

353707

PATENTE DE INVENCION

Case 1059.

Memoria Descriptiva



sobre:

"Metodo de revestimiento de una tira
de metal ferroso"

==.==.==.==.==.==.==.==.==.==

Solicitante: ARMCO STEEL CORPORATION, entidad norteamericana, residen-
te en 703 Curtis Street, Middletown, Ohio, EE.UU. de A.

==.==.==.==.==.==.==.==.==.==

5. Esta invención se relaciona con un método para el acabado de revestimientos metálicos fundidos, aplicados a tiras de hierro y acero, mediante el uso de un chorro de fluido con flujo laminar, cuyo chorro se usa para controlar el espesor y calidad del revestimiento acabado.



Se reconoce en el arte que una operación continua de revestimiento metálico, considerada en general, incluye las operaciones de preparar primeramente la superficie de la tira a revestir para recibir el metal de revestimiento fundido, pasándose seguidamente el metal básico a un baño de metal de revestimiento fundido y efectuándose finalmente el acabado del revestimiento aplicado. Tal como se usa en esta descripción, el término "acabado" incluye las operaciones de controlar, alisar y solidificar el metal de revestimiento.

De acuerdo con la práctica convencional, el control y alisamiento del metal de revestimiento fundido se efectúan mediante la utilización de rodillos de salida que establecen contacto con el metal de revestimiento fundido sobre la superficie de la tira al salir ésta del baño de revestimiento. La solidificación del metal de revestimiento que permanece sobre la tira se efectúa por varios medios, incluyendo un temple con agua o procedimiento análogo.

Se reconoce en el arte que el uso de rodillos de salida, como anteriormente se describe, no proporciona un control altamente preciso sobre el espesor del resultante revestimiento. En efecto, el mantenimiento de la consistencia en el espesor del revestimiento de borde a borde en una tira determinada se efectúa en gran parte mediante cambio manual del contorno de los rodillos de salida durante la operación. Esto, naturalmente, es una operación extremadamente difícil y requiere operarios altamente especializados. Además, este continuo cambio en los contornos de los rodillos de salida da lugar a un rápido ritmo



de deterioro, que requiere la sustitución de los rodillos citados con relativa frecuencia.

5. Se sabe también que los rodillos de salida producen con frecuencia una característica marcación de "rayas de tigre" sobre la superficie del revestimiento, debido a las muescas presentes en los rodillos, o a la presencia de escoria y óxidos recogidos del baño y adheridos a los rodillos.

10. La experiencia comercial con los revestimientos metálicos ha establecido en general que el uso de un dispositivo de acabado mecánico que incluya rodillos de salida impone una limitación a la velocidad máxima en la totalidad del procedimiento. Es decir, es imposible, cuando se usan rodillos de salida, revestir más allá de una determinada velocidad de la tira y obtener al mismo tiempo un satisfactorio acabado superficial.

15. La experiencia ha demostrado también que el uso de los rodillos de salida crea problemas adicionales en situaciones específicas. Es decir, por ejemplo, en el revestimiento de acero con aleación plomo-estaño o terne o plomo, ha sido necesario incluir hasta el 17% de estaño en el baño de revestimiento para humedecer adecuadamente los rodillos de salida. Como el estaño no es particularmente deseable en el baño de revestimiento, y es un material relativamente costoso, sería altamente deseable crear un sistema con el que se pudiese aplicar satisfactoriamente un revestimiento de terne de bajo contenido en estaño.

20. Considerada en líneas generales, esta invención se relaciona principalmente con el acabado de un revestimiento metálico fundido. Suponiendo que la superficie de
- 25.
- 30.



la tira a revestir ha sido debidamente preparada, se pasa a un baño de metal de revestimiento fundido y se retira del mismo por una trayectoria de desplazamiento generalmente vertical. Al salir la tira del baño de metal de revestimiento fundido, arrastrará consigo una porción del referido metal fundido, formando un menisco cóncavo. De acuerdo con esta invención, la capa superficial no uniforme sobre la tira es limpiamente cortada por un chorro gaseoso de flujo laminar, de manera que la porción exterior del revestimiento fluya de nuevo al baño, mientras se adhiere o permanece en la tira una cantidad deseada del metal fundido. La cantidad de este metal que se adhiere a la tira (el espesor del revestimiento acabado) se controla de acuerdo con esta invención variando, como se expone posteriormente con más detalle, la velocidad del chorro de fluido, el ángulo de incidencia del chorro sobre la tira revestida, la altura del punto de incidencia y la forma de la abertura de la tobera que produce el chorro.

