

322206



PATENTE DE INVENCION

322206

Memoria Descriptiva

sobre

"METODO DE FABRICACION DE UNA MASA DE ACERO".

Solicitante: INLAND STEEL COMPANY, entidad norteamericana, residente en 30, West Monroe Street, Chicago 3, Illinois, EE.UU de A.

Esta invención se relaciona con la fabricación de acero y en particular con el calentamiento de masas de acero antes de su trabajo en caliente, tal como el recalentamiento de las masas de acero antes de una

5. etapa simple de trabajado en caliente, o antes de una o

322206

- 2 -



mas de una serie de etapas de trabajado, en las que se implica una serie de tales etapas.

La invención se relaciona además específicamente con el calentamiento antes del trabajado en caliente de masas de acero como queda dicho, en las que el acero contiene telurio y/o selenio en cantidad suficiente para mejorar las características de labrado a máquina del acero.

5.

10. Para este fin, el acero deberá contener por lo menos un 0,02% de telurio y/o selenio, y un contenido total de telurio y/o selenio del orden del 0,02 al 0,50%, siendo una proporción particularmente preferida la del 0,02 al 0,07%, cuyos porcentajes son en peso en cada caso.

15.

En el caso en que, por ejemplo, la masa de acero presente la forma de lingote y se caliente en un horno de recalentamiento antes del trabajado en caliente a una lupia, la temperatura a la que debe calentarse el acero es corrientemente de 1290 a 1320°C.

20.

En el caso en que, por ejemplo, el tocho haya sido previamente laminado en caliente a un lingote, la temperatura a la que el lingote se recalienta inmediatamente antes de su laminado en caliente a barras es algo inferior al nivel anterior, concretamente del orden, comúnmente, de 1040 a 1200°C.

25.

Durante muchos años ha sido la práctica mejorar la capacidad de labrado a máquina de acero exento de telurio y/o selenio mediante la adición al acero de azufre, comúnmente en la proporción del 0,2 al 0,5%, a

30.

cuyos aceros se hará referencia en adelante por aceros

322206



sulfurados, y calentar el acero dentro de los niveles de temperaturas anteriormente especificados, previamente al trabajado en caliente. Esto, de acuerdo con nuestra experiencia, no ha tenido por resultado el agrietamiento de la superficie del acero, siempre que el contenido en manganeso se mantenga suficientemente elevado, habiéndose conocido durante muchos años el incremento del contenido en manganeso del acero a fin de evitar tal agrietamiento superficial de un acero dotado de un contenido en azufre relativamente elevado, es decir evitar el fenómeno conocido por "escasez roja".

La adición de telurio y/o selenio al acero con el fin de mejorar su capacidad de labrado a máquina ha sido sugerido sólomente por primera vez en los años recientes y ha sido iniciado en gran parte por nosotros.

Como el telurio y el selenio se encuentran en el mismo grupo de la clasificación periódica que el azufre y son en muchos aspectos similares a este último, ha parecido hasta ahora evidente el calentar, antes del trabajado en caliente, tal como el laminado en caliente de lingotes, tochos o barras de acero que contienen telurio y/o selenio, de manera exactamente igual que los aceros sulfurados.

Hemos observado también sorprendentemente en el acero que contiene telurio y/o selenio, usando técnicas de calentamiento como las convencionalmente empleadas en el calentamiento de aceros sulfurados, que durante el trabajado en caliente es susceptible de producirse un agrietamiento o cuarteamiento tal como

322206

25 ENE 1968



- 4 -

- comúnmente se conoce en la superficie de la masa de acero, y que la presencia de estas pequeñas grietas o imperfecciones superficiales hace que el resultante artículo de acero laminado sea comercialmente inadecuado para su venta. Tal es particularmente el caso cuando el lingote o tocho es de forma cuadrada o rectangular ordinaria en su sección transversal, frente a una sección redondeada, en el sentido de que las imperfecciones superficiales ocurren particularmente en las esquinas del lingote o tocho, donde las tensiones no están uniformemente distribuidas.

- Hemos observado que, contrariamente a la práctica normal hasta ahora en el calentamiento anterior al trabajado en caliente, de masas de acero tales como las que poseen un contenido en azufre relativamente elevado como queda dicho, la citada dificultad puede evitarse controlando especialmente la atmósfera dentro del horno de calentamiento, a fin de mantener en la misma un contenido en oxígeno inferior al valor ordinario.

- Tal contenido en oxígeno es inferior al presente en la atmósfera de aire ordinaria y la evitación de un contenido en oxígeno superior al valor límite anteriormente citado puede obtenerse de una serie de maneras diferentes, a saber:

- (a) Eliminando completamente los gases oxidantes dentro de la atmósfera del horno, por ejemplo estableciendo una atmósfera de gas inerte dentro del horno (por ejemplo nitrógeno o un gas raro tal como argón), o proporcionando una atmósfera en el horno constituida por gases endotérmicos (por ejemplo monóxido de carbono

322206

- 5 -



- o hidrogeno), y en el caso de una atmósfera de gas inerte o una atmósfera de gas endotérmico, calentando el horno mediante conducción o radiación térmicas, frente a la combustión de combustibles que contengan hidrocarburos. Por ejemplo, el horno puede calentarse mediante serpentines calentadores por radiación eléctrica.
- 5.

- El uso de serpentines de calentamiento radiante como fuente de energía térmica elimina una fuente de los gases oxidantes, H_2O y CO_2 , los cuales son el producto de combustión de combustibles que contienen hidrocarburos, tales como gas natural, gas de hornos altos, gas de horno de coque o petróleo, todos los cuales se emplean típicamente para encender hornos normalmente utilizados en el calentamiento de artículos de acero como preparación a una operación de trabajado en caliente.
- 10.
- 15.

- (b) En el caso en que se desee utilizar como hornos de calentamiento antes del trabajado en caliente hornos de construcción convencional, por ejemplo como los ya existentes en las plantas de fabricación de acero, y que usan gas natural, petróleo, gas de hornos altos, etc., como combustible, puede conseguirse la evitación de un exceso de oxígeno superior al valor antes mencionado evitando un suministro de aire u oxígeno sustentador de la combustión en una proporción superior a la requerida para obtener una combustión completa del combustible, siempre que se adopte la operación especial de controlar cuidadosamente de la manera que se describe más adelante la proporción máxima de vapor de agua presente en el horno, aparte del vapor de agua que resulta de la combustión del combustible del horno.
- 20.
- 25.
- 30.

322206

- 6 -



- Nuestras investigaciones realizadas hasta la fecha muestran que un acero que contenga telurio y/o selenio en una proporción del orden del 0,02 al 0,50% es particularmente susceptible de agrietamiento superficial a las temperaturas de calentamiento o recalentamiento anteriormente especificadas, en el caso en que la proporción de vapor de agua presente en la atmósfera del horno exceda de un valor máximo crítico, y que tales aceros son mucho menos susceptibles de agrietamiento superficial a las temperaturas de calentamiento o recalentamiento antes mencionadas, como resultado simplemente del efecto oxidante de la atmósfera del horno, por lo general suavemente oxidante, derivada de la combustión de un combustible hidrocarburo y consistente en una mezcla suavemente oxidante de monóxido y dióxido de carbono.
- 5.
- 10.
- 15.

- Así como el dióxido de carbono posee unas propiedades marcadamente oxidantes a unas temperaturas de calentamiento o recalentamiento comprendidas en los niveles antes especificados, cabría esperar razonablemente, por consiguiente, el que fuese mas necesario controlar de tal manera la combustión en el horno que se eliminase el dióxido de carbono de la atmósfera de aquel. Hemos observado que esto no es necesario en el caso particular de aceros que contengan telurio y/o selenio en las proporciones anteriormente especificadas, siempre que se adopten medidas especiales para controlar la proporción máxima de vapor de agua presente en el interior del horno, como mas adelante se explica.
- 20.
- 25.

- Así, controlando la proporción máxima de vapor de agua presente en el horno en el caso común en que
- 30.

322206

25 ENE. 1968



- 7 -

- éste se calienta por la combustión de un combustible hidrocarburo, no ha de adoptarse medidas especiales para controlar la combustión, es decir el horno puede utilizarse de manera que se evite el suministro al mismo de
5. aire u oxígeno en una proporción superior a la requerida para obtener una completa combustión, al tiempo que se permite que parte del carbono se quemé a dióxido de carbono a fin de mantener una mezcla suavemente oxidante de monóxido y dióxido de carbono como producto de la combustión.
- 10.

- En lo que respecta al control del vapor de agua, es decir, el contenido en H_2O resultante de la combustión de cualquiera de los combustibles típicos para hornos antes especificados, u otros, en la práctica no es probable que exceda del 15% del volumen de la atmósfera incluída dentro del horno y que rodea a las masas de acero a calentar.
- 15.

- Este contenido en vapor de agua de hasta un 15% en volumen, derivado de la combustión del combustible, puede tolerarse a la temperatura del horno y no proporcionará un contenido en oxígeno superior al vapor crítico antes mencionado, siempre que se adopten especiales precauciones para controlar estrechamente y limitar el volumen de vapor de agua que penetra en el interior del horno desde otras fuentes, de tal manera que tal volumen extraño no exceda del 3%, a fin de proporcionar a lo sumo un contenido en vapor de agua en el interior del horno no superior al 18% en volumen.
- 20.
- 25.

- Si se desea, pueden adoptarse precauciones especiales para eliminar por completo la introducción de
- 30.

25 ENE



vapor de agua en el interior del horno, aparte del derivado de los productos de combustión.

- En el caso en que el horno se caliente mediante la combustión de combustibles que contengan hidrocarburos, tales como los que anteriormente se especifican, entonces controlando adecuadamente la operación como queda explicado, podemos asegurar que la totalidad del aire y/u oxígeno suministrada para la combustión del combustible se combinará con el hidrógeno y el carbono
5. incluidos en el combustible, es decir no habrá ningún oxígeno libre y el oxígeno del vapor de agua derivado de la combustión de la parte de hidrógeno del combustible no tendrá por resultado, según hemos observado, un cuarteamiento o agrietamiento superficial, siempre que el
10. contenido total en vapor de agua, por volumen, no exceda del 18%.
- 15.

- En la práctica de la invención, en la que las masas de acero son calentadas, antes de su trabajado en caliente, a los niveles de temperatura anteriormente especificados, mediante la combustión de un combustible de hidrocarburo dentro de un horno, éste puede ser de forma convencional, por ejemplo del tipo regenerativo, en el calentamiento de lingotes antes de su trabajado en caliente a tochos, o bien puede ser del tipo de recalentamiento continuo, en el que los tochos son calentados por la combustión de combustible suministrado a quemadores dispuestos por encima de la trayectoria de avance de los tochos, avanzando éstos a través del horno en una dirección opuesta a la de flujo de los gases calientes por
20. encima de la superficie superior de los tochos en avance.
- 25.
- 30.

322206

- 9 -



- Así, por ejemplo, el horno de calentamiento de los tochos puede incorporar quemadores dispuestos y controlados para evitar una directa incidencia de sus llamas sobre la superficie de los tochos, asimismo con
5. el objeto de evitar un agrietamiento o cuarteamiento superficial de acuerdo con la invención, el tema de nuestra anterior patente número 291.242.

- En el caso del horno de calentamiento de lingotes, al que comúnmente se hace referencia por horno
10. de recalentamiento, ocurre no infrecuentemente que se acumula agua de condensación en el horno de recalentamiento enfriado, entre operaciones de calentamiento, y en la realización de esta invención es necesario que este agua sea retirada del horno de recalentamiento antes
15. de efectuarse el calentamiento del lingote. Además, en los hornos de recalentamiento del tipo regenerativo, puede rezumar agua hacia los conductos de comprobación a través de los cuales se pasa aire para precalentar antes de la combustión con el combustible; debiéndose adoptar
20. medidas para reducir al mínimo este rezumado y/o retirar el agua rezumada de los conductos de aire. También puede acumularse agua en el conducto de combustible que va al horno de recalentamiento, de manera que dicho conducto de combustible deberá desagüarse periódicamente.

25. Las mismas precauciones anteriormente descritas respecto a los hornos de recalentamiento de lingotes deberán adoptarse también con relación a los hornos de recalentamiento para los lingotes y tochos. En los hornos de recalentamiento de tochos provistos de patines refrigerados con agua, las fugas en los patines pue-
- 30.



den constituir una fuente de vapor de agua en la atmósfera del horno y deberán adoptarse precauciones, de mantenimiento para evitarlo.

- Otra precaución es la de proporcionar
5. tochos o lingotes que estén secos en el momento en que se colocan en el horno de recalentamiento. Con frecuencia, los tochos o lingotes se almacenan en lugares situados al exterior, donde se exponen a la lluvia o nieve y la superficie del acero está húmeda en el momento en que el
 10. horno de recalentamiento se halla listo para recibirlo. Para evitar la introducción de vapor de agua en el horno por este medio, las superficies de los tochos o lingotes deberán secarse, lo cual puede efectuarse almacenando aquellos en interiores o sometiénolos a una operación de
 15. secado antes de colocarlos en los hornos de recalentamiento.

- Otro factor a considerar en la reducción al mínimo del contenido en agua dentro de los hornos de recalentamiento, es el uso de gas de horno alto húmedo como combustible en hornos de recalentamiento. El gas de
20. horno alto es convencionalmente sometido a una operación de humedecimiento después de la retirada del mismo del horno alto. La finalidad de la operación de humedecimiento es separar ciertas impurezas, y esta operación deja
 25. al gas sobresaturado de vapor de agua. Por consiguiente, el gas de horno alto deberá secarse o deshumidificarse antes de utilizarlo como combustible en un horno de recalentamiento. Esto puede efectuarse, por ejemplo, enfriando el gas para condensar el vapor de agua y reducir el
 30. contenido en agua del gas. Adoptando cada una de las cita-

322206



- 11 -

- das medidas especiales para reducir todo lo posible la presencia de vapor de agua extraño dentro del horno, de manera que tal vapor de agua presente derive de la combustión de combustible, no hay ninguna dificultad en
5. mantener el volumen, dentro del horno, de este vapor de agua extraño a una cifra tan baja como no superior al 3%, aunque deseablemente tal contenido en vapor de agua extraño deberá ser inferior al 2% en volumen y más ventajosamente tal contenido deberá reducirse sustancial-
 10. mente a menos del 1%, es decir a unas proporciones insignificantes, de manera que tal vapor de agua existente dentro del horno derive de la combustión del combustible hidrocarburo.

- La invención es aplicable a un acero que contenga telurio y/o selenio, en el que el contenido
15. mínimo en telurio o selenio o el contenido de ambos conjuntamente no sea inferior a la cifra anteriormente indicada del 0,02% y no sea superior a la cifra, también indicada anteriormente, del 0,50%, no excediendo deseablemente del 0,07% el contenido máximo del telurio o selenio
 20. individualmente o de los dos juntos, en cuya proporción hemos observado una mejora muy marcada en la capacidad de labrado a máquina, frente a un acero, por lo demás idéntico, exento de telurio y selenio.

- Sin embargo, en algunos casos, el contenido
25. máximo en telurio y/o selenio puede incrementarse sobre la citada cifra hasta un 0,10% y en algunos casos a cifras superiores, por ejemplo desde el 0,20% hasta la cifra máxima del 0,50% antes indicada.

- Preferiblemente, el acero contiene tam-
30. bién plomo con el fin de mejorar mas aún su capacidad de



labrado a máquina, siendo el contenido en plomo del orden de 0,03 al 0,50% en peso y preferiblemente del orden mas restringido del 0,15 al 0,35 %.

- El acero puede ser un acero al carbono corriente que posea un contenido en carbono del orden de 0,08 al 1,0%, con un contenido en manganeso del orden de 0,25 al 1,65%, dependiendo del contenido en carbono, no excediendo los contenidos en fósforo y azufre, en el caso en que no se añada especialmente azufre al acero con el fin de mejorar la capacidad de labrado a máquina, del 0,04% y el 0,05%, respectivamente, siendo el resto, aparte del plomo, telurio y/o selenio anteriormente especificados, hierro y las impurezas habituales comúnmente presentes en el acero carbónico corriente, incluyendo silicio, que deseablemente no excederá del 0,10%, de manera que, por la presencia del silicio, se malogre indeseablemente la mejora en la capacidad de labrado a máquina derivada de la presencia de telurio y/o selenio, excediendo a lo sumo del 0,30% el contenido en silicio.
20. Como variante, los contenidos en fósforo y azufre pueden incrementarse por encima de las cifras máximas indicadas y en tal caso un acero al carbono corriente típico al que es aplicable la presente invención puede presentar el siguiente análisis:

25.	Carbono	0,08% a 0,13%
	Manganeso	0,80% a 1,20%
	Fósforo	0,04% a 0,09%
	Azufre	0,25% a 0,35%
	Plomo	0,15% a 0,35%
30.	Telurio y/o selenio	0,04% a 0,06% en total,



- Así, la presente invención es de especial importancia para permitir el calentamiento de las masas que contienen teluro y/o selenio antes de su trabajado en caliente, empleando hornos convencionales alimentados con combustibles hidrocarburos, en oposición a los hornos especialmente contruídos para proporcionar una atmósfera completamente inerte y totalmente no oxidante.
- 5.

N O T A

- 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, con fecha 1 de Febrero de 1.965, acogíendose por lo tanto a los beneficios que conceden los 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 : "METODO DE FABRICACION DE UNA MASA DE ACERO", caracterizándose por lo siguiente:
- 10.
- 15.
- 20.

- 1ª.- Método de fabricación de una masa de acero que contenga como elementos perfeccionadores de su capacidad de labrado a máquina teluro y/o selenio en una proporción total del orden del 0,02 al 0,50% en peso, en el que la masa se calienta en un horno antes del trabajado a máquina, caracterizado por la operación de controlar especialmente la atmósfera dentro del horno a fin de limitar el contenido en oxígeno de la atmósfera citada a un valor inferior al habitual en el calentamiento de masas
- 25.
- 30.

322206

- 15 -



de acero antes de su trabajado en caliente.

5. 2^a.- Método según la reivindicación 1, en el que la masa de acero se calienta dentro de un horno mediante la combustión de un combustible que contiene hidrocarburo, mientras se evita el suministro de aire u oxígeno de sustentación de la combustión en una proporción superior a la requerida para obtener una combustión completa del combustible, caracterizado por la operación de limitar el vapor de agua total contenido en el interior del horno, de manera que aquel, incluyendo el vapor de agua producido por la combustión del combustible hidrocarburo, no exceda del 18% del volumen del interior del horno en que se calienta la masa de acero.

15. 3^a.- Método según la reivindicación 2, caracterizado por la operación de reducir al mínimo el contenido en vapor de agua extraño del interior del horno, a menos del 3% en volumen.

20. 4^a.- Método según la reivindicación 3, caracterizado por la operación de reducir al mínimo el contenido en vapor de agua extraño del interior del horno a menos del 2% en volumen.

25. 5^a.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, caracterizado porque el interior del horno tiene un contenido en vapor de agua, que es el producto inmediato de la combustión, no superior al 15% en volumen.

6^a.- Método según la reivindicación 5, caracterizado por la operación de excluir por completo el vapor de agua extraño del interior del horno.

30. 7^a.- Método según cualquiera de las



reivindicaciones 2 a 5, en el que el combustible que contiene hidrocarburo comprende gas húmedo de alto horno conteniendo agua dispersa en el mismo, caracterizado por la operación de controlar el contenido en agua de dicho gas de alto horno por deshumidificación de dicho gas, antes de la combustión en el citado horno, para reducir el contenido en agua del mismo.

10. 8ª.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, en el que el combustible que contiene hidrocarburo es un gas combustible suministrado al horno a través de un conducto para gas, caracterizado por la operación de retirar todo el agua que se haya acumulado en el conducto para gas.

15. 9ª.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, en el que el combustible que contiene hidrocarburo es un gas combustible que se pasa, junto con un aire sustentador de la combustión, a través de un conducto de precalentamiento en un trabajo de comprobación regenerativa, en su camino hacia dicho horno, caracterizado por la operación de retirar el agua que haya rezumado al interior de dichos conductos de precalentamiento.

25. 10ª.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 9, caracterizado por la operación de retirar, antes del calentamiento del horno, todo el agua que se haya condensado dentro del citado horno.

30. 11ª.- Método según la reivindicación 1, caracterizado porque la atmósfera de dicho horno se controla de manera que consista por lo menos en un gas seleccionado entre el grupo consistente esencialmente en gases inertes y gases endotérmicos.

322206

- 17 -

25



12^a.- Método según la reivindicación 11 caracterizado porque dicho calentamiento se efectúa con serpentines eléctricos radiantes.

5. 13^a.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado además porque las masas de acero presentan la forma de lingotes o tochos y poseen un contenido total en telurio y/o selenio del orden del 0,02 al 0,07% en peso.

10. 14^a.- "METODO DE FABRICACION DE UNA MASA DE ACERO", tal y como queda sustancialmente descrito en la presente memoria.

Esta memoria consta de DIECISIETE HOJAS escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

25 ENE. 1966

15.

INLAND STEEL COMPANY

J. GOMEZ REBO Y MODET
p. p. Fignado F. Hernández Ruiz