



267181

267181

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se acompaña a la solicitud de una

PATENTE DE INVENCION

por VEINTE años en España, por " PROCEDIMIENTO Y
APARATO PARA LA FABRICACION DE TUBERIA DE MATERIAL
TERMOPLÁSTICO "

a favor de

E. I. DU PONT DE NEMOURS AND COMPANY

domiciliado en Wilmington, Delaware, EE. UU.

Prioridad: de las Solicitudes de patentes USA, números
27.315 y 27.316 depositadas el 6 de Mayo de 1960



Esta invencion se relaciona con un aparato y un metodo de produccion de tuberías que tengan una superficie interna suave y unas mejoradas propiedades mecánicas, a partir de resinas termoplásticas.

5 La expresión "tubería" se emplea aquí para indicar una forma hueca alargada y autosustentable cuyo principal uso es el de transportar fluidos.

10 En la producción de tuberías mediante el método ordinario de troquelar resinas termoplásticas fundidas, la tubería refrigerada desde el exterior presenta una superficie externa lustrosa pero una superficie interna que tiende a ser basta y a contener diminutas grietas. La tosquedad de la superficie interna es particularmente notable cuando las resinas termoplásticas empleadas son parcilamente cristalinas y experimentan un gran cambio de volumen al solidificarse. Esta tosquedad es una considerable desventaja en muchas aplicaciones.

15 De acuerdo con la invención se proporciona un aparato para la fabricacion de tubería de material termoplástico que comprende una cabeza transversal, un troquel calentado y fijado a dicha cabeza transversal, teniendo este troquel calentado un orificio de salida que define sustancialmente la superficie exterior de la tubería, un mandril
20 que define practicamente la superficie interna de aquella, cuyo mandril se dispone axialmente dentro de la cabeza transversal y del troquel mencionados, y medios para suministrar material termoplástico fundido a presión a dicha cabeza transversal, cuyo aparato se caracteriza porque el referido mandril comprende (1) una sección calentada y (2) una
25 sección enfriada que apoya a dicha sección calentada y se prolonga dentro de la cabeza transversal y del troquel mencionados por lo menos hasta un plano que define la cara de dicho troquel, proveyéndose medios para calentar la referida sección calentada de dicho mandril, medios para enfriar la sección enfriada de este mandril, medios para enfriar dicha tubería y medios para retirar esta tubería del referido
30 troquel.

267181



Las propiedades mecánicas de la tubería troquelada se mejoran preferiblemente luego en una fase adicional del método según la invención mediante la deformación mecánica del termoplástico para producir orientación molecular biaxial.

5 Se facilitará la comprensión de la invención con referencia a los dibujos que acompañan a esta descripción, en cuyos dibujos:

La figura 1 muestra una vista general del aparato adecuado para la fabricación de tubería por el procedimiento de esta invención.

10 La figura 2 muestra una sección transversal del troquel y núcleo mostrados en la figura 1 a lo largo de la línea 2-2 de dicha figura.

15 La figura 3 es una vista en proyección vertical lateral, parcialmente en sección transversal, de un tren de laminación (del que se ha omitido el mandril a efectos de claridad) adecuado para la orientación molecular biaxial de la tubería termoplástica después de la extrusión.

La figura 4 muestra una proyección vertical terminal del tren de laminación de la figura 3.

20 La figura 5 es una vista en sección trasversal longitudinal de un mandril refrigerado con agua adecuado para su empleo en el tren de laminación de la figura 3.

La figura 6 es una vista de conjunto que muestra el aparato de la figura 1 para la fabricación de tubería y al aparato de las figuras 3 y 4 para la orientación molecular biaxial de la tubería.

25 Con referencia a la figura 1, el dibujo ilustra un troquelador 1 para fundir materiales termoplásticos y bombear la masa fundida. El tornillo del troquelador es accionado por un motor eléctrico y un tren de engranajes de velocidad variable situado en la caja 3. El material termoplástico en forma de pequeñas piezas o gránulos es introducido en la tolva 4 desde donde es impulsado, una vez mastizado y calentado por

30



267100

el trabajo mecánico proporcionado por el tornillo de extrusión, hacia la cabeza transversal 5 en estado fundido. En esta cabeza, la corriente termoplástica fundida es desviada según un ángulo y desde allí pasada sobre el mandril dentro del troquel. Alrededor de la sección fría del mandril dentro del troquel se forma un delgado revestimiento elástico mientras la masa plástica fundida se encuentra todavía bajo la presión generada por el troquelador. Este revestimiento se retira del mandril mediante el extractor 8 que actúa sobre la tubería formada con ayuda de la presión procedente del troquelador. El extractor 8 es accionado por un motor eléctrico y un engranaje situados en 9. La superficie exterior se forma por la chapa de troquel 6 cuando el material troquelado sale del troquel.

Con referencia ahora a la Fig. 2, que es una vista en sección transversal de la cabeza transversal tomada a lo largo de la línea 2-2 de la fig. 1, el cuerpo de la cabeza transversal 11 está fijado al cuerpo del troquelador 12 y sostiene al troquel 13 provisto de medios de calentamiento tales como un calentador 14 de cinta eléctrico enrollado alrededor del exterior del troquel. Éste se mantiene a una temperatura superior al punto de flujo del material termoplástico seleccionado, pero inferior a la temperatura a que se descompone el material citado. Dentro de la cabeza transversal y extendido axialmente a través del conjunto formado por dicha cabeza y el troquel, hay un mandril cilíndrico 22 y 16 que define la superficie interior del material troquelado. Este mandril cilíndrico es sostenido por un reborde 15 que cierra el extremo posterior de la cabeza transversal. El mandril consta de dos porciones principales, una sección enfriada 16 que se halla termicamente aislada del resto del mandril mediante la pulimentación del interior de la sección calentada 22 de apoyo en forma de bordé cortante 17 en el punto en que forma contacto con la sección enfriada. Esta sección del mandril 16 se mantiene en posición media-



267131

5

10

15

20

25

30

te una tubería roscada 18 que pasa a través de un tapón 19 y se atornilla en el extremo posterior de un orificio fileteado que se extiende por completo a través de la sección enfriada. En el extremo anterior de esta sección enfriada vá atornillado un tapón hueco 20 con orificios radiales 21 distribuido alrededor del mismo. Una tubería 18 conduce agua refrigerante a la sección enfriada 16, donde aquella es dirigida a través de los orificios 21 contra el cuerpo del material troquelado 24, fluyendo luego hacia el exterior a través de la tubería fabricada. La sección calentada del mandril consta de una cápsula metálica 22 que ha sido afilada en borde cortante 17 en el punto en que forma contacto con la sección enfriada 16. La cápsula se halla separada de la tubería 18 que conduce agua refrigerante por el tapón 19. La cápsula 22 es calentada mediante un calentador 23 de resistencia eléctrica situado inmediatamente debajo de su superficie y que se halla empotrado en material termoaislante, llenando el espacio comprendido entre la cápsula 22 y la tubería 18. Por medio del calentador 23 se calienta la cápsula a la temperatura de extrusión y se mantiene un agudo diferencial de temperatura entre las secciones de calentada y enfriada del mandril.

Durante el funcionamiento, se fuerza material termoplástico fundido 25 a través de la chapa interruptora 28 al interior de la cabeza transversal 11 por rotación del tornillo troquelador 27 y desde allí a través del orificio anular situado entre el troquel calentado 13 y el mandril 22, 16. Alrededor del mandril frío se forman un delgado revestimiento de polímero sólido mientras la masa fundida permanece fluida a la temperatura de extrusión y a una presión considerable. El revestimiento formado aparece de consistencia elástica y es fácilmente separable del mandril, especialmente cuando se suaviza la presión del troquelador. Esta suavización permite que el revestimiento se dilate ligeramente, con lo que resulta muy disminuida cualquier tenden-

267181



5 cia del revestimiento a adherirse al mandril después de su enfriamiento. El revestimiento es estirado a través del troquel en el que se forma la superficie exterior. Se continua el enfriamiento desde el interior de la tubería por el mandril que puede extenderse en parte más allá de la cara del troquel y mediante agua refrigerante en el interior de la tubería.

10 El proceso puede iniciarse insertando un tubo prefabricado en la resina termoplástica en el troquel sobre el extremo enfriado del mandril y retirando el tubo inicial con el extractor después de iniciarse el flujo de material plastificado desde el troquelador.