Recordando los anteriores comentarios respecto al estado del arte anterior, es un objeto de la presente invención proporcionar un método de revestimiento metálico que permita unas velocidades de revestimiento notablemente superiores.

Otro objeto de la invención es la provisión de un método de revestimiento metálico que proporciona un control muy superior sobre el espesor del revestimiento acabado.

Otro objeto de la invención es proporcionar un método mediante el cual puede aplicarse un diferente espesor de revestimiento a los dos lados de una tira determi-



nada.

Otro objeto es la provisión de un método de revestimiento que requiere un mínimo de mantenimiento durante períodos de funcionamiento sustanciales.

5. Otro objeto es proporcionar un método en el que puede establecerse una compensación en la operación de acabado de las variaciones en el espesor del revestimiento a través de las caras de la tira, que puedan ser causadas por variaciones en la forma de ésta.

10. Otro objeto específico de la invención es el de proporcionar un método que permita la aplicación de un revestimiento de terne de bajo contenido en estaño.

15. Para una mejor comprensión de la presente invención se hace a continuación una descripción detallada con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

La figura 1 es un dibujo esquemático de una operación de revestimiento de acuerdo con la invención; y

20. La figura 2 es un diagrama esquemático que muestra en la porción izquierda el menisco formado cuando se retira una porción del metal de revestimiento fundido por la tira en movimiento, y en la porción derecha la acción del chorro de fluido sobre el metal de revestimiento.

25. Volviendo ahora a la figura 1, se ha ilustrado esquemáticamente el procedimiento de esta invención. Una tira 10 del metal básico ferroso a revestir se desenrolla de la bobina 11 y pasa a través de la unidad limpiadora 12. Esta unidad puede ser del tipo de limpieza química en húmedo, bien conocido, o del tipo térmico, en el que la tira se calienta en una atmósfera oxidante a fin de formar un
30. revestimiento como de óxido homogéneo y delgado sobre ella.



5. Luego se pasa la tira al horno de recocción y reducción continuas 13, que, como es bien sabido en el arte, está provisto de una atmósfera reductora y de una alimentación de gas adecuada en el extremo de entrada. En el horno reductor 13, cualesquiera óxidos formados sobre la superficie del metal básico de la unidad limpiadora 12 son reducidos a un revestimiento delgado de hierro naciente.

10. De acuerdo con la práctica preferida de la invención, la tira 10 se enfriará aproximadamente a la temperatura del baño fundido después de pasar desde el horno reductor 13 a la tobera refrigerante 14, que está provista de una adecuada atmósfera neutra o reductora. El extremo de salida de la tobera refrigerante 14 estará sumergido en el metal fundido contenido en el baño 15. Por consiguiente, 15. la tira 10 saldrá de la tobera 14, pasará alrededor del rodillo sumergido 16 y saldrá del baño fundido por una trayectoria de desplazamiento sustancialmente vertical.

20. Las operaciones expuestas en líneas generales anteriormente comprenden el procedimiento Sendzimir, bien conocido, expuesto por primera vez en la patente estadounidense nº 2.110.893. Todos los aspectos y ramificaciones de las operaciones anteriormente expuestas se explican con más detalle en esta patente y en sus casos relacionados. Deberá entenderse que este método de preparación es sólo 25. ejemplificativo y no es necesario para la práctica de esta invención. Pueden emplearse otros métodos de preparaciones de la tira, tales como el procedimiento de desoxidante y de flujo.

30. Al salir la tira del baño de revestimiento, arrastrará consigo una cantidad de metal de revestimiento fundi



do. Esto se conoce por "acción de bombeo" de la tira y puede controlarse variando el grado de alisamiento de la superficie de la tira o variando la velocidad de funcionamiento de la misma. Es decir, una superficie de tira

5. basta bombeará mayor cantidad de metal de revestimiento fundido que una superficie lisa; análogamente, una elevada velocidad de la tira bombeará más metal fundido que una velocidad de revestimiento más lenta.

