

(11) *Número de Publicação:* **PT 91013 B**

(51) *Classificação Internacional:* (Ed. 5)

B29C047/06 A

B29C047/30 B

B29D009/00 B

B29D023/22 B

(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO

(22) *Data de depósito:* 1989.06.29

(30) *Prioridade:* 1988.07.04 FR 88 09125

(43) *Data de publicação do pedido:*
1990.02.08

(45) *Data e BPI da concessão:*
12/93 1993.12.10

(73) *Titular(es):*

SOLVAY (SOC. ANONYME)
33, RUE DU PRINCE ALBERT, B-1050 BRUXELLES
BE

(72) *Inventor(es):*

CLAUDE DEHENNAU BE
MARC KERGER BE

(74) *Mandatário(s):*

JOSÉ ALEXANDRE BOURBON LANCASTRE
BOBONE
RUA ALMEIDA E SOUSA 43 1350 LISBOA PT

(54) *Epígrafe:* PROCESSO PARA A REALIZAÇÃO, POR COEXTRUSÃO, DE UM TUBO LEVE E FIEIRA PARA A SUA REALIZAÇÃO

(57) *Resumo:*

[Fig.]

91013

Descrição referente à patente de invenção de SOLVAY & CIE (Société Anonyme), belga, industrial e comercial, com sede em 33, rue du Prince Albert, B-1050 Bruxelles, Bélgica, para:

"PROCESSO PARA A REALIZAÇÃO, POR COEXTRUSÃO, DE
UM TUBO LEVE E FIEIRA PARA A SUA REALIZAÇÃO"

A presente invenção refere-se a um processo para a realização, por coextrusão, de um tubo leve comportando uma alma de matéria termoplástica expandida, a parede interna e externa de matéria termoplástica densa, assim como a uma fieira que é particularmente apropriada para a sua realização.

Na patente europeia EP-B₁-0019 564 divulga-se já um processo para realizar por coextrusão um tubo deste tipo, no qual se coextrudem as matérias termoplásticas fundidas que constituem o tubo, através de uma cabeça de repartição, de modo a formar 3 voies tubulares de matérias termoplásticas em contacto que constituem a peça em bruto do tubo pretendido, o no qual se fazem em seguida passar os 3 voies em contacto através de uma fieira clássica para tubos, comportando um troço divergente-convergente e uma porção rectilínea de conformação do tubo.

Num processo deste tipo os voies de matéria ter-



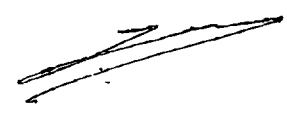
termoplástica que se encontra no troço divergente-convergente passa através de um troço em "troço" cujos ramos ou seus porta-núcleos provocam separações longitudinais nos veios de encastamento, assegurando a parte convergente uma resistência da peça em bruto. Nota-se no entanto que o tubo leve produzido finalmente apresenta em geral marcas longitudinais resultantes desta separação que prejudicam o seu aspecto e que constituem zonas de resistência mecânica diminuída.

Pode-se de facto melhorar o aspecto do tubo leve assim produzido realizando a zona convergente do fioiro de modo tal que os seus parados sejam, mais próximos, convergentes, como se mostra na figura ilustrativa do desenho anexo à patente europeia mencionada acima.

Verifica-se no entanto que este meio é de uma eficácia aleatória, em particular quando o tubo leve produzido é de diâmetro elevado, superior a 25 cm, ou de espessura de paredes superiores a 5 mm.

A presente invenção tem como primeiro objectivo fornecer um processo aperfeiçoado que permita a produção de tubos leves que não sejam afectados de qualquer trazo provocado pelas aletas porta-núcleos e que apresentem por todo facto uma resistência mecânica melhorada.

A invenção refere-se ainda a um processo para realizar, por coextrusão, um tubo leve comportando uma alma de matéria termoplástica expandida e paredes interna e externa de matéria termoplástica densa, no qual se coextrudem as matérias termoplásticas fundidas que constituem o tubo através de uma cabeça de repartição, de modo a formar 3 veios tubulares de matéria termoplástica em contacto constituindo a peça bruta do tubo pretendido, e no qual se fazem em seguida passar os 3 veios

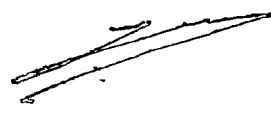


em contacto através de uma flocira clássica para tubos comportando um troço divergente-convergente e uma parte rectilínea de conformação do tubo, que se caracteriza pelo facto de, na porção rectilínea de conformação, se fazermos passar os 3 veios da matéria termoplástica numa zona de secção estrangulada, o montante do orifício do eido, de modo a criar um acréscimo de pressão de 2×10^6 até 15×10^6 Pascals nas matérias termoplásticas que se escoam no convergente da flocira.

