

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 372 648**

51 Int. Cl.:

B29C 57/08 (2006.01)

B29B 13/02 (2006.01)

B29C 35/16 (2006.01)

F16L 47/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08425739 .3**

96 Fecha de presentación: **20.11.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2189268**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **26.05.2010**

54 Título: **APARATO Y MÉTODO PARA MODELADO Y REFRIGERACIÓN DE MANGUITOS EN TUBERÍAS DE MATERIAL TERMOPLÁSTICO.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
25.01.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
25.01.2012

73 Titular/es:
SICA S.P.A.
VIA STROPPATA, 28
48011 ALFONSINE (RAVENNA), IT

72 Inventor/es:
Tabanelli, Giorgio

74 Agente: **Manresa Val, Manuel**

ES 2 372 648 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

Aparato y método para modelado y refrigeración de manguitos en tuberías de material termoplástico

5 La presente invención se refiere a una máquina acampanadora para modelar campanas en extremidades de tubos de material termoplástico. La presente invención también se refiere a un método para modelar una campana en la extremidad de un tubo de material termoplástico.

10 En particular, la presente invención se refiere a una máquina acampanadora y a un método de modelado que utiliza un enfriamiento específico de la campana modelada.

15 Uno de los sistemas más difundidos para realizar el acoplamiento entre dos tubos de material termoplástico es el sistema denominado mediante campana. Este último consiste en modelar una campana en una de las dos extremidades de un tubo para luego introducir dentro de la campana así formada la extremidad de otro tubo en la cual no ha sido modelada ninguna campana.

20 Las campanas en la extremidad de los tubos se efectúan mediante un proceso de termo modelado a través de una apropiada máquina acampanadora. Normalmente la máquina acampanadora viene instalada después de una línea de extrusión de tubos, recibiendo desde esta última los tubos a maquinar ya cortados.

25 Normalmente las máquinas acampanadoras comprenden un cabezal de maquinado provisto de al menos un horno para el calentamiento de la extremidad del tubo en la cual se debe efectuar la campana y una estación de modelado que utiliza un apropiado molde para modelar la extremidad calentada del tubo dándole forma de campana. Además, generalmente el enfriamiento de la campana viene efectuado en la estación de modelado. El enfriamiento podría tener lugar simultáneamente con el modelado de la campana y/o posteriormente a dicho modelado. Una vez que la campana ha alcanzado una temperatura cercana a la temperatura ambiente se procede a quitar la misma campana del molde, después de lo cual viene descargado, de la máquina, el tubo que acaba de ser sometido al proceso de acampanado. Las técnicas de acampanado más difundidas utilizan aire comprimido que, introducido dentro de un ambiente que puede ser presurizado, ejerce una acción fluidica, presionando las paredes de la extremidad del tubo, calentadas y deformables plásticamente, contra un molde metálico.

30 Los moldes metálicos pueden modelar la forma externa de la campana. En este caso el molde se obtiene en las paredes internas de una cavidad, en la cual se introduce la extremidad del tubo donde debe modelarse la campana. Dentro del tubo se introduce el aire comprimido, el cual empuja las paredes de la extremidad del tubo, desde adentro hacia fuera, contra las paredes internas de la cavidad. En el caso que la forma final de la campana tenga que tener una sede anular para una junta, entonces en las paredes internas de la cavidad que conforman el molde se efectúa una correspondiente acanaladura anular.

35 Los moldes metálicos pueden modelar la forma interna de la campana. En este caso, el molde está configurado como un mandril (o tapón) y en particular está compuesto por de las paredes laterales externas del mismo mandril. El mandril viene colocado dentro de una cavidad que puede ser presurizada, forzándolo axialmente dentro de la extremidad del tubo. El aire comprimido viene introducido dentro de la cavidad que puede ser presurizada fuera del tubo (y del mandril), el cual empuja las paredes de la extremidad del tubo, de afuera hacia dentro, contra las paredes externas del mandril. En el caso que la forma final de la campana tenga que tener una sede anular para una junta, entonces el mandril estará provisto de sectores expansibles situados en la zona correspondiente a la sede de la junta. Una vez modelada la sede, dichos sectores expansibles se repliegan dentro del mandril antes de quitar el mismo mandril de la extremidad del tubo en la cual se ha formado la campana. Por ejemplo, en los documentos de las patentes IT 1.169.179, EP 0.516.595 y EP 0.684.124 se describen sistemas que utilizan este tipo de molde.

40 Los moldes metálicos pueden modelar tanto la forma interna como la forma externa de la campana. En este caso la configuración del molde es una combinación de los dos casos descritos con anterioridad: un mandril, cuyas superficies laterales externas modelan la forma interna de la campana, se introduce en una cavidad que puede ser presurizada cuyas superficies laterales internas modelan la forma externa de la campana. Luego se procede a forzar coaxialmente el mandril dentro de la extremidad del tubo en la cual debe modelarse la campana. Posteriormente, durante una primera etapa se introduce el aire comprimido dentro del tubo, el cual empuja las paredes de la extremidad del tubo, de adentro hacia fuera, contra las paredes internas de la cavidad. Durante una segunda etapa, después de haber despresurizado, al menos en parte, el espacio entre el mandril y el tubo se introduce aire comprimido dentro de la cavidad que puede ser presurizada fuera del tubo (y del mandril), el cual empuja las paredes de la extremidad del tubo, de afuera hacia dentro, contra las paredes externas del mandril. En el documento de la patente de invención EP 0.700.771 se describe un ejemplo de este tipo de sistema.

45 Normalmente es posible enfriar la campana haciendo que un flujo de fluido de enfriamiento impacte directamente las paredes del tubo y, por consiguiente, explotando fenómenos de convección forzada. Alternativa o adicionalmente, es posible enfriar la campana quitando calor de la misma campana por conducción a través de las paredes metálicas del molde. En particular, a los efectos de lo dicho con anterioridad, a su vez es posible enfriar el molde haciendo circular fluidos de enfriamiento dentro del mismo. En el caso de sistemas que utilizan mandriles mecánicos provistos

de sectores expansibles para modelar la sede anular para la junta, la presencia en el mandril de mecanismos complejos dedicados al movimiento de los sectores expansibles imposibilita el enfriamiento de la parte interna del mandril haciendo circular refrigerantes.

5 A menudo como fluido de enfriamiento se emplea un flujo de aire forzado y, para el proceso de modelado de la campana, utilizando un circuito separado, se emplea aire comprimido. Un ejemplo de este tipo de máquina acampanadora se halla en el documento de la patente de invención IT 1.169.179 y en el documento US-A-4.091.059.

10 Durante el modelado, mientras se introduce aire comprimido dentro de la cámara de modelado a través de una respectiva boca de entrada, para enfriar el mandril dentro de este último se introduce un flujo de aire de enfriamiento forzado. Una vez terminado el modelado, se detiene el suministro de aire comprimido y a través de una boca de entrada diferente de la del aire comprimido dentro de la cámara se introduce el flujo de aire de enfriamiento forzado.

15 En una ejecución alternativa de este sistema, descrita en el documento de la patente de invención EP 0.561.594, al final del modelado, dentro del mandril se sigue introduciendo el flujo de aire forzado de baja presión, mientras que no se detiene el suministro de aire comprimido, sino que, por el contrario, se permite la salida de la cámara de modelado, de modo que su flujo, renovado continuamente, enfríe la superficie externa de la campana que se acaba de modelar. Por lo tanto, el mismo aire de proceso que se utiliza para modelar la campana se emplea para enfriarla.

20 Otro ejemplo de un sistema en el que el mismo aire de proceso se utiliza para el modelado y para el enfriamiento está descrito en el documento de la patente de invención EP 0.684.124. En este sistema el único aire de proceso que se utiliza es el aire comprimido para modelar la campana. El mismo se introduce dentro de la cámara de modelado a través de una respectiva boca de entrada y presuriza la cámara a un nivel de presión predeterminado, modelando la campana sobre el mandril de modelado. Una vez alcanzado el nivel de presión máxima predeterminado y terminado el modelado, se abre una válvula de salida, que permite la salida del aire comprimido de la cámara de modelado a través de un conducto de salida que desemboca en el mandril. Simultáneamente se mantiene la entrada del flujo de aire comprimido. Ello crea un flujo de aire que enfría la campana y que luego se introduce directamente dentro del mandril, favoreciendo además el enfriamiento del mandril. Sucesivamente el aire sale del mandril a través de adecuados orificios de salida para ser dispersado en el ambiente.

Como se ha dicho con anterioridad, los sistemas descritos en los documentos de la patente de invención IT 1.169.179, EP 0.516.595 y EP 0.684.124 (sucintamente esbozados arriba) utilizan un molde compuesto por un mandril con una parte externa configurada, que se introduce en una cavidad que puede ser presurizada. Durante la etapa de modelado, la cámara de modelado viene presurizada de modo de minimizar (o incluso eliminar) pérdidas del aire comprimido introducido en su interior. Durante la etapa de enfriamiento después del modelado, parte del aire de proceso viene dejado salir de la cámara de modelado si bien sigue la introducción de aire de proceso dentro de la cámara, de manera de establecer un flujo de aire permanentemente renovado sobre la campana modelada. El aire que sale de la cámara, si no contiene mucha humedad, puede ser recolectado e introducido dentro del mandril para favorecer el enfriamiento de este último (y, por consiguiente, enfriar la superficie interna de la campana).

El rendimiento de la máquina acampanadora, en términos de piezas producidas por unidad de tiempo, está influenciado por el tiempo durante el cual el tubo queda en la estación de modelado y enfriamiento. Cuanto más corto es el ciclo de modelado y enfriamiento, tanto más rápida y productiva será la máquina. Las técnicas de modelado y enfriamiento vienen seleccionadas en base a un apropiado compromiso entre maximizar la velocidad de producción y minimizar el costo y la complejidad de los dispositivos así como los componentes necesarios para lograr el resultado.

Normalmente el aire comprimido que viene utilizado en los procesos de modelado y enfriamiento de la campana viene tomado de la normal red de distribución de aire que viene instalada en los establecimientos, red de distribución en la cual generalmente el aire se halla a una presión comprendida entre 5 y 7 bares. A veces el aire viene tomado directamente del ambiente circundante a la máquina acampanadora y viene enviado a esta última mediante un compresor apropiadamente instalado en la máquina. La temperatura y el contenido de humedad del aire comprimido que viene puesto a disposición de esta manera se ven muy afectados por las condiciones ambientales y por las características del sistema de generación y tratamiento de aire comprimido de la red de distribución del establecimiento (o el compresor instalado en la máquina).

Es sumamente importante introducir aire a una temperatura convenientemente baja dentro de los dispositivos de modelado y enfriamiento, puesto que la temperatura del aire está directamente correlacionada con la velocidad a la cual tiene lugar el proceso de enfriamiento de la campana modelada.

En este contexto, normalmente el aire proveniente de la red de distribución del establecimiento (o del compresor instalado en la máquina) debe ser tratado, es decir enfriado, de modo que alcance y permanezca de manera estable en un nivel de temperatura suficientemente bajo para garantizar un eficaz proceso de enfriamiento. Generalmente, la temperatura del aire comprimido obtenido a partir de la red o del compresor es demasiado alta para ser utilizada directamente en los procesos de enfriamiento de la campana. Además, el estado térmico del aire comprimido

obtenido a partir de la red o del compresor es bastante variable y difícil de estimar al momento del diseño de la máquina acampanadora. El estado térmico del aire comprimido es influenciado por la configuración y el rendimiento de los sistemas compresores del establecimiento así como por la temperatura y la humedad del ambiente.

Las normales técnicas de enfriamiento de fluidos implicados en los procesos de modelado (en particular, aire comprimido) normalmente utilizan un sistema de refrigeración fuera de la máquina acampanadora, que suministra en un ciclo cerrado, que utiliza una bomba de recirculación, un líquido de intercambio térmico enfriado de base acuosa (normalmente una solución de glicol etileno en agua). El líquido de intercambio térmico enfriado, que llega del frigorífico, viene hecho circular dentro de los dispositivos de intercambio térmico adecuados para enfriar fluidos (en particular, el flujo de aire forzado y el aire comprimido) implicados en el proceso de modelado y enfriamiento de la campana. En el caso que la configuración de los moldes de modelado permita y lo requiera, también el líquido de intercambio térmico enfriado que llega del frigorífico viene hecho circular también dentro de los moldes de modelado de la campana.

La técnica convencional para enfriar el aire comprimido de línea, que viene empleado en el proceso de modelado y enfriamiento de la campana, está caracterizada por el hecho de utilizar intercambiadores de calor de haz tubular, dentro de los cuales circula el líquido de intercambio térmico enfriado que llega del sistema de refrigeración y recirculado por este último. El aire de proceso a enfriar viene llevado a dichos intercambiadores de calor de manera que impacte las paredes de los tubos dentro de los cuales circula el líquido de intercambio térmico, transfiriendo calor a este último.