Con referencia a la figura 2, la tira objeto de

10. revestimiento se indica en 10. El nivel normal de metal de revestimiento fundido en el baño se indica en 17. Con referencia a la porción izquierda de la tira 10, se observará que la tira en movimiento retira una cantidad de metal de revestimiento fundido en un menisco 18 que se extiende por encima del nivel normal del baño 17.

15.

De acuerdo con esta invención, se dirigirá a la tira un chorro gaseoso de flujo sustancialmente laminar, indicado por la flecha 19 sobre el lado derecho de aquélla, en un punto donde el espesor del revestimiento es superior al deseado espesor final. La acción de este chorro gaseoso produce un limpio corte del revestimiento fundido, de manera que su porción exterior indicada en la parte derecha de la figura 2 por la línea 20, fluye hacia atrás al baño, mientras que se adhiere a la tira una cantidad deseada del referido metal. Como se explicará seguidamente, la acción cortante del chorro gaseoso se efectúa junto con una acción alisadora de la superficie del metal de revestimiento que permanece sobre la tira.

20.

25.

Este metal que permanece sobre la tira se solidifica luego de cualquier manera convencional y la tira re-

30.



vestida se enrolla en21 para su transporte o ulterior tratamiento.

- Como se explica anteriormente en esta descripción, es importante que el chorro gaseoso dirigido al
5. revestimiento del metal fundido corte limpiamente dicho revestimiento, mientras produce unalisamiento de la superficie de la porción del metal de revestimiento que permanece sobre la tira básica ferrosa. Esto se efectúa,
10. de acuerdo con la presente invención, mediante la utilización de un chorro de flujo sustancialmente laminar, de fluido gaseoso. Las variaciones de presión o la turbulencia en el chorro gaseoso producirán perturbaciones sobre la superficie de la tira revestida. La turbulencia a lo largo de los límites superior e inferior del chorro
15. crearán turbulencia en el metal de revestimiento fundido cortadô, produciendo deformaciones y un trazado residual en la película que permanece sobre la tira. Además, es bien sabido en el arte que la superficie del metal de revestimiento contenido en el baño (especialmente en el caso
20. de aluminio o cinc) se cubrirá con óxido, escoria, etc. y que estos óxidos y escoria serán elevados por la acción de bombeo de la tira a lo largo del menisco. Si la acción cortante no es definida y limpia, serán arrastradas porciones de óxido y escoria en el revestimiento metá-
25. lico final. Para mantener la uniformidad del revestimiento acabado, el flujo del chorro ha de ser laminar, caracterizado por un marcado gradiente de velocidad a través de su dimensión estrecha. Es decir, los límites del chorro en su dimensión estrecha fluyen casi a la misma velocidad
30. que las láminas internas del fluido del chorro, mientras



que se produce un arrastre mínimo de la atmósfera circundante debido a la ausencia general de vórtices turbulentos.

- Hay dos maneras ligeramente diferentes en
5. que el flujo del chorro sustancialmente laminar puede controlar los óxidos a lo largo del menisco. Si la presión es relativamente elevada, se supone que los óxidos son devueltos al baño junto con el exceso de metal de revestimiento. Si se disminuye la presión, se supone
10. que los óxidos son desmenuzados en diminutas partículas que se aplican uniformemente al acero. En cualquier caso, este proceso evita la situación en la que se permite la acumulación de óxidos y su periódica fijación al acero en forma de grandes grumos.
15. Preferiblemente, el chorro deberá utilizarse a una presión suficientemente baja para que la caída de presión entre la cámara de sobrepresión y la atmósfera externa no cause turbulencias. Investigaciones teóricas han indicado que la presión en la cámara debe ser superior a la presión existente en el exterior de la tobera en menos del 50% aproximadamente (medido sobre una base absoluta), a fin de asegurar que tenga lugar la completa expansión del fluido dentro de los confines de
20. la tobera. Tal chorro funciona a una velocidad inferior a la del sonido.
25. Preferiblemente, la tobera deberá ser del tipo convergente, construída de manera que la velocidad máxima del efluente se alcance en el punto de salida de la tobera, en lugar de efectuarse dentro o fuera de
30. ella. Bajo estas condiciones, se genera una turbulencia



mínima.

