



PATENTE DE INVENCION

ICI CASE Pf.26248-SPAIN.

Clasificación: B 29F

*Memoria Descriptiva*

sobre:

427883

PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA ENFRIAR UN TUBO EN EXTRUSION  
DE MATERIAL TERMOPLASTICO.

=====

*Solicitante:* IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES LIMITED, entidad inglesa,  
residente en Imperial Chemical House, Millbank,  
Londres, SW1P 3JF, Inglaterra.

=====

Esta invención se relaciona con la producción de películas tubulares y, en particular, con un método y aparato para enfriar y extruir un tubo de material termoplástico.

La película tubular orientada se produce normalmente extruyendo un tubo termoplástico de paredes relativa-



5 mente gruesas, desde un orificio anular, y estirando a conti-  
nuación el tubo extruído, a una temperatura superior a la tem-  
peratura de transición vítrea ( $T_g$ ) e inferior a la temperatura  
de fusión del material termoplástico, en las direcciones trans-  
versal y/o longitudinal, para formar una película delgada,  
efectuándose el estirado en la dirección transversal por medio  
de una presión gaseosa interna y en la dirección longitudinal  
mediante extracción del tubo a una velocidad acelerada en la  
10 dirección de extrusión. En el caso de películas orientadas  
producidas a partir de poliésteres cristalizables, el poli-  
éster deberá encontrarse en un estado sustancialmente amorfo  
cuando se estire y, por lo tanto, el extruído deberá enfriarse  
rapidamente, antes del recalentamiento y estirado, para con-  
servar al polímero en estado amorfo. Igualmente, en la forma-  
15 ción de películas orientadas a partir de polímeros cristali-  
nos, tales como poliolefinas, es necesario enfriar el extruí-  
do para producir núcleos suficientes para asegurar que las  
esferulitas individuales permanezcan pequeñas, permitiendo con  
ello que el tubo extruído se estire fácilmente, cuando se  
20 recaliente, para producir una película transparente.

El enfriamiento del tubo extruído se efectúa conve-  
nientemente interna y/o externamente. Por ejemplo, el tubo  
puede enfriarse internamente por medio de un mandril de refri-  
geración situado dentro del tubo cerca de la boquilla a partir  
25 de la cual se extruye el tubo, mientras que el enfriamiento  
externo se puede realizar pasando el tubo a través de un man-  
guito enfriado, acoplado estrechamente. La eficacia de la  
transferencia de calor desde el tubo a la superficie de en-  
friamiento del mandríl o manguito, puede asegurarse haciendo  
30 fluir un fluido lubricante, de transferencia térmica, entre



el tubo y dicha superficie. Mediante el enfriamiento simultáneo de las superficies exteriores e interiores del tubo extruído, se pueden conseguir velocidades incrementadas de producción de película.

5

A elevadas velocidades de extrusión, se ha experimentado cierta dificultad en la producción, mediante los métodos antes mencionados, de película tubular orientada de calidad consistentemente alta y de una uniformidad de espesor al rededor de la circunferencia del tubo. Ahora, se cree que esta variación en la calidad de la película surge de la incapacidad para mantener una capa uniformemente espesa de fluido de transferencia térmica entre el tubo y la superficie de enfriamiento externa y/o interna, manifestándose por sí mismo el enfriamiento irregular resultante del tubo en forma de variaciones e irregularidades en el perfil de espesor de la película ulteriormente formada por orientación del tubo recalentado.

10

15

Se ha descubierto ahora una técnica mejorada para enfriar tubos termoplásticos extruídos.

20

Por consiguiente, la presente invención proporciona un método para enfriar un tubo extruído de material termoplástico, que comprende alimentar el tubo, en la dirección de extrusión, en relación de transferencia térmica con una superficie de enfriamiento adyacente, mantener dicha superficie de enfriamiento a una temperatura inferior al punto de fusión del material termoplástico, mantener una vaina de fluido de transferencia térmica entre el tubo y dicha superficie de enfriamiento, y en contacto con los mismos, y enfriar preferencialmente por lo menos un área elegida del tubo en extrusión desplazando el tubo transversalmente a la dirección de extrusión para disminuir el espesor de la vaina de fluido entre el

25

30



área elegida y la superficie de enfriamiento.

5 La presente invención proporciona también un aparato para enfriar un tubo extruído de material termoplástico, que comprende un orificio anular para la extrusión del tubo, una superficie de enfriamiento, medios para extraer el tubo, en la dirección de extrusión, en relación de transferencia térmica con dicha superficie de enfriamiento, medios para proporcionar una vaina de un fluido de transferencia térmica entre el tubo y dicha superficie de enfriamiento, y en contacto con éstos, y medios para desplazar el tubo transversalmente a la 10 dirección de extrusión, para disminuir el espesor de la vaina de fluido entre por lo menos un área elegida del tubo y la superficie de enfriamiento.

