



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 271 678**

(51) Int. Cl.:

C22B 9/05 (2006.01)

C22B 21/06 (2006.01)

F27D 23/04 (2006.01)

B01F 3/04 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **03786125 .9**

(86) Fecha de presentación : **17.12.2003**

(87) Número de publicación de la solicitud: **1573077**

(87) Fecha de publicación de la solicitud: **14.09.2005**

(54) Título: **Dispositivo de agitación rotativa para el tratamiento de un metal fundido.**

(30) Prioridad: **21.12.2002 GB 0229871**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.04.2007

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.04.2007

(73) Titular/es: **FOSECO INTERNATIONAL LIMITED**
Coleshill Road, Fazeley
Tamworth, Staffordshire B78 3TL, GB

(72) Inventor/es: **Schmeisser, Dirk**

(74) Agente: **Torner Lasalle, Elisabet**

ES 2 271 678 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de agitación rotativa para el tratamiento de un metal fundido.

La presente invención se refiere a un dispositivo rotativo para el tratamiento de un metal fundido.

Es bien conocido que la presencia de gas disuelto en metal fundido puede introducir defectos en el producto solidificado. Por ejemplo, se introducen defectos en piezas fundidas y productos forjados fabricados de aluminio o sus aleaciones debido a la porosidad surgida por la presencia de gas hidrógeno. Por ejemplo, gas hidrógeno que se difunde en vacíos y discontinuidades (por ejemplo, inclusiones de óxido) pueden dar como resultado la formación de burbujas durante la producción de placas, láminas y bandas de aleación de aluminio. Otros defectos tales como porosidad en las piezas fundidas pueden asociarse también con la presencia de gas hidrógeno.

Es una práctica común tratar el aluminio fundido y sus aleaciones para eliminar el hidrógeno y las impurezas sólidas purgándolos con un gas tal como cloro, argón, nitrógeno o una mezcla de dichos gases, siendo el proceso identificado comúnmente como de “desgasificación”. Un modo de llevar a cabo la desgasificación es emplear un eje hueco al cual va amarrado un rotor. En uso, el eje y el rotor se hacen girar y se hace pasar gas a través del eje cuyo gas es dispersado dentro del metal fundido por medio del rotor. Un ejemplo de un conjunto de estas características se describe en la EP 0332292 (la totalidad de cuya descripción se incluye aquí por referencia) tal como se muestra en la Figura 1a. El rotor 2 comprende varios compartimentos C cada uno de los cuales tiene una entrada 9 y una salida 10, estando separados los compartimentos adyacentes por palas 11. El rotor se caracteriza por tener una cámara abierta M en su base y por tener las salidas más grandes que las entradas. El rotor va conectado a un eje hueco por medio de una pieza de conexión tubular.

En la Figura 1b se muestra otro rotor del estado de la técnica. En este caso, en la superficie cilíndrica periférica del rotor van provistos varios canales semicirculares paralelos o acanaladuras. Los canales pasan diagonalmente hacia abajo desde la parte superior de rotor hasta su base. En uso, el gas pasa a través de un orificio que pasa verticalmente a través del centro del rotor, que sale por la base del rotor antes de ser dispersado por el rotor rotativo a medida que sale el gas.

La EP 0183402 divulga un dispositivo rotativo para dispersar un gas en un metal fundido el cual comprende un eje hueco y un rotor amarrado fijamente al eje. El rotor es hueco y está dividido en una pluralidad de compartimentos por una pluralidad de palas que se extiende desde el eje. El rotor tiene al menos una abertura en su superficie periférica y al menos una abertura en su parte superior o en su parte inferior. En uso, el metal fundido entra en los compartimentos a través de una abertura de la parte superior o de la parte inferior y fluye hacia afuera a través de la abertura periférica. Además, desde el interior hueco del eje hasta cada uno de los compartimentos va provisto un conducto para permitir el paso de gas desde el eje hasta los compartimentos. El gas y el metal fundido se mezclan dentro del rotor siendo dispersado con el gas a través del cuerpo del metal fundido al salir el rotor.

La WO 02/22900 divulga un dispositivo rotativo el cual incluye un eje hueco que tiene un rotor con una abertura axial permanente en el extremo de descarga del eje. El rotor presenta la forma de una placa anular con una pluralidad de palas dirigidas hacia arriba montadas radialmente que sobresalen de la cara superior de la placa anular y una pluralidad de palas dirigidas hacia abajo montadas radialmente que sobresalen de la cara inferior de la placa anular. En una realización preferente, directamente debajo de las palas inferiores va montada una segunda placa anular creando pasillos en forma de segmentos entre las placas y entre las palas de deslizamiento montadas radialmente adyacentes.