- Se recordará que al comienzo de esta descripción se decía que la combinación de velocidad de la tira, velocidad del chorro, definición del gradiente de velocidad a través de la dimensión estrecha del chorro, ángulo de incidencia, altura del punto de incidencia y fuerza total ejercida por el chorro, pueden variarse a fin de obtener un preciso control sobre el espesor del metal de revestimiento que permanece sobre la tira. La naturaleza de estos diversos factores puede exponerse brevemente como sigue. La velocidad del chorro (suponiendo una velocidad subsónica) es proporcional a la raíz cuadrada de la caída de presión. La definición del gradiente de velocidad a través de la dimensión estrecha del chorro será comunicada inicialmente por un correcto diseño de la tobera. Seguidamente, la definición del gradiente de velocidad disminuirá en función de la distancia de la tobera. El ángulo de incidencia del chorro afectará al porcentaje de metal de revestimiento cortado y al porcentaje de la fuerza del chorro ejercida contra el revestimiento que permanece sobre la tira. Y finalmente, la fuerza total ejercida por el chorro es aproximadamente proporcional al producto de la caída de presión por la abertura de la tobera.
5. Se ha descubierto que los citados factores han de estar relacionados de manera que se mantenga un flujo continuo de un exceso de metal desde el punto de incidencia hacia el baño. Este flujo devuelve cualquier escoria y óxido existentes sobre el revestimiento al baño. Las investigaciones efectuadas en el laboratorio
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



indican que, en el caso de un metal de revestimiento de cinc, se requiere un flujo de retorno mínimo de 142 gramos aproximadamente por minuto, por cada 25 milímetros de anchura de la tira, para un acabado satisfactorio. Cualquier incremento en este valor del flujo de retorno acentúa la acción de acabado por un retorno más rápido de los óxidos indeseados al baño y ensancha la amplitud del ajuste permisible.

Como anteriormente se indica, el chorro gaseoso incidirá sobre el metal de revestimiento a una altura por encima del baño a la que el espesor del revestimiento es superior al deseado espesor final del mismo. Naturalmente, es bien sabido que el espesor del revestimiento fundido en cualquier punto determinado por encima del baño es función de la velocidad de la tira, de la superficie de la misma, de la viscosidad del metal de revestimiento y de la densidad de dicho metal.

La experimentación ha establecido los siguientes límites operativos para una línea de revestimiento con cinc. La abertura de la ranura de la tobera puede variar entre 0,25 y 2,5 milímetros, siendo la abertura óptima del orden de 0,62 milímetros. El ángulo de incidencia del chorro sobre la tira (el ángulo se mide con referencia a un plano normal a la superficie de la tira) puede variar de 10° para arriba a 20° para abajo, siendo el ángulo óptimo de 2° para abajo, aproximadamente. La distancia entre el extremo de la tobera y la tira puede variar entre 3,18 y 63 milímetros. La altura del punto de incidencia por encima del baño variará dependiendo de la velocidad de la tira. A una velocidad de 91,4 me-



tros por minuto el punto de incidencia será del orden de 305 a 381 milímetros por encima del nivel normal del baño. La presión del chorro puede variar entre 17,3 gramos por centímetro cuadrado y 0,7 Kg por centímetro cuadrado.

5.

El chorro puede ser de cualquiera de varios flúidos, pero se ha observado que el aire es mejor para revestimientos de terne, mientras que el vapor de agua seco (sobrecalentado) es preferible para una operación de revestimiento con cinc.

10.

El experto en la materia comprenderá indudablemente que la tira objeto de revestimiento no será perfectamente plana al salir del baño de revestimiento y al pasar por los chorros de gas. También resultará evidente, por partes de la anterior explicación, que la distancia entre el extremo de la tobera del chorro y la tira revestida variará la acción cortadora del chorro. Es decir, al apartarse más una porción de una tira respecto al chorro, se reducirá la acción cortante. Para compensar esta disminución en la acción cortante sobre una porción de la anchura total de la tira, es necesario incrementar el tamaño de la ranura de la tobera en aquella porción de la tira, puesto que con una presión constante en la cámara el efecto friccional es proporcional a la abertura de la tobera. Así, si el centro de la tira se arquea alejándose de una tobera determinada, la porción central de esta tobera puede incrementarse muy ligeramente en cuanto a su tamaño, de manera que el chorro resultante deje un espesor de revestimiento uniforme a través de toda la anchura de la tira, a pesar de su arqueamiento.