15 Según una versión de la invención, la superficie de enfriamiento se encuentra en forma de un mandríl interno, enfriado, coaxial con el orificio de extrusión, y situado entre el tubo en extrusión. Un sistema de mandríl seco, típico, que es particularmente adecuado para la producción de películas tubulares de poliéster, se describe en la Patente británica 20 No. 1.271.694, la cual se relaciona con la producción de película mediante extrusión en fundido de un tubo de material termoplástico, extrayendo el tubo sobre un mandríl enfriado con superficies esmeriladas que es de diámetro más pequeño que el diámetro del orificio de extrusión, a una velocidad superior a la velocidad de extrusión del tubo, estando conificado el 25 mandríl en la longitud en la cual está en contacto con el tubo, para permitir la contracción del tubo a medida que se enfría al estado sólido, pasando el tubo sobre un cierre situado dentro del tubo en un punto en el cual no se pegará al cierre, 30 calentándose el tubo a su temperatura de estirado e introdu-



ciendo gas a presión dentro del tubo en una posición después del cierre, aplastándose por último el tubo expandido.

5 Un sistema de mandríl lubricado, típico, adecuado para la producción de películas de poliolefina, al cual se pueden aplicar las técnicas de la presente invención, se describe en la Patente Británica No. 1.284.321, la cual se relaciona con el enfriamiento de un tubo extruído pasando un tubo extruído sobre un mandríl de refrigeración interna, suministrando continuamente una película de líquido de transferencia térmica entre el mandríl y el tubo, manteniendo, en el extremo 10 del mandríl más alejado del extruder, una cabeza de líquido capaz de ejercer presión sobre la película de líquido y extrayendo el líquido de la cabeza, en donde la presión del líquido entre el mandríl y el tubo en un punto cualquiera es superior a la presión en el exterior del tubo en dicho punto. La 15 película de líquido de transferencia térmica se suministra convenientemente mediante rebose de un canal circunferencial en el extremo aguas arriba del mandríl, es decir, adyacente a la boquilla de extrusión.

20 La descripción de las citadas Patentes Británicas No. 1.271.694 y 1.284.321, se incorporan aquí con fines de referencia.

Según otra versión de la invención, la superficie de enfriamiento se encuentra en forma de un conducto anular enfriado a través del cual se pasa el tubo extruído. Un sistema 25 típico de este tipo, el llamado sistema "presa", se describe en la Patente Británica No. 741.963, la cual se relaciona con la producción de un tubo o película tubular, de paredes delgadas, extruyendo continuamente un material termoplástico orgánico, fundido, en forma tubular, y extrayendo continuamente el 30



tubo hacia abajo en una dirección sustancialmente vertical desde el extruder, a la vez que se mantiene dentro del tubo un volúmen de gas tal que el grado de inflación y la velocidad de extracción del tubo, produce una reducción en el espesor del tubo, y en donde el tubo inflado se pasa a través de un conducto que, por lo menos en el extremo de entrada del tubo, es de una sección transversal sustancialmente circular y que interiormente está bañado por un líquido de transferencia térmica, que fluye descendentemente, y que entra en contacto con la totalidad de la superficie externa del tubo o película tubular a medida que pasa a través del conducto. La descripción de la Patente Británica No. 741.963 se incorpora aquí con fines de referencia.

Si se desea, puede emplearse una combinación de un mandríl interno y un baño externo de refrigeración con líquido.

Para asegurar que el tubo extruído es enfriado adecuadamente, el tubo, como anteriormente se ha descrito, deberá estar separado de la superficie de enfriamiento por medio de una vaina delgada de fluido de transferencia térmica, mantenida entre el tubo y la superficie de enfriamiento. Preferiblemente, el fluido de transferencia térmica es un líquido, tal como agua, pero puede emplearse un gas, convenientemente aire, en particular en combinación con un mandríl interno cuya superficie de enfriamiento está dotada de un acabado poroso o esmerilado, que permite que una capa extremadamente delgada del gas, inyectado en el espacio existente entre el mandríl y el orificio de extrusión, o difundido a través de la pared del mandríl, sea atrapada entre el tubo y la superficie de enfriamiento para disminuir el coeficiente de fricción entre el tubo y la superficie, facilitando con ello el paso del tubo extruído,



estrechamente acoplado, sobre el mandrill de enfriamiento.

Además de su función de enfriamiento, la superficie de enfriamiento sirve también para dimensionar el tubo de extrusión y, por consiguiente, es deseable que la vaina de fluido de transferencia térmica sea tan delgada como ello permita, de modo que el tubo se conforme estrechamente a la forma de la superficie de enfriamiento. En el caso de una superficie de enfriamiento del tipo de mandrill interno, el espesor de la vaina de fluido de transferencia térmica, es convenientemente de 200 a 500 micras, mientras que con una superficie de enfriamiento tipo "presa" cilíndrica, externa, se utiliza adecuadamente un espesor de vaina de 200 a 1.300 micras aproximadamente.

Si bien el espesor de la vaina de fluido de transferencia térmica, entre el tubo extruido y la superficie de enfriamiento, puede alterarse simplemente mediante la aplicación, bien internamente o bien externamente con reacción al tubo, de un empuje transversal a la dirección de extrusión del tubo, se considera que el mejor control del grado de enfriamiento del tubo se consigue mediante la provisión de un fulcro para su acoplamiento con la superficie del tubo, con lo cual y tras la aplicación de un empuje transversal a la superficie del tubo, este último pivota alrededor del fulcro alterando con ello la separación entre el tubo y la superficie de enfriamiento. Preferiblemente, el fulcro está situado en o adyacente al extremo de la superficie de enfriamiento más alejado del orificio de extrusión.

