

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 393 205**

51 Int. Cl.:

B28B 11/24 (2006.01)

B28B 21/52 (2006.01)

F26B 3/347 (2006.01)

F26B 17/00 (2006.01)

C04B 40/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06829361 .2**

96 Fecha de presentación: **05.12.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1957245**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **20.08.2008**

54 Título: **Procedimiento para la producción y conservación de la forma de un producto hueco extruido, fabricado con material cementicio**

30 Prioridad:

09.12.2005 IT MI20052359

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:

19.12.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

19.12.2012

73 Titular/es:

**ITALCEMENTI S.P.A. (100.0%)
VIA G. CAMOZZI, 124
24121 BERGAMO, IT**

72 Inventor/es:

**GUERRINI, GIAN LUCA y
ALFANI, ROBERTA**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 393 205 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la producción y conservación de la forma de un producto hueco extruido, fabricado con material cementicio

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para la producción y conservación de la forma de un producto hueco extruido, fabricado con material cementicio.

La presente invención se refiere al campo de los procedimientos de extrusión de productos finales fabricados con material cementicio, de cualquier forma hueca, por ejemplo, tubular, en forma rectangular, con o sin divisiones internas, de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

10 En particular, la presente invención se refiere a un procedimiento para la producción por extrusión de tubos fabricados con fibrocemento, de sección circular y espesor delgado.

Además, la presente invención permite la fabricación de productos cementicios para su aplicación en los sectores de la construcción y de la industria tales como, por ejemplo, el encofrado permanente para pilares, canales y tiro de chimeneas, etc.

15 En el transporte de agua potable, irrigación y aguas residuales se utilizan normalmente diversos tipos de productos o conducciones, fabricados con diferentes clases de materiales tales como: materiales cementicios, materiales plásticos, hormigón, gres cerámico y hierro.

Para estas aplicaciones, los productos finales usados típicamente tienen forma tubular y están fabricados con materiales cementicios tales como hormigón reforzado con fibras, hormigón reforzado, cemento de amianto y fibrocemento libre de amianto.

20 De manera alternativa, se usan materiales plásticos tales como policloruro de vinilo (PVC), polietileno (PE), polipropileno (PP) y resina de vidrio.

En lo que se refiere a la forma de los productos finales, las más frecuentemente utilizadas, con una sección circular, han encontrado un mercado creciente.

25 En el mercado hay disponibles también productos finales cementicios con diferentes formas tales como, por ejemplo, reposapiés o tubos de fondo plano, tubos elípticos u ovoidales, productos finales rectangulares, o tubos con otras secciones, diseñados específicamente para favorecer el flujo máximo de líquido en su interior.

En el caso de tubos con una sección circular, los diámetros disponibles pueden variar y estar divididos de acuerdo con los diversos tipos de uso.

30 Otra característica importante de la construcción de productos finales cementicios y, en particular, de tubos, se refiere a su espesor; los que tienen lo que se denomina un "espesor delgado" presentan típicamente un porcentaje de vacío de la sección mayor que 60%. Los tubos fabricados con fibrocemento son un ejemplo típico.

Con respecto a los procedimientos para la producción de tuberías fabricadas con material cementicio, estos son conocidos desde comienzos del siglo pasado.

35 En 1910, W.R. Hume describió en la patente australiana 4843/2622 un procedimiento para la producción de tubos de hormigón reforzado mediante centrifugación, aprovechando la fuerza centrífuga. Un molde cilíndrico con un eje horizontal, cargado con hormigón, se hizo girar a velocidad alta, con retirada del exceso de agua hasta obtener un material compacto. Los denominados "tubos de Hume" siguen en producción, utilizando todavía la técnica basada en la centrifugación, y empleando opcionalmente hormigón reforzado con fibras de acero u otras composiciones.

40 Otra técnica de producción usada en el pasado es la llamada "Rotopress" o "Giropress", en la que los tubos se fabricaban en vertical, por medio de un mandril rotatorio que contenía en su interior el hormigón, con una consistencia de tipo tierra húmeda en dirección axial.

En la actualidad, este sistema ha sido sustituido por otras tecnologías de producción tales como, por ejemplo, la tecnología de vibrocompresión, en la que se utiliza una vez más hormigón seco.

En este caso, el tubo producido en vertical se retira inmediatamente del molde y se envía a la fase de curado.

45 Con el tipo de tecnologías de producción citadas hasta ahora, se obtienen tubos con espesores relativamente grandes, que satisfacen la regulación europea EN 1916 (hormigón reforzado, hormigón no reforzado, hormigón reforzado con fibras de acero).

- Además de tubos de hormigón, se conocen también tubos fabricados con fibrocemento, que presentan un espesor delgado, producidos principalmente por medio del conocido como procedimiento de Mazza (derivado de la tecnología Hatschek). En este caso, el material usado por excelencia fue el cemento de amianto, sustituido recientemente, por razones medioambientales, por el llamado fibrocemento. En el procedimiento de Mazza/Hatschek se usan composiciones cementosas que contienen cemento, fibras de procesamiento y fibras de refuerzo (tanto sintéticas como naturales) y otros aditivos secundarios. Los productos obtenidos poseen características mecánicas favorables, son extremadamente compactos y su espesor es reducido.
- Más recientemente, se ha propuesto el uso de la tecnología de extrusión, ampliamente empleada para materiales plásticos, metales, cerámicas, gres y ladrillos cerámicos, así como para materiales cementicios. La extrusión se puede llevar a cabo con sistemas discontinuos o intermitentes de émbolo/cilindro ("extrusión de émbolo" o "extrusión capilar"), o con sistemas continuos de tornillo/cilindro. Excepto el gres cerámico, en todos los casos restantes la extrusión se lleva a cabo de forma horizontal. En el caso del gres cerámico, de hecho, gracias a los grandes espesores de los tubos con respecto a su longitud (normalmente 2 metros), los tubos exhiben en estado fresco una rigidez que no provoca deformación ni distorsión.
- En lo que respecta a la extrusión de materiales cementicios, la técnica conocida hace referencia a extrusoras que tienen dos tornillos consecutivos, con el intervalo de una cámara de vacío con la función de facilitar la extrusión presurizada de pastas. Se trata de modelos de extrusoras usadas normalmente en la industria del ladrillo.
- En las patentes de EE.UU. 3.857.715, expedida en 1974 a nombre de C.W. Humphrey, y 5.047.086, expedida en 1991 a nombre de K. Hayakawa et al., se describen composiciones cementosas extruibles para la producción de tubos fabricados con materiales cementicios.
- La patente de EE.UU. 5.658.624 de 1997, a nombre de Anderson et al., describe composiciones y métodos para fabricar una diversidad de artículos basados en cemento hidráulico extruible.
- También se conoce la patente de EE.UU. 5.891.374 de 1999, de Shah et al., que describe la extrusión de productos reforzados con fibras.
- La patente de EE.UU. 6.309.570, de Fellabaum et al., describe un sistema de vacío para mejorar la extrusión de productos cementicios, sin hacer referencia, sin embargo, a productos tubulares.
- Asimismo, por la solicitud de patente internacional WO 2005/050079 se conoce la extrusión de una fibra reforzada con comportamiento pseudo-dúctil para la producción de tubos de espesor reducido. Esta solicitud de patente internacional se refiere a una técnica de extrusión particular descrita con anterioridad en la patente de EE.UU. 6.398.998 B1, que no utiliza el sistema de tornillo para la fase de extrusión, sino un método de succión de agua a partir de una formulación cementosa líquida de fibra reforzada, introducida a presión en una especie de cilindro coaxial. Después de la extracción de agua, el material se forma a presión elevada, obteniendo tubos de espesor especialmente delgado con propiedades mecánicas extremadamente válidas, sobre todo en términos de ductilidad y resistencia a la flexión y a la compresión.
- La solicitud de patente de EE.UU. 2004/0075185 A1 de di Dugat et al., que se refiere a un sistema de moldeo de émbolo de un material cementicio de alto rendimiento para producir tubos de desagüe, con un espesor medio-alto, también es conocida. La tecnología descrita se conoce también con los nombres de Tetris o Evolt.
- Sin embargo, las tecnologías para la producción de tubos de material cementicio no están exentas de inconvenientes.
- Uno de los problemas principales que surgen en las técnicas de producción por extrusión de tubos huecos de cemento es el de mantener la forma circular (o la geometría) en la salida de la boquilla.
- Los materiales cementicios producidos por extrusión tienen el problema, en la salida de la boquilla, de mantener su forma, puesto que como resultado de su peso y escaso espesor, se doblan sobre sí mismos y, en el caso de tubos, pierden su forma circular.
- Cuanto menor es el espesor del perfil extruido, y con altos porcentajes de vacío del producto final, este problema técnico se hace más importante. El "porcentaje de vacío" se refiere a la proporción porcentual entre la superficie vacía y la superficie rellena del producto final. Cuanto mayor es este porcentaje, especialmente en presencia de productos finales de grandes dimensiones, más crítico resulta el problema de conservar la forma.
- El problema de preservar la forma de tubos de fibrocemento de escaso espesor se agrava por la elevada demanda en el mercado de este tipo de tubos delgados. De hecho, el porcentaje de vacío mayor de esta sección del tubo se corresponde, con el mismo diámetro nominal, con una mayor ligereza del tubo y, en consecuencia, un coste más bajo por metro lineal del producto final.

5 No obstante, bajo condiciones normales del procedimiento de extrusión, el espesor delgado del tubo puede determinar la pérdida de su circularidad, la cual, por otra parte, debe estar garantizada en el producto endurecido para que sea aceptable finalmente. En el campo de la invención, esta característica se define también como "resistencia en verde" ("green strength") del producto extruido, conocida también como "estabilidad de forma". Este concepto aparece ampliamente descrito en la patente de EE.UU. 5.658.624, mencionada anteriormente en relación con la extrusión de tubos.

10 La posibilidad de alcanzar una resistencia en verde adecuada de producto extruido está relacionada, típicamente, con diversos parámetros de composición o procedimiento tales como: grado de compactación de los componentes sólidos; la baja proporción de agua/sólidos de la pasta también está correlacionada con la resistencia mecánica del material; presión de extrusión; posibilidad de utilizar una boquilla calefaccionada; posibilidad de utilizar compuestos químicos capaces de ser activados térmicamente para endurecer el material saliente.

Es necesario destacar también que el problema relacionado con la dificultad para conservar la forma no permite obtener productos finales de forma tubular o de caja que tengan una longitud adecuada (al menos, 2,5 metros).

15 El procedimiento descrito en la patente de EE.UU. 5.545.297, en el que se introduce un complejo sistema mecánico para el arrollamiento continuo de filamentos aguas abajo de la boquilla, que está dirigido a la obtención de tubos con elevada resistencia y escaso espesor, es un desarrollo ulterior de la patente citada anteriormente. El sistema de arrollamiento también permite obtener tubos más rígidos, que conservan su forma circular. Sin embargo, el sistema descrito es algo complejo y costoso y no resuelve adecuadamente el problema.

20 Otro documento que hace referencia al mantenimiento de la forma circular de tubos extruidos es la solicitud de patente internacional WO 2005/050079 A1, a nombre de Rocla Pty Ltd. Describe la producción de tubos de fibrocemento que tienen un espesor reducido por medio de un procedimiento particular de extrusión con deshidratación, que comprende eliminar el agua del material durante la extrusión. El nivel de la proporción final de agua/aglutinante es del orden de 0,20, congruente con el indicado en la bibliografía, para obtener una resistencia mecánica apropiada y, por lo tanto en este caso, tubos de alto rendimiento con escaso espesor.

25 Sin embargo, ni siquiera en este caso se resuelve satisfactoriamente el problema de conservar la forma y, en especial la circularidad, tras la extrusión, puesto que en la descripción se señala que se acepta una sección sustancialmente constante de la longitud del tubo, no necesariamente circular.

El documento WO-A-93/20990 describe un procedimiento para la producción y conservación de la forma de un producto final hueco, neo-extruido, fabricado con un material cementicio según el preámbulo de la reivindicación 1.

30 En el estado actual de la técnica, el problema técnico del doblado de los tubos de fibrocemento y, de forma más general, productos finales huecos con otras geometrías a la salida del molde de extrusión, que tiene lugar como resultado de su peso y su espesor delgado, no ha sido resuelto.

35 Por lo tanto, uno de los objetivos de la presente invención consiste en proporcionar un procedimiento para la producción de productos huecos extruidos hechos de material cementicio, que permita mantener sustancialmente la forma del producto final inmediatamente después de la etapa de extrusión.

Un objetivo adicional de la presente invención consiste en proporcionar un procedimiento que permita la producción de tubos fabricados con fibrocemento, de sección circular, que permita mantener sustancialmente la forma del producto final inmediatamente después de la etapa de extrusión.

40 Otro objetivo de la presente invención consiste en proporcionar un procedimiento que permita la producción de tuberías fabricadas con fibrocemento y espesor delgado, que conserven su forma circular de manera estable tras la extrusión.

Un aspecto adicional de la presente invención consiste en proporcionar un método para conservar, a la salida de la boquilla, la forma circular de las tuberías de fibrocemento producidas por extrusión.

45 Teniendo en cuenta los objetivos anteriores, según un primer aspecto de la invención, se ofrece un procedimiento para la producción de una tubería fabricada en material cementicio que presente una sección circular de acuerdo con la reivindicación 1.

En las reivindicaciones subordinadas 2 a 15 adjuntas se indican características accesorias adicionales del procedimiento según la invención.

50 Según un primer aspecto de la invención, se proporciona un procedimiento para la producción y conservación de la forma de un producto final hueco, neo-extruido, fabricado con material cementicio, en el que el producto final hueco, neo-extruido, se somete a un tratamiento con microondas que determina su rápido endurecimiento, lo cual permite conservar su forma.

Producto final “neo-extruido” se refiere al producto que sale de manera continua de la boquilla de la extrusora, sin haber sido sometido a ninguna fase de corte y que, por lo tanto, permanece en contacto con la boquilla de la extrusora.

5 La expresión “adquisición de rigidez” en el sentido que se usa en la presente invención, no coincide con la fase de curado final del material, durante la que se endurece.

“Endurecimiento” se refiere a la finalización del proceso de hidratación de los materiales basados en cemento que alcanzan el rendimiento final requerido.

La “adquisición de rigidez” según la presente invención proporciona al producto final neo-extruido la consistencia física de ausencia de ductilidad y movilidad de la masa del material, debida a la liberación de agua.

10 El procedimiento según la invención se utiliza particularmente en la producción y conservación de la forma de productos finales cementicios con geometría circular. Los productos finales con geometría circular tienden a colapsar inmediatamente después de la etapa de extrusión y, por consiguiente, pierden su forma circular.

15 Una forma de realización de la invención propone el uso de un horno en túnel que, instalado aguas abajo de la boquilla de extrusión, permite el tratamiento continuo del producto final neo-extruido que determina su rigidez y el mantenimiento de la forma establecida por la extrusión.

Según una forma de realización, en el procedimiento según la invención el producto extruido, después de abandonar la boquilla de la extrusora, continúa desplazándose sobre un mandril que garantiza el deslizamiento con baja fricción del producto neo-extruido.

20 El procedimiento según la invención permite conservar la forma del producto neo-extruido por irradiación con microondas, que provoca una aceleración de las reacciones de hidratación del cemento. Este efecto impide la deformación del producto final en el periodo inmediatamente siguiente a la extrusión.

25 El uso de microondas es conocido para el tratamiento de materiales cementicios no extruidos, con el objeto de acelerar el proceso de endurecimiento (documento US 4.338.138). En este caso, el uso de microondas se describe para completar el curado de materiales cementicios, que ya están parcialmente curados mediante métodos convencionales (métodos húmedos, de vapor y con autoclave).

La patente de EE.UU. 5.245.149 de Pima y Lai (1993) describe un procedimiento consistente en el tratamiento con microondas de productos de hormigón en una cámara estática, destinado a acelerar su proceso de conformación y endurecimiento.

30 Otra patente que describe el uso de microondas se refiere a la conformación rápida de paneles producidos por el vertido de pastas a base de cemento (documento US 6.572.811 de W.C. Heinrich (2003)).

35 En la presente invención, la expresión “tratamiento con microondas” hace referencia al uso de ondas electromagnéticas con una frecuencia comprendida, en general, en el intervalo de 300 a 300.000 MHz del espectro electromagnético, que corresponde a longitudes de onda que varían desde 1 hasta 1.000 mm. Desde un punto de vista práctico, para el uso industrial solo se permiten determinadas frecuencias. Se denominan “frecuencias ISM” (por las siglas en inglés de Industrial, Científico y Médico), que se corresponden con las longitudes de onda indicadas en la Tabla siguiente:

Tabla 1

Frecuencia, MHz	Longitud de onda, cm
915	32,8
2450	12,2
5800	5,2
24120	1,2

40 La frecuencia de 2450 MHz es la más comúnmente utilizada, en tanto que en algunos procesos industriales también se emplea la frecuencia de 915 MHz. La mayoría de las microondas se producen por medio de un generador de ondas llamado magnetrón.

En algunos casos, se ha usado otro generador de ondas, denominado “klistrón” o “girotrón”. En cualquier caso, estos dos últimos tipos se usan solamente para microondas de muy alta frecuencia (correspondientes a longitudes de onda menores de un centímetro). Para frecuencias más altas (5800 y 24120 MHz) estos generadores se han empleado, hasta la fecha, en casos extremadamente raros, puesto que son muy caros.

5 El tratamiento de materiales a base de cemento con microondas, según la presente invención, difiere del conocido en la técnica por aplicarse a productos neo-extruidos huecos y por que la aplicación se lleva a cabo en línea con respecto a la fase de adquisición de rigidez del material.

10 El tratamiento en línea con microondas, según un aspecto de la invención, se puede aplicar a la extrusión de todas las geometrías de los productos finales fabricados con material cementicio, con el fin de acelerar el proceso de producción, especialmente en los casos en que puede haber problemas relacionados con el mantenimiento de la forma a la salida de la boquilla tales como, por ejemplo, paneles, piezas diseñadas de diversas secciones, elementos tubulares.

15 La capacidad para mantener la forma del producto neo-extruido también es particularmente deseable en la fabricación de productos finales tubulares a base de cemento, puesto que su aplicación en diversos sectores está limitada por la conservación de la geometría circular.

20 El procedimiento según la invención resulta, por consiguiente, especialmente apropiado para la producción, por medio de extrusión, de tubos de geometría circular y espesor delgado, que tienen típicamente un porcentaje de vacío de la sección mayor que 60%, preferentemente mayor que 70%. Un porcentaje de vacío mayor se corresponde, con el mismo diámetro nominal, con una mayor ligereza del tubo que, para una misma mezcla de fibrocemento, se corresponde a su vez con un coste menor por metro lineal del producto, tal como se indica en la Tabla 2 siguiente.

Tabla 2

		ESPESOR (mm)							
		10	12	14	16	18	20	24	28
Diámetro (mm)	150	78%	74%	71%	-	-	-	-	-
	200	83%	80%	77%	74%	72%	70%	-	-
	250	-	-	81%	79%	76%	74%	70%	67%
	300	-	-	-	82%	80%	78%	74%	71%
	400	-	-	-	-	-	83%	80%	77%

25 El espesor delgado al que se hace referencia en este caso es, para el mismo diámetro interior (llamado “nominal” para tuberías de fibrocemento), menor que el de un tubo fabricado con hormigón reforzado o no reforzado, de tipo tradicional, o con gres cerámica.

Este valor es muy próximo al de los tubos fabricados con cemento de amianto, que ya no se utilizan, pero que, en promedio, presentan rendimientos mecánicos aún mayores que los fabricados con fibrocemento sin amianto.

30 El procedimiento según la invención permite típicamente obtener un producto final con una sección circular tal como tubos, juntas y accesorios para sistemas de gravedad, según la regulación UNI EN 588-1, y para sistemas de descarga para edificios, de acuerdo con la regulación UNI EN 12763.

35 Los tubos de sección circular obtenidos con el procedimiento según la invención se utilizan en numerosos campos de aplicación, por ejemplo en sistemas de descarga tales como eliminación de aguas residuales, o en sistemas de drenaje, así como en aplicaciones presurizadas o en otros tipos de canalización de líquidos o gases, a presión atmosférica o ligeramente superior (por ejemplo, tiros de chimenea), o como encofrado perdido para la construcción de pilares circulares u otros elementos cilíndricos y huecos para la industria de la construcción.

Los productos finales obtenidos con el procedimiento según la invención tienen típicamente como base material cementicio o fibrocemento, en donde este último término comprende materiales basados en cemento que contienen fibras de refuerzo de tipo natural o sintético.

En el procedimiento según la invención, el dimensionamiento del sistema de microondas apropiado para lograr que el producto final alcance su rigidez, así como el sistema movable, se lleva a cabo típicamente según los requisitos operativos.

5 De manera ventajosa, el uso en el procedimiento de un horno de microondas en túnel permite el calentamiento controlado del producto extruido, haciéndolo suficientemente rígido en línea con el proceso de extrusión.

El producto neo-extruido se puede impulsar típicamente por medio del empuje de la extrusora o mediante un sistema exterior de arrastre tal como ocurre, por ejemplo, en la extrusión de tuberías fabricadas con material plástico. Al sistema de arrastre le sigue un sistema de corte de la tubería que, según una forma de realización, se envía a la sección de curado final.

10 Las características y ventajas de una forma de realización del procedimiento según la invención resultarán más evidentes a partir de la siguiente descripción ilustrativa y no limitante que hace referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos, en los cuales:

Figura 1 ilustra una forma de realización de la fase de extrusión y tratamiento con microondas de un producto final de sección circular, fabricado de material cementicio según la invención;

15 Figura 2 es una representación esquemática del procedimiento de conservación de la forma de un producto final fabricado con material cementicio, realizado por medio de microondas según la invención;

Figura 3 ilustra tres secciones del corte de tubos, después del tratamiento con microondas, con valores de potencia crecientes.

20 En relación con la Figura 1, esta ilustra esquemáticamente las fases preliminares de una forma de realización del procedimiento según la invención. En una fase preliminar, se alimenta una mezcladora 1 con:

- un componente sólido a base de cemento que comprende típicamente uno o múltiples componentes seleccionados de cemento, arena, agregados, cargas o origen mineral o puzolánico, diversos tipos de fibras tales como polímeras, de vidrio, fibras de carbono y aditivos viscosizantes, almacenadas en una serie de tolvas 2, preferentemente de tipo gravimétrico,
- 25 – agua, almacenada en una tolva 3 para líquidos,
- aditivos, convenientemente agentes fluidificantes, almacenados en una tolva 4 separada.

30 Los componentes en fase sólida se agregan en la mezcladora 1, convenientemente de tipo intensivo, durante un periodo de tiempo preferentemente en el intervalo de 1 a 5 minutos, en relación con las características de la mezcladora y la temperatura exterior, hasta obtener una mezcla homogénea. Se agregan a continuación los componentes líquidos, que comprenden agua, y la mezclado se prolonga durante un periodo de tiempo típicamente dentro del intervalo de 1 a 5 minutos, nuevamente en relación con las características de la mezcladora y la temperatura exterior.

35 Al final de la fase de mezclado, la mezcla puede encontrarse en diferentes formas semisólidas, que van desde polvo húmedo hasta pequeños granulados, o estar en forma de pasta. El sistema obtenido de este modo se recoge preferentemente en un recipiente de recogida intermedio, antes de enviarlo por medios de transporte a una máquina de fabricación de pasta o mezcladora de homogeneización 5.

40 Según una forma de realización, el sistema semifluido obtenido en forma de pasta se recoge en un recipiente y se envía mediante cintas transportadoras para alimentar una extrusora 6. La extrusora es, preferentemente, del tipo de doble tornillo en serie, por ejemplo del tipo producido por la compañía Haendle. La extrusora de doble tornillo está equipada, por ejemplo, con los dos tornillos dispuestos de forma ortogonal entre sí, de los cuales el segundo tornillo 6b, que es horizontal y tiene típicamente un diámetro de 350 mm, es adecuado para compactar el material también a presiones altas. Dicha extrusora es particularmente apropiada para materiales altamente viscosos y que producen una fricción considerable, tales como materiales cementicios. El primer tornillo, 6a, que es vertical, se utiliza para la carga del material, en tanto que el segundo tornillo 6b, horizontal, se usa para la fase de extracción real y, en correspondencia con la placa de extracción, se puede alcanzar una presión interna máxima típica de 50 bar, preferentemente unos 40 bar; entre las dos zonas, se prevé una cámara para crear un vacío con el fin de obtener la compactación máxima del material para un buen acabado de la superficie del producto final.

50 Preferentemente, la etapa de extrusión se lleva a cabo bajo condiciones de temperatura controladas, típicamente por debajo de la temperatura ambiente, por medio de un sistema de refrigeración, para asegurar un buen procesado de las pastas, reduciendo de esta forma la cinética de hidratación del cemento.

Bajo estas condiciones (diámetro del segundo tornillo 350 mm) es posible, por ejemplo, extruir tubos que presenten un diámetro interno, también denominado diámetro nominal (DN) en los tubos fabricados con fibrocemento, según las normas UNI EN 588-1 y UNI EN 12763, comprendido dentro del intervalo de 150 hasta 350 mm, con un espesor en el intervalo de 10 hasta 22 mm y una longitud que varíe entre 1 y 5 metros.

- 5 De manera típica, el tubo 7 que sale de la boquilla de extrusión continúa su desplazamiento hasta un molde o mandril 8, convenientemente fijado sobre un depósito interior de la boquilla de la extrusora, y pasando a través de un horno de microondas en túnel 9.

El horno 9 se describe de forma detallada en la Figura 2.

- 10 Con respecto a la Figura 2, el producto final cementicio, procedente de una boquilla 10 de una extrusora 6 específica, se encuentra en forma de tubo de sección circular y se somete a una rápida fase de adquisición de rigidez por irradiación con microondas.

Con esta finalidad, el producto 7 neo-extruido se hace pasar hasta un mandril 8 y se irradia con microondas generadas por una fuente adecuada tal como, por ejemplo, un horno de microondas 9 en forma de túnel.

- 15 Según un aspecto de la presente invención, la potencia aplicada del horno de microondas varía desde 0,1 hasta 60 KW, con respecto a una frecuencia de 2450 MHz. Si se modifica la frecuencia de referencia a 915 MHz, la potencia aplicada disminuye debido a que a que cuanto mayor es la capacidad de penetración de las microondas, mayor es la eficacia del calentamiento.

- 20 El mandril 8, en particular, comprende un alma metálica central 11 que garantiza la rigidez mecánica correcta, y un revestimiento exterior 12 fabricado de material plástico transparente a las microondas, típicamente polipropileno o politetrafluoroetileno (Teflón). Asimismo, los materiales que forman el revestimiento 12 deben ser capaces de facilitar el deslizamiento del tubo durante la fase de adquisición de rigidez en el interior del horno 9.

- 25 El mandril 8 debe tener un diámetro exterior menor que el diámetro interior del tubo extruido para evitar que se produzcan fenómenos de fricción durante la fase de deslizamiento. En particular, el diámetro exterior del mandril 8 tiene dimensiones menores, en el intervalo de 0,5 a 5%, con respecto al diámetro interno del tubo, más preferentemente menor que 1 a 2%.

El producto final 7 cementicio neo-extruido pasa por las diversas fases del proceso gracias a la cooperación entre el empuje de la extrusora y el generado por un sistema de arrastre 13 exterior específico.

- 30 Según un aspecto ventajoso de la presente invención, el sistema 13 hace avanzar el producto final neo-extruido a una velocidad comprendida en el intervalo de 0,5 a 5 metros/minuto, preferentemente de 0,7 a 3 metros/minuto y, de forma todavía más preferida, de 1 metro/minuto.

El sistema de arrastre 13, tal como se ve en la Figura 2, está situado aguas abajo del horno de microondas y consiste en una serie de cintas transportadoras 14, cuyo número y dimensiones son acordes con el diámetro del tubo neo-extruido, en donde dichas cintas están posicionadas en contacto con dos caras del producto final cementicio.

- 35 Aguas abajo del sistema de arrastre 13, el producto final cementicio neo-extruido se corta por medio de un sistema 15 apropiado, y se obtienen tubos cuya longitud varía de acuerdo con las especificaciones finales del producto final.

- 40 Una vez que se ha alcanzado la longitud deseada, se corta el tubo neo-extruido y se envía a un ciclo de curado final, por ejemplo por tratamiento con agua a temperatura ambiente o calentada, o para su tratamiento en cámaras climáticas estáticas y/o en túneles en línea con las condiciones controladas de temperatura (máximo 50°C) y humedad. Subsiguientemente, el tubo se envía a la fase de almacenamiento final.

Los ejemplos siguientes se ofrecen con propósitos exclusivamente ilustrativos de la presente invención y no se debe considerar que limiten el alcance de la protección que se indica en las reivindicaciones adjuntas.

Ejemplo 1

- 45 Tubería fabricada con material cementicio reforzado con fibras, de reducido espesor, obtenida por extrusión y subsiguiente tratamiento con microondas de la tubería en estado fresco, de modo que puede ser enviada a una posterior fase de curado.

Para la producción de una tubería que tiene un diámetro nominal DN200 (diámetro interno 200 mm, espesor 11 mm) se utiliza una formulación cementicia reforzada con fibras.

- 50 La extrusión se lleva a cabo usando una extrusora Haendle modelo E56a/40, en cuyo extremo se ha ensamblado una boquilla de sección anular. El tubo fabricado con material cementicio se extruye a una velocidad de avance de 1

metro/minuto y, una vez que ha abandonado la boquilla, sigue desplazándose sobre un alma tubular coaxial producida con un material mixto, cuyo interior es metálico (acero) revestido exteriormente con plástico transparente a las microondas (polipropileno), con un diámetro exterior 2% menor que el diámetro interno del tubo de cemento. El alma está fijada por soldadura al depósito interno de la boquilla. Teniendo en consideración la masa de volumen en estado fresco (aproximadamente 2300 kg/m³) y la velocidad de extrusión (1 metro/minuto), el caudal de masa del producto es de aproximadamente 16 kg/minuto.

Al objeto de llevar a cabo el tratamiento con microondas del tubo con las citadas dimensiones, se instaló una potencia total de 36 KW.

A tal efecto, se instalan aplicadores de tipo "cuerno" en el túnel, en posiciones adecuadas (alternativamente, se pueden instalar aplicadores de tipo ranura de radiación), que irradian su energía sobre una sección anular correspondiente a la del tubo neo-extruido, lo que optimiza la energía necesaria para el endurecimiento. Los magnetrones usados para la producción de energía con microondas están termo-regulados con un sistema de refrigeración. La longitud total del túnel – en donde tiene lugar el tratamiento – es de 750 mm. El sistema está diseñado de manera que, para la seguridad de los operarios, no se produce dispersión de microondas hacia el exterior. De manera particular, el túnel está fabricado con una zona final que absorbe y proporciona protección contra la posible fuga de microondas. El tratamiento de microondas permite un calentamiento controlado de la masa, en temperatura y sección, gracias a su acción sobre el agua libre presente. También se puede lograr en el túnel que circule aire caliente y húmedo, con el fin de permitir un tratamiento más homogéneo en la superficie.

Al final del túnel de microondas, termina también el alma interior que sujeta el tubo que, en este punto, ya está endurecido.

La tubería extruida se mueve tanto como resultado del empuje de la extrusora como de la presencia de un sistema de arrastre instalado aguas abajo del sistema de microondas, que avanza con una velocidad sincronizada con respecto a la velocidad de extrusión, con el fin de no generar roturas, fisuras ni ondulaciones del producto; el sistema de arrastre puede estar diseñado de manera apropiada para funcionar en depresión, con el fin de mantener la forma circular del tubo, pudiendo estar también termo-regulado de manera adecuada.

Después del sistema de arrastre, el tubo se somete al corte y se envía a la subsiguiente sección de curado, que se puede efectuar con un sistema de aire caliente y húmedo o de vapor, o mediante autoclave.

Después del tratamiento de microondas, se verificó que el material había alcanzado una rigidez apropiada con un consumo calculado de energía de aproximadamente 1 kW por 0,66 kg/minuto de producto (correspondiente aproximadamente a 24 kW absorbidos para una velocidad de extrusión igual a 1 metro/minuto). Se determinó una pérdida de masa de agua igual a 1% en peso, sin la formación de ningún defecto (fisuras y roturas).

La Figura 3 muestra, de derecha a izquierda, tres secciones de tubo cortado inmediatamente después de haber sido tratado con microondas a potencias de tratamiento crecientes: nº 1 corresponde a aproximadamente 8 kW de energía absorbida; nº 2 corresponde a aproximadamente 16 kW de potencia absorbida; nº 3 corresponde a 24 kW de energía absorbida.

Ejemplo 2

Se llevó a cabo una prueba, siguiendo sustancialmente las mismas condiciones que el Ejemplo 1, pero con una velocidad experimental de 2 metros/minuto. Se utilizaron 2 módulos de túnel de microondas para una longitud total de 1500 mm y una potencia instalada total de 72 KW.

En este caso, la potencia absorbida absoluta, necesaria para obtener la rigidez adecuada del producto final, demostró ser de aproximadamente 48 KW.

Ejemplo 3

Se llevó a cabo otra prueba en un tiro de chimenea neo-extruido, de sección rectangular (cara exterior 20 mm y espesor de 10 mm). Para lograr la rigidez se utilizó, en particular, un horno de microondas equipado con un sistema generador de aire caliente. En particular, la potencia se distribuyó como 20% de potencia generada con microondas y 80% de energía generada con aire caliente. De este modo, se obtuvieron resultados equivalentes en términos de rigidez del producto final, reduciendo de forma significativa la potencia eléctrica instalada necesaria para las microondas. Con el empleo, como en el Ejemplo 1, de una velocidad de extrusión de 1 metro/minuto, se calculó un consumo de microondas de 5 kW y de aire caliente de aproximadamente 20 kW.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un procedimiento para la producción y conservación de la forma de un producto final (7) hueco y neo-extruido, fabricado con material cementicio, que comprende una fase rápida de endurecimiento del producto final (7) hueco y neo-extruido, fabricado con material cementicio, caracterizado por que dicha fase rápida de endurecimiento comprende una irradiación con microondas del producto final (7) hueco y neo-extruido, con el fin de impartirle la rigidez necesaria para mantener su forma, seguida de una fase de curado para completar la hidratación del producto final (7) hueco y neo-extruido, en donde dicha irradiación tiene lugar haciendo pasar el producto final (7) hueco y neo-extruido a través de un horno de microondas con una potencia en el intervalo de 0,1 hasta 60 KW.
2. El procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que al menos una porción de dicho producto final (7) hueco y, neo-extruido se hace pasar sobre un mandril (8) y se irradia con microondas.
- 10 3. El procedimiento según las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por que dicha irradiación del producto final (7) hueco y neo-extruido se lleva a cabo en el interior de un horno de microondas (9) en forma de túnel, a través del cual se hace pasar dicho producto final (7) neo-extruido.
4. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que dicha irradiación se lleva a cabo con microondas con una potencia dentro del intervalo de 3 a 36 KW a una frecuencia preferida de 2450 MHz.
- 15 5. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que dicho producto final (7) hueco y neo-extruido se desplaza a una velocidad en el intervalo de 1 a 2 metros/minuto por medio de un sistema de arrastre (13) exterior.
6. El procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado por que dicho sistema de arrastre (13) exterior comprende una serie de rodillos deslizantes.
- 20 7. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que dicho producto final (7) hueco y neo-extruido es una tubería de sección circular.
8. El procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado por que dicha tubería de sección circular está equipada con un porcentaje de vacío de la sección mayor que 60%.
- 25 9. El procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado por que dicho porcentaje de vacío de la sección es mayor que 70%.
10. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que dicho producto final (7) hueco y neo-extruido está fabricado con fibrocemento.
11. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado por que comprende también una fase de corte del producto final (7) hueco y neo-extruido.
- 30 12. El procedimiento según la reivindicación 11, caracterizado, por que comprende una fase de curado del producto final hueco y neo-extruido.
13. Un procedimiento para la producción de un producto final hueco, fabricado con material cementicio, que comprende:
 - 35 – una fase de mezcladura de una mezcla a base de cemento con agua para dar un polvo húmedo a base de cemento;
 - una fase de homogeneización de dicho polvo húmedo en una máquina de fabricación de pasta para formar una pasta a base de cemento apta para la extrusión;
 - una fase de extrusión de dicha pasta a base de cemento en una extrusora (6) para dar un producto final (7) hueco, seguida del procedimiento para conservar la forma del producto final hueco y neo-extruido según la
 - 40 reivindicación 1, en donde después de una irradiación con microondas, el producto final (7) hueco y neo-extruido se corta, antes de enviarlo a una fase final de curado.
14. El procedimiento según la reivindicación 13, caracterizado por que dicha fase de irradiación se lleva a cabo haciendo pasar dicho producto final (7) hueco a través del interior de un horno de microondas (9) situado próximo a dicha extrusora (6).
- 45 15. El procedimiento según las reivindicaciones 13 o 14, caracterizado por que dicho producto final (7) hueco y neo-extruido es una tubería fabricada de material cementicio.

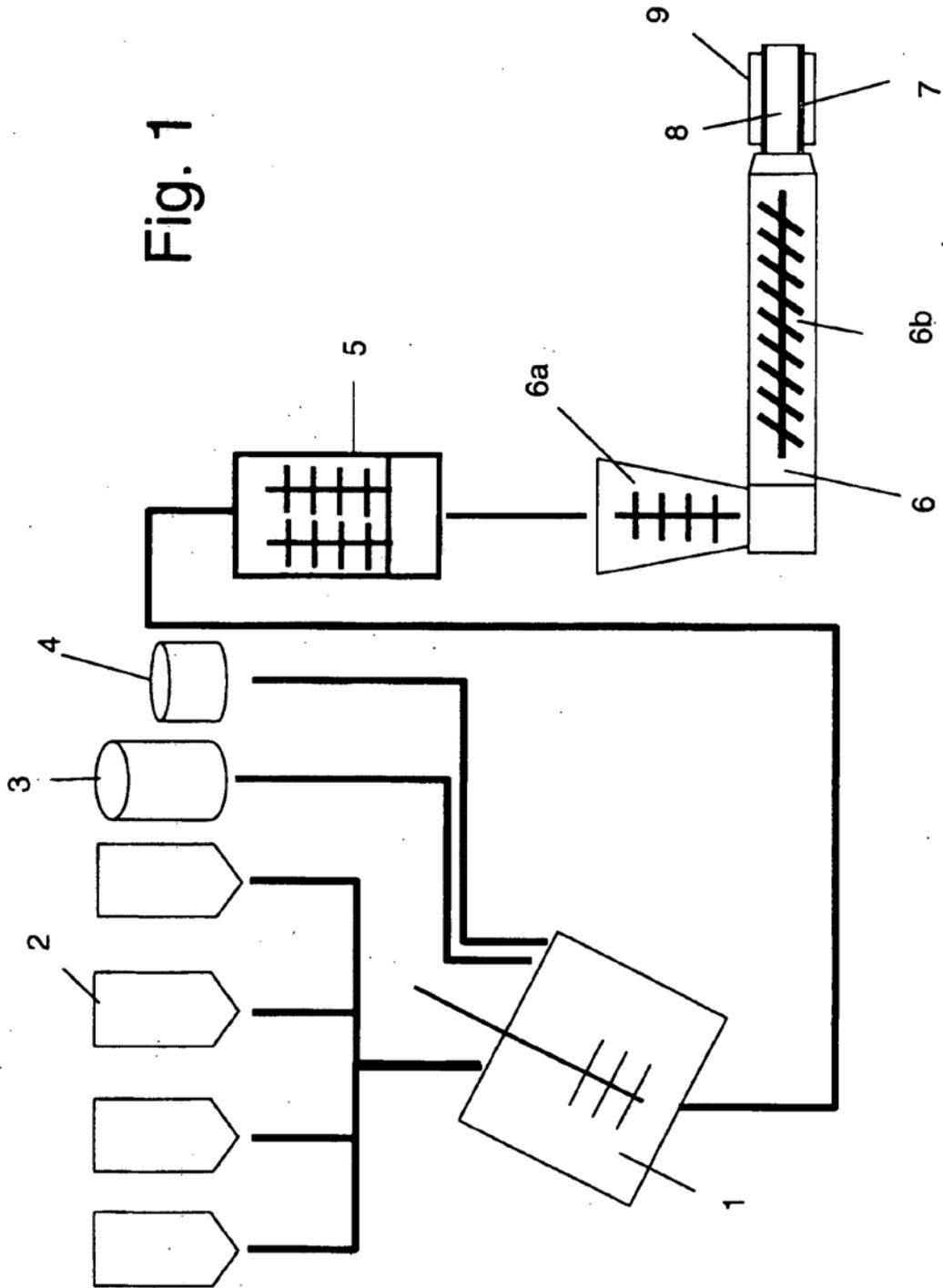


Fig. 2