15 La sección fría del mandril 16 puede considerarse formado por dos partes, (1) la parte extendida desde el extremo de la sección calentada hasta el plano de la cara del troquel, y (2) la parte extendida mas allá del plano de la cara del troquel.

20 Respecto a la longitud de la segunda parte del mandril, este detalle no es crítico. En general, una longitud no superior al 10% de la longitud en la que permanece en estado líquido la superficie exterior del material troquelado, es adecuada. Pueden obtenerse resultados satisfactorios incluso con el extremo del mandril al ras de la cara del troquel, aunque para muchos fines pueden conseguirse superiores órdenes de troquelado cuando el mandril sobresale ligeramente respecto al troquel.

25 La longitud de la sección enfriada del mandril dentro del troquel es mas importante, pero tampoco es crítico. La longitud deseable no parece depender del diámetro de la tubería. En términos generales, dentro del troquel debe emplearse un extremo frío más largo, con un incremento en el orden de extrusión. También deben considerarse las propiedades del polímero que se esté troquelando. Un punto de fusión mas pronunciado y un grado elevado de contracción o solidificación requieren una sección fría del mandril mas corta. Sujeta a

30



257181

estas condiciones, la longitud del mandril frío dentro del troquel debe ser de 1/4 de pulgada a 2 pulgadas aproximadamente.

5 Es muy conveniente que la temperatura a lo largo del mandril descienda bruscamente en la unión entre el extremo calentado del mandril 22 y la sección fría 16. Estas secciones pueden aislarse terminamente entre sí mediante un delgado espaciador de material aislante tal como politetrafluoroetileno, amianto o sustancias análogas, o preferiblemente mediante un borde cortante y un espacio de aire, según queda descrito.

10 La sección fría debe refrigerarse con una corriente de agua fría o líquido refrigerante análogo, si bien puede emplearse un gas bajo determinadas circunstancias. Generalmente, se pasa el fluido refrigerante desde el mandril al interior de la tubería recién formada, donde enfría más aún el material troquelado. Para confinar el
15 fluido refrigerante en la porción caliente de la tubería puede emplearse un tapón deslizante dentro del material troquelado sostenido desde el núcleo del troquel por una biela de manera que la tubería troquelada quede completamente llena de refrigerante en aquella sección, asegurando una refrigeración uniforme. Si el material troquelado
20 se cierra con un tapón deslizante, puede ser necesario proporcionar un orificio de salida para el fluido refrigerante a través del mandril. Como variante, la sección del material troquelado puede rellenarse troquelando hacia arriba con un ángulo de unos 10° respecto a la horizontal. En el caso de una tubería de pequeño diametro, el flujo
25 de refrigerante es por lo general lo suficientemente rápido para asegurar que la tubería permanezca llena de fluido refrigerante sin aquellos orificios. En algunos casos es también útil emplear el refrigerante fluido dentro de la tubería bajo una presión de unas 50
30 libras por pulgada cuadrada para mantener una sección transversal circular en la tubería producida.



267181

5 La sección calentada del mandril ha de mantenerse a una temperatura superior al punto de fusión del polímero que se esté troquelando. Debido al restringido espacio disponible para el calentador de resistencia eléctrica, y por consiguiente la limitada capacidad de calentamiento del mandril, y debido a la inevitable fuga térmica desde el mandril al sistema refrigerante, éste presenta en ocasiones ciertas dificultades. En tales casos el aumento de la temperatura del agua refrigerante puede facilitar grademente la operación del proceso. Sin embargo, se comprenderá que la temperatura del agua refrigerante debe estar bastante por debajo del punto de solidificación del material termoplástico seleccionado.

10
15
20 Bajo adecuadas condiciones de extrusión, el material troquelado sale del troquel teniendo un revestimiento interior solidificado de un espesor aproximado de 10 a 20 milésimas de pulgada, medido mediante la inserción de una sonda de aguja en el interior de la masa fundida situada en el troquel. Alrededor del revestimiento citado existe una capa de plástico fundido exterior, que se enfría luego más desde el interior. Si el material troquelado es enfriado completamente desde el interior, se produce una superficie exterior basta y sucia debido a los mismos fenómenos que produce una superficie interior basta cuando se emplea una caja formadora enfriada.

25
30 Un método adecuado para mejorar la superficie exterior de la tubería consiste en pasar la forma troquelada a través de un formador de ajuste holgado de lámina resinosa de politetrafluoroetileno de un espesor de 1/32 a 1/4 de pulgadas. El formador alisa la superficie y al mismo tiempo forma un cierre hermético al agua. Se dirige una corriente de agua al plástico desde el lado de la lámina de politetrafluoroetileno con separación del troquel. La capa exterior fundida de la tubería es luego alisada y refrigerada bruscamente para producir una superficie lustrosa lisa .

267181



5 En términos generales, la refrigeración brusca de la superficie exterior debe producirse cuando la capa exterior fundida del polímero tiene un espesor aproximado de 10 milésimas de pulgada, si bien puede realizarse eficazmente el templado en capas exteriores de termoplástico fundido de hasta 100 milésimas de pulgada de espesor. En el caso de una tubería de paredes gruesas, es conveniente enfriar bruscamente solo después de que se ha desarrollado una capa interior solidificada bastante gruesa (por ejemplo hasta 100 milésimas de pulgada) puesto que las tensiones establecidas por la rápida refrigeración sobre el exterior tienden a contrarrestar las impuestas por la refrigeración interior. Cuando se hace una tubería de paredes gruesas mediante la brusca refrigeración de una espesa capa exterior, pueden formarse espacios vacíos dentro de las paredes.

10
15 La tubería troquelada se retira del troquel mediante un extractor que puede consistir en un juego de rodillos accionados por un motor eléctrico de velocidad controlada y un tren de engranajes u otros dispositivos de extracción análogos, bien conocidos en el arte. Las presiones de extracción son moderadas bajo las condiciones anteriormente señaladas, no requiriéndose ningún equipo especial para este fin.

20 Al abandonar la tubería el dispositivo de extracción es pasada a través de un tren de laminación donde se incrementa simultáneamente el diámetro y la longitud de la tubería, al tiempo que se disminuye el espesor de la pared por la acción de una serie de rodillos sensiblemente cónicos que operan epicíclicamente alrededor de un abocardamiento existente en el mandril situado dentro de la tubería. La rotación de los rodillos reduce el espesor de la pared del material termoplástico entre el 0,1 y el 10 % de la reducción total predeterminada con cada pasada.

25
30 El aparato empleado para la orientación molecular biaxial de la tubería comprende un mandril que se abocarda hacia el exterior en la dirección



267181

5 de alimentación del material termoplástico, una serie de rodillos cónicos que giran en forma sensiblemente epicíclica alrededor del abocardamiento del mandril, medios para accionar los rodillos, medios para enfriar el mandril y medios para alimentar el material termoplástico de la tubería sobre el abocardamiento del mandril en la dirección del diámetro creciente.

10 La temperatura de la tubería durante el trabajo mecánico ha de mantenerse a un nivel inferior al punto de fusión del termoplástico. Además, el trabajado mecánico de la tubería va acompañado de una producción de calor, de suerte que se impone la necesidad de enfriar el mandril, particularmente su sección abocardada, a una temperatura bastante por debajo del punto de fusión del termoplástico.

15 En la exposición que sigue, las proporciones de deformación en la dirección axial se definen como la relación entre la longitud final del tubo y la longitud inicial del material de aquél. Si la densidad de l material plástico se supone constante (que es experimentalmente el caso dentro de la tercera cifra apreciable para los muchos tipos de polímeros que han sido estudiados), esta relación es igual a la del área transversal del material de la tubería dividido por la sección transversal final del producto.

20 El grado de deformación en la dirección del zuncho está definido como la relación entre el espesor inicial de la pared del material de la tubería y el espesor final, dividido por el grado de orientación axial.

25 Las definiciones anteriores permiten realizar mediciones del grado de deformación basado en el diámetro y en los espesores de pared del material antes de la orienteación, y el producto acabado. Estas definiciones están también de acuerdo con la definición habitual del grado de deformación en material laminado, es decir, la longitud final dividida por la longitud inicial.