15.

20.

25.

30.



5. El aparato mediante el cual se efectúa este ajuste del tamaño de la abertura de la tobera, no forma parte de esta invención. Se ofrece una completa descripción del aparato destinado a conseguir este resultado, en la patente estadounidense nº 3.314.163, a nombre de John B. Kohler.

10. También se ha descubierto que el uso de una superior presión en los medios de acabado disminuye el efecto que las variaciones de distancia entre la tobera y la tira ejercen sobre el espesor de revestimiento que permanece sobre la tira. El uso de este principio permite la aplicación de revestimiento más uniformes sobre una tira que está arqueada o deformada de otra manera.

15. Resultará evidente para los expertos en el arte la posibilidad de efectuar numerosas modificaciones y cambios en la versión descrita, sin apartarse de su ámbito y espíritu. En consecuencia, no se pretende ninguna limitación salvo en el sentido específicamente expuesto en las siguientes reivindicaciones.

20.

N O T A

25. Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que el invento corresponde a una solicitud de patente presentada en Norteamérica con el número Ser No. 637.442 de 10 de mayo de

30. 1967, 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: "METODO DE REVESTIMIENTO DE UNA TIRA DE METAL FERROSO", caracterizándose por lo siguiente:

5. 1.- Método de revestimiento de una tira de metal ferroso, caracterizado porque comprende las operaciones de: preparar la superficie de la tira ferrosa para recibir un metal de revestimiento fundido; hacer
10. pasar la tira a través de un baño de metal de revestimiento fundido, en virtud de lo cual se retira una cantidad del citado metal de revestimiento fundido de dicho baño por la tira en movimiento; y hacer incidir
15. un chorro de flujo sustancialmente laminar de fluido gaseoso sobre la superficie de la citada tira revestida al salir del mencionado baño, a una altura en la que el espesor de dicho metal de revestimiento es superior al deseado espesor final de revestimiento, devolviendo
20. el citado chorro incidente un flujo continuo del expresado metal de revestimiento fundido al mencionado baño.
- 2.- Método según la reivindicación 1, caracterizado porque el citado chorro de fluido gaseoso tiene un definido gradiente de velocidad a través de su dimensión estrecha.
25. 3.- Método según la reivindicación 2, caracterizado porque incluye la operación de configurar la dimensión estrecha del citado chorro gaseoso para compensar el arqueamiento de la tira.
30. 4.- Método según la reivindicación 1, caracterizado porque, cuando se aplica a una tira de metal fe-

19 MAY. 1968



5. rroso, comprende las operaciones de preparar la superficie de la tira ferrosa para recibir un metal de revestimiento fundido; hacer pasar dicha tira a través de un baño de metal de revestimiento fundido, de manera que se retire del citado baño una capa del metal de revestimiento fundido por la expresada tira; y cortar limpiamente dicha capa, de manera que su porción exterior fluya hacia atrás en dirección del baño, mientras se adhiere una deseada cantidad del metal de revestimiento a la tira, y al mismo tiempo el alisamiento de la superficie de dicho metal de revestimiento adherido.

15. 5.- Método según la reivindicación 4, caracterizado porque la cantidad de metal de revestimiento fundido devuelta al citado baño por el expresado corte de tal revestimiento es por lo menos de 142 gramos por minuto, por cada 25 milímetros de anchura de la tira, en virtud de lo cual los óxidos y la escoria de la superficie del metal de revestimiento retirado de dicho baño por la tira son devueltos al mismo.

25. 6.- Método según la reivindicación 4, caracterizado porque la citada operación de cortar limpiamente la citada capa se efectúa dirigiendo un chorro gaseoso de flujo laminar a la citada capa en un punto en el que el espesor del metal fundido es superior al deseado espesor final del revestimiento.

30. 7.- Método según la reivindicación 5, caracterizado porque la velocidad máxima del citado chorro gaseoso de flujo laminar se produce sustancialmente en el punto de salida de la tobera.



8.- Método según la reivindicación 7, caracterizado porque el citado chorro gaseoso tiene un definido gradiente de velocidad a través de su dimensión estrecha.

