



SECCION TECNICA
CLASIFICACION I. P. C.
CLASE <u>B22</u>
SUBCLASE <u>D</u>

PATENTE DE INVENCION

Case No. DS 56314.

| 392255 |

Memoria Descriptiva

sobre:

PROCEDIMIENTO PARA PRODUCIR LINGOTES DE ACERO
SEMIDESOXIDADOS ESTABILIZADOS.

Solicitante USS ENGINEERS AND CONSULTANTS, INC., entidad norteamericana, residente en 600 Grant Street, Pittsburgh, Estado de Pensilvania, EE. UU. de A.

Se sabe bien que las chapas de acero se suelen fabricar de lingotes de acero semicalmado o lingotes de acero SK, v.g., acero calmado especial, calmado (desoxidado) con aluminio. El acero semicalmado se emplea en
5 aquellos casos en que la calidad superficial es un requi-

**POOR
QUALITY**



sito de máxima importancia y no es necesaria, o es muy poco necesaria, su aptitud o capacidad para la embutición, mientras que el acero SK se emplea cuando es esencial dicha capacidad de embutición.

5 Más recientemente se ha desarrollado un acero llamado "acero semicalmado estabilizado" que incorpora las características deseadas de ambos aceros semicalmados y SK. O sea, un lingote de acero semicalmado estabilizado tiene una corteza limpia de buena calidad superficial que
10 se aproxima a la de un acero semicalmado normal y un núcleo exento de poros para dar al acero buenas características de embutición profunda que se acercan a las del acero SK.

Actualmente se producen aceros semicalmados estabilizados fundiendo un acero del tipo semicalmado (v.g.,
15 sin desoxidar) en una lingotera y permitiendo que el acero se desoxide parcialmente durante un periodo predeterminado, formandose de este modo una corteza de buena calidad superficial. Después de la desoxidación parcial, se añaden nódulos de aluminio al acero sin solidificar en la lingotera
20 para detener la acción desoxidante y producir un acero SK no poroso dentro de la corteza semicalmada.

Aunque los aceros semicalmados estabilizados satisfacen plenamente una necesidad existente desde hace mucho tiempo de disponer de una chapa de acero que tuviera
25 buena calidad superficial así como capacidad para la embutición profunda, se encuentran tantos problemas en la producción de lingotes, que las propiedades del acero no son tan buenas como cabría esperar. Por ejemplo, el tiempo disponible para añadir, fundir y distribuir el aluminio en
30 un lingote ya colado es demasiado corto cuando se considera

392255



-3-

la cantidad de aluminio bastante grande que se debe añadir, v.g., aproximadamente 1 kg por tonelada. Por lo tanto, lo más frecuente es que el aluminio no se distribuya uniformemente en la parte fundida del acero, especialmente en su parte inferior. Esto da por resultado lógicamente cualidades de embutición profunda carentes de uniformidad.

Otro problema encontrado en la producción de acero semicalmado estabilizado se debe a la incapacidad para producir una corteza suficientemente espesa para permitir la eliminación de todos los defectos superficiales sin dejar al descubierto las inclusiones no metálicas del acero SK que se encuentra por debajo de la misma. En general la corteza es tan delgada que solamente se puede realizar una operación rápida de escarpado con soplete y una cantidad mínima de rectificado manual. Como resultado, se tiene que dejar una cantidad bastante grande de defectos superficiales en el producto final.

Se presenta aún otro problema por la práctica de interrumpir el llenado de las lingoteras para permitir la acción de desoxidación limitada. Consecuencia de esta interrupción, normalmente de medio a tres minutos, es la acumulación de grasa de óxido de hierro sobre la superficie superior expuesta del metal que aumenta al aumentarse el tiempo de desoxidación parcial. Cuando los nódulos de aluminio se añaden después sobre esta grasa superficial, se forma una cantidad excesiva de alumina refractaria. Gran parte de esta alumina puede quedar atrapada en el acero al solidificarse. Este problema de la alumina se suele agravar aún más porque algunos de los nódulos de aluminio no se funden rápidamente ni se extienden con faci-



lidad por debajo del menisco del metal fundido. Por lo tanto, algunos de los nódulos de aluminio pueden permanecer sobre la superficie de la calda que se oxida con el aire produciendo de este modo cantidades adicionales de la perjudicial alumina. Por lo tanto, a esto sigue que debido a la cantidad excesiva de alumina formada, se reduce la eficacia de la operación, exigiendo el añadir una cantidad sensiblemente mayor de nódulos de aluminio que lo que es necesario realmente para desoxidar apropiadamente el acero colado.