30



267181

5 Cuando se lamina material plano, las tensiones externas principales se producen en un plano a través de los ejes de los rodillos y dan lugar a una deformación uniaxial prácticamente del material plástico. Además, las fuerzas de compresión de los rodillos generan un sistema de tensiones biaxiales, de manera que se consigue cierta orientación biaxial. Los límites efectivos a la reducción de espesor por paso del rodillo derivan también de consideraciones prácticas. Si el rodillo que gira alrededor del mandril lo hace lentamente respecto a la velocidad de alimentación del material de tubería, el diseño de laminación helicoidal resultará deformado y no producirá la deseada y estrecha aproximación al verdadero laminado periférico. El producto resultante tenderá a deformarse y a presentar un espesor no uniforme. La presión necesaria para alimentar el material asciende también con gran rapidez cuando se disminuye la velocidad del tren de laminación. El resultado final es una reducción por laminación demasiado grande en el espesor por paso, tendiendo además a deformar el tubo. Por otra parte, se presentan dificultades si el tren de laminación gira con excesiva rapidez respecto a la velocidad de alimentación. Se ha observado que se desprenden considerables cantidades de calor en el proceso de laminación, cuyo calor ha de dispersarse mediante una refrigeración uniforme y eficaz del mandril. Si se interrumpe la alimentación y se permite que el tren de laminación continúe su rotación, incluso los materiales termoplásticos de elevado punto de fusión tales como las poliámidas, resultan fundidas por el calor producido por la laminación, a pesar de un eficaz enfriamiento del mandril. También desde el punto de vista práctico, es necesario fabricar tubería a un ritmo limitado y preferiblemente a un ritmo tan grande como sea posible y compatible con las propiedades deseadas.

15
20
25
30 Respecto al diámetro final de la tubería, este diámetro se halla determinado en gran medida por el diámetro de la parte más ancha del

267181



5 mandril, aunque tiene lugar una pequeña contracción, generalmente no superior al 4 % y en muchos casos inferior a dicho porcentaje, después de que la tubería laminada sale del mandril. La contracción dependerá del material plástico que se use, el grado de laboreo mecánico y la eficiencia de la refrigeración. El grado de extensión en la dirección del zuncho puede controlarse fácilmente mediante el diseño del mandril y por los diámetros del material de tubería empleado.

10 El grado de extensión axial puede variarse, una vez que se ha determinado el grado de orientación del zuncho, mediante el diseño de los rodillos y el mandril y puede ajustarse dentro de una variación razonable por desplazamiento axial del mandril, con lo que la superficie de éste se aproxima o aparta respecto a los rodillos.

15 En la práctica, los grados de extensión de zuncho y axial no son independientemente variables sobre una gama indefinida por la naturaleza de la geometría de un tubo. El límite teórico está impuesto por el hecho de que la dimensión mínima del material de tubería es un lingote sólido de plástico sin orientar. En este caso, una tubería de un diámetro total D y un espesor de pared T puede tener unas proporciones de extensión axial X y unas proporciones de extensión de zuncho Y que se hallan limitadas por la ecuación:

$$XY^2 = \frac{D}{T} - 1$$

25 Propiedades tales como la resistencia tensil no se hallan linealmente relacionadas, sin embargo, con los grados de extensión y por consiguiente los grados de orientación requeridos para producir la óptima relación de resistencia tensil zuncho/axial de 2 difieren entre polímero y polímero, variando correspondientemente la extensión máxima en cada dirección.

30 Las figs. 3 y 4 son una proyección vertical y una vista terminal de un tren de laminación de acuerdo con la invención. El rodillo 29

267181⁵



5 del tren está fijamente asegurado a su árbol de accionamiento 30 por la clavija 31 y el tornillo 32. El árbol 30 gira libremente sobre los cojinetes de rodillos 33 y 34 que sostienen al árbol y al rodillo y se hallan a su vez fijados en un armazón 35. Un engranaje biselado 36 que está rígidamente fijado al árbol 30 por la clavija 37 y la tuerca de fijación 38, se halla situado en el otro lado del armazón 35. El conjunto de engranaje y rodillo montado sobre la chapa 35 está ajustablemente situado con una lengüeta y ranura sobre la chapa central 39 que se encuentra rígidamente fijada al árbol de transmisión hueco 40. En 10 el otro extremo la chapa 35 está sustentada por la barra 41, disponiéndose unos tornillos de fijación para retener rígidamente la barra 41 a la chapa 35. Otros dos conjuntos de rodillos, cada uno de ellos idéntico al ya descrito se encuentran situados a un ángulo de 120° entre sí alrededor del eje principal del tren de laminación. Los citados 15 conjuntos están sostenidos por el armazón común 39 y por las barras 42, 43 y 44 que sostienen a la barra 41 y a sus equivalentes, hallándose aseguradas a estas barras mediante pares de pasadores en punta 45, 46 y 47, 48, 49 y 50. El engranaje cónico 36 (y sus equivalentes) giran en forma sensiblemente epicíclica alrededor del engranaje fijo 20 51. El cilindro accionador 40 está sustentado por el soporte 53 fijado al armazón 52 y por un segundo soporte y armazón 54 fijados por detrás del soporte 53. Entre los soportes 53 y 54 se fija una anilla de impulsión 55 al árbol de transmisión hueco 40, sosteniendo así a los rodillos contra todo impulso axial. Una rueda de engranaje 58 se encuentra también fijada al árbol de transmisión 40 por detrás del segundo 25 soporte 54. Esta rueda de engranaje proporciona un medio merced al cual puede accionarse el tren de laminación por un motor eléctrico de velocidad variable y un tren de engranajes (no mostrados en la fig. 3). Cuando se gira el árbol 40, los rodillos y engranajes son accionados 30 epicíclicamente alrededor del engranaje central 51.

267181⁵ MAY



5 El rodillo 29 (y sus equivalentes) tiene dos superficies cónicas 59 y 60. El volumen de reducción de espesor se efectúa mediante la acción laminadora de la superficie 59 del rodillo contra la superficie sustancialmente cónica del mandril (no mostrado en estos esquemas). La segunda superficie 60 proporciona una acción inicial de agarre en la porción cilíndrica del mandril formador y se ha comprobado que facilita la operación del aparato.

10 A efectos de sencillez, en lo que sigue se supondrá que el eje de los rodillos, muñones y engranajes cortan el eje principal del aparato. En este caso, la acción de los rodillos puede comprenderse mediante la conexión de un cono definido por la línea de contacto del engranaje centralmente fijo con un vértice determinado por el punto de intersección del eje de los rodillos planetarios con el eje principal, de toda la máquina. El sistema planetario es pues un sistema de
15 conos que ruedan sobre este cono central, coincidiendo los vértices de todos los conos, y siendo definidos los conos planetarios por sus respectivos engranajes. Si la superficie de los rodillos se extiende en la superficie de estos conos planetarios rodantes, entonces la acción es puramente un movimiento de rodamiento. Sin embargo, si la superficie de los rodillos se encuentra sobre un cono que tenga el mismo
20 vértice que el cono planetario rodante pero que tenga un ángulo superior de vértice, entonces se introduce un componente cortante de fuerza en ángulo recto con la línea de contacto, que tiende a introducir al termoplástico bajo los rodillos. Esta situación puede denominarse "sobredesplazamiento", significando que la superficie del cono es accionada con mayor rapidez de lo requerido para un verdadero contacto de laminación. Unas pequeñas porciones de sobredesplazamiento es de efectiva ventaja en la laminación de muchos tubos termoplásticos. Los rodillos que se muestran en las figuras 3 y 4 están contruidos
25 para producir tal sobredesplazamiento.
30



Los ejes de los rodillos están lateralmente desplazados, de manera que no cortan el eje del tren de laminación, sino que pasan por el eje principal de suerte que la distancia mínima es de $1/10$ a $1/1$ del diámetro del material de tubería desde el eje principal. Esto introduce un componente de fuerza que tiende a facilitar la introducción del material plástico en los rodillos. La magnitud del desplazamiento no rebasará en general el radio del material de tubería.

Un aspecto característico de los rodillos, que facilita la acción alimentadora del citado desplazamiento, es la presencia de una segunda superficie cónica, gracias a la cual tiene lugar una ligera laminación antes del contacto del material de tubería con la porción abocardada del mandril. La fuerza axial requerida para impulsar a dicho material a través del tren de laminación resulta grandemente reducida por este aspecto característico conjuntamente con el referido desplazamiento.

