

IV.

C. COLE, J.I. 2-5.

353835



P A T E N T E   D E   I N V E N C I Ó N

a favor de

WESTERN ELECTRIC COMPANY, INCORPORATED - de nacionali-  
dad norteamericana - con domicilio en 195 Broadway,  
NEW YORK (EE.UU.),

por :

"Método y aparato para medir y regular la temperatura  
de laminación en un laminador".

-----:ROR:-----

M e m o r i a   d e s c r i p t i v a

El presente invento se refiere a un método y un  
aparato para regular la temperatura de los laminadores,  
lo cual comprende ajustar el flujo de un refrigerante o



medio regulador de la temperatura, que desempeña esa misión.

Al laminar barras de metal, placas, etc., conviene particularmente que esa laminación se desarrolle a una temperatura sustancialmente constante, la más favorable para obtener las características físicas deseadas en el material laminado. Las temperaturas más altas tienden a ablandar el metal y producir barras o placas de resistencia demasiado baja a la tracción, mientras que las temperaturas más bajas tienden a producir barras o placas demasiado duras.

Es usual el empleo de pares termoelectricos en contacto con los cilindros del laminador, el metal o un refrigerante utilizado, a fin de medir la temperatura de laminación, y ajustar en consecuencia el flujo del refrigerante en respuesta a la temperatura medida, tambien es conocido el control de la temperatura fundado en mediciones obtenidas con un pirómetro de radiación. Pero los instrumentos de medición del tipo de contacto están sujetos a desgaste por fricción de contacto. La medición por contacto de la temperatura del refrigerante, en particular, suministra solamente una indicación indirecta e inexacta de la temperatura de los cilindros. Los instrumentos de medición del tipo de radiación están tambien sujetos a imprecisiones debidas a variaciones de emisividad provenientes de irregularidades de la superficie del metal que se está laminando.

Por consiguiente, es conveniente un método de medir temperaturas de laminación y ajustar el flujo de



un refrigerante o medio regulador de la temperatura de los cilindros del laminador, en respuesta a mediciones de la temperatura, que sea exacto y de confianza, sin fricción por contacto. Esta es la finalidad del invento.

5           Se ha comprobado que la potencia consumida por un laminador mientras se lamina un metal depende de la masa y las dimensiones de éste, de su composición, de la masa laminado por unidad de tiempo, y de la temperatura de laminación. Si la masa, las dimensiones, la velocidad de  
10 laminación y la composición del metal se mantienen constantes, la única variable que afecta al consumo de potencia es la temperatura de laminación. Si ésta descende, se necesitará más potencia del motor que acciona el laminador; y si aumenta, ello se reflejará en una disminución  
15 de la potencia requerida. El presente invento se refiere a un método y un aparato para ajustar la temperatura de los laminadores, lo cual comprende ajustar el flujo de un refrigerante o un medio regulador de la temperatura en respuesta a los cambios de la potencia utilizada para accionar el laminador.  
20

De conformidad con el invento, se suministra a los cilindros del laminador un refrigerante o medio regulador de la temperatura, cuya temperatura es controlada mediante aparatos cambiadores de calor en el depósito de alimentación del refrigerante. Para conseguir una laminación de  
25 material con buenas propiedades metalúrgicas y físicas, se ajusta el flujo del refrigerante para mantener la temperatura del material que se lleva a los cilindros del laminador. Este ajuste se efectúa midiendo las variaciones de



la potencia consumida para accionar los cilindros, y variando luego en sentido inverso los índices de flujo del refrigerante, a fin de obtener una barra laminada de las características deseadas.

5                   Con referencia al dibujo anexo, la única figura muestra un diagrama de bloques de un laminador, y un sistema de medición y ajuste de la temperatura de laminación, que ilustran un aparato y un método ajustados a los principios del invento. Un laminador -11-, accionado por un  
10 motor -12- de cualquier tipo, por ejemplo, trifásico trifilar, comprende varios bastidores -13-, -14- etc. para reducir el diámetro de una barra de cobre -16- fundida a la continua, que pasa a través de ellos. Aunque es corriente en la especialidad llamar "barra" al producto fundido antes de laminarlo, y "varilla" al laminado, aquí se  
15 emplea solamente la voz "barra" en ambos casos, para simplificar. Debe entenderse que los principios del invento se refieren a laminadores para metales y productos distintos de barras de cobre fundidas a la continua, por  
20 ejemplo, a placas de metal.

Un refrigerante o medio regulador de la temperatura -17-, que puede ser una solución de aceite soluble en agua, se suministra a un laminador desde un tanque o depósito -18-, mediante una bomba -19-, para ajustar la temperatura de los cilindros y la del metal sometido a laminación. Un par de calentadores -21-, -22-, que pueden ser elementos calefactores eléctricos de inmersión, y un par de refrigeradores -23-, -24-, que pueden ser serpentines  
25 cambiadores, de calor, se ven en el depósito -18-. Calen-



tadores y refrigeradores se emplean para regular la temperatura del refrigerante -17- contenido en el depósito. Un termostato -26- y un termoregulador eléctrico -27- ajustan el calor del refrigerante, y un par termoeléctrico -28-, un regulador electroneumático -29- y una válvula neumática -31- para ajustar el flujo, regulan el enfriamiento del refrigerante -17-.

El refrigerante o medio regulador de la temperatura -17- es suministrado por la bomba -19- a cada uno de los bastidores -13-, -14-, etc. del laminador, por mediación de un número igual de válvulas de distribución -33-, -34-, en paralelo e individualmente ajustables, asociadas cada una a un bastidor distinto. Estas válvulas pueden emplearse para regular la distribución de refrigerante entre los diversos bastidores. Una tubería -32- de descarga por gravedad sirve para devolver el refrigerante al depósito -18- desde el laminador -11-. Una válvula de control -36- y una válvula convencional -37- de interrupción, están conectadas a una tubería de alimentación -38- de refrigerante, entre la bomba y el laminador.

Para obtener del laminador -11- un producto uniforme, con un conjunto de características físicas conveniente, es necesario ajustar con precisión la temperatura de laminación. Un método exacto de medir y ajustar esta temperatura, que evita el uso de aparatos de contacto, como pares termoeléctricos, se emplea de acuerdo con los principios del invento.

Se ha comprobado que la potencia empleada para el funcionamiento de un tren de laminación es función de las



dimensiones, la masa, la velocidad de laminación y la composición del metal que se está laminando, y también de la temperatura de laminación. Manteniendo constantes la composición del metal, la velocidad de laminación, las dimensiones y la masa, como en la barra fundida a la continua, el consumo de potencia se convierte en función solamente de la temperatura de laminación, y es inversamente proporcional a ella.

Un sistema de ajuste -41-, conforme a los principios del invento, aprovecha la potencia empleada por el motor para accionar el laminador -11- como medida exacta de la temperatura de laminación. La salida del motor trifásico trifilar -12- se mide por medio de un transductor de vatios -42-.

El transductor -42- funciona de modo usual, basado en el efecto Hall, o sea en el principio de que, cuando un conductor lleva una corriente en ángulo recto con un campo magnético, se engendra una diferencia de carga mutuamente perpendicular al campo magnético y a la corriente. Esa diferencia es de magnitud proporcional a la corriente, al flujo magnético y al ángulo de fase entre ambos. Conectando la tensión de la línea del motor a través de una o más resistencias calibradoras, para obtener una entrada de corriente, y conectando la corriente de la línea a varias bobinas electromagnéticas, para producir una entrada de flujo magnético, la diferencia de carga se hace proporcional a la salida de potencia del motor, y sirve para medirla. Más información relativa al uso del efecto Hall para medir potencia se encontrará en "Westinghouse Des-



cription Bulletin 43-8407 de dic. 1962, y en "Westinghouse Application Data 43-840", de mayo de 1963; ambos se pueden obtener de la Westinghouse Electric Corp., Relay Instrument Division, Newark Plant, Newark/New Jersey.

5                    Dos cristales de Hall -43- y -44-, que constituyen los elementos principales del transductor -42-, se exponen en la figura, conectados en serie y en derivación con un elemento -46- que indica la potencia del laminador y ajusta la presión neumática. Estos cristales se componen de cualquier material semiconductor conocido de re-

10                    sistencia suficientemente baja para poder extraer una cantidad útil de potencia, y que sea relativamente insensible a las variaciones de temperatura. Un par de transformadores -47-, -48-, sensibles al potencial, están conectados a

15                    las líneas del motor, y suministran corriente a los cristales -43-, -44- a través de resistencias calibradoras -51--52-, respectivamente. La corriente pasa por los cristales en dirección perpendicular a la conexión en serie entre

ellos, que los acopla al elemento -46- indicador de potencia. Un par de bobinas -53-, -54- de captación de corriente son activadas por la corriente que circula por las

20                    líneas del motor, y suministran un flujo magnético perpendicular a los planos de los cristales de Hall -43-, -44-, respectivamente, a través de las bobinas -56- y -57- y de

25                    las bobinas -58- y -59-. Así una señal de tensión de salida, proporcional a la potencia utilizada por el motor -12- se introduce entre los terminales del elemento indicador -46-, que funciona como un voltímetro. Dado que la señal de tensión es función de la temperatura de laminación, el



elemento indicador -46- se puede calibrar en unidades de potencia del motor o de temperatura de laminación. Puede emplearse un termistor -61- para estabilizar las características de temperatura-resistencia del transductor de vatios -42-.

5

El elemento indicador -46- funciona también de modo usual, en respuesta a la señal de tensión de entrada, como un regulador electroneumático, para suministrar aire a presión a un servomotor neumático -39-. El elemento -46- regula la corriente de aire que llega al servomotor desde una alimentación de aire comprimido. El motor -39- sitúa selectivamente la válvula de control -36- para regular el flujo de refrigerante al laminador -11-. De este modo, una aplicación controlada de aire al motor -39- de la válvula, sensible a la temperatura de laminación medida por el transductor -42-, regula la posición de la válvula de control -36-, y regula el flujo de refrigerante, para mantener sustancialmente constante la temperatura de laminación o modular térmicamente el laminador.

10

15

20

Resumiendo brevemente, el método consiste en ajustar la temperatura de la barra de cobre para conseguir buenas características metalúrgicas de la barra laminada mediante el funcionamiento del referido sistema de medición y control de la temperatura. La primera fase requiere la operación de ajustar inicialmente el regulador del calentador eléctrico -27- y el regulador electroneumático -29-, para mantener el refrigerante -17- del depósito -18- a una temperatura adecuada (por ejemplo, a

25



72-74 20). El operador ajusta asimismo las válvulas -33-  
-34-, etc. de distribución del refrigerante, para mantener  
un reparto conveniente de éste entre los bastidores de lami-  
nación -13-, -14-, etc., a fin de regular las temperaturas  
5 en cada uno de ellos.

A continuación, la barra -16- se introduce en el  
laminador, y mientras se lamina, cualquier variación de la  
temperatura de laminación se refleja en un cambio de la po-  
tencia necesaria para el funcionamiento del laminador -11-  
10 El transductor -42- mide esto a su vez, a fin de reajustar  
la válvula -36-, la cual es reajustada por la acción del  
elemento -46-, a fin de variar el flujo de aire a presión  
que va al motor -39- para accionar dicha válvula de con-  
trol. La nueva posición de la válvula de control -36- al-  
15 tera el flujo de refrigerante o medio regulador de la  
temperatura al laminador -11-, con objeto de llevar la  
temperatura a un nivel adecuado o de modular térmicamente  
el laminador. Con este método, según se aprecia por el  
funcionamiento del sistema regulador ilustrado, se mantie-  
20 ne sustancialmente la temperatura de laminación al nivel  
que interesa.

Debe entenderse que el método y el aparato aquí  
descritos son simplemente ejemplos del invento. También  
se entenderá que, si bien el invento se propone la modu-  
25 lación térmica normal por enfriamiento, la modulación tér-  
mica por calentamiento puede convenir en ciertas situacio-  
nes, por ejemplo, cuando se lamina en frío. Por otra par-  
te, en la práctica del método se pueden aplicar aparatos y  
procedimientos distintos del sistema automático ilustrado.



Por ejemplo, es posible servirse de otros instrumentos de medición de potencia, como un vatímetro. Un operador puede ajustar a mano la posición de una válvula reguladora para variar el flujo de un refrigerante al laminador, de acuerdo con las lecturas de la potencia en un medidor como el -46-. En vez del sistema del ejemplo descrito, se pueden emplear otros sistemas de control y de circulación del medio regulador de la temperatura al laminador. Otras muchas modificaciones son posibles sin salirse del ámbito del invento.

N O T A  
=====

Se reivindica como objeto de esta patente :

1. - Método para medir y regular la temperatura de laminación en un laminador, y en general para mantener a una temperatura predeterminada un material en movimiento que es sometido a un trabajo en un aparato accionado por fuerza motriz, en el que un medio se hace circular sobre el material y partes del aparato están en contacto con dicho material a fin de regular su temperatura por modulación térmica, caracterizado por hacer variar la modulación térmica en respuesta a las variaciones de la potencia consumida por el aparato.

2. - Método según la reivindicación 1, caracterizado por hacer variar inversamente el flujo de un medio refrigerante suministrado al aparato, en respuesta a las variaciones del consumo de potencia.

3. - Método según las reivindicaciones 1 ó 2, ca-



racterizado por controlar la masa, las dimensiones, la velocidad de laminación, y la composición del material en elaboración, para mantener constantes sus valores.

5 4. - Método según una o varias de las reivindicaciones precedente 2 y 3, caracterizado por mantener la temperatura a un valor constante en un depósito desde el cual se hace circular el medio refrigerante sobre las partes del aparato y el material, para modularlo térmicamente.

10 5. - Aparato accionado por fuerza motriz para la práctica del método según una o varias de las reivindicaciones precedente 1 a 4, caracterizado porque comprende un laminador accionado por un motor y provisto de medios para hacer circular por el laminador un medio regulador de la temperatura, y medios que responden a la potencia que el  
15 motor consume para accionar el laminador, a fin de controlar el flujo del medio regulador de la temperatura suministrado por dichos medios de alimentación.

20 6. - Aparato según la reivindicación 5, caracterizado porque el laminador comprende además medios separados de él para refrigerar el medio regulador de la temperatura; medios separados del laminador para calentar dicho medio regulador de la temperatura, y un termostato para regular el funcionamiento de los medios de refrigeración y de los  
25 medios calefactores a fin de mantener constante la temperatura del medio regulador de la temperatura que se suministra al laminador.

7. - Aparato según las reivindicaciones 5 ó 6, caracterizado porque los medios para hacer circular por el laminador medio regulador de la temperatura, es un sistema



de recirculación de fluido a régimen variable.

8. - Aparato según una o varias de las reivindicaciones precedente 5 a 7, caracterizado porque los medios sensibles a las variaciones de consumo de la potencia comprenden medios generadores de señales de control que varían la magnitud de las señales de acuerdo con las variaciones del consumo de potencia y medios actuantes que responden a esas variaciones.

9. - Aparato según la reivindicación 8, caracterizado porque los medios generadores de las señales de control comprenden un cristal con terminales situados en extremos opuestos, para acoplar el cristal y aplicar la señal de control a los medios actuantes; medios que responden a la presencia de una diferencia de potencial entre un conductor que conecta el motor del laminador a una fuente de energía eléctrica para producir una corriente proporcional a la citada diferencia de potencial que circula a través del cristal en una dirección perpendicular a una línea definida por los terminales; y medios que responden a la presencia de una corriente de línea en el conductor, para producir un campo magnético proporcional a la corriente de línea a través del cristal, en una dirección perpendicular a un plano definido por el terminal y la dirección del flujo de la corriente que atraviesa el cristal.

9. - Método y aparato para medir y regular la temperatura de laminación en un laminador.

Esta memoria consta de doce páginas, escritas por una sola cara.

BARCELONA, 3 de mayo de 1968.  
P.A.