



320624

MEMORIA DESCRIPTIVA

QUE SE ACOMPAÑA A LA SOLICITUD DE REGISTRO DE

PATENTE DE INVENCION

por 20 años en España y Provincias de Ultramar,

a favor de:

THE BABCOCK & WILCOX COMPANY, entidad Norteameri-

cana, domiciliada en New York (EE.UU.) en 161,

East, 42 Street.

por:

"PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA EVITAR LA FORMACION

DE COSTRAS DE OXIDO

.....

INVENTOR:

SIDLEY O. EVANS, domiciliado en Beaver Falls,
Condado de Beaver, Estado de Pensilvania.

PRICRIDAD:

Patente U.S.A. nº 428.521 de fecha 15 de di-
ciembre de 1.964.

* * * * *



Esta invención tiene como fin primordial el evitar la formación de costras de óxido en elementos metálicos conforme se están calentando en hornos de inducción, como fase preparatoria para trabajarlos en caliente.

5 En el calentamiento de los metales antes de ser trabajados en caliente, como puede ser mediante estirado, extrusión, estampado, etc., la formación de costras (óxidos metálicos) en la pieza de trabajo puede producir una pérdida sustancial de metal en operaciones en gran escala. Además, 10 la formación de costras de óxido en dichas piezas de trabajo es particularmente censurable a causa del efecto que produce en el dimensionamiento y acabado de la superficie del producto formado. Si no se remueven las costras de óxido, no solamente se tiene una pérdida de metal e irregularidades superficiales, 15 sino que también puede producirse un desgaste excesivo en las herramientas metálicas formadoras, así como irregularidades en la propia operación de trabajo del metal. La remoción química, como, por ejemplo, la desoxidación por baño ácido, de las costras de óxido antes de la operación de trabajo en 20 caliente no es posible ya que ello implicaría el enfriamiento de la pieza de trabajo por bajo de su temperatura de trabajo en caliente. A veces se recurre a medios mecánicos de desincrustación de costras, pero no son capaces de eliminar con efectividad todas las costras. Por ejemplo, se utilizan asper- 25 siones de agua a alta temperatura para desincrustar satisfactoriamente las costras de óxido bajo ciertas condiciones. Sin embargo, la efectividad de desincrustación varía considerablemente según las distintas aleaciones.

30 Recientemente, se han realizado intentos dirigidos a desarrollar elementos inhibidores de costras de óxido. Por

320624



- 3 -

ejemplo, se ha intentado inhibir la formación de costras de óxido en hornos de llama directa, encendiendo los hornos con un exceso de combustible, evitando así la presencia de oxígeno y manteniendo el bióxido de carbono a un nivel bajo dentro del

35 horno. Estas normas implican un derroche considerable de combustible y requieren un equipo muy caro para conseguir un control satisfactorio de la atmósfera del horno. Otro abordamiento es la introducción de productos químicos inhibidores de la formación de costras, como son los compuestos de boro, en la

40 atmósfera del horno junto con los productos gaseosos de combustión, como se muestra en la patente norteamericana n^o 2.723.927, concedida el 15 de noviembre de 1.955, a nombre de S. Tour. Este acercamiento ha sido utilizado con éxito para evitar la formación de costras de óxido; sin embargo, a causa

45 de los efectos diluidores de los productos de combustión, son necesarias cantidades relativamente grandes de productos químicos inhibidores de costras de óxido, para proporcionar una concentración efectiva de los productos químicos activos en la atmósfera del horno.

50 El control o regulación de la atmósfera del horno ha resultado especialmente ineficaz en aquellas instalaciones en que existen hornos de inducción diseñados para el rápido calentamiento de piezas de trabajo a base de "hornadas". En estos hornos, la frecuente introducción y retirada de piezas

55 de trabajo ofrece una oportunidad para un intercambio casi constante de atmósferas entre el espacio del horno y el aire del exterior. El problema es aun mas agudo cuando solamente hay que calentar una parte de la pieza de trabajo, ya que el horno tiene que estar provisto entonces de una abertura a través de la cual tiene que proyectarse la pieza de trabajo.

60



Ademas, la abertura de un horno de ese tipo tiene que permitir la holgura suficiente para la pieza de trabajo, proporcionada con la precisión y consistencia del equipo de manipulación utilizado para introducir la parte de la pieza de trabajo que se va a calentar dentro del horno.

El calentamiento por inducción de las piezas de trabajo se efectúa frecuentemente introduciendo éstas en una serie de hornos de inducción, en los que la temperatura se eleva solamente una parte del total deseado en cada horno sucesivo. Se ha comprobado que esta técnica permite una mayor precisión en la obtención de la temperatura final deseada porque cada pieza de trabajo se calienta más lentamente y su curva de tiempo-temperatura es mas asintomática a la temperatura final deseada. Este sistema, sin embargo, no hace sino acentuar el problema del control atmosférico en la cámara de hornos múltiples, ya que implica introducciones adicionales y otras tantas remociones de las piezas de trabajo dentro y fuera de los hornos.

Por lo tanto, es una finalidad de la presente invención proporcionar un procedimiento para evitar o inhibir la formación de costras de óxido en las piezas de trabajo metálicas mientras se están calentando en hornos de inducción, como fase preparatoria para trabajarlas luego en caliente. Otra finalidad de la presente invención es proporcionar, dentro de un horno de inducción, una atmósfera conteniendo productos químicos inhibidores de formación de costras de óxido relativamente sin diluir por gases que son potencialmente reactivos con la superficie de la pieza de trabajo que se está calentando y, con ello, reducir la cantidad de productos químicos inhibidores de la formación de costras de óxido y mejorar la efectividad de la inhibición de estas costras.



Para conseguir estas finalidades, la presente invención incorpora el procedimiento para inhibir la formación de costras de óxido en el calentamiento de una pieza metálica de trabajo en un horno de inducción, cuyo procedimiento comprende el introducir en el horno, bajo presión, en el espacio libre alrededor de la parte de la pieza de trabajo que se va a calentar, un compuesto volátil de boro a una temperatura por debajo del punto de fusión del óxido bórico, y el inducir calor en la pieza de trabajo sometiéndola a los efectos de un campo magnético, con lo que se genera el calor suficiente en la pieza de trabajo para elevar la temperatura del compuesto volátil de boro en la proximidad inmediata de la pieza de trabajo por encima del punto de fusión del óxido bórico.

En la presente invención se utiliza ventajosamente la característica, única en su género, del calentamiento por inducción, con lo que la manifestación inicial del calor producido se efectúa en la propia pieza de trabajo, estando producido el calor por el paso de corriente en la pieza de trabajo, cuyo paso de corriente es inducido por el campo magnético alterno producido por el paso de la corriente a través de la bobina o conductor de inducción. Siendo la propia pieza la fuente u origen del calor, el producto químico productor de la protección (óxido bórico), que se forma del compuesto de boro a la aplicación de calor sobre él, se concentra en la proximidad inmediata de la pieza de trabajo. De este modo, la dispersión y consiguiente pérdida del producto químico protector se reducen. Además, de acuerdo con la presente invención, la efectividad del compuesto de boro inhibidor de costras de óxido no es reducida por la dilución con los productos de combustión gaseosos.

Las diversas características de la novedad de la invención



se señalan particularmente en las reivindicaciones anexas a la presente memoria descriptiva y de la que forman parte. Para mejor comprensión de la invención, sus ventajas operativas y finalidades específicas conseguidas por su uso, debe hacerse referencia a los dibujos adjuntos y a la materia descriptiva, en donde se ilustra y describe una incorporación preferida de la invención.

En los dibujos:

La Fig. 1 es una vista seccional parcialmente esquemática (tomada a lo largo de la línea 1-1 de la Fig 2) de un horno de inducción adaptado para la ejecución de la presente invención; y

La fig. 2 es una vista tomada a lo largo de las líneas 2-2 de la Fig. 1, y de la que se han omitido algunas partes.

A continuación, se describe la invención en términos de una pieza de trabajo tubular de metal ferroso, cuya parte extrema se va a calentar como fase preparatoria para la operación de estampado. Sin embargo, debe tenerse presente que la invención es igualmente adaptable para ser utilizada conjuntamente con piezas de trabajo de diferentes metales y/o modeladas de otras formas, así como para el calentamiento de piezas de trabajo como preparación para otras operaciones de trabajos en caliente.