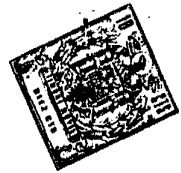
Convenientemente, el fulcro tiene la forma de un taco o corona circular, continuo, que sale de la superficie de enfriamiento adyacente para acoplarse con la superficie del



5 tubo, pudiendo ser de un metal fundido o de otro material que  
no abrasione o deteriore a la superficie del tubo, pero con  
preferencia tiene la forma de un taco elástico de suficiente  
rigidez para proporcionar una acción pivotante adecuada, sin  
dañar al tubo. Si como superficie de enfriamiento se utiliza  
un mandríl interno, el fulcro comprende convenientemente un  
elemento elástico, tal como un disco de caucho o material simi-  
lar, situado en el extremo aguas abajo del mandríl, sirviendo  
con ello no solo como fulcro alrededor del cual puede pivotar-  
se el tubo, sino también como un cierre para evitar que el  
10 gas de inflación, empleado para expandir el tubo ulteriormente  
recalentado para formar la película tubular orientada, pase de  
nuevo entre el mandríl y el tubo para romper este último en  
la proximidad del orificio de extrusión, en donde el tubo re-  
cientemente extruído se encuentra en un estado fundido y por  
15 lo tanto relativamente debil. El cierre evita también el esca-  
pe de fluido de transferencia térmica a lo largo de la pared  
del tubo extruído en el interior de las zonas de recalenta-  
miento y orientación. Similarmente, si se utiliza una camisa o  
20 "presa" de enfriamiento externo, de acoplamiento íntimo, el  
fulcro comprende convenientemente una arandela o empaquetadura  
anular, elástica, situada en el extremo aguas abajo de la ca-  
misa, acoplándose estrechamente con la superficie exterior del  
tubo.

25 Convenientemente, el fulcro se proyecta transversal-  
mente de la superficie de enfriamiento en una distancia de por  
lo menos 0,25 mm, con preferencia entre 0,5 y 1,5 mm.

Aunque el desplazamiento transversal del tubo con  
respecto a la superficie de enfriamiento, puede efectuarse por  
30 medios situados dentro del tubo, por ejemplo mediante despla-



zamiento lateral del cierre interno anteriormente descrito o de un miembro de empuje interno, separado, es preferible, para facilitar la operación, emplear un miembro de empuje externo que se apoye contra la superficie exterior del tubo extruído.

5 El miembro de empuje externo puede comprender una superficie simple, tal como una placa, varilla o barra, que puede salir contra la superficie del tubo en una posición adecuada para efectuar el desplazamiento transversal deseado del tubo con respecto a la superficie de enfriamiento. Si se desea, la su-

10 perficie del miembro de empuje puede estar perforada y suministrarse a través de las perforaciones un gas, convenientemente aire, a una velocidad y presión suficientes para crear un soporte de gas que efectuará el desplazamiento del tubo sin dañar la superficie del mismo. Si se desea, el miembro de em-

15 puje puede rodear al tubo en forma de una superficie anular continua o como una pluralidad de superficies separadas, por ejemplo placas arqueadas, que constituyen una superficie anular discontinua. Sin embargo, en una versión preferida de la invención, el miembro de empuje comprende por lo menos un ro-

20 dillo adaptado para girar en la dirección de extrusión del tubo, siendo desplazable cada uno de los rodillos de forma transversal para acoplarse con la superficie del tubo y alterar el espesor de la vaina de fluido entre el tubo y la superficie de enfriamiento. Convenientemente, se monta una pluralidad de ro-

25 dillos, por ejemplo 12 ó 16, en forma de un anillo, desplazable transversalmente con relación al tubo, estando dispuesto el eje de rotación de cada rodillo tangencialmente a un círculo imaginario que circunscribe al tubo por un plano sustancialmente normal a la dirección de extrusión del tubo. Cualquiera

30 de los rodillos, o la totalidad de los mismos, pueden ser accio



nados positivamente, pero se prefiere que los rodillos individuales del anillo estén libres para girar simplemente mediante acoplamiento con la superficie del tubo.

5 Adecuadamente, los miembros de empuje se fabrican a partir de materias plásticas, o metales, tal como acero suave, aluminio, o una aleación del mismo, y si se desea puede tratarse la superficie de cada rodillo para optimizar el coeficiente de fricción entre el rodillo y el tubo. Los tratamientos superficiales adecuados incluyen la abrasión de la superficie del rodillo, por ejemplo mediante chorreado con grava o perdigones, o revistiendo la superficie del rodillo con un material polimérico, tal como polihexametilenadipamida o politetrafluoretileno.

10 El miembro de empuje está situado adecuadamente con relación a la superficie de enfriamiento, de modo que el tubo de extrusión se solidifique suficientemente en el punto de contacto con el miembro de empuje, para responder al empuje aplicado. Por lo tanto, el miembro de empuje puede estar situado aguas abajo o, si se desea, dentro de las extremidades, en la dirección de extrusión, de la superficie de enfriamiento. Sin embargo, es preferible que el miembro de empuje esté situado después de la extremidad aguas abajo de la superficie de enfriamiento. Para asegurar que el tubo se desplace transversalmente con respecto a la superficie de enfriamiento, el miembro de empuje deberá estar situado, naturalmente, en el lado aguas arriba de los medios, por ejemplo rodillos de presión, empleados para extraer el tubo sobre la superficie de enfriamiento. Si se utilizan rodillos de presión, éstos están preferiblemente dimensionados de tal manera que el tubo no se aplaste a través de toda su anchura.