5. 9.- Método según la reivindicación 8, caracterizado porque incluye la operación de configurar la dimensión estrecha del citado chorro gaseoso para compensar el arqueamiento de la tira.

10. 10.- Método según la reivindicación 1, caracterizado porque, cuando para revestir un metal básico ferroso con un metal de revestimiento fundido, comprende el hacer pasar a la citada tira a través de un baño del mencionado metal de revestimiento fundido, retirar dicha tira del baño por una trayectoria de desplazamiento vertical y hacer incidir un chorro de flujo sustancialmente laminar de fluido gaseoso sobre la superficie de la tira al salir del baño, a una altura superior a la de éste, donde el espesor de la película ascendente de metal de revestimiento fundido es superior al espesor de revestimiento final, teniendo el citado chorro un definido gradiente de velocidad a través de su dimensión estrecha y dirigiéndose para cortar limpiamente la película ascendente de metal de revestimiento fundido, de manera que su porción exterior fluya hacia atrás en dirección al baño y alisándose el resto del metal de revestimiento fundido que se adhiere a la tira, empleando la combinación de velocidad del chorro, velocidad de la tira, distancia entre el chorro y la tira, ángulo de incidencia, altura del punto de incidencia y fuerza total ejercida por el chorro, para controlar el espesor del me

15.

20.

25.

30.



19 MAY. 1968

tal de revestimiento que permanece sobre la citada tira.

5. 11.- Método según la reivindicación 10, caracterizado porque incluye la operación de contornear la dimensión estrecha del citado chorro para compensar el arqueamiento de la tira.

10. 12.- Método según la reivindicación 10, caracterizado porque la cantidad de metal de revestimiento fundido que fluye hacia atrás en dirección del baño, es por lo menos de 142 gramos por minuto, por cada 25 milímetros de anchura de la tira, en virtud de lo cual los óxidos y escoria existentes sobre la película ascendente de metal de revestimiento fundido son devueltos al citado baño.

15. 13.- Método de revestimiento de una tira de metal ferroso, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria y en los dibujos adjuntos.

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

Madrid, 19 MAY. 1968

ARCO STEEL CORPORATION.

L. GOMEZ ACEBO Y MODEI

por Firmado: F. Hernández Ruiz

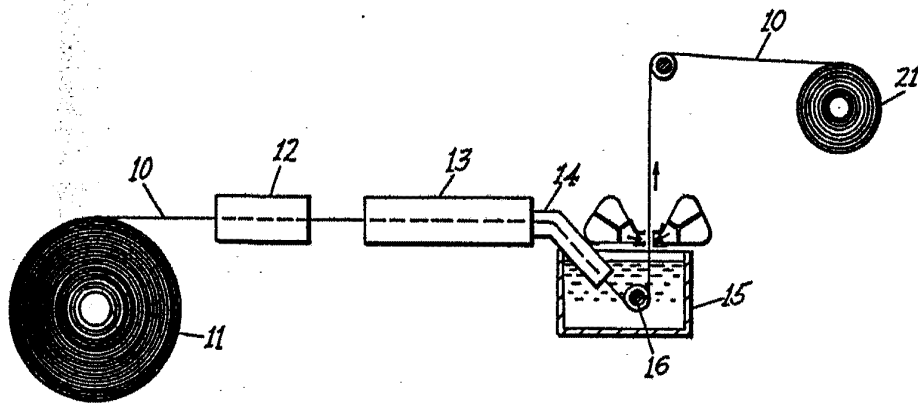


Fig. 1

ESCALA VARIABLE

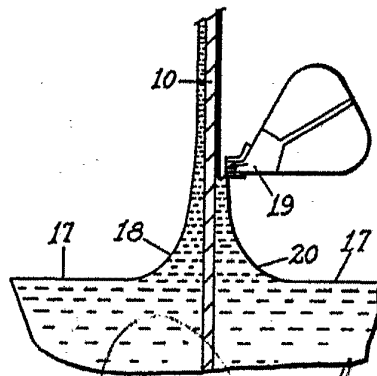


Fig. 2

29 MAY. 1968

J. GOMEZ ACEBO Y NOGUEIRA
c. p. Fernando S. Hernandez Balle