A matéria termoplástica constitutiva das paredes interna e externa pode ser qualquer e é nomeadamente uma resina vinílica, tal como o policloreto de vinila, uma poliolefina tal como polietileno ou polipropileno, uma resina estirénica tal como o poliestireno, ou ainda uma resina acrílica tal como um copolímero do tipo ABS. As paredes interna e externa podem ser realizadas, conforme pretendido, a partir de matérias termoplásticas idênticas ou diferentes. A matéria termoplástica que constitui o alma pode ser uma resina vinílica, tal como o policloreto de vinila, uma resina estirénica tal como o poliestireno, uma poliolefina tal como o polietileno e o polipropileno, ou ainda uma resina acrílica tal como um copolímero do tipo ABS, contendo estas resinas um agente de expansão constituído por um líquido volátil, tal como um hidrocarboneto, ou por um agente químico tal como um agente que liberta azoto, como se descreve na patente britânica GB-A-1 211 860.

Nos casos em que o tubo produzido não é destinado a resistir a condições de utilização severas, a matéria termoplástica que constitui o alma pode ser obtida com vantagem a partir de matérias termoplásticas recicladas e, nomeadamente, restos de embalagem, tais como garrafas.

Escolhem-se de preferência as matérias termoplásticas constitutivas das paredes e do alma do modo tal que estas



sejam compatíveis, e fim de se obter uma aderência suficiente entre as camadas que constituem o tubo leve. Pode-se, no entanto, realizar tubos leves a partir de materiais termoplásticos não compatíveis provendo uma ou mais camadas de um adesivo termoplástico apropriado entre as camadas não compatíveis, o que impõe naturalmente o recurso a uma cabeça de separação de 4 ou mesmo 5 camadas.

A presente invenção tem igualmente como objectivo fornecer uma fiada que é particularmente conveniente para a realização deste processo.

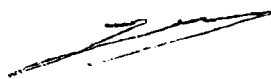
A invenção refere-se pois igualmente a uma fiada que comporte um troço divergente-convergente e uma porção rectilínea de conformação do tubo, que se caracteriza pelo facto de a porção rectilínea de conformação do tubo, a montante do orifício de saída, apresentar uma zona de secção estrangulada.

Preferivelmente, na fiada de acordo com a invenção, a relação entre a secção do orifício de saída e a secção da zona de secção estrangulada está compreendida entre 1,5 e 5.

De acordo com um modo de realização particular da fiada de acordo com a invenção, a zona de secção estrangulada é constituída por um acréscimo do diâmetro interno da secção de passagem da porção rectilínea de conformação.

Segundo um outro modo de realização a zona de secção estrangulada é constituída por uma diminuição do diâmetro externo da secção de passagem da porção rectilínea de conformação.

É no entanto evidente que a zona de secção estrangulada pode ser constituída simultaneamente por um acréscimo



e por uma diminuição dos diâmetros interno e externo da secção de passagem da porção rectilínea de conformação.

Para evitar qualquer risco de obstrução de matérias termoplásticas é conveniente que o acréscimo e/ou a diminuição dos diâmetros interno e externo da secção de passagem da porção rectilínea de conformação sejam realizados de modo progressivo e de proporção segundo um declivo de 5 a 15%.

A zona de secção estrangulada tem vantajosamente um comprimento compreendido entre 5 e 20 cm.

Por outro lado, a distância entre a zona de secção estrangulada e o orifício de saída da porção rectilínea de conformação é de pelo menos 5 cm, de modo a assegurar a formação de um tubo leve tendo uma espessura de parede pretendida, não obstante a presença da zona de secção estrangulada.

O processo e a fiação de acordo com a invenção são do resto explicitados de forma mais pormenorizada nos exemplos de realização prática cuja descrição se segue e para os quais se faz referência à figura do desenho anexo que representa, em corte parcial esquemático, o canal de escoamento das matérias termoplásticas numa fiação de acordo com a invenção.