15

20

25

30



El desplazamiento transversal del miembro de empuje se efectúa convenientemente ajustando un mecanismo de tornillo o rosca simple, si bien se pueden utilizar otros sistemas, tales como mecanismos hidráulicos o neumáticos. El ajuste se puede efectuar manual o automáticamente, por ejemplo, en respuesta a las señales transmitidas desde un sensor situado para determinar un parámetro adecuado, tal como la temperatura, o la posición lateral del tubo o de una película tubular soplada a partir del mismo.

Aunque las técnicas de la presente invención pueden utilizarse para enfriar tubos derivados de cualquier material formador de tubos, las técnicas se emplean preferiblemente en relación a la producción de películas tubulares a partir de cualquier material polimérico termoplástico, particularmente en la producción de películas y tubos a partir de polímeros cristalinos o cristalizables. Por ejemplo, pueden procesarse polímeros y copolímeros de 1-olefinas, tales como polietileno de alta densidad, polipropileno o copolímeros de etileno-propileno, de polibutano-1, de poli-4-metil-penteno-1, de poliésteres tales como tereftalato de polietileno y polietileno-1,2-di-fenoxietano-4,4'-dicarboxilato, de polisulfonas y de los distintos nylons.

Un material formador de películas, adecuado, es un polímero de propileno, de elevado peso molecular, estereo-regular, predominantemente cristalino, en forma de un homopolímero o copolimerizado con cantidades menores (por ejemplo hasta 15 % en peso del copolímero) de otros monómeros insaturados, tal como etileno. Pueden procesarse también películas revestidas y películas coextruídas.

La invención se ilustra con referencia a los dibujos



adjuntos, en los cuales:

La figura 1 es una vista esquemática en alzado que muestra la producción de una película polimérica tubular orientada, empleando una superficie de enfriamiento lubricada, tipo mandríl, en combinación con un soporte de empuje de rodillos.

La figura 2 es una vista en planta del conjunto de soporte de rodillos, a lo largo de la línea II-II de la figura 1.

La figura 3 es una vista en alzado simplificada, que muestra la producción de una película tubular empleando una superficie de enfriamiento externa en combinación con un soporte de empuje de rodillos.

Con referencia a la figura 1, se extruye un tubo de material termoplástico 1 desde una boquilla anular de extrusión 2. El tubo es extraído de la boquilla de extrusión mediante un par de rodillos de presión 3 que giran en sentidos contrarios, que son de una anchura inferior a la del tubo aplastado. Los rodillos 3 extraen el tubo a una velocidad superior a la velocidad con la cual se extruye, tirando del tubo hacia abajo sobre un mandríl de enfriamiento 4 situado en el interior del tubo. Se suministra agua entre el tubo y el mandríl, manteniendo una pequeña cabeza de agua en el espacio 5 en la parte superior del mandríl. Por lo tanto, el agua es transportada hacia abajo entre el mandríl 4 y el tubo 1, con lo cual se transfiere calor desde el tubo al mandríl el cual está enfriado asimismo mediante un flujo interno de agua de refrigeración, yendo a parar al interior del espacio 6 formado entre el fondo del mandríl y un miembro de cierre elástico 7, siendo retirada de este espacio a través de una tubería (no



mostrada) que pasa a través del centro del mandríl.

5 Por debajo del miembro de cierre 7 está situada una esponja circular 8 que está en contacto con el interior del tubo 1 para recoger cualquier humedad que pase por el cierre, siendo eliminada esta humedad de la esponja 8 mediante la aplicación de un vacío a través de una tubería de succión (no mostrada).

10 En la práctica, se sitúa normalmente un miembro de cierre intermedio entre el miembro de cierre 7 y la esponja 8 junto con medios para presurizar el tubo en esta región y para controlar el grado en el cual penetra el agua del espacio 6 entre el mandríl y el tubo, pero estos detalles son omitidos para clarificar el dibujo.

15 Así como está refrigerado internamente, el tubo 1 está enfriado externamente mediante su paso a través de un baño de agua 9 que rodea al tubo. El agua se introduce continuamente en dicho baño a través de la tubería 10 y fluye a través de la tubería 11. Después de pasar a través del baño de agua, el tubo pasa a través de una cámara 12 en donde se aplica un vacío a través de la tubería 13, para separar el agua en exceso del exterior del tubo. El tubo enfriado se extrae a través de un soporte de empuje de rodillos, designado generalmente con 14, mediante el par de rodillos de presión 3 que controlan la velocidad en la cual se transporta el tubo, pasando a continuación a través de bancos de calentadores infrarrojos 15 y 16 los cuales elevan la temperatura del tubo a la necesaria para su estirado. El tubo es entonces estirado en la dirección transversal a su dirección de extrusión mediante aire a presión introducido en el interior del tubo a través de la tubería 17 y se estira longitudinalmente de forma simul-

20

25

30



5 tánea mediante un par de rodillos de presión (no mostrados) que forman un cierre hermético al aire a través del tubo y extraen a este último a una velocidad superior a la velocidad en la cual es extraído de la boquilla de extrusión mediante los rodillos de presión 3.