Al momento del proyecto del sistema de enfriamiento a integrar en la máquina acampanadora, es necesario dimensionar tales frigoríficos e intercambiadores de calor de manera de lograr un adecuado compromiso entre la eficacia del proceso de enfriamiento obtenido y los costos y las dimensiones del sistema de enfriamiento. Para que los costos y las dimensiones de los sistemas de enfriamiento sean sostenibles a nivel industrial, los frigoríficos y los intercambiadores de calor proyectados terminan por presentar una serie de límites operativos y de prestaciones insuperables, listados en detalle a continuación. En primer lugar cabe señalar que, en este contexto y en la descripción y las reivindicaciones, a menos que se indique explícitamente lo contrario, cuando se hace referencia a valores de temperatura del aire en un punto donde el aire se está moviendo a una velocidad predeterminada y en un flujo orientado, se hace referencia a la lectura de la temperatura que se obtiene colocando dentro del flujo el elemento sensible de un adecuado termómetro.

Es prácticamente imposible obtener una temperatura del aire comprimido menor que 13°C en la entrada del dispositivo de modelado. Normalmente se obtiene una temperatura comprendida entre 15°C y 20°C.

Cuando las condiciones térmicas ambientales y/o la temperatura del aire comprimido a tratar en el intercambiador de calor varían de manera significativa, es difícil hacer que el aire comprimido en la entrada del dispositivo de modelado mantenga de manera estable una temperatura por debajo de 20°C.

Los sistemas convencionales de enfriamiento descritos arriba no permiten una reducción de la humedad presente en el aire comprimido. Si la humedad en el aire supera un umbral predeterminado, entonces pueden presentarse problemas durante el proceso de modelado, cuando la extremidad del tubo a formar dentro de la campana está muy caliente. En tales condiciones, la superficie del tubo puede alterarse de manera inaceptable si entra en contacto con la humedad presente en el aire.

Un objetivo de la presente invención es el de eliminar dichas desventajas, proporcionando una máquina acampanadora para modelar campanas en extremidades de tubos de material termoplástico y un método para modelar una campana en correspondencia de la extremidad de un tubo de material termoplástico que permitan que la campana sea enfriada con eficacia y rapidez al final del proceso de modelado.

Además, otro objetivo de la presente invención es el de proporcionar una máquina acampanadora para modelar campanas en extremidades de tubos de material termoplástico y un método para modelar una campana en la extremidad de un tubo de material termoplástico que permitan enfriar la campana de manera eficaz y rápida al final de proceso de modelado con costos sostenibles a nivel industrial y con alta productividad.

De conformidad con lo anterior, la presente invención logra dichos objetivos y aún otros, que se podrán de aún más de manifiesto en la descripción que sigue, con una máquina acampanadora para modelado de campanas en extremidades de tubos de material termoplástico y un método para modelar una campana en correspondencia de la extremidad de un tubo de material termoplástico, cada uno de ellos teniendo las características estructurales y funcionales descritas en las respectivas reivindicaciones independientes anexas; las reivindicaciones dependientes anexas describen otras ejecuciones.

A continuación se describe la invención con mayor nivel de detalles haciendo referencia a los dibujos anexas, que ilustran una ejecución preferente y no limitativa de la presente invención, y en los cuales:

- la figura 1 es un diagrama general de una ejecución de la máquina acampanadora según la presente invención,

con el sistema de tratamiento de aire de proceso, usada para poner en acto una realización del método de modelado de conformidad con la presente invención;

- la figura 2 muestra un detalle del sistema de tratamiento de aire, con un inyector para la nebulización de agua dentro del flujo de aire de proceso, que exhibe la posición del inyector dentro de la línea de alimentación de aire de proceso y la geometría del chorro de agua nebulizada generada por el mismo;
- la figura 3 es una vista, parcialmente en corte transversal, del detalle de otra ejecución de la cámara de modelado de la máquina acampanadora de conformidad con la presente invención, que pone en acto otra realización del método de modelado según la presente invención;
- la figura 4 es un corte transversal del detalle esquemático de otra ejecución de la cámara de modelado de la máquina acampanadora de conformidad con la presente invención.

Haciendo referencia en particular a la figura 1, una máquina acampanadora para modelar campanas en extremidades de tubos de material termoplástico comprende una cámara de modelado (1), para la introducción y modelado tipo campana de la extremidad calentada (20) de un tubo (2) de material termoplástico donde debe modelarse una campana. La extremidad (20) del tubo (2) viene calentada en un horno del tipo conocido y no ilustrado. Además, la máquina comprende una línea de alimentación (3) de aire de proceso, que toma el aire de proceso de una fuente de aire comprimido (30) e introduce el mismo aire de proceso dentro de la cámara de modelado (1) a través de una boca de entrada (10). La fuente de aire comprimido (30) puede ser un compresor instalado directamente en la máquina. El compresor podría tomar aire tanto de la línea de alimentación como directamente del ambiente circundante. La fuente (30) también puede ser una línea de distribución de aire comprimido hecha y/o disponible en el establecimiento donde está instalada la máquina acampanadora. La presión del aire comprimido tomado de la fuente viene regulada de manera de quedar en un valor predeterminado comprendido entre 5 bares y 10 bares. La línea de alimentación (3) de aire de proceso comprende medios para detener la entrada de flujo de aire de proceso proveniente de la fuente de aire comprimido (30), que preferentemente pueden ser controlados a distancia (por ejemplo una o varias válvulas todo-nada). La línea de alimentación (3) de aire de proceso comprende un regulador de caudal (33) del mismo aire de proceso que llega de la fuente de aire comprimido (30), que preferentemente puede ser controlado a distancia (por ejemplo uno o varios grifos con apertura ajustable).

En la línea de alimentación (3) de aire de proceso, el aire de proceso viene regulado a una primera presión (P1). En la línea de alimentación (3) de aire de proceso hay al menos una válvula de admisión (34) (preferentemente controlada a distancia). Gracias a la válvula de admisión (34) es posible activar o detener de manera selectiva la entrada del flujo de aire de proceso dentro de la cámara de modelado (1) a través de la boca de entrada (10) a la cámara de modelado (1). La válvula de admisión (34) puede ser considerada parte de los medios que detienen la entrada del flujo de aire de proceso que llega de la fuente de aire comprimido (30). En particular, la válvula de admisión (34) puede ser considerada una válvula todo-nada de dichos medios de interrupción. La válvula de admisión (34) puede estar dispuesta cerca de la boca de entrada (10) a la cámara de admisión (1). La boca de entrada (10) puede ser individual o múltiple, es decir con una o varias aberturas y respectivos conductos de admisión. La máquina acampanadora comprende elementos de hermeticidad (16) que provocan al menos una presurización parcial de al menos una parte de la cámara de modelado (1) a medida que el aire de proceso viene introducido dentro de la cámara de modelado (1). A continuación vienen descritos con mayor nivel de detalles los elementos de hermeticidad (16). La cámara de modelado (1) comprende paredes configuradas (11) adecuadas para modelar de campana y contra las cuales el material de la extremidad (20) del tubo (2) viene empujado por el aire de proceso introducido dentro de dicha al menos una parte de la cámara de modelado (1), presurizada al menos parcialmente. También las paredes configuradas (11) vienen descritas con mayor nivel de detalles más adelante. La cámara de modelado (1) puede comprender una envoltura externa (12) que comprende una abertura a través de la cual viene introducida la extremidad (20) del tubo (2) donde debe formarse la campana (por ejemplo, como se puede ver en la figura 1). Alternativamente, la cámara de modelado (1) podría comprender una envoltura externa (12) con dos semienvolturas (12a y 12b) que pueden ser alejadas o acercadas entre sí de modo de liberar la extremidad (20) del tubo (2) o fijarla sobre la misma (por ejemplo, como se puede apreciar en la figura 3 o en la figura 4).

La máquina acampanadora también comprende medios para enfriar la extremidad (20) del tubo (2), los cuales hacen uso al menos del aire de proceso. Los medios de enfriamiento comprenden una máquina frigorífica (4) con un ciclo operativo que actúa sobre un refrigerante, la máquina frigorífica (4) estando provista de un circuito cerrado para la recirculación del refrigerante. El circuito cerrado para la recirculación del refrigerante (denotado con el número 42 en la figura 1), a su vez, comprende un evaporador de refrigerante (40) situado a lo largo del recorrido del aire de proceso desde la fuente de aire comprimido (30) hasta la cámara de modelado (1). La línea de alimentación (3) del aire de proceso transporta el aire de proceso al evaporador (40), lo cual conlleva cesión de calor del aire de proceso al refrigerante situado dentro del evaporador (40), enfriando así el aire de proceso. De este modo, la acción refrigerante de la máquina frigorífica (4) viene aplicada directamente, dentro del evaporador (40), al aire de proceso que luego viene introducido dentro de la cámara de modelado (1), permitiendo un eficaz enfriamiento.

Posteriormente, el aire de proceso enfriado viene empleado para enfriar la extremidad (20) del tubo (2) modelada tipo campana en la cámara de modelado (1). En particular, la cámara de modelado (1) podría comprender, en una posición apropiada, una boca de salida (14) de aire de proceso en la cual actúa una válvula de salida (17) (preferentemente controlada a distancia).

Después de una presurización al menos parcial de dicha al menos una parte de la cámara de modelado (1) (durante la cual el empuje del aire de proceso ha provocado el modelado de la campana en la extremidad (20) del tubo (2) contra las paredes configuradas (11)), viene accionada la apertura de la válvula de salida (17) de modo de crear fuera de la cámara de modelado (1) un flujo de aire de proceso. El flujo de aire de proceso fuera de la cámara de modelado (1) viene controlado de modo que en dicha al menos una parte de la cámara de modelado (1) presurizada al menos parcialmente, se mantenga la presurización (si bien a un nivel menor que el anterior). El flujo de aire de proceso fuera de la cámara de modelado (1) puede ser controlado utilizando un regulador de flujo (77) (por ejemplo un grifo o válvula reguladora de caudal), preferentemente controlado a distancia. Por lo tanto, en la extremidad (20) del tubo (2), ahora modelado con forma de campana, hay un flujo de aire de proceso enfriado que viene recambiado permanentemente, que produce la deseada reducción de la temperatura de la extremidad (20) del tubo (2).

El evaporador (40) comprende conductos internos por los cuales fluye el refrigerante, alrededor o adyacente a los cuales, por medio de adecuados sistemas de guía y/o respectivos conductos, viene hecho pasar el flujo de aire de proceso. Preferentemente el aire de proceso viene introducido dentro del evaporador (40) de manera que su flujo sea contra el flujo del refrigerante.

En la máquina frigorífica (4) el refrigerante viene sometido a un ciclo termodinámico real que consta de las mismas etapas de un ciclo ideal que, en los textos, es conocida como "Ciclo inverso de Rankine". Preferentemente, el refrigerante es del tipo hidrocarburo halogenado. A lo largo del circuito cerrado (42) para la recirculación el refrigerante viene comprimido por un compresor (43) y enfriado en un condensador (44) para convertirlo en líquido. Luego viene enviado a un elemento de expansión (45) (por ejemplo una válvula mariposa). En el elemento de expansión (45) la presión y la temperatura del refrigerante sufren una determinada disminución. Posteriormente, el refrigerante viene enviado del elemento de expansión (45) al evaporador (40), donde recibe calor proveniente del aire de proceso (transportado hasta allí por la línea de alimentación (3)), después de lo cual vuelve al estado gaseoso y viene captado nuevamente por el compresor (43). Exclusivamente a título ejemplificador y no limitativo, la configuración constructiva de la máquina frigorífica (4) puede ser según se indica a continuación. El compresor (43) puede ser un compresor mecánico, accionado por un motor eléctrico. El condensador (44) puede ser del tipo con tubos de cobre que tienen aletas de placas metálicas preferentemente de aluminio (es decir, del tipo "plate-fin-tube"). El condensador (44) puede ser del tipo con enfriamiento por aire forzado con un ventilador eléctrico (46). Normalmente el elemento de expansión (45) es una válvula mariposa configurada como un tubo capilar. El evaporador (40) puede ser similar a un intercambiador de calor de tubos coaxiales o tubos y camisas, con la boca de entrada del aire de proceso a enfriar hecha en la camisa.

