulso de movimento e choca então na zona de curva 7 contra a placa de deflexão e/ou contra a zona de impacto 18. Desta forma, os grânulos são travados, rodopiam uns contra os outros e as partículas de granulado chocam umas contra as outras e contras as paredes e assumem diferentes direções e velocidades de fricção. É alcançada uma boa distribuição através da travagem das partículas de granulado.

Ocorre depois a mistura de ambas as correntes de material no bocal de distribuição 4. Por um lado, no bocal de distribuição 4 encontra-se o granulado bruto predominantemente amorfo. Por outro lado, cai para baixo o granulado semi-cristalino defletido da zona em curva 7.

Desta forma, misturam-se as duas correntes de material em uma zona do bocal de distribuição 4 ainda antes do reator de cristalização 1. Através do aperfeiçoamento construtivo e da geometria do bocal de distribuição 4 resulta uma boa
5 mistura e também se evita o empilhamento das correntes de material. As partículas de polímeros semi-cristalinas sem tendência à viscosidade juntam-se desta forma homogênea e estatisticamente bem distribuídas entre as partículas amorfas viscosas e resulta no geral uma mistura homogênea
10 intensiva, que é introduzida no reator de cristalização 1 através do alargamento em forma de leque do bocal de distribuição 4 e aí, sem se colar, pode ser movimentada pelos elementos de mistura e movimento 2.

O processo em causa é realizado continuamente e, após
15 se ter chegado no método a um determinado equilíbrio, a abertura de descarga 10 é mais e mais aberta e a relação de remistura é reduzida. Aí é desviado e remisturado menos material semi-cristalino e uma parte do material é levado através do parafuso de alimentação não comprimido 13 até ao
20 contentor 6, no caso em questão um Octabin. Em vez de um Octabin pode ser, naturalmente, previsto um outro contentor, por exemplo um Silo ou um contentor SSP. A relação de remistura correta e/ou a transferência para fora do material pronto do ciclo de remistura é guiada
25 fundamentalmente através da velocidade do parafuso de alimentação sem-fim vertical 3 e/ou através da velocidade do parafuso de ligação 13 para o contentor 6. É também possível abrir ou fechar as aberturas 11 e 10 através de válvulas ajustáveis, conforme necessário.

30 Pode ser alcançado um equilíbrio vantajoso no sistema

por exemplo através dos parâmetros que se seguem:

O PET amorfo que vem do secador e/ou da centrífuga 12 é introduzido no bocal de distribuição 4 a uma temperatura de cerca de 130 °C com um fluxo de massa de 350 kg/h. Ao mesmo tempo, chega o PET semi-cristalino através da calha de material 5 ao bocal de distribuição 4 através da calha de material 5 a uma temperatura de cerca de 145 °C com um fluxo de massa de 850 kg/h. No bocal de distribuição 4 ocorre a mistura intensiva e depois a introdução no reator de cristalização 1.

Para melhor esclarecimento da invenção faz-se notar o seguinte:

Os polímeros adequados para um tal tratamento são polímeros termoplásticos cristalizáveis. Os polímeros são obtidos através de uma reação de polimerização, como por exemplo polimerização radical, aniônica ou catiônica, poliadição ou policondensação, a partir dos seus monômeros. Em especial, são apropriados policondensados termoplásticos cristalizáveis como a poliamida, poliéster, policarbonato, polihidroxicanoato, polilactida ou seus copolímeros.

Nos poliésteres tratam-se de polímeros que normalmente são obtidos através de policondensação a partir dos seus monômeros, que ganham uma componente diol e uma componente de ácido carboxílico. Exemplos típicos de poliésteres são tereftalato de polietileno (PET), tereftalato de polibutileno (PBT) e naftalato de polietileno (PEN), que são usados ou como homopolímeros ou como copolímeros.

Os tereftalatos de polietileno apropriados apresentam uma viscosidade intrínseca à volta dos 0,3 a 1 dl/g, medida com 0,5 g PET em 100 ml fenol/ diclorobenzeno (1:1).