10 El soporte de empuje de rodillos 14 se describe convenientemente haciendo referencia a la figura 2, y comprende un anillo de 12 rodillos de nylon rotacionables independientemente, 20, que se apoyan contra la superficie del tubo y está soportado entre doce tacos soporte 21 asegurados a una placa base octogonal de acero 22 que tiene un orificio anular 23 a través del cual pasa el tubo enfriado 1. La placa base de acero 22 está situada dentro de una estructura rectangular, rigidamente montada, de contornos de sección angulada recta 24, 15 proporcionándose los medios para efectuar el desplazamiento lateral del anillo de rodillos con relación a la estructura y así al tubo, por medio de cuatro tornillos de ajuste 25, cada uno de los cuales está situado en un bloque roscado 26 asegurado a la superficie de la placa base, de modo que la punta de cada tornillo se apoye contra un reborde sobresaliente 27 de 20 la estructura. Mediante un ajuste adecuado de los tornillos 25, la placa base, y el anillo de rodillos montado en la misma, se puede mover lateralmente en un plano normal al eje del tubo.

25 Con referencia de nuevo a la figura 1, si el anillo de rodillos se desplaza a la derecha del dibujo, el tubo 1, que es relativamente rígido, pivota alrededor del conjunto de cierre 7, que, aunque es de material elástico tal como caucho de silicona, es suficientemente rígido para actuar como un fulcro, y la región de la derecha del tubo se acerca más estrechamente al mandríl 4, con lo que es enfriado de un modo 30



más eficaz en dicha región.

La figura 3 muestra un tubo de material termoplástico 31, extruyéndose desde una boquilla de extrusión anular 32, y extrayéndose, mediante un par de rodillos de presión 33 que giran en sentido contrario, y que aplastan parcialmente al tubo, a través de una camisa de enfriamiento anular 34 y desde aquí a través de un sistema de empuje de rodillos 35 del tipo indicado detalladamente en la figura 2. A continuación el tubo es calentado, inflado y aplastado según se ha descrito con referencia a la figura 1. La camisa de enfriamiento 34 comprende una superficie de enfriamiento anular 36 que se acopla estrechamente a la superficie exterior del tubo 1, alimentándose agua de refrigeración por vía de la tubería 37 a la cámara anular 38 en el extremo superior de la camisa y desde aquí, y como una delgada vaina lubricante y de transferencia de calor, desciende entre el tubo y la superficie de enfriamiento hasta la cámara 39 en donde el agua se acumula por encima de un cierre anular elástico, de caucho de silicóna 40, en acoplamiento con la superficie del tubo, y se extrae por vía del conducto 41. El exceso de humedad que pasa aguas abajo del cierre 40, es atrapado en la cámara 42 por encima del cierre anular elástico 43, separándose dicha humedad por la aplicación de succión a la tubería 44. Se alimenta de forma continua más agua de refrigeración a través de la tubería 45 a la cámara anular 46 que rodea a la superficie de enfriamiento 36, y escapa a través de la tubería 47.

El enfriamiento preferencial de un área elegida del tubo, se efectúa mediante un desplazamiento lateral adecuado del anillo de enfriamiento 35, con lo cual el tubo relativamente rígido 31 es pivotado alrededor del conjunto de cierre



40, 43 para poner al área elegida de la superficie del tubo en un contacto más íntimo con la superficie anular de enfriamiento 36.

5 La presente invención se ilustra por los siguientes ejemplos, en los cuales se producen películas biaxialmente orientadas empleando un aparato del tipo ilustrado en la figura 1.

#### EJEMPLO 1

10 Se extruye un homopolímero de propileno a una velocidad de 230 kg por hora a través de una boquilla de extrusión de 165 mm de diámetro con un intersticio de boquilla de 1,52 mm. La parte superior del mandríl se encuentra a 25,4 mm de la boquilla de extrusión y el mandríl tiene un diámetro de 158,7 mm en la parte superior, posee una superficie esmerilada, tiene  
15 una longitud de 1,22 m y el diámetro en su extremo inferior es de 155,6 mm. Se suministra agua al intersticio 5 entre la boquilla de extrusión y el mandríl, a una velocidad de  $136 \text{ dm}^3 \text{ h}^{-1}$  de modo que entre el tubo y el mandríl se cree una vaina de transferencia térmica de agua. El mandríl mismo está internamente enfriado con agua fría. El tubo se pasa por el mandríl  
20 por medio de los rodillos de presión 3 los cuales aplastan al tubo solo en su centro y que giran a una velocidad periférica de  $0,117 \text{ ms}^{-1}$ . Simultáneamente, el exterior del tubo se enfría mediante el baño de refrigeración al cual se suministra agua  
25 de refrigeración a través del conducto 10 a una velocidad de  $3185 \text{ dm}^3 \text{ h}^{-1}$ . La parte superior del baño de agua se encuentra a 279 mm por encima del extremo inferior del mandríl.

30 Después de pasar a través del anillo de rodillos 14 y por los rodillos 3, el tubo se calienta a una temperatura de unos  $160^\circ\text{C}$  mediante los calentadores infra-rojos 15 y 16 y se



estira en la dirección transversal a su dirección de extrusión, mediante aire a una presión de  $126 \text{ kgm}^{-2}$  introducido a través del conducto 17, siendo expandido el tubo a un diámetro de 1.149 mm. El tubo se estira también en su dirección de extrusión mediante los rodillos de presión que arrastran al tubo expandido a una velocidad de  $0,99 \text{ ms}^{-1}$ .

