



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

**(21) PI 0809871-9 A2**



\* B R P I 0 8 0 9 8 7 1 A 2 \*

(22) Data de Depósito: 31/03/2008

**(43) Data da Publicação: 30/09/2014**  
(RPI 2282)

**(51) Int.Cl.:**

B29B 7/00

B29B 7/16

B29B 7/44

B29C 45/46

B29C 45/53

B29C 45/58

B29C 47/36

B29C 47/58

F04C 2/344

**(54) Título:** MÉTODO PARA A PLASTIFICAÇÃO E O  
TRANSPORTE DE MATERIAIS  
MACROMOLECULARES E EQUIPAMENTO PARA  
EXECUTAR O MÉTODO

**(57) Resumo:**

**(30) Prioridade Unionista:** 25/01/2008 CN 200810026054.X

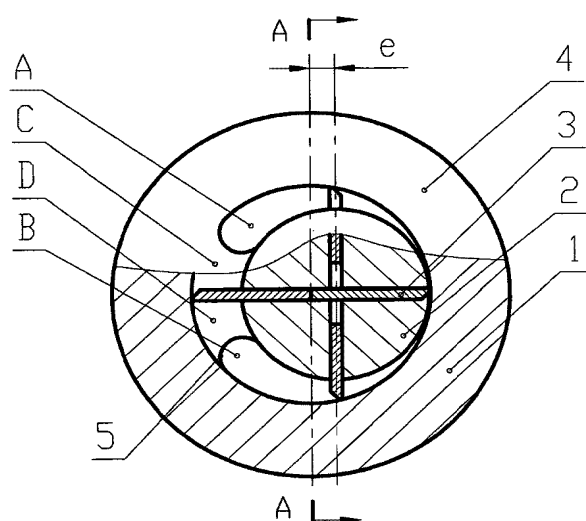
**(73) Titular(es):** SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**(72) Inventor(es):** JINPING QU

**(74) Procurador(es):** DAVID DO NASCIMENTO  
ADVOGADOS ASSOCIADOS

**(86) Pedido Internacional:** PCT CN2008000643 de  
31/03/2008

**(87) Publicação Internacional:** WO 2009/094815de  
06/08/2009



MÉTODO PARA A PLASTIFICAÇÃO E O TRANSPORTE DE  
MATERIAIS MACROMOLECULARES E EQUIPAMENTO PARA EXECUTAR O  
MÉTODO

CAMPO TÉCNICO

5 A presente invenção refere-se ao a um método para a  
plastificação e o transporte de materiais macromoleculares e  
equipamentos do mesmo, e particularmente a um método para a  
plastificação e o transporte de materiais macromoleculares  
com base no fluxo de alongamento, e a um equipamento do  
10 mesmo.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

O processamento de materiais macromoleculares é um  
processo com um elevado consumo de energia. Normalmente, é  
utilizada maquinaria de rosca, tal como extrusora do tipo de  
15 rosa e máquina de injeção do tipo de rosca. Os materiais de  
plástico devem ser processados com o processo de transporte,  
fusão e plastificação, durante o processamento por extrusão,  
injeção ou calendra, e este processo ocupa a maior parte do  
consumo de energia do processamento de materiais  
20 macromoleculares. Na maquinaria de rosca, a plastificação e o  
transporte dos materiais dependem principalmente do efeito de  
arrasto durante a rotação da rosca, em que o transporte de  
sólido é baseado no atrito, o transporte em fusão é baseado  
na viscosidade, o gradiente da velocidade dos materiais é  
25 vertical à direção do fluxo e deformação, e esse fluxo e essa  
deformação são principalmente sujeitos à tensão de  
cisalhamento. Portanto, pode-se considerar que a maquinaria  
de rosca atual utilizada extensamente é um equipamento de  
plastificação e transporte do tipo de rosca de materiais  
30 macromoleculares baseado na reologia de cisalhamento, e é  
inevitável que a capacidade de plastificação e de transporte  
dependa bastante do atrito interno dos materiais e do atrito  
entre os materiais e a superfície do tambor de material.

Estes dois problemas também dependem da propriedade física dos materiais e das condições do processo durante a manufatura. Na maquinaria de rosca, abordagens tais como a provisão de sulcos na seção de transporte de sólido do tambor de material para aumentar o atrito entre o tambor e os materiais, a ampliação da relação entre o comprimento e o diâmetro da rosca, e a otimização da estrutura da rosca, são geralmente adotadas para solucionar os problemas acima. No entanto, estas abordagens podem resultar no aumento do histórico termomecânico, do consumo de energia, e do volume do equipamento, etc.