Como se pode ver nesta figura, a fiação de acordo com a invenção, cuja parte posterior 1 está ligada a uma cabeça de repartição, não representada, comporta um troço divergente 2 e um troço convergente 3, ligados entre si através de um "trevo" 4 comportando aletas que mantêm o núcleo 5, e uma parte recta 6 de conformação do tubo, tendo esta porção um comprimento L_0 e uma espessura de passagem e_0 .

De acordo com a invenção, a porção rectilínea 6

comporta uma zona 7 de comprimento L e de espessura e, de secção estrangulada que é obtida por um acréscimo do diâmetro interno da secção de passagem da porção rectilínea e de conformação 6. Por outro lado, a zona da secção estrangulada 7 está ligada progressivamente à parede interna da porção rectilínea 6 de conformação segundo os declives 8 de 10°.

Numa fiavel de grande diâmetro (superior a 25 cm) tal como a representada na figura descrita acima, mas desprovida da zona 7 da secção estrangulada, a pressão do extrusão gerada na porção rectilínea de conformação pode ser calculada pela relação:

$$\Delta P = K \dot{\gamma}^n \frac{2L_0}{e_0}$$

na qual:

- $\dot{\gamma}$ é o gradiente de velocidade desenvolvido na geometria inicial de espessura e_0 e de comprimento L_0 ;
- n é o coeficiente não newtoniano calculado a partir da relação:

$$\tau = K \dot{\gamma}^n$$

- sendo τ a tensão de cisalhamento da matéria termoplástica utilizada ao gradiente de velocidade $\dot{\gamma}$ e
- sendo K uma constante obtida a partir da relação anterior.

EXEMPLOS

Nos exemplos cuja descrição se segue, por questões de simplicidade, realizaram-se tubos leves unicamente a partir de policloreto de vinilo de índice K = 66 contendo

2,1 por de estabilizador de chumbo, 0,5 por de lubrificante interno e 0,5 por de lubrificante externo.

As propriedades reológicas desta composição foram medidas por meio de um viscosímetro de capilar INSTRUM ^(R) equipado com fideiras cilíndricas de 0,2 cm de diâmetro e de relação L/R de 1 a 30, respectivamente, dando um mesmo gradiente de velocidade $\dot{\gamma}$ e respectivamente as pressões de extrusão P_1 e P_2 . A tensão de cisalhamento calcula-se por meio da relação clássica:

$$\tau = (P_2 - P_1) \cdot \frac{1}{2(30-1)} \cdot 98100 \text{ Pa}$$

(sendo P_1 e P_2 medidas em Kg/cm^2).

Para a formulação utilizada os parâmetros reológicos medidos são:

- $K = 2 \times 10^4$
- $n = 0,55$.

Exemplo 1 (de referência)

Para este ensaio, dado o título de comparação, utilizou-se uma fideira tal como está representada na figura anexa, mas desprovida da zona estrangulada na porção rectilínea de conformação, ostendo a fideira ligada a uma cabeça de repartição.

Os parâmetros geométricos desta fideira na porção rectilínea de conformação são os seguintes:

- diâmetro = 315 mm
- L_0 = 34,6 cm
- ϕ_0 = 0,85 mm.

Com este aparelhagem extrude-se a composição definida anteriormente com um débito de 400 kg por hora, sendo a temperatura da fioira de 185°C e a temperatura da matéria termoplástica à saída de 189°C.

A pressão desenvolvida pela fioira utilizada ao nível do convergente é igual a:

$$K \dot{\gamma}^n = \frac{2.34,6}{0,885}$$

na qual:

$$\dot{\gamma} = \frac{6 \times 400}{3,6 \times 1,24 \times 3,14 \times 31 \times 0,885^2} = 7,05.$$

Calcula-se então que a pressão desenvolvida no convergente é igual a $4,6 \times 10^6$ Pascals.

Verifica-se que o tubo leve extrudido nestas condições apresenta marcas longitudinais provenientes da presença das aletas porta-núcleo, constituindo estas marcas pontos de fraqueza em caso de choque.

Exemplo 2

Procede-se como no exemplo 1 utilizando uma fioira mas equipada desta vez com uma zona estrangulada na porção rectilínea de conformação, como está ilustrado na figura anexa.