Nas polilactidas (PLA) tratam-se de polímeros que podem ser obtidos diretamente por desidratação de ácidos lácticos ou através de polimerização por abertura de anel dos seus dímeros cíclicos (lactidas). O método e/ou
5 dispositivo de acordo com a invenção também se provaram vantajosos para PLA.

Nos polímeros pode tratar-se de material novo ou de reciclado. Como reciclado são assinalados polímeros reprocessados provenientes de processos de produção e
10 tratamento (pós-industrial) ou polímeros reunidos após utilização pelos consumidores e reprocessados (pós-consumidor).

Podem ser adicionados aditivos aos polímeros. Como aditivos são apropriados, por exemplo, catalisadores,
15 corantes e pigmentos, bloqueadores UV, agentes de processamento, estabilizadores, modificadores de impacto, fermentos químicos ou físicos, agentes de volume, agentes nucleantes, agentes retardadores de chamas, plastificante, barreira ou partículas para melhorar as características
20 mecânicas, corpos fortalecedores como esferas ou fibras, bem como substâncias reativas, como por exemplo absorvedores de oxigénios, absorvedores de acetaldeído ou substâncias que aumentem o peso molecular, etc.

A produção de uma fusão de polímero ocorre em
25 dispositivos ou reatores conhecidos pelo estado da técnica. Em princípio são possíveis reatores de polimerização nos quais os polímeros sejam produzidos em fase líquida, como por exemplo em reatores de agitação, reatores de gaiola ou reatores de discos, ou equipamentos nos quais sejam
30 fundidos anteriormente polímeros, como por exemplo

extrusoras ou amassadores. A produção da fusão de polímeros pode ocorrer em contínuo ou em batch. Para o posterior processamento são contudo preferíveis processos contínuos. Substâncias voláteis indesejadas como impurezas de reciclados, solventes remanescentes da produção de polímeros, bem como monômeros, dímeros, oligômeros ou produtos de decomposição da produção de polímeros podem ser eliminados através de um dispositivo de desgasificação como uma extrusora de duplo fuso ou extrusora de anel (Ring extruder). Para preparação de uma fusão de polímeros podem ser usados ainda outros passos de processo como por exemplo geração de pressão, uma filtragem, uma têmpera ou uma mistura.

As partículas podem ser formadas a partir da fusão de polímeros de várias maneiras. Pode ser aplicada uma trituração de blocos, barras ou faixas que tenham sido formadas a partir da fusão de polímeros, ou uma forma direta de partículas, por exemplo através de gotas ou atomização. A maior parte das aplicações usam um método de granulação em que são formados blocos de polímeros individuais da fusão de polímeros em um dispositivo de saída, em especial um bico de jacto ou fieira de bicos. Para a produção de grânulos dos blocos de polímeros podem ser usadas as técnicas de granulação conhecidas pelo estado da técnica como granulação de blocos (strand pelletizing), granulação por anel de água, granulação subaquática ou granulação de cabeça (também granulação hot face), gotejamento ou atomização. Aqui os blocos de polímeros que saem dos canais de fusão, são solidificados e separados em uma variedade de grânulos individuais, em que a separação

pode ocorrer antes ou depois da solidificação.

Apesar da utilização do conceito "água" no título, os dispositivos de granulação podem também utilizar outro tipo de meios líquidos. A separação das partículas ocorre, por exemplo, através da formação de gotas independentes através da aplicação de um meio de separação líquido ou através da separação mecânica, em especial corte. Durante uma formação de gotas independente ou forçada através de meio de separação na saída do bico, pode ocorrer um corte diretamente na saída do bico ou então após o decurso de um processo de tratamento.