Mediante el ajuste lateral adecuado del anillo de rodillos 14, siendo el número medio de ajustes necesarios, según las circunstancias, de 1 a 4 por cada 12 horas, se efectúa el enfriamiento uniforme del tubo extruido, produciéndose a dicha velocidad un tubo de un perfil de espesor consistentemente bueno. La variación media en perfil, a través del ancho de la película, medida mediante un calibre de absorción de radiaciones, convencional, se encuentra consistentemente dentro de la gama de 5 a 6 % y durante un periodo de tiempo solamente una pequeña proporción de la película obtenida tubo que ser rechazada a causa de defectos de perfil. Una película de polipropileno, producida bajo condiciones idénticas, pero en ausencia del conjunto de anillos de rodillos, mostró una incidencia significativamente superior de defectos en el perfil de espesor, incrementando la variación del perfil medio, a través del ancho de la película, a un valor comprendido entre 6 y 8,5 %, y durante un periodo similar de tiempo, la proporción de rechazo, debido a un perfil inaceptable, incrementó en 5 a 10 % de la película producida.

#### EJEMPLO 2

Se observó una mejora similar en el perfil de la película y una reducción en la cantidad de película rechazada, cuando se repitió el procedimiento del ejemplo 1 empleando, en lugar de homopolímero de propileno, un copolímero en bloque de



propileno-etileno conteniendo varias cantidades de etileno hasta un 15 % en peso del copolímero.

EJEMPLO 3

5 Se consiguió una mejora similar en el perfil de la película y una reducción en la cantidad de película rechazada, cuando se repitió el procedimiento del ejemplo 1 empleando, en lugar del homopolímero de propileno, tereftalato de polietileno con una viscosidad intrínseca de 0,62, medida en ortocloro-  
10 fenol a 25°C, siendo de 270°C la temperatura de extrusión del polímero, siendo de 85 a 95°C la temperatura de orientación y siendo de 3,5:1 aproximadamente la relación de estirado en cada una de las direcciones longitudinal y transversal.

NOTA

15 Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarse en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que el invento corresponde a una solicitud de patente presentada en  
20 Inglaterra con el nº 31.404/73 de 2 de julio de 1.973, accogiéndose por lo tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento por lo que se solicita Patente de  
25 Invención por 20 años en España, sobre: PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA ENFRIAR UN TUBO EN EXTRUSION DE MATERIAL TERMOPLASTICO; caracterizándose por lo siguiente:

30 1.- Procedimiento y aparato para enfriar un tubo en extrusión de material termoplástico, caracterizándose el procedimiento porque comprende alimentar el tubo, en la dirección de extrusión, en relación de transferencia térmica con una su-

30  
Rg



5

perficie de enfriamiento adyacente; mantener dicha superficie de enfriamiento a una temperatura por debajo del punto de fusión del material termoplástico; mantener una vaina de un fluido de transferencia térmica dentro del tubo y dicha superficie de enfriamiento, y en contacto con ambos; y enfriar preferentemente por lo menos un área elegida del tubo en extrusión, mediante el desplazamiento del tubo transversalmente a la dirección de extrusión, para disminuir el espesor de la vaina de fluido entre el área elegida y la superficie de enfriamiento.

10

2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende pivotar el tubo en extrusión alrededor de un fulcro, para disminuir el espesor de la vaina de fluido, mediante la aplicación a una superficie del tubo de un empuje transversal a la dirección de extrusión.

15

3.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende extraer el tubo sobre un mandríl enfriado situado dentro del tubo en extrusión.

20

4.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el desplazamiento transversal del tubo se efectúa mediante un conjunto anular o de anillo que comprende una pluralidad de rodillos, estando dispuesto el eje de rotación de cada rodillo tangencialmente a un círculo imaginario que circunscribe al tubo y en un plano sustancialmente normal a la dirección de extrusión.

25

5.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el fluido de transferencia térmica es un líquido.

30

6.- Procedimiento según cualquiera de las reivindi-

pez



caciones anteriores, caracterizado porque el tubo es de un homopolímero de propileno o un copolímero de propileno con hasta 15 % en peso, del copolímero, de un monómero insaturado.

5

7.- Aparato para la realización del procedimiento según las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende un orificio anular para la extrusión del tubo; una superficie de enfriamiento; medios para extraer el tubo, en la dirección de extrusión, en relación de transferencia térmica con dicha superficie de enfriamiento; medios para proporcionar una vaina de un fluido de transferencia térmica entre el tubo y dicha superficie de enfriamiento, y en contacto con ambos; y medios para desplazar el tubo transversalmente a la dirección de extrusión, para disminuir el espesor de la vaina de fluido entre por lo menos un área elegida del tubo y la superficie de enfriamiento.

10

15

8.- Aparato según la reivindicación 7, caracterizado porque la superficie de enfriamiento comprende un mandríl interno coaxial con el orificio de extrusión.

20

9.- Aparato según las reivindicaciones 7 y 8, caracterizado porque comprende un fulcro que se proyecta transversalmente a la superficie de enfriamiento.

25

10.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 8 y 9, caracterizado porque el fulcro comprende un elemento elástico situado en el extremo aguas abajo del mandríl.

30

11.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, caracterizado porque comprende un elemento de empuje externo para efectuar el desplazamiento transversal del tubo con respecto a la superficie de enfriamiento.

