



419378

PATENTE DE INVENCION
SW-122(214-Spain)

F.C. 10-9-75
Int. Cl.: B 22 D

Memoria Descriptiva

sobre:

PERFECCIONAMIENTOS EN RUEDAS DE MOLDEAR PARA MAQUINAS
DE MOLDEO CONTINUO DE METALES.

Solicitante: SOUTHWIRE COMPANY, entidad norteamericana, residente en
126 Fertilla Street, Carrollton, Georgia 30117,
EE. UU. de A.

La presente invención se refiere a perfec-
cionamientos en una rueda de moldear metales y, de un mo-
do más particular, al modeo continuo de cobre fundido y
otros metales mediante una rueda de moldear que tiene un
canal de moldeo formado en su periféria.

419378

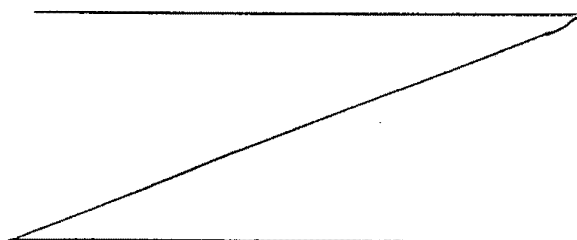


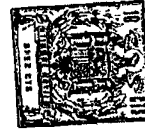
-2-

En la preparación de una varilla metálica, o un producto de alambre por medio de una operación de moldeo y laminación continuos, el metal fundido se moldea continuamente en una barra continua mediante una máquina de moldeo continuo y después, prácticamente de inmediato, se trabaja en caliente en un tren de laminación para producir una varilla continua. La varilla se puede trefilar entonces en frío a través de una serie de troqueles para fabricar alambres.

Una máquina de moldeo continuo normal comprende una rueda de moldear tradicional que tiene un canal de moldeo en su periferia, parcialmente cerrado por una cinta sin fin sostenida por la rueda de moldear y por lo menos una polea loca. La rueda de moldear y la cinta sin fin cooperan para formar un molde en uno de cuyos extremos se vierte el metal para que se solidifique y desde el otro extremo sale la barra moldeada prácticamente en estado solidificado. En las patentes USA. nº 3.279,000 y 3.336,972 se describen ejemplos de dichas esquinas de moldeo continuo.

El canal de moldeo periféricamente circunferencial, formado en las ruedas de moldear tradicionales, tiene dos paredes laterales y una superficie inferior o suelo que se extiende entre las mismas. En sección transversal radial, las paredes laterales convergen hacia el interior en dirección al eje geométrico radial de la rueda. El ligero ángulo obtuso definido entre cada una de las paredes laterales y la super-

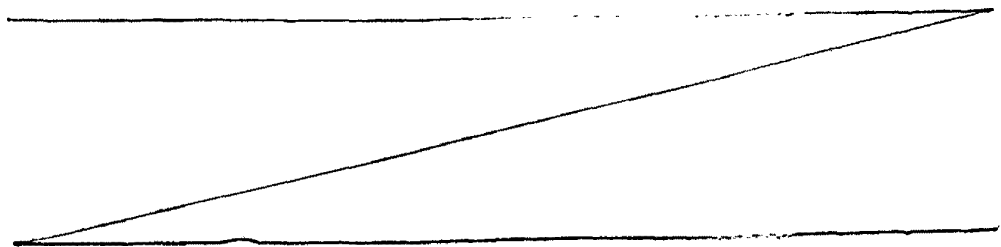




ficie inferior facilita el desprendimiento de la barra moldeada del canal. La magnitud de este ángulo es superior a 90° y el ángulo subtendido por cada una de las paredes laterales y el eje radial de la rueda se denomina "ángulo de inclinación lateral" de la rueda. Hasta el momento presente, el ángulo de inclinación lateral de las ruedas de moldeo tradicionales ha sido aproximadamente de $9-1/2^\circ$.

Durante la operación de moldeo normal, el metal fundido tenderá a depositarse y acumularse sobre las paredes interiores y canal de moldeo. Además, en particular durante el moldeo de cobre en una rueda de acero, la carga térmica de la rueda resultante de depositarse metal fundido sobre la misma y la operación simultánea de enfriarla para formar una barra sólida moldeada hace que las paredes laterales del canal de moldeo se "cierren", reduciendo por lo tanto el ángulo de inclinación lateral del canal de moldeo y haciendo que la barra moldeada se quede pegada en la rueda. Este estado evidentemente perjudica la operación normal de salida necesaria para el proceso de moldeo continuo, al par que induce graves esfuerzos mecánicos en el canal de moldeo, con el resultado de fisuración superficial que acorta gravemente la vida útil de la rueda de moldear. Este estado se puede ver agravado además por la tensión de la cinta sin fin sobre las paredes del molde.

Qualitativamente, la situación se puede des-



419378



-4-

cribir progresivamente como sigue:

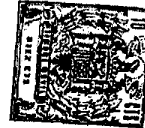
5 1. Se vierte metal fundido en un molde relativamente frio. En el molde se deforma debido a las tensiones térmicas causadas por el metal fundido. Simultáneamente, se forma una corteza delgada y debil alrededor de la sección de metal moldeado. La cavidad del molde es entonces mayor que antes de la colada.

10 2. La corteza se vuelve entonces más gruesa y se contrae separándose del molde en una cierta distancia, creando un espacio de separación que reduce el flujo térmico de escape del molde y permite que el molde se contraiga, invirtiendo el proceso de deformación y flujo térmico.

15 3. Hacia el final del ciclo, se reduce la transferencia térmica gradualmente con una consiguiente reducción en la temperatura del molde y gradientes en dicha temperatura del molde. Esto hace que el molde de "cierre" con dimensiones menores que al comienzo del ciclo, con el consiguiente contacto y a veces adherencia entre los costados del molde y la barra moldeada.

20 4. Como la barra se extrae entonces continuamente del molde, la temperatura de dicho molde alcanza gradualmente un cierto valor uniforme aproximadamente igual a la temperatura inicial cuando se comenzó la colada.

25 Se ha determinado que con una rueda de moldear que tenga un ángulo de inclinación lateral normal de $9-1/2^\circ$, según se emplea en la industria, el "cierre" descrito en los



5 puntos 2 y 3 anteriores hace que el ángulo de inclinación lateral se reduzca a aproximadamente $8-1/2^\circ$ en el citado espacio de tiempo, perjudicando por lo tanto gravemente el desprendimiento de la barra moldeada e imponiendo graves esfuerzos mecánicos en la rueda de moldear.

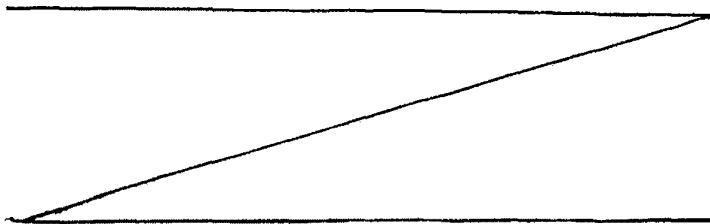
Por lo tanto, el principal objeto de este invento es proporcionar una rueda de moldear con una vida útil aumentada.

10 Otro objeto de este invento es proporcionar una rueda de moldear que facilite la extracción desde la misma de la barra moldeada.

15 Otro objeto de este invento es proporcionar una rueda de moldear con un canal de moldeo que inhibe las tendencias hacia el "cierre" y la fisuración o resquebrajamiento superficial.

20 De un modo más particular, este invento tiene por objeto proporcionar una rueda de moldear para utilizarse en una operación de moldeo continuo, donde el canal de moldeo periférico tiene un ángulo de inclinación lateral que no aumenta por debajo de aproximadamente $9-1/2^\circ$ en todo el ciclo térmico en una operación de moldeo normal.

25 Según este invento, los objetos citados y otros que resultarán evidentes más adelante se consiguen con una rueda de moldear que tienen un canal de moldeo con un ángulo de inclinación lateral del orden de aproximadamente



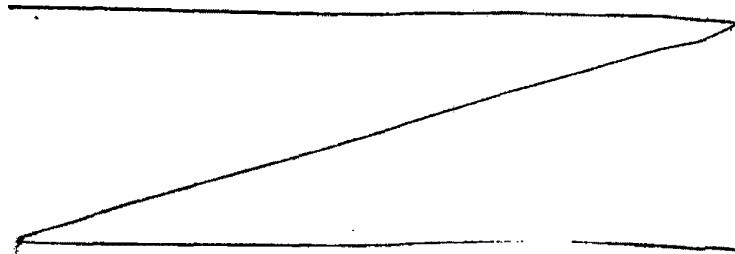
419378



-6-

11-1/2° a aproximadamente 14-1/2°, preferiblemente 12°
aproximadamente. Se ha determinado según este invento que
un canal de moldeo con un ángulo de inclinación lateral del
orden de 11-1/2° a 14-1/2°, no se reducirá por debajo de
5 aproximadamente 9-1/2° en ninguna parte del ciclo térmico en
una operación de moldeo normal. Por consiguiente, la tenden-
cia que tiene la barra a adherirse en el canal de moldeo se
reduce notablemente, facilitándose de este modo el despren-
dimiento, con un correspondiente aumento en la vida útil de
10 la rueda. Se ha averiguado que las ruedas de moldear cons-
truidas según este invento han demostrado tener un promedio
de vida útil del más del 50% sobre la vida útil de ruedas
de moldear de la tecnología anterior que tenían ángulos de
inclinación lateral de 9-1/2°.

15 A pesar de que el límite inferior de 11-1/2°
se considera crítico por las razones anteriores, el límite
superior de 14-1/2° se considera también importante y crítico.
Para comenzar, por razones estructurales que resultarán evi-
dentes, cualquier aumento en el ángulo de inclinación late-
20 ral exige un aumento en el espesor de pared del molde donde
la superficie exterior del molde permanece perpendicular al
eje de rotación del mismo con una correspondiente reducción
en el régimen de transferencia térmica del molde y, por lo
tanto, un aumento en el régimen de producción. Por lo tanto,
25 se ha averiguado que es conveniente fabricar el molde de forma



419378



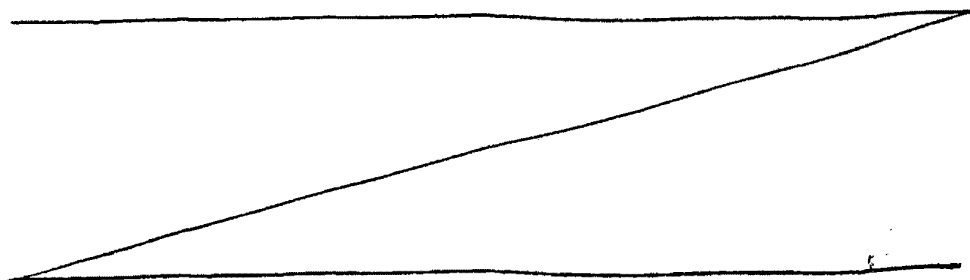
-7-

que el espesor de las paredes laterales del mismo sea esencialmente uniforme. Se ha averiguado que la reducción en el régimen de transferencia térmica es aceptable con ángulos de inclinación lateral que alcancen hasta $14-1/2^\circ$. Además, a medida que aumenta el ángulo de inclinación lateral, la forma en sección transversal de la barra moldeada se desvía en mayor grado de la forma rectangular, lo cual es un inconveniente para la operación de laminación. Por consiguiente, se ha determinado que el límite de $14-1/2^\circ$ da una barra con una forma en sección transversal todavía aceptable para la operación de laminación. Se ha averiguado que el ángulo de inclinación lateral preferible de 12° es óptimo, en el sentido de que facilita la extracción de la barra del canal mientras que no aumenta indebidamente el régimen de transferencia térmica ni produce una forma indeseable para la operación de laminación.

Teniendo presente los objetos citados y otros objetos que resultarán evidentes más adelante, se comprenderá con mayor claridad la naturaleza del invento tomando como referencia las diversas vistas ilustradas en el dibujo adjunto, la descripción detallada que sigue de los mismos y las reivindicaciones adjuntas.

EN LOS DIBUJOS:

La figura 1 es una vista en alzado muy esquemática de un aparato apropiado para la fabricación continua



419378



-8-

de varilla, que comprende una máquina de moldeo continuo y un tren de laminación de una pluralidad de cajas de laminador.

La figura 2 es una vista a mayor escala, tomada a lo largo de la línea de corte radial 2-2 de la figura 1, e ilustra un canal de moldeo de la tecnología anterior con un ángulo de inclinación lateral de $9-1/2^\circ$ que tiene resquebrajamientos, rasgaduras y acumulación de metal formadas en sus paredes.

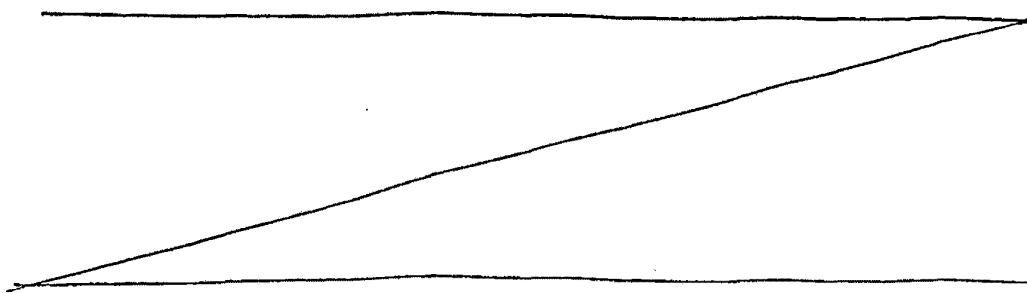
La figura 3 es una vista en sección radial de una modalidad del canal de moldeo formados según este invento, e ilustra las paredes del canal cortadas, teniendo la parte inferior un ángulo de inclinación lateral de $9-1/2^\circ$ y la parte superior un ángulo de inclinación lateral de $14-1/2^\circ$.

La figura 4 es una vista en sección radial de la modalidad de preferencia del canal de moldeo, formado según este invento, y representa el canal con un ángulo de inclinación lateral de 12° .

La figura 5 ilustra la relación geométrica entre un trapecio y dos planos inclinados donde la fricción entre los mismos se puede comparar con la fricción entre una barra moldeada y un canal de moldeo; y

La figura 6 ilustra las fuerzas normales de fricción que actúan sobre una barra moldeada en un molde con canal de moldeo.

Refiriéndonos a los dibujos con detalle, se



419378



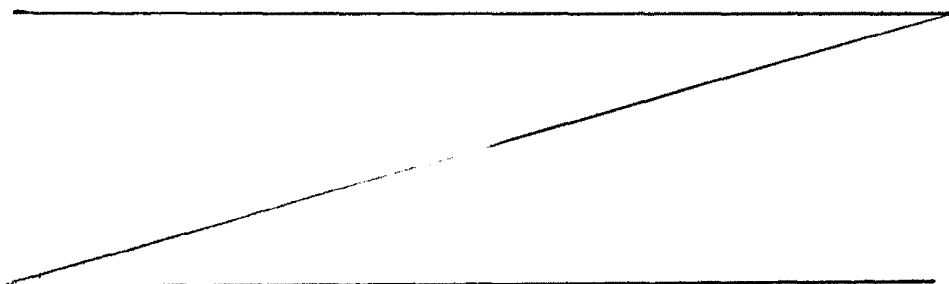
-9-

ilustra un aparato para la fabricación continua de varilla a partir de cobre fundido y otros metales. El aparato comprende una máquina de moldeo continuo, indicada de un modo general por el número 10, y un trén de laminación indicado de un modo general por el número 11.

La máquina de moldeo continuo 10 sirve como dispositivo de moldear para solidificar metales fundidos M y formar metal moldeado como puede ser la barra moldeada 12, que se transporta prácticamente en el estado en que se solidifica desde la máquina de moldeo continuo 10 hasta el trén de laminación 11 que sirve como dispositivo formador en caliente para trabajar en caliente la barra moldeada 12 y formar varilla 16 u otro producto trabajado en caliente.

La máquina de moldeo continuo 10 es del tipo de rueda de moldear tradicional, similar a la descrita en la Patente USA nº 3.336,972, y tiene una rueda de moldear 13 con un canal de moldeo parcialmente cerrado por una banda sin fin 14 que se sostiene contra la rueda de moldear 13 por una pluralidad de ruedas locas 15. La rueda de moldear 13 y la banda sin fin 14 cooperan para formar un molde en uno de cuyos extremos se vierte el metal fundido M para que se solidifique y desde cuyo otro extremo la barra moldeada 12 pasa prácticamente en el estado en que se solidifica.

El trén de laminación 11 es del tipo tradicional provisto de una pluralidad de cajas de laminador 17



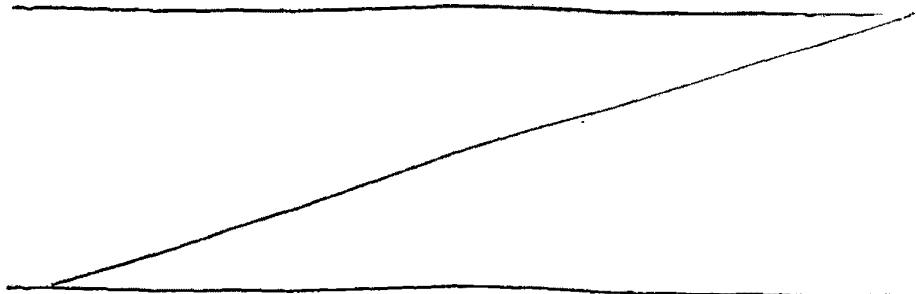
419378



-10-

5 dispuestas para trabajar en caliente el metal fundido por una serie de formaciones sucesivas. La máquina de moldeo continuo 10 y el trén de laminación 11 se sitúan entre sí de forma que la barra moldeada 12 penetre en el trén de laminación 11 en esencia inmediatamente después de la solidificación, para encontrarse prácticamente en el estado en que se solidifica y a una temperatura de formación en caliente dentro de la gama de temperaturas de trabajo en caliente de la barra moldeada 12. No es necesario calentar la barra 10 moldeada 12 entre la máquina de moldear 10 y el trén de laminación 11, pero en el caso de que se desee controlar con precisión la temperatura de trabajo en caliente de la barra 15 moldeada 12, se pueden colocar medios para ajustar la temperatura de la barra moldeada 12 entre la máquina de moldeo continuo 10 y el trén de laminación 11, sin desviarse del concepto de invención descrito en la presente memoria.

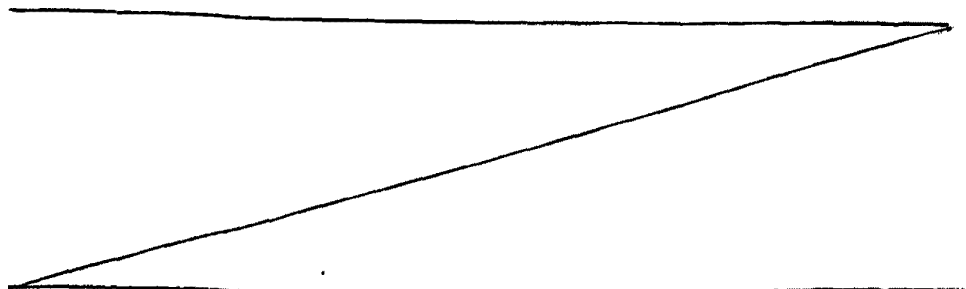
Se comprenderá que con el aparato de la figura 1, la barra moldeada 12 puede tener cualquier longitud, dentro de una pluralidad de longitudes, determinada solamente por la cantidad de metal fundido M solidificado y se puede 20 extender entre la máquina de moldeo continuo 10 y el trén de laminación 11. Así, las operaciones de solidificar metal fundido para obtener metal moldeado y de trabajar en caliente en metal moldeado se realiza en general simultáneamente una vez que el aparato de la figura 1 está en 25 funcionamiento.





Refiriéndonos a la figura 2, se ilustra en sección transversal radial un molde de la tecnología anterior 20, formado hasta el momento presente en la periferia de ruedas de moldear tradicional. El molde 20 comprende un canal de moldeo 21 definido por paredes laterales 22, 23 y una superficie inferior o suelo que se extiende entre las mismas. Cada una de las paredes laterales 22, 23 define un ángulo ligeramente obtuso con el suelo 24. La magnitud en que este ángulo excede de 90° se denomina el ángulo de inclinación lateral α . El ángulo de inclinación lateral α se puede definir también como el ángulo subtendido por cada una de las paredes laterales 22, 23 con el eje radial de la rueda de moldear 13. Según ha sido norma en la industria hasta el momento presente, el ángulo de inclinación lateral α del molde 20 de la tecnología anterior es de $9-1/2^\circ$.

Según se observará en la figura 2, una acumulación de metal 25 se ha formado en la pared lateral 22 que tenderá a hacer que la barra moldeada 12 se peque en el molde 20 y perjudique por lo tanto el proceso de extracción. La acumulación o hinchamiento causado por el metal 25 ayudará al efecto de "cierre" que es evidente durante el ciclo térmico en la operación de moldeo. También se presentan en el molde 20 de la tecnología anterior fisuras y formaciones de resquebrajamientos 26 formadas en el suelo 24 y la pared lateral 23. Las fisuras y formaciones de resquebrajamiento



419378



-12-

26 presenta, lógicamente, fallos en el molde 20 causados por los esfuerzos o tensiones impuestos en el mismo como resultado de adherirse la barra moldeada 12 en el molde 20 y por las fuerzas de fricción desarrolladas según se extrae la barra moldeada 12 del mismo.

La relación entre el ángulo de inclinación lateral α y la fuerza de fricción f entre una barra moldeada y los lados de una rueda de moldear es análoga a un trapecio contenido entre los planos inclinados y con una fricción en las superficies de contactos según se ilustra en la figura 5.

Analizando las relaciones trigonométricas donde F = fuerza normal y μ es = a coeficiente de fricción.

A partir de la estática

$$\sum M = 0 = \mu F + M \cos 2\alpha - F \operatorname{sen} 2\alpha$$

$$\mu (1 + \cos 2\alpha) - \operatorname{sen} 2\alpha = 0$$

$$\mu = \frac{\operatorname{sen} 2\alpha}{1 + \cos 2\alpha}$$

Entonces, para un libre movimiento entre los planos y el trapecio

$$\mu < \frac{\operatorname{sen} 2\alpha}{1 + \cos 2\alpha}$$

Empleando identidades trigonométricas

$$\operatorname{sen} 2\alpha = 2 \operatorname{sen}\alpha \cos \alpha$$

$$\cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - \operatorname{sen}^2 \alpha$$

$$\operatorname{sen}^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$$

Y para $\alpha \neq \pi$

$$\mu < \tan \frac{\alpha}{2}$$

o

$$\alpha > \tan^{-1} \mu$$

419378



-13-

Completando la analogía con respecto a una
pieza moldeada en un molde según se observará en la Figura 6:

Partiendo de la estática

$$\sum F = 0 = 2 N \operatorname{sen} \alpha - 2 \mu N \operatorname{cos} \alpha$$

5

Entonces, para un movimiento libre entre la
barra moldeada y el molde

$$\mu < \tan \alpha$$

o

$$\alpha > \tan^{-1} \mu$$

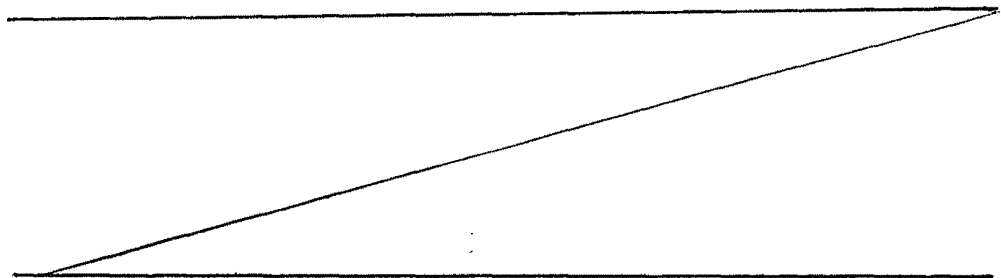
10

por lo tanto, resultará evidente, tanto en
virtud del análisis anterior como por evidencia empírica,
que existe una relación física y directa entre el ángulo de
inclinación lateral y la fuerza de fricción entre la barra
moldeada y los lados de la rueda de moldear. Se ha determinado
según el invento que aumentando el ángulo de inclinación la-
teral α a por lo menos $11-1/2^\circ$, se reduce la fuerza de fric-
ción suficientemente para permitir la extracción de la barra
moldeada de la rueda de moldear en toda la operación de moldeo
sin una adherencia sensible y sin las consiguientes tensiones
y fallos de la rueda de moldear

20

En la figura 4 se ilustra una modalidad de
preferencia del invento donde se representa un molde 30 que
tiene un ángulo de inclinación lateral α de 12° . No solamente
el ángulo de inclinación lateral α de 12° reducirá la fric-
ción y las tensiones, sino que el efecto de "cierre" durante

25



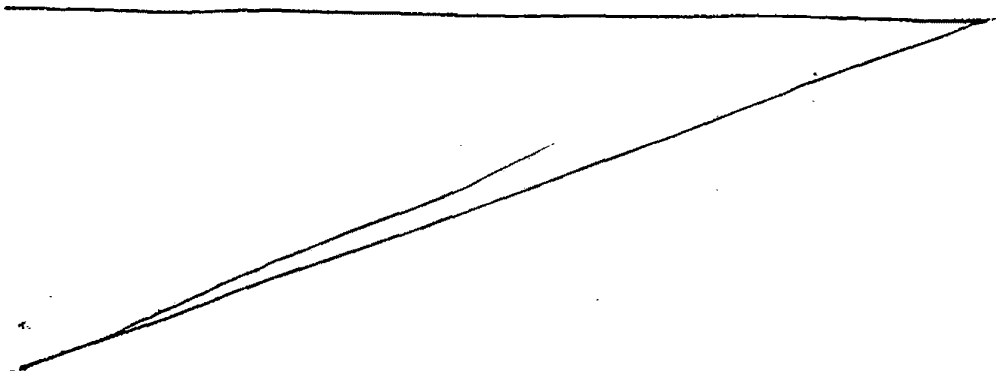


la carga térmica no reducirá el ángulo de inclinación lateral por debajo de $9-1/2^\circ$, evitándose de este modo la adherencia de la barra moldeada en el molde.

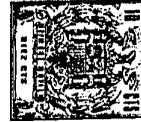
5 No obstante, es evidente que a pesar de haber aumentando el ángulo de inclinación lateral α del molde 30, es espesor de pared de molde 30 se ha aumentado correspondientemente para poder absorber dicho ángulo de inclinación lateral

10 Por consiguiente, el régimen de transferencia térmica de salida del molde y, por lo tanto, el régimen de producción de la rueda de moldear se reducirán. Se ha determinado que a pesar de que el ángulo de inclinación lateral de 12° es óptimo, se puede tolerar ángulos de inclinación lateral que alcancen hasta $14-1/2^\circ$ sin una reducción indebida en el régimen de transferencia térmica.

15 Refiriendonos ahora a la figura 3, se ilustra un molde 40 que representa otra modalidad del invento. El molde 40 comprende un canal de moldeo 41 que tiene un suelo 42 y paredes laterales "interrumpidas" con secciones dispuestas angularmente 43, 44 y 45. 46, respectivamente. Mientras
20 que las secciones inferiores de las paredes laterales 44 y 46 definen un ángulo de inclinación lateral normal α de $9-1/2^\circ$, las secciones superiores de la pared 43 y 45 definen un ángulo de inclinación lateral α , de $14-1/2^\circ$. De esta manera, se facilita la extracción de la barra moldeada mientras
25 que no se reduce el régimen de transferencia térmica y, por lo



419378



-15-

tanto el régimen de producción.

5 Se comprenderá que, a pesar de que el ángulo de inclinación lateral α del molde 30 y el ángulo de inclinación lateral α , del molde 40 se han descrito específicamente en la presente memoria como de 12° y $14-1/2^\circ$, respectivamente, se comprenderá que los límites de uno u otro ángulo pueden variar aproximadamente de $11\frac{1}{2}^\circ$ a unos $14-1/2^\circ$ dentro del alcance de este invento.

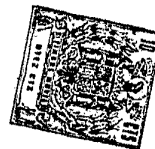
10 Por lo tanto, es evidente que, según este invento, se proporciona una rueda de moldear perfeccionada para utilizarse en una operación de moldeo continuo que se caracteriza porque se forma un ángulo de inclinación lateral del orden de $11\frac{1}{2}^\circ$ a $14-1/2^\circ$ que facilita la extracción de la barra moldeada del molde, reduciéndose de este modo
15 los esfuerzos y tensiones y aumentándose la vida útil de la rueda de moldear.

A pesar de que el invento se ha ilustrado específicamente y descrito en la presente memoria con relación a sus modalidades de preferencia, se comprenderá que
20 se pueden efectuar modificaciones menores sin desviarse del espíritu del invento.

N O T A .-

25 Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas, son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental; también se hace constar que el invento corresponde a una solicitud de Patente presentada en Norteamérica N° 295.360, de fecha de 5 de octubre de 1972, acogiéndose por lo tanto a los beneficios que conceden los
30

Rg



Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España, sobre: "Perfeccionamientos en ruedas de moldear para máquinas de moldeo continuo de metales"; caracterizándose por lo siguiente:

5

1º.- Perfeccionamientos en ruedas de moldear para máquinas de moldeo continuo de metales, cuya rueda dispone de un canal de moldeo abierto formado en su periferia, cuyo canal de moldeo está definido por dos paredes laterales y un suelo que se extiende entre las mismas y porque cada una de las paredes laterales subtiende un ángulo de inclinación lateral con el eje radial de la rueda, caracterizados porque se dispone el ángulo de inclinación lateral dentro de los límites de aproximadamente 11-1/2º a aproximadamente 14-1/2º,

10

15

2º.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1º, caracterizados porque el ángulo de inclinación lateral es de unos 12º.

20

3º.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1º, caracterizados porque cada una de las paredes laterales comprende una sección superior y una sección inferior y porque cada una de las secciones subtiende un ángulo de inclinación lateral diferente con el eje radial de la rueda.

25

4º.- Perfeccionamientos según la reivindicación 3º, caracterizados porque el ángulo de inclinación lateral subtendido por la sección superior es mayor que el ángulo de inclinación lateral subtendido por la sección inferior.

Res

30

5º.- Perfeccionamientos según la reivindicación 4º, caracterizados porque la sección inferior subtiende,

419378



-17-

un ángulo de inclinación lateral de aproximadamente $9-1/2^\circ$ y la sección superior subtiende un ángulo de inclinación lateral de aproximadamente $11-1/2^\circ$ a unos $14-1/2^\circ$.

5 6°.- Perfeccionamientos según la reivindicación 5ª, caracterizados porque el ángulo de inclinación lateral subtendido por la sección superior es de aproximadamente $14-1/2^\circ$.

10 7°.- Perfeccionamientos en ruedas de moldear para máquinas de moldeo continuo de metales; tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria e ilustrado en los dibujos adjuntos.

Esta Memoria consta de 17 hojas escritas a máquina por una sola cara.

- 5 OCT. 1973

Madrid,

SOUTHWIRE COMPANY.

L. GOMEZ ACEBO Y MOJER
Firmada L. Góme Acebo

Rey

419378

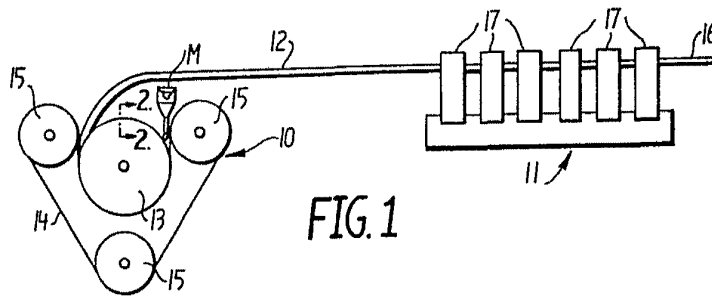
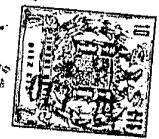


FIG. 1

ESCALA VARIABLE

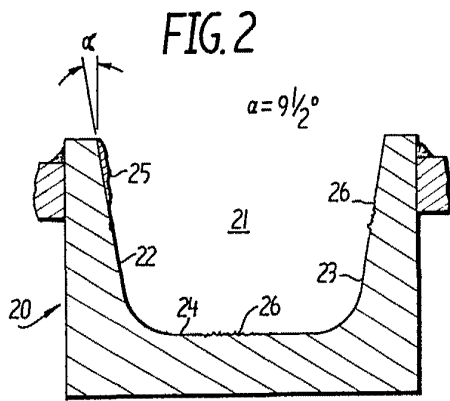


FIG. 2

$\alpha = 9\frac{1}{2}^\circ$

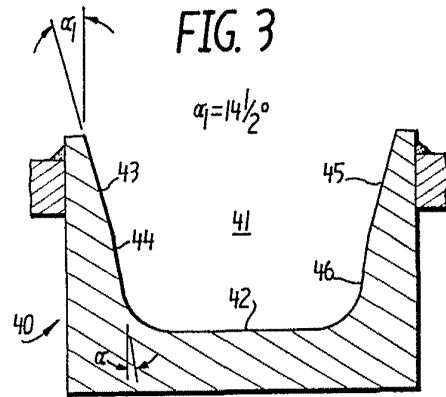


FIG. 3

$\alpha = 14\frac{1}{2}^\circ$

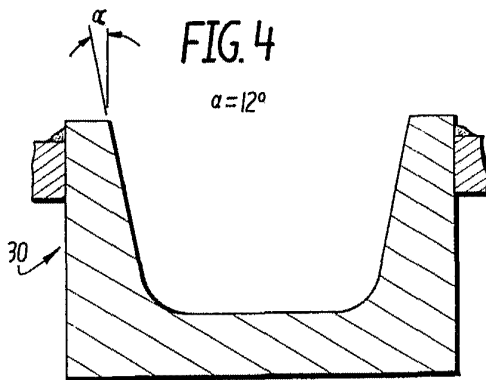


FIG. 4

$\alpha = 12^\circ$

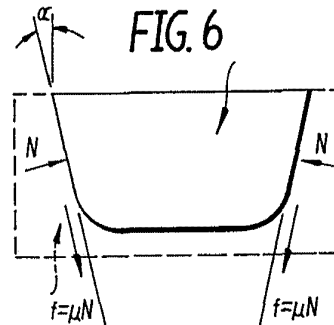


FIG. 6

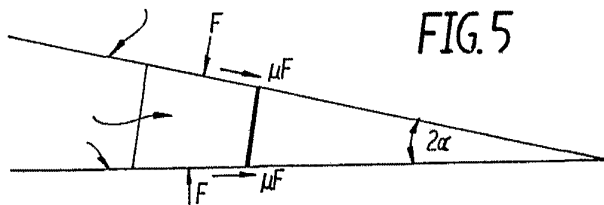


FIG. 5

J. GOMEZ ACEBO Y CIA. S.A.
Ingenieros y Arquitectos

[Handwritten signature]