Haciendo referencia a los dibujos, el elemento principal del horno de inducción 10 es un conductor o espiral de inducción 11, formado por un elemento conductor enfriado por agua, hueco, devanado helicoidalmente, que tiene sección transversal rectangular. Los extremos del conductor de inducción 11 están debidamente conectados por cables 12 a una fuente de fuerza controlable 13, con lo que el paso de corriente a través de



la espiral 11 puede regularse. Las superficies interiores de la espiral 11 están en contacto con la camisa termorresistente de cerámica, cilíndrica, de extremos abiertos 15, que protege
155 la espiral 11 del calor generado dentro de la cámara o espacio 16 del horno, definido por la camisa o revestimiento 15. Un extremo del revestimiento 15 está esencialmente cerrado por un tapón de extremo refractario 17 que puede tener formada dentro de él una abertura dispuesta centralmente 17A. Espaciada
160 del extremo opuesto del revestimiento 15 y la espiral 11, hay una placa frontal de horno 21, estando lleno este espacio por un elemento de relleno refractario anular debidamente modelado 22. La placa frontal lleva una abertura 23 a través de la cual se introduce la pieza de trabajo o tubo 20, dentro del espacio
165 del horno 16. Se ha previsto un espacio de holgura razonable 24 entre la pieza de trabajo 20 y la periferia de la abertura 23, dependiendo el grado de holgura de la precisión y exactitud con que el equipo de manipulación de la pieza de trabajo (que no se representa en el dibujo) dirige el tubo 20 dentro del
170 horno 16 a través de la abertura 23. Embebido dentro de la placa frontal 21 hay un colector 25 que tiene la forma de una junta tórica y que lleva una pluralidad de agujeros circunferencialmente espaciados o boquillas 25A que se abren al espacio del horno 16 y que se dirigen generalmente a lo largo de la
175 superficie exterior del tubo 20. Un tubo de suministro 26 conecta el colector con una fuente apropiada (que no se representa) del producto químico inhibidor de costras de óxido que debe introducirse en la cámara del horno 16. Un calentador 27 conectado a una fuente controlable de un medio calentador 28 puede
180 colocarse dentro del tubo de suministro 26 para controlar la temperatura del producto químico que fluye a su través.



De acuerdo con la presente invención, el producto químico inhibidor de costuras de óxido suministrado por el tubo 26 puede ser cualquier compuesto volátil de boro, en estado líquido; sin embargo, será, preferentemente, un borato alquílico, como es el borato metílico. Aunque el compuesto de boro puede rociarse a través de las aberturas 25A dentro de la cámara 16 como un líquido, se vaporiza preferentemente por medio del calentador 27 y se proyecta en el espacio libre de la cámara 16 como vapor. Sea cual sea la forma en que se introduce el boro, es necesario controlar la temperatura de los chorros o corrientes que penetran, a un nivel por debajo de la temperatura de fusión del óxido bórico (B_2O_3), pues se ha comprobado que, por encima de esta temperatura, el óxido bórico puede acumularse en forma de líquido viscoso alrededor de los agujeros 25A y taponarlos. Preferentemente, la temperatura entrante del compuesto de boro debe mantenerse por debajo de los $750^{\circ} F$ ($399^{\circ} C$ aprox.), con el fin de evitar toda posibilidad de depósito y subsiguiente obstrucción de los agujeros 25A. Debe tenerse presente que el colector 25 está modelado en forma de gaza sin cerrar, a propósito, para evitar un calentamiento excesivo del mismo, debido a que está en el campo magnético producido por la espiral 11. Realmente, el colector 25 se calentará por las corrientes inducidas procedentes del campo magnético aun cuando esté formado como una gaza o lazo sin cerrar. Además, este efecto de calentamiento más el calor irradiado de la pieza de trabajo puede evitar la necesidad del calentador 27 en algunas instalaciones.

Las boquillas 25A proyectan el compuesto de boro dentro del espacio del horno 16 a lo largo de la parte exterior del tubo 20. Cuando la pieza de trabajo es un tubo como el

320624



- 9 -

215 mostrado en el dibujo, también puede ser aconsejable introducir una pequeña cantidad de compuesto de boro en la parte interior del tubo 20, como, por ejemplo, a través de la abertura 17A en el tapón 17, para asegurarse de que toda la superficie de la pieza de trabajo que se está calentando se sumergirá en los vapores de los productos químicos inhibidores de costras de óxido.

220 En la práctica, la pieza de trabajo o tubo 20 se introduce en la cámara del horno de inducción 16 y el calor se genera en el tubo 20 debido al campo magnético alternante producido por el paso de la corriente a través de la espiral 11. Conforme se calienta el tubo, el compuesto de boro se dispersa dentro del espacio libre de la cámara 16, según se ha
225 explicado anteriormente. Según va aumentando la temperatura del tubo sobre el punto de fusión del B_2O_3 , el compuesto de boro que hay en la inmediata proximidad del tubo se calienta, produciendo con ello una deposición del líquido B_2O_3 en la superficie del tubo. Aunque puede escaparse una cantidad nominal del compuesto de boro vaporizado del espacio del horno
230 16, a través del espacio anular 24, se comprenderá que a causa del calor que emana de la propia pieza de trabajo, el B_2O_3 licuado se concentrará en la proximidad inmediata del tubo 20 donde se va a utilizar, más bien que dispersarse por igual
235 a través del volumen libre de la cámara 16, en cuyo caso tiende a escaparse una cantidad mayor. Habiéndose depositado un revestimiento de B_2O_3 en el tubo 20, la introducción del compuesto de boro puede terminarse antes de que el tubo 20 se retire del horno 10.

240 Al introducir el compuesto de boro en la cámara 16 a presión, esencialmente todo el oxígeno inicialmente presente



será purgado de la cámara 16. Además, cualquier residuo de oxígeno se consumirá en la combustión del portador del compuesto de boro. Por ejemplo, en caso de que el producto químico
245 utilizado sea borato metálico, el alcohol metálico será asequible para la combustión. Sin embargo, debe tenerse presente que todo calor producido por la combustión del portador será insignificante en relación con el calor total inducido en la pieza de trabajo. De este modo, en la presente invención,
250 no solamente se deposita una capa o revestimiento inhibidor de costras de óxido sobre la pieza de trabajo, sino que el oxígeno necesario para la formación de costras de óxido se excluye de la cámara del horno 16 durante el calentamiento de la pieza de trabajo.

255 Cuando se utiliza una serie de hornos de inducción para calentar por orden una pieza de trabajo a una temperatura dada, pueden considerarse factores ulteriores en el uso eficiente y económico del compuesto de boro. Por ejemplo, una vez ha sido depositada la capa protectora de B_2O_3 en la pieza de trabajo
260 en un horno, puede no ser necesaria la introducción adicional del compuesto de boro en los subsiguientes hornos de calentamiento porque la fase líquida de B_2O_3 es estable hasta una temperatura sobre los $2500^{\circ} F$ (alrededor de los $1371^{\circ} C$). También hay que considerar el hecho de que el uso del compuesto de boro
265 en un horno en el que la pieza de trabajo no alcanza una temperatura tan alta como el punto de fusión de B_2O_3 será relativamente ineficaz ya que el B_2O_3 no estará presente en su fase líquida en un horno de temperatura tan baja.

270 De este modo, puede verse por la ejecución de la invención que se acaba de describir puede lograrse una inhibición efectiva de la formación de costras de óxido, mientras que la cantidad de productos químicos inhibidores de costras de óxido



275 utilizada puede reducirse sustancialmente con respecto a los procedimientos hasta ahora conocidos, porque los vapores de protección activa no se diluyen ante la presencia de gases de combustión nocivos potencialmente y porque la propia pieza de trabajo es la fuente de calor que convierte los productos químicos inhibidores de costras de óxido en el estado en que se utilizan.

280 A tenor de la descripción y representación gráfica de la invención, bien saben los entendidos en la materia que pueden efectuarse modificaciones en la forma de la invención cubierta por las reivindicaciones y que ciertas características de la invención pueden utilizarse a veces con ventaja sin el uso correspondientes de las otras peculiaridades, todo ello
285 sin que se altere la esencialidad que la caracteriza.

REIVINDICACIONES

1ª Procedimiento para evitar la formación de costras de óxido, en el calentamiento de una pieza de trabajo metálica, caracterizado por comprender la inducción de calor en la pieza de trabajo sometiéndola a los efectos de un campo magnético alterno producido por una espiral de inducción que rodea la parte de la pieza que se quiere calentar y que delimita la cámara del horno, e introducir a presión en el espacio libre de la cámara del horno un compuesto volátil de boro en cantidad suficiente para desplazar esencialmente la atmósfera dentro del espacio libre del horno.

2ª Procedimiento para evitar la formación de costras de óxido



300 en el calentamiento de una pieza de trabajo metálica en un
horno de inducción, caracterizado por comprender la intro-
ducción a presión en el espacio libre del horno, de un compues-
to volátil de boro a una temperatura por debajo del punto de
fusión del óxido bórico, e inducir calor en la pieza de tra-
bajo sometiéndola a los efectos de un campo magnético alterno
305 con lo que se genera el suficiente calor en la pieza de traba-
jo para elevar la temperatura del compuesto volátil de boro
en la proximidad inmediata de la pieza de trabajo a por enci-
ma del punto de fusión del óxido bórico.

3^a Procedimiento para evitar la formación de costras de óxido,
310 en el calentamiento de una pieza metálica de trabajo en un
horno de inducción, caracterizado por comprender la introduc-
ción a presión en el espacio libre del horno, de un compuesto
volátil de boro a una temperatura por debajo del punto de
fusión del óxido bórico, introduciéndose el compuesto volátil
315 de boro en cantidad suficiente para desplazar sustancialmente
toda la atmósfera dentro del espacio libre del horno, e indu-
cir calor en la pieza de trabajo sometiéndola a los efectos
de un campo magnético alterno con lo que se genera el sufi-
ciente calor en la pieza de trabajo para elevar la temperatu-
320 ra del compuesto volátil de boro en la proximidad inmediata
de la pieza de trabajo sobre el punto de fusión del óxido bó-
rico.

4^a Aparato para calentar una pieza metálica de trabajo, que
comprende un elemento conductor eléctrico; una fuente de ener-
325 gía conectada a dicho elemento para suministrarse corriente
eléctrica alterna, con lo que se crea un campo magnético
alterno en torno a dicho elemento; medios que definen una
cámara de horno dentro de dicho campo magnético; medios que
definen una abertura a dicha cámara a través de la cual se

320624



- 13 -

330 introduce por lo menos una parte de la pieza de trabajo;
una fuente de un compuesto volátil de boro; medios de boqui-
llas conectados a dicha fuente para introducir en dicha cáma-
ra, en la proximidad inmediata de dicha pieza de trabajo,
una cantidad de dicho compuesto volátil de boro; y medios
335 de regulación para variar el campo magnético para inducir
calor en dicha pieza de trabajo.

5^a Aparato para calentar una parte de una pieza de trabajo
metálica y alargada, que comprende un elemento conductor
eléctrico devanado para formar una espiral; una fuente de
340 fuerza conectada a dicha espiral para suministrarle una
corriente eléctrica alterna, con lo que se crea un campo
magnético alterno dentro de dicha espiral; un revestimiento
refractario esencialmente cilíndrico colocado dentro de dicha
espiral y que delimita una cámara de horno; medios que forman
345 una abertura a dicha cámara del horno a través de la cual
se proyecta la pieza de trabajo cuando dicha parte de la
misma se introduce dentro de dicha cámara del horno; una
fuente de compuesto volátil de boro, medios que comprenden
boquillas conectadas a dicha fuente y dispuestas para intro-
350 ducir dicho compuesto volátil de boro dentro de dicha cámara
del horno, para desplazar sustancialmente toda la atmósfera
dentro de dicho horno con una atmósfera que consiste sustan-
cialmente tan sólo en los vapores de dicho compuesto de boro;
y medios de regulación para variar el campo magnético para
355 inducir calor en dicha pieza de trabajo.

La presente solicitud de Patente de Invención
debe recaer sobre:

320624



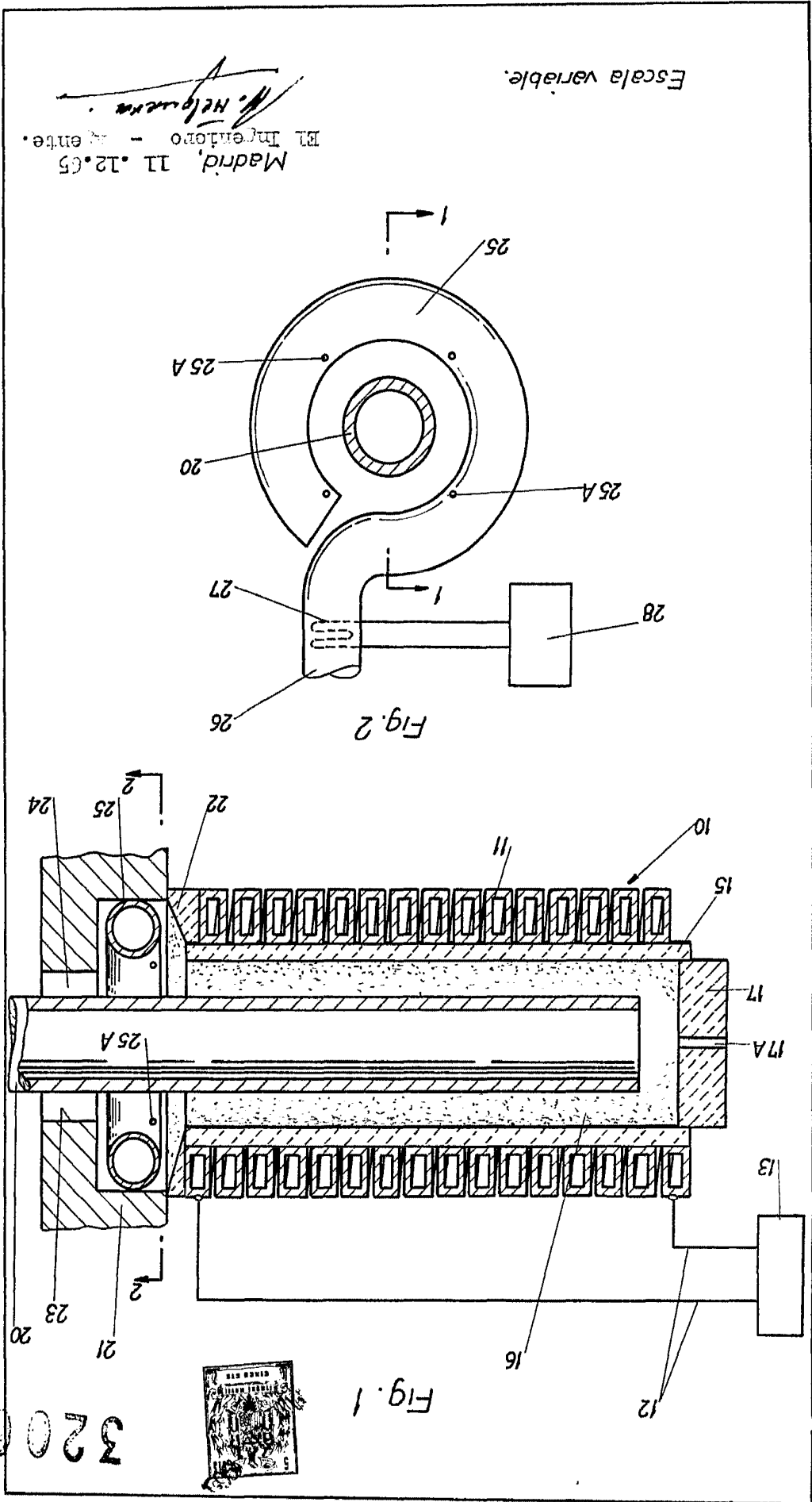
- 14 -

6ª "PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA EVITAR LA FORMACION DE COSTRAS DE OXIDO".

Todo ello según queda sustancialmente descrito en la presente Memoria y reivindicaciones y representado en los adjuntos dibujos para los fines especificados.

Madrid, 11 de Diciembre de 1.965
El Ingeniero-Agente.

Francisco Helguera



Madrid, 11.12.65
 El Ingeniero - agente.
M. Helguera

Escala variable.

Fig. 2

Fig. 1

320624