12.- Aparato según la reivindicación 11, caracterizado porque el elemento de empuje externo comprende una plura-

*Res*



5 lidad de rodillos en un conjunto de anillo desplazable trans-  
versalmente con respecto a la dirección de extrusión, estando  
dispuesto el eje de rotación de cada rodillo tangencialmente a  
un círculo imaginario que circunscribe a la trayectoria de ex-  
trusión y en un plano sustancialmente normal a esta última.

13.- Aparato según cualquiera de las reivindicacio-  
nes 7 a 12, caracterizado porque los medios de desplazamiento  
transversal están situados entre dichos medios de extracción y  
la extremidad aguas abajo de la superficie de enfriamiento.

10 14.- Procedimiento y aparato para enfriar un tubo  
en extrusión de material termoplástico, tal y como queda sus-  
tancialmente descrito en la presente Memoria e ilustrado en  
los dibujos adjuntos.

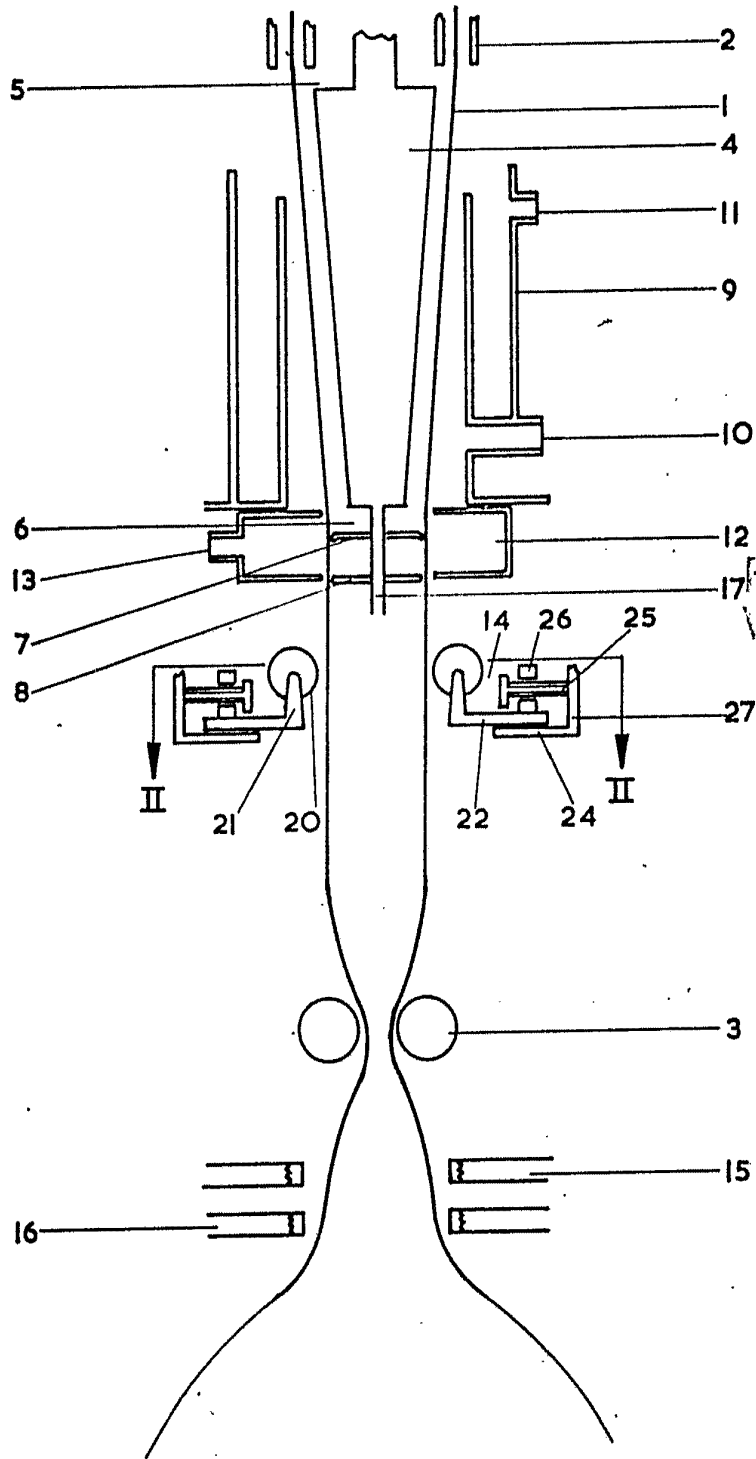
15 Esta Memoria consta de 21 hojas escritas a máquina  
por una sola cara.

Madrid, - 2 JUL 1956

IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES LIMITED.

A. GOMEZ ACEBO Y NODET

p. p. Firmado: L. Gasta Fernández



ESCA A  
VARIALE

FIG. I.

