



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

**(11) PI 0600833-0 B1**

**(22) Data do Depósito:** 16/03/2006

**(45) Data de Concessão:** 12/07/2016



---

**(54) Título:** MÉTODO E INSTALAÇÃO PARA A FABRICAÇÃO CONTÍNUA DE GRANULADO PLÁSTICO EXPANSÍVEL

**(51) Int.Cl.:** B29B 9/06

**(30) Prioridade Unionista:** 17/03/2005 EP 05 405249.3

**(73) Titular(es):** SULZER CHEMTECH AG

**(72) Inventor(es):** CLAUDE PASSAPLAN, HERBERT SCHERRER

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"MÉTODO E INSTALAÇÃO PARA A FABRICAÇÃO CONTÍNUA DE GRANULADO PLÁSTICO EXPANSÍVEL"**.

5 A invenção refere-se a um método para a fabricação contínua de granulado plástico expansível de acordo com a parte pré-caracterizante da reivindicação 1. A invenção também se refere a uma instalação para a fabricação de granulado desse tipo.

10 Um método e também uma instalação para a fabricação de granulado plástico expansível são conhecidos de EP-A-0 668 (= P.6623). Em uma modalidade especial do método, um material derretido de polímero impregnado é feito em pedaços em um granulador submerso por meio de uma solidificação de produção de forma. O material derretido é extrudado através de bocais; os filamentos que são formados dessa maneira são resfriados com água e colocados na forma granulada pela trituração com facas rotativas. Nesse método o material derretido de polímero é pré-resfriado antes da entrada no granulador de modo a evitar a expansão dos filamentos durante a extrusão. A provisão feita para o resfriamento do material derretido impregnado para uma temperatura que se situa uns poucos graus C acima da temperatura de solidificação do material derretido é problemática. Isso é devido ao fato que é muito difícil, sob circunstâncias tais como essas, permitir que a mesma quantidade de material derretido flua através de todos os bocais de extrusão do granulador que são dispostos em paralelo. As instabilidades no fluxo do material derretido surgem, as quais podem levar ao fechamento dos bocais individuais pela solidificação do material derretido neles.

25 O objetivo da invenção é prover uma melhora no método citado pelo qual as instabilidades citadas podem ser controladas. Além disso, uma alternativa mais flexível deve ser encontrada, a qual pode ser aplicada de maneira mais universal, com uma combinação de dois misturadores estáticos nos quais o material derretido é inicialmente tratado com uma grande ação de cisalhamento e subseqüentemente com uma ação de cisalhamento reduzida em particular não sendo mais necessária, mas pode, entretanto, ainda ser uma variação vantajosa. Esse objetivo é satisfeito pelo método

30

definido na reivindicação 1.

Usando o método, o granulado plástico expansível pode ser fabricado continuamente, com um material derretido plástico sendo impregnado usando um agente de expansão de fluido e o material derretido impregnado sendo granulado. O método é executado por meio de uma instalação, que inclui os componentes seguintes:

- pelo menos um aparelho de alimentação de produção de pressão (10) para o material derretido, que é em particular um aparelho de alimentação de bombeamento volumétrico,
- 10           - um aparelho de medição (9) para o agente de expansão,
- aparelho de contato e homogeneização (2) para a impregnação do material derretido,
- pelo menos um esfriador (3) para o material derretido impregnado,
- 15           - um granulador submerso (6) e
- um controle de instalação (1).

A granulação é executada usando um líquido que é usado no granulador como um meio de resfriamento e transporte para o granulado. O líquido é em particular água ou uma salmoura (ou uma solução). Uma pressão elevada é aplicada com o líquido usado durante a granulação, visto que a ação de expansão do agente de expansão no granulado ainda não solidificado é pelo menos parcialmente suprimida. A regulação dos parâmetros a serem ajustados para a granulação, a saber, a temperatura e a pressão do material derretido impregnado é efetuada na entrada do granulador. Nessa

20           regulação, as medições dos parâmetros citados são feitas e também os valores de medição são comparados com valores desejados e os desvios dos valores desejados são usados pelo controle da instalação para influenciar a absorção de calor do material derretido impregnado pelo esfriador ou esfriadores.

30           As reivindicações dependentes 2 a 7 relacionam-se com modalidades vantajosas do método de acordo com a invenção. As instalações para a execução do método de acordo com a invenção são o assunto das reivin-

dicações 8 a 10.

A invenção será explicada no seguinte com a ajuda dos desenhos, que mostram:

- Figura 1 uma ilustração esquemática da instalação de acordo com a invenção;
- 5 Figura 2 uma ilustração detalhada do granulador submerso que aparece meramente como um bloco na figura 1,
- Figura 3 uma ilustração do aparelho de granulação do granulador submerso e
- 10 Figura 4 uma ilustração esquemática detalhada de uma instalação realizada de acordo com a invenção e também um diagrama com uma marcação de temperatura e pressão qualitativamente mostrada que o material derretido assume enquanto fluindo através da instalação.

- 15 Um método para a fabricação contínua de granulado plástico expansível G pode ser executado usando uma instalação de acordo com a invenção como esquematicamente ilustrado na Figura 1. Nessa disposição um material derretido plástico F ("alimentação") é impregnado com um agente de expansão de fluido B (agente de sopro) e o material derretido F que foi
- 20 tratado nessa maneira é granulado. A instalação inclui os componentes seguintes: pelo menos um aparelho de alimentação de produção de pressão 10 com o qual o material derretido F obtido de uma fonte de plástico 80 é volumetricamente alimentado; uma fonte 81 para o agente de expansão B, que é alimentado para o material derretido F usando um aparelho de medi-
- 25 ção 9 (ver figura 4); um aparelho de contato e homogeneização 2 para a impregnação do material derretido F; pelo menos um esfriador 3 para o material derretido impregnado; um aparelho de homogeneização adicional 5 que é opcional; um granulador submerso 6 e também um controle de instalação 1. O granulado G que foi produzido fica finalmente disponível como um produto
- 30 em um contêiner 82.

A fonte de plástico 80 pode consistir em um reator de polimerização para a fabricação do plástico a partir de um material de fonte de mo-

número e também um aparelho de desgaseificação para o polímero. A fonte de plástico 80 pode também ser um aparelho de reciclagem para termoplástico reciclado de um tipo e também inclui um aparelho de fusão, em particular um extrusor que pode ser aquecido. A fonte de plástico 80 pode também  
5 ser simplesmente um aparelho de fusão no qual um termoplástico granular é liquefeito.

A granulação é executada usando um líquido (preferivelmente água, por exemplo, também uma salmoura ou uma solução) que é usado no granulador 6 como um meio de resfriamento e transporte para o granulado.  
10 Uma pressão elevada é exercida com o líquido usado durante a granulação, visto que uma ação de inflação do agente de expansão nos grânulos ainda não solidificados é suprimida, pelo menos em parte.

A regulação dos parâmetros a serem ajustados para a granulação na entrada do granulador 6, a saber, a temperatura e a pressão do material derretido impregnado, é efetuada usando o controle de instalação 1.  
15 Nessa regulação, as medições dos parâmetros citados são feitas e também os valores de medição são comparados com os valores desejados. Os desvios dos valores desejados são usados para influenciar a absorção de calor do material derretido impregnado pelo esfriador ou esfriadores 3.

Os parâmetros a serem ajustados para a granulação são regulados com recurso eletrônico usando o controle de instalação 1. Esses recursos têm conexões de transmissão de sinal 19, 110, 13 e 16 para a fonte do agente de expansão 81 (bombas de medição 9), para o aparelho de alimentação 10, para o esfriador 3 (ou para uma pluralidade de esfriadores) e para  
25 o granulador 6, respectivamente.

Os parâmetros ajustáveis seguintes são relevantes para a impregnação: temperatura, pressão e tempo de permanência. O tempo de permanência exigido depende da quantidade do agente de expansão B provido para a impregnação. Uma razão fixa de fluxo de agente de expansão  
30 em relação ao fluxo do material derretido é ajustada por meio do controle de instalação para cada proporção predeterminada do agente de expansão B. Esses fluxos, que podem ser variáveis, são produzidos pela alimentação

volumétrica. Os parâmetros de temperatura e pressão na entrada do granulador 6 são relevantes para a granulação.

Pelo menos um aditivo pode ser adicionado antes, durante e/ou depois da impregnação do material derretido F. Os pontos para a alimentação dos aditivos são mostrados pela figura 1 com rombos 7a, 7b, 7c e 7d.

O aparelho de alimentação 10 é vantajosamente uma bomba a engrenagem, entretanto, ele pode também ser um extrusor. Aparelhos de alimentação adicionais (bombas, extrusores, transportadores helicoidais) podem ser usados na instalação de acordo com a invenção. Pontos possíveis para aparelhos de alimentação adicionais são mostrados na figura 1 como pequenos círculos 1a, 1b e 1c.

A maneira de operação do granulador submerso 6 é descrita com a ajuda das figuras 2 e 3 (ver DE-A-35 41 500). O material derretido impregnado F é granulado em um aparelho mecânico 6' acionado por um motor 600. Ele passa primeiro através de um distribuidor 606 (que forma a entrada do granulador 6) para uma placa de bocal 605, com o material derretido sendo extrudado através dos bocais 605' da placa de bocal. Um recurso de alimentação adicional na entrada, a saber, um transportador helicoidal 607, é opcional. Uma pluralidade de bocais 605' é disposta na maneira semelhante a anel na placa de bocal 605. Os filamentos plásticos que escapam dos bocais 605' entram em uma câmara 603 cheia com água (ou com um outro líquido) onde o material extrudado é colocado na forma do granulado por uma trituração com facas rotativas 604. As facas 604 se acomodam em um suporte que é disposto em um eixo 600' que leva para o motor 600. A água é direcionada por uma bomba 60 através de uma conexão de entrada 601 sob uma pressão elevada (por exemplo, 10 bar) para dentro da câmara 603 da qual ela lava o granulado, com o resfriamento simultâneo do granulado G, para dentro de um aparelho de separação 61 através de pontas de saída 602. O granulado G é separado da água no aparelho de separação 61 e descarregado para dentro do contêiner 82. A água flui através de um aparelho de resfriamento 62 no qual ela desprende o calor absorvido do granulado recentemente produzido G para o ambiente. Se a pressão da água no

aparelho de separação 61 é reduzida para a pressão ambiente, então a bomba de água 60 é disposta a montante antes do aparelho de resfriamento 62. Se uma salmoura é usada ao invés da água, por exemplo, o resfriamento do granulado G pode ser executado em temperaturas menores ( $< 0^{\circ}\text{C}$ , por exemplo).

De modo que os problemas de instabilidade com a placa de bocal 605 mencionados no começo desse relatório descritivo possam ser controlados, deve-se tomar cuidado, por um lado, que as temperaturas (campos de temperatura) sejam as mesmas para todos os bocais. Isso acontece com termostatos não ilustrados. Por outro lado, o material derretido F tem que assumir uma temperatura no distribuidor 606, cujo valor tem que ser ajustado em relação à condição de operação da instalação. A pressão resulta por meio da queda na pressão ao longo dos bocais 605' e a pressão da água na câmara 603. A queda na pressão depende da taxa de fluxo de massa dos materiais derretidos tratados e da viscosidade dos materiais derretidos que tem uma dependência de temperatura considerável. A temperatura T e a pressão p no distribuidor 606 são influenciadas pelo controle da instalação até uma tal extensão que esses parâmetros assumem valores que são tão próximos quanto possível dos valores desejados. Os valores desejados dependem da condição de operação e podem ser apresentados como funções matemáticas ou na forma de tabelas de valor; eles podem ser determinados por meio de testes-piloto.

A figura 4 mostra, em uma ilustração esquemática detalhada, uma instalação de acordo com a invenção que foi realizada e com a qual EPS (poliestireno expansível) pode ser fabricado. Um diagrama é associado com a mesma figura 4 na qual a marcação da temperatura T e pressão p que o material derretido adota no fluxo através da instalação é mostrada em correspondência com a instalação ilustrada na parte superior. Em distinção à figura 1 a bomba de medição 9 para o agente de expansão B é desenhada na figura 4. Como uma diferença adicional, o aparelho de contato e homogeneização 2 é também composto de dois misturadores estáticos 2a e 2b dispostos em série. Os intervalos IIa e IIb correspondem com esses mistura-

dores 2a e 2b no diagrama. O primeiro intervalo I corresponde com a bomba 10 (bomba a engrenagem). O esfriador 3 - correspondendo com o intervalo III - adicionalmente tem um aparelho de resfriamento 30 que circula um meio de transferência de calor (termoóleo) em um circuito e desprende o calor absorvido no esfriador 3 para um dissipador térmico. Na instalação realizada, o esfriador é feito de três misturadores estáticos (não ilustrados), cujos elementos de mistura são formados como canos de trocador de calor 3'. O intervalo IV no diagrama corresponde com uma segunda bomba 40 que é seguida por um misturador estático 5 (intervalo V). Uma válvula de três vias controlável 51 que é conectada no controle da instalação 1 (linha de sinal 15) é disposta entre o misturador 5 e o granulador 6 (intervalo VI). Usando isso quando exigido - esse é o caso quando dando partida na instalação - o material derretido F pode ser redirecionado para dentro de um armazenamento intermediário 50. A câmara cheia com líquido 603 é indicada no granulador 6. As conexões de transmissão de sinal 19, 110, 13 e 16 já foram descritas com referência à figura 1.

Usando os dois misturadores estáticos, uma dispersão do agente de expansão B no material derretido F e uma sujeição dinâmica da mistura em uma faixa de pressão predeterminada e durante um tempo de parada são respectivamente executadas, com o tempo de parada tendo que ser maior do que um espaço de tempo mínimo. A dispersão ocorre por meio de elementos de mistura estáticos em um alto cisalhamento do material derretido F com gotas de agente de expansão finas sendo formadas. No estágio subsequente do segundo misturador 2b, a mistura é exposta a uma pequena ação de cisalhamento, isto é, a mistura é mantida dinamicamente. Nessa disposição as gotas do agente de expansão dissolvem no material derretido F. O cisalhamento tem que ser tão grande nessa disposição que nenhuma anulação de mistura ocorra. De modo que a ação de cisalhamento no segundo estágio de impregnação seja menor, o segundo misturador estático 2b tem uma seção transversal através da qual o fluxo acontece que é maior do que uma seção transversal correspondente do primeiro misturador estático 2a.

No diagrama a curva 801 mostra a temperatura do material derretido  $T$  como uma linha desenhada através de pontos. Os elementos de linha conectam os valores de temperatura, que podem ser respectivamente medidos nas transições entre componentes adjacentes da instalação e que são ilustrados como triângulos. Nos intervalos I, IIa e IIb, a temperatura é de cerca de 220°C. A curva 802 mostra o progresso da pressão  $p$  do material derretido. Os valores da pressão  $p$  ilustrados pelo círculos correspondem com os valores de temperatura ilustrados com triângulos. Usando a bomba 10, a pressão  $p$  é aumentada para acima de 200 bar. A sujeição dinâmica do material derretido  $F$  no segundo misturador estático 2b (intervalo IIb do diagrama) acontece em uma pressão decrescente  $p$  de aproximadamente 100 a 80 bar.

O controle da instalação 1 faz com que a absorção do calor do material derretido impregnado seja influenciada pelo esfriador ou esfriadores 3 por meio da regulação de acordo com a invenção. A curva 801' mostrada como uma linha tracejada mostra um curso alterado da curva que é para ser esperado com força de resfriamento maior. Visto que a viscosidade do material derretido aumenta quando a temperatura é abaixada, uma maior queda na pressão ocorre a jusante seguinte ao resfriamento. A curva de pressão é de maneira correspondente deslocada para cima: curva pontilhada 802'. Visto que a bomba 10 bombeia volumetricamente, a pressão aumenta quando a resistência de fluxo aumenta devido a uma maior viscosidade. No caso de uma alteração na operação a temperatura  $T$  e a pressão  $p$  têm que ser adaptadas no granulador 6. Alterações na operação são: partida da instalação; alteração da qualidade do material derretido  $F$  alimentado; alteração da quantidade de alimentação (taxa); alteração da proporção do agente de expansão; alteração da composição do aditivo. No caso de alterações tais como essas, a regulação tem que se tornar ativa por meio do controle da instalação 1. Depois que uma condição de operação de estado estável foi alcançada, então o controle é somente necessário com relação às influências perturbadoras do ambiente.

À parte o poliestireno, um outro termoplástico pode também ser

usado como um plástico. Exemplos são: copolímeros de estireno, poliolefinas, em particular polietileno e também polipropileno ou uma mistura dessas substâncias citadas.

H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, um hidrocarboneto de baixa ebulição, em particular pentano, ou uma mistura das substâncias citadas pode ser usada como um agente de expansão. Formas diversas de granulado podem ser produzidas (dependendo da seção transversal dos bocais 605', da velocidade de rotação das facas 604 e da pressão da água na câmara 603). Em particular, o granulado pode ser produzido na forma de "péletes" ou "contas" ou como um granulado parcialmente espumoso.

## REIVINDICAÇÕES

1. Método para a fabricação contínua de granulado plástico expansível (G) pela impregnação de um material derretido plástico (F) usando um agente de expansão de fluido (B) e também granulação do material derretido impregnado por meio de uma instalação que inclui como componentes pelo menos um aparelho de alimentação de produção de pressão (1) para o material derretido, em particular um aparelho de alimentação de bombeamento volumétrico, um aparelho de medição (9) para o agente de expansão, aparelho de contato e homogeneização (2) para a impregnação do material derretido, pelo menos um esfriador (3) para o material derretido impregnado, um granulador submerso (6) e um controle de instalação (1),

caracterizado pelo fato de que a granulação é executada usando um líquido que é usado no granulador como um meio de resfriamento e transporte para o granulado, em particular usando água ou uma salmoura, uma pressão elevada é aplicada com o líquido usado durante a granulação,

e a regulação dos parâmetros a serem ajustados para a granulação, a saber, a temperatura e a pressão do material derretido impregnado na entrada do granulador é efetuada usando o controle de instalação, com medições dos parâmetros citados sendo feitas e também os valores de medição sendo comparados com valores desejados e os desvios dos valores desejados sendo usados pelo controle de instalação na dita regulação para influenciar a absorção de calor do material derretido impregnado pelo esfriador ou esfriadores.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que misturadores estáticos são usados como os aparelhos de contato e homogeneização (2) e/ou o esfriador ou esfriadores (3) são da mesma maneira misturadores estáticos, cujos elementos de mistura são em particular projetados como tubos de trocador de calor.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1 ou reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o aparelho de alimentação (10) para o material derretido é uma bomba a engrenagem ou um extrusor, cuja energia de

alimentação pode ser influenciada pelo controle de instalação (1) com relação a uma oferta variável do material derretido (F) a ser impregnado, com o suprimento medido do agente de expansão (B) sendo controlado.

4. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5 3, caracterizado pelo fato de que o agente de expansão (B) é disperso no material derretido (F) em um primeiro estágio dos aparelhos de contato e homogeneização (2), em particular por meio de ação de cisalhamento forte em um misturador estático (2a), e em que a mistura que é obtida dessa maneira é alimentada para um segundo estágio (2b), no qual a mistura é mantida 10 da dinamicamente, dentro de uma faixa de pressão predeterminada e também durante um tempo de parada dentro de um intervalo de tempo predeterminado.

5. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que poliestireno, copolímeros de estireno, poliolefinas, em particular polietileno e também polipropileno ou uma mistura dos 15 materiais citados são usados como um plástico (F); e em que H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, um hidrocarboneto de baixa ebulição, em particular pentano, ou uma mistura das substâncias citadas é usada como um agente de expansão (B).

6. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 20 5, caracterizado pelo fato de que pelo menos um aditivo é misturado antes, durante e/ou depois da impregnação.

7. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de que uma das formas diversas de granulado é produzida, com o granulado (G) sendo produzido em particular na forma de 25 "péletes" ou "contas" ou como um granulado parcialmente expandido.

8. Instalação para a fabricação de granulado plástico expansível (G) como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 7.

9. Instalação de acordo com a reivindicação 8, caracterizada pelo fato de que ela inclui os seguintes componentes dispostos em série: uma 30 primeira bomba a engrenagem (10) ou um extrusor (10) para um material derretido que é para ser impregnado; um misturador estático (2) com uma conexão de entrada para uma bomba de medição (9) para o agente de ex-

pansão (B); um esfriador (3) ou uma série de esfriadores, cujos trocadores de calor são projetados como elementos de mistura estáticos; uma segunda bomba a engrenagem que é disposta dentro da série de esfriadores ou a jusante de e seguinte ao esfriador ou esfriadores; um misturador estático adicional (5); um granulador submerso (6) e um controle de instalação eletrônico (1) que é provido para a regulação dos parâmetros a serem ajustados para a granulação e que tem para essa finalidade conexões de transmissão de sinal (110, 13, 16, 19) para o recurso de alimentação, isto é, para as bombas ou extrusor citados, para o esfriador ou para uma pluralidade de esfriadores e também para o granulador.

10. Instalação de acordo com a reivindicação 9, caracterizada pelo fato de que o misturador estático (2) que segue a primeira bomba a engrenagem, é um primeiro misturador estático (2a) que é seguido por um segundo misturador estático (2b), pelo fato de que os elementos de mistura no primeiro misturador estático criam efeitos de cisalhamento maiores do que no segundo e pelo fato de que em particular o segundo misturador estático tem uma seção transversal de fluxo que é maior do que uma seção transversal correspondente do primeiro misturador estático.

Fig.1

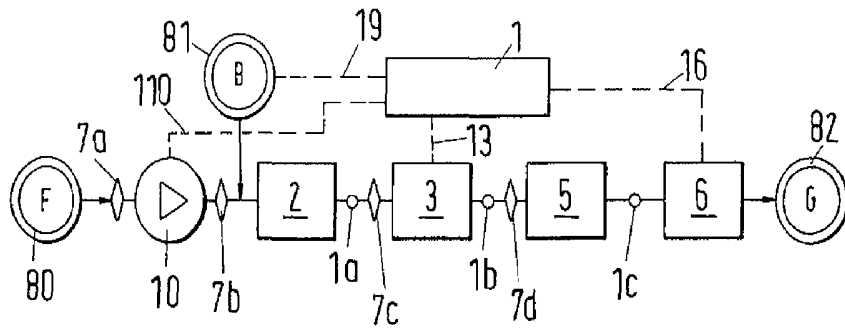


Fig.2

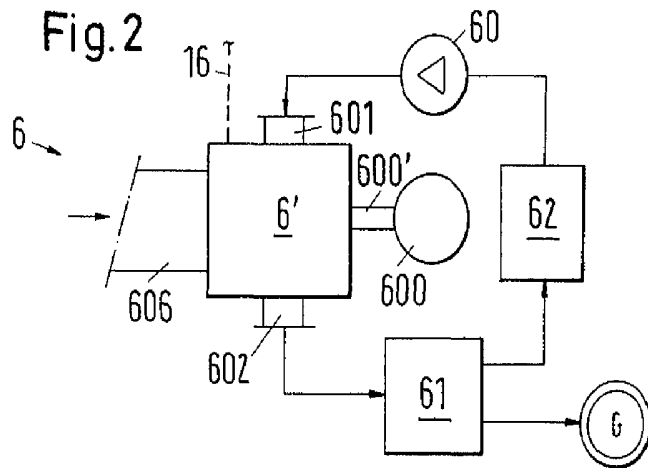
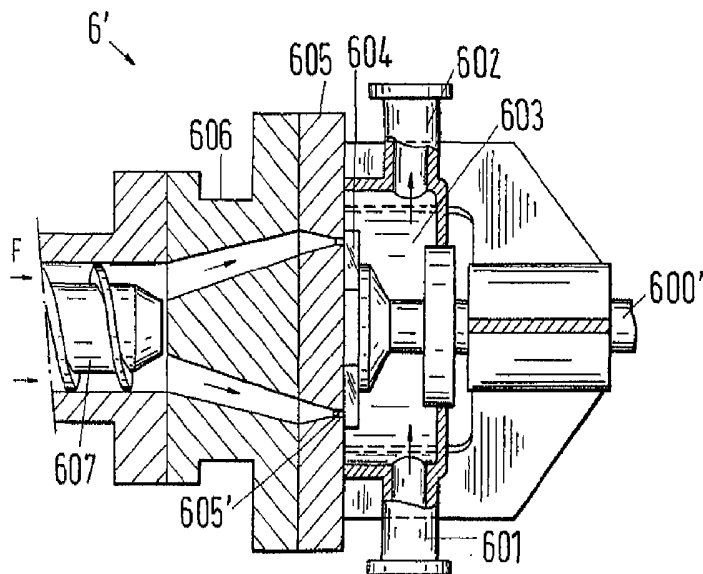
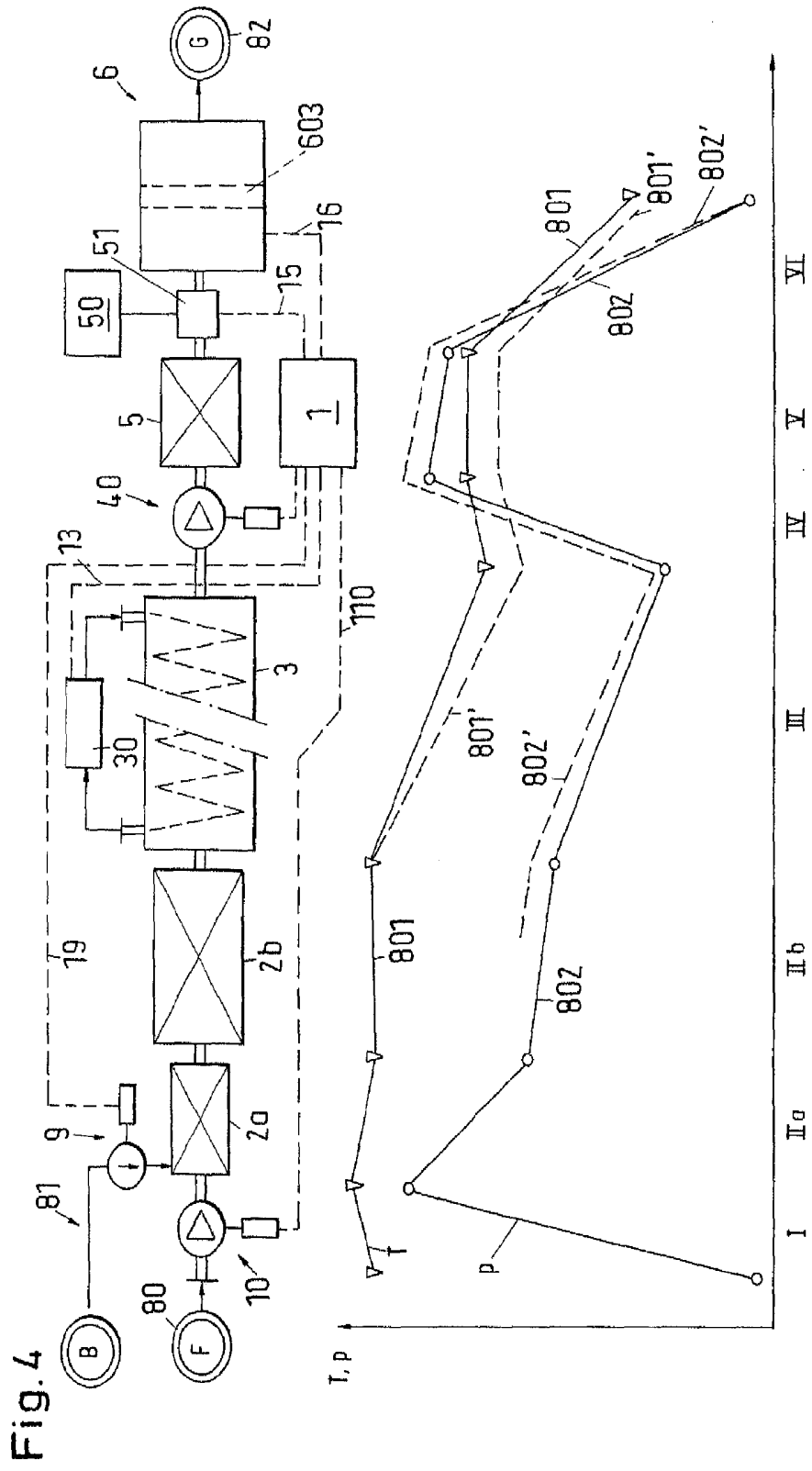


Fig.3





## RESUMO

### Patente de Invenção: **"MÉTODO E INSTALAÇÃO PARA A FABRICAÇÃO CONTÍNUA DE GRANULADO PLÁSTICO EXPANSÍVEL"**.

A presente invenção refere-se a um método, com o uso do qual  
5 granulado plástico expansível (G) pode ser fabricado continuamente, com um material derretido de plástico (F) sendo impregnado usando um agente de expansão de fluido (B) e o material derretido impregnado sendo granulado. O método é executado por meio de uma instalação, que inclui os seguintes componentes:

- 10 - pelo menos um aparelho de alimentação de produção de pressão (10) para o material derretido, que é em particular um aparelho de alimentação de bombeamento volumétrico,
  - um aparelho de medição (9) para o agente de expansão,
  - aparelho de contato e homogeneização (2) para a impregnação
- 15 do material derretido,
  - pelo menos um esfriador (3) para o material derretido impregnado,
  - um granulador submerso (6) e
  - um controle de instalação (1).

20 A granulação é executada usando um líquido que é usado no granulador como um meio de resfriamento e transporte para o granulado. O líquido é em particular água ou uma salmoura. Uma pressão elevada é exercida pelo líquido usado durante a granulação, visto que uma ação de expansão do agente de expansão no granulado ainda não solidificado é pelo menos parcialmente suprimida. A regulação dos parâmetros a serem ajustados  
25 para a granulação, a saber, a temperatura e a pressão do material derretido impregnado é efetuada na entrada do granulador. Nessa regulação, as medições dos parâmetros citados são feitas e também os valores de medição são comparados com valores desejados e os desvios dos valores desejados  
30 devido ao controle da unidade são usados para influenciar a absorção de calor do material derretido impregnado pelo esfriador ou esfriadores.