Un objeto de la presente invención es el de proporcionar un dispositivo rotativo mejorado el cual ofrece preferentemente una o más de las ventajas siguientes sobre dispositivos conocidos:

(i) mayor durabilidad y por lo tanto mayor longevidad,

(ii) desgasificación más rápida, y

(iii) eliminación más eficiente de impurezas sólidas tales, inclusiones de óxido.

Según la presente invención se ha provisto un dispositivo rotativo para dispersar un gas en un metal fundido, comprendiendo dicho dispositivo un eje hueco en un extremo del cual va un rotor, incluyendo dicho rotor un techo y una base, estando dicho techo y dicha base separados y conectados mediante una pluralidad de separadores, siendo definido un paso entre cada par adyacente de separadores y el techo y la base, incluyendo cada paso una entrada y una primera salida, en donde cada primera salida va dispuesta radialmente hacia afuera de la entrada respectiva y dispuesta para dispersar gas por los lados del rotor en uso, caracterizado en que cada paso incluye además una segunda salida, estando dispuesta cada segunda salida en el techo del rotor y dispuesta para dispersar gas hacia arriba desde el rotor en uso, siendo definida una trayectoria de flujo a través del eje hacia las entradas de los pasos y fuera en la primera y segunda salidas caracterizado además en que el rotor va provisto de una cámara en la cual puede tener lugar la mezcla de metal fundido y gas, estando situada dicha cámara radialmente hacia adentro de las entradas e incluyendo una abertura en la base de rotor, de manera que en uso, cuando el dispositivo gira, el metal fundido es arrastrado hacia el interior de la cámara a través de la base del rotor en donde el mismo es mezclado con gas que pasa hacia el interior de

ES 2 271 678 T3

la cámara desde el eje, siendo entonces bombeada la dispersión de metal/gas hacia los pasos a través de las entradas antes de ser descargada del rotor a través de la primera y segunda salidas.

Sorprendentemente, los inventores han averiguado que la combinación de salidas dirigidas por los dos lados y dirigidas hacia arriba permite que se creen burbujas de gas más pequeñas y más numerosas lo cual da como resultado una desgasificación y limpieza significativamente más eficiente comparadas con el dispositivo de la EP 0332292 de manera que la velocidad de rotación puede reducirse manteniendo a la vez la misma eficiencia de desgasificación/limpieza prolongando así la vida del eje y de rotor, o la desgasificación/limpieza puede lograrse de manera más eficiente con la misma velocidad de rotor, proporcionando la oportunidad de reducir el tiempo de tratamiento.

En una realización, el rotor está formado a partir de un bloque sólido de material, estando constituidos el techo y la base mediante unas zonas superior e inferior del bloque respectivamente, incluyendo una zona intermedia del bloque orificios en el mismo los cuales definen los pasos, estando cada separador definido por la zona intermedia entre cada orificio.

En dicha realización, cada orificio puede ser de diámetro uniforme o cónico (hacia el interior o hacia el exterior). Preferentemente dichos orificios son de diámetro uniforme.

En una segunda realización, los separadores son en forma de palas y cada paso es un compartimentos definido entre palas adyacentes.

Preferentemente, cada segunda salida es un recorte que se extiende hacia adentro desde la periferia exterior del techo. Convenientemente, los recortes son parcialmente circulares o semicirculares y dispuestos preferentemente simétricamente alrededor del rotor. Naturalmente se apreciará que los recortes pueden ser de cualquier forma y que una o más de las segundas salidas podría alternativamente estar constituida por un orificio (de cualquier forma) a través del techo hacia uno de los compartimentos.

En todos los casos, es preferible que las segundas salidas no se extiendan hacia abajo más allá de la base del rotor.

En una realización preferente, el rotor tiene cuatro pasos o compartimentos (definidos por cuatro separadores o palas) con ocho segundas salidas en forma de recortes semicirculares dispuestas simétricamente alrededor del rotor (es decir, dos por compartimento). No obstante, el número de salidas puede aumentarse (por ejemplo, a 12 o 16) en el caso de rotores más grandes y reducirse en el caso de rotores más pequeños.

