

328597



328597

## MEMORIA DESCRIPTIVA

correspondiente a la solicitud de concesión de un

PATENTE DE INVENCION

SOLICITANTE: PHELPS DODGE COPPER PRODUCTS CORPORATION

RESIDENCIA: 300 Park Avenue, New York, ESTADOS UNIDOS.

ENUNCIADO: "UN PROCEDIMIENTO PARA LA FUNDICION CONTINUA DE  
TUBOS METALICOS"

Prioridad: Patentes Estadounidenses n.º 468.771 del 1 julio 1965  
n.º 530.869 del 1 marzo 1966

328597

51



1 Este invento se refiere a un procedimiento para la fundición con-  
tinua de tubos huecos.

La fundición continua de tubos comprende la alimentación ininte-  
rumpida del metal líquido a un extremo de un molde de fundición, la  
5 extracción ininterrumpida del metal solidificado desde el otro extremo  
del molde de fundición y la eliminación del calor del metal a fin de  
que se solidifique a medida que se forma el perfil deseado durante el  
paso del metal por el molde. Los tubos se funden de manera continua  
empleando un macho o mandril interior colocado en el interior de una  
10 matriz o molde cilíndrico. El metal líquido se alimenta a presión o  
por gravedad al espacio anular comprendido entre el mandril y el mol-  
de cilíndrico. Se enfría el molde con objeto de solidificar el metal  
y el tubo fundido se extrae del molde por medio de rodillos o de un  
dispositivo similar que agarre bien a la parte exterior de la tubería.

15 En general, las velocidades relativamente pequeñas a que se fun-  
den los tubos, de manera continua, en el aparato empleado hasta ahora  
y la baja calidad de estos tubos constituyen un serio problema que ha  
hecho que resulte impracticable, hasta la fecha, desde el punto de  
vista económico el fundir tubos de manera continua para la fabrica-  
20 ción directa de tubería comercial. Estos problemas se deben en parte  
a la adherencia del metal a las superficies del molde y del mandril y  
a la contracción del metal sobre el mandril durante la fase de enfria-  
miento y de solidificación del proceso. Estas dificultades han persis-  
tido a pesar de las diversas medidas que se han intentado para contra-  
25 rrestarlas, como la vibración del molde y la conicidad del mandril en  
la dirección del molde.

Otros factores que han impedido el empleo en gran escala de la  
fundición continua de tubos para la fabricación directa de tubería co-  
mercial son la dificultad con que se tropieza para la puesta en marcha  
30 de la operación de la fundición de tubos, la tendencia del tubo fundi-

328597



1 do a tener un grado de excentricidad inadmisibles y la falta de control  
sobre el proceso de la solidificación en el molde durante la operación  
de la fundición.

5 El control del proceso de la solidificación es importante, ya que  
dicho proceso, incluyendo la velocidad de solidificación y la posición  
y estabilidad de la interfaz sólido/líquido, determina las propiedades  
de la tubería resultante, como la calidad superficial, la resistencia  
a la tracción, el alargamiento, el tamaño y la estructura del grano,  
etc., y la falta de control de dicho proceso dará lugar, sin duda, a  
10 tubos de propiedades pobres.

El invento proporciona un nuevo procedimiento para la fundición  
continua de tubos metálicos huecos, con el que se eliminan las dificultades  
de la puesta en marcha de la operación a las que antes nos hemos  
referido, y puede fabricarse rápida y económicamente un tubo bien cali-  
15 brado y de buena calidad en forma de tubería comercial. Un aspecto im-  
portante de este invento es que permite que el metal líquido empleado  
para formar el tubo sea alimentado al molde de fundición por gravedad,  
sin ninguna necesidad de dosificar el flujo o de emplear una canaleta  
de alimentación para echar y colocar el metal en el molde.

20 Para la puesta en práctica del procedimiento del presente inven-  
to, se adapta un mandril, que se monta en posición axial respecto al  
molde al que se suministra el metal desde un depósito situado sobre  
él, al que se le puede imprimir un movimiento de rotación respecto al  
molde o, alternativamente, un movimiento vibratorio. Al empezar la ope-  
25 ración de fundición, primeramente el metal líquido es alimentado al  
molde desde el depósito que está encima, mientras que el mandril está  
retirado, por lo cual, inicialmente se extrae la barra maciza por el  
extremo inferior o de salida del molde; y entonces, mientras continúa  
la alimentación de metal líquido, es cuando se desciende el mandril  
30 por el depósito de forma que el extremo inferior ahusado del mandril

328597



1     penetre en el molde hasta alcanzar la profundidad suficiente para rea-  
lizar la transición de fundición de barra a fundición de tubo.

5             Se ha comprobado que la rotación del mandril respecto al molde,  
bien en el sentido de las agujas del reloj, bien en el sentido contra-  
rio, o con oscilación rotativa mejora sustancialmente el grano del me-  
tal y, consiguientemente, la ductilidad de la superficie interior de  
los tubos fundidos con lo que se elimina la formación de grietas en la  
superficie interior del tubo cuando se le somete a alargamiento plás-  
tico (es decir, a un ensayo de flexión interior o a una prueba normal  
10 de tracción) o durante el estirado en frío.

15             El sentido de la rotación del mandril puede ser el de las agujas  
del reloj o el sentido contrario, o puede ser oscilatorio, invirtiéndose  
se periódicamente dicho sentido de rotación. Esta inversión puede rea-  
lizarse al cabo de menos de una revolución completa, al final de cada  
revolución o después de varias revoluciones. Se han obtenido fundicio-  
nes satisfactorias con una gran variedad de velocidades de rotación de  
hasta 900 rpm. El orden de velocidades preferible parece estar compren-  
dido entre 10 y 100 rpm.

20             Como se ha señalado, la rotación del mandril, por encima de una  
velocidad mínima sin sobrepasar cierto límite, mejorará la ductilidad  
de la superficie interior del tubo fundido. Sin embargo, la rotación  
del mandril puede producir o aumentar un efecto perjudicial de torbe-  
llino en la superficie exterior del tubo. El efecto de torbellino puede  
dar lugar al agrietamiento de dicha superficie exterior del tubo. Se  
25 suele preferir, por lo tanto, la rotación del mandril en el sentido y  
a la velocidad que más contribuyan a reducir el efecto de torbellino.

30             Cuando un líquido se desliza por una abertura bajo la acción de la  
gravedad, se formará torbellino, debido al efecto Coriolis. En el he-  
misferio norte este efecto produce un giro en el sentido de las agujas  
del reloj a causa de la rotación terrestre. Sin embargo, si, en adición

328597



1 a la gravedad y al efecto Coriolis, se ejerce sobre el líquido una  
fuerza de origen exterior en la misma dirección, esta fuerza se sumará  
a la causante del efecto Coriolis. Si la fuerza ejercida es de direc-  
ción opuesta, contrarrestará a la rotación debida a dicho efecto Corio-  
5 lis, pero puede por sí misma producir la formación de un remolino per-  
judicial. El problema de la formación de torbellino es mayor cuando se  
funde un tubo de pared delgada, en especial a grandes velocidades de  
fundición. En tal caso, es difícil contrarrestar con precisión el tor-  
bellino que en otro caso existiría, porque pronto se origina un torbe-  
10 llino contrario indeseable, causado por la rotación del mandril. En tal  
caso, es preferible imprimir al mandril un movimiento oscilatorio y así  
se elimina sustancialmente el efecto de espiral. Cuando se funden tu-  
bos de pared delgada, es suficiente imprimir al mandril una rotación  
de sentido contrario a la del torbellino que existiría en las condicio-  
15 nes de fundición con mandril sin rotación.

Cuanto menor es el espesor de la pared de la pieza fundida, mayor  
será la tendencia del material a formar torbellinos en la matriz, a  
aumentar el efecto de espiral y a dar lugar a que el tubo de fundición  
resultante se agriete al someterlo a estiramiento. Cuanto mayor sea la  
20 velocidad de fundición, mayor será la tendencia a la formación de dichas  
grietas. En general, cuando se funde un tubo de pared delgada, son pre-  
feribles una velocidad de rotación y un movimiento oscilatorio del man-  
dril más lentos. Al fundir un tubo de pared más gruesa, es preferible  
que la rotación del mandril sea a velocidad más alta y en sentido con-  
25 trario a la dirección del torbellino que existiría si se fundiese con  
un mandril sin rotación. Se entiende por tubo de pared "delgada" el que  
tiene un espesor de pared del orden de 0,2 pulgadas (5,08 mm), y por  
tubo de pared "gruesa" el que tiene un espesor de pared del orden de  
0,4 pulgadas (10,16 mm).

30 Al poner en práctica el procedimiento del presente invento, al

328597<sup>-1</sup>



1 mandril, alternativamente, más que un movimiento de rotación se le puede imprimir un movimiento vibratorio, si bien es menos conveniente. Se ha comprobado que esta vibración del mandril mejora sustancialmente la velocidad de producción y la calidad de los tubos fundidos de manera  
5 continua. Cuando se vibra el mandril, puede hacerse simultánea e independientemente del molde.

En el aparato con el que se lleva a la práctica el procedimiento del invento tanto el molde como el mandril están provistos de sistemas de refrigeración.

10 Aplicando el procedimiento según el invento han sido fundidos con éxito tubos de 3 pulgadas (76,2 mm) de diámetro y pared de 0,380 pulgadas (9,65 mm) de espesor de cobre fosforoso a 20 pulgadas (508 mm) por minuto a velocidades de rotación del mandril comprendidas entre 20 y 40 rpm en un solo sentido y a velocidad efectiva de 20 rpm invirtiendo el sentido de la rotación en cada revolución para imprimirle  
15 movimiento oscilatorio.

El procedimiento según el invento (con rotación del mandril) puede también aplicarse con éxito en la producción de tubos de buena calidad (por ejemplo, compuestos de cobre fosforoso desoxidado) de 1,5  
20 (38,1 mm) a 4 pulgadas (101,6 mm) de diámetro total y espesor de pared que varíe entre 0,17 pulgadas (4,32 mm) y 0,45 pulgadas (11,43 mm), a velocidades superiores a 2 pies por minuto (0,61 m/minuto) y con error de calibrado menor de 0,01 pulgada (0,25 mm).

El invento puede comprenderse mejor con la descripción que sigue  
25 de una realización preferida de él y los dibujos que acompañan, en los que :

La fig. 1 es el alzado del aparato de fundición continua de tubos de metal huecos según el invento;

La fig. 2 es una vista ampliada de la parte inferior del aparato  
30 representado en la fig. 1;

328597-1



1 - La fig. 3 es un corte ampliado del molde y del crisol que forman parte del aparato cuyo alzado constituye la fig. 1;

La fig. 4 es un corte parcial ampliado del aparato representado en la fig. 1 con los dispositivos de refrigeración del mandril; y

5 la fig. 5 es una vista similar a la de la fig. 1, viéndose en ella una disposición modificada del mandril y los medios para producir su rotación.

Refiriéndonos a los dibujos, el metal M en estado líquido se introduce desde una fuente exterior, no representada, por medio de una  
10 pileta 11 (figs. 1 y 5) en un crisol generalmente cilíndrico 12 de grafito montado sobre una plataforma movable verticalmente 13, que, generalmente, es de planta rectangular y que puede estar apoyada en cualquier medio convencional.

Unida a la plataforma 13, entre su frente derecho y los ángulos  
15 posteriores y su frente izquierdo, y los ángulos posteriores, están los soportes 36 y 36', respectivamente. Los puntales 37 y 37' refuerzan a la traviesa 35 que está unida en sus extremos opuestos a los soportes 36 y 36'. Estos elementos soportan la parte superior del aparato, como se explicará después con detalle.

20 El calor del crisol 12 se aísla de la plataforma 13 mediante ladrillos refractarios. El crisol está encerrado en una bobina de inducción 17 que lleva agua como refrigerante y que está sostenida en su lugar por el revestimiento refractario 17, de material tal como sílice o análogo, que está apisonado entre la bobina y la superficie exterior del crisol. El extremo abierto del crisol va debidamente provis  
25 to de una placa 19 en forma de arandela. Montado dentro del crisol 12 a través de una abertura central en su fondo hay un cojinete de guía 20, también de grafito, y que tiene, generalmente, toberas de alimentación radiales e inclinadas 21 para permitir el paso del metal líquido a un molde de fundición cilíndrico 22. El molde está ajustadamente  
30



328597

1 rodeado por la parte inferior del cojinete 20, cuya parte superior  
forma un ajuste corredizo cerrado alrededor de un mandril de grafito  
23 de forma que centre a este mandril en el molde 22.

5 El mandril 23 está sostenido desde un soporte superior 25 que  
cuelga (representado esquemáticamente) del sistema elevador 26 para  
la elevación y descenso del mandril. El elevador puede ser manejado a  
mano o accionado por un motor, pero preferiblemente es un tornillo sin  
fin corriente accionado a mano que permita la colocación exacta del  
mandril en su debida posición. Convenientemente unido al elevador 26  
10 hay un cáncamo pendiente 27 conectado a uno de los extremos de un me-  
didor de la deformación 28. El alargamiento de este medidor por la ten-  
sión de tracción del mandril que de él cuelga 23 es detectado por los  
indicadores 29 convenientemente montados sobre el medidor 28 y conec-  
tados eléctricamente a un contador corriente (no representado en la  
15 figura) de la cuantía de la deformación en el medidor 28 y, por consi-  
guiente, la fuerza descendente ejercida sobre el mandril 23 durante  
la operación de fundición del tubo. Como estos dispositivos medidores  
de la deformación son muy conocidos en la técnica, resulta innecesario  
describir con mayor detalle el medidor 28 y sus elementos asociados.

20 El extremo inferior del medidor de la deformación 28 está conec-  
tado por medio de un perno 30 a un montante de guía 31. El montante de  
guía 31 se mantiene en alineación vertical con el cojinete 20 y el mol-  
de 22 mediante un cojinete de acero 32 en el que han sido presionados  
los casquillos de bronce de torneado de precisión 33. El cojinete 32  
25 está montado en una caja de alineación 34 está fijado a la traviesa  
35. La orientación del cojinete 32 en la caja 34 es ajustable angular-  
mente con la vertical mediante los pernos 38, y horizontalmente median-  
te pernos radiales como el perno 39. El cojinete 32 está cerrado en su  
posición ajustada por medio de un cubrejunta 40 fijado con pernos 41.

30 El mandril 23 está conectado rígidamente al montante de guía 31

328597



1 mediante un pasador de conexión 43. Un perno transversal 44 conecta  
uno de los extremos del pasador de conexión 43 con el montante de guía  
31, en tanto que un perno transversal similar 45 conecta el mandril 23  
con el otro extremo del pasador de conexión 43. Para evitar el balan-  
5 ceo entre el montante de guía 31 y el mandril 23, dos contratueras 46  
y 47 están roscadas al pasador 43 y apretadas al montante guía 31 y al  
mandril 23, respectivamente.

En la realización del aparato que se representa en la fig. 5, el  
mandril 23 se pone en rotación o en oscilación mediante un dispositivo  
10 de rotación 160 conectado mediante el perno 30 al montante de guía 31.  
Un motor de varias velocidades 161 está conectado a un piñón recto 162  
por un eje 169 que tiene juntas universales 166 y 167 y un acoplo des-  
lizante 168. El eje de salida 165 del piñón recto está conectado al  
montante de guía 31 mediante bridas de acoplamiento 163 y 164.

15 La plataforma 13 puede estar acoplada a un vibrador V (representado  
esquemáticamente en la fig. 1), que puede ser de diseño conven-  
cional, preferiblemente de uno que produzca movimiento vibratorio  
sinusoidal vertical en la plataforma 13 y, por lo tanto, al aparato  
de fundición. Mediante la conexión rígida (por medio no representado)  
20 de los soportes 36 y 36' al perno 30, tanto el mandril como el molde  
podrán vibrarse por los mismos medios. Sin esta conexión, el mandril  
puede emplearse sin someterlo a vibración, o puede ser vibrado inde-  
pendientemente conectando un vibrador de modelo corriente, como un  
transductor ultrasónico T, mostrado esquemáticamente, al perno 30.

25 Se ha comprobado que es conveniente imprimir vibraciones vertica-  
les al aparato de fundición de una amplitud de 1/20 a 1/4 de pulgada  
(1,27 a 8,35 mm) y frecuencia comprendida entre algunos cientos y va-  
rios miles de ciclos por minuto.

El metal líquido existente en el molde de fundición 22 se solidi-  
fica en la parte del molde en una camisa de enfriamiento 50 (figs. 1  
30

328597

= 1



1 y 5). La camisa 50 está provista, en el fondo, de una placa de ala an-  
gular 52 de la que salen multitud de pernos prisioneros 51 dependientes  
de la plataforma 13. La camisa 50 es mantenida en posición mediante las  
tuercas 53 roscadas a los pernos 51 y apoyadas en el fondo de la placa  
5 de ala 52.

El metal que se solidifica entre el molde 22 y el mandril 23 es  
extraído ya en forma de tubo 54, descendiendo a una cámara de templado  
55 (fig. 2). El agua que pasa por la camisa 50 se desliza al depósito  
55 para servir de líquido de templado. El depósito 55 se vacía por la  
10 abertura 56 para ir a parar al sistema de recuperación del agua, que  
cuenta con medios para refrigerarla (no representados), y el agua de  
circulación ya enfriada es dirigida por la abertura de entrada 75 a la  
camisa 50 (fig. 3). El tubo fundido sale por el fondo del depósito 55  
por una salida hermética que comprende una protuberancia 57 soldada al  
15 depósito y a una brida 58. Varias empaquetaduras de goma 59 están fir-  
memente agarradas por una arandela 60 a la brida soldada 58 para formar  
un cierre que limpia la superficie del tubo fundido 54 a medida que sa-  
le. El tubo es atraído hacia abajo pasando por el cierre 59 por los ci-  
lindros de extracción 61 montados sobre un bastidor 62 y apretados al  
20 tubo por los tornillos de ajuste 63 que tienen mangos de operación 63a.

Refiriéndonos ahora a la fig. 3, el cojinete de grafito está mon-  
tado axialmente en el crisol 12 por un ajuste cónico de presión, como  
en 64, y se mantiene en posición mediante una tuerca de grafito 65  
apretada a las roscas del extremo inferior del cojinete. En la super-  
ficie interior del cojinete 20 va un manguito 66 que puede cambiarse  
25 con facilidad en el caso de que se desgaste de forma que se asegure un  
ajuste corredizo de tolerancia a tope entre el mandril 23 y el cojine-  
te 20. El mandril 23 se coloca en el molde 22 mediante el elevador 26  
y el ajuste de la caja 34 (que puede ajustarse cuando se desgaste el  
30 cojinete de grafito 20), para conseguir una solidificación concéntrica,  
como en 67, en la parte deseada del perfil ahusado 68 del mandril 23.



328597

1 De este modo, el tubo fundido 54 tendrá esencialmente una pared de espesor uniforme.

5 El mandril 23 es cilíndrico sustancialmente en toda su longitud comprendida entre el extremo superior hasta un punto que dista muy poco de su extremo inferior. Esta parte cilíndrica se representa en la figura 3 por el número 231. La parte que sigue 232 tiene una ligera concoidencia y la que sigue a continuación tiene una mayor concoidencia 233 que asciende a casi dos veces la concoidencia de la parte 232.

10 La parte de la boca 234 no está necesariamente ahusada, si bien es preferible proveerla de punta para permitir al mandril penetrar con facilidad en la superficie del metal líquido a medida que es descendido en el molde. En uno de los diseños para la fundición mecánica de un tubo de 3 pulgadas (76,2 mm) de diámetro exterior, el mandril tenía dos pies (0,61 m) de longitud, la parte 231 medía 20 pulgadas 0,51 m con diámetro de 2,35 pulgadas (59,7 mm), la parte 232 medía 2,5 pulgadas 15 (63,5 mm) y su concoidencia era de 1°, en tanto que la parte 233 tenía una concoidencia de 2°. La concoidencia de cada una de las dos partes, sin embargo, no es crítica, pues el mandril puede ser ajustado durante la fundición en la posición necesaria exacta para cumplir los requisitos del tubo que se funde. Es también favorable utilizar un mandril que tenga 20 una sola parte ahusada con concoidencia del orden de 1° y cuya longitud sea la misma que la longitud efectiva de la zona de solidificación del metal, que suele ser del orden de 3 a 9 pulgadas (76,2 a 228,6 mm).

25 En la modificación representada en la fig. 4, el mandril 23a insertado en un crisol de grafito 12 en el que ha sido fijado a presión un cojinete 20, se prolonga hacia abajo a través del cojinete 20 hasta llegar al molde de fundición 22, el cual cuenta con un revestimiento de grafito adaptado a contracción dentro de un manguito de cobre 70. Estas partes se colocan entonces en el interior de la camisa de refrigeración 30 50 (fig. 1) y se asientan y cierran firmemente contra las pérdidas de



328597

1 agua mediante una empaquetadura de amianto 71 (fig. 3) sujeta por una  
arandela de retención 72 y los pernos 73. El conjunto de la camisa de  
refrigeración 50 y del molde se ajusta entonces a presión en el grille-  
te 74 del cojinete 20. El agua a presión se alimenta por una manguera  
5 flexible (no representada) a la boquilla de admisión 76 o a la camisa  
de refrigeración 50, levantándola verticalmente a lo largo del trayec-  
to 77 y penetrando en un estrangulamiento anular estrecho 78 entre el  
conjunto del molde de grafito-cobre y un desviador 79. Entonces, el  
agua cae a gran velocidad por el espacio anular 80 dentro del desvia-  
10 dor 79 y choca contra la superficie del tubo fundido existente 54 en  
81. Se evita que el agua salpique hacia fuera mediante un faldón de  
retención 82.

Un pasador 85 (fig. 4) se conecta al montante de guía 31 mediante  
un perno (no representado) y al mandril 23a por medio de 4 prisioneros  
15 86 colocados en forma radial. El mandril 23a está perforado interior-  
mente, como en 87, sustancialmente en su totalidad hasta el extremo  
ahusado, como se ve en 87a, y está ensanhado hasta alcanzar un mayor  
diámetro interno en la sección superior pesada de la parte 88. Los pa-  
sos axiales para el sistema de refrigeración del agua tienen dentro de  
20 la cavidad taladrada un pasador de conexión 85 y en la cavidad del man-  
dril 23a. Este sistema de refrigeración por agua comprende un tubo dis-  
tribuidor 89 conectado al pasador 85 mediante un perno transversal 90.  
El agua, u otro refrigerante adecuado se alimenta al tubo de distribu-  
ción 89 a través de un tubo de inyección 91 y fluye hacia abajo a tra-  
25 vés de un tubo central 92, que descarga a lo largo del trayecto 93 en  
la cámara de refrigeración 94. El refrigerante es devuelto a presión  
hasta el mandril por el espacio anular a través de un tubo exterior 95  
que rodea al tubo 92. El refrigerante de vuelta entra en el tubo de  
distribución 89 y es descargado por el tubo de salida 96. Encima de la  
30 cámara de refrigeración 94, el tubo exterior 95 está rodeado por una



328597

1 vaina aislante del calor 97 para impedir la pérdida de calor en estas zonas en las que no es conveniente la refrigeración.

5 Cuando se opera, la fundición continua de la barra (esto es, una fundición maciza sin interior hueco) se efectúa inicialmente con el extremo inferior del mandril 23a levantado a la parte superior del cojinete 20 por el elevador 26. El mandril 23a es entonces descendido en el molde para establecer la fundición del tubo. Durante la fundición, el refrigerante se impulsa por el mandril para aumentar la eliminación del calor del metal que se funde, especialmente en la parte del molde adyacente a la cámara de refrigeración 94. La velocidad de circulación del refrigerante se ajusta conforme a las condiciones de fundición, incluyendo la naturaleza del metal o aleación que se utiliza, las dimensiones del tubo que se funde y la velocidad de la extracción.

10 Antes de la puesta en marcha de la operación de fundir, el crisol del grafito 12 se calienta previamente, por medio de la bobina inductora de calor 17, a temperaturas superiores al punto de fusión del metal o aleación que se va a fundir. Se hace circular un caudal moderado de refrigerante, como agua fría, por la camisa 50 para evitar el sobrecalentamiento del molde 22. El mandril de grafito 23 ó 23a es completamente extraído del molde hasta el cojinete 20, y se detiene el movimiento vibratorio o rotativo del mandril. El mandril y el molde pueden ser vibrados simultáneamente por la misma fuente, como se explicó anteriormente, o independientemente, según sean las necesidades. El metal o la aleación en estado líquido M se introduce entonces en el crisol 12, desde el que corre a través de las toberas de alimentación 21 del cojinete 20 en el molde 22. Una copa de arranque (no representada) que ha sido colocada previamente en el molde, recibe y contiene el metal líquido hasta que se solidifica. La barra maciza resultante, que sirve solamente de barra de arranque, se extrae; y la velocidad de circulación del agua refrigerante se aumenta lo suficiente para evitar

15

20

25

30



1 que la temperatura se eleve mientras se funde de manera continua en el  
molde. Las velocidades de fundición se aumentan, entonces, hasta la ve-  
locidad constante de fundición del tubo que se desee aumentando para  
ello la velocidad de los rodillos extractores 61.

5 El mandril 23 ó 23a se desciende, entonces, gradualmente en el  
molde para transformar el producto fundido de manera continua en un  
tubo. Esta transición de barra a tubo se hace con cuidado para impe-  
dir un repentino asimiento del mandril por el metal que se solidifica,  
que daría lugar a una posible rotura del tubo fundido. Esta transición  
10 puede facilitarse utilizando las indicaciones de carga detectables fá-  
cilmente en los indicadores de la deformación 29 calibrados según el  
particular fundido deseado.

La zona 67 (fig. 3) del interior del molde, en la que el metal se  
solidifica durante la fundición del tubo, se desplaza hacia abajo des-  
15 de la zona donde ocurre la solidificación para la fundición de la barra  
maciza. La posición de la zona 67 se controla mediante la disposición  
adecuada del mandril. Si el mandril se inserta (descendido) lejos de  
la posición adecuada, se desarrollará sobre él una excesiva presión de  
contracción que dará lugar a imperfecciones y grietas en la superficie  
20 interior del tubo. Si el mandril es insuficientemente descendido a la  
posición adecuada, se producirán ondulaciones en la superficie inte-  
rior del tubo.

Cuando se funde tubo al principio, los cortes de ensayo sobre la  
superficie del tubo indican desviación en la concentricidad del mandril  
25 con respecto al molde. Estas desviaciones o errores de la concentrici-  
dad pueden corregirse mediante ajustes, durante la operación de fundi-  
ción, de la posición lateral del mandril 23 ó 23a en el molde 22 como  
se describió anteriormente. Si se observan condiciones superficiales  
irregulares, en particular en las superficies interiores, la posición  
30 del mandril se ajusta con facilidad en relación angular con el molde

328597



1 que corrija dichas irregularidades de la superficie. La característica  
del mandril abusado permite un fácil control del espesor de la pared  
de la fundición de tubo mediante la variación de la posición vertical  
del mandril. El molde o el mandril, o ambos, se vibran, como se ha indi-  
5 cado, según las características que se desee en la tubería y su mate-  
rial.

EJEMPLO

Utilizando el aparato representado en las figuras, incluido un  
mandril rotativo como el representado en la fig. 5, se fundió tubo de  
10 cobre fosforoso desoxidado de 3,5 pulgadas (88,9 mm) de diámetro cuyo  
espesor de pared era de 0,310 pulgadas (7,87 mm). Se imprimió al man-  
dril una rotación de 15 segundos de duración a 60 rpm en un sólo senti-  
do, seguido de 15 segundos de rotación a la misma velocidad pero de  
sentido contrario.

15 Se redujo sustancialmente la formación de torbellinos del metal  
líquido en el molde, y el tubo resultante fue sustancialmente mejorado  
de calidad. La superficie interior del tubo era dúctil y no se agrietó  
al someterla a alargamiento plástico.

Con el presente invento, es posible aumentar sustancialmente la  
20 velocidad de producción de los tubos fundidos de manera continua. La  
disposición adoptada para el descenso y la elevación del mandril, en  
combinación con la alimentación continua del metal líquido desde la  
balsa mantenida en el crisol 12 encima del molde, facilita el control  
de los mandriles variables y permite la fundición continua de tubería  
de pared delgada de cuatro pulgadas de diámetro (101 mm) o menor.  
25

Los medios para la colocación lateral y angular del mandril faci-  
litan la corrección durante la operación de fundición del error de las  
excentricidades. La cantidad de material necesario durante la puesta  
en marcha inicial del proceso es reducida. El mandril provisto de una  
30 parte refrigerada localmente en las inmediaciones de la zona de solidi-

328597



1      ficación, facilita la consecución de una mayor velocidad de fundición  
y una mejor calidad del tubo fundido. Además, los medios para mover el  
molde y el mandril, simultánea o independientemente, permite satisfa-  
cer una amplia escala de condiciones y la fundición continua de una di-  
5      versidad de aleaciones al tiempo que se mejoran la adecuada estructura  
del grano y las características de la superficie.

REIVINDICACIONES

- 10      1. Un procedimiento para la fundición continua de tubos metálicos, que  
comprende las fases de alimentación continua del metal líquido al ex-  
tremo superior de la zona de fundición, mientras se refrigera dicha  
zona y mientras se expulsa un producto metálico solidificado en forma  
de barra del extremo inferior de la zona, insertando gradualmente un  
mandril en dicha zona mientras continúa las fases de alimentación, re-  
frigeración y extracción, para formar un espacio anular entre los ex-  
15      tremos de la zona y transformar con ello el producto expulsado de una  
barra a un tubo, y ajustando la posición del mandril en dicha zona a  
medida que va expulsándose el tubo de ella, para controlar las caracte-  
rísticas del tubo expulsado.
- 20      2. Un procedimiento según la reivindicación 1, comprendiendo además la  
rotación de dicho mandril en un sentido y a velocidades comprendidas  
entre unas 10 y unas 100 rpm para anular sustancialmente la formación  
de torbellinos en el metal líquido que penetra en la zona de fundición.
- 25      3. Un procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, en el que dicho man-  
dril es sometido a oscilación.
4. Un procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además la  
vibración del citado molde.
5. Un procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además la  
vibración del citado mandril.
- 30      6. Un procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además la  
refrigeración de la parte del mandril más próxima al extremo inferior

328597<sup>21</sup>



1 de la zona de moldeo.

7. Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de recaer la patente de invención que se solicita: "UN PROCEDIMIENTO PARA LA FUNDICION CONTINUA DE TUBOS METALICOS".

5 Todo ello tal y como se reivindica y describe en la presente memoria descriptiva que consta de diecisiete páginas mecanografiadas y dibujos adjuntos.

Madrid, a 1 de Julio de 1966

BERNARDO UNGRIA

P.P.

10

15

20

25

30

328597



328597

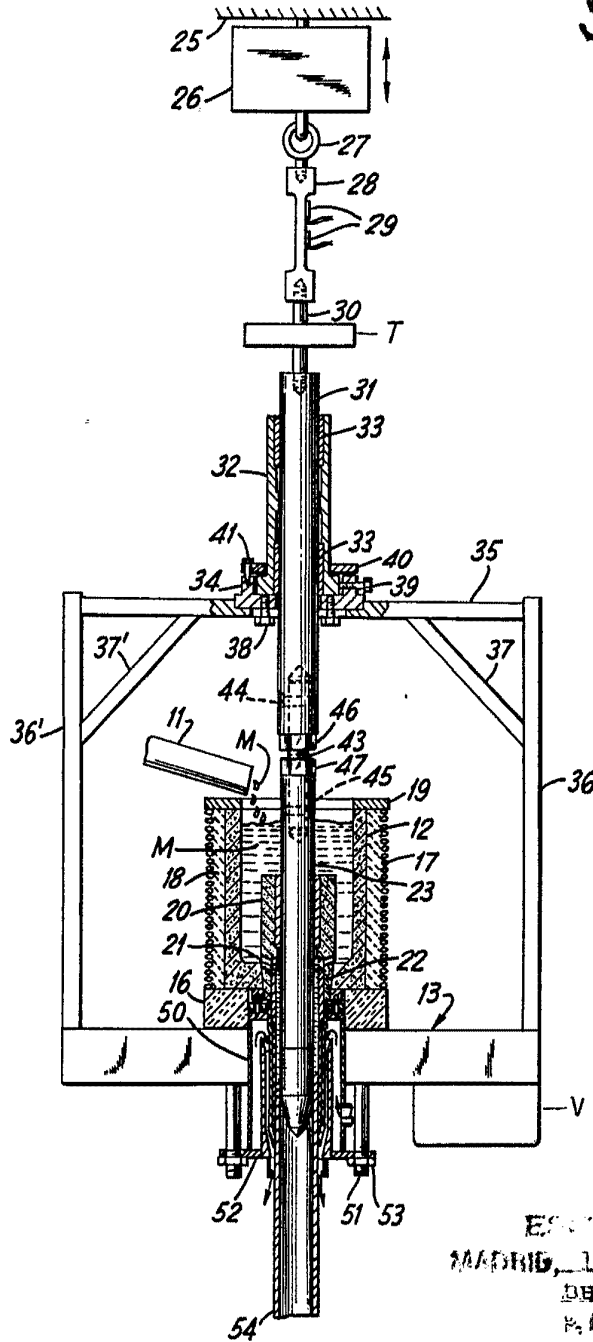


FIG. 1

ESCALA VARIABLE  
 MADRID, 1 DE Julio DE 1966  
 BERNARDO UNGRÍA  
 P. E.

325597

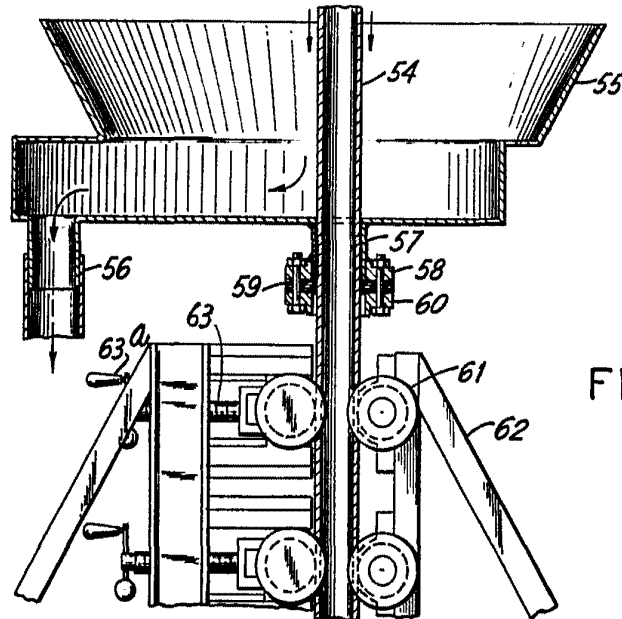


FIG. 2

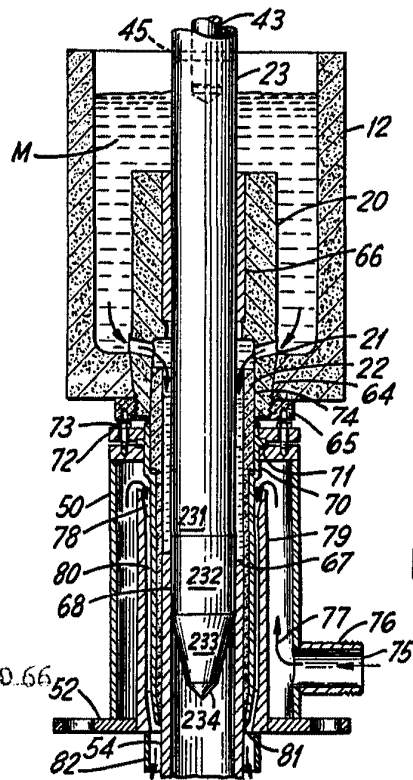


FIG. 3

ES LA VARIABLE  
MADRID, 1 DE JULIO DE 1966  
BERNARDO UNGRÍA  
P. E.

326537

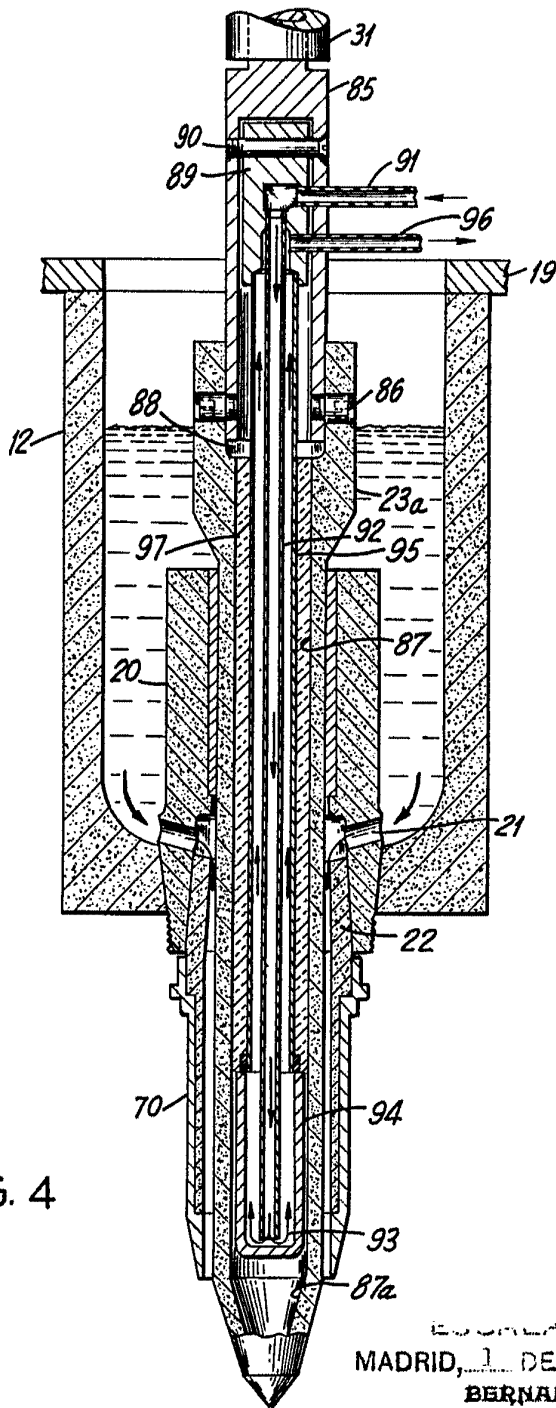


FIG. 4

ESQUEMA VERTICAL  
MADRID, 1 DE Julio DE 1965  
BERNARDO UNGRIS  
P. E.

320597 B1

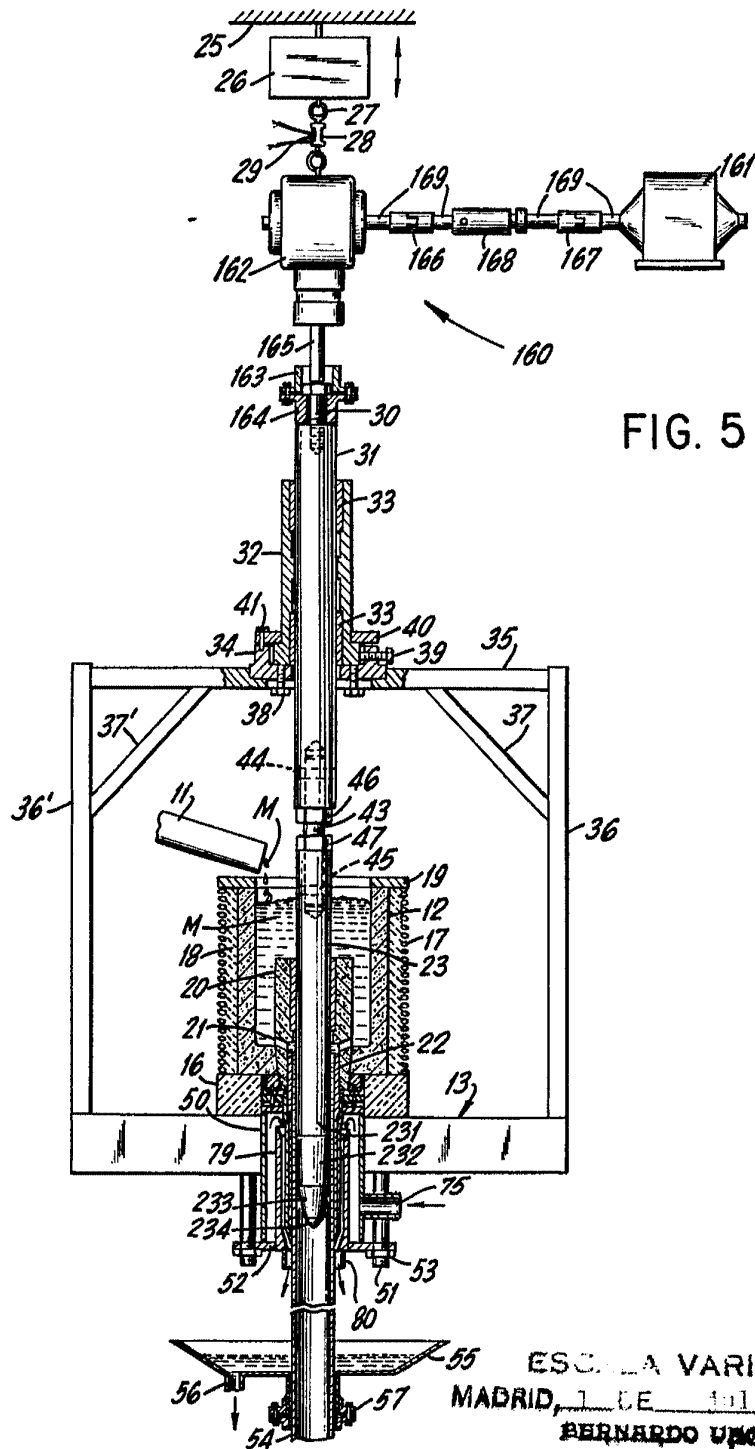


FIG. 5

ESCALA VARIABLE  
 MADRID, 1 DE Julio DE 1960  
 BERNARDO URRUTIA  
 O.E.