

352703

"Nickel-chromium
Cladding"

Memoria descriptiva



para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

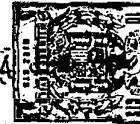
a nombre de HENRY WIGGIN & COMPANY LIMITED

entidad / ~~de nacionalidad~~ británica

con domicilio en Thames House, Millbank, Londres, Inglaterra

por: "UN METODO DE PRODUCIR UN TOCHO DE METAL DE BASE"

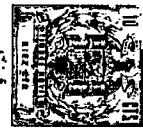
(Clase Internacional B22f B21c)



Este invento se refiere a productos compuestos con base de metal que consisten en una base con un revestimiento que tiene mayor resistencia a la corrosión que la base.

Las ventajas generales de dichos productos compuestos son bien conocidas, pero hasta ahora no se ha desarrollado ningún método satisfactorio de producir un artículo compuesto en que la base y el revestimiento tienen ambos altos puntos de fusión, por ejemplo de 1260°C ó superiores, y son difíciles de trabajar. Se encuentran especialmente grandes dificultades cuando el revestimiento es cromo o contiene cromo, y particularmente cuando es una aleación que tiene una base de cromo y uno o más de los elementos níquel, hierro y cobalto, estando el contenido de cromo entre 15 y 60%, y no pasando el contenido de cobalto de 65%. No solamente son las aleaciones de cromo notoriamente difíciles de unir a otras aleaciones, sino que las aleaciones en cuestión son excepcionalmente difíciles de ser trabajadas y por lo tanto para producirlas en las formas requeridas como revestimiento. Es a la utilización de aleaciones que contienen cromo para revestimiento a las que concierne principalmente este invento.

El invento proporciona primeramente un método mejorado de preparar productos compuestos con base de metal en que el revestimiento consiste en este u otros metales y aleaciones, y tanto el revestimiento como la base tienen puntos de fusión de al menos 1260°C. También incluye, en calidad de nuevos productos, tubos compuestos a base de metal forjados y otros productos que consisten en una base que tiene un punto de fusión de al menos 1260°C unida metalúrgicamente a un revestimiento de aleación binaria de cromo y níquel que



contiene de 40 a 60% de cromo.

En el método de acuerdo con el invento, un elemento uniformemente poroso, autosoportante, formado a partir de polvo metálico con la composición del revestimiento, y un elemento de base son unidos entre ellos en forma de un tocho para extrusión y son extruídos en caliente bajo condiciones protectoras de manera que las aleaciones del producto extruído sean unidas entre ellas por interdifusión.

Se prefiere en gran manera producir el elemento de revestimiento en la forma de una envolvente hueca, y después introducir el elemento de base en esta envolvente en calidad de núcleo. Además, la envolvente u otro elemento del revestimiento es sinterizada preferiblemente antes de que el tocho sea calentado para la extrusión.

Se observará que el revestimiento es producido por pulvimetalurgia. Es conocido producir estructuras metálicas revestidas con la utilización de técnicas de pulvimetalurgia. Generalmente, estas técnicas se han empleado para la producción de elementos de soporte en que metales en forma de polvo, tales como plomo, cobre o aluminio, son sinterizados y unidos metalúrgicamente a un substrato metálico, tal como acero, con la aplicación de una combinación de etapas de sinterización y de laminación para lograr la densificación. Dichos metales son generalmente fáciles de ser trabajados y no requieren altas temperaturas de tratamiento. Los polvos de cromo y níquel resistentes a la corrosión requieren temperaturas de trabajo más altas y se debe tener un mayor cuidado para evitar la oxidación, que tiende a interferir con la sinterización y con la producción de la unión metalúrgica deseada con el substrato metálico. Esta



es una razón para el fallo anterior en producción. Cualquier procedimiento satisfactorio. Otra razón ha sido la tendencia a fisurarse del revestimiento. Si se configuran polvos de níquel y cromo para formar un elemento autosoportante.

5 por moldeo por compresión de una mezcla de ellos en un molde troquel, hay una gran dificultad para lograr una densidad uniforme por todo el elemento, y en la ausencia de uniformidad se forman fisuras durante el trabajo en caliente requerido para consolidar el elemento. Dichas fisuras también se forman si se intenta preparar un producto compuesto de metal revestido colocando polvo metálico alrededor de un núcleo y extruyendo este conjunto de manera que simultáneamente se compacte el revestimiento y se configure el producto final.

15 En el invento, se logra de la manera más conveniente la porosidad uniforme comprimiendo isostáticamente el polvo alrededor de un molde macho rígido, que es preferiblemente de metal pulido tal como acero, aunque se pueden utilizar otros materiales rígidos, por ejemplo plásticos y vidrio.

20 Esta utilización de un molde macho liso con compresión isostática permite producir una envolvente de porosidad uniforme y que sea retirada con facilidad del molde macho. La presión debe ser suficiente para producir una envolvente autosoportante que tenga suficiente resistencia mecánica para permitir la manipulación (por ejemplo, una densidad aparente de al menos 60%), y puede ser desde 700 kg/cm² hasta 2800 kg/cm².

30 La figura 1 de los dibujos anejos muestra un conjunto de molde para moldear por compresión la envolvente de polvo. Este conjunto comprende un recipiente metálico cilíndrico



de extremos abiertos 1, que recibe un saco de caucho 2. Un
molde macho de acero central liso 3 con una superficie pu-
lida es colocado en el saco 2, teniendo este molde macho
3 un reborde 4 para mantener superficies planas y esquinas
5 cuadradas en el polvo durante la compresión. El polvo metá-
lico es compactado en el espacio anular entre el saco 2 y
el molde macho 3 tal como se muestra en 5 y se introduce
un separador 6 entre el polvo y un disco de cierre hermé-
tico de caucho 7. El conjunto de molde que se muestra en la
10 figura 1 está sometido a presión hidrostática, que es trans-
mitida al polvo a través del saco 2.

Este método de comprimir isostáticamente polvo alrede-
dor de un molde macho liso, resuelve muchos problemas prác-
ticos. De esta manera, si el polvo es compactado por la
15 gravedad, o es comprimido isostáticamente directamente al-
rededor de la base, es casi inevitable la fisuración por
contracción de la envolvente durante la sinterización.

La envolvente inicial también puede ser producida
compactando el polvo en un molde flexible de doble pared
20 alrededor de un molde macho, retirando el molde macho, y
comprimiendo hidrostáticamente el molde por ambos lados.
Sin embargo, este método complica la operación y usualmen-
te no proporciona una superficie interior tan satisfacto-
ria en la envolvente. Además, la envolvente puede ser com-
25 primida entre la superficie interna de un molde y de una
funda de caucho que rodea a un molde macho central, pero
esto introduce dificultades innecesarias.

Cuando la envolvente ha sido comprimida, es retirada
del molde macho. Se encuentra que cuando mezclas de polvo
30 metálico que contienen cromo son comprimidas isostáticamen-



te alrededor de un molde macho de metal pulido, la envolvente resultante se desprende elásticamente del molde macho después de disminuir la presión, permitiendo de esta manera la fácil retirada desde el molde macho incluso aunque
5 el molde macho tenga lados paralelos tal como en un cilindro. Si la mezcla de polvo contiene menos de aproximadamente 15% de cromo, se proporciona convenientemente una ligera conicidad sobre el molde macho, ya que dichas mezclas de polvo no exhiben el fenómeno de "desprendimiento elástico"
10 co" en una extensión tan grande que las que contienen más de 15% de cromo.

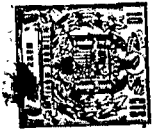
Si el revestimiento es formado a partir de una mezcla de polvos que han de ser aleados entre ellos, es esencial que éstos se hayan difundido para formar esta aleación en
15 el producto extruído final. Si la composición es tal que esta difusión tenga lugar durante el calentamiento del tocho hasta la temperatura de extrusión, no hay necesidad de sinterizar la envolvente como una etapa preliminar, sino que en general es mejor sinterizarla de manera que se realice una difusión sustancial antes del calentamiento previo
20 a la extrusión.

El núcleo de base puede ser introducido en la envolvente antes o después de la sinterización. La mayor parte del polvo crudo se compacta y se contrae durante la sinterización, y correspondientemente las dimensiones del núcleo
25 y de la envolvente deberán ser tales que permitan que tenga lugar la contracción sin fisuración de la envolvente durante la sinterización. Es conveniente introducir el núcleo dentro de la envolvente antes de la sinterización, ya que entonces el núcleo proporciona algo de soporte mecánico pa-
30



ra la envolvente durante la sinterización. La sinterización se efectúa en una atmósfera que no es oxidante para la envolvente. Puede tener lugar, y convenientemente tiene lugar, algo de aglutinación del material de envolvente con el material de núcleo, durante la operación de sinterización. Sin embargo, no es esencial para la extrusión que tenga lugar la unión entre el núcleo y la envolvente durante la sinterización.

Si el revestimiento ha de ser una aleación, los polvos que son comprimidos y sinterizados tal como se describe deben ser mezclados, desde luego, en proporciones apropiadas para formar esta aleación. Los revestimientos que pueden ser producidos en el invento incluyen cromo y aleaciones que tienen una base de cromo y uno o más de los elementos níquel, hierro y cobalto, estando el contenido de cromo entre 15 y 60%, y no pasando el contenido de cobalto de 65%, por ejemplo aleaciones bien conocidas tales como las que contienen de 15 a 17% de cromo y de 6 a 10% de hierro, siendo el resto sustancialmente todo níquel; de 19 a 23% de cromo y de 30 a 35% de níquel, siendo el resto sustancialmente todo hierro; y las diversas aleaciones binarias de níquel y cromo tales como la aleación con 80% de níquel y 20% de cromo. Estas aleaciones contienen normalmente pequeñas cantidades de otros elementos tales como carbono, silicio, manganeso, titanio y aluminio en calidad de impurezas o de desoxidantes residuales. También pueden estar presentes mayores cantidades, hasta de 25% en total, de otros elementos como parte de las combinaciones de base citadas. Por ejemplo, las aleaciones que contienen cromo pueden incluir hasta 5% de manganeso, hasta 15% de niobio,

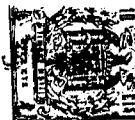


hasta 20% de molibdeno, hasta 15% de wolframio, hasta 1% de carbono, hasta 3% de silicio, hasta 0,5% de magnesio, hasta 5% de aluminio, hasta 5% de titanio y hasta 2% de zirconio.

5 El invento es de valor particular cuando se desea revestir una base con una aleación que contiene entre 40 y 60% de cromo siendo el resto sustancialmente todo níquel, tal como la aleación con 50% de cromo y 50% de níquel, ya que las aleaciones de esta composición son notablemente
10 difíciles de ser trabajadas y además tienen una sobresaliente resistencia frente a algunas formas de corrosión.

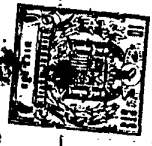
Los polvos a partir de los que se forma el revestimiento pueden ser de calidades comerciales fácilmente disponibles; por ejemplo, los polvos de níquel carbonilo y de hierro carbonilo son eminentemente satisfactorios, pero también se puede emplear cascarilla de laminación reducida
15 con hidrógeno y polvos de níquel, cobalto y cobre reducidos con hidrógeno. El polvo de cromo electrolítico es satisfactorio; se pueden emplear polvos de ferrocromo por razones de economía, pero tienden a contener cantidades indeseablemente altas de materiales extraños, tales como óxidos. Se pueden emplear convenientemente polvos aleados y recubiertos, por ejemplo polvos de cromo recubiertos con níquel. Preferiblemente, los polvos de silicio, magnesio,
20 aluminio y titanio son recubiertos con un metal tal como níquel para hacer mínima la oxidación y la interacción con otros ingredientes.

Una mezcla inicial de polvos deberá ser mezclada a fondo, teniéndose cuidado de evitar la segregación. Los
30 polvos tienen preferiblemente tamaños de partículas que no



pasan de 100 mallas en la máxima dimensión, y son particularmente convenientes los que tienen tamaños de partículas en el margen de 1 a 40 micras, ya que entonces se facilitan la difusión y la aleación necesarias durante la sinterización y la extrusión. Convenientemente, al menos 40% en peso del polvo de la mezcla inicial es un polvo fácilmente compresible de forma irregular que tiene un tamaño de partícula que no pasa de 10 micras, por ejemplo polvo de níquel carbonilo. La presencia de dichas cantidades de dichos polvos en la mezcla ayuda a impedir la segregación y contribuye de manera importante a la resistencia mecánica en crudo de envoltentes producidas por compresión isostática. Si más de 40% de los polvos tienen forma esférica, tiene lugar con mucha mayor facilidad una segregación indeseable de las mezclas de polvo, y sufre la resistencia mecánica en crudo de las envoltentes comprimidas isostáticamente. Los esfuerzos para mejorar la resistencia mecánica en crudo de dichas mezclas de polvo por la utilización de presiones de compresión superiores a 3500 kg/cm^2 , por ejemplo de 7000 kg/cm^2 , o por la utilización de temperaturas elevadas, complican grandemente la operación de configuración de la envoltente, requieren la utilización de equipos mucho más costosos, no son uniformemente satisfactorias y aumentan sustancialmente el costo.

La base puede ser de cualquier metal de base apropiado o de cualquier aleación de metal de base de alto punto de fusión (superior a 1260°C) que sea compatible con el revestimiento en el sentido de que se una con el mismo por difusión bajo las condiciones de extrusión, y que proporcione al producto compuesto las propiedades requeridas. Cuando es



importante la rentabilidad, la aleación de la base puede ser de acero al carbono o de acero de baja aleación. Sin embargo, muchos productos compuestos deben tener propiedades superiores a las proporcionadas por aleaciones al carbono o de baja aleación, de manera que se deben utilizar otras aleaciones para la base.

El invento es particularmente útil en la producción de tubos por la extrusión de tochos huecos. Ejemplos de tubos compuestos en que los elementos exteriores e interiores deben satisfacer diferentes exigencias, son los tubos recalentadores empleados en calderas en las que se quema carbón o aceite, y están sometidos exteriormente a condiciones muy corrosivas generadas por los productos de combustión, de manera que exteriormente pueden ser convenientemente de aleación de níquel y cromo 50/50 ó similar, que ofrece excepcional resistencia a atmósferas calientes que contienen compuestos de vanadio y azufre. Estos tubos deben tener también buena estabilidad estructural después de una larga exposición a temperaturas entre 480 y 815°C al mismo tiempo que están en contacto interno con vapor de agua recalentado, y por lo tanto la base puede ser convenientemente de acero inoxidable o de otra aleación que contenga 5 a 30% de cromo y 0 a 35% de níquel, siendo el resto sustancialmente todo hierro; o una aleación de níquel, cromo y hierro que contiene de 14 a 17% de cromo y 6 a 10% de hierro, siendo el resto sustancialmente todo níquel.

Algunas aleaciones que contienen cromo, aunque son difíciles de trabajar de manera que los revestimientos de ellas son producidos convenientemente por pulvimetalurgia de acuerdo con el invento, pueden ser utilizadas en forma



Fig.

forjada en calidad de base con un revestimiento con superior resistencia a la corrosión. Son ejemplos las aleaciones que contienen 19 a 23% de cromo y 30 a 35% de níquel, siendo el resto sustancialmente todo hierro, que pueden ser utilizadas como revestimientos sobre, por ejemplo, acero suave cuando su resistencia a la corrosión sea adecuada para la utilización para que se empleará el producto compuesto; y que puede utilizarse como núcleo en un tubo de recalentador en que el revestimiento es de aleación de níquel y cromo 50/50.

La base es preferiblemente forjada, por ejemplo formada por laminación en caliente, pero a su vez puede estar hecha a partir de polvos. Esto puede ser deseable cuando la base es difícil de ser trabajada, y es también deseable si el producto extruído ha de ser rectangular. Tanto los elementos de revestimiento como los elementos de base pueden ser entonces rectangulares y pueden ser unidos en forma de un tocho rectangular que es extruído desde un recipiente rectangular en la prensa de extrusión.

Antes de que el núcleo sea introducido en la envolvente, éste deberá ser pulido con chorro de arena, mecanizado o decapado para eliminar los óxidos de la superficie y otras imperfecciones pero no es necesario pulir la superficie. Si se ha de hacer un producto hueco, desde luego, se deberá formar una perforación en el núcleo.

Es esencial extruir el tocho compuesto bajo condiciones protectoras. Estas pueden ser producidas extruyendo en vacío o bajo una atmósfera controlada sustancialmente no oxidante con relación al tocho, pero manteniendo preferiblemente una capa protectora entre el elemento de revesti-



miento y la hilera de extrusión. Esta capa protectora puede ser una funda de chapa metálica, tal como de níquel o de acero, soldada en la posición para cubrir al menos la superficie total de la envolvente, o puede ser aplicada sumergiendo en metal fundido, por ejemplo en níquel, o sinte-
5 rizando un recubrimiento de polvo metálico aplicado en forma de una suspensión. Por ejemplo, una suspensión que contiene polvo de níquel fino, un líquido orgánico volátil tal como metacrilato de metilo y una resina acrílica en cantidad de aglutinante, puede ser pulverizada o aplicada con
10 brocha sobre la envolvente sinterizada, y después puede ser secada y sinterizada en una atmósfera protectora, por ejemplo hidrógeno anhidro, a una temperatura suficientemente alta, por ejemplo de 1200°C, para sinterizar el recubri-
15 miento de níquel hasta una densidad sustancialmente máxima. Se puede emplear polvo de hierro fino con polvo de níquel fino, o en lugar de polvo de níquel fino, en la suspensión.

Se utilice una chapa metálica o un recubrimiento denso como capa protectora, ésta protege a la envolvente sinterizada, que desde luego no es de densidad máxima, contra
20 la oxidación durante el calentamiento en el horno antes de la extrusión, al mismo tiempo que proporciona lubricación por fluir libremente bajo calor y presión durante la extrusión. Si se emplea una capa protectora ferrosa, el calentamiento para la extrusión se efectúa preferiblemente
25 bajo condiciones que no formen incrustaciones, por ejemplo en un horno con baño de sales. La capa protectora deberá extenderse sobre los extremos del tocho, pero no necesita proteger la perforación de un tocho hueco.

30 La funda o recubrimiento protector proporciona algo



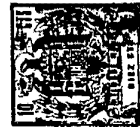
de lubricación, pero es deseable utilizar también un lubri-
cante que tenga una fusión viscosa, tal como lana mineral,
basalto o vidrio, durante la extrusión.

La temperatura de extrusión es normalmente de al menos
5 1200°C. Las aleaciones binarias de níquel y bromo que con-
tienen 15% ó más de cromo tienen una fase de mínimo punto
de fusión (un eutéctico) que funde a aproximadamente
1345°C. Con dichas aleaciones, la temperatura de extrusión
deberá ser al menos de 85% del punto de fusión absoluto de
10 la fase de mínimo punto de fusión y, más convenientemente,
desde 90% a 97% del punto de fusión absoluto de la fase de
mínimo punto de fusión.

Generalmente, es deseable emplear materiales de base
y de revestimiento de puntos de fusión similares, ya que
15 generalmente se extruyen entonces con velocidades similares
y aseguran de esta manera la mayor uniformidad del espesor
del revestimiento sobre el producto extruído. Durante la
extrusión en una prensa de extrusión convencional, la unión
metalúrgica de la envolvente al núcleo se completa o se
20 realiza, y la envolvente es compactada hasta substancialmen-
te una densidad de 100%. Convenientemente, la relación de
extrusión es desde 10 a 1 hasta 25 a 1. Parece que la unión
del núcleo y del revestimiento se efectúa en un grado sus-
tancial durante el recalcado del tocho de extrusión compues-
25 to en el recipiente de extrusión antes de que el metal sea
impulsado realmente a través de la hilera. Dicha unión im-
pide la separación del revestimiento desde el núcleo duran-
te la extrusión. La extrusión se efectúa a una temperatura
que supera sustancialmente la temperatura de recristaliza-
30 ción de cada aleación, factor que facilita adicionalmente

la unión durante la extrusión.

Se darán ahora dos ejemplos.



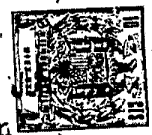
EJEMPLO I.- Una mezcla de polvos que comprende 50%,
en peso de polvo de níquel carbonilo, que tiene un tamaño
de partículas de aproximadamente 5 micras, y 50% en peso
de polvo de cromo electrolítico de un tamaño de partículas
menor de 50 micras, fué mezclada a fondo. El polvo fué com-
primido isostáticamente a una presión de aproximadamente
2100 kg/cm² alrededor de un molde macho metálico liso en
un conjunto de molde, tal como se muestra en la figura 1.
Cuando se desmontó el molde, se encontró sorprendentemente
que la envolvente cruda de níquel y cromo desplegaba sufi-
ciente desprendimiento elástico para permitir la fácil re-
tirada desde el molde macho. La envolvente estaba en la
forma de un cilindro hueco que tenía un diámetro de 212,5
mm, un espesor de pared de 15,5 mm y una longitud de 750
mm, y era autosoportante y tenía suficiente resistencia
mecánica en crudo para permitir la manipulación. Un núcleo
laminado en caliente de una aleación que contenía nominal-
mente 32% de níquel y 20,5% de cromo, siendo el resto sus-
tancialmente todo hierro, fué colocado dentro de la envol-
vente cruda. El núcleo tenía un diámetro exterior de 179
mm y una longitud de 725 mm, y tenía una perforación axial
de 56 mm de diámetro. La superficie exterior del núcleo
fué preparada por torneado basto. El conjunto fué calentado
acto seguido a aproximadamente 1260°C en una atmósfera de
hidrógeno durante 12 horas para sinterizar la envolvente.
Durante la operación de sinterización, tuvo lugar inter-
difusión entre las partículas de níquel y cromo en la en-
volvente, la envolvente se contrajo, y tuvo lugar algo de



unión entre la envolvente y el núcleo. La envolvente sinterizada tenía una densidad aproximadamente 80% de la máxima. El conjunto fué enfriado en hidrógeno, fué encerrado en una funda soldada de chapa de níquel de aproximadamente 4,7 mm de espesor, fué calentado hasta aproximadamente 1260°C durante aproximadamente 4 horas, y fué extruído con lubricación con vidrio para formar un tubo que tenía un diámetro exterior de 69 mm, un espesor de pared de 11 mm y una longitud de 1050 cm. El revestimiento de aleación de níquel y cromo constituía aproximadamente 25% del espesor de pared. Cuando el tubo extruído fué examinado, no se observaron fisuras ni desgarramientos en el revestimiento y el espesor del revestimiento era uniforme desde la parte frontal al extremo posterior del tubo. El examen metalúrgico mostró que el revestimiento estaba densificado de forma sustancialmente completa, estaba unido metalúrgicamente con el núcleo, y tenía una microestructura fina, que está mostrada en la figura 2 de los dibujos anejos en una fotomicrografía tomada con un aumento de 1000 diámetros.

Se observaron en la estructura algunas inclusiones de óxido, derivadas aparentemente de los óxidos presentes en el polvo de cromo inicial. Para evitar éstas, se pueden incluir pequeñas adiciones de carbono y de un agente separador tal como cloruro de amonio en la mezcla de polvo inicial, con lo que el óxido de cromo es reducido durante la sinterización en hidrógeno.

EJEMPLO II.- Se repitió el procedimiento del Ejemplo I con una envolvente formada comprimiendo isostáticamente una mezcla de polvo alrededor de un molde macho, consistiendo la mezcla, en peso, en 18% de polvo de cromo elec-



trolítico, 8% de polvo de níquel carbonilo, y el resto en polvo de hierro derivado de cascarilla de laminación. La envolvente se desprendió elásticamente desde el molde macho después de la operación de compresión. Después, fué montada alrededor de un núcleo hueco de acero suave laminado en caliente, y el conjunto fué extruído para formar un tubo en que el revestimiento de acero inoxidable constituía aproximadamente 25% del espesor de pared.

Los productos extruídos pueden ser trabajados por métodos convencionales de configuración en caliente y en frío tales como estirado en caliente o en frío, reducción del tubo, disminución de su diámetro y similares, para proporcionar las dimensiones requeridas para utilizaciones específicas. El recocido, preferiblemente en una atmósfera de hidrógeno, es deseable antes del trabajo en frío, aunque el producto extruído puede ser estirado en frío sin recocido. Así, un tramo del tubo producido en el Ejemplo I fué recocido durante 1,5 horas a 1230°C, y fué estirado en frío sin dificultad. Se encontró que el revestimiento recocido tenía una dureza de aproximadamente 92 Rockwell "B", aunque una aleación colada de la misma composición nominal tenía una dureza de 23 Rockwell "C" después de extrusión y un recocido similar. La grave deformación inducida por la operación de aguzamiento o adelgazamiento del tubo no provocó ninguna separación de la unión entre el revestimiento y el núcleo. Además, se encontró sorprendentemente que el tubo podía ser doblado y trabajado en frío. Así, un trozo del tubo fué recocido a 1200°C durante una hora, fué sometido a dos operaciones consecutivas de estiramiento en frío que implicaron reducciones de 9% en cada pasada, y

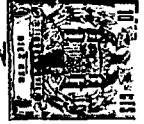


después a laminación en frío para reducir el espesor en 48% con poca fisuración de los bordes. Cuando se recoció a 1205°C durante una hora en hidrógeno y se enfrió en hidrógeno, el trozo pudo ser doblado a través de un vástago de 25 mm de diámetro sin rotura. En contraste con este resultado, una aleación con 50% de níquel y 50% de cromo convencionalmente producida es extremadamente difícil de trabajar en frío y no está disponible comercialmente en formas de laminación trabajadas en frío.

El invento no sólo hace posible la preparación de productos compuestos que tienen un revestimiento hecho de aleaciones que son muy difíciles de trabajar en caliente, sino que también reduce el coste. En la producción de tuberías compuestas, es normalmente necesario producir el tubo de revestimiento por extrusión convencional o por medios de punzonado. Se encuentran pérdidas sustanciales de metal en tratamientos convencionales a partir de lingotes hasta obtener la forma de tubería, en la etapa de lingote y en cada etapa intermedia hasta la formación de la tubería. Además, frecuentemente es necesario revisar la cara interior del tubo de revestimiento si éste ha de formar una unión metalúrgica sin defectos con el núcleo, y esto es costoso. El invento hace posible una recuperación muy alta de metal de revestimiento sobre el tubo acabado comparado con el peso inicial de los polvos que forman la envolvente. Esto es una ventaja económica importante.

Aunque el invento es particularmente útil en la producción de tuberías revestidas, se pueden producir también formas de laminación revestidas compuestas incluyendo chapas y flejes. En la producción de formas de laminación pla-

4 JUN



nas, es conveniente formar un tocho para extrusión tal como se describe anteriormente y extruir el tocho a una forma rectangular. La sección extruída puede ser cortada entonces en tramos y puede ser configurada en forma de chapas o de flejes. También se pueden producir formas de laminación planas extruyendo un tocho compuesto en que la envolvente de polvo es dividida longitudinalmente para cubrir la mitad de la superficie de un núcleo cilíndrico mientras que el resto del núcleo es cubierto por una envolvente dividida longitudinalmente de dimensiones coincidentes de una aleación que tiene una composición igual o diferente de la de la aleación de la base. En este caso, se tiene cuidado de colocar el tocho compuesto en la prensa de extrusión de manera que el revestimiento esté situado sobre una superficie del producto rectangular extruído.

Los productos extruídos revestidos producidos de acuerdo con el invento pueden ser utilizados cuando se requieran artículos que tengan superficies resistentes a la corrosión sobre metales de la base que tengan resistencia mecánica inherente estructural. Además de para tuberías para recalentador, una tubería compuesta que tiene una superficie de aleación de cromo y níquel y una base de acero estructural es útil para transportar agua en instalaciones de producción de energía. Los materiales revestidos son también útiles en equipos químicos en contacto con materiales corrosivos. Así, serpentines de caldeo, evaporadores, autoclaves y otros reactores pueden estar construídos en totalidad o en parte de los productos del invento.

Aunque el invento concierne principalmente a productos compuestos en que el revestimiento contiene cromo, también



puede utilizarse con ventaja para preparar productos en que el revestimiento es de otros metales y aleaciones susceptibles de ser trabajados en caliente. Metales y aleaciones apropiados incluyen níquel, aleaciones de níquel y cobre que contienen de 10 a 45% de cobre, aleaciones de níquel y molibdeno que contienen hasta 40% de molibdeno, y aleaciones de níquel y aluminio que contienen hasta 10% de aluminio. Incluso cuando el revestimiento es de metal o aleación susceptible de ser trabajado con facilidad, el invento hace posible lograr economías sustanciales de material y de esfuerzo de tratamiento, tal como se ha explicado anteriormente.

Como un ejemplo de la producción de un tubo de acero revestido con níquel por el invento, un polvo de níquel carbonilo que tiene un tamaño de partículas no superior a 5 micras fué comprimido isostáticamente para formar una envolvente de 225 mm de diámetro exterior y que tenía un espesor de pared de 19 mm. El molde macho empleado era cilíndrico con una conicidad o inclinación de 2,5 mm de extremo a extremo. La envolvente de níquel fué retirada del molde macho, fué montada sobre un núcleo de acero suave laminado en caliente torneado de forma basta, que tenía un orificio axial de 56 mm de diámetro, fué sinterizada en una atmósfera reductora exenta de azufre, con el acero a 1200°C durante 10 horas, y después fué extruída directamente para formar un tubo de acero revestido con níquel que tenía un diámetro exterior de 72 mm y un espesor de pared de 11 mm en que el revestimiento de níquel representaba aproximadamente 25% del espesor de pared.

Esta solicitud que corresponde a la presentada en Es-

4 JUN 1967
tados Unidos de América, el día 14 de Abril de 1967, bajo el Nº 630.987, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.



5

- N O T A -

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

10 1.- Un método de producir un tocho de metal de base que consiste en una base con un revestimiento que tiene mayor resistencia a la corrosión que la base, teniendo tanto la base como el revestimiento puntos de fusión de al menos 15 1.260°C., en que un elemento uniformemente poroso autosoportante, formado a partir de polvo metálico con la composición del revestimiento y un elemento de base son unidos entre ellos con el fin de formar un tocho para extrusión.


20 2.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en que el elemento de revestimiento es una envolvente, y el elemento de base ajusta íntimamente en su interior en calidad de núcleo.

25 3.- Un método de acuerdo con la reivindicación 2, en que la envolvente es configurada por compresión isostática del polvo alrededor de un molde macho liso rígido.

4.- Un método de acuerdo con la reivindicación 3, en que al menos 40% en peso del polvo metálico es un polvo fácilmente compresible de forma irregular que tiene un tamaño de partículas que no pasa de 10 micras.

30 5.- Un método de acuerdo con una cualquiera de las rei-

: 4



vindicaciones 2 a 4, en que la envolvente es sinterizada después de haber sido unida con el núcleo.

5 6.- Un método de acuerdo con una cualquiera de las precedentes reivindicaciones, en que el revestimiento es de una aleación que tiene una base de cromo y uno o más de los elementos níquel, hierro y cobalto, estando el contenido de cromo entre 15 y 60% y no pasando el contenido de cobalto de 65%.

10 7.- Un método de acuerdo con la reivindicación 6, en que la aleación de revestimiento contiene 40 a 60% de cromo siendo el resto sustancialmente todo níquel.

15 8.- Un método de acuerdo con la reivindicación 7, para la producción de un tocho hueco en que la base es de acero al carbono; una aleación que contiene de 5 a 30% de cromo y 0 a 35% de níquel, siendo el resto sustancialmente todo hierro; o una aleación de níquel, cromo y hierro que contiene de 14 a 17% de cromo y 6 a 10% de hierro, siendo el resto sustancialmente todo níquel.

20 9.- Un método de producir un producto compuesto con base metálica que comprende extruir un tocho de acuerdo con una cualquiera de las precedentes reivindicaciones, bajo condiciones protectoras, de manera que se unan entre sí por interdifusión la base y el revestimiento en el producto extruído.

25 10.- Un método de acuerdo con la reivindicación 9, en que el elemento de revestimiento es sinterizado antes de que el tocho sea calentado para la extrusión.

30 11.- Un método de acuerdo con las reivindicaciones 9 ó 10, en que las condiciones protectoras se producen manteniendo una capa protectora entre el revestimiento y la

hilera de extrusión.



12.- Un método de acuerdo con la reivindicación 11, en que la capa protectora es una funda de chapa metálica.

5 13.- Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en que el revestimiento es una aleación binaria de cromo y níquel que contiene 15% ó más de cromo y la temperatura de extrusión es al menos 85% del punto de fusión absoluto de la fase de más bajo punto de fusión.

10 14.- Un método de acuerdo con la reivindicación 13, en que la temperatura de extrusión es de 90 a 97% del punto de fusión absoluto de la fase de más bajo punto de fusión.

15 15.- Un método de producir un tocho de metal de base. Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, (representado en los dibujos que se acompañan) y con los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de veinte y dos hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

4 JUN 1968

20

P.A.

Alberto de Elzaburo

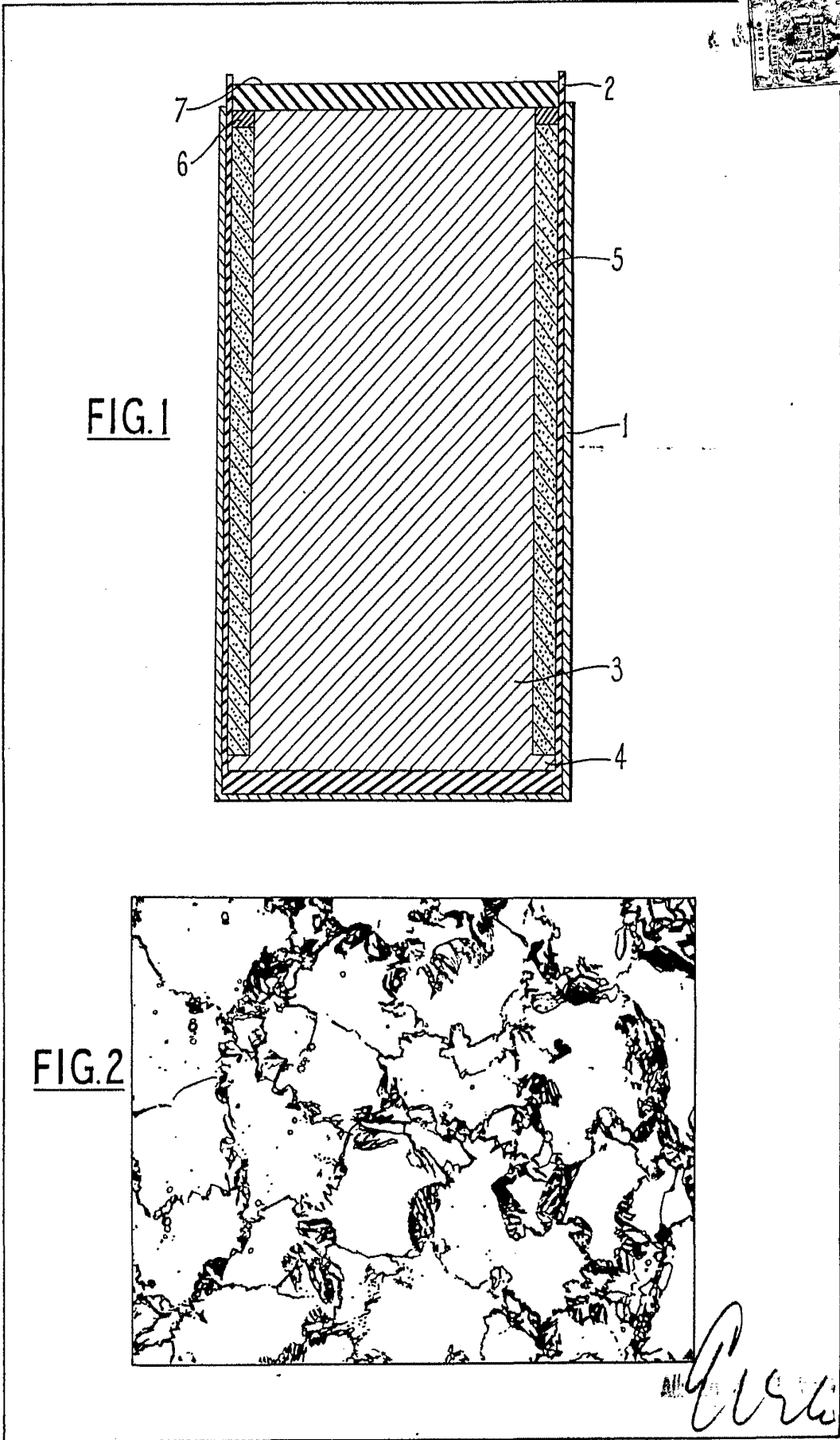


FIG. 1

FIG. 2