Preferentemente, las primeras salidas tienen un área de la sección transversal más grande que las entradas.

Preferentemente, el rotor es de sección transversal circular y va amarrado con preferencia al eje en su centro, de manera que reduzca el frenado durante la rotación.

Preferentemente el eje y el rotor se forman separadamente, siendo amarrados los dos mediante medios de sujeción desmontables. El eje puede conectarse directamente al rotor (por ejemplo, proporcionando hilos de rosca coincidentes tanto al eje como al rotor), o indirectamente, por ejemplo, a través de una pieza de conexión tubular roscada.

El rotor se forma convenientemente a partir de un bloque sólido de material (preferentemente grafito), siendo convenientemente formados los compartimentos mediante una operación de fresado.

Para evitar las dudas, deberá quedar claro que la invención reside también en el rotor en sí.

La presente invención reside además en un método de tratamiento de metal fundido que comprende las etapas de:

(i) sumergir el rotor y parte del eje del dispositivo de la presente invención en el metal fundido a tratar,

(ii) girar el eje, y

(iii) hacer pasar gas y opcionalmente una o más sustancias de tratamiento por el eje y hacia el interior del metal fundido a través del rotor, con lo cual desgasificar el metal.

La naturaleza del metal fundido no está limitada. No obstante, los metales preferidos para el tratamiento incluyen aluminio y sus aleaciones (incluyendo aleaciones bajas en silicio (4-6% Si) por ejemplo, aleación BS LM4 (AL-Si5Cu3); aleaciones de silicio medio (7,5-9,5% Si) por ejemplo, aleación BS LM25 (AL-Si7Mg); aleaciones eutécticas (10-13% Si) por ejemplo, aleación BS LM6 (AL-Si12); aleaciones hipereutécticas (> 16% Si) por ejemplo, aleación BS LM30 (AL-Si7Cu4Mg); aleaciones de aluminio magnesio por ejemplo, aleación BS LM5 (AL-Mg5Si1); (AL-Mg6)), magnesio y sus aleaciones (por ejemplo, aleación BS AZ91 (8,0-9,5% AL) y aleación BS AZ81 (7,5-9,0% AL) y cobre y sus aleaciones (incluyendo cobres de alta conductividad, latones, bronce de estaño, bronce fosforosos, bronce plomosos, metales de cañón, bronce de aluminio y cupro-niquelosos).

Preferentemente, el gas es un gas inerte (tal como argón o nitrógeno) y es más preferible seco. También pueden emplearse gases no consideradas tradicionalmente como inertes pero que no tienen efectos perjudiciales sobre el metal

ES 2 271 678 T3

tales como cloro, o un hidrocarburo clorado. El gas puede ser una mezcla de dos o más de los gases precedentes. Para un equilibrio entre el coste y la inertidad del gas, es preferible el nitrógeno seco. El método resulta particularmente útil para la eliminación de gas hidrógeno del aluminio fundido.

Se sobreentenderá que para cualquier rotor dado, se determinará la eficiencia de desgasificación, entre otras cosas, mediante la velocidad de rotación, la medida del flujo de gas y el tiempo de tratamiento. Una velocidad de rotación preferida es 550 rpm o menos y más preferentemente 400 rpm o menos, más preferentemente alrededor de 350 rpm. También se sobreentenderá que para cualquier rotor dado, el tamaño y la geometría del recipiente contenedor del metal fundido influirán en la velocidad del rotor óptima o preferida.

Además de la desgasificación, el tratamiento puede combinarse también con la inyección de fundentes en la masa fundida junto con un gas de purga inerte. Entonces el tratamiento es una desgasificación/afino del grano combinados y/o modificación y/o tratamiento de limpieza/espumado, en cuyo caso la sustancia de tratamiento óptima puede ser limpieza/espumado granulado, afino del grano, compuestos de modificación o una combinación de estos (normalmente identificados como "fundente" o "fundentes"). Dichos fundente pueden ser titanio y/o sales boradas (por ejemplo, aleación de ALTiB) para afino del grano, y sales sódicas o estroncio (normalmente como aleación de composición pre-determinada de 5-10%) para modificación de aleaciones de aluminio-silicio. Tales procesos son en sí bien conocidos para un obrero fundidor cualificado.

El tamaño del rotor requerido, la velocidad de rotación, la medida del flujo de gas y (opcionalmente) la cantidad de fundente se determinarán todos ