



ESPAÑA

19 ES	21	NUMERO	14760	10 A1
	22	FECHA DE PRESENTACION	14-12-78	

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

PATENTE DE INVENCION

20 PRIORIDADES: 31 NUMERO	32 FECHA	33 PAIS
860.475	14 de diciembre de 1977	EE.UU. de A.
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	C21C	
64 TITULO DE LA INVENCION		
PROCEDIMIENTO PARA LA COLADA CONTINUA DE ACERO.		
71 SOLICITANTE (ES)		
SOUTHWIRE COMPANY.		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
126 Fertilla Street, Carrollton, Georgia 30117, EE.UU. de A.		
72 INVENTOR (ES)		
George Charles WARD. Thomas Noell WILSON. Uday Kumar SINHA.		
73 TITULAR (ES)		
74 REPRESENTANTE		
D.JOSE MIGUEL GOMEZ-ACEBO Y POMBO.		

Esta invención se refiere a la colada continua de acero y de un modo más particular se refiere a un procedimiento y aparato para la producción de longitudes continuas de barras de acero que tienen calidades mejoradas.

5 En los procedimientos usuales para la colada continua de metales como el acero, el metal fundido se vierte en un molde vertical abierto por los extremos. El molde enfría la periferia del metal y solidifica una capa o corteza en la pared del molde para definir un tocho que se extrae continuamente del fondo del molde mientras que el metal fundido se vierte continuamente en la parte superior del molde. La velocidad de extracción del metal colado del molde se ajusta para igualar el volumen de metal fundido vertido en el molde. Después de salir del molde, el tocho caliente se enfría, por ejemplo, mediante chorros de agua dirigidos sobre el tocho semisólido para formar un tocho totalmente solidificado. La refrigeración aplicada al tocho después de salir del molde se conoce en la industria como refrigeración secundaria y es suficiente para completar la solidificación del tocho antes de cualquier elaboración ulterior.

15 En la mayoría de las instalaciones de colada continua, el eje del molde es vertical y el tocho sale del mismo descendiendo verticalmente. Después que el tocho se ha solidificado completamente, se cortan trozos de la longitud deseada del tocho en movimiento. Como es necesario que el tocho continuo esté solidificado completamente antes del corte, las velocidades de colada han estado limitadas por consideraciones de altura verti-

cal. O sea, ha sido necesario limitar las velocidades de colada para permitir que se produzca una solidificación completa dentro de dimensiones verticales razonables entre el molde y la sección de corte. De otro modo, los costes de construcción de la planta se vuelven excesivos.

En la colada de acero, estos problemas suponen una preocupación particular debido a la elevada temperatura del acero fundido y al largo tiempo requerido para que se solidifique completamente el tocho continuo. Por ejemplo, en instalaciones normales para la colada continua de acero, no es infrecuente una distancia de 21 metros entre el molde y la sección de corte, y aun esta distancia impone una restricción de la velocidad de colada a menos que la que es teóricamente posible.

Para reducir las exigencias de altura vertical, se ha propuesto moldear el tocho continuo en un molde colocado verticalmente, enfriar entonces el tocho emergente en una zona de refrigeración secundaria situada verticalmente en la cual la pieza de colada está sostenida por rodillos. El tocho continuo se incurva entonces hacia la horizontal por pares de rodillos de presión. En dichas instalaciones, el tocho continuo se incurva en un arco de aproximadamente 90° , por lo que el tocho continuo incurvado pasa a ser tangente a la horizontal. En el punto de tangencia, el tocho continuo se vuelve a incurvar y se en-

dereza por medio de pares de rodillos de presión y se transporta entonces horizontalmente hasta una sección de corte. Esto permite una cierta reducción de la altura de la máquina, pero no ha ofrecido una solución satisfactoria del problema porque se precisa un arco de inflexión de radio relativamente largo. Aún con un gran radio, surgen todavía dificultades en la inflexión y reinflexión de la pieza de colada solidificada sin que se produzcan resquebrajamientos y sin que se deteriore la pieza de otro modo.

10 Se ha conseguido una reducción adicional de altura y la longitud general de las máquinas de colada haciendo curvada la cavidad del molde de modo que el tocho continuo surja del molde en estado curvado conformándose al trayecto curvado. No obstante, los moldes con cavidades curvadas no han resultado completamente satisfactorias. Las cavidades de los moldes suelen estar provistas de revestimientos interiores de cobre debido a sus buenas propiedades de conducción del calor. Los revestimientos interiores de cobre del molde curvado suponen 15 costes más elevados de fabricación y mantenimiento que los revestimientos interiores rectos de cobre para cavidades de moldes rectos. Además, una alineación apropiada de un molde con una cavidad curvada es más difícil que alinear apropiadamente un molde con una cavidad recta. No obstante, el tocho continuo que sale en estado recto de una ca- 20 25

5 vidad de molde recto se debe incurvar en el trayecto curvado y esta operación de incurvación exige un espacio vertical adicional si se compara con la exigencia del espacio vertical de las máquinas que tienen cavidades de molde curvadas. De este modo, en máquinas de coladas conocidas los beneficios de conducir el tocho continuo a lo largo de un trayecto curvado desde el molde garantizan la continuación del uso de los trayectos curvados, pero estos beneficios se han reducido por los problemas descritos anteriormente de los moldes.

10 Además de los esfuerzos realizados para reducir el espacio vertical exigido para la colada continua, ha habido un esfuerzo continuo para aumentar la velocidad de colada. Se sabe que el movimiento relativo continuo entre la pieza de colada y el molde impide la transferencia de calor desde la pieza de colada de solidificación hasta la pared del molde y, por lo tanto, limita la velocidad de colada. Hasta la fecha el aumento más notable se ha conseguido haciendo oscilar el molde a lo largo de un trayecto corto en la dirección de la colada, según describe Junghans en la patente EE.UU. nº 2.135.183. Para la colada de acero, una magnitud normal de oscilación del molde es aproximadamente de 1/10 a 1/30 de la longitud del molde, 1,59 mm a 50,80 mm, por ejemplo. En las construcciones conocidas, los moldes que tienen cavidades de molde curvadas oscilan en un arco correspondiente a la

15

20

25

curvatura del trayecto a lo largo del cual se conduce el
tocho continuo desde el molde. No obstante, si se uti-
liza una cavidad recta, para evitar la dificultad men-
cionada de los conductos de molde curvados, el tocho
5 continuo se debe conducir desde el molde en línea verti-
cal recta en una distancia suficiente para evitar el ro-
zamiento del borde inferior del molde contra la parte de
la pieza de colada en el interior de su trayecto arquea-
do. No obstante, esto implica aumentar el espacio
10 vertical requerido. Además, las pruebas han demostrado
que a mayores velocidades de colada, un tocho continuo
moldeado en una cavidad de molde recta e incurvado des-
pués para que siga un trayecto curvado desde el molde,
tiende a desarrollar defectos internos y resquebrajamien-
15 tos superficiales.

Un problema mucho más grave, común a las cavi-
dades de molde rectas y curvadas, es aquel que surge como
consecuencia directa de aumentar la velocidad de la cola-
da, o sea, el problema de obtener características superfi-
20 ciales satisfactorias.

Una característica de las coladas producidas
por un molde oscilante es la presencia de marcas de
oscilación o anillos que se extienden alrededor de
la pieza de colada en su superficie. Debido a la fric-
25 ción entre la barra moldeada en avance y la super-
ficie del molde oscilante, se inducen tensiones axial-

les sobre la delgada capa de metal en solidificación. Estas tensiones alternas pueden producir resquebrajamientos superficiales u otros efectos a intervalos a lo largo de la longitud de la pieza de colada normalmente en forma de anillos alrededor de toda la circunferencia del tocho continuo, Estos anillos se separan a distancias iguales al avance total del tocho entre carreras sucesivas del molde. O sea, si el avance total de la pieza de colada es de 50,8 mm entre el comienzo de una carrera de retroceso del molde y el comienzo de la carrera de retroceso sucesiva se verá que los anillos quedan separados a intervalos de 50,8 mm. Además, la anchura de los anillos, v.g., la distancia en sentido longitudinal de la pieza de colada en la que se pueden observar estos defectos, varía dependiendo de las condiciones de la operación de colada. Con extremo cuidado y operando a una velocidad lenta de colada, se pueden reducir al mínimo los efectos pero, en general, la anchura de los anillos estará relacionada con el tiempo de la carrera de retroceso del molde. O sea, si la carrera de retroceso consume la cuarta parte del tiempo de un ciclo completo, se formarán anillos que cubrirán por lo menos una cuarta parte de la superficie de la cavidad.

Estos anillos se caracterizan por una superfi-

5 cie exterior irregular de la barra de colada frecuentemente con resquebrajamientos superficiales y frecuentemente con evidencia de "sangría" v.g., la fuga de metal fundido a través de una lesión en la corteza primeramente modificada de la pieza de colada, con una ulterior solidificación del metal fugado. La estructura cristalina del metal que queda inmediatamente bajo los anillos es también irregular y se presenta perturbada.

10 Cuando se trata de metales no ferreos, estos efectos son indeseables pero no demasiados graves. En muchos casos, a pesar de las imperfecciones superficiales, las piezas de colada se han podido laminar, extruir o elaborar de otro modo sin dificultades. En otros casos, una ligera remoción u otra operación de acondicionamiento superficial ha sido suficiente para eliminar todas las imperfecciones superficiales dignas de objeción. No obstante, cuando se trata de acero, dichas imperfecciones superficiales no se pueden tolerar y no resulta económicamente factible eliminar las imperfecciones por remoción mecánica. No obstante, la economía de la colada continua de acero exige una velocidad de colada mucho mayor que la acostumbrada o conveniente en la colada de metales no ferreos, y se ha podido averiguar que al aumentar la velocidad de la colada aumentan también notablemente las dificultades. Por lo tanto, en la colada de metales no ferreos

15

20

25

una velocidad de colada de 762 mm a 1778 mm/minuto suele ser adecuada y, a estas velocidades, las imperfecciones superficiales son tolerables en los metales no ferreos. En la colada de acero, por otro lado, las velocidades de colada que alcanzan hasta 5080 mm por minuto se han conseguido ya satisfactoriamente con el procedimiento de Junghans pero este éxito está atemperado por el hecho de que a estas velocidades las imperfecciones superficiales dentro de las áreas de los anillos suelen ser extraordinariamente malas. Entre anillos sucesivos las superficies suelen ser buenas y la estructura cristalina interior aceptable.

Por lo tanto, desde el punto de vista teórico, la forma ideal de molde para una colada continua sería una forma curvada de longitud muy prolongada, pero como desde un punto de vista práctico esta longitud no puede existir, se han utilizado otros dispositivos.

Así, se ha propuesto para el acero utilizar soportes sin fin, como tambores giratorios, ruedas y similares, o bandas en movimiento sin fin o cadenas sin fin de secciones de molde que se unen entre sí para formar un molde al principio del proceso de solidificación y se separan al final para soltar el metal solidificado. Como las superficies de dichos soportes móviles pueden permanecer estacionarias con respecto al metal durante el proce-

so de solidificación, se obtienen condiciones favorables para la solidificación de metal con una buena estructura cristalina y buenas características superficiales. Pero a pesar de que dichos métodos ofrecen algunas ventajas teóricas, la experiencia real con los mismos ha sido descorazonadora. Las dificultades de construcción y funcionamiento han presentado tantos obstáculos a una operación práctica con éxito que dichos métodos han tenido muy poca o ninguna aceptación en una operación comercial real.

Por lo tanto, en la colada continua de acero, se ha considerado, hasta el momento presente, el empleo de moldes oscilantes con cavidades curvadas como el dispositivo más satisfactorio para reducir la altura del aparato y aumentar la velocidad de la colada, a pesar de los problemas que presentan los revestimientos interiores de moldes curvados oscilantes, descritos anteriormente.

Se han utilizado con anterioridad moldes horizontales para la colada continua de aluminio y algunos otros metales no ferreos en máquinas en las cuales el metal fundido se introduce en un molde horizontal a través de una boca de descarga o canal de alimentación refractario que se extiende a través de la pared extrema del molde. Cuando se moldea aluminio, la boca de alimentación no se humedece por el aluminio fundido y permanece

ce limpia según se realiza la colada. No obstante, cuando la colada es de acero y, en particular, cuando se desea utilizar un molde oscilante, este tipo de molde horizontal con boca de alimentación refractaria no se puede emplear. Se ha averiguado que el acero humedece la boca de descarga y se solidifica alrededor de la misma. El acero solidificado tiende a acumularse formando un tubo falso que abarca la longitud del molde y da por resultado finalmente la interrupción del metal fundido en el extremo de salida del molde.

Además, se sabe que la posición y dirección de la corriente entrante de metal fundido afecta notablemente al proceso de solidificación y, por lo tanto, al producto resultante.

Un molde de colada horizontal, exige normalmente una corriente entrante horizontal de metal fundido que roza contra el metal que ya se ha comenzado a solidificar sobre la pared del molde. Esto hace que el metal en solidificación se vuelva a fundir, dando por resultado frecuentemente la sangría de metal fundido al exterior de la pieza de colada. Si la velocidad del metal entrante es elevada o es una velocidad que produce turbulencia en el depósito de metal fundido, pueden quedar ocluidas burbujas de gas y partículas de óxido, escoria, o suciedad flotante sobre la superficie del metal fundido, produciendo

poros e inclusiones en la colada, que a veces da por resultado una gran porosidad o "rechupe" en la colada. Como mínimo, una barra solidificada horizontalmente presenta variaciones internas a través de su sección debido a los efectos de la gravedad. Por ejemplo, los gases y partículas ligeras ocluidos tienden a flotar hacia el lado superior de la barra. De este modo, el centro de la barra puede ser sólido pero una zona de porosidad o de inclusiones queda situada cerca de un lado de la barra. Esta distribución de defectos descentrada suele ser más grave que los defectos centrales porque produce variaciones imprevisibles en la elaboración ulterior, v.g., laminación en caliente para formar barra o varilla. Por consiguiente, es conveniente que el depósito de metal fundido esté abierto o al descubierto en la parte superior para que los gases y otras impurezas ocluidos no puedan quedar atrapados en la barra en solidificación o que por lo menos queden confinados en el centro donde son menos perjudiciales.

20 Cuando una colada continúa de sección transversal rectangular se solidifica inicialmente en el interior de un molde horizontal normal, las superficies superior e inferior, normalmente mayores, quedan necesariamente expuestas a un enfriamiento más rápido. Los efectos de contracción resultantes hacen que estas superficies, espe

25

cialmente la superior, se separen de las paredes del molde antes de alejarse demasiado del depósito fundido, reduciendo por lo tanto el enfriamiento inicialmente rápido. Como los diversos lados y superficies no se contraen todos uniformemente, las velocidades de enfriamiento y, por lo tanto, temperaturas, tensiones y espesor de la corteza congelada difieren de una superficie a otra. Estos inconvenientes son más pronunciados a mayores velocidades de colada y según avanza la pieza de colada a través del molde, aparecen zonas brillantes y oscuras sobre el tocho según sale del molde. Las zonas brillantes indican frecuentemente lugares de temperatura elevada donde se puede producir una nueva fusión de la corteza congelada. La nueva fusión tiene lugar debido a la transferencia de calor desde el interior de la barra todavía caliente. En estos puntos de debilitación, las tensiones en la corteza congelada producen resquebrajamientos o fisuras que puedan dar lugar a rebabas por rotura u otros defectos superficiales.

Además, las tensiones desiguales tienen otra consecuencia indeseable que es la de producir un tipo de deformación geométrica de la barra conocido como deformación rómbica, que es causa de grandes molestias en la ulterior elaboración de la pieza de colada.

Por lo tanto, un objeto principal de la inven-

ción es proporcionar un procedimiento y aparato perfeccionados para la colada continua de acero.

Otro objeto de la invención es proporcionar una barra de acero de colada continua de novedad que
5 tiene una calidad superficial mejorada si se compara con las barras de acero de colada continua anteriores.

De un modo más particular, esta invención tiene por objeto proporcionar un método más rápido para la colada continua de una barra de acero que es idónea
10 para la laminación directamente en productos forjados.

Ahora, para poner en práctica estos y otros objetos adicionales de la invención, que resultarán más evidentes en el curso de la misma, los aspectos del método de este perfeccionamiento se manifiestan por la colada de acero en un molde formado por un canal periférico en una rueda de colada en rotación y una banda que
15 cierra una longitud del canal. Según la práctica dominante, el molde se hace preferiblemente de un metal con una elevada conductividad térmica, por ejemplo aleación
20 de cobre, y el molde se enfría rociando directamente refrigerante sobre el molde o por circulación del refrigerante, por ejemplo agua fría, a través del mismo.

El canal del molde puede tener diversas formas, según se desee, en sección transversal, por ejemplo semi-

25

5 circular, o aproximadamente rectangular. No obstante, se ha averiguado que es conveniente utilizar una forma de sección transversal trapezoidal que tenga pequeños ángulos de desahogo (7 a 14°) en los lados y que tenga una relación de anchura a profundidad de 1,5 a 1 ó más.

10 En la colada, el acero fundido se vierte en el molde y se enfria uniformemente por eliminación del calor a través de las paredes del molde para formar una delgada capa o costra periférica de metal solidificado rodeando al metal fundido en el interior. El régimen de eliminación de calor, se controla con relación a la velocidad de la colada por regulación del régimen de circulación del refrigerante del molde, o de otro modo, de manera que la temperatura de la superficie exterior de la costra periférica de metal solidificado, según sale del molde, no exceda de 15 aproximadamente 1371°C pero que no sea inferior a 1093°C.

20 El tocho continuo emergente, se conduce entonces a lo largo de un conducto de sustentación hasta una zona de enfriamiento practicamente horizontal, para el enfriamiento final.

25 El conducto de sustentación puede estar formado por una serie de elementos que tienen superficies que se adaptan al tocho continuo y le sostienen. Los elementos pueden tener medios para la circulación de refrigerante. Además, dichos elementos pueden tener medios para empujar

a la barra a lo largo de su trayecto hasta la siguiente sección del proceso. La barra colada sigue una trayectoria que aumenta progresivamente de radio hasta que se hace rectilínea.

5 Otra diferencia importante es que la invención proporciona el control del régimen de transferencia térmica en coordinación con el proceso de solidificación. Por ejemplo, como el metal fundido se introduce continuamente en una estructura de rueda fría, relativamente grande, la
10 rueda funciona como un receptor de calor y el régimen de transferencia térmica es muy elevado, produciendo un rápido enfriamiento, que forma una capa fría relativamente gruesa en el producto colado, mientras que después el régimen de transferencia térmica es más lento permitiendo un
15 desarrollo ordenado del frente de solidificación.

 La longitud continua resultante de la barra de colada tiene una calidad superficial e interior mucho mejor que las barras de acero moldeadas por métodos de la tecnología anterior. Por ejemplo, la superficie está
20 exenta de fisuras, hojas o rebabas asociadas normalmente con las marcas de las oscilaciones. Además, debido al proceso de moldeo único en su género y al rápido ritmo de moldeo, la barra, según sale de la colada, tiene una capa de óxido más delgada sobre la superficie que las barras de la
25 tecnología anterior.

La invención se explica a continuación con más detalle, tomando como referencia los dibujos adjuntos, en los que:

5 La figura 1 es un diagrama esquemático que ilustra un ejemplo de aparato apropiado para la práctica de la invención, cuyo aparato comprende una máquina de colada que tiene una rueda de colada rotatoria, cuya rueda contiene un canal periférico y una banda metálica sin fin que cierra una longitud del canal.

10 Las figuras 2-11 son histogramas de las propiedades del nuevo producto de acero colado y de las propiedades de otro producto de acero colado por un proceso de la técnica anterior.

15 Si bien estas figuras y la descripción detallada que sigue describen una modalidad específica de la invención, se comprenderá que la presente invención no queda limitada a los detalles exactos descritos, puesto que se pueden incorporar en otras formas equivalentes sin desviarse del concepto de la invención.

20 Refiriéndonos ahora con más detalle al dibujo, en el cual los números iguales de referencia ilustran piezas semejantes en todas las diversas vistas, la figura 1 ilustra una rueda de colada 10 que tiene un radio de 1,2 m y un canal en su periferia y una banda flexible sinfin 11
25 situada contra una parte de su periferia por tres ruedas de

sustentación de la banda 12, 13 y 14. La rueda de sustentación 12 de la banda se situa cerca del punto sobre la rueda de colada 10, donde el acero fundido se descarga por una cuchara o artesa 16 en un molde M formado por la
5 banda 11 y un canal periférico G alrededor de la rueda de colada 10. La ruedad de sustentación 14 de la banda se situa en posición adyacente al punto sobre la rueda de colada 10 en el cual el metal parcialmente solidificado se descarga de la rueda de colada 10.

10 Las superficies exteriores de la rueda de colada y banda se enfrían continuamente por el fluido refrigerante, tal como por las pulverizaciones de fluido refrigerante de las toberas S1 en la porción más interior del canal periférico y de las toberas (no mostradas) que se extienden
15 desde los cabezales S2, S3 y S4 alrededor de la porción exterior del canal periférico. Cada tobera puede ajustarse individualmente para variar el volumen de fluido pulverizado desde las mismas, y los conductos que suministran fluido refrigerante a las toberas se controlan por válvulas regulables al objeto de iniciar y para el flujo de refrigerante
20 y para variar el volumen de flujo refrigerante.

Más allá y por encima de la rueda de sustentación 14 de la banda se situa una sección de doblado extendida 18 que sirve como medio de enderezamiento de la barra de acero
25 moldeada extraída de la rueda de colada 10. La sección

de doblado 18 comprende una pluralidad de rodillos de sustentación 19 sostenidos por un bastidor (no mostrado). Por encima y adyacente a la rueda de sustentación 14 de la banda, se sitúa un cabezal de post-enfriamiento 21 que aplica un flujo directo de fluido refrigerante a la barra colada que sale del molde arqueado.

Los rodillos de sustentación 19 pueden ser accionados o no accionados; sin embargo, debe decirse que en la mayoría de las circunstancias algunos de los rodillos de sustentación serán accionados para facilitar el enderezamiento de la barra colada. También pueden situarse rodillos guía laterales (no mostrados) sobre los lados opuestos de la trayectoria P para mantener la barra en su trayectoria.

En el funcionamiento del sistema, el acero fundido es vertido desde la artesa 16 a través de su boca de proyección descendente 16a al canal periférico G de la rueda de colada 10. El extremo de salida de la boca 16a está situado tan estrechamente adyacente al comienzo del molde arqueado como sea posible, para permitir que el acero fundido fluya directamente desde la salida de la tobera al depósito de acero fundido en el molde arqueado. El flujo del acero y la velocidad angular de la rueda de colada se regulan de manera que el acero que se encuentra en el molde arqueado se mueva desde la tobera 16a tan rápidamente como el acero fundido fluye a través de la tobera, al ob-

jeto de mantener la superficie del depósito de acero fundido a un nivel constante con la entrada del molde arqueado. En adición, el sistema de control de flujo para los conductos que dirigen fluido refrigerante a las toberas S1 y a los cabezales S2, S3 y S4 se regula igualmente al objeto de aplicar la cantidad deseada de refrigerante a la banda y rueda de colada, para controlar así la velocidad de enfriamiento del metal fundido a medida que se mueve alrededor del molde arqueado. El tamaño relativamente grande de la rueda de colada 10 hace que ésta última funcione como un receptor de calor ya que el calor suministrado por el metal fundido que fluye en primer lugar al molde arqueado, se dispersa en la rueda de colada relativamente grande y la superficie relativamente grande de la rueda de colada se enfria por el fluido refrigerante aplicado desde las toberas del sistema. Como resultado, en las superficies de la rueda de colada y banda tiene lugar una gran cantidad de rápido enfriamiento y solidificación del metal fundido y la extracción continua del calor de la barra parcialmente colada por la rueda de colada, banda y fluido refrigerante continua causando la solidificación del metal fundido ya que se cree que es una solidificación progresiva y uniforme desde la superficie de la barra de colada hacia el centro de la misma.

La banda 11 se mueve en contacto con el canal anular G de la rueda de colada 10 a medida que se separa del

rodillo guía 12, de manera que la banda entra en contacto con la rueda de colada 10 en la porción superior de la rueda de colada y se mueve entonces en una dirección descendente alrededor de la porción inferior de la rueda de colada, y a continuación en una dirección ascendente hasta que alcanza a la rueda de guía 15, tras lo cual es guiada separándose de la rueda de colada. El molde M formado por el canal periférico G y la banda 11 es un molde arqueado alargado que se mueve continuamente con la rotación de la rueda de colada 10, y la barra de colada B formada en el molde arqueado M toma la forma arqueada del molde hasta que se extrae del mismo. El radio de la barra B debe aumentarse con el fin de extraer la barra del molde arqueado y la barra se endereza progresivamente con un radio en progresivo aumento a medida que la barra se mueve a través de la sección de doblado extendida 18 del conjunto. Los rodillos 19 guían la barra a través de su trayectoria de ausencia de doblado o de enderezamiento sobre la rueda de colada 10 y, preferiblemente, se accionan al menos un par de las ruedas de guía 19 para tirar de la barra B a lo largo de su longitud desde la rueda de colada 10. Las fuerzas de arrastre aplicadas a la barra así como el apalancamiento aplicado a la barra por los rodillos guía más inferiores 19 situados por debajo de la barra B, funcionan para soportar y enderezar la barra. Igualmente, el enderezamiento

continuo de la barra a medida que ésta se separa de la rueda de colada provoca una cantidad sustancial de tensión interna en la barra. La cantidad de tensión aplicada a la barra puede aumentarse o disminuirse disminuyendo o aumentando la temperatura de la barra a medida que ésta se mueve a través de la sección de doblado 18 del conjunto. Además, variando la cantidad de refrigerante aplicado por la tubuladura 21 adyacente a la salida de la barra desde la rueda de colada, la temperatura de la barra que pasa a través de la sección de doblado 18 puede variarse y controlarse al objeto de ajustar las tensiones internas de la barra B durante su transporte a través de la sección de doblado 18. A medida que la barra abandona primeramente la rueda de colada, la barra se dobla más radicalmente, progresando entonces la barra adicionalmente en su trayectoria a través de la sección de doblado 18 en donde es doblada de un modo menos radical. El cabezal 21 aplica fluido refrigerante a la barra en su salida del molde para asegurar que la barra solidifica completamente antes de que alcance el nivel del depósito de metal fundido en la tobera 16a. Esto asegura que el núcleo interno de metal fundido en la barra no creará una presión negativa y formará un vacío en la barra. Igualmente, el volumen de refrigerante aplicado por el cabezal 21 puede regularse para ajustar la temperatura de la barra sólida que se retira del molde, controlando con ello las tensiones

internas de la barra.

Debido a la longitud relativamente grande del molde de colado arqueado formado por la banda 11 y canal periférico G de la rueda de colada 10, esta última puede girarse a una velocidad angular relativamente alta consiguiéndose todavía la solidificación del metal fundido según se desee. En la modalidad particular descrita, el molde M es de forma trapezoidal aproximadamente con una pequeña dimensión situada en la porción interior del canal periférico y con una dimensión mayor situada en posición adyacente a la banda 11. La barra colada por la máquina de moldeo en el ejemplo descrito tiene un ancho de aproximadamente 66,67 mm que en su ancho mayor, de 52,7 mm de ancho en su ancho más pequeño y 47,5 mm de profundidad, con un radio de aproximadamente 6,35 mm que une el ancho más pequeño con los dos lados de la barra. Pueden desearse otras formas de la barra y como tal pueden configurarse otros productos colados.

La velocidad rotacional relativamente elevada de la rueda de colada hace que la barra B salga de la rueda de colada a una velocidad lineal relativamente alta, de modo que la barra avanza a una velocidad rápida hacia la siguiente sección de procesado, tal como un laminador. El rápido movimiento de la barra junto con el hecho de que la barra ha sido incluida en un molde relativamente largo, reduce la tendencia de la superficie de la barra a formar cascarilla

de óxido.

Se han llevado a cabo mediciones de las propiedades de una barra de acero colada que fue moldeada en una rueda de colada rotativa del tipo ilustrado en 10 en la figura 1. Las propiedades de esta barra de acero colada fueron comparadas con las propiedades de una barra colada fabricada a partir de una máquina de colada continua que incluía un molde arqueado oscilante. Las propiedades de la nueva barra de acero colada y de la barra de acero colada de la técnica anterior se comparan en las figuras 2 a 11. Estas figuras son histogramas de las propiedades de las dos barras coladas, estando indicada la barra colada de la técnica anterior en cada figura con las letras "PA".

Las figuras 2-8 son histogramas de la nueva barra de acero colada y de la barra de acero colada de la técnica anterior cuando se miden desde secciones transversales (largas) de cada barra. La figura 2 es una medida del espesor de capa enfriado de las dos barras, mostrando que la barra de la técnica anterior tiene un espesor de capa medio enfriado de aproximadamente 0,2 mm, mientras que la nueva barra colada tiene un espesor de capa medio enfriado de más de 1 mm.

La figura 3 indica que la barra de acero colada de la técnica anterior tiene un tamaño de grano medio equidimensional en la capa enfriada de aproximadamente 0,4 mm,

mientras que la nueva barra de acero colada tiene tamaños de grano de aproximadamente 0,35 mm.

5 La figura 4 indica que la barra de acero colada de la técnica anterior tiene una longitud media de grano columnar de aproximadamente 7,8 mm mientras que la nueva barra de acero tiene una longitud media de grano columnar de 3 mm.

10 La figura 5 indica que la barra de acero colada de la técnica anterior tiene un ancho medio de grano columnar de aproximadamente 1 mm, mientras que la nueva barra de acero colada tiene un ancho medio de grano columnar de aproximadamente 0,67 mm.

15 La figura 6 indica que la barra de acero colada de la técnica anterior tiene una longitud media dendrita de aproximadamente 3,8 mm mientras que la nueva barra de acero colada tiene una longitud media dendrítica de 2,3 mm.

20 La figura 7 indica que la barra colada de acero de la técnica anterior tiene un espaciamiento medio dendrítico de 0,1 mm mientras que la nueva barra de acero colada tiene un espaciamiento medio dendrítico de 0,18 mm.

La figura 8 ilustra que la barra de acero colada de la técnica anterior tiene una longitud media de brazo secundario de 0,05 mm mientras que la nueva barra de acero colada tiene una longitud media de brazo secundario de 0,12 mm.

25 La figura 9 es un histograma de una medición tomada

5 a partir de una sección longitudinal de dos barras coladas e indica que la barra de acero colada de la técnica anterior tiene un tamaño medio de grano equidimensional longitudinalmente de la barra de 1,08 mm mientras que la nueva barra de acero colada tiene un tamaño medio de grano equidimensional de 0,76 mm.

10 Las figuras 10 y 11 son histogramas de mediciones tomadas a lo largo de una sección transversal corta de las dos barras. La figura 10 ilustra que la barra de acero colada de la técnica anterior tiene una longitud de grano columnar de 3,8 mm mientras que la nueva barra de acero colada tiene una longitud media de grano columnar de 2,4 mm.

15 La figura 11 ilustra que la barra de acero colada de la técnica anterior tiene un ancho medio de grano columnar de 1,1 mm mientras que la nueva barra de acero colada tiene un ancho medio de grano columnar de 0,8 mm.

20 Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarse en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental.

REIVINDICACIONES

1.- Procedimiento para la colada continua de acero, para formar un material en barra de acero de calidad de forja con una calidad superficial suficiente para que la barra moldeada de aleación de acero se pueda laminar en caliente directamente en un producto de forja sin ninguna limpieza superficial intermedia, siendo el acero una aleación de acero que tiene un contenido en carbono de 0,08 a 0,80% en peso aproximadamente, tiene un tamaño medio de grano equidimensional de 0,8 mm cuando se observa en sección longitudinal y una longitud media de grano columnar inferior a 3,5 mm en sección transversal corta, caracterizado porque comprende las etapas de colar progresivamente acero fundido en un molde arqueado para formar una barra que tiene una forma arqueada a lo largo de su longitud; mover progresivamente la barra arqueada a lo largo de su longitud desde el molde; y enderezar progresivamente la barra a medida que se retira del molde.

2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la etapa de colar progresivamente el acero fundido para formar una barra comprende las etapas de formar un molde arqueado en movimiento por rotación de una rueda de colada con una ranura periférica sobre su eje central y mover una banda a lo largo de su longitud en contacto con la ranura periférica en una porción superior de la rueda de colada, mover la banda con la rueda de colada alrededor de la porción inferior

de la rueda de colada y extraer la banda de la rueda de colada, verter el acero fundido en el molde arqueado en la posición en donde la banda se mueve en contacto con la ranura periférica y enfriar la banda y rueda de colada con líquido; ajustandose
5 las etapas de rotación de la rueda de colada y de enfriamiento de la rueda de colada para solidificar la barra colada antes de separar la barra colada del molde.

3.- Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque el acero es colado para formar una barra
10 de sección transversal trapezoidal aproximadamente, con una forma arqueada a lo largo de su longitud con un radio de aproximadamente 1,2 metros en el molde arqueado.

4.- Procedimiento según las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende las etapas de:

15 a) colar metal fundido en un molde cerrado formado por una ranura periférica en una rueda de colada rotativa y una banda que cierra a la ranura en una porción de su longitud;

b) enfriar el molde para que el metal fundido comience a solidificar sobre las paredes del molde formando una piel
20 de metal sólido alrededor de un núcleo fundido,

c) extraer la barra colada al menos parcialmente solidificada desde la salida a la porción cerrada del molde, y

d) enfriar la barra colada por incidencia directa e indirecta de una pulverización de refrigeración sobre la misma.

25 5.- Procedimiento según la reivindicación 4, carac-

terizado porque el molde se proporciona con una aleación de acero fundido que tiene un contenido en carbono entre 0,08 y 0,80 % en peso aproximadamente; se cuela dicha aleación de acero fundido en el molde; se enfría el molde hasta que la aleación de acero se solidifica al menos parcialmente; y se retira la barra colada de acero del molde soporte a una temperatura de unos 1.093°C y a una velocidad superior a 609 cm por minuto.

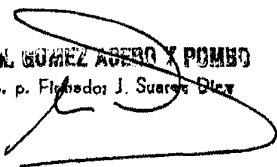
6.- Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado porque el metal fundido se cuela en un molde cerrado en continuo avance, formado por al menos una superficie sin fin en movimiento en combinación con otras superficies de cierre, para formar un molde cerrado; se enfría el molde para que el metal fundido comience a solidificar sobre las paredes del molde formando una piel de metal sólido alrededor de un núcleo fundido; se retira la barra colada al menos parcialmente solidificada desde la salida a la porción cerrada del molde; y se enfría la barra colada por incidencia directa e indirecta de una pulverización de refrigeración sobre la misma.

7.- Procedimiento para la colada continua de acero, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria, e ilustrado en los dibujos adjuntos.

Esta Memoria consta de 28 hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, - 4 FEB. 1979
SOUTHWIRE COMPANY.

J. M. GÓMEZ AGERO X POMBO
p. p. Fichero J. Suarez Diaz



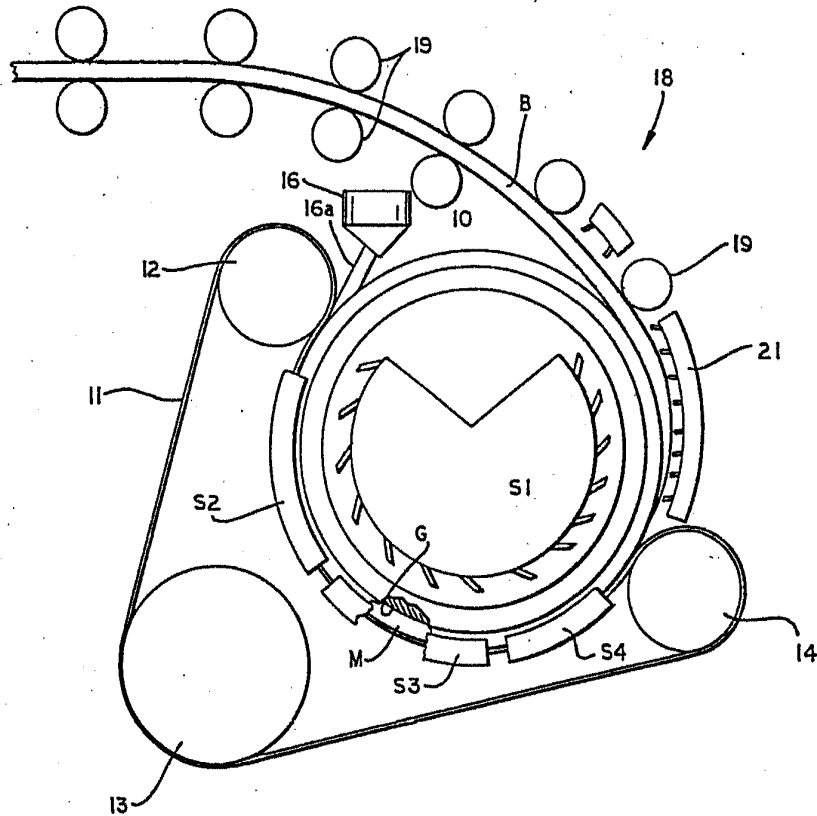


FIG.1

**ESCALA
VARIABLE**

19 ENE. 1975

J. M. GARCÍA CASTRO Y PARRA

p. d. letrado y abog. en d. n.º

de la Abog. de Madrid

de la Abog. de Madrid

de la Abog. de Madrid

de la Abog. de Madrid

de la Abog. de Madrid

de la Abog. de Madrid

de la Abog. de Madrid

de la Abog. de Madrid

de la Abog. de Madrid

de la Abog. de Madrid

de la Abog. de Madrid

de la Abog. de Madrid

de la Abog. de Madrid

de la Abog. de Madrid

de la Abog. de Madrid

de la Abog. de Madrid

de la Abog. de Madrid

de la Abog. de Madrid

de la Abog. de Madrid

de la Abog. de Madrid

de la Abog. de Madrid

de la Abog. de Madrid

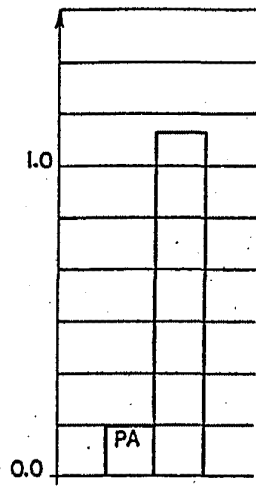


FIG. 2

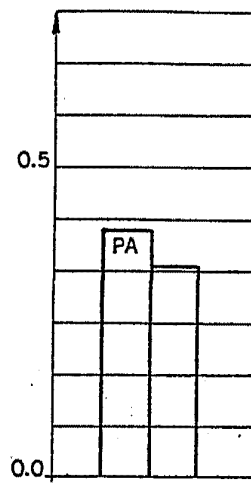


FIG. 3

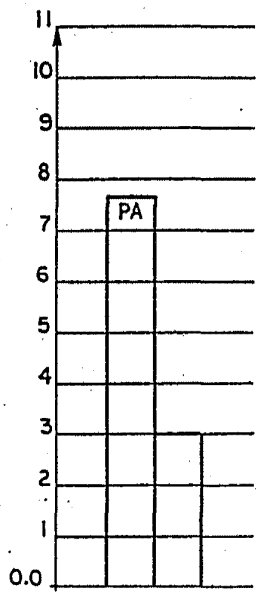


FIG. 4

**ESCALA
VARIABLE**

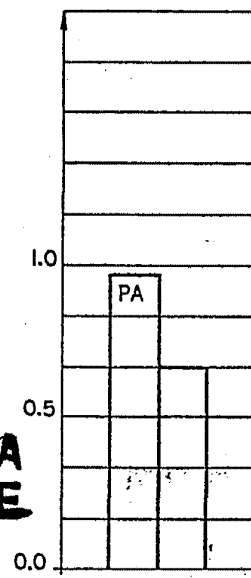


FIG. 5

L. M. BOMEZ ACEBO Y CIA
P. M. Firmador: *José Díaz*

1.0 ENE 1978

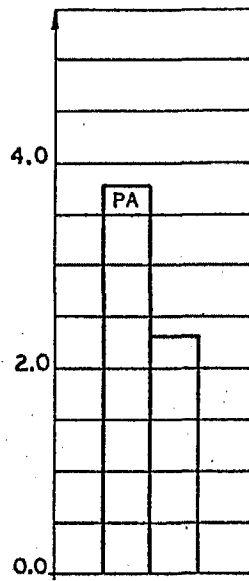


FIG. 6

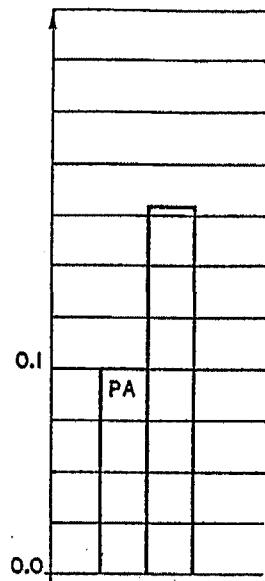


FIG. 7

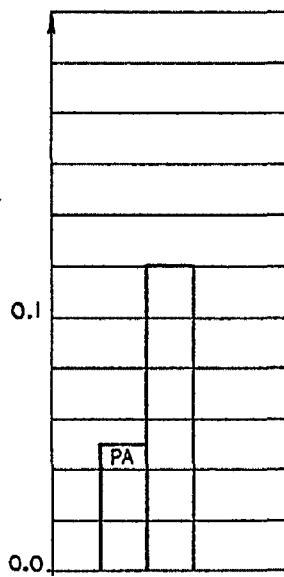


FIG. 8

ESCALA
VARIABLE
Madrid 19 ENE. 1979

A. M. GOMEZ ADEJO Y PARRA
A. G. PARRA J. SANCHEZ GIL

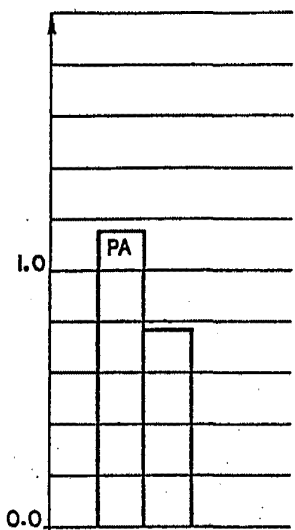


FIG. 9

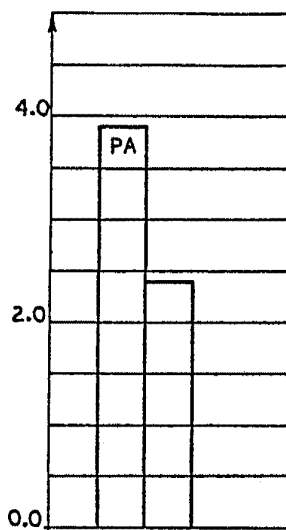


FIG. 10

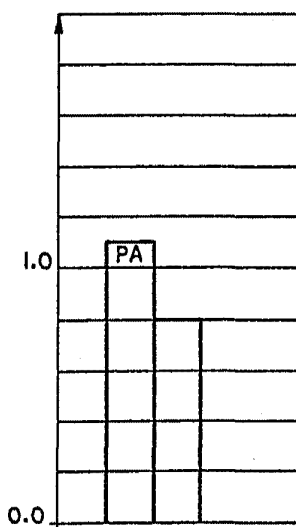


FIG. 11

**ESCALA
VARIABLE**

19 ENE 1979