1-2 (3) 1974

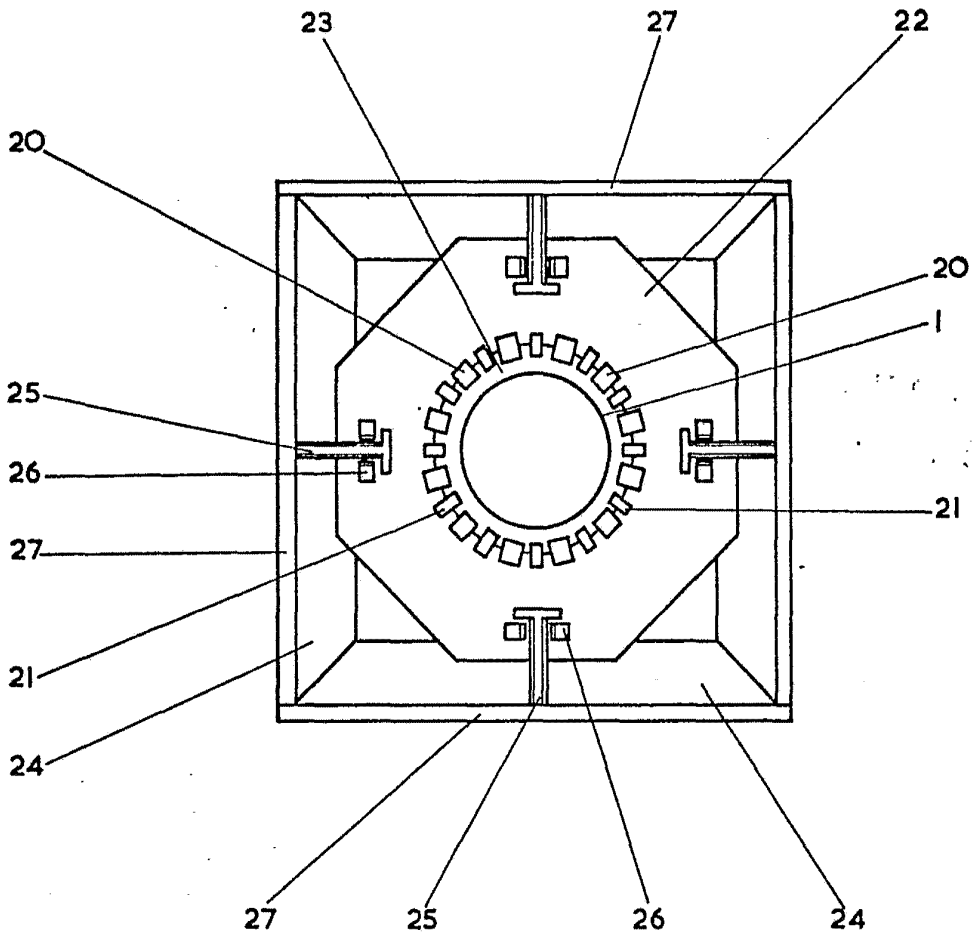


FIG 2

JUL 1974

COMER ARIBO Y MOEY

p. p. Firmado: L. Gaeta Fernandez

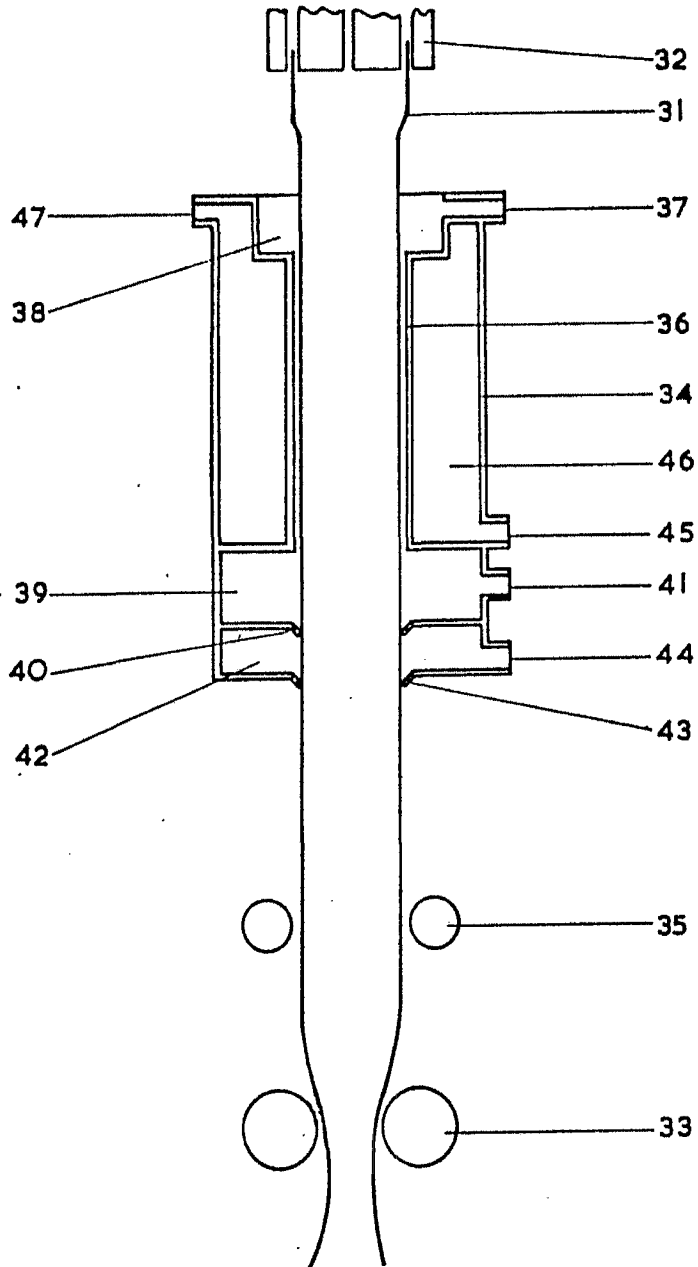


FIG 3

JUL 1974

*Handwritten signature or initials*