En una ejecución preferente de la máquina acampanadora dada a conocer, los medios de enfriamiento comprenden una sección de refrigeración (5) que enfría un líquido de intercambio térmico que recircula por un respectivo circuito cerrado. El circuito cerrado para el líquido de intercambio térmico (denotado con 51 en la figura 1) comprende un primer intercambiador de calor (50), situado en la línea de alimentación (3) de aire de proceso antes del evaporador (40) con respecto a la cámara de modelado (1) a lo largo del recorrido del aire de proceso desde la fuente de aire comprimido (30) hasta la cámara de modelado (1). La línea de alimentación (3) de aire de proceso transporta el aire de proceso dentro del primer intercambiador de calor (50), lo cual determina la cesión de calor del aire de proceso al líquido de intercambio térmico y el preenfriamiento del mismo aire de proceso. Sucesivamente, el aire comprimido preenfriado de este modo viene enviado al evaporador (40) de la máquina frigorífica (4), donde viene completado el enfriamiento del aire de proceso.

La sección de refrigeración (5) puede comprender una tradicional unidad de refrigeración con recirculación (52), con capacidades y características de refrigeración similares a aquellas empleadas en máquinas acampanadoras convencionales. El líquido de intercambio térmico que entra dentro del primer intercambiador de calor (50) tiene una temperatura normalmente ajustada entre 7°C y 15°C. Preferentemente el líquido de intercambio térmico es una solución de glicol etileno en agua. Preferentemente, el primer intercambiador de calor (50) es del tipo de haz tubular. Alrededor o adyacente a los conductos internos del primer intercambiador de calor (50) donde fluye el líquido de intercambio térmico, por medio de adecuados sistemas de guía y/o respectivos conductos, viene hecho pasar el flujo de aire de proceso. Preferentemente, el aire de proceso viene introducido dentro del primer intercambiador de calor (50) de manera que fluya contra el flujo del líquido de intercambio térmico. El primer intercambiador de calor (50) y la unidad de refrigeración (52) vienen dimensionados de manera que el aire de proceso que entra dentro del primer intercambiador de calor (50) a una temperatura comprendida entre 30°C y 40°C y a una presión de 7 bares, cuando sale del mismo primer intercambiador de calor (50), se halle a una temperatura preferentemente comprendida entre 15°C y 20°C. Gracias al posterior tránsito dentro del evaporador (40), el aire de proceso cuando sale del evaporador (40) normalmente presenta una temperatura inferior a 8°C.

La combinación de pre enfriamiento, obtenida en el intercambiador de calor (50) de la unidad de refrigeración (5), con el enfriamiento producido en el evaporador (40) de la máquina frigorífica (4) permite obtener un enfriamiento del aire muy eficaz, lo cual se traduce en notables mejoras de productividad de la máquina acampanadora, no obstante vengán utilizados componentes substancialmente estándares y el incremento de los costos sea muy reducido en comparación con técnicas de enfriamiento convencionales. En particular, las máquinas acampanadoras que, con el sistema convencional, garantizan productividades de aproximadamente 200 ciclos/hora, pueden llegar a una

productividad de aproximadamente 240 ciclos/hora, con un incremento de la productividad comprendida entre el 15% y el 20%, contra un incremento de los costos globales de la máquina de aproximadamente el 1%.

La caída repentina de la temperatura del aire de proceso antes de ser introducido dentro de la cámara de modelado (1) podría derivarse en una condensación de la humedad presente en el aire. Por consiguiente, de manera ventajosa, la máquina acampanadora comprende un colector de humedad de condensación (41), situado en la línea de alimentación (3) de aire de proceso inmediatamente después del evaporador (40) con respecto a la fuente de aire comprimido (30) a lo largo del recorrido del aire de proceso desde la misma fuente de aire comprimido (30) hasta la cámara de modelado (1) y adecuado para recolectar la humedad condensada en el aire de proceso que sale del evaporador (40).

Como se sabe, generalmente las máquinas acampanadoras convencionales comprenden una unidad de refrigeración en la sección de refrigeración (5) (en cuyo intercambiador de calor circula el líquido de intercambio térmico enfriado y viene hecho pasar el aire de proceso). Por consiguiente, para disponer la ejecución de la invención que combina tanto la presencia de la máquina frigorífica (4) (que enfría el aire de proceso) como la presencia de la sección de refrigeración (5) (que preenfía el aire de proceso), es posible simplemente modificar una máquina acampanadora convencional existente, agregándole la máquina frigorífica (4) e introduciendo su evaporador (40) después del intercambiador de calor perteneciente a la existente unidad de refrigeración de la máquina acampanadora. La máquina frigorífica (4) a introducir en esta ejecución puede ser obtenida fácilmente modificando un deshumidificador de aire comprimido con ciclo de refrigeración comercial adecuadamente dimensionado. Un deshumidificador de aire comprimido con ciclo de refrigeración está estructurado como se indica a continuación: el aire comprimido a deshumidificar viene introducido dentro de la etapa de preenfriamiento; desde la etapa de preenfriamiento el aire viene hecho pasar por el evaporador refrigerador que efectúa el ciclo: el aire enfriado de este modo pasa a través de un separador de humedad de condensación que le quita humedad y luego viene enviado a una etapa de precalentamiento, después de la cual viene introducido nuevamente dentro de la red de aire comprimido a la temperatura deseada. En algunos tipos de deshumidificadores comerciales, la etapa de preenfriamiento y la etapa de precalentamiento vienen realizadas en un único elemento de intercambio térmico, que pone el aire que entra dentro del deshumidificador en contacto térmico con el aire que sale del deshumidificador. La máquina frigorífica (4), por lo tanto, puede ser realizada tomando un deshumidificador comercial, quitando las etapas de preenfriamiento y precalentamiento del mismo deshumidificador comercial, conectando, a la boca de entrada del deshumidificador modificado de esta manera, una primera rama de la línea de alimentación (3) del aire de proceso que llega del primer intercambiador de calor (50) y conectando, a la boca de salida del deshumidificador modificado de esta manera, una segunda rama de la línea de alimentación (3) de aire de proceso dirigida hacia la cámara de modelado (1). La utilización de un deshumidificador comercial modificado de este modo, además, pone a disposición inmediatamente el separador de humedad de condensación (40) después del evaporador (40).

De manera ventajosa, la máquina acampanadora comprende una etapa (6) para enriquecer el aire de proceso con agua de proceso nebulizada. La etapa de enriquecimiento (6), a su vez, comprende por lo menos un inyector (60), colocado en un tramo de la línea de alimentación (3) de aire de proceso situado después del evaporador (40) con respecto a la fuente de aire comprimido (30) a lo largo del recorrido del aire de proceso desde la fuente de aire comprimido (30) hasta la cámara de modelado (1). El inyector (60) está orientado hacia al costado de la línea de alimentación (3) de aire de proceso orientado hacia la cámara de modelado (1). Preferentemente está ubicado coaxial con el tramo de la línea de alimentación (3) donde está introducido. La etapa de enriquecimiento (5) también comprende una línea de alimentación (61) de agua presurizada, que toma agua de la fuente de agua (62) y la transporta al inyector (60), donde el agua viene nebulizada en el flujo de aire de proceso. En la etapa de enriquecimiento (6) hay medios (63) para detener la entrada del flujo de agua de proceso al inyector (60), dichos medios estando dispuestos en la línea de alimentación (61) de agua. Los medios (63) para detener la entrada del flujo de agua de proceso al inyector (60), en particular, comprenden una o varias válvulas todo-nada, preferentemente controladas a distancia. En la etapa de enriquecimiento (6) hay medios (67) para regular el caudal de entrada del flujo de agua de proceso al inyector (60), dichos medios estando dispuestos en la línea de alimentación (61) de agua. Los medios de regulación (67) del flujo de agua comprenden al menos un regulador de flujo o caudal (por ejemplo un grifo con apertura ajustable o una válvula reguladora de caudal). Accionando los medios de interrupción (63) es posible activar el flujo de agua (preferentemente a distancia), de modo que bajo mando el agua nebulizada pueda ser introducida dentro del flujo de aire de proceso enfriado que se mueve hacia la cámara de modelado (1). Preferentemente, dicha activación tiene lugar al final del modelado de la campana en la extremidad (20) del tubo (2), cuando comienza la etapa de enfriamiento verdaderamente dicha de la campana modelada con un flujo de aire de proceso.

La capacidad de enfriamiento del aire de proceso aumenta enormemente a través de la presencia de agua nebulizada muy fina. Además, ventajosamente, el agua que sale del inyector (60) viene dispersada muy fina dentro de un flujo de aire frío y, a su vez, viene enfriada de manera muy eficaz. La mezcla aire-agua resultante, por lo tanto, se vuelve un fluido de enfriamiento sumamente eficaz. La capacidad de enfriamiento de la mezcla aire-agua es mayor a medida que el agua que viene dispersada en el aire comprimido de proceso es más fina. El agua viene inyectada, a una presión (P4) mayor que la presión del aire comprimido (P1) en la línea de alimentación (3), dentro y en correspondencia del centro del conducto de la línea de alimentación (3) por el cual fluye el aire y en la misma dirección de circulación del aire (figura 2). Una configuración sumamente eficaz es aquella en la cual (de

conformidad con la geometría del inyector (60)) la dispersión del agua nebulizada por el inyector (60) forma un cono de dispersión con un ángulo de cono (A) menor o a lo sumo igual a 45°. Preferentemente dicho valor viene seleccionado igual a 30°.

5 Ventajosamente, la máquina acampanadora comprende una etapa (64) para enfriar el agua situada a lo largo de la línea de alimentación (61) de agua. De este modo, el agua que viene dispersada dentro del aire de proceso viene preenfriada, al menos en parte. La etapa de enfriamiento de agua (64) comprende un segundo intercambiador de calor (65), colocado en un respectivo circuito cerrado por donde circula un líquido de intercambio térmico enfriado. Ventajosamente, el líquido de intercambio térmico proviene de la misma sección de refrigeración (5) y circula por
10 una rama del circuito (denotada con el número 53 en la figura 1) en paralelo con la rama de circuito (denotada con 51 en la figura 1) de alimentación del primer intercambiador de calor (50). Preferentemente, también el segundo intercambiador de calor (65) es del tipo haz tubular. Alrededor o adyacente a los conductos internos del segundo intercambiador de calor (65) por donde fluye el líquido de intercambio térmico, por medio de adecuados sistemas de guía y/o respectivos conductos, se hace pasar el flujo de agua que llega de la fuente de agua (62). Preferentemente
15 el agua viene introducida dentro del segundo intercambiador de calor (65) de manera de circular contra el flujo del líquido de intercambio térmico.

En una ejecución de la presente invención ilustrada esquemáticamente en la figura 4, las paredes configuradas (11) modelan sólo la forma externa de la campana. En este caso vienen hechas configurando las paredes internas (120)
20 de la envoltura (12). En este caso, la boca de entrada (10) de aire de proceso dentro de la cámara de modelado (1) debe estar ubicada de manera que el aire comprimido de proceso que llega de la línea de alimentación (3) pueda inflar la extremidad (20) del tubo (2) desde la parte interna, empujando sus paredes contra las paredes internas (120) de la envoltura (12). En la ejecución exhibida en la figura 4, en la parte interna de la envoltura (12) viene exhibido un mandril de centrado (122), que tiene la función de un elemento que sirve simplemente para centrar el
25 tubo (2) con respecto a la envoltura (12) y un elemento para soportar juntas que, siendo parte de los medios de hermeticidad (16), garantiza el cierre hermético de la cámara de modelado (1) creada entre el mandril de centrado (122) y las paredes internas del tubo (2). La función del mandril de centrado (122) no es la de modelar la campana.

En la ejecución exhibida en las figuras 1 y 3, la cámara de modelado (1) está definida por una combinación de la envoltura (12) y del mandril de modelado (13) situado dentro de la envoltura (12). La extremidad calentada (20) del
30 tubo (2) viene forzada axialmente sobre el mandril de modelado (13). Las paredes laterales externas (130) del mandril de modelado (13) modelan, al menos parcialmente, las paredes configuradas (11) de la cámara de modelado (1) y son adecuadas para modelar la forma interna de la campana a formar.

En la ejecución exhibida en la figura 1, las paredes configuradas (11) están constituidas exclusivamente por las paredes laterales externas (130) del mandril de modelado (13) y modelan únicamente la forma interna de la campana. En este caso viene modelada una campana en correspondencia de la extremidad (20) del tubo (2) mediante el empuje del aire de proceso aplicado a la parte externa de la extremidad (20) del tubo (2), empujándolo
35 contra las paredes laterales externas (130) del mandril de modelado (13). En este caso la boca de entrada (10) del aire de proceso dentro de la cámara de modelado (1) está ubicada de modo de permitir el empuje desde la parte externa de la extremidad (20) del tubo (2) hacia la parte interna. En particular, la boca de entrada (10) puede estar ubicada en correspondencia de las paredes de la envoltura (12). Entre la boca de entrada (10) y el mandril de modelado (13) puede haber un difusor (18) que permite que el flujo de aire de proceso sea distribuido
40 uniformemente sobre la extremidad (20) del tubo (2).

La envoltura (12) puede comprender dos semienvolturas que se cierran entre sí y sobre el cuerpo del tubo (2) como las mandíbulas de una pinza (análogamente a lo exhibido en las figuras 3 y 4 para las semienvolturas (12a y 12b), si bien se refieren a dos ejecuciones diferentes de la cámara de modelado (1)). En este caso entre una semienvoltura y la otra y entre cada semienvoltura y el tubo (2) debe haber elementos de hermeticidad (16) que garanticen la
45 presurización de la cámara de modelado (1) en el caso que fuera necesario (el posible posicionamiento ejemplificador de tales elementos de hermeticidad (16) – por ejemplo bajo forma de juntas de varias geometrías y materiales – está exhibido, si bien con referencia a otras dos ejecuciones de la cámara de modelado (1), en las figuras 3 y 4 que, a este efecto, también pueden referirse al caso descrito en este documento).

Con referencia a la figura 1, la envoltura (12) puede comprender una abertura frontal (121), en la cual hay una junta flexible con forma de anillo circular (160), en cuyo orificio central debe ser introducido el tubo (2) de manera hermética; dicha junta (160) se adhiere a paredes planas (161) de un dispositivo de contacto que es parte de la
50 máquina acampanadora.

En la ejecución exhibida en la figura 3, las paredes configuradas (11) comprenden tanto las paredes internas (120) de la envoltura (12) (que modelan la forma externa de la campana) como las paredes laterales externas (130) del
60 mandril de modelado (13) (que, a su vez, modelan la forma interna de la campana). Por lo que concierne a la campana, las paredes internas (120) de la envoltura (12) modelan una forma externa que tiene un diámetro apenas mayor que el de la campana final que se desea. En este caso la boca de entrada (10) tiene al menos dos ramas, cada una de ellas alimentadas por una respectiva válvula de admisión (34): una primera rama, que se extiende desde una primera rama (31) de la línea de alimentación (3) de aire de proceso y que desemboca en una zona de la
65

cámara de modelado (1) que queda entre la superficie externa de la extremidad (20) del tubo (2) y la superficie interna (120) de la envoltura (12); una segunda rama, que se extiende desde una segunda rama (32) de la línea de alimentación (3) de aire de proceso y que desemboca en una zona de la cámara de modelado (1) que queda entre la superficie interna de la extremidad (20) del tubo (2) y la superficie lateral externa del mandril de modelado (13).

5 Cuando la primera rama de la boca de entrada (10) viene activada, el aire de proceso empuja la extremidad (20) del tubo (2) hacia las paredes laterales externas (130) del mandril de modelado (13). La mitad superior de la figura 3 exhibe esta condición de la extremidad (20) del tubo (2). Cuando viene activada la segunda rama de la boca de entrada (10), el aire de proceso empuja la extremidad (20) del tubo (2) hacia las paredes internas de la envoltura (12). La mitad inferior de la figura 3 exhibe esta condición de la extremidad (20) del tubo (2).

10 En las ejecuciones de la cámara de modelado (1) que comprenden la presencia del mandril de modelado (13), ventajosamente la máquina acampanadora comprende un tramo de línea de transporte (7) de aire de proceso que toma aire de proceso de la cámara de modelado (1) a través de una boca de salida (14) y, a través de un punto de introducción (15), introduce el aire de proceso tomado de esta manera en el mandril de modelado (13) para enfriar el mismo mandril de modelado (13). La boca de salida (14), además, puede estar dividida en dos o más ramas. Cada rama puede tener la extensión de un respectivo tramo de línea de transporte (7). Cada rama puede ser servida por una respectiva válvula de salida (17). En presencia de la línea de transporte (7), cada vez que viene activada la válvula de salida (17) se crea un flujo de aire de proceso que sale de la cámara de modelado (1) que va dentro del mandril de modelado (13) y pasa a través de este último, saliendo hacia el ambiente circunstante a través de adecuados orificios hechos en el mismo mandril de modelado (13). El recorrido del aire de proceso por la línea de transporte (7) y el mandril viene mostrado claramente en la ejecución ejemplificadora exhibida en la figura 1. En el ejemplo de la figura 3 se exhibe un posible recorrido similar que podría adoptarse. Ventajosamente, la máquina acampanadora comprende una etapa (70) para el enfriamiento del aire de proceso situada a lo largo de la línea de transporte (7) de aire de proceso entre la boca de salida (14) de la cámara de modelado (1) y el punto de introducción (15) del aire en el mandril de modelado (13). De este modo el aire de proceso, tomado desde la cámara de modelado (1) y ya calentado hasta un cierto nivel por contacto con el material de la extremidad (20) del tubo (2), puede ser introducido dentro del mandril de modelado (13) a una temperatura apropiadamente baja para aumentar el efecto de enfriamiento sobre el mandril de modelado (13). La etapa de enfriamiento (70) para el aire de proceso que sale de la cámara de modelado (1) comprende un tercer intercambiador de calor (72), colocado en un respectivo circuito cerrado por el cual recircula un líquido de intercambio térmico enfriado. Ventajosamente, el líquido de intercambio térmico proviene de la misma sección de refrigeración y recircula por una rama circuital (denotada con el número 54 en la figura 1) en paralelo con otra rama circuital (denotada con el número 51 en la figura 1) que pasa por el primer intercambiador de calor (50) (y, preferentemente, donde estuviera presente, también en paralelo con otra rama circuital – denotada con el número 53 en la figura 1 – que pasa por el segundo intercambiador de calor (65)). Preferentemente, también el tercer intercambiador de calor (72) es del tipo haz tubular. Alrededor o adyacente a los conductos internos del tercer intercambiador de calor (72) por donde fluye líquido de intercambio térmico se hace pasar, por medio de adecuados sistemas de guía y/o respectivos conductos, el flujo de aire de proceso que llega de la cámara de modelado (1) a lo largo de la línea de transporte (7). Preferentemente, el aire de proceso viene introducido en el tercer intercambiador de calor (72) de manera que su flujo sea contrario al flujo del líquido de intercambio térmico.

Además, preferentemente la máquina acampanadora comprende un dispositivo separador de humedad de condensación (71) situado a lo largo de la línea de transporte (7) de aire de proceso entre la boca de salida (14) de la cámara de modelado (1) y el punto de introducción (15) del aire dentro del mandril de modelado (13), y que actúa sobre el aire de proceso para quitar, del aire de proceso, el agua que pudiera estar presente. Esto impide el tránsito de agua y/o humedad y/o la formación de humedad de condensación en el mandril de modelado (13), donde podría haber elementos mecánicos. Esta etapa es sumamente importante cuando el aire de proceso que sale de la cámara de modelado (1) es el tipo que fue enriquecido con agua nebulizada en la etapa de enriquecimiento (6).

La presente invención también se refiere a un método de modelado de una campana en la extremidad de un tubo de material termoplástico.

Preferentemente, el método viene puesto en acto por una máquina acampanadora según una cualquiera de las varias ejecuciones descritas con anterioridad.

En el contexto de la descripción que sigue, lo que fue descrito arriba con respecto a los componentes de la máquina acampanadora, su funcionamiento y relaciones recíprocas hablando en términos generales también tienen aplicación a las respectivas etapas del método, en particular donde las etapas del método corresponden al funcionamiento de varias partes de la máquina acampanadora descrita arriba.

El método de modelar una campana en la extremidad de un tubo de material termoplástico según la presente invención en general comprende las siguientes etapas:

- tomar un tubo (2) de material termoplástico con una extremidad (20) que ha sido calentada hasta un estado deformable plásticamente;
- modelar una campana con el material de la extremidad (2) del tubo (2) que ha sido calentada;

- tomar aire de proceso que llega de una fuente de aire comprimido (30) y someter el aire de proceso tomado de esta manera a una etapa de tratamiento que comprende por lo menos una subetapa de enfriamiento;
- enfriar el material de la extremidad (20) del tubo (2) al menos por medio de un flujo de aire de proceso que sale de la etapa de tratamiento.

Durante la subetapa de enfriamiento, el aire de proceso viene encañalado y hecho transitar dentro de un evaporador (40) de una máquina frigorífica (4) con un ciclo operativo sobre un refrigerante, que recircula por un respectivo circuito cerrado de la máquina frigorífica (4) que comprende al evaporador (40), lo cual se traduce en la cesión de calor del aire de proceso al refrigerante que se halla dentro del evaporador (40).

De este modo, la acción refrigerante de la máquina frigorífica (4) viene aplicada directamente, dentro del evaporador (40), al aire de proceso que luego viene enviado a la extremidad (20) del tubo (2), haciendo que el enfriamiento por aire sea sumamente eficaz.

La extremidad (20) del tubo (2) puede ser calentada con anterioridad en un apropiado horno del tipo conocido. Además, como viene señalado en la siguiente descripción del método, el modelado de la campana puede ser llevado a cabo en una cámara de modelado (1) de conformidad con una de las ejecuciones descritas arriba. La fuente de aire comprimido (30) y los medios para transportar el aire de proceso desde la misma fuente de aire comprimido (30) hasta el punto de modelado de la campana (en particular a la cámara de modelado (1)) pueden ser los mismos que los descritos con respecto a la máquina acampanadora (en particular la línea de alimentación (3) de aire de proceso, para la cual es posible utilizar, de conformidad con los requisitos, las características técnicas y las varias ejecuciones indicadas en la descripción de la máquina acampanadora), con sus modalidades de funcionamiento ya descritas (en particular, con respecto a las varias y distintas ejecuciones de la máquina acampanadora ya descrita).

Durante la subetapa de enfriamiento de la etapa de tratamiento de aire de proceso, obviamente es posible utilizar la máquina frigorífica (4) ya descrita para indicar las características de la máquina acampanadora, según las mismas modalidades operativas (en particular, utilizando el mismo ciclo y el mismo refrigerante). Obviamente, todas las ventajas y todos los efectos mencionados en ese contexto también tienen efecto con relación al método según la presente invención.

Ventajosamente, en la etapa de tratamiento de aire de proceso:

- el aire de proceso tomado de la fuente de aire comprimido (30) primero viene sometido a una subetapa de preenfriamiento y luego a la subetapa de enfriamiento;
- durante la subetapa de preenfriamiento el aire de proceso viene encañalado y hecho transitar por un primer intercambiador de calor (50), en el cual el aire de proceso cede calor a un líquido de intercambio térmico que viene enfriado por una sección de refrigeración (5), el líquido de intercambio térmico recirculando por un respectivo circuito cerrado en el cual está incluido el mismo primer intercambiador de calor (50).

Obviamente, dicha sección de refrigeración (5) puede ser la descrita con anterioridad con respecto a la máquina acampanadora, así como el primer intercambiador de calor (50), los respectivos circuitos cerrados de recirculación y el tipo de líquido de intercambio térmico. La modalidad peculiar de utilización de los mismos es fácil de intuir a partir de la parte de la descripción concerniente a la máquina acampanadora que se refiere a ellos. Como se ha descrito con anterioridad por lo que concierne a la máquina acampanadora, la combinación, durante la etapa de tratamiento de aire de proceso, de la etapa de enfriamiento, llevada a cabo en el evaporador (40), con la subetapa de preenfriamiento que se acaba de describir, permite lograr una notable eficacia de enfriamiento y mejoras considerables de la productividad con un incremento mínimo de los costos.

Oportunamente, durante la etapa de tratamiento de aire de proceso, el aire de proceso que sale del evaporador (40) viene sometido a una subetapa de recolección de humedad condensada en su interior, presente debido al enfriamiento. Como se ha indicado con anterioridad, esto permite una reducción o la eliminación de la humedad de condensación del contenido de humedad presente en el aire de proceso, que puede ser creada como consecuencia de repentinos descensos de la temperatura del aire de proceso durante las subetapas de preenfriamiento y enfriamiento. Esto puede lograrse con el colector de humedad de condensación (41) descrito arriba y situado en la misma posición de la línea de alimentación (3) de aire con respecto al evaporador (40) y a la fuente de aire comprimido (30).

La etapa de modelado de una campana en la extremidad (20) calentada del tubo (2) comprende las subetapas de:

- introducción de la extremidad (20) calentada del tubo (2) en una cámara de modelado (1) provista de paredes configuradas (11) adecuadas para modelar la forma de campana;
- introducción dentro de la cámara de modelado (1) del aire de proceso que sale de la etapa de tratamiento y presurización de al menos una parte de la cámara de modelado (1), hasta que en dicha al menos una parte de la cámara de modelado (1) se alcance una presión de modelado de la campana;
- mantenimiento de la presión de modelado de la campana por un tiempo de modelado de la campana.

El aire de proceso presurizado de esta manera empuja el material de la extremidad (20) calentada del tubo (2) contra las superficies configuradas (11) de modo que la extremidad (20) del tubo (2) asuma su propia forma. El aire de proceso, que empuja el material de la extremidad (20) del tubo (2) contra las paredes configuradas (11), además de llevar a cabo la acción de modelado comienza a efectuar el enfriamiento inicial del material plástico.

Obviamente, la introducción del aire de proceso dentro de la cámara de modelado (1) para presurizar esta última puede ser obtenida por medio de una entrada del flujo de aire a través de la boca de entrada (10), accionando la válvula de admisión (34). A tal efecto, cabe consultar lo ya descrito con respecto a la máquina acampanadora.

La cámara de modelado (1) puede ser realizada de cualquier manera de las descritas arriba con referencia a la máquina acampanadora. En particular, la misma comprende la envoltura (12). En una ejecución del método, la cámara de modelado (1) es del tipo exhibido esquemáticamente en la figura 4 (y tratado en detalles en la descripción de la correspondiente ejecución por lo que concierne a la máquina acampanadora), en la cual las paredes configuradas (11) modelan solamente la forma externa de la campana y, por lo tanto, vienen hechas configurando las paredes internas (120) de la envoltura (12). En este caso, durante el tiempo de duración de modelado de la campana el aire de proceso empuja desde la parte interna de la extremidad (20) del tubo (2) hacia la parte externa, presionando el material de la extremidad (20) del tubo (2) contra las paredes internas (120) de la envoltura (12). Consultar todo lo dicho acerca de la máquina acampanadora, en particular con respecto a la ejecución exhibida en la figura 4.

En una realización del método, con referencia a las ejecuciones de la cámara de modelado (1) exhibidas en las figuras 1 y 3 (y descritas detalladamente en la descripción de las correspondientes ejecuciones en relación a la máquina acampanadora), la cámara de modelado (1) viene formada por una combinación de la envoltura externa (12) y del mandril de modelado (13) situado dentro de la misma envoltura (12). Las paredes laterales externas (130) del mandril de modelado (13) constituyen una primera parte de las paredes configuradas (11) de la cámara de modelado (1) que modela la forma interna de la campana a realizar.

En este caso, la subetapa de introducción de la extremidad (20) calentada del tubo (2) en la cámara de modelado (1) comprende el forzado axial de la extremidad (20) calentada del tubo (2) sobre el mandril de modelado (13). Por lo menos por una fracción del tiempo de modelado de la campana el aire de proceso, mantenido a la presión de modelado de la campana, presiona la extremidad (20) del tubo (2) sobre las paredes laterales externas (130) del mandril de modelado (13). También en este caso, consultar lo ya dicho en la descripción de la máquina acampanadora, en particular por lo que concierne a las ejecuciones de las figuras 1 y 3.

En particular, en el caso de la figura 1, en la cual las paredes configuradas (11) coinciden con las paredes laterales externas (130) del mandril de modelado (13) (la envoltura (12) no tiene ninguna función de molde), el aire de proceso, mantenido a la presión de modelado de la campana, presiona la extremidad (20) del tubo (2) sobre las paredes laterales externas (130) del mandril de modelado (13) por todo el tiempo de modelado de la campana.

En el caso de la figura 3, como ya se ha dicho en la descripción de la máquina acampanadora, la envoltura externa (12) posee paredes internas (120), que constituyen una segunda parte de las paredes configuradas (11) de la cámara de modelado (1) que modela la forma externa de la campana a realizar. En este caso, por una primera parte del tiempo de modelado de la campana el aire de proceso viene introducido entre las paredes laterales externas (130) del mandril de modelado (13) y la extremidad (20) del tubo (2), empujando la extremidad (20) del tubo (2) de modo que presione contra las paredes internas (120) de la envoltura externa (12) (ver, en particular, la mitad inferior de la figura 3). En el espacio comprendido entre las paredes laterales externas (130) del mandril de modelado (13) y la extremidad (20) del tubo (2) la presión de modelado de la campana viene mantenida en un primer valor por la duración de la primera parte del tiempo de modelado de la campana. Una vez terminada la primera parte del tiempo de modelado de la campana, después de una despresurización al menos parcial del espacio comprendido entre las paredes laterales externas (130) del mandril de modelado (13) y la extremidad (20) del tubo (2), por una segunda parte del tiempo de modelado de la campana el aire de proceso viene introducido dentro del espacio comprendido entre las paredes (120) de la envoltura externa (12) y la extremidad (20) del tubo (2), empujando la extremidad (20) del tubo de modo que presione contra las paredes laterales externas (130) del mandril de modelado (13) (ver, en particular, la mitad superior de la figura 3). En el espacio comprendido entre las paredes internas (120) de la envoltura externa (12) y la extremidad (20) del tubo (2) la presión de modelado de la campana viene mantenida en un segundo valor por la duración de la segunda parte del tiempo de modelado de la campana. Durante la primera parte del tiempo de modelado de la campana la presión de modelado de la campana puede ser igual a la presión mantenida durante la segunda parte del tiempo de modelado de la campana. La presión de modelado de la campana mantenida durante el primer tiempo de modelado de la campana normalmente es mayor que la mantenida durante la segunda parte del tiempo de modelado de la campana.

Una vez terminado el tiempo de modelado de la campana, la etapa de enfriamiento del material de la extremidad (20) del tubo (2) comprende:

- permitir la salida de un flujo de aire de proceso desde la cámara de modelado (1) menor que el flujo de entrada

- del aire de proceso dentro de la misma cámara de modelado (1), de modo que, a una presión menor que la presión de modelado de la campana, en la cámara de modelado (1) se establezca un flujo de aire de proceso permanentemente recambiado sobre el material de la extremidad (20) del tubo (2);
- mantener tanto la salida de un flujo de aire de proceso desde la cámara de modelado (1) como la entrada de un flujo de aire de proceso dentro de la misma cámara de modelado (1) por un determinado tiempo de enfriamiento.

La salida del flujo de aire de proceso de la cámara (1) puede obtenerse por medio de la boca de salida (14) del aire de proceso desde la cámara de modelado (1), actuando sobre la válvula de salida (17). A tal efecto, referirse a lo ya descrito con respecto a la máquina acampanadora.

En las realizaciones del método de modelado que implican la utilización de una cámara de modelado (1) provista de un mandril de modelado (13) (cuyas características y ejecuciones están descritas en detalles en la parte de la descripción concerniente a la máquina acampanadora), como las exhibidas en las figuras 1 y 3, el método comprende la toma de aire de proceso que sale de la cámara de modelado (1) y su introducción dentro del mandril de modelado (13), enfriando de esta manera el mismo mandril de modelado (13). Lo anterior puede obtenerse con cualquiera de las soluciones técnicas a tal efecto descritas haciendo referencia a la máquina acampanadora. En particular, desde la boca de salida (14) del aire de proceso de la cámara de modelado (1), accionando la válvula de salida (17), es posible hacer que el aire transite a través del tramo de línea de transporte (7) hasta llegar al punto de introducción (15) dentro del mandril de modelado (13). A tal efecto, consultar lo descrito con respecto a la máquina acampanadora.

Preferiblemente, antes de ser introducido dentro del mandril de modelado (13), el aire de proceso que sale de la cámara de modelado (1) viene sometido a una etapa de postratamiento que comprende por lo menos una respectiva subetapa de enfriamiento. Esta subetapa de enfriamiento de la etapa de postratamiento del aire de proceso puede ser llevada a cabo en la etapa de enfriamiento (70) del aire de proceso expulsado de la cámara de modelado (1) por medio de la línea de transporte (7), como ha sido indicado detalladamente en la descripción de las correspondientes partes de la máquina acampanadora (obviamente con los mismos efectos y las mismas ventajas). En particular aquí también cabe mencionar la utilización del tercer intercambiador de calor (72) y su relación con la sección de refrigeración (5), como se han descrito con respecto a la máquina acampanadora.

Para un enfriamiento más eficaz de la extremidad (20) del tubo (2) ya modelada tipo campana, ventajosamente la etapa de tratamiento de aire de proceso comprende la activación, después de la respectiva subetapa de enfriamiento, de una subetapa de enriquecimiento del aire de proceso con agua nebulizada presurizada que, a su vez, comprende las siguientes etapas:

- tomar agua desde una fuente de agua (62);
- permitir la entrada de un flujo de agua a una presión predeterminada dentro de al menos un inyector (60) que nebuliza el agua y la dispersa en el aire de proceso.

Preferentemente, la presión predeterminada del agua es mayor que la presión del aire de proceso donde viene dispersada el agua nebulizada. Más adelante se describirá este aspecto.

Posteriormente, el aire tratado de esta manera viene enviado sobre el material de la extremidad (20) del tubo (2) (en particular, en la cámara de modelado (1)). La subetapa de enriquecimiento del aire de proceso con agua nebulizada presurizada puede ser llevada a cabo por medio de la etapa de enriquecimiento (6) ya descrita con respecto a la máquina acampanadora. En este caso la entrada del flujo de agua dentro del inyector (60) viene obtenida utilizando la línea de alimentación de agua (61). Como ya se ha descrito con respecto a la máquina acampanadora, el inyector (60) está situado con su propio eje (601) coincidente con la dirección del flujo del aire de proceso en correspondencia del punto donde está sumergido el inyector (60) en dicho flujo. La configuración geométrica del inyector (60) es tal que durante la subetapa de enriquecimiento del aire de proceso con agua nebulizada presurizada el cono de salida del agua nebulizada presurizada desde el inyector (60) presenta un ángulo de cono (A) menor o igual que 45°. Preferentemente, el ángulo del cono (A) es igual a 30°. Consultar todo lo ya expresado acerca de la etapa de enriquecimiento (6) en la descripción de la máquina acampanadora. También se deberían consultar todas las observaciones hechas acerca de la capacidad de enfriamiento de la mezcla de aire de proceso y agua nebulizada. Cabe hacer notar que el agua nebulizada viene inyectada en la misma dirección que el flujo de aire a una presión (P4) mayor que la presión (P1) del aire de proceso en la parte interna y en el centro del conducto (es decir, el tramo de la línea de alimentación (3) de aire de proceso) por el cual fluye el aire de proceso. Un parámetro de proceso que es crucial para lograr una óptima capacidad de enfriamiento del fluido obtenido (mezcla aire-agua) es el caudal del flujo de agua nebulizada inyectada, flujo que debe ser ajustado en base al caudal del flujo de aire de proceso en correspondencia del punto de inyección. El caudal del flujo de agua nebulizada puede ser ajustado utilizando los medios (67) para ajustar la entrada del flujo de agua dentro del inyector (60), descritos con anterioridad con respecto a la máquina acampanadora. Un excesivo caudal de agua puede conducir a una excesiva ampliación de las gotas de agua dispersadas en el aire de proceso. Tal ampliación perjudica el intercambio térmico entre el agua y el aire de proceso. Además, produce un enfriamiento menos eficaz de las partículas de agua por parte del aire de proceso frío dentro del cual vienen inyectadas. También tiende a crear un efecto lluvia sobre el material

plástico de la campana, reduciendo la capacidad de enfriamiento en comparación con el que se podría obtener manteniendo el agua dispersada en el aire de proceso en un estado tipo "nube".

Durante la subetapa de enriquecimiento del aire de proceso con agua nebulizada presurizada, el agua presurizada tomada de la fuente de agua (62), antes de ser enviada al inyector (60), viene enfriada en una etapa de enfriamiento (64). La etapa de enfriamiento (64) puede presentar todas las características y las formas de ejecución descritas arriba con respecto a la máquina acampanadora. En particular, aquí también cabe mencionar la utilización del segundo intercambiador de calor (65) y su relación con la sección de refrigeración (5), como se ha descrito con respecto a la máquina acampanadora.

En los casos en los cuales el modelado de una campana en la extremidad (20) del tubo (2) implica la utilización de una cámara de modelado (1) de conformidad con una cualquiera de sus ejecuciones, dicha subetapa de enriquecimiento del aire de proceso con agua nebulizada presurizada viene activada al final del tiempo de modelado de la campana y sólo durante el tiempo para el enfriamiento del material de la extremidad (20) del tubo (2). Esto es conveniente para impedir que el material de la extremidad (20) del tubo (2) entre en contacto con el agua (si bien está en su estado finamente dispersada) cuando todavía está tan caliente que podría ser dañado por ese contacto.

Ventajosamente, en los casos en que en la cámara de modelado (1) hay un mandril de modelado (13) (y, en particular, en los casos que implican la activación de la subetapa de enriquecimiento del aire de proceso con agua nebulizada presurizada), antes de su introducción dentro del mandril de modelado (13), el aire viene sometido a un proceso de separación de humedad de condensación para eliminar todo vestigio de agua que pudiera haber en el mismo aire de proceso. Este proceso puede ser llevado a cabo utilizando el separador de humedad de condensación (71), situado a lo largo de la línea de transporte (7) del aire de proceso, ya descrito con respecto a la máquina acampanadora. Consultar todas sus características y modalidades operativas ya descritas.

Apropiadamente, en los casos en que ha sido activada la subetapa de enriquecimiento del aire de proceso con agua nebulizada presurizada, ésta viene interrumpida al final del tiempo para el enfriamiento del material de la extremidad (20) del tubo (2), siguiendo, por el contrario, tanto la salida del flujo de aire de proceso proveniente de la cámara de modelado (1) como la entrada del flujo de aire de proceso dentro de la cámara de modelado (1). De este modo, en la cámara de modelado (1) viene establecido un flujo de aire de proceso recambiado permanentemente para secar la misma cámara de modelado (1) y la extremidad (20) del tubo (2). Esta condición viene mantenida durante otro intervalo de tiempo posterior al tiempo de enfriamiento. Este adicional intervalo de tiempo sirve para eliminar de la cámara de modelado (1) y de la extremidad (20) del tubo (2) los vestigios de agua que pudieron haber quedado. De este modo, es posible quitar de la cámara de modelado (1) la extremidad (20) del tubo (2) con una campana modelada ya seca y, al mismo tiempo, tener la cámara de modelado (1) lista y libre de contaminación, para la introducción de la extremidad (20) de otro tubo (2) y la realización de otro ciclo operativo.

En las figuras de 1 a 4, los recorridos del aire de proceso (a lo largo de la línea de alimentación (3) del aire de proceso y/o a lo largo de la línea de transporte (7)), del líquido de intercambio térmico (en las varias ramas del circuito de recirculación hacia la sección de refrigeración (5)), y del refrigerante en la máquina frigorífica (4), están exhibidos con respectivas flechas y (en su caso) con respectivas líneas continuas.

Ahora se describirá sucintamente la puesta en acto del método dado a conocer haciendo referencia, a título ejemplificador y sin ninguna restricción del alcance de la presente invención, al funcionamiento de una ejecución preferente de una máquina acampanadora según la presente invención. En particular, a continuación se suministra una descripción de un ejemplo significativo de un eficaz ciclo operativo, aplicado a una máquina acampanadora que utiliza un tapón mecánico (mandril) para modelar campanas en extremidades de tubos de PVC (cloruro de polivinilo) y en este caso específico, de PVC-U. En particular, se hace referencia a la utilización de una máquina acampanadora que tiene una cámara de modelado (1) del tipo exhibido en la figura 1 (es decir, con las paredes configuradas (11) formadas por las paredes laterales externas (130) del mandril de modelado (13)).

La extremidad (20) del tubo (2) (en particular de PVC-U) viene calentada en un horno hasta que la misma asuma un estado deformable. Luego el mandril de modelado (13) viene forzado axialmente dentro de la extremidad (20) del tubo (2), ampliando el tubo (2) y premodelando su extremidad (20). Simultáneamente, la extremidad (20) del tubo (2), al igual que el mandril de modelado (13), está dentro de la envoltura externa (12) de la cámara de modelado (1). Mientras tanto, después de haber abierto los medios de interrupción, la línea de alimentación (3) del aire de proceso toma aire de la fuente de aire comprimido (30) (por ejemplo, a una presión comprendida entre 5 bares y 10 bares) y lo envía a los dispositivos que someten el aire de proceso a la etapa de tratamiento. La etapa de tratamiento de aire de proceso viene llevada a cabo según se indica a continuación. En primer lugar, la línea de alimentación (3) de aire de proceso introduce el aire a tratar dentro del primer intercambiador de calor (50), donde el aire entra en contacto térmico con el líquido de tratamiento térmico (solución de glicol etileno en agua) enfriado por la sección de refrigeración (5). De este modo el aire de proceso viene sometido a la subetapa de preenfriamiento y, cuando sale del primer intercambiador de calor (50), el aire viene enviado (por medio de la línea de alimentación (3) de aire) al evaporador (40) de la máquina frigorífica (4). A tal punto el aire de proceso entra en contacto térmico con el refrigerante de la máquina frigorífica (4) y de este modo viene sometido a la subetapa de enfriamiento. Debido al dimensionamiento de los dispositivos de refrigeración, cuando sale del evaporador (40), el aire de proceso ha

adoptado un valor de temperatura bajo y estable (que podría estar comprendido entre 5°C y 10°C, preferentemente entre 6°C y 8°C). En este estado, cuando el aire de proceso sale del evaporador (40) encuentra el colector de humedad de condensación (41). En este último el aire de proceso viene sometido a la subetapa de recolección de la humedad condensada que pudo haberse formado en el aire de proceso debido a la disminución de su temperatura.

El agua condensada viene recolectada en una copa del colector de humedad de condensación (41) y desde allí viene descargada usando una válvula a tal efecto. El aire de proceso, ahora enfriado y deshumidificado, en la línea de alimentación (3) de aire es llevada a la primera presión (P1) (igual, en este ejemplo, a aproximadamente 6 bares), luego pasa a la etapa de enriquecimiento (6) del aire de proceso con agua nebulizada (que por el momento viene mantenida inactiva), completando por el momento la etapa de tratamiento y siendo enviada a la cámara de modelado (1), donde sobre el mandril de modelado (13) viene colocada la extremidad (20) del tubo (2). Manteniendo la válvula de salida (17) cerrada, viene abierta la válvula de admisión (34) con lo cual el aire de proceso viene introducido dentro de la cámara de modelado (1) a través de la boca de entrada (10). Gracias a la acción de los elementos de hermeticidad (16), la cámara de modelado (1) viene presurizada a la presión de modelado de la campana (igual a aproximadamente la primera presión (P1), que en este ejemplo es de 6 bares). La presión de modelado de la campana viene mantenida por el tiempo de modelado de la campana, permitiéndole al aire de proceso empujar el material de la extremidad (20) del tubo (2) contra las superficies laterales externas (130) del mandril de modelado (13), que forman las paredes configuradas (11) y la forma interna de la campana. Durante el tiempo de modelado de la campana, el contacto con el aire de proceso (inicialmente frío) situado dentro de la cámara de modelado (1) produce una primera y pequeña disminución de la temperatura de la extremidad (20) del tubo (2). Al final del tiempo de modelado de la campana, tiene inicio la etapa de enfriamiento del material de la extremidad (20) del tubo (2) empleando un flujo de aire de proceso enfriado. Manteniendo abierta la válvula de admisión (34), viene abierta también la válvula de salida (17) y viene ajustada la abertura del regulador del flujo de salida (77) de manera que la cámara de modelado (1) venga despresurizada sólo parcialmente y venga establecido un equilibrio (entre la salida del flujo de aire de proceso de la cámara de modelado a través de la boca de salida (14) y la entrada del flujo, a través de la boca de entrada (10), del aire de proceso enfriado que llega desde la etapa de tratamiento) que establece en la cámara de modelado (1) una segunda presión (P2), igual a una presión de mantenimiento para mantener el estado presurizado en condiciones de circulación permanente del aire comprimido. Normalmente, cuando el aire comprimido se está alimentando se halla a una presión de 6 bares (igual a la primera presión (P1)), la segunda presión (P2), igual a la presión de mantenimiento, viene fijada en aproximadamente 4 bares. Esto crea una presión resultante del flujo de aire de proceso que sale de la cámara de modelado (1) (y, por lo tanto, en la línea de transporte (7)), igual a una tercera presión (P3), dada por la diferencia entre la primera y la segunda presión (P1 y P2). Dadas las presiones de este ejemplo, la tercera presión (P3), por lo tanto, es igual a aproximadamente 2 bares. Una mayor apertura del regulador de flujo de salida (77) determina una menor presión dentro de la cámara de modelado (1) y, por consiguiente, el efecto residual de modelado será menor. Sin embargo, por otro lado, el caudal del flujo convectivo de aire de proceso establecido en la cámara de modelado (1) es correspondientemente mayor y, por consiguiente, el efecto de enfriamiento en la extremidad (20) del tubo (2) es correspondientemente mayor. Esta condición viene mantenida por el tiempo de enfriamiento.

Al final del tiempo de modelado de la campana y en correspondencia del inicio del tiempo de enfriamiento, viene activado el funcionamiento de la etapa (6) para enriquecer el aire de proceso con agua nebulizada, dando inicio, en la etapa de tratamiento de aire de proceso, a la subetapa de su enriquecimiento con agua nebulizada. Como consecuencia de haber abierto los medios (63) que detienen la entrada del flujo de agua de proceso en el inyector (60), la línea de alimentación (61) de agua toma agua de la fuente de agua (60) y la envía a una etapa de enfriamiento de agua (64). El agua, después de haber entrado en el segundo intercambiador de calor (65), entra en contacto térmico con el líquido de intercambio térmico enfriado por la sección de refrigeración (5) y que recircula en la rama circuital denotada con el número 53 en la figura 1. El agua enfriada de esta manera, cuando sale del segundo intercambiador de calor (65) viene enviada al inyector (60) con una presión ajustada a una cuarta presión (P4) mayor que la primera presión (P1) del aire de proceso en el tramo (31) de la línea de alimentación de aire donde está dispuesto el inyector (60).

La configuración constructiva del inyector (60) viene seleccionada de manera que el ángulo de cono (A) del cono de emisión de agua desde el inyector (60) preferentemente sea igual a aproximadamente 30°. El caudal de agua que entra en el inyector (60) viene regulado (por ejemplo a través de los medios de ajuste (67)) de manera que el agua sea dispersada tan fina en el aire de proceso que, una vez que ha entrado en la cámara de modelado (1) transportada por el aire, no se produzca "efecto lluvia" en la extremidad (20) del tubo (2) o en las varias partes de la cámara de modelado (1).

De esta manera el agua de proceso viene introducida dentro del flujo de aire de proceso bajo forma de partículas muy finas que, además de ser transportadas con eficacia, vienen enfriadas inmediata y adicionalmente por el aire de proceso, alcanzando con mucha rapidez la misma temperatura que el aire de proceso. Posteriormente, la mezcla de aire de proceso y agua nebulizada obtenida de esta manera viene introducida dentro de la cámara de modelado (1) a través de la boca de entrada (10), fluye por encima de la extremidad (20) del tubo (2) enfriándola con suma eficacia y rapidez y luego viene expulsada de la cámara de modelado (1) a través de la boca de salida (14), para ser introducida dentro de la línea de transporte (7).

El aire de proceso (independientemente de su estado: seco o con contenido de agua nebulizada recolectada en la

etapa de enriquecimiento (6)) que, calentado por el contacto con la extremidad (20) del tubo (2), sale de la cámara (1) a través de la boca de salida (14), viene introducido dentro de la línea de transporte (7) que lo transporta hacia el punto de introducción (15) dentro del mandril de modelado (13). El aire de proceso, antes de entrar dentro del mandril de modelado (13), donde ayuda a enfriar a este último, viene sometido a una etapa de postratamiento. En particular, la línea de transporte (7) transporta el aire de proceso a la etapa de enfriamiento del aire de proceso (70), introduciéndolo dentro del tercer intercambiador de calor (72), donde entra en contacto térmico con el líquido de intercambio térmico enfriado por la sección de refrigeración (5) y que recircula por la rama circuital denotada con el número 54 en la figura 1. El aire de proceso que ha sido enfriado nuevamente, habiendo sido sometido de este modo a la subetapa de enfriamiento de la etapa de postratamiento, después de salir del tercer intercambiador de calor (72), viene introducido dentro del separador de humedad de condensación (71) a través de la línea de transporte (7). De este modo, el agua presente en el aire de proceso (debida a su humedad residual o a su mezclado con el agua nebulizada durante la etapa de enriquecimiento (6)) viene eliminada y el aire, habiendo sido deshumidificado nuevamente, puede ser introducido dentro del mandril de modelado (13) sin correr ningún riesgo de que sus elementos mecánicos internos puedan ser dañados o perjudicados. El aire de proceso, después de entrar en el mandril de modelado (13) a través del punto de introducción (15), pasa a través del mismo (preferentemente moviéndose a lo largo del eje longitudinal (X) del mismo mandril de modelado (13)), saliendo hacia el ambiente a través de orificios adecuadamente hechos en el mandril de modelado (13) (por ejemplo en la parte frontal (131) del mandril).

La presente invención proporciona ventajas importantes.

El proceso de enfriamiento se vuelve sumamente rápido y eficaz. La relación entre el aumento de la productividad (en particular, aumento de cantidad de ciclos operativos por unidad de tiempo) y el necesario aumento de los costos para poner en acto la presente invención es muy favorable.

A título ejemplificador: una máquina acampanadora convencional para tubos de PVC-U, en condiciones ambientales normales (temperatura ambiente de 23°C), obtiene una temperatura de aire comprimido después de la etapa de tratamiento de 16°C. Para lograr este resultado, en el proceso de modelado y enfriamiento la máquina convencional utiliza aire comprimido tomado de la red a una presión de 7 bares con un caudal de 5.000 NI/min y enfriado por un sistema frigorífico normal con una capacidad de 6.000 unidades de refrigeración/hora (y en el cual el líquido de intercambio térmico viene mantenido a una temperatura de 11°C). La máquina acampanadora y el método dados a conocer permiten obtener aire comprimido en la boca de entrada de la cámara de modelado (1) que, después de la etapa de tratamiento (y antes de la mezcla con agua nebulizada), tiene una temperatura estable de aproximadamente 6°C y un contenido de humedad correspondiente al punto de rocío de 3°C en el aire comprimido a 7 bares. Este resultado, según la presente invención, puede ser obtenido en particular agregando al refrigerador convencional, con una capacidad de 6.000 unidades de refrigeración/hora, una máquina frigorífica con un ciclo de refrigeración por compresión que absorbe 0,7 kW de electricidad, por lo tanto con un incremento mínimo de los costos y de la complejidad del sistema.

REIVINDICACIONES

- 1.- Máquina acampanadora para modelar campanas en extremidades de tubos de material termoplástico, que comprende:

- una cámara de modelado (1), para la introducción y modelado tipo campana de la extremidad (20) calentada de un tubo (2) de material termoplástico donde debe realizarse una campana;
 - una línea de alimentación (3) de aire de proceso, que toma el aire de proceso desde una fuente de aire comprimido (30) e introduce el mismo aire de proceso dentro de la cámara de modelado (1) a través de una boca de entrada (10);
 - medios para el enfriamiento de la extremidad (20) del tubo (2) que utilizan al menos el aire de proceso;

la máquina estando caracterizada por el hecho que:

- los medios de enfriamiento comprenden una máquina frigorífica (4) con un ciclo operativo que funciona con un refrigerante, la máquina frigorífica (4) estando provista de un circuito cerrado para recircular el refrigerante que, a su vez, comprende un evaporador (40) de refrigerante situado a lo largo del recorrido del aire de proceso que se extiende desde la fuente de aire comprimido (30) hasta la cámara de modelado (1);
 - la línea de alimentación (3) de aire de proceso transporta el aire de proceso al evaporador (40), lo cual implica una cesión de calor del aire de proceso al refrigerante que se halla dentro del evaporador (40), con consiguiente enfriamiento del aire de proceso;
 - los medios de enfriamiento comprenden una sección de refrigeración (5) que enfría un líquido de intercambio térmico que recircula por un respectivo circuito cerrado, el circuito cerrado del líquido de intercambio térmico comprendiendo un primer intercambiador térmico (50), situado en la línea de alimentación (3) de aire de proceso antes del evaporador (40) con respecto a la cámara de modelado (1) a lo largo del recorrido del aire de proceso que se extiende desde la fuente de aire comprimido (30) hasta la cámara de modelado (1), la línea de alimentación (3) de aire de proceso transportando el aire de proceso al primer intercambiador de calor (50), lo cual implica una cesión de calor del aire de proceso al líquido de intercambio térmico y el preenfriamiento del aire de proceso.

- 2.- Máquina acampanadora según la reivindicación 1, caracterizada por el hecho que comprende un colector de humedad de condensación (41), situado en la línea de alimentación (3) del aire de proceso inmediatamente después del evaporador (40) con respecto a la fuente de aire comprimido (30) a lo largo del recorrido del aire de proceso que se extiende desde la fuente de aire de proceso (30) hasta la cámara de modelado (1) y adecuado para recolectar la humedad de condensación contenida en el aire de proceso que sale del evaporador (40).

- 3.- Máquina acampanadora según la reivindicación 1 o 2, caracterizada por el hecho que comprende una etapa (6) para enriquecer el aire de proceso con agua de proceso nebulizada, que a su vez comprende:

- al menos un inyector (60), colocado en un tramo de la línea de alimentación (3) del aire de proceso situado después del evaporador (40) con respecto a la fuente de aire comprimido (30) a lo largo del recorrido del aire de proceso que se extiende desde la fuente de aire comprimido (30) hasta la cámara de modelado (1);
 - una línea de alimentación (61) de agua, que toma agua de la fuente de agua (62) y la transporta hasta el inyector (60), donde el agua viene nebulizada en el flujo del aire de proceso;
 - medios (63) para detener la entrada del flujo de agua de proceso en el inyector (60), dichos medios estando ubicados en la línea de alimentación (61) de agua;

el inyector (60) estando orientado hacia la parte lateral de la línea de alimentación (3) de aire de proceso orientada hacia la cámara de modelado (1).

- 4.- Máquina acampanadora según la reivindicación 3, caracterizada por el hecho que comprende una etapa de enfriamiento de agua (64) situada a lo largo de la línea de alimentación (61) de agua.

- 5.- Máquina acampanadora según una cualquiera de las precedentes reivindicaciones, caracterizada por el hecho que comprende medios de hermeticidad (16) que provocan una presurización al menos parcial de por lo menos una parte de la cámara de modelado (1) durante la introducción del aire de proceso dentro de la misma cámara de modelado (1), dicha cámara de modelado (1) comprendiendo paredes configuradas (11) adecuadas para modelar la forma de la campana y contra las cuales viene empujado el material de la extremidad (20) del tubo (2) por el aire de proceso introducido dentro de dicha al menos una parte de la cámara de modelado (1) que viene presurizada por lo menos parcialmente.

- 6.- Máquina acampanadora según la reivindicación 5, caracterizada por el hecho que:

- la cámara de modelado (1) está constituida por una combinación de una envoltura (12) y de un mandril de modelado (13) dispuesto dentro de la envoltura (12) y sobre el cual será forzada axialmente la extremidad (20) calentada de tubo (2), las paredes laterales externas (130) del mandril de modelado (13) constituyendo al menos parcialmente las paredes configuradas (11) de la cámara de modelado (1) y siendo adecuadas para definir la forma interna de la campana a modelar;

- la máquina acampanadora comprendiendo un tramo de línea de transporte (7) de aire de proceso que toma aire de proceso de la cámara de modelado (1) a través de una boca de salida (14) y que, a través de un punto de introducción (15), introduce el aire de proceso tomado de esta manera dentro del mandril de modelado (13) para así enfriar el mandril de modelado (13).

7.- Máquina acampanadora según la reivindicación 6, caracterizada por el hecho que comprende una etapa de enfriamiento (70) de aire de proceso situada a lo largo de la línea de transporte (7) del aire de proceso entre la boca de salida (14) de la cámara de modelado (1) y el punto de introducción (15) del aire dentro del mandril de modelado (13).

8.- Máquina acampanadora según la reivindicación 6 o 7, caracterizada por el hecho que comprende un dispositivo separador de humedad de condensación (71) situado a lo largo de la línea de transporte (7) de aire de proceso entre la boca de salida (14) de la cámara de modelado (1) y el punto de introducción del aire dentro del mandril de modelado (13), y que actúa sobre el aire de proceso para eliminar, del mismo aire de proceso, todo vestigio de agua que pudiera contener.

9.- Método de modelado de una campana en correspondencia de la extremidad de un tubo de material termoplástico, que comprende las etapas de:

- tomar un tubo (2) de material termoplástico con una extremidad (20) calentada hasta un estado deformable plásticamente;

- modelar el material de la extremidad (20) calentada del tubo (2) dándole forma de campana;

- tomar el aire de proceso que llega de una fuente de aire comprimido (30) y someter el aire de proceso tomado de esta manera a una etapa de tratamiento que comprende al menos una subetapa de enfriamiento;

- enfriar el material de la extremidad (20) del tubo (2) al menos por medio de un flujo de aire de proceso que sale de la etapa de tratamiento;

el método estando caracterizado por el hecho que:

- durante la subetapa de enfriamiento, el aire de proceso viene transportado y hecho pasar dentro de un evaporador (40) de una máquina frigorífica (4) con un ciclo operativo que funciona con un refrigerante que recircula por un respectivo circuito cerrado de la máquina frigorífica (4) que comprende al evaporador (40), lo cual implica cesión de calor del aire de proceso al refrigerante que se halla dentro del evaporador;

- durante la etapa de tratamiento del aire de proceso, el mismo aire de proceso tomado de la fuente de aire comprimido (30) primero viene sometido a una subetapa de preenfriamiento y luego a la subetapa de enfriamiento; durante la subetapa de preenfriamiento el aire de proceso viene transportado y hecho pasar por un primer intercambiador de calor (50), en el cual el aire de proceso cede calor al líquido de intercambio térmico enfriado por una sección de refrigeración (5), el líquido de intercambio térmico recirculando por un respectivo circuito cerrado que comprende al primer intercambiador de calor (50).

10.- Método de modelado según la reivindicación 9, caracterizado por el hecho que durante la etapa de tratamiento del aire de proceso, el aire de proceso que sale del evaporador (40) viene sometido a una subetapa de recolección de la humedad de condensación presente en el mismo debido al enfriamiento.

11.- Método de modelado según la reivindicación 9 o 10, caracterizado por el hecho que la etapa de modelado de una campana en la extremidad (20) calentada del tubo (2) comprende las subetapas de:

- introducción de la extremidad (20) calentada del tubo (2) dentro de una cámara de modelado (1) provista de paredes configuradas (11) adecuadas para obtener la forma de campana;

- introducción dentro de la cámara de modelado (1) del aire de proceso que sale de la etapa de tratamiento y, por ende, presurización de al menos una parte de la cámara de modelado (1), hasta alcanzar una presión de modelado de la campana en dicha al menos una parte de la cámara de modelado (1);

- mantenimiento de la presión de modelado de la campana por un determinado tiempo de modelado de la campana;

el aire de proceso presurizado de esta manera empujando el material de la extremidad (20) calentada del tubo (2) contra las superficies configuradas (11) de modo que la extremidad (20) del tubo (2) asuma su forma.

12.- Método de modelado según la reivindicación 11, caracterizado por el hecho que:

- la cámara de modelado (1) está determinada por una combinación de una envoltura externa (12) y de un mandril de modelado (13) situado dentro de dicha envoltura (12), las paredes laterales externas (130) del

mandril de modelado (13) constituyendo una primera parte de las paredes configuradas (11) de la cámara de modelado (1) que determinan la forma interna de la campana a modelar;

- la subetapa de introducción de la extremidad (20) calentada del tubo (2) dentro de la cámara de modelado (1) comprendiendo el forzado axial de la misma extremidad (20) calentada del tubo (2) sobre el mandril de modelado (13);
- al menos por una fracción del tiempo de modelado de la campana el aire de proceso, mantenido a la presión de modelado de la campana, presionando la extremidad (20) del tubo (2) sobre las paredes laterales externas (130) del mandril de modelado (13).

13.- Método de modelado según la reivindicación 12, caracterizado por el hecho que:

- la envoltura externa (12) tiene paredes internas (120), que constituyen una segunda parte de las paredes configuradas (11) de la cámara de modelado (1) que determina la forma externa de la campana a modelar;
- por un primer tiempo de modelado de la campana el aire de proceso siendo introducido entre las paredes laterales externas (130) del mandril de modelado (13) y la extremidad (20) del tubo (2), empujando la misma extremidad (20) del tubo (2) de modo que la misma presione contra las paredes internas (120) de la envoltura externa (12), en el espacio comprendido entre las paredes laterales externas (130) del mandril de modelado (13) y la extremidad (20) del tubo (2) manteniendo la presión de modelado de la campana en un primer valor por la duración de la primera parte del tiempo de modelado de la campana;
- después de una despresurización al menos parcial del espacio comprendido entre las paredes laterales externas (130) del mandril de modelado (13) y la extremidad (20) del tubo (2), por una segunda parte del tiempo de modelado de la campana el aire de proceso siendo introducido dentro del espacio comprendido entre las paredes (120) de la envoltura externa (12) y la extremidad (20) del tubo (2), empujando la extremidad (20) del tubo (2) de modo que la misma presione contra las paredes laterales externas (130) del mandril de modelado (13), en el espacio comprendido entre las paredes internas (120) de la envoltura externa (12) y la extremidad (20) del tubo (2) manteniendo la presión de modelado de la campana en un segundo valor por la duración de la segunda parte del tiempo de modelado de la campana.

14.- Método de modelado según una cualquiera de las reivindicaciones de 11 a 13, caracterizado por el hecho que al final del tiempo de modelado de la campana, la etapa de enfriamiento del material de la extremidad (20) del tubo (2) comprende:

- permitir la salida de un flujo de aire de proceso desde de la cámara de modelado (1) menor que la entrada de un flujo de aire de proceso dentro de la misma cámara de modelado (1), de modo que, a una presión menor que la presión de modelado de la campana, en la cámara de modelado (1) venga establecido un flujo de aire de proceso recambiado permanentemente sobre el material de la extremidad (20) del tubo (2);
- mantener tanto la salida del flujo de aire de proceso desde de la cámara de modelado (1) como la entrada del flujo de aire de proceso dentro de la misma cámara de modelado (1) por un tiempo de enfriamiento.

15.- Método de modelado según la reivindicación 14 cuando depende, directa o indirectamente, de la reivindicación 12, caracterizado por el hecho que comprende la toma de aire de proceso que sale de la cámara de modelado (1) y su introducción dentro del mandril de modelado (13), con consiguiente enfriamiento del mismo mandril de modelado (13).

16.- Método de modelado según la reivindicación 15, caracterizado por el hecho que antes de ser introducido dentro del mandril de modelado (13), el aire de proceso que sale de la cámara de modelado (1) viene sometido a una etapa de postratamiento que comprende al menos una subetapa de enfriamiento.

17.- Método de modelado según la reivindicación 9 o 10, caracterizado por el hecho que la etapa de tratamiento del aire de proceso comprende la activación, después de la subetapa de enfriamiento, de una subetapa de enriquecimiento del aire de proceso con agua nebulizada presurizada que, a su vez, comprende las siguientes etapas:

- tomar agua desde una fuente de agua (62);
- permitir la entrada de un flujo de agua a una presión predeterminada en al menos un inyector (60) que nebuliza el agua y la dispersa dentro del aire de proceso;

la presión predeterminada del agua siendo mayor que la presión del aire de proceso donde viene dispersada el agua nebulizada.

18.- Método de modelado según una cualquiera de las precedentes reivindicaciones de 14 a 16, caracterizado por el hecho que la etapa de tratamiento del aire de proceso comprende, al final del tiempo de modelado de la

campana y sólo durante el tiempo para enfriar el material de la extremidad (20) del tubo (2), la activación, después de la subetapa de enfriamiento, de una subetapa de enriquecimiento del aire de proceso con agua nebulizada presurizada que, a su vez, comprende las siguientes etapas:

- 5 - tomar agua desde una fuente de agua (62);
 - permitir la entrada de un flujo de agua a una presión predeterminada en por lo menos un inyector (60) que produce la nebulización y dispersión de la misma agua dentro del aire de proceso;
- 10 la presión predeterminada del agua siendo mayor que la presión del aire de proceso donde se produce la dispersión del agua nebulizada.
- 15 **19.-** Método de modelado según la reivindicación 18 cuando depende, directa o indirectamente, de la reivindicación 15, caracterizado por el hecho que, antes de ser introducido dentro del mandril de modelado (13), el aire de proceso viene sometido a un proceso de separación de humedad de condensación para eliminar todo vestigio de agua que pudiera haber en el mismo aire de proceso.
- 20 **20.-** Método de modelado según la reivindicación 18 o 19, caracterizado por el hecho que, al final del tiempo para enfriar el material de la extremidad (20) del tubo (2), viene interrumpida la subetapa de enriquecimiento del aire de proceso con agua nebulizada presurizada, mientras que, por el contrario, durante un intervalo adicional de tiempo después del tiempo de enfriamiento continúan tanto la salida del flujo de aire de proceso desde de la cámara de modelado (1) como la entrada del flujo de aire de proceso dentro de la cámara de modelado (1), con lo cual en la cámara de modelado (1) se genera un flujo de aire de proceso recambiado permanentemente, que sirve para secar la cámara de modelado (1) y la extremidad (20) del tubo (2).
- 25 **21.-** Método de modelado según una cualquiera de las precedentes reivindicaciones de 17 a 20, caracterizado por el hecho que el inyector (60) está situado con su eje (601) coincidente con la dirección de flujo del aire de proceso en correspondencia del punto donde viene sumergido el mismo inyector (60) en dicho flujo y, además, estando caracterizado por el hecho que la configuración constructiva del inyector (60) es tal que, durante la subetapa de enriquecimiento del aire de proceso con agua nebulizada presurizada, el cono de salida del agua nebulizada presurizada desde el inyector (60) tiene un ángulo de cono (A) menor o igual que 45°, preferentemente igual a 30°.
- 30 **22.-** Método de modelado según una cualquiera de las precedentes reivindicaciones de 17 a 21, caracterizado por el hecho que durante la subetapa de enriquecimiento del aire de proceso con agua nebulizada presurizada, el agua presurizada tomada desde la fuente de agua (62), antes de ser enviada al inyector (60), viene enfriada en una etapa de enfriamiento (64).
- 35

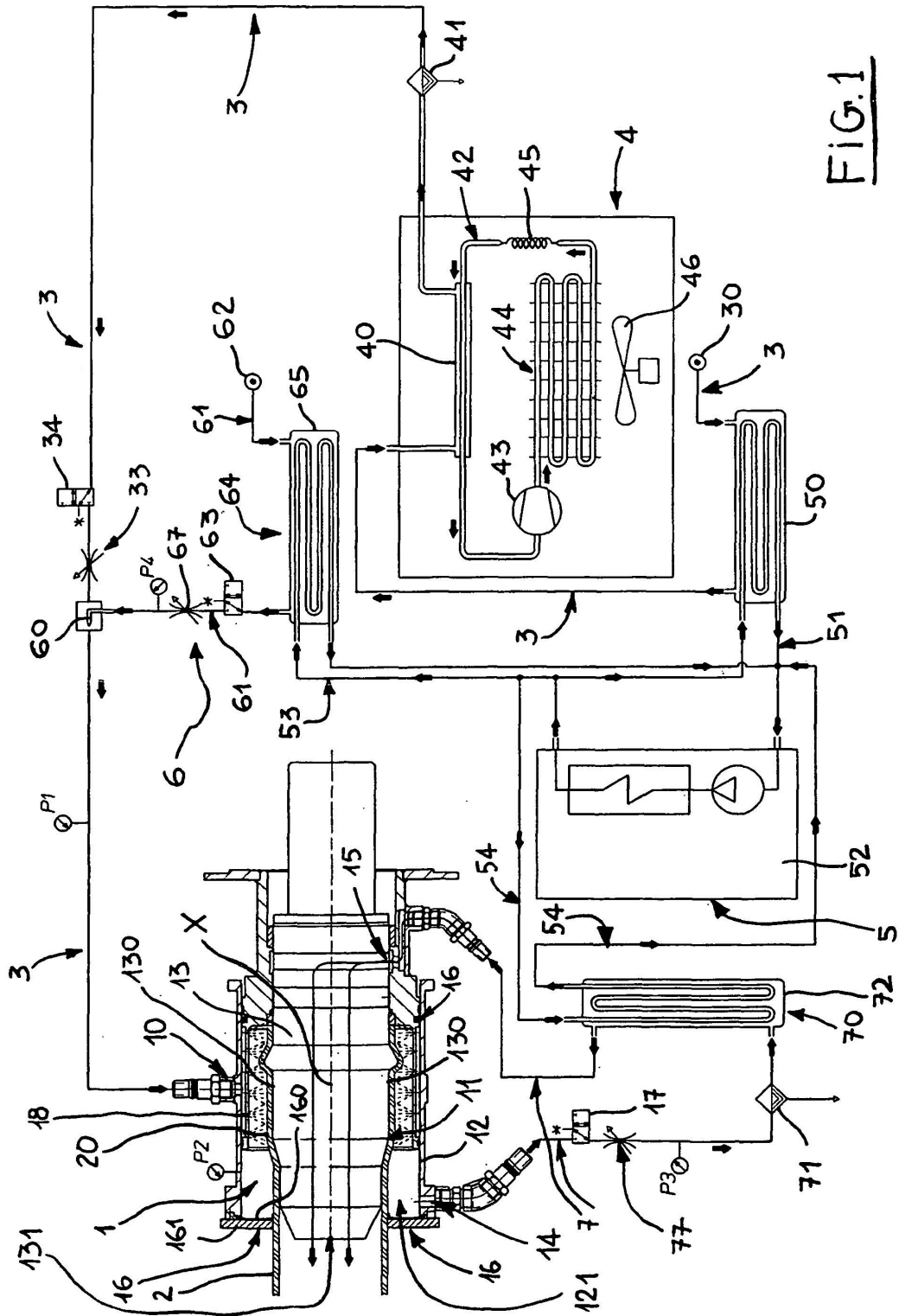


FIG.1

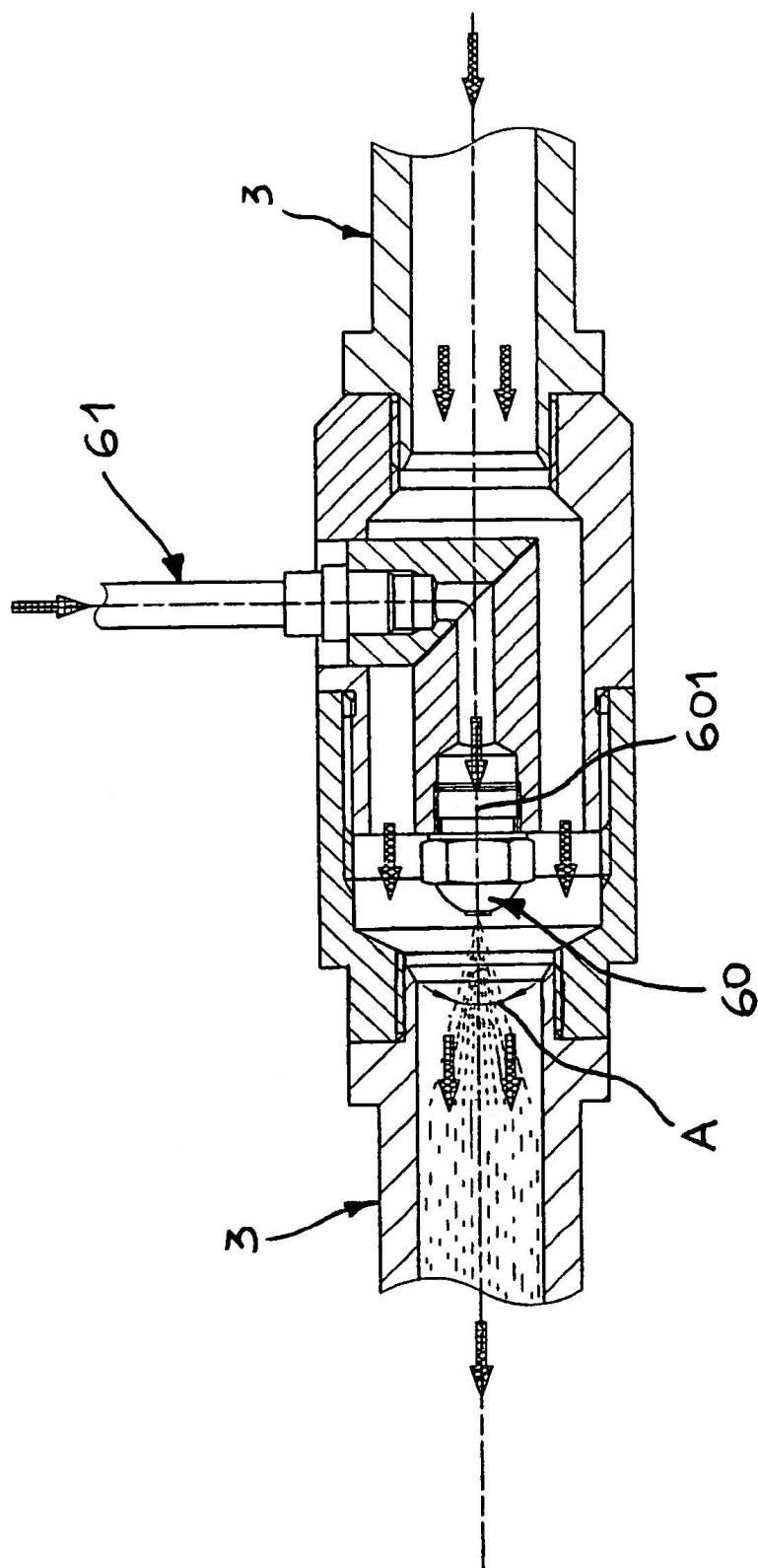


FIG. 2

