

299732



PATENTE DE INVENCION

---

Case No. M-53134

---

## *Memoria Descriptiva*

*sobre:*

" Procedimiento para obtener productos de  
acero endurecido."

-----

*Solicitante:* UNITED STATES STEEL CORPORATION, entidad norteamericana,  
residente en 525 William Penn Place, Pittsburgh 30,  
Estado de Pensilvania, EE.UU. de América.

-----

Este invento se refiere a mejoras en la  
fabricación de productos de acero endurecidos o templa-  
dos por tratamiento térmico y, más especialmente a la  
obtención de planchas planas y sin distorsión, especial-  
5. mente endurecidas o templadas por tratamiento térmico.

299732



- En el endurecimiento o templado de productos constituidos por acero susceptible de templarse o endurecerse por tratamiento térmico, cuyo acero es normalmente ferrítico a la temperatura ambiente, y austenítico a temperaturas elevadas, el alabeo y la distorsión son problemas serios en los productos de sección transversal delgada, tal como los productos en forma de planchas. El endurecimiento o temple por tratamiento térmico, implica el enfriamiento desde una temperatura de austenitización con objeto de transformar la estructura austenítica a la micro-estructura deseada tal como la martensita. A causa de los esfuerzos residuales no uniformes, derivados de la rápida transformación de la austenita en martensita, se desarrolla una distorsión tipo ondulado o simoso en el producto en planchas. Se han sugerido o practicado para paliar este problema varias técnicas especiales tales como la refrigeración entre platinas, el enderezamiento en caliente, el austemple, o el martemple entre otros. Aunque reduciendo en cierto grado la distorsión, estas técnicas son antieconómicas en alto grado para su aplicación en la escala comercial y, por tanto, a pesar de la conveniencia de obtener productos en forma de plancha de acero endurecido o templado por tratamiento térmico, hasta ahora, no se han aplicado en gran escala.
- Así pues, un objeto de este invento consiste en facilitar planchas sin distorsión, endurecidas o templadas por tratamiento térmico, de modo económico y eficiente.
- Los objetos anteriores y otros, resultarán evidentes de la descripción siguiente de este invento, que se facilita por vía de ejemplo, haciendo referencia al
- 5.
  - 10.
  - 15.
  - 20.
  - 25.
  - 30.



299732

dibujo adjunto en el que la única figura es una representación esquemática del procedimiento a que este invento se refiere.

- Se ha descubierto que una tira de acero S endurecido o templado por tratamiento térmico, puede obtenerse
5. por una etapa combinada de laminado y endurecido como parte del tratamiento térmico. Así, la tira se lamina en caliente a un tamaño ligeramente excesivo antes del tratamiento de endurecido o temple a que este invento se refiere, y se
10. enfría a la temperatura ambiente a cualquier ritmo deseado. En el tratamiento de acuerdo con este invento, el acero puede calentarse de cualquier modo conveniente, preferiblemente cerca de su temperatura crítica superior ( $Ac_3$ , no representada en el dibujo) en el caso de aceros hipoeutectoides y de la temperatura crítica inferior ( $Ac_2$ ) de aceros
15. eutectoides o hipereutectoides (representada en el dibujo) para asegurar la austenitización prácticamente completa. Durante el caldeo, debe reducirse al mínimo la escoria para conseguir la buena transmisión térmica ulterior entre
20. la tira y los rodillos de trabajo, cuando aquella se trata con éstos.

- Es esencial que la temperatura de la tira se controle entre estrechos límites al penetrar en los rodillos de trabajo. Así, la pieza en trabajo penetra entre los rodillos a una temperatura solo precisamente lo suficientemente elevada para excluir la posibilidad de que la austenita empiece a transformarse hasta después de terminar la laminación. Los objetivos complementarios de cantidad mínima de calor en la pieza en trabajo, pero sin transformación
25. de la austenita, limitan la temperatura a la proximidad
- 30.



299732

de la temperatura crítica inferior ( $A_{c1}$ ) del acero.

La zona precisa de temperatura para el endurecimiento o temple con éxito depende, entre otros factores, de las características de transformación del acero y del tamaño

5. relativo de los rodillos y la pieza en trabajo. En general, una gama de temperaturas comprendida entre  $45^{\circ}$  por debajo y  $90^{\circ}$  por encima de  $A_{c1}$ , aproximadamente, será satisfactoria. Con planchas y tiras o flejes delgados, los rodillos convencionales utilizados en el laminado en caliente,
10. pueden producir resultados satisfactorios, enfriándolos por rociado con líquidos. Los rodillos de diámetro elevado refrigerados con agua, y los de metal altamente conductor, tal como aleación de cobre, son conductores para una extracción más rápida de calor y se prefieren, especialmente,
15. para materiales de mayor espesor, cuando se precisa una extracción superior de calor. El objetivo de la laminación es doble. Primero, reducir la pieza en trabajo al espesor deseado y, segundo, extraer el calor suficiente para asegurar el endurecimiento o temple en el enfriado posterior con aire. El grado de deformación ha de ser solamente suficiente para asegurar un buen contacto entre las superficies de la pieza trabajada y de los rodillos. En realidad, una gran proporción de deformación es indeseable, a causa del efecto térmico de la misma. Así, se
20. prefiere un porcentaje de reducción de espesor del orden de 1 a 20%. La exigencia esencial en el laminado es que la temperatura del acero descienda  $100^{\circ}$  o más por rápida transmisión de calor a los rodillos. Como se indica en el dibujo, esto hace descender rápidamente la temperatura de la pieza en trabajo por debajo del "pico" A de su
- 25.
- 30.

299732



- curva de transformación isotérmica. A continuación, con el enfriamiento en aire, el acero se hace que se transforme, en una gama de temperaturas relativamente baja, a un producto martensítico o bainítico duro, o en mezclas de los mismos. En las condiciones óptimas, este producto será martensita, como se indica en el dibujo. El enfriamiento en aire a través de la gama de temperaturas de formación de martensita ( $M_s-M_f$ ) es relativamente lento, lo cual es ventajoso ya que reduce al mínimo la dispersión precisamente como en el martemple. Del método a que este invento se refiere, se deriva un producto plano no distorsionado, dado el enfriamiento relativamente lento y uniforme a través de la zona  $M_s-M_f$ . Para obtener la máxima retención de lisura o planeidad, la tensión ha de conservarse en la tira o fleje, mediante un "freno de la impulsión" 4 o análogo desde la iniciación de la transformación y, por lo menos hasta que ésta se termine.
- Para demostrar el desarrollo de la dureza con respecto al grado de reducción, los resultados obtenidos con el acero SAE 10.120 modificado de elevado contenido de carbono, constituido por 1,26% de carbono, 0,36% de manganeso, 0,008% de fósforo, 0,025% de azufre, 0,18% de silicio y 25% de cromo y el resto hierro, son los siguientes, empezando con este acero en forma de tira o fleje revenido de 1,905 mm. de espesor, se laminó previamente al espesor 0,127 mm. con una reducción del 33-1/3%. La estructura cambió en alto grado, pero la dureza aumentó solamente de 317 a 331 DPH. La abreviatura DPH indica la dureza probada con punta de diamante, denominada también dureza Vickers, con pirámide, o número de dureza Vickers. El fallo en cuanto al endurecimiento apreciable en
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

239732



este caso, se explica por el hecho de que para el tipo y tamaño de rodillos usados, el: espesor era demasiado grande para permitir una extracción de calor suficiente para el endurecimiento completo.

5. Sin embargo, cuando el ciclo se repitió con fleje de acero de 0,127 mm. de espesor, laminado en este caso a 0,884 mm. de espesor, una reducción del 30%, la dureza aumentó hasta 450 DPH. Aunque no del todo endurecida, la tira o fleje es suficientemente dura para utilizarse en determinados tipos de muelles y herramientas cortantes.
10. Repitiendo el ciclo una tercera vez y laminando desde 0,884 mm. a 0,71 mm. de espesor, una reducción del 20%, se obtiene solamente un pequeño aumento adicional en la dureza a 466 DPH dado que la extracción de calor por los rodillos es todavía insuficiente para desarrollar una matriz martensítica.
15. Un cuarto ciclo, partiendo de una tira de espesor de 0,71 mm. laminada a 0,63 mm. de espesor una reducción del 11%, dió por resultado un endurecimiento total a 946 DPH y a una microestructura que puede compararse favorablemente con la desarrollada por el tratamiento térmico convencional. La tira completamente endurecida resulta practicamente plana y sin distorsión, y después del temple para cualquier nivel de dureza inferior deseado, es adecuada para la mayor parte de los usos comerciales.
20. Aunque los tratamientos de endurecimiento de ciclo: múltiples tal como se ha descrito anteriormente, no se emplean normalmente, se ha elegido este ejemplo para demostrar la posibilidad de desarrollar distintos grados de endurecimiento directamente con enfriamiento de aire en el laminado.
25. Algunas de las estructuras desarrolladas, tienen propiedades
- 30.



299732

- útiles en las condiciones de "tal como se laminan" y no es preciso darle un temple ulterior. Por ejemplo, una cuchilla de rebanar obtenida solamente montando en un mango y afilando una pieza de la tira o fleje después de la tercera etapa antes descrita, en la que la tira se endureció solamente a 466 DPH. En estas condiciones, la tira no podría curvarse, perforarse, partirse ni aún laminarse en frío sin dificultades indebidas y sin embargo era suficientemente dura para algunos tipos de muelles y de herramientas de coste.
- 5.
- 10.
- El tipo de producto más aplicable para el procedimiento de este invento es el antes indicado o sea, una tira de elevado contenido de carbono por ejemplo un acero de un contenido de carbono superior a 0,9% de una galga inferior a 2,54 mm. obtenido por laminado. Sin embargo, no existe limitación inherente al producto indicado. Los troqueles de forja, por ejemplo, en circunstancias adecuadas, pueden extraer algo de calor de los rodillos. Así, de acuerdo con el principio de este invento, pueden obtenerse una variedad de productos forjados duros después de esta operación y que no precisan ulterior tratamiento térmico, excepto, posiblemente un templado.
- 15.
- 20.
- Así, se ha descrito un método para incorporar un proceso de deformación en el tratamiento térmico final, para endurecer el acero con una distorsión mínima. Esto implica la combinación del laminado o forjado y el tratamiento térmico junto con las exigencias de que el acero se lamine o forje a las temperaturas inferiores que conservan el estado austenítico durante la deformación, y que la proporción de reducción sea reducida de tal modo que
- 25.
- 30.



299732

- haga máximo el transporte de calor desde la pieza en trabajo a los rodillos o elementos de deformación, de tal modo que el acero se enfría rápidamente por debajo del "pico" de la curva de transformación iso-térmica durante la reducción, asegurando así el endurecimiento al enfriarse luego en el aire, sin distorsión apreciable.
- 5.

- Aunque se han representado y descrito varios tipos específicos de este invento, debe tenerse presente que las aplicaciones prácticas mencionadas no tienen más objeto que el ilustrativo y descriptivo, y que pueden idearse otras formas dentro del alcance de este invento, como se indica en las reivindicaciones siguientes.
- 10.

N O T A

15. 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
20. se hace constar que el invento se refiere a una solicitud de patente presentada en Estados Unidos, con fecha 14 de Mayo de 1963, bajo el número Ser. 280.290, acogéndose por lo tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor y siendo lo que constituye la
25. esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención, por 20 años en España, sobre: "Procedimiento para obtener productos de acero endurecidos"; caracterizándose por lo siguiente:
30. 1ª.- Procedimiento para obtener productos de acero endurecidos, en planchas planas prácticamente sin

299732



- distorsión, por tratamiento térmico siendo el acero ferrí-  
tico a la temperatura ambiente y pudiendo austenitizarse  
por caldeo y endurecerse por enfriamiento, caracterizado  
porque comprende el calentar una tira de acero práctica-  
mente a la temperatura inferior a que la microestructura  
del mismo es austenita estable, el hacer pasar la tira  
entre un par de elementos de deformación para reducir la  
temperatura de la tira por debajo del pico de la curva  
de transformación isotérmica del mismo, y el reducir si-  
multáneamente la galga de la tira antes de presentarse  
cualquier transformación, entre 1% y 20%, y luego el en-  
friar por aire la tira a través de la zona de formación  
martensítica para obtener la microestructura deseada en  
la tira, sin distorsión práctica.
5. 2<sup>a</sup>.- Procedimiento, según reivindicación 1, ca-  
racterizado porque la tira se calienta entre 45°C y 90°C  
por encima de su temperatura Ac<sub>1</sub>.
10. 3<sup>a</sup>.- Procedimiento, según reivindicación 1, ca-  
racterizado porque antes del caldeo, la tira se lamina  
en caliente a entre 1 y 20% de la galga deseada final.
15. 4<sup>a</sup>.- Procedimiento, según reivindicación 1, ca-  
racterizado porque la reducción de la temperatura por los  
elementos de deformación se realiza por lo menos 37,8°C  
por debajo de la cresta de la curva de transformación  
isotérmica.
20. 5<sup>a</sup>.- Procedimiento según cualquiera de las rei-  
vindicaciones anteriores, caracterizado porque la etapa  
de hacer pasar la tira entre un par de elementos de de-  
formación, comprende el laminar en caliente la tira ci-  
tada, y el mantener la tira laminada sometida a tensión
25. 30.

299732



mientras se realiza la transformación.

6a.- Procedimiento para obtener productos de acero endurecido; tal y como queda substancialmente descrito en la presente Memoria, e ilustrado en los adjuntos dibujos.

5.

Esta Memoria consta de 10 hojas, escritas a máquina por una sola cara.

Madrid.

UNITED STATES STEEL CORPORATION.

J. GOMEZ ACEBO Y MODET  
S.A.

12 MAY 1937

SPAIN

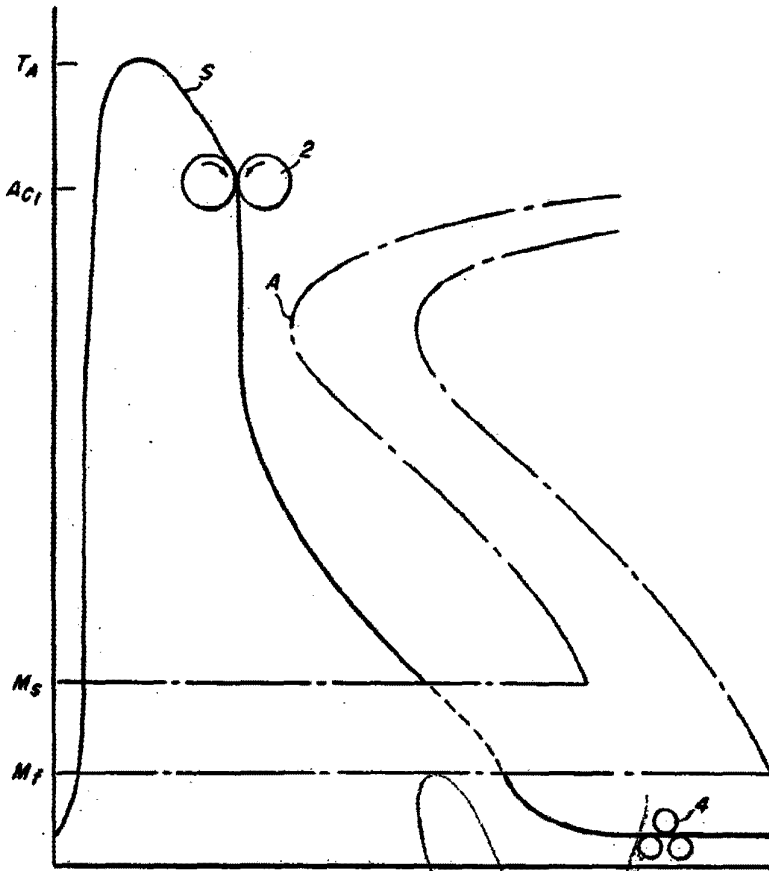
UNIVERSITY OF CALIFORNIA LIBRARY

UNIVERSITY OF CALIFORNIA

ESTADO VARIANTE



299732



*[Handwritten signature]*

Madrid, 1959

UNIVERSITY OF CALIFORNIA LIBRARY