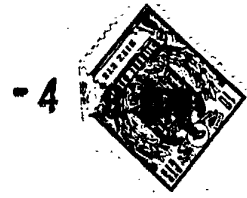


376200

PATENTE DE INVENCION

Case 1082

SECRETARIA  
NACIONAL P.C.  
CLAS. B22  
SUBCLAS. B



*Memoria Descriptiva*

*sobre:*

Procedimiento para fabricar un lingote de acero compuesto.

-----

*Solicitante* ARMCO STEEL CORPORATION,  
entidad norteamericana, residente en  
703 Curtis Street, Middletown, Ohio,  
EE. UU. de A.

-----

Este invento se refiere a un procedimiento por medio del cual se produce un compuesto metálico que tiene un núcleo delgado de acero inoxidable emparejado entre dos capas exteriores, relativamente gruesas, de acero al carbono o aleación de acero. El compuesto

376200

- 4 FEB 1968

-2-



- se forma en la etapa de fabricación del lingote fundiendo acero al carbono o acero de baja aleación alrededor de una placa de acero inoxidable suspendida en un molde, cuya placa tiene sus superficies principales recubiertas por una capa protectora con el fin de controlar el empobrecimiento de la aleación de la misma. El producto resultante ofrece una resistencia excelente a la picadura y penetración en aquellos medios ambientales corrosivos donde se sabe que dichos fenómenos constituyen un problema.
- 5.
- 10.

Prácticamente no existe empresa industrial hoy día que no se vea afectada por los problemas causados por la corrosión. El costo anual de la corrosión se calcula aproximadamente en 7.000.000.000 de dólares.

- 15.
- 20.
- 25.
- 30.
- La corrosión, que es la descomposición química de materiales básicos como son los metales, es el resultado de ciertas condiciones ambientales. Cuando es imposible efectuar cambios en el medio ambiente, las soluciones a las que se recurren para resolver los problemas de la corrosión han de estar necesariamente encaminadas a la utilización de materiales idóneos. Pero a pesar de que una respuesta evidente sería elegir materiales que no se vieran afectados por el servicio al que están destinados, ciertas condiciones o consideraciones de carácter práctico prohíben con frecuencia dicha solución. Por lo tanto, la forma general de enfocar el problema por los industriales ha consistido por los industriales elegir materiales que ofrecieran la mejor resistencia a la corrosión al precio final mas bajo posible.

376200



-3-

La elección de los mejores materiales exige un estudio de las condiciones de servicio; esto comprende, entre otras consideraciones, los cambios de temperatura, contenido de humedad, esfuerzos y tensiones, naturaleza de la acción corrosiva, etc.

5.

El presente invento ha sido el resultado de la necesidad de encontrar un material que resistiera las condiciones corrosivas que promueven el ataque localizado comúnmente conocido como picadura. Por ejemplo, han surgido muchos problemas en el campo de las tuberías y recipientes de almacenamiento subterráneo, que se tienen que enfrentar con condiciones tales como son los depósitos de agua salada, depósitos de agua dulce, aguas de minas, tierra y agua alcalinas y ácidas, desagües de huertas y plantaciones y desagües sanitarios domésticos. Para que el material se comporte adecuadamente en condiciones tan severas, habría de mantener un alto nivel de solidez, así como de resistencia a la picadura y, por lo tanto, penetración desde el exterior.

10.

En los silenciadores de escape de los automóviles existe un gran problema porque se acumula condensado y produce perforaciones y averías prematuras. Existen otras diversas aplicaciones industriales donde el ataque general no es demasiado grave, pero donde el ataque localizado supone un riesgo, como sucede, por ejemplo, en los depósitos subterráneos de transformadores.

15.

20.

Se ha demostrado mediante pruebas experimentales de servicio, que al utilizar un material compuesto con un núcleo de acero inoxidable emparedado entre dos capas de acero al carbono o acero de baja

25.

30.

376200

-4-



-4-

- aleación, se ha conseguido una resistencia superior a la perforación respecto a una amplia variedad de aceros desnudos y revestidos. Por ejemplo, se realizaron pruebas experimentales de la corrosión en servicio sobre
5. materiales compuestos de este tipo exponiendo tuberías experimentales en condiciones de comparación con tuberías de hierro de lingote sin revestir, aceros de baja aleación y otros grados de acero revestido. Todas las tuberías se enterraron en 21 instalaciones representa-
10. tivas de 7 clasificaciones de medios ambientes corrosivos normalmente encontrados en el servicio de tuberías. Las inspecciones realizadas periódicamente en un período de tiempo prolongado demostraron que el material compuesto poseía todavía una buena resistencia a la
15. perforación, mientras que prácticamente el resto de las tuberías experimentales se habían corroído y casi destrozado o habían sido perforadas gravemente.

- Según el invento, se proporciona un lingote compuesto metálico que se caracteriza porque tiene
20. un núcleo de acero inoxidable con un grosor de por lo menos un 0,5% aproximadamente de dicho lingote, y una capa exterior de acero elegido del grupo consistente en acero de baja aleación y acero al carbono.

- Según este invento, el procedimiento para producir un lingote compuesto metálico comprende las
25. operaciones de elegir una capa de acero inoxidable, aplicar sobre las superficies principales de la misma una capa protectora apropiada para controlar en empobrecimiento de los elementos de aleación de la misma, y mol-
30. dear un acero al carbono o acero de baja aleación en ca-



5. da lado de dicha capa protectora para formar un lingote, siendo el grosor de dicha placa de acero inoxidable por lo menos de un 0,5% del grosor del lingote. El procedimiento comprende además la operación de producir una banda metálica compuesta reducida, reduciendo el lingote mientras se mantiene el grosor del núcleo de acero inoxidable resultante por lo menos en 0,0254 mm.

10. El procedimiento anterior da por resultado una estructura compuesta que muestra un aglutinamiento excelente entre el acero inoxidable y el acero al carbono o acero de aleación baja. A pesar de que las proporciones iniciales entre los dos materiales y el porcentaje de reducción de los mismos dictarán en general el grosor de las capas, para todo fin práctico la capa de acero inoxidable no deberá ser inferior a 15. 0,0254 mm en la banda compuesta acabada.

20. De preferencia deberá tener un grosor de por lo menos 0,127 mm con el fin de asegurar que el núcleo sea continuo en el producto final, y con el fin de obtener un producto que resista el deterioro mecánico.

25. Por lo expuesto anteriormente, resultará evidente que el material compuesto de este invento comprende esencialmente tres capas, siendo las capas exteriores de acero al carbono o acero de baja aleación y la capa interior de acero inoxidable. La proporción de los grosores totales respecto al grosor de los núcleos de acero inoxidable del producto final laminado en caliente es de aproximadamente 10:1 a aproximadamente 50:1 30. Se pueden conseguir proporciones menores, del orden 3:1,

376200

-6-



a partir de la misma materia prima efectuando reducciones adicionales en frío. Este fenómeno ocurre porque el núcleo de acero inoxidable se reduce menos que las capas exteriores de acero al carbono o acero de baja aleación durante la reducción en frío.

5.

El compuesto metálico de este invento que se caracteriza por tener un núcleo delgado de acero inoxidable emparedado entre dos capas relativamente gruesas de acero al carbono o acero de baja aleación, es particularmente valioso en medios ambientales húmedos donde la corrosión del tipo de picadura es un problema de primera importancia.

10.

En este punto podría ser útil considerar el fenómeno de la corrosión y la forma en que, al menos en teoría, el presente invento resuelve el problema.

15.

Considerada de un modo general, la corrosión de los metales es un hecho electroquímico. O sea, el flujo de corriente eléctrica está asociada con el fenómeno. De esto se desprende que las cantidades excesivas de humedad que es el vehículo para el flujo de corriente, tienden a acelerar la acción. Por analogía con lo expuesto se deduce que el fenómeno de la corrosión es similar al de una batería o acumulador electrolítico. En los sistemas respectivos hay un ánodo y un cátodo en una solución conductora, cuya solución se denomina electrolito.

20.

Por lo tanto, uno de los factores principales en el régimen o velocidad de la corrosión es la magnitud del flujo de corriente en el electrolito. Dirigiendo dicho flujo de corriente, o controlándolo de algún modo, se puede reducir al mínimo la velocidad de corrosión.

25.

30.



Uno de los métodos empleados con anterioridad al invento ha consistido en la elección de una capa o revestimiento anódico o de sacrificio sobre el metal que se había de proteger el acero revestido de cinc por inmersión en caliente o galvanoplástia es un buen ejemplo de este método. Con este método se obtiene un núcleo de acero con una capa de cinc por el procedimiento de inmersión continua en caliente o galvanoplastia. En la práctica, el cinc actúa a modo de barrera para proteger el núcleo de acero. Una vez que la capa de cinc ha sido penetrada por la acción del medio ambiental corrosivo, la protección galvánica se acaba. Esta protección galvánica descrita es esencialmente igual o similar a la que proporciona el presente invento. No obstante, en el primer caso, una vez que han quedado al descubierto amplias áreas del acero, se produce la corrosión general del núcleo. En el último caso, la protección continúa a pesar de quedar el núcleo al descubierto.

Por lo tanto, según se ha indicado anteriormente, el compuesto según el invento comprende un núcleo de acero inoxidable catódico en una matriz de acero al carbono o acero de baja aleación anódico. Como el acero inoxidable es catódico al acero suave o menos anódico que dicho acero en medios ambientales corrosivos, la corrosión del acero suave protege a la capa interior de acero inoxidable. No obstante, cuando una zona corroída o picada alcanza el núcleo interior de acero inoxidable, la picadura se agranda en lugar de formar penetración en el núcleo. Esto resulta diferente a la combinación de cinc sobre acero, puesto que el régimen de corro-

376200



sión general de un núcleo de acero al carbono simple es considerablemente mayor que el régimen o velocidad de corrosión de un núcleo de acero inoxidable.

- Una mejora adicional reconocida en el compuesto del invento es la relación sinérgica entre el núcleo de acero inoxidable y las capas exteriores de acero al carbono o acero de baja aleación en condiciones de corrosión localizada. O sea, se ha averiguado que en condiciones graves de picadura, el comportamiento del metal compuesto era superior al de un acero inoxidable de igual grosor. Pese a no desear quedar limitados por teoría alguna, creemos que a medida que prosigue la corrosión, se produce el fenómeno de "polarización". Bajo esta teoría se cree que se deposita hidrógeno sobre la superficie del acero inoxidable catódico, retardando de este modo el flujo de corriente con lo que se tiende a reducir el régimen de corrosión. Se comprenderá que este resultado es evidente solamente en casos de corrosión localizada o "picadura" como ocurre por el ataque con cloruro. En condiciones de corrosión generalizada, una placa de acero inoxidable ofrecería una mejor protección.
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.

- Por lo expuesto resultará evidente que se ha desarrollado un producto económico con una excelente resistencia a la corrosión del tipo de picadura. Esto se consigue utilizando un metal compuesto con un núcleo de acero inoxidable en la proporción de aproximadamente 1:3 a aproximadamente 1:50 respecto al grosor total del compuesto de tres capas, producido reduciendo un lingote compuesto que tiene un núcleo de acero inoxidable.
- 25.
- 30.

376200



-9-

ble que consiste por lo menos en un 0,5%, preferiblemente de un 2% a un 8%, del grosor del lingote.

Otros atributos adicionales de este invento, además de su carácter económico, son los costos de materiales y el método de producción, cuyo método se describe a continuación. Al inspeccionar el producto de este invento, diversos métodos resultarán evidentes a los expertos en la materia. No obstante, ninguno de ellos se aproxima a las características metalúrgicas ni resulta tan económico como el expuesto en la presente memoria.

Empleando el procedimiento de preferencia, el compuesto se forma en la etapa de fabricación del lingote que es una etapa primaria en la elaboración de acero. Una placa de acero inoxidable, cuyo grosor queda comprendido dentro de los límites expuestos anteriormente cuando se compara con el molde, se dispone a lo largo del centro axial del molde y paralelo a ambos lados del mismo. No obstante, se comprenderá que dicha capa de acero inoxidable se puede colocar desplazada del centro del molde. En cualquier caso, se disponen capas o películas protectoras a cada superficie principal de dicha capa. En la forma preferente de realización del invento, la capa protectora adoptará la forma de placas de lingotera para la fundición de acero suave o hierro, colocadas adyacentes al núcleo de acero inoxidable. Este dispositivo produce dos cavidades virtualmente idénticas en la modalidad de preferencia, a cada lado de la placa. Sobre la parte superior de cada cavidad se vierte una cantidad predeterminada de acero al carbono o acero

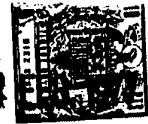
376200

E 4 FEB.



-10-

- de baja aleación fundido para llenar las cavidades respectivas. Se puede efectuar un moldeo simultáneo por medio de embudo o recipiente para recibir la carga de dos cucharas provisto de toberas dobles. Este procedimiento
5. exige un mínimo de preparación superficial de la placa postiza de acero inoxidable. En general, se puede emplear una operación mínima de decapado o granallado. Empleando otros métodos conocidos, se tiene que efectuar una preparación superficial considerable.
10. Dependiendo de la capacidad de la capa protectora para inhibir el empobrecimiento, se detectará un cambio notable en la variación de la composición de lado a lado. Como cosa fortuita en la experimentación del invento, se efectuaron experimentos sobre el
15. efecto de moldear acero suave alrededor de piezas postizas de acero inoxidable sin utilizar una capa protectora. Como resultado de que el fenómeno de moldeo y solidificación tuviera lugar en el molde, se produjo un grave empobrecimiento de la aleación del núcleo. A pesar de que era discernible una zona de núcleo central
20. ésta daba un análisis de aleación uniforme pero considerablemente inferior al análisis de aleación de la pieza original. El contenido de cromo se redujo en una cantidad que alcanzaba hasta el 72%.
25. Pese a no querer quedar limitados por teoría alguna respecto al grave empobrecimiento de la aleación del núcleo, se cree que durante la operación de colada se solidifica una capa de acero suave sobre la capa del núcleo. Como un núcleo de acero inoxidable (por
30. ejemplo, AISI tipo 304) tiene un punto de fusión infe-



-11-

- rrior al de acero suave, se produce suficiente calor para fundir el núcleo de acero inoxidable. La capa solidificada se hace mas gruesa y los componentes de la aleación del acero inoxidable comienzan a difundirse en la capa adyacente. Se cree que esto reduce el punto de fusión de una parte de la capa adyacente y que dicha parte se vuelve a fundir. Se produce una mezcla y se forma un núcleo con un contenido reducido de aleación. El nuevo núcleo empobrecido puede alcanzar un volumen
5. doble que el inicial o aún mayor cuando finalmente se estabiliza y solidifica. Este procedimiento da por resultado una estructura compuesta, pero con una capa exterior de acero suave y un núcleo que no es de acero inoxidable.
- 10.
15. Por el presente invento se ha descubierto que añadiendo una capa protectora, como pueden ser placas de fundición en coquilla de acero suave o hierro de lingote, se podía confinar el núcleo considerablemente de forma que solo se produjera un empobrecimiento mínimo de la aleación . Por ejemplo, en una serie de ejemplos donde las capas de coquilla o placas de lingotera variaban entre un 2,5% y un 0,625% del grosor del lingote, el empobrecimiento correspondiente del cromo oscilaba de aproximadamente un 0,4% a aproximadamente un
20. 29%. Aún en el peor de los casos, todavía se podía considerar el núcleo como acero inoxidable.
- 25.

Continuando ahora con la elaboración del lingote compuesto solidificado, se siguió un plan o programa de laminación normal para reducir el lingote a una zamarra y después a una banda. A pesar de que la

30.

376200



-12-

elaboración ulterior a la colada del lingote no forma parte de este invento, dicha elaboración podría comprender:

5. 1. Calentamiento a aproximadamente  $1.287^{\circ}\text{C}$  ( $1.560^{\circ}\text{K}$ ).
2. Laminación en caliente hasta alcanzar un grosor de zamarra de aproximadamente 17,8 cm.
10. 3. Preparación superficial por ejemplo por escartado con soplete.
4. Calentamiento a unos  $1.304^{\circ}\text{C}$  ( $1.580^{\circ}\text{K}$ ).
5. Laminación en caliente para formar una banda con un grosor de aproximadamente 4,57 mm.
15. 6. Decapado para eliminar la cascarilla; y
7. Laminación en frío hasta alcanzar el calibre o grosor deseado.

EJEMPLO -

20. Antes de moldear el lingote, se pegaron con soldadura placas de acero suave de 1,27 cm. de grosor a las superficies principales de una zamarra de acero inoxidable tipo 304 que medía aproximadamente 117 x 198 x 2,5 cm. Para ayudar a evitar que las placas de los núcleos flotaron durante la operación de moldeo,
25. se soldaron dos patas de 6,35 cm. sobre el material compuesto y se unieron a una placa de base. Todo el conjunto se colocó en una base de lingotera y se colocó en posición una lingotera que medía 58 x 127 x 213 cm. Después de centrar el compuesto, se colocaron placas laterales exotérmicas en el interior de la parte superior
- 30.



del molde para controlar la contracción según es práctica normal en la fabricación del acero. Se vertió acero fundido matado con aluminio, cuyo análisis químico era:

5.	carbono	0,034%
	manganeso	0,31%
	azufre	0,023%
	fósforo	0,003%
	cobre	0,11%
10.	estaño	0,003%
	hierro	resto

sobre cada lado de dicho compuesto por medio de un embudo de doble tobera. El tiempo de la colada fue de aproximadamente de 3 minutos y medio a partir de la apertura hasta el cierre de la buza de la cuchara. El lingote separado del molde se elaboró según se ha descrito anteriormente en forma de banda con un grosor de aproximadamente 4,57 mm. En la tabla I se indican las propiedades mecánicas típicas:

20.

T A B L A I

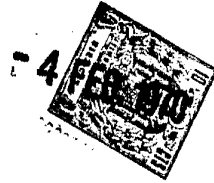
PROPIEDADES MECANICAS TÍPICAS

Dirección	límite elástico kg/mm <sup>2</sup>	resistencia a la tracción kg/mm <sup>2</sup>	porcentaje de alargamiento en 5,1 cm.	dureza R <sub>B</sub>
25. Longitudinal	26,5	39,7	36	54
Transversal	26,0	39,8	24	54

30.

Estas propiedades son prácticamente iguales a las del acero matado con aluminio, con la composición arriba expuesta sin núcleo de acero inoxidable y elaborado en la misma secuencia de operaciones.

376200

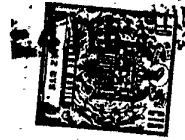


-14-

Los expertos en la materia comprenderán que a pesar de haber tomado como ejemplo para la descripción anterior el acero inoxidable del tipo 304, se pueden emplear otros aceros inoxidables. En general, el uso a que esté destinado el acero y la severidad de las condiciones ambientales determinarán el tipo de acero necesario en el material compuesto. Por ejemplo, cuando se haya de trabajar con condiciones ambientales de cloruro, puede ser conveniente el empleo de un acero inoxidable austenítico que lleve molibdeno.

Por otro lado, un acero inoxidable del tipo 410 resultará adecuado en condiciones menos severas. Por lo tanto, el concepto de acero inoxidable según se emplea en la presente memoria comprende todas las aleaciones ferrosas que contengan aproximadamente un 11% o más de cromo y otros elementos de aleación que se suelen emplear normalmente con las mismas.

Una característica adicional y final del invento es la provisión de una capa o revestimiento exterior sobre el producto revestido acabado. Puede ser conveniente conseguir una protección adicional contra la corrosión general o simplemente realzar la apariencia del producto. Por consiguiente, el revestimiento puede ser metálico, por ejemplo de cinc, aluminio, aleación de plomo y estaño en una proporción de aproximadamente un 80/20%; plomo, cromo, níquel, y cadmio, o un material no metálico como puede ser el asfalto, pintura, plástico, fosfatos y cromatos. No obstante, esta lista es simplemente ilustrativa y no deberá interpretarse como exclusiva. En esta memoria no se sugiere un



revestimiento o combinación de revestimiento para un medio ambiental dado puesto que se cree que los expertos en la materia conocerán el revestimiento mas apropiado para cada uso y la forma de aplicarlo.

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 nº Ser. 796.616 de 4 de febrero de 1.969 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: PROCEDIMIENTO PARA FABRICAR UN LINGOTE DE ACERO COMPUESTO; caracterizándose por lo siguiente:
- 10.
- 15.
20. 1ª - Procedimiento para fabricar un lingote de acero compuesto, caracterizado porque comprende las operaciones de elegir una placa de acero inoxidable, aplicar en las superficies principales de la misma una capa protectora apropiada para controlar el empobrecimiento de los elementos de su aleación y moldear un acero al carbono o acero de baja aleación en cada lado de dicha capa protectora para formar un lingote, siendo el grosor de dicha capa de acero inoxidable correspondiente por lo menos al 0,5% del grosor del lingote.
- 25.
30. 2ª - Procedimiento según la reivindicación

376200-4



-16-

- ción 1ª, caracterizado porque comprende la operación de producir una banda compuesta metálica reduciendo el lingote a banda mientras se mantiene el grosor del núcleo de acero inoxidable resultante por lo menos en 0,0254 mm.
5. 3ª - Procedimiento según las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque dicha capa protectora comprende un par de placas de acero suave o hierro de lingote colocadas adyacentes a dicha placa de acero inoxidable.
10. 4ª - Procedimiento según las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque el grosor de dicha placa de acero inoxidable es del orden del 2 al 8% del grosor del lingote.
15. 5ª - Procedimiento según las reivindicaciones 2 o 3, caracterizado porque dicha operación de reducción comprende la reducción en caliente para producir una banda, mediante cuya reducción la proporción entre el grosor de la banda y el grosor del núcleo queda comprendida entre 10:1 y 50:1.
20. 6ª - Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado porque dicha operación de reducción comprende una reducción final en frío y porque la proporción entre el grosor de la banda y el grosor del núcleo es de por lo menos 3:1.
25. 7ª - Procedimiento según las reivindicaciones 2 o 3, caracterizado porque el grosor de dicho núcleo es de por lo menos 0,127 mm.
30. 8ª - Procedimiento para fabricar un lingote de acero compuesto, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria.

376200 4 FEB. 1970

-17-



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

Madrid, - 4 FEB. 1970

ARMCO STEEL CORPORATION,

A. GOMEZ ACEBO Y MODEI

Por el Firmado: F. Hernández Rula