Volviendo ahora a la Fig. 5, se muestra una vista en sección de un mandril que puede emplearse en la práctica de esta invención, conjuntamente con el tren de laminación mostrado en las Figs. 3 y 4.

El mandril consta de una cápsula exterior 67 que tiene sustancialmente la forma de un cono truncado que se introduce en una sección cilíndrica 68. El mandril está sustentado por un tubo metálico 69 de pared gruesa al que está fijado. El núcleo exterior es un tapón cónico 70 en cuya superficie están cortadas una serie de profundas ranuras circulares 71, 72, 73 y 74. En cada uno de los resaltos que se paran a dichas ranuras se halla practicada una muesca, que en resaltos adyacentes forman un ángulo de 180° entre sí, de manera que se establece una trayectoria tortuosa por debajo de la superficie de la cápsula del mandril. Unas entradas 75 que conectan el primer canal 71 al tubo 69, se extienden a través de la cápsula exterior extendiéndose las salidas 77 a través del resalto final 76 hasta la última ranura 74 formando una salida para el agua refrigerante.



267181

Empleándose el mandril en línea con el troquelador, puede ser conveniente pasar el agua al interior del mandril a través del espacio anular existente entre la barra de sustentación y la superficie interior del tubo.

5
10
15
Con referencia a la Fig. 6, se ofrece en ella una vista de conjunto de un tren de laminación y del troquelador. Se muestra el extremo de salida de un troquelador 78 acoplado a una cabeza transversal 79. El material termoplástico es introducido en la tolva 80 del troquelador y plastificado mediante la rotación de un tornillo de extrusión y desde allí impulsado hacia adelante hasta la cabeza transversal mediante la acción del tornillo. Dentro de la cabeza transversal se define un conducto anular por la parte exterior del troquel y por un núcleo interior 81 refrigerado con agua. El agua refrigerante se suministra al núcleo por el tubo 82. El agua saliente se desaloja por el espacio anular situado entre el mandril y el artículo troquelado 83 y sirve para enfriar el mandril central abocardado del tren de laminación. El termoplástico es así troquelado en forma de tubo de un diámetro inferior y un espesor de pared superior al del producto final deseado.

20
25
Después de que el material sale del troquelador, es cogido e impulsado hacia adelante por los rodillos 84 hacia el tren de laminación. Este tren comprende el mandril 85 refrigerado con agua que es sustentado desde el centro del cono troquelador refrigerado por la barra 94. El agua refrigerante, algo calentada desde el núcleo de extrusión interno, fluye a través del conducto anular formado entre la barra y el artículo plástico troquelado 87, y desde allí a través y alrededor del abocardamiento del mandril hacia afuera pasando por la tubería 86 del producto, sirviendo así para enfriar el mandril.

30
El material 87 es impulsado hacia el tren de laminación por el mismo dispositivo de agarre que sirve para retirar el tubo del troquelador. Los rodillos 88, que sirven para reducir el material al espe-



267181

sor dexeado, son accionados por el sistema de engranajes epiciclicos 89, siendo accionados los rodillos por la rotación del árbol 90, que a su vez es accionado por el tren de engranajes 91 y 92, conectado a una adecuada fuente de energía tal como un motor eléctrico 93 de velocidad variable.

5

Respecto a las dimensiones del mandril, el diámetro está claramente determinado por el diámetro del producto deseado y por el sistema de rodillos. El mandril es de forma sensiblemente cónica cuando se emplean rodillos de esta forma. Se ha comprobado que el ángulo incluido el mandril debe ser aproximadamente 3° mayor que el ángulo incluido de los rodillos para obtener buenos resultados. Se ha comprobado que el ángulo incluido de unos 45° produce excelentes resultados, pero el citado ángulo puede ser desde 20 a 70° para diversas versiones de esta invención. El ángulo se halla regido en parte por el requisito de que la reducción de espesor por paso de cada rodillo es pequeño, de manera que se establece un sistema de fuerzas sustancialmente biaxial. La reducción de espesor por revolución está determinada por la expresión:

10

15

$$\text{Reducción/revolución} = \frac{(\Delta t) (f)}{R.L}$$

20

y la reducción por paso de cada rodillo se obtiene dividiendo esta expresión por el número total de rodillos. Δt es la reducción total de espesor del material de tubería en pulgadas, f es la alimentación del material en pulgadas por minuto, R es el número de revoluciones por minuto de la cabeza laminadora y L es la longitud axial del abocardamiento del mandril en pulgadas. Los rodillos se hallan preferiblemente descentrados de manera que sus ejes no corten al del tren de laminación. Se ha comprobado que se obtienen los mejores resultados cuando la distancia mínima entre rodillos y mandril decrece linealmente con la distancia a través del tren de laminación. Así, cuando se emplean rodillos cónicos con un mandril de un ángulo de 45°, teniendo

25

30



267181

5 el mandril un diámetro máximo de 2,195 pulgadas y un mínimo de 1.180 pulgadas , y estando desplazados en 5/8 pulgada el eje de los rodillos respecto al eje principal, se observó que la superficie del cono del mandril debe ser cóncava, con un radio de curvatura de 6 pulgadas mediante construcción geométrica basada en los dibujos a escala.

10 La temperatura del mandril 85 ha de ser uniforme a fin de mantener un producto uniforme. Es preferible que el mandril se caliente a una temperatura de unos 60°C para la mayoría de los materiales termoplásticos, Cuando la temperatura del mandril se eleva a unos 60° tiene lugar una brusca reducción en las necesidades de energía para laminar y una mejora en la calidad de la superficie de la tubería acabada, variando la temperatura exacta algo con el plástico. Por encima de una temperatura del mandril de unos 60°C, la energía requerida para accionar el tren de laminación permanece sensiblemente inalterada hasta que se llega a las proximidades del punto de fusión cristalino. Es esencial que se mantenga la temperatura del mandril bastante por debajo del punto de fusión cristalino del material termoplástico que se esté fabricando, a fin de impedir la fusión del material por el trabajo mecánico proporcionado. En líneas generales, el fluido refrigerante suministrado al mandril debe mantenerse por lo menos a 50°C por debajo del punto de fusión cristalino del polímero.

15 El proceso de la presente invención puede modificarse en muchos aspectos. Por ejemplo, el diámetro del material puede incrementarse pasándolo a través de dos o más trenes de laminación sucesivamente. También se considera el empleo de tensión en el material a fin de efectuar una extensión tensil y compresiva, y someter a presión el material y el producto con un gas químicamente inerte a fin de facilitar el avance del material a través del tren de laminación.

25 En general, el tren de laminación puede tener cualquier número de rodillos, pero preferiblemente tres, puesto que tal disposición



267181

5 ejerce un efecto autocentrador que conduce particularmente a la formación de una tubería uniforme. Sin embargo, se comprenderá que cuando se hace una tubería de grán diámetro y especialmente cuando se requiere una considerable reducción de espesor, puede ser mas conveniente emplear un mayor número de rodillos en orden a conseguir el grado requerido de laboreo con la mínima velocidad de rotación.

10 Respecto a los materiales polímeros que pueden emplearse para la producción de las tuberías mediante el proceso de la invención, se comprenderá que cualquier polímero termoplástico que pueda transformarse en tubería mediante extrusión de masa fundida, puede elaborarse de acuerdo con la invención. En particular, son adecuados para su empleo en este proceso los siguientes polímeros: poliamidas tales como la polioximetileno adipamida, polioximetileno sebacamida, policaprolactam, polioximetilenos tales como el dicarboxilato de polioximetileno, el diéter polioximetilénico, y glicoles polioximetilénicos; polietileno de escasa densidad y muy ramificados, polietileno de elevada densidad, polipropileno, copolímeros de etileno con monómeros de vinilo tales como acetato de vinilo, éter metilo de vinilo, estireno, benceno divinilo, y 1-olefinas que contengan de 3 a 20 átomos de carbono, tereftalado de polietileno glicol y resinas poliestéricas y resinas policarbonatadas similares.

15 Se comprenderá la posibilidad de añadir a los anteriores polímeros cantidades menores de aditivos tales como pigmentos, rellenos, antioxidantes, agentes tamizadores, agentes desprendedores y similares, sin obstaculizar su capacidad de fabricación mediante el proceso de esta invención.

20 Los siguientes ejemplos ilustran más aún a este proceso y no deberán considerarse como definidores de los límites de la invención.