Este invento se basa en el descubrimiento de un nuevo procedimiento para producir acero semicalmado estabilizado donde todos los problemas citados anteriormente se reducen al mínimo o quedan eliminados. El procedimiento de este invento se basa en la adición de aluminio fundido a los lingotes en una secuencia de operación cuidadosamente controlada, dando por resultado el empleo de una cantidad mínima de aluminio para producir un lingote con una corteza de buen espesor y un núcleo de acero SK uniforme dentro de la corteza.

Por consiguiente, este invento tiene por objeto proporcionar un nuevo procedimiento para producir lingotes de acero semicalmado estabilizado de calidad superior a los producidos por procedimientos de tecnología anterior.

Otro objeto de este invento es proporcionar un procedimiento para producir un lingote de acero semicalmado estabilizado con una corteza suficientemente espesa para permitir el escarpado y rectificado normales de la superficie con lo que se asegura una eliminación más completa de los defectos superficiales.

392255



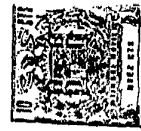
-5-

Otro objeto del invento es proporcionar un procedimiento para producir un lingote de acero semicalmado estabilizado que tiene un núcleo de acero SK más uniforme, con lo que se obtiene cualidades de embutición producida más uniforme en las chapas de acero producidas con el mismo.

Otro objeto adicional de este invento es proporcionar un procedimiento para producir un lingote de acero semicalmado estabilizado utilizando una cantidad mínima de aluminio y produciéndose una cantidad mínima de alumina en el lingote solidificado.

Según se ha observado anteriormente, el punto capital del procedimiento del invento para producir lingotes de acero semicalmado estabilizado radica principalmente en añadir aluminio fundido a la lingotera en lugar de nódulos de aluminio u otras formas de aluminio sólido. No obstante, el procedimiento exige además una adhesión estricta a un procedimiento específico de colada si se desean obtener los objetos del invento.

Según este invento, se produce un lingote de acero semicalmado estabilizado en una lingotera de mazarota refractaria según las operaciones que siguen: (1) se vierte acero fundido caliente en la lingotera a velocidad normal hasta que la lingotera se llena hasta alcanzar el nivel del borde inferior de la mazarota refractaria, o hasta aproximadamente un 90-95 % de su capacidad si no se utiliza mazarota refractaria; (2) el llenado de la lingotera se detiene mientras que se permite que el acero desprenda óxido de carbono durante un periodo de aproximadamente $\frac{1}{2}$ a 2 minutos; (3) se continua llenando la lingotera;



(4) después de reanudar el llenado de la lingotera, se comienza a verter aluminio en la lingotera, preferiblemente introduciendo el aluminio en el chorro de acero fundido; (5) se termina de añadir aluminio fundido antes de
5 terminar de llenar la lingotera con acero; (6) se continúa llenando la lingotera por lo menos durante un segundo hasta que se llena la mazarota refractaria. Para examinar a fondo la importancia de esta secuencia exacta de colada, se debe recordar que el objetivo es conseguir un acero semicalmado grueso más limpio, con una distribución más uniforme del aluminio en el núcleo de acero SK, con una formación mínima de alumina y, por lo tanto, añadiendo una cantidad mínima de aluminio. Para conseguir estas finalidades, se debe seguir la secuencia exacta arriba expuesta.

15 Considerando cada una de las operaciones anteriores con mayor detalle, las operaciones (1) y (2) se realizan prácticamente como en tecnología anterior, excepto que se emplea un tiempo más prolongado de interrupción en el llenado de las lingoteras. El llenado de las lingoteras, si se comienza a un régimen normal común a la práctica
20 industrial, se debe interrumpir para permitir que se produzca una cierta acción de semidesoxidación o desprendimiento parcial de óxido de carbono antes de añadir el aluminio que da origen entonces dicha acción de semicalmado. No obstante, según se ha indicado anteriormente, el tiempo de interrupción del llenado de las lingoteras es mayor que en
25 la práctica de la tecnología anterior donde el tiempo de interrupción en el llenado de las lingoteras no suele exceder de aproximadamente medio minuto. Por lo tanto y por
30 esta razón, se produce una corteza más gruesa.

392255



-7-

Lógicamente reconocemos que una corteza más gruesa es el resultado evidente de aumentar el tiempo de interrupción del llenado de las lingoteras y cabe concebir, por lo tanto, que los procedimientos de la tecnología anterior pueden producir cortezas más gruesas simplemente aumentando este tiempo de interrupción. No obstante, según la práctica de la tecnología anterior no se puede aumentar el tiempo de interrupción del llenado de las lingoteras para producir de este modo una corteza más gruesa, sin sacrificar otras cualidades deseadas del acero. Por ejemplo, el mayor tiempo de interrupción producirá una concentración espesa de alumina en la parte inferior del lingote. Según se ha indicado anteriormente, en la superficie del acero fundido del lingote se forma una grasa o escoria de óxido de hierro, cuya cantidad está en proporción directa al tiempo de interrupción del llenado de la lingotera. Según las prácticas de la tecnología anterior, la cantidad de esta grasa o escoria debe reducirse para reducir al mínimo la formación de alumina y su confinamiento en el lingote cuando se añade después el aluminio. Por lo tanto, el tiempo de interrupción en el llenado de la lingotera según las prácticas de la tecnología anterior, ha quedado limitado a aproximadamente medio minuto como equilibrio práctico entre un espesor de corteza óptimo y una formación y entrapamiento mínimos de alumina. No obstante, según nuestro procedimiento, se elimina virtualmente la grasa superficial, según se describirá más adelante, y por lo tanto no se experimentan inconvenientes al aumentar el tiempo de interrupción en el llenado de la lingotera.

30

En la operación (3), el llenado de la lingotera



con acero fundido se comienza antes de añadir aluminio. Esto sirve para desviar o impulsar la grasa de óxido de hierro en la masa fundida reduciendo de este modo al mínimo la formación de alumina superficial. La grasa flotará lógicamente hacia la parte superior del metal después de llenar la lingotera, pero entonces el aluminio ya a pasado debajo de la superficie del acero con un mínimo de formación de alumina. Además, como el aluminio está fundido y se añade preferiblemente con el chorro de acero colado, se reduce notablemente la tendencia que tiene el aluminio a flotar sobre el menisco del acero, para reducir aún más la formación de alumina.

Según las operaciones (5) y (6), se debe terminar de añadir el aluminio a la lingotera antes de terminar de llenar dicha lingotera. Evidentemente esto es esencial para poder disponer de chorro de acero durante todo el periodo de adición de aluminio con el fin de desviar la grasa superficial y hacer profundizar el aluminio fundido en la lingotera.

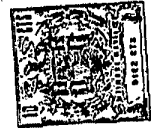
Debido al régimen bastante rápido de llenado de lingoteras que se utiliza en la producción industrial del acero, es esencial el terminar de añadir el aluminio fundido con bastante rapidez, v.g., en menos tiempo del necesario para llenar la mazarota refractaria del lingote con acero, o el equivalente de este volumen de metal si no se utilizan mazarotas refractarias. La cantidad real de tiempo disponible está en función a la carga ferrostática del acero fundido en la cuchara y al diámetro de la buza de colada. Las velocidades de colada son más rápidas en el punto medio de la calda porque la carga ferrostática



es todavía notable y la buza refractaria se ha erosionado notablemente. Mientras que el tiempo para llenar una sección de mazarota refractaria de un lingote de 14,6 toneladas al comienzo de una calda puede ser de 20 segundos, en el punto medio de la calda este tiempo puede ser tan solo de 8 segundos. Por lo tanto, cualquiera que sea el medio por el que se añade el aluminio, se deberá añadir la cantidad total necesaria de aluminio en un periodo de menos de 8 segundos. preferiblemente de 4 segundos o menos si se tiene que verter acero en la lingotera en un periodo preferible de 2 segundos completos tanto antes como después de añadir el aluminio. Evidentemente, si se emplearan algunos medios o procedimientos para aumentar el tiempo de llenado de las lingoteras mientras se añade el aluminio, es lógico que las adiciones de aluminio podrían ser proporcionalmente más lentas.

Hemos descubierto que empleando aluminio fundido y el procedimiento anterior, es necesario añadir aproximadamente un 25 % menos de aluminio si se compara con los procedimientos de la tecnología anterior al invento. Por lo tanto, mientras que los procedimientos de la tecnología anterior exigen añadir por lo menos un kilogramo de aluminio por tonelada de acero, nuestro procedimiento no exige más de aproximadamente 0,75 kg por tonelada. Esta reducción en la cantidad necesaria de aluminio se debe principalmente a la formación mínima de alumina, que es una característica de nuestro procedimiento.

En los procedimientos de la tecnología anterior es esencial utilizar lingoteras con mazarotas refractarias para evitar que se adhiera el aluminio sólido a las paredes



de la lingotera por encima de la superficie del metal fundido. No obstante, el aluminio fundido se mezcla fácilmente con el acero. Por lo tanto, a pesar de que el procedimiento descrito anteriormente ejemplifica el uso de una lingotera con mazarota refractaria, dichas lingoteras no son
5 esenciales para este procedimiento.

Aunque existen muchos métodos diferentes para añadir el aluminio a la lingotera, un método que hemos encontrado particularmente satisfactorio consiste en utilizar
10 una bomba centrífuga con un motor movido por aire y un tubo largo refractario, para bombear rápidamente el aluminio deseado desde un crisol móvil calentado por gas. Con el aluminio fundido a 871°C , $2,81 \text{ kg/cm}^2$ en el motor neumático bombearían $3,62 \text{ kg}$ de aluminio por segundo a través de un
15 tubo refractario de $50,8 \text{ mm}$ de aproximadamente $4,87 \text{ m}$ de longitud. Para bombear $0,75 \text{ kg/tonelada}$ a un lingote de $14,6 \text{ toneladas}$, se necesitaría un total de $10,88 \text{ kg}$ de aluminio. El sistema de bomba citado fué por lo tanto más adecuado puesto que el total del aluminio se abasteció en
20 3 segundos. Lógicamente es necesario que los rotores de las bombas tuberías, etc., se precalienten apropiadamente antes de comenzar a bombear para evitar que el aluminio se congele.

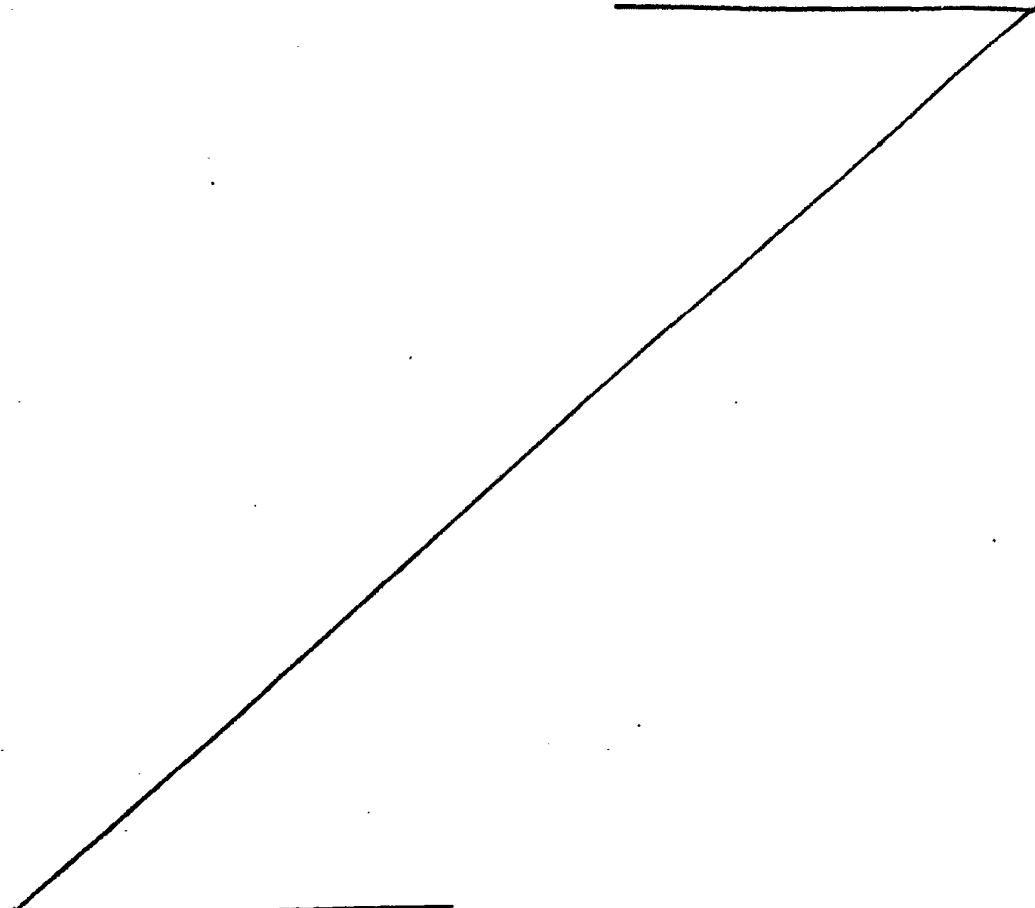
E J E M P L O S

25 Para ilustrar más gráficamente las ventajas de este invento, los ejemplos específicos que siguen muestran los resultados de pruebas comparativas contrastando los producidos según este invento con los producidos según la tecnología anterior. En estas pruebas, se produjeron
30 9 lingotes según la práctica anterior al invento donde se



añadió un kilogramo por tonelada de aluminio sólido al lingote. Se produjeron 28 lingotes según este invento empleando 0,8 o 1,0 kg/tonelada de aluminio y tiempos de desprendimiento de óxido de carbono de medio minuto a 2,5 minutos. Se observará que en ninguno de los ejemplos de la tecnología anterior se emplearon tiempos de desprendimiento de óxido de carbono de 2,0 minutos. Esto se debe a que la experiencia de laminación ha establecido ya que un tiempo prolongado de desprendimiento de óxido de carbono superior a medio minuto suele ir acompañado de una concentración excesiva de aluminio en el fondo del lingote (debido a la formación excesiva de alumina) y, por lo tanto, son necesarios despuntes en pie excesivos para poder cumplir con las especificaciones.

15 La tabla que sigue ilustra la distribución de aluminio conseguida en estas pruebas.





TABLA

Lda	Lingote N°	Al añadido			Porcentaje total de aluminio	
		Kg/tonelada	Forma	Tiempo de semidemoxidación-minutos	Parte superior del lingote	Fondo del lingote
1343	1	2.0	Partículas Sólidas	0.5	0.058	0.058
	2	2.0	" "	0.5	0.048	0.060
	3	2.0	" "	0.5	0.043	0.070
	14	2.0	" "	0.5	-	0.059
	15	2.0	" "	0.5	-	0.051
	16	2.0	" "	0.5	-	0.055
	17	2.0	" "	0.5	-	0.070
	18	2.0	" "	0.5	-	0.058
	19	2.0	" "	0.5	-	0.070
				(promedio)	0.0497	0.0612
1343	10	2.0	Fundido	0.5	0.080	0.110
	11	2.0	Fundido	0.5	0.059	0.058
				(promedio)	0.070	0.084
1343	12	2.0	Fundido	2.0	0.058	0.080
	13	2.0	Fundido	2.0	0.049	0.070
				(promedio)	0.0535	0.075
483	1	1.6	Fundido	0.5	0.070	0.053
	2	1.6	Fundido	0.5	0.070	0.070
	3	1.6	Fundido	0.5	0.060	0.057
	4	1.6	Fundido	0.5	0.060	0.100
	5	1.6	Fundido	0.5	0.057	0.070
	6	1.6	Fundido	0.5	0.060	0.070
	7	1.6	Fundido	0.5	0.060	0.070
	8	1.6	Fundido	0.5	0.058	0.060
	17	1.6	Fundido	0.5	0.031	0.049
	18	1.6	Fundido	0.5	0.045	0.041
	19	1.6	Fundido	0.5	0.050	0.047
	20	1.6	Fundido	0.5	0.045	0.040
	21	1.6	Fundido	0.5	0.039	0.035
	22	1.6	Fundido	0.5	0.055	0.054
	23	1.6	Fundido	0.5	0.043	0.055
	24	1.6	Fundido	0.5	0.060	0.048
				(promedio)	0.0539	0.0574
483	9	1.6	Fundido	2.0	0.070	0.057
	10	1.6	Fundido	2.0	0.058	0.070
	11	1.6	Fundido	2.0	0.060	0.058
	12	1.6	Fundido	2.0	0.048	0.056
	13	1.6	Fundido	2.0	0.070	0.058
	14	1.6	Fundido	2.0	0.039	0.058
	15	1.6	Fundido	2.0	0.058	0.041
	16	1.6	Fundido	2.0	0.047	0.055
				(promedio)	0.0563	0.0566

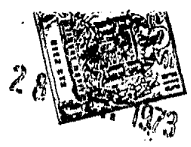


Los resultados de las pruebas ilustrado en la tabla anterior demuestran claramente que el procedimiento de este invento no solamente es más eficaz si se compara con los procedimientos de la tecnología anterior, sino que proporciona una distribución del aluminio más uniforme. Además, aquellos lingotes con un tiempo de semidesoxidación de 2 minutos tenían una corteza sensiblemente más gruesa que los semidesoxidados durante medio minuto solamente. La corteza era suficientemente gruesa para poderse excarpar con soplete lentamente durante la laminación según procedimientos normales y después se podía tratar superficialmente en estado frío sin peligro de atravesar la corteza.

NOTA .-

Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente citadas, son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental; también se hace constar que el invento se refiere a una solicitud de Patente presentada en Norteamérica Ser. No. 49189, de fecha de 23 de junio de 1.970, acogiéndose 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: Procedimiento para producir lingotes de acero semidesoxidados estabilizados; caracterizándose por lo siguiente:

1.- Procedimiento para producir lingotes de acero semidesoxidados estabilizados, del tipo que comprende verter un acero del tipo semicalmado, en una lingotera y



añadir aluminio a la misma después de dejar que corra el
 acero durante un cierto periodo de tiempo, caracterizado
 porque se vierte el acero en la lingotera hasta que ésta
 alcanza aproximadamente de un 90 a un 95 % de su capacidad,
 5 interrumpiendo la colada durante un periodo de aproximada-
 mente medio a dos minutos para permitir que se produzca una
 acción limitada de semidesoxidación en la lingotera, se con-
 tinua llenando la lingotera hasta su totalidad, y después
 continuación de la acción de semidesoxidación pero antes de
 10 que se llene totalmente dicha lingotera, se añaden a ésta
 aproximadamente de 0,75 a 1 kg de aluminio fundido por tone-
 lada de acero a una velocidad suficiente para permitir que
 se añada todo el aluminio antes de llenar completamente la
 lingotera.

15 2.- Procedimiento según la reivindicación 1,
 caracterizado porque el aluminio fundido se introduce en el
 chorro de acero con el que se llena la lingotera.

3.- Procedimiento según la reivindicación 1,
 caracterizado porque se comienza a añadir el aluminio fun-
 20 dido por lo menos un segundo después de continuar llenando
 la lingotera y se termina de añadir el aluminio por lo menos
 un segundo antes de terminar de llenar dicha lingotera.

4.- Procedimiento para producir lingotes de ace-
 ro semidesoxidados estabilizados; tal y como queda sustancial
 25 mente descrito en la presente Memoria.

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

Madrid 28 SET. 1973

USS ENGINEERS AND CONSULTANTS, INC.

L. GOMEZ ACEES Y MUDEI
 p. p. Firmado: L. Goeta Fernández