O comprimento da zona estrangulada é de 79 mm e a passagem deixada livre nesta zona tem uma espessura de 4,35 mm.

O gradiente de velocidade ao nível da zona estrangulada é então de 30 segundo⁻¹.

A pressão que resulta daí ao nível do convergente é então de

$$4,6 \cdot 10^6 \text{ Pascals} = \frac{2 \cdot 10^4 \times 7,05^{0,55} \times 7,9 \times 2}{0,889} \text{ Pascals} +$$

$$\frac{2 \cdot 10^4 \times 30^{0,55} \times 7,9 \times 2}{0,435} \text{ Pascals} = 4,6 \cdot 10^6 \text{ Pascals} =$$

$$1,05 \cdot 10^6 \text{ Pascals} + 4,7 \cdot 10^6 \text{ Pascals} = 5,75 \cdot 10^6 \text{ Pascals},$$

o que representa uma pressão superior em $3,65 \cdot 10^6$ Pascals à desenvolvida no exemplo 1.

Verifica-se desta vez que o tubo leve produzido está isento de qualquer defeito.



REIVINDICAÇÕES

- 1ª -

Processo para a realização, por coextrusão, de um tubo leve comportando uma alma de matéria termoplástica expandida e paredes interna e externa de matéria termoplástica densa, no qual se coextrudem as matérias termoplásticas fundidas constituintes do tubo através de uma cabeça de repartição de modo a formar três voies tubulares de matérias termoplásticas em contacto constituindo a peça em bruto do tubo pretendido e no qual se fazem passar em seguida os três voies em contacto através de uma fiação clássica para tubos comportando um troço divergente-convergente (2,3) e uma parte recta (6) de conformação do tubo, caracterizada pelo facto de, na parte recta de conformação (6), se fazer passar os três voies de matéria termoplástica numa zona (7) de secção estrangulada a montante do orifício de saída, de modo a gerar um acréscimo de pressão de 2.10^6 a 15.10^6 Pascais nas matérias termoplásticas que se encontram no convergente da fiação.

- 2ª -

Fiação para a realização do processo de acordo com a reivindicação 1 comportando um troço convergente-divergente (2, 3) e uma parte recta de conformação do tubo, caracterizada pelo facto de a parte recta (6) de conformação do tubo apresentar, a montante do orifício de saída, uma zona (7) de secção estrangulada.

- 10 -

- 3º -

Fieira de acordo com a reivindicação 2 caracterizada pelo facto de a relação entre a secção do orifício de saída e a secção da zona (7) da secção estrangulada estar compreendida entre 1,5 e 5.

- 4º -

Fieira de acordo com as reivindicações 2 ou 3 caracterizada pelo facto de a zona (7) da secção estrangulada ser constituída por um acréscimo do diâmetro interno da secção de passagem da parte recta (6) da conformação.

- 5º -

Fieira de acordo com as reivindicações 2 ou 3 caracterizada pelo facto de a zona (7) da secção estrangulada ser constituída por uma diminuição do diâmetro externo da secção de passagem da parte recta (6) da conformação.

- 6º -

Fieira de acordo com qualquer das reivindicações 2 e 5 caracterizada pelo facto de a zona (7) da secção estrangulada ter um comprimento compreendido entre 5 e 20 cm.

- 7º -

Fieira de acordo com qualquer das reivindicações 2 a 6 caracterizada pelo facto de a distância entre a zona (7) da secção estrangulada e o orifício de saída da porção recta da conformação ser de pelo menos 5 cm.

- 11 -

Lisboa, 29 de Junho de 1969.

100-443887-100

11

R E S U M O

"PROCESSO PARA A REALIZAÇÃO, POR COEXTRUSÃO, DE UM TUBO LEVE E FINEIRA PARA A SUA REALIZAÇÃO"

Coextrudem-se as matérias termoplásticas constitutivas do tubo através de uma cabeça de repartição e seguimento através de uma fiação clássica para tubos comportando um troço divergente-convergente e uma porção recta de conformação do tubo comportando uma zona de passagem estrangulada de modo a gerar um acréscimo de pressão de 2.10^6 até 15.10^6 Pascais nas matérias termoplásticas que se passam no convergente da fiação.