EJEMPLO I

30 Fabricación de tubería a partir de una resina polioximetilénica.-

Se empleó una resina de diacetato de polioximetileno de elevado



257181

5 peso molecular, tal como la descrita y reivindicada en la Patente Británica nº 770.717 concedida a E. I. du Pont de Nemours & Company, cuya descripción completa se publicó el 20 de Marzo de 1957, para la extrusión de tubería en un aparato similar al que se ilustra en las figuras 1 y 2 y se describe anteriormente, La resina termoplástica fué plastificada y bombeada al interior de la cabeza transversal con un troquelador de dos pulgadas provisto de un tornillo de compresión gradual 20/1. El diámetro situado dentro de la cabeza transversal tenía un diámetro exterior de 1,050 pulgada y una longitud total de 3-1/2 10 pulgadas, siendo la longitud de la porción refrigerada de 1-1/4 pulgadas, y sobresaliendo un 1/4 de pulgada del troquel. El barril de extrusión se mantuvo de una temperatura de 190°C y la temperatura del troquel era de 195°C. Se produjo una tubería de excelente calidad, de una superficie interior lustrosa, a razón de 24 pulgadas por minuto. 15 El espesor de pared del producto era aproximadamente de 150 milésimas de pulgada. La presión de la masa fundida, medida dentro de la cabeza transversal, era de 1200 libras por pulgada cuadrada. En otras pruebas, la presión de la masa fundida varió desde 800 libras por pulgada cuadrada hasta 2350 libras por pulgada cuadrada, sin deterioro de la calidad de la tubería. 20

EJEMPLO II

Fabricación de tubería a partir de resina de adipamida de polioxametileno

25 Se fabricó una tubería de excelente calidad y con un interior liso y acabado con superficie espejada, partiendo de una resina de adipamida polioxametilénica de elevado peso molecular (viscosidad de solución, medida por el procedimiento ASTM D-789, de entre 225 y 275). Se empleó el mismo equipo que en el ejemplo anterior, siendo las condiciones temperatura del barril, 280 a 300°C, temperatura del troquel 290 a 300°C y temperatura de la cabeza transversal, 290°C. La presión de extrusión fué de 750 libras por pulgada cuadrada medida en la cabeza 30 transversal. El ritmo de extrusión fué de 23 pulgadas de tubería por



287181

minuto. Las composiciones poliamídicas están sujetas a oxidación y decoloración a elevadas temperaturas. El aspecto del producto puede mejorarse grandemente manteniendo la tubería caliente que sale del troquel en una capa de nitrógeno hasta que se haya enfriado a unos 200°C. Las dimensiones del producto fueron: Diámetro exterior 1,365 pulgada, diámetro interior 1,000 pulgada.

EJEMPLO III

Fabricacion de tubería de resina polietilenica de elevada densidad.-

Se produjo tubería de buena calidad partiendo de un polietileno de elevada densidad, de un valor (medido después de acondicionar una muestra bruscamente enfriada a 100°C durante una hora) de 0,94 gramos por centímetro cúbico y de un índice de masa fundida, medido por el procedimiento ASTM D-1238, de 0,5 aproximadamente. El aparato era como el descrito en los anteriores ejemplos. Las condiciones de extrusión fueron: Temperatura de barril 180-190°C, la cabeza transversal y el troquel, mantenidos a una temperatura del orden de 190 a 200°C, formándose la tubería a razón de 18,5 pulgadas por minuto.

EJEMPLO IV

Fabricacion de tubería biaxialmente orientada partiendo de resina polioximetilénica.-

El polímero empleado en este ejemplo fué una resina polioximetilénica caracterizada por un número de peso molecular medio superior a 15.000 y una constante de degradación termica a 222°C inferior al 1% por peso por minuto, según describe R. N. McDonald en la Patente estadounidense núm. 2.768.994, concedida el 30 de Octubre de 1956.

El material de tubería se troqueló con un diámetro interno de 1.185 pulgada y un diámetro exterior de 1,615 pulgada, y un espesor de pared de 0,215 pulgada usando el método anteriormente descrito. Se pasó el lingote a través de un tren de laminación en la forma que se ha descrito antes y que se muestra en las figuras 3, 4 y 5 de los dibujos adjuntos. La sección abocardada del mandril tenía una longitud

267181

5



5

10

15

20

25

30

axial de 1,593 pulgada y un diámetro de 1.180 pulgada en el extremo menor y un diámetro exterior de 2,195 pulgadas en el extremo mas ancho. La superficie cónica del mandril tenía un ángulo incluido de 31° para una distancia de 0,485 pulgada, empezando en el extremo menor de la superficie cónica, y un ángulo incluido de 40° para el resto del abocardamiento, adaptándose así estrechamente a una superficie cóncava de 6 pulgadas de radio, que se determinó como la ideal para los rodillos del tren de laminación. Los ejes se hallaban descentrados en $5/8$ de pulgada respecto a la línea central del tren, proporcionando así una ayuda al dispositivo de alimentación. El mandril se enfrió interiormente con una rápida corriente de agua de 5 a 10 galones por minuto mantenida a una temperatura de 60°C aproximadamente. Se ajustó el mandril en la separación deseada mediante un ajuste a tornillo sobre la barra de tensión sustentadora de la cabeza abocardada. Se atornilló la cabeza hasta que estableció contacto con los rodillos, retrayéndose luego hasta proporcionar una separación axial mínima de 0,110 pulgada. Se introdujo el material en el tren a razón de $6-1/2$ pulgadas por minuto a una velocidad de la cabeza de 144 rpm. La resultante tubería tenía una superficie interior y exterior lisa y lustrosa, un diámetro exterior de 2,378 pulgadas, un diámetro interior de 2,135 pulgadas y un espesor de pared de 0,120 pulgada. Las proporciones de deformación así conseguidas fueron: axial, 1,11; zuncho, 1.61. En la tabla I, se comparan las propiedades de la tubería resultante con las ^{de}tuberías troqueladas de la misma manera en dimensiones comparables, pero no orientada por la técnica de laminación antes descrita.



5
TABLA I 267181

Propiedades de tubería de polioximetileno biaxialmente orientada y de tubería troquelada.-

Propiedad	Troquelada		Orientada	
	Axial	Zuncho	Axial	Zuncho
5 Resistencia Flexión LPC**	9600	8100	8500	14000
Resistencia última LPC				
% alargamiento	30	20	60	50
Resistencia a los golpes por caída de peso, pies libras, temperatura ambiente		27		67
10 Naturaleza quebradiza a baja temperatura		-28°C		-58°C
Resistencia al estallido a 45°C en agua				
10 horas	4100		5600	
100 horas	3050		4300	
1000 horas	2250		3400	

** libras/pulgada cuadrada.

EJEMPLO V

15 Tubería biaxialmente orientada de nylon 66 (poliexametileno-adipamida).

20 Se fabricó material de tubería de una poliexametileno-adipamida de elevado peso molecular y grado de extrusión. Se alimentó el mandril con agua refrigerante a 60°C y se suministró aceite al exterior del material de tubería a medida que iba siendo introducido en el tren de laminación. Los detalles experimentales fueron por otra parte similares a los del ejemplo anterior. Las dimensiones del lingote inicial o material de tubería eran de un diámetro interno de 1.170 pulgada, un diámetro externo de 1.580 pulgada y un espesor de pared de 0,205 pulgada. Después de su expansión sobre el mandril, la tubería tenía

25 un diámetro interior de 2,140 pulgadas, un diámetro exterior de 2,370 pulgadas y un espesor de pared de 0,115 pulgada. La separación del mandril se había fijado como se describe anteriormente en una distancia de 0,115 pulgada. Se empleó una alimentación de 10 pulgadas por

30 minuto con una velocidad de la cabeza laminadora de 156 rpm. Las proporciones de deformación fueron, por consiguiente, de 1.13 en la direc-



ción longitudinal y de 1,63 en la dirección del zuncho.

En la tabla II se muestran las propiedades de tubería de nylon fabricada de acuerdo con estas indicaciones y de tubería de nylon troquelada en dimensiones comparables pero no laminada.

5

TABLA II

Propiedades de tubería de polioxametileno adipamida biaxialmente orientada.-

<u>Ensayo.-</u>	<u>Troquelada</u>		<u>Orientada</u>	
	<u>Axial</u>	<u>Zuncho</u>	<u>Axial</u>	<u>Zuncho</u>
Resistencia flexión LPC	6000		5500	15000
Resistencia estallido LPC				
45°C en agua 10 horas	3200			5500
100 horas	2700			5300
1000 horas	2400			5000
Resistencia a los golpes según prueba caída de peso (pies libras) 0°C.		70		126
Naturaleza quebradiza baja temperatura, °C.		-34		-71

10

15

EJEMPLO VI

Tubería de polipropileno biaxialmente orientada.-

Se troqueló polipropileno de un índice de masa fundida de 0,39, medido por el método ASTM D-1238-52-T, en forma de un lingote de diámetro interior de 0,955 pulgada, diámetro exterior de 1,344 pulgada y espesor de pared de 0,195 pulgada. El material de tubería se laminó sobre un mandril con un abocardamiento de un diámetro menor de 0,950 pulgada, un diámetro mayor de 1,650 pulgada, con longitud del abocardamiento de 1,100 pulgada, y enfriándose interiormente el mandril mediante una corriente de aceite. También se añadió algún aceite a la superficie exterior del polipropileno durante su paso a través de los rodillos. Las dimensiones finales del producto fueron: diámetro exterior 1.825 pulgada, diámetro interno, 1.610 pulgada, y por consiguiente un espesor de pared de 0,107 pulgada. La intensidad de deformación fué pues de 1,24 en la dirección longitudinal y de 1.46 en la dirección del zuncho. La resistencia a la flexión de tubería no orientada y de dimensiones comparables resultó ser de 4300 LPC en la di-

20

25

30



26 71 81

rección axial y de 3150 LPC en la dirección del zuncho. Introduciéndose una pequeña proporción de orientación por la extrusión, Después de la orientación, la resistencia a la flexión axial se observó que permanecía en 4000 LPC aproximadamente, pero la resistencia a la flexión en el zuncho se incrementó a 5800 LPC. La naturaleza quebradiza a baja temperatura resultó ser de $+18^{\circ}\text{C}$ en la muestra no orientada, pero en el material orientado fué de -16°C .

REIVINDICACIONES

En resumen: La patente de Invencion que se solicita recaerá sobre las reivindicaciones siguientes:

1ª.- Procedimiento y aparato para la fabricación de tubería de material termoplástico, caracterizándose el aparato porque comprende una cabeza transversal, un troquel calentado y fijado a la cabeza transversal, teniendo este troquel calentado una salida que define sustancialmente la superficie exterior de la tubería, un mandril que define sustancialmente la superficie interior de la tubería, hallándose dispuesto dicho mandril axialmente dentro de la cabeza transversal y el troquel, y medios para suministrar material termoplástico fundido a presión a la cabeza transversal, y porque el mandril comprende (1) una sección calentada y (2) una sección enfriada que apoya a la sección calentada y se prolonga dentro de la cabeza transversal y el troquel por lo menos hasta un plano que define la cara del troquel, disponiéndose medios para calentar la sección calentada del mandril, medios para enfriar la sección enfriada del mandril, medios para enfriar la tubería y medios para retirar la tubería del troquel.

2ª.- Procedimiento y aparato según la reivindicación 1ª, caracterizándose el aparato porque se disponen medios para deformar mecánicamente la tubería a fin de producir orientación molecular biaxial.

3ª.- Procedimiento y aparato según las reivindicaciones 1ª ó 2ª, caracterizándose el aparato porque la sección enfriada del mandril es-



tá en contacto con la sección calentada del mismo pero aislada térmicamente de él mediante un espacio de aire sobre la mayor parte de la sección transversal, estableciendo contacto la sección calentada con la enfriada solamente en un borde afilado alrededor de la periferia de las secciones.

5

4ª.- Procedimiento y aparato, según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 3ª, caracterizándose el aparato porque la sección enfriada del mandril lo es mediante un refrigerante fluido.

10

5ª.- Procedimiento y aparato. según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 4ª, caracterizándose el aparato porque los medios para enfriar la tubería comprende refrigerante fluido suministrado al interior de la tubería cuando ésta sale del mandril.

15

6ª.- Procedimiento y aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 5ª, caracterizándose el aparato porque los medios para calentar la sección calentada del mandril comprenden un calentador de resistencia eléctrica.

20

7ª.- Procedimiento y aparato, según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 6ª, caracterizándose el aparato porque se disponen medios para la formación exterior de la tubería, cuyos medios comprenden el paso de la tubería a través de un formador de ajuste holgado de politetraetileno.

25

8ª.- Procedimiento y aparato, según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 7ª, caracterizándose el aparato porque se disponen medios para el enfriamiento exterior de dicha tubería, cuyos medios comprenden la puesta en contacto con un refrigerante fluido al salir aquélla de dicho troquel.

30

9ª.- Procedimiento y aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 8ª, caracterizándose el aparato porque el troquel calentado lo es mediante un calentador de cinta eléctrica.

10ª.- Procedimiento y aparato según cualquiera de las reivin-



26 71 81

dicaciones 1ª a 9ª, caracterizándose el aparato porque los medios para deformar mecánicamente la tubería comprenden un mandril que se abocarda hacia el exterior en la dirección de alimentación de la tubería, una serie de rodillos cónicos que giran en forma sensiblemente epicyclica alrededor del abocardamiento del mandril, medios para accionar los rodillos, medios para enfriar el mandril y medios para alimentar la tubería sobre el abocardamiento del mandril en la dirección del diámetro creciente.

11ª.- Procedimiento y aparato, según la reivindicación 10ª, caracterizándose el aparato porque el mandril del tren de laminación es sustentado por una barra que se extiende desde el centro del troquel calentado del aparato de extrusión.

12ª.- Procedimiento y aparato según las reivindicaciones 10ª u 11ª caracterizándose el aparato porque los medios para enfriar el mandril comprenden el paso del refrigerante desde el núcleo de extrusión interno a través de un conducto anular formado entre la barra de sustentación del mandril y el material troquelado, luego a través y alrededor del abocardamiento del mandril y hacia afuera a través del producto acabado.

13ª.- Procedimiento y aparato según cualquiera de las reivindicaciones 10ª a 12ª, caracterizándose el aparato porque el ángulo incluido del abocardamiento es de 20 a 70°.

14ª.- Procedimiento y aparato según cualquiera de las reivindicaciones 10ª a 13ª, caracterizándose el aparato porque los ejes de los rodillos cónicos están lateralmente desplazados de manera que no se corten sobre el eje del tren de laminación, sino que pasen por el eje principal de suerte que la distancia mínima desde el eje principal sea de 1/10 a 1/1 del diámetro de la tubería.

15ª.- Procedimiento y aparato según cualquiera de las reivindicaciones 10ª a 14ª caracterizándose el aparato porque se disponen



26 71 81

medios para accionar los rodillos cónicos en forma sensiblemente epicyclica alrededor del abocardamiento.

5
16ª.- Procedimiento y aparato según cualquiera de las reivindicaciones 10ª a 15ª, caracterizándose el aparato porque la separación entre los rodillos y el abocardamiento del mandril decrece linealmente en un ángulo de unos 3°.

10
17ª.- Procedimiento y aparato según cualquiera de las reivindicaciones 10ª, a 16ª, caracterizándose el aparato porque el mandril consta de una cápsula exterior que tiene sensiblemente la forma de un cono truncado que se introduce en una sección cilíndrica.

15
20
18ª.- Procedimiento y aparato para la fabricación de tubería de material termoplástico caracterizándose el procedimiento porque comprende el suministro de material termoplástico fundido a una cabeza transversal a presión y la formación y refrigeración de dicho material termoplástico fundido y porque comprende la formación continua de un revestimiento sólido dentro de dicho material termoplástico fundido a presión alrededor de un soporte rígido enfriado que define sustancialmente el interior de dicha tubería, la retirada de dicho revestimiento de la zona a presión cuando se forma el mismo, la formación del material termoplástico fundido alrededor de dicho revestimiento en la configuración de la superficie exterior de dicha tubería, y el enfriamiento de esta tubería hasta que la misma se ha solidificado.

25
19ª.- Procedimiento y aparato según la reivindicación 18ª, caracterizándose el procedimiento porque la tubería es biaxialmente orientada mediante deformación mecánica.

30
20ª.- Procedimiento y aparato según las reivindicaciones 18ª y 19ª, caracterizándose el procedimiento porque el interior de dicha tubería es enfriado mediante un refrigerante fluido suministrado a dicho interior cuando la tubería sale del troquel formador.

21ª.- Procedimiento y aparato según cualquiera de las reivin-



dicaciones 18ª a 20ª, caracterizándose el procedimiento porque el exterior de la tubería es enfriado mediante contacto con un refrigerante fluido tras la salida de aquélla del troquel formador.

5

22ª.- Procedimiento y aparato según cualquiera de las reivindicaciones 18ª a 21ª, caracterizándose el procedimiento porque el revestimiento tiene un espesor de 10 a 20 milésimas de pulgada aproximadamente en el punto en que el material troquelado sale del troquel.

10

23ª.- Procedimiento y aparato según cualquiera de las reivindicaciones 18ª a 22ª, caracterizándose el procedimiento porque la superficie exterior de la tubería se forma pasando a través de un formador de ajuste holgado de resina de politetrafluoroetileno.

15

24ª.- Procedimiento y aparato según cualquiera de las reivindicaciones 18ª a 23ª, caracterizándose el procedimiento porque el diámetro de la tubería se incrementa al tiempo que se reduce simultáneamente el espesor de pared mediante laminación, y porque la temperatura de la tubería se mantiene por debajo del punto de fusión del termoplástico.

20

25ª.- Procedimiento y aparato según cualquiera de las reivindicaciones 18ª a 24ª, caracterizándose el procedimiento porque comprende la impulsión de la tubería sobre un mandril abocardado mientras se reduce simultáneamente el espesor de aquella mediante la compresiva acción laminadora de una serie de rodillos cónicos que giran en forma sensiblemente epiciclica alrededor de la tubería al pasar ésta sobre el mandril.

25

26ª.- Procedimiento y aparato según cualquiera de las reivindicaciones 18ª a 25ª, caracterizándose el procedimiento porque la tubería es pasada a través de dos o más trenes de laminación sucesivamente.

30

27ª.- Procedimiento y aparato según cualquiera de las reivindicaciones 18ª a 26ª, caracterizándose el procedimiento porque la reduc-



26 71 81

ción del espesor de pared por paso de cada rodillo está comprendido entre el 0,1 y el 10 % de la reducción total predeterminada.

5 28ª.- Procedimiento y aparato según cualquiera de las reivindicaciones 18ª a 27ª caracterizándose el procedimiento porque el mandril es enfriado a una temperatura del orden de 60° a 50°C por debajo del punto de fusión cristalina del polímero termoplástico.

10 29ª.- Procedimiento y aparato para la fabricación de tubería biaxialmente orientada de un material termoplástico, caracterizándose el procedimiento porque comprende la formación de material de tubería tubular de pared gruesa a partir de material termoplástico, y porque el diámetro del material es incrementado mientras se reduce simultáneamente el espesor de pared mediante laminación, y la temperatura de la tubería se mantiene por debajo del punto de fusión del termoplástico.

15 30ª.- Procedimiento y aparato según cualquiera de las reivindicaciones 18ª a 29ª, caracterizándose el procedimiento porque el diámetro es incrementado mientras se reduce simultáneamente el espesor de pared mediante la compresiva acción laminadora de una serie de rodillos cónicos que giran en forma sensiblemente epicíclica alrededor del material cuando éste pasa sobre el mandril:

25 31ª.- Procedimiento y aparato según cualquiera de las reivindicaciones 18ª a 30ª, caracterizándose el procedimiento porque el material termoplástico es un polioximetileno.

30 32ª.- Procedimiento y aparato según cualquiera de las reivindicaciones 18ª a 31ª, caracterizándose el procedimiento porque el material termoplástico es polipropileno.

30 33ª.- Procedimiento y aparato según cualquiera de las reivindicaciones 18ª a 32ª caracterizándose el procedimiento porque el material termoplástico es una poliamida.

34ª.- Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de



26 71 81

recaer la Patente de Invencion que se solicita: " PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA LA FABRICACION DE TUBERIA DE MATERIAL TERMOPLASTICO ".

Todo conforme se reivindica y describe en la presente Memoria que consta de treinta y una páginas mecanografiadas y dibujos adjuntos.