A solidificação da fusão de polímeros ocorre através de arrefecimento com ajuda de um ou mais fluidos de refrigeração, em que se podem tratar de meios de refrigeração gasosos (por exemplo, ar, azoto ou CO₂) ou líquidos (por exemplo, água ou etilenoglicol) ou uma combinação dos dois. Se for usado um meio de refrigeração líquido, este tem de ser posteriormente separado das partículas. Isto pode, por exemplo, ser feito através de aspiração, através de uma corrente de gás, através de um secador de impacto ou de um secador de centrifugação. A dimensão média das partículas deve ser de 0,5 mm a 10 mm, de preferência de 1,5 mm a 5 mm e em especial de 2 a 3,5 mm. Como dimensão média das partículas serve o valor médio estatístico do diâmetro médio de partículas que resulta da média da altura, comprimento e largura das partículas. O peso preferencial do grânulo fica entre 2 e 100 mg, em especial acima de 5 mg, especialmente preferencial acima de 10 mg e em particular acima de 50 mg, especialmente preferencial acima de 30 mg.

As partículas devem de preferência apresentar uma forma de grânulo, como por exemplo, uma forma cilíndrica, esférica, de gota, semelhante a esfera ou uma forma de design, como por exemplo é proposto na EP 541 674 (Yau).

5 Podem ser usadas partículas sólidas ou partículas porosas que são, por exemplo, obtidas através de sinterização, formação de espuma e semelhantes.

O arrefecimento das partículas pode ocorrer como parte da produção de partículas ou seguir-se à produção de
10 partículas. Pode ser usado o mesmo líquido de refrigeração do que na produção de partículas. Podem, contudo, ser usados outros líquidos de refrigeração. Em alternativa, podem ser também usados outros dispositivos de refrigeração conhecidos pelo estado da técnica.

15 Após a formação de partículas de polímeros ocorre um passo relevante da presente invenção para cristalização pelo menos parcial em um reator de cristalização. A cristalização pode ocorrer em contínuo ou em batch. Normalmente, a cristalização ocorre de forma térmica. O
20 abastecimento de calor necessário para tal pode, por exemplo, ocorrer através de uma parede aquecida no reator de cristalização, através de componentes aquecidos no reator de cristalização, por meio de radiação ou introdução de um gás quente de processamento, de preferência através
25 do calor interno das partículas e/ou pedaços.

A cristalização deve decorrer a uma temperatura adequada durante um tempo de permanência adequado. Através da cristalização deve ser alcançado vantajosamente pelo menos um grau de cristalização que permita um posterior
30 tratamento térmico, como por exemplo, uma secagem ou uma

policondensação na fase sólida, sem que ocorra aí colagem ou formação de grumos.

A amplitude da temperatura adequada é evidente quando se anota o período de semi-desintegração da cristalização, medido em DSC, como função da temperatura.

Para evitar que as partículas cristalizadas se colem, estas devem ser mantidas em movimento em relação umas às outras. Isto pode, por exemplo, ocorrer através de aplicação de uma ferramenta de mistura, um contentor em movimento ou por ação de um gás de fluidificação.

Reatores de cristalização apropriados são reatores vibrantes, reatores rotativos, reatores com ferramentas de mistura, bem como reatores que são atravessados por um gás de processamento, em que a velocidade de corrente do gás de processamento tem de ser suficiente para pôr as partículas em movimento. Reatores de cristalização especialmente apropriados são cristalizadores de leito fluido ou de rotação.

Podem ser ligados vários dispositivos para produção de partículas a um dispositivo de cristalização. Aqui ocorre a vantagem de que sob funcionamento alternado de vários dispositivos para produção de partículas é abastecida uma quantidade de partículas constante do dispositivo de cristalização. Opcionalmente, após o passo de aumento do grau de cristalização ocorre um outro passo de tratamento térmico. Aqui, pode-se tratar de, por exemplo, um passo de formação da estrutura de cristal, para realizar um passo de secagem ou umidificação e/ou um passo de policondensação de fase sólida (SSP).

Logo após a cristalização ou de seguida ao outro passo

de tratamento térmico, as partículas de polímeros podem ser arrefecidas a uma temperatura adequada ao armazenamento. O arrefecimento ocorre através de métodos conhecidos pelo estado da técnica, por exemplo, em um permutador de calor
5 de placas, em um refrigerador de leito fluido, em instalações de alimentação com um excedente de meios de refrigeração, através de descarga direta em um líquido de refrigeração ou através de contacto com uma superfície fria. O arrefecimento através de ar é sobretudo vantajoso
10 em PET ou PA, uma vez que esses materiais são higroscópicos.

Mais tarde, as partículas de polímeros podem ser processadas para se tornarem produtos como, por exemplo, fibras, bandas, tubos, filmes, moldes de sopro extrudados,
15 peças moldadas por injeção ou peças sinterizadas. O tereftalato de polietileno é, por exemplo, processado em grande parte em corpos ocos, em especial garrafas. As partículas de polímeros podem também ser diretamente processadas após a cristalização ou de seguida após o passo
20 posterior de tratamento térmico de produtos.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para produção de material polímero semicristalino, em que o material polimérico bruto predominantemente amorfo a ser tratado, em especial granulado, é introduzido em um reator de cristalização (1) e pelo menos parcialmente cristalizado nele, sob aquecimento, contudo sem derreter, e, depois disso, o material polimérico semicristalino obtido é retirado novamente do reator de cristalização (1), e pelo menos uma parte desse material polimérico semicristalino é desviado e remisturado no reator de cristalização (1) para redução da propensão de ficar grudado no material polímero, **caracterizado** pelo fato de o material polímero semicristalino desviado e o material polimérico bruto serem combinados e misturados antes da remistura no reator de cristalização (1), e antes que a mistura seja introduzida no reator de cristalização (1).

2. Método de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de a adição e mistura do material polímero semicristalino desviado e o material polímero bruto ocorrer em uma zona fora do reator de cristalização (1), em especial em um bocal de distribuição (4).

3. Método de acordo com a reivindicação 2 ou 3, **caracterizado** pelo fato de o material polímero semicristalino retirado do reator de cristalização (1) ser levado a uma altura acima do reator de cristalização (1), em especial através de um parafuso de alimentação sem-fim vertical (3), e o material polímero semicristalino desviado fluir subsequentemente para a zona de adição por ação da força da gravidade, em especial através de uma calha de

material (5), para ser remisturado.

4. Método de acordo com uma das reivindicações 1, 2 ou 3, **caracterizado** pelo fato de tanto o material polímero semicristalino desviado, como também o material polímero bruto, cada um fluindo a uma certa velocidade de fluxo no local e momento do seu encontro, em que as direções de fluxo de ambos os fluxos de material se encontram preferencialmente em um ângulo agudo de ϵ de preferencialmente entre 20° e 55°, mais preferencialmente 30° a 40°.

5. Método de acordo com uma das reivindicações 1, 2, 3 ou 4, **caracterizado** pelo fato de tanto o material polímero semicristalino desviado como também o material polímero bruto serem mantidos permanentemente e em cada secção do método em forma de grânulo e em fluxo livre, e/ou pelo fato do aquecimento do polímero no reator de cristalização (1) ocorrer sem adição de energia de aquecimento externa, e em especial ocorrer exclusivamente através da energia interna dos grânulos e/ou através do calor resultante da cristalização.

6. Dispositivo para a realização do método indicado nas reivindicações 1, 2, 3, 4 ou 5, compreendendo um reator de cristalização (1) com meios (2) para movimentar e manter em grânulos o material polímero existente no reator de cristalização (1), em especial ferramentas de mistura e dispositivos de agitação, e com um bocal de distribuição (4), através do qual o material polímero bruto predominantemente amorfo a tratar pode ser introduzido, e em que no reator de cristalização (1) se encontra ligado um trajeto de entrega (3,5) através do qual pelo uma parte do

material polímero semicristalino pode ser remisturada no reator de cristalização (1), **caracterizado** pelo fato de o trajeto de entrega (3,5) desembocar no bocal de distribuição (4).

7. Dispositivo de acordo com a reivindicação 6 **caracterizado** pelo fato de o trajeto de entrega (3,5) compreender um meio de alimentação (3), em especial um parafuso de alimentação sem-fim vertical (3), que está conectado no reator de cristalização (1) na zona inferior e/ou diretamente, o qual está apto a transportar o material polimérico semicristalino que sai do reator de cristalização (1), a uma altura superior ao reator de cristalização (1).

8. Dispositivo de acordo com a reivindicação 6 ou 7, **caracterizado** pelo fato de o trajeto de entrega (3,5) compreender uma calha de material (5), preferencialmente na forma de um tubo, que, saindo de uma zona superior do meio de alimentação (3), desemboca obliquamente no bocal de distribuição (4), em que a calha de material (5) apresenta de preferência um ângulo de inclinação médio β em relação ao plano horizontal entre 15° e 50° , mais preferencialmente entre 20° e 30° .

9. Dispositivo de acordo com uma das reivindicações 6, 7 ou 8, **caracterizado** pelo fato de o bocal de distribuição (4) se encontrar disposto em uma zona de canto superior do reator de cristalização (1) e/ou se encontrar inclinado para baixo, preferencialmente em um ângulo σ entre 25° e 60° , mais preferencialmente entre 30° e 40° , em relação ao plano horizontal, de modo que o material polímero possa deslizar para dentro do reator de

cristalização (1) por meio da força de gravidade.

10. Dispositivo de acordo com uma das reivindicações 6, 7, 8 ou 9, caracterizado pelo fato de a calha de material (5) apresentar uma secção superior (8) próxima do meio de alimentação (3) e uma zona de extremidade inferior ou uma secção em curva (7) próxima do bocal de distribuição (4), em que a secção em curva (7) é colocada em um ângulo em relação ao bocal de distribuição (4) ou é curvada para baixo, em que o ângulo α entre a secção superior (8) da calha de material (5) e a secção em curva (7) está preferencialmente entre 60° e 140° , mais preferencialmente entre 90° e 100° .

11. Dispositivo de acordo com uma das reivindicações 6, 7, 8, 9 ou 10, caracterizado pelo fato de o eixo central do bocal de distribuição (4) formar um ângulo agudo ε com o eixo central da secção em curva (7), de preferência entre 20° e 55° , mais preferencialmente entre 30° e 40° .

12. Dispositivo de acordo com uma das reivindicações 6, 7, 8, 9, 10 ou 11, caracterizado pelo fato de:

o eixo central da secção em curva (7) ser orientado quase verticalmente, em um ângulo ζ em relação ao plano vertical entre 0° e 45° , mais preferencialmente entre 15° e 25° ;

e/ou

o eixo central da seção em curva (7) e o eixo central do bocal de distribuição (4) definirem ou criarem uma superfície (9) normalmente orientada na vertical, que divide o reator de cristalização (1) em duas áreas parciais de mesma dimensão, em que é preferivelmente previsto que o meio de transporte (3) ou o eixo central do parafuso de

alimentação sem-fim vertical (3) também esteja neste plano (9).

13. Dispositivo de acordo com uma das reivindicações 6, 7, 8, 9, 10, 11 ou 12, **caracterizado** pelo fato de:

o bocal de distribuição (4) se alargar em forma de leque na zona próxima da extremidade do reator de cristalização (1).

e/ou

a superfície de deslize inferior do bocal de distribuição (4) possuir um número de calhas retas (17) que correm longitudinalmente, em que preferencialmente as alturas ou as profundidades e/ou as larguras das calhas aumentam para baixo no sentido do fluxo.

14. Dispositivo de acordo com uma das reivindicações 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 ou 13, **caracterizado** pelo fato de no parafuso de alimentação sem-fim vertical (3) ser prevista uma outra abertura de descarga (10) para descarga, em que a abertura de descarga (10) é mais baixa ou maximamente na mesma altura que a porta (11), na qual a calha de material (5) está conectada.

15. Dispositivo de acordo com uma das reivindicações 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 ou 14, **caracterizado** pelo fato de:

ser previsto um dispositivo de comando com o qual se pode ajustar a quantidade de material polímero semicristalino que é desviado pela calha de material (5) e/ou a quantidade de material polímero semicristalino que é descarregado pela abertura de descarga (10);

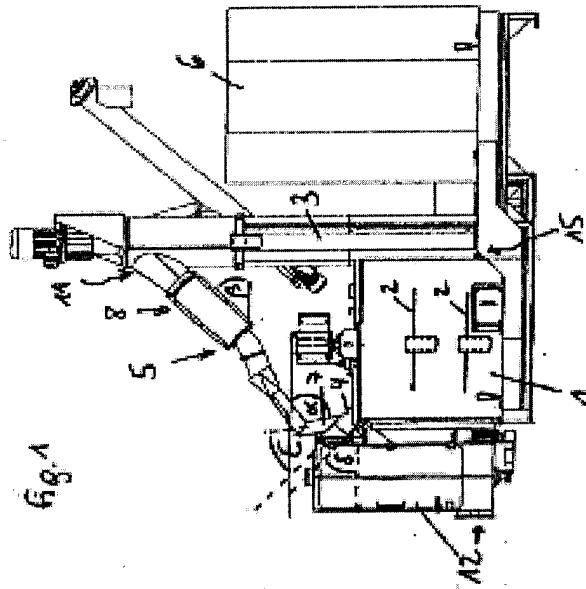
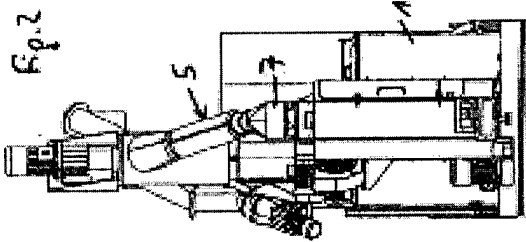
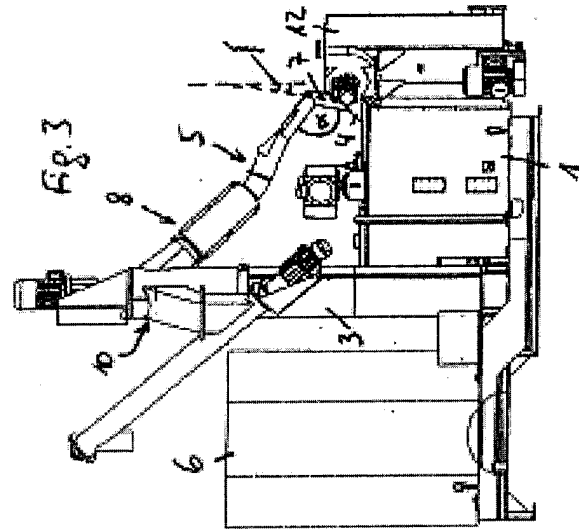
e/ou

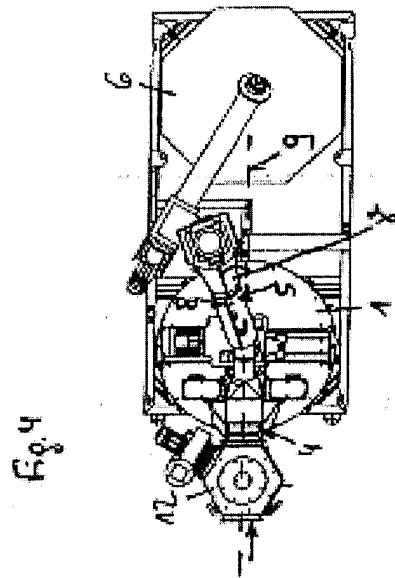
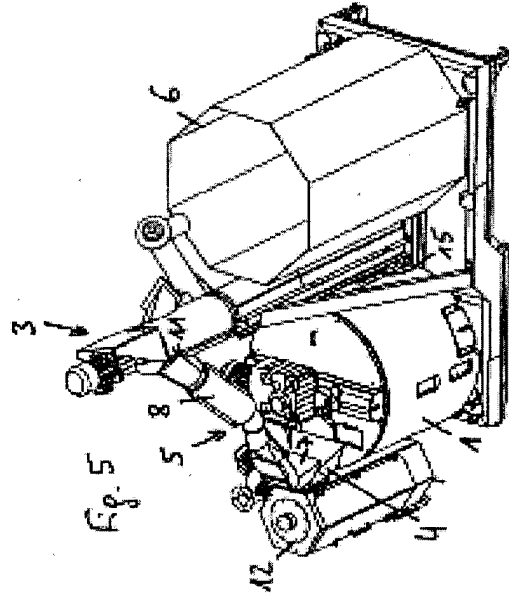
o meio de alimentação (3) ou a abertura de descarga

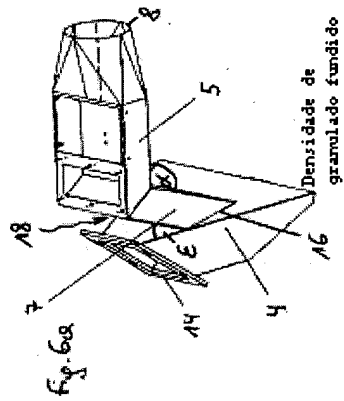
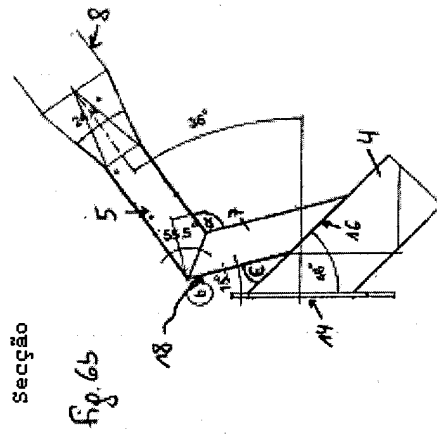
estarem conectados a um contentor (6) para coleta e/ou tratamento adicional do material polímero semicristalino, por exemplo, por meio de um parafuso de alimentação.

e/ou

uma centrífuga (12) para separação da umidade superficial e eventuais porções finas, localizada à frente do reator de cristalização (1) ou à frente do bocal de distribuição (4), com a qual o material polímero bruto é introduzido no bocal de distribuição (4) em uma velocidade aumentada, de preferência tangencialmente.







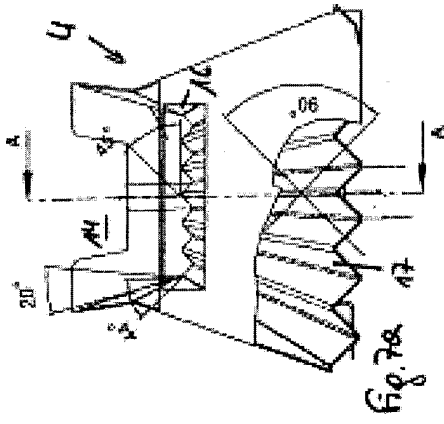


Fig. 7a

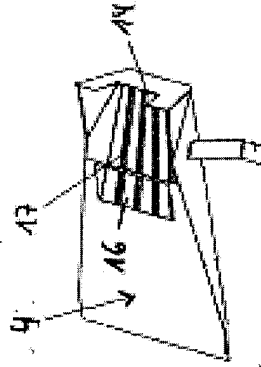


Fig. 7b

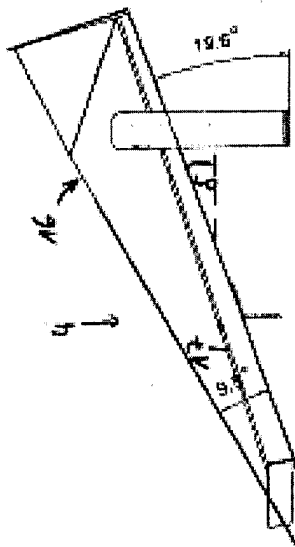


Fig. 7c