A tecnologia de processamento dinâmico encurta o histórico termomecânico dos materiais e reduz a resistência ao fluxo dos materiais durante o processamento, de modo que o consumo de energia de plastificação e de transporte é reduzido, e a capacidade de plastificação é melhorada. No entanto, o equipamento de processamento dinâmico para materiais macromoleculares é essencialmente uma máquina do tipo de rosca em que a plastificação e o transporte dos materiais é baseado na reologia de cisalhamento, e desse modo não pode superar o problema de que a capacidade de plastificação e de transporte depende bastante do atrito entre os materiais e a superfície interna do tambor de material e do atrito interno dos materiais. Consequentemente, a redução no consumo de energia de plastificação e transporte e a melhoria na capacidade de plastificação e de transporte são bastante limitadas.

#### DESCRIÇÃO RESUMIDA DA INVENÇÃO

Devido aos inconvenientes da técnica anterior, um objetivo da presente invenção consiste na apresentação de um método para a plastificação e o transporte de materiais macromoleculares com base no fluxo de alongamento, que supera os problemas acima mencionados de histórico termomecânico

longo e elevado consumo de energia durante o processamento.

Um outro objetivo da presente invenção consiste na provisão de equipamento para a plastificação e o transporte de materiais macromolecular com base no fluxo de alongamento.

5           No método para a plastificação e o transporte de materiais macromoleculares à base do fluxo de alongamento de acordo com a presente invenção, um conjunto de espaços que têm uma forma geométrica específica é formado; e o volume dos espaços aumenta e diminui periodicamente de modo que os  
10 materiais fluem para o espaço quando o volume do espaço aumenta; e os materiais são comprimidos, plastificados e descarregados quando o volume diminui. Desse modo, os materiais estão principalmente sob tensão normal durante o processo inteiro de plastificação e de transporte.

15           O equipamento para a execução do método acima é da seguinte estrutura: uma unidade de plastificação e transporte do tipo de palheta que compreende um estator oco cilíndrico; um rotor de coluna instalado excentricamente na cavidade interna do estator, em que um grupo de entalhes retangulares  
20 é formado ao longo da circunferência do rotor; e uma pluralidade de palhetas que são arranjadas uniformemente nos entalhes e podem se mover livremente ao longo da direção radial. Em cada extremidade do estator é instalado um defletor que é concetricamente disposto em relação ao  
25 estator, para controlar a direção do fluxo de materiais. Na unidade de plastificação e de transporte do tipo de palheta, a excentricidade entre o estator e o rotor é ajustável e é maior do que zero, mas menor do que a diferença entre o raio da cavidade interna do estator e o raio do rotor. A  
30 superfície interna do estator, a superfície externa do rotor, as duas palhetas, e os dois defletores circundam para formar espaços que têm a forma geométrica específica. Quando o rotor gira, um par de palhetas no diâmetro do rotor executa

movimentos radiais alternados dentro do entalhe retangular formado ao longo da circunferência do rotor devido à superfície superior externa das palhetas ser restringida pela superfície interna do estator; conseqüentemente, o volume dos  
5 espaços encerrados aumenta e diminui periodicamente. Quando o volume do espaço aumenta, os materiais fluem para o espaço gradualmente; ao passo que, quando o volume diminui, os materiais são triturados, compactados e descarregados no espaço principalmente sob a tensão normal; e são  
10 plastificados e derretidos sob o aquecimento externo do estator e são forçados para fora no final. Desse modo, o processo de plastificação e de transporte inteiro é completado em um histórico termomecânico muito curto. Durante o processo, o volume dos espaços muda sincronicamente com o  
15 tamanho da seção transversal através da qual os materiais passam, e conseqüentemente o gradiente da velocidade dos materiais é paralelo à direção do fluxo e deformação, que é principalmente sujeita à tensão normal. Portanto, este processo de plastificação e de transporte é baseado no fluxo  
20 de alongamento. Uma pluralidade de unidades de plastificação e de transporte do tipo de palheta pode ser combinada em série para formar uma extrusora de plastificação e de transporte do tipo de palheta. O equipamento de plastificação e de transporte do tipo de palheta de vários tipos de  
25 extrusora ou máquina de injeção pode consistir em uma unidade de plastificação e de transporte do tipo de palheta e várias unidades de extrusão do tipo de palheta ou unidades de injeção do tipo de pistão.

O método para a plastificação e o transporte de  
30 materiais macromolecular à base do fluxo de alongamento e o equipamento do mesmo superam o inconveniente de que em uma unidade de plastificação e de transporte tradicional a capacidade de plastificação e de transporte depende bastante

do atrito entre os materiais e a superfície do tambor e o atrito interno dos materiais. Em comparação com a tecnologia e o equipamento de plastificação e de transporte do tipo de rosca, a presente invenção apresenta as seguintes vantagens:

5           1. o histórico termomecânico é encurtado significativamente; e o consumo de energia durante o processamento de plastificação e de transporte é reduzido;

          2. o processo de plastificação e de transporte é executado através da mudança de volume da forma específica,  
10       que mostra o caráter de deslocamento positivo e é de alta eficiência;

          3. o processo de plastificação e de transporte é completado em um histórico termomecânico muito curto, e o equipamento tem uma estrutura muito mais compacta;

15       4. a capacidade de plastificação e de transporte é independente das propriedades físicas dos materiais; a estabilidade de plastificação e de transporte é melhorada; e o equipamento é apropriado para mais materiais.

#### BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

20       A Figura 1 é uma vista estrutural esquemática de uma unidade de plastificação e de transporte do tipo de palheta em que os materiais fluem para a unidade através da entrada de alimentação do defletor;

          a Figura 2 é uma vista seccional da unidade de  
25       plastificação e de transporte do tipo de palheta mostrada na Figura 1, tomada ao longo da linha A-A;

          a Figura 3 é uma vista estrutural esquemática de uma unidade de plastificação e de transporte do tipo de palheta em que os materiais fluem para a unidade pela entrada  
30       de alimentação do estator;

          a Figura 4 é uma vista seccional da unidade de plastificação e de transporte do tipo de palheta mostrada na Figura 3, tomada ao longo da linha B-B;

a Figura 5 é uma vista estrutural esquemática de uma extrusora de plastificação do tipo de palheta;

a Figura 6 é uma vista seccional da extrusora mostrada na Figura 5, tomada ao longo da linha C-C;

5 a Figura 7 é uma vista estrutural esquemática de uma extrusora combinado com a unidade de plastificação e de transporte do tipo de palheta e rosca;

a Figura 8 é uma vista estrutural esquemática de uma máquina de plastificação e de injeção do tipo de palheta.

10 DESCRIÇÃO DETALHADA DA REALIZAÇÃO PREFERIDA

Muitos aspectos da invenção podem ser mais bem compreendidos nas seguintes realizações com referência aos desenhos em anexo.

REALIZAÇÃO 1

15 Com referência à Figura 1 e à Figura 2, a unidade de plastificação e de transporte do tipo de palheta compreende principalmente um estator oco 1 que tem uma cavidade interna cilíndrica; rotor de coluna 2 instalado excentricamente dentro da cavidade interna do estator, em que  
20 um grupo de entalhes retangulares é formado ao longo da circunferência do rotor; uma pluralidade de palhetas 3 que são arranjadas uniformemente no entalhe retangular e podem se mover livremente ao longo da direção radial; e defletores 4, 5 que são montados em ambas as extremidades do estator. O  
25 rotor 2 é instalado excentricamente dentro do estator oco 1, e a excentricidade entre o estator 1 e o rotor 2 é ajustável, a qual é maior do que zero mas menor do que a diferença entre o raio da cavidade interna do estator e o raio do rotor. As palhetas 3 são montadas em pares dentro do entalhe  
30 retangular, e os fundos internos das duas palhetas ficam em contato um com o outro, e as superfícies externas superiores entram em contato com a superfície interna do estator. Quando o rotor 2 gira no sentido anti-horário, um par das palhetas 3

no diâmetro do rotor 2 executa movimentos radiais alternados dentro do entalhe retangular devido à superfície superior externa das palhetas ser restringida pela superfície interna do estator; conseqüentemente, o volume dos espaços encerrados  
5 definidos pela superfície interna do estator 1, pela superfície externa do rotor 2, pelas palhetas 3 e pelos defletores 4, 5, aumenta e diminui periodicamente. O volume aumenta quando a palheta 3 se move gradualmente para fora da seção C do rotor 2; ao passo que o volume diminui quando a  
10 palheta 3 se move gradualmente para a seção D do rotor 2. Quando o volume está aumentando, os materiais macromoleculares fluem através da entrada de alimentação A do defletor 4; e quando o volume está diminuindo os materiais são triturados, comprimidos, descarregados e plastificados  
15 principalmente sob tensão normal; e entrementes os materiais são derretidos sob o aquecimento externo do estator e forçados para fora através da saída B do defletor 5.

Com referência à Figura 3 e à Figura 4, quando o volume está aumentando, os materiais fluem através da entrada  
20 de alimentação AA do estator 1; e quando o volume está diminuindo os materiais são triturados, comprimidos, descarregados e plastificados principalmente sob tensão interna resistente à tração (compressiva); e entrementes os materiais são derretidos sob o aquecimento externo do  
25 estator, e forçados para fora através da saída B do defletor 5.

#### REALIZAÇÃO 2

Com referência à Figura 5 e à Figura 6, a extrusora de plastificação do tipo de palheta compreende principalmente  
30 as unidades de plastificação e de transporte do tipo de palheta I, II, III e um eixo propulsor 1, um funil de material 2, uma luva de transição 3 e um divisor de fluxo 4, em que as unidades de plastificação e de transporte do tipo

de palheta I, II, III são superpostas em série; o defletor 5 da unidade de plastificação e de transporte do tipo palheta I e o defletor 4 da unidade II são conectados concentricamente um no outro; o defletor 5 da unidade II e o defletor 4 da unidade III também são conectados concentricamente um no outro; e a luva de transição 3 é conectada coaxialmente ao defletor 5 da unidade III. A direção excêntrica do estator 1 da unidade I com respeito ao rotor 2 é oposta à direção excêntrica do estator 1 da unidade II com respeito ao rotor 2; e a direção excêntrica do estator 1 da unidade III com respeito ao rotor 2 é oposta à direção excêntrica do estator 1 da unidade II com respeito ao rotor 2. Os rotores 2 das unidades de plastificação e de transporte do tipo de palheta são conectados coaxialmente entre si; e o eixo propulsor 1 é conectado coaxialmente ao rotor 2 da unidade I. O divisor de fluxo 4 é disposto na cavidade interna cilíndrica da luva de transição 3, e conectado coaxialmente ao rotor 2 da unidade III. O funil de material 2 é montado no estator 1 da unidade I. A saída B no defletor 5 da unidade I se comunica com a entrada de alimentação A no defletor 4 da unidade II; e a saída B no defletor 5 da unidade II se comunica com a entrada de alimentação A no defletor 4 da unidade III. Quando os rotores 2 das unidades de plastificação e de transporte do tipo de palheta I, II, III são impelidos pelo eixo propulsor 1, os materiais do funil de material 2 fluem para a unidade I; e depois de serem plastificados os materiais são transportados para as unidades II, III em ordem para mais plastificação e uniformização; e os produtos finais são obtidos depois da extrusão, do resfriamento e da formação no molde conectado à luva de transição 3.

### REALIZAÇÃO 3

Com referência à Figura 7, a extrusora de plastificação do tipo de rosca compreende principalmente uma

unidade de plastificação e de transporte do tipo de palheta I, uma unidade de extrusão do tipo de rosca II, um eixo propulsor 1 e um funil de material 2, em que a unidade de extrusão II consiste em um tambor de material 3 e uma rosca 4. A unidade de plastificação e de transporte I é conectada à unidade de extrusão II em série, em que o tambor de material 3 da unidade de extrusão II é conectado coaxial ao defletor 5 da unidade de plastificação e de transporte I; a rosca 4 da unidade de extrusão II é conectada coaxialmente ao rotor 2 da unidade de plastificação e de transporte I; e o eixo propulsor 1 é conectado coaxialmente ao rotor 2 da unidade I. O funil de material 2 é montado no estator 1 da unidade de plastificação e de transporte I. Quando o rotor 2 da unidade de plastificação e de transporte I e a rosca 4 da unidade de extrusão II são girados pelo eixo propulsor 1, os materiais do funil de material 2 fluem para a unidade de plastificação e de transporte I; e depois de serem plastificados os materiais são transportados para a unidade de extrusão II para mais plastificação e uniformização; e os produtos finais são obtidos depois da extrusão, do resfriamento e da formação no molde conectado no tambor de material 3.

#### REALIZAÇÃO 4

Com referência à Figura 8, o equipamento de plastificação e de injeção do tipo de palheta compreende principalmente uma extrusora de plastificação do tipo de palheta I, uma unidade de injeção do tipo de pistão II e um retentor de material 1, em que a unidade de injeção II consiste em um cilindro de injeção 2, um pistão de injeção 3, um tambor de material de injeção 4 e um bocal 5. A extremidade de entrada do retentor de material 1 é conectada à extremidade de saída da luva de transição 3 da extrusora de plastificação I; e a extremidade de saída do retentor de material 1 é conectada à extremidade de entrada do tambor de

injeção 4 da unidade de injeção II. A massa em fusão obtida após a plastificação na extrudora de plastificação do tipo de palheta I entra no tambor de material de injeção 4 da unidade de injeção II; e o pistão de injeção 3 da unidade de injeção  
5 II se move para trás sob a pressão da massa em fusão. Quando a quantidade de armazenagem do tambor de material de injeção 4 da unidade de injeção II alcança o valor de medição requerido pelo produto da injeção, a extrusora de plastificação I para de plastificar, e o processo de medição  
10 de plastificação da máquina de injeção é encerrado. Depois que o processo de enchimento do molde e de manutenção da pressão da máquina de injeção é encerrado, a extrusora de plastificação do tipo de palheta I começa a plastificação durante o estágio de resfriamento do produto; e a máquina de  
15 injeção começa um novo ciclo de moldagem do produto.

Deve ser enfatizado que as realizações descritas acima da presente invenção, particularmente quaisquer realizações preferidas, são meramente exemplos possíveis de implementações, meramente apresentadas para uma compreensão  
20 clara dos princípios da invenção. Muitas variações e modificações podem ser feitas nas realizações descritas acima da invenção sem que se desvie substancialmente do caráter e dos princípios da invenção. Todas tais modificações e variações devem ser aqui incluídas dentro do âmbito desta  
25 descrição e da presente invenção e protegidas pelas seguintes reivindicações.

REIVINDICAÇÕES

1. MÉTODO PARA A PLASTIFICAÇÃO E O TRANSPORTE DE MATERIAIS MACROMOLECULARES, com base no fluxo de alongamento, caracterizado pelo fato de que é utilizado um conjunto de  
5 espaços que têm forma específica, e o volume dos espaços pode ser aumentado e diminuído periodicamente, e os materiais fluem para o espaço quando o volume está aumentando; e os materiais são comprimidos, plastificados e então forçados para fora quando o volume está diminuindo, e o processo de  
10 plastificação e de transporte está desse modo principalmente sob tensão normal.

2. EQUIPAMENTO PARA EXECUTAR O MÉTODO, conforme definido na reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender uma ou mais unidades de plastificação e de  
15 transporte do tipo de palheta, em que cada unidade de plastificação e de transporte compreende principalmente um estator oco cilíndrico (1), um rotor de coluna (2) instalado excentricamente na cavidade interna do estator (1), em que um grupo de entalhes retangulares é formado ao longo da  
20 circunferência do rotor; uma pluralidade de palhetas (3) que são arranjadas uniformemente nos entalhes e podem se mover livremente ao longo da direção radial, e defletores (4, 5) respectivamente montados em ambas as extremidades do estator (1).

25 3. EQUIPAMENTO, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a excentricidade entre o estator (1) e o rotor (2) é ajustável, e é maior do que zero mas menor do que a diferença entre o raio da cavidade interna do estator (1) e o raio do rotor (2).

30 4. EQUIPAMENTO, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que palhetas (3) são providas em pares e pelo menos dois pares no diâmetro do rotor (2), a altura total de cada par de palhetas (3) é menor do que o

diâmetro da cavidade interna cilíndrica do estator (1), os fundos internos de duas palhetas (3) entram em contato um com o outro, e quando o rotor (2) gira as duas palhetas (3) no diâmetro do rotor (2) executam movimentos radiais alternados dentro do entalhe retangular devido à superfície superior exterior das palhetas ser restringida pela superfície interna do estator (1).

5. EQUIPAMENTO, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que, quando o rotor (2) gira, o volume dos espaços definidos pela superfície interna do estator (1), pela superfície externa do rotor (2), pelas palhetas (3) e pelos defletores (4, 5) aumenta e diminui periodicamente.

6. EQUIPAMENTO, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que os defletores (4, 5) em dois lados do estator (1) são fornecidos com uma entrada de material (A) e uma saída de material (B), respectivamente, a entrada material (A) corresponde à seção (C) onde a palheta (3) se move gradualmente para fora do rotor (2), e a saída de material (B) corresponde a uma seção (D) onde a palheta (3) se move gradualmente para o rotor (2).

7. EQUIPAMENTO, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que é provida uma saída de material (B) no defletor (5) em um lado do estator (1), é provida ma entrada de material (AA) no estator (1), e a entrada de material (AA) corresponde à seção (C) onde a palheta (3) se move gradualmente para fora do rotor (2).

8. EQUIPAMENTO, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que uma pluralidade de unidades de plastificação e de transporte do tipo de palheta é combinada em série para forma uma extrudora.

9. EQUIPAMENTO, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que as unidades de plastificação e

de transporte do tipo de palheta podem ser combinados com várias unidades de extrusão do tipo de rosca ou unidades de injeção do tipo de pistão para formar um dispositivo de plastificação e de injeção do tipo de palheta de uma  
5 extrusora ou máquina de injeção.

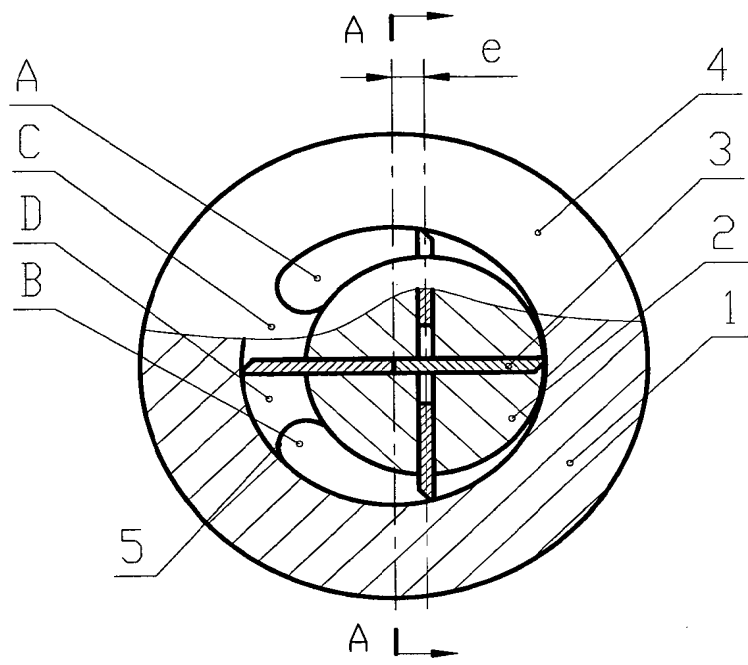


Fig. 1

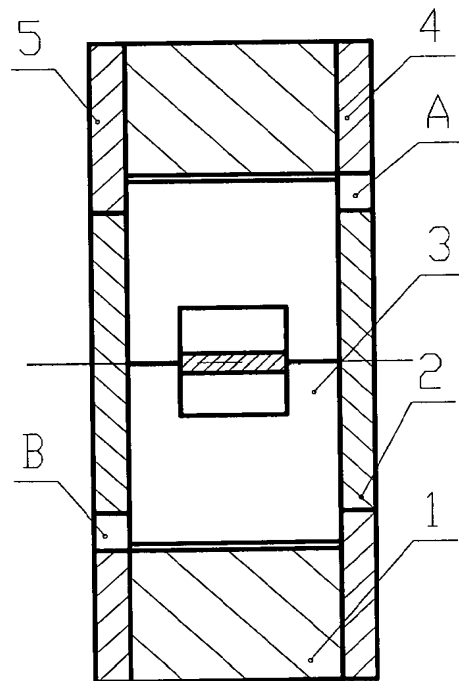


Fig. 2

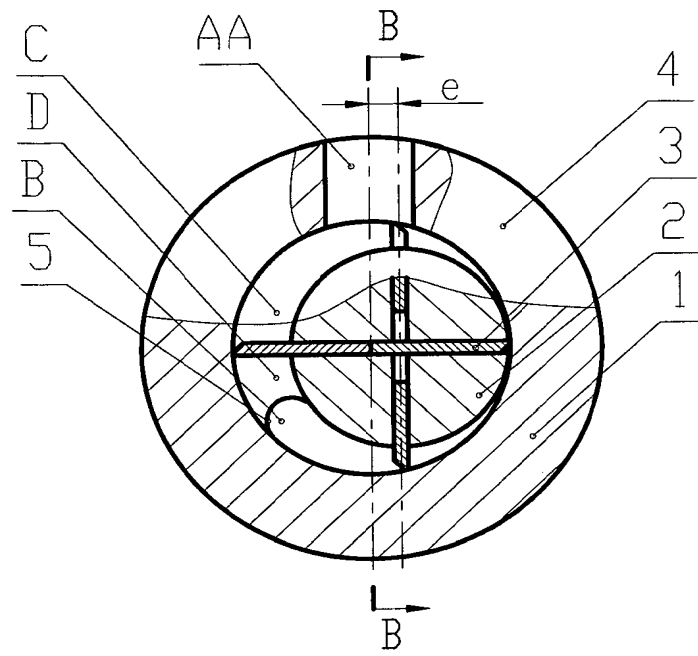


Fig. 3

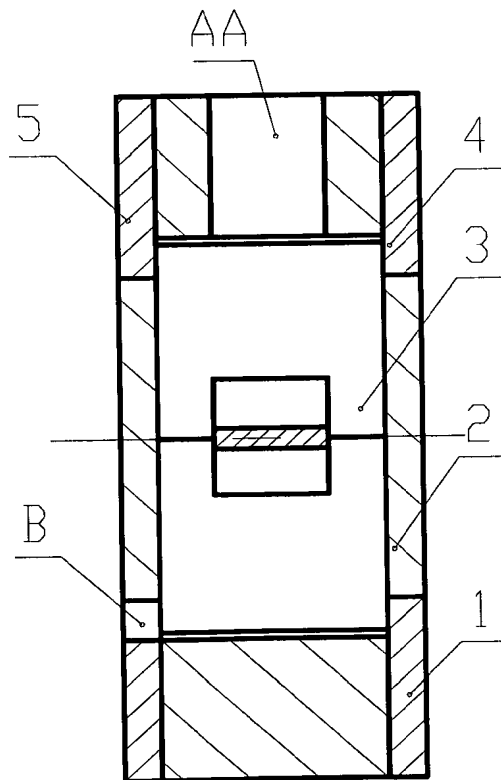


Fig. 4

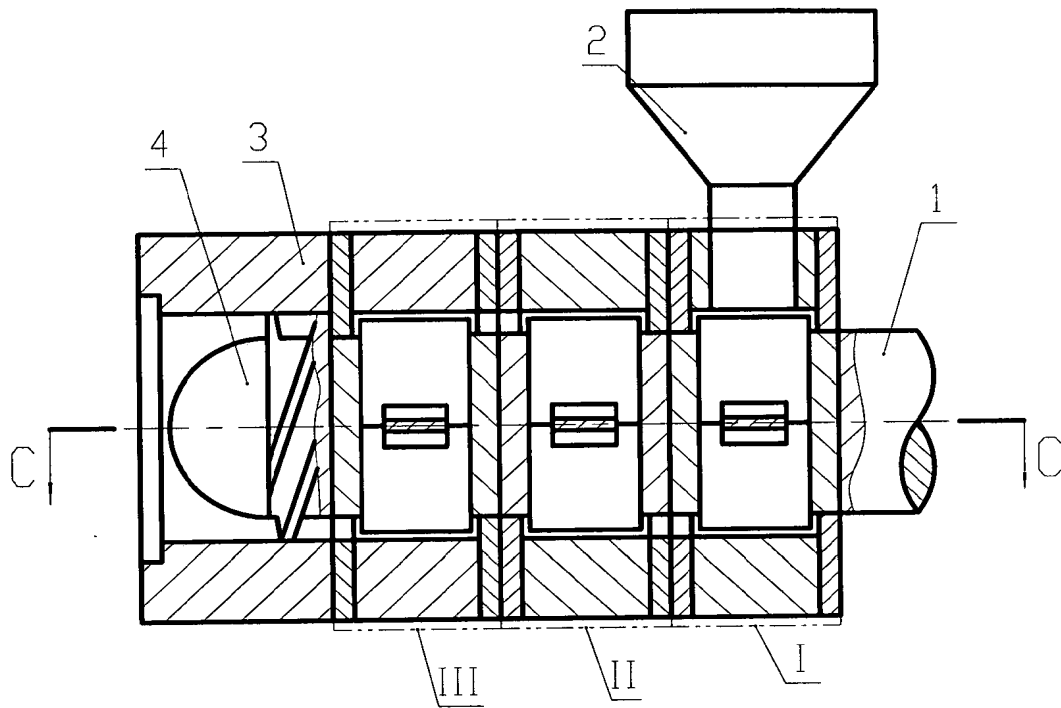


Fig. 5

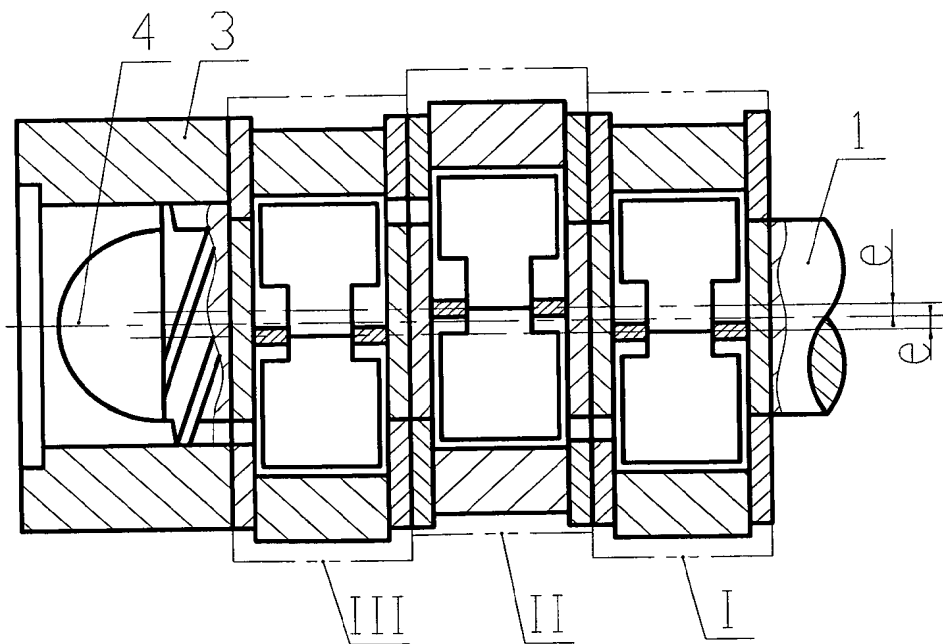


Fig. 6

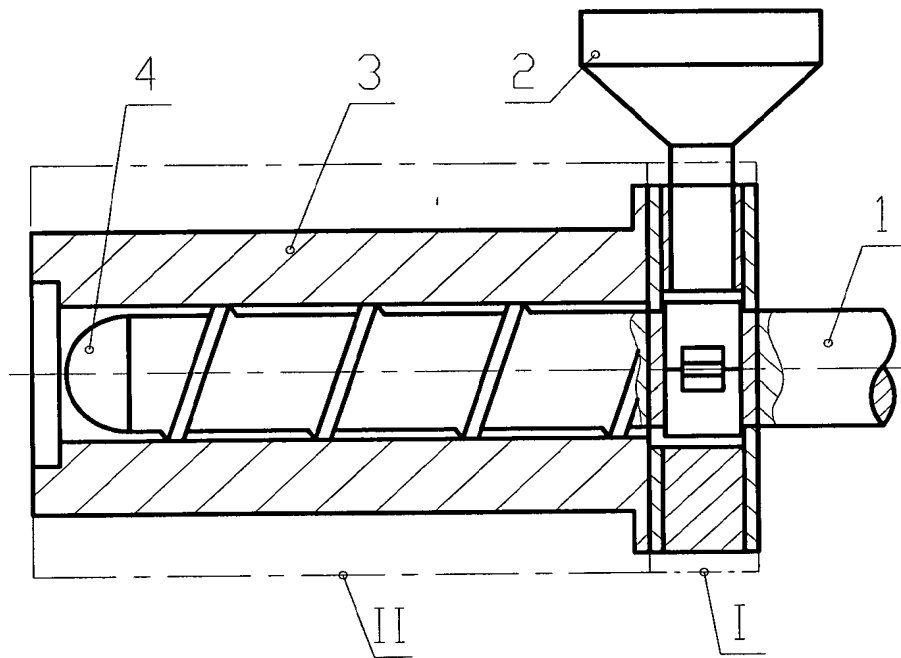


Fig. 7

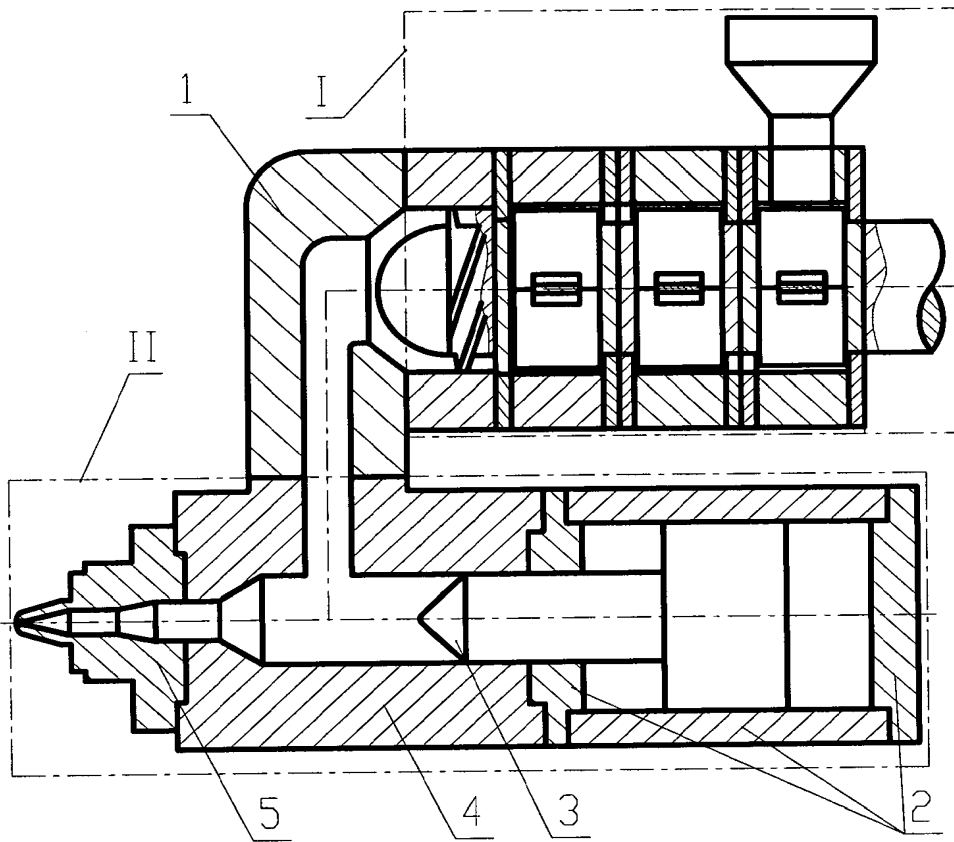


Fig. 8

RESUMO

MÉTODO PARA A PLASTIFICAÇÃO E O TRANSPORTE DE  
MATERIAIS MACROMOLECULARES E EQUIPAMENTO PARA EXECUTAR O  
MÉTODO

5           Trata-se de um método para a plastificação e o  
transporte de materiais macromoleculares com base no fluxo de  
alongamento, e do equipamento do mesmo. Um conjunto de  
espaços que têm uma forma específica é utilizado, e o volume  
dos espaços pode aumentar e diminuir periodicamente, e os  
10 materiais fluem para os espaços quando o volume está  
aumentando; e são comprimidos, plastificados e descarregados  
quando o volume está diminuindo, de modo que o processo de  
plastificação e de transporte fica principalmente sob tensão  
normal. Uma unidade de plastificação e de transporte do tipo  
15 de palheta compreende principalmente um estator oco  
cilíndrico; um rotor de coluna instalado excentricamente na  
cavidade interna do estator, em que um grupo de entalhes  
retangulares é formado ao longo da circunferência do rotor;  
uma pluralidade de palhetas é arranjada uniformemente nos  
20 entalhes, e defletores montados nos dois lados do estator. A  
superfície interna do estator, a superfície externa do rotor,  
as duas palhetas, e os dois defletores circundam para formar  
os espaços que têm a forma específica. A unidade de  
plastificação e de transporte do tipo de palheta e várias  
25 unidades de extrusão do tipo de rosca ou várias unidades de  
injeção do tipo de pistão podem ser combinadas para formar um  
dispositivo de plastificação e de injeção do tipo de palheta  
de uma extrusora ou máquina de injeção. A presente invenção  
tem um histórico termomecânico de material curto, baixo  
30 consumo de energia, ampla adaptabilidade, e volume pequeno.