5

Madrid, 5 de Mayo de 1961

ALFONSO UNGRIA

FIG. 1

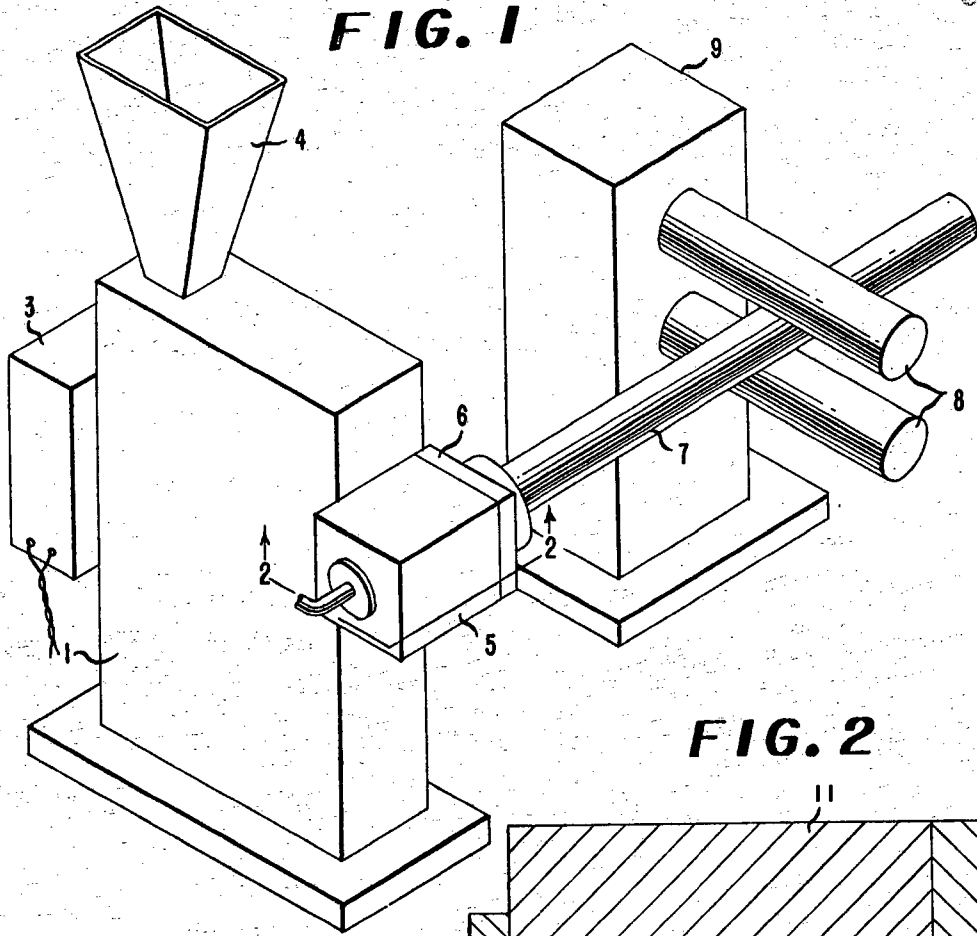


FIG. 2

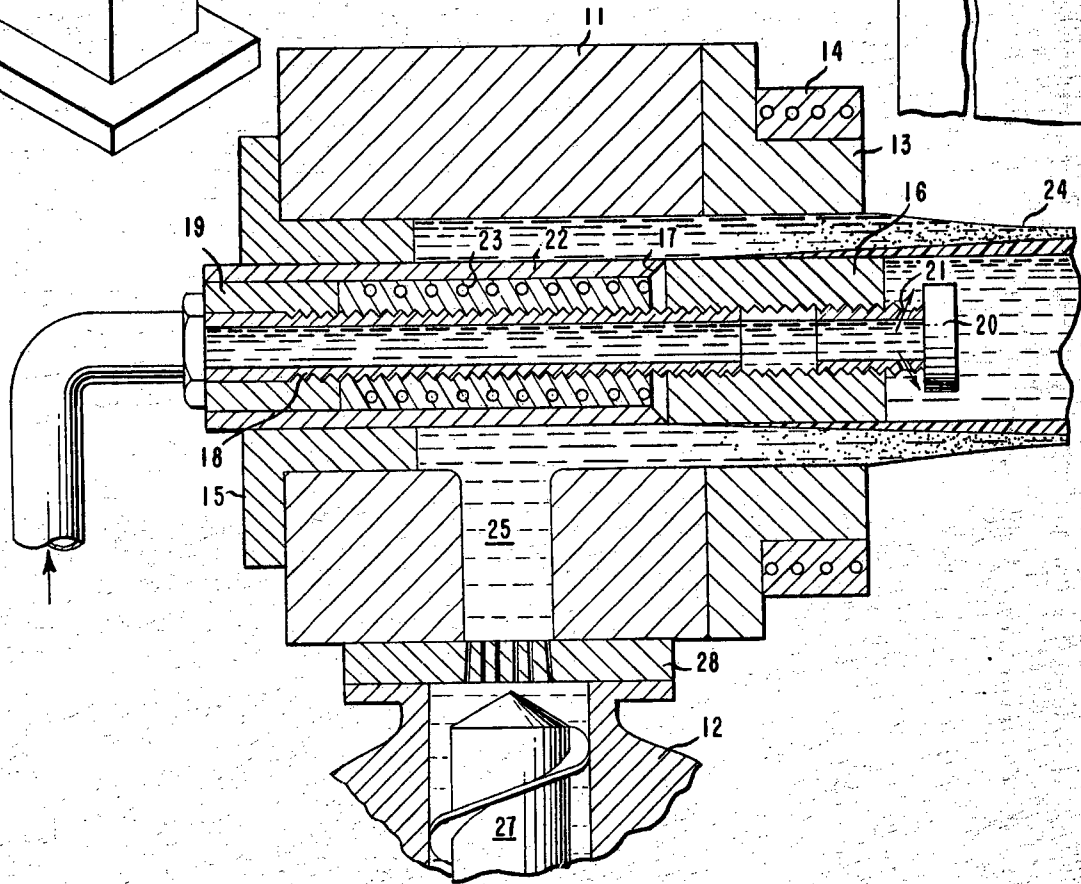
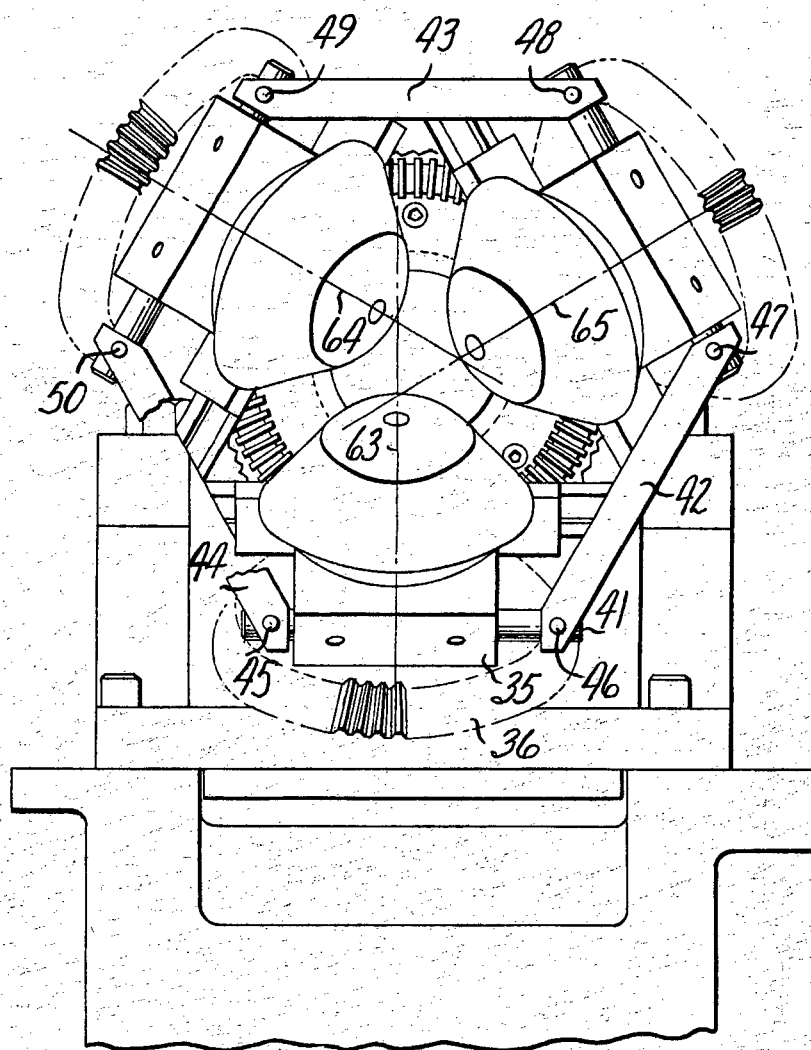




FIG. 4





267181

FIG. 5

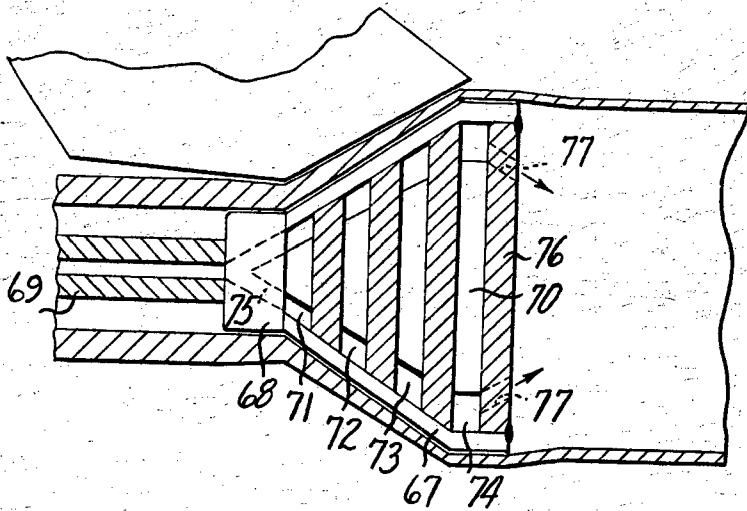
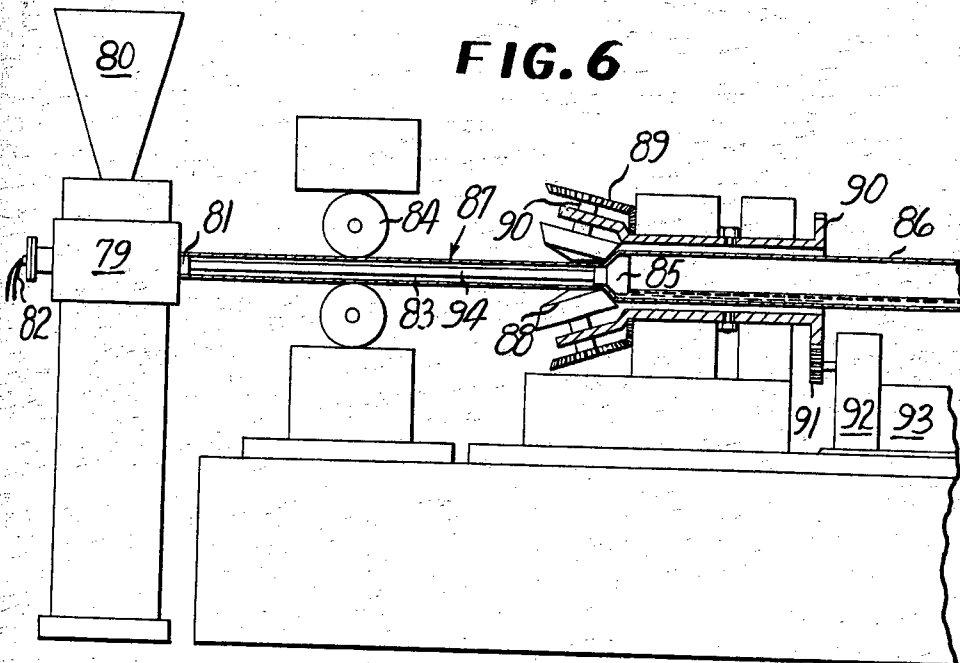


FIG. 6



ESCALA VARIABLE

MADRID, 5 DE Mayo DE 1961

ALFONSO UNGRÍA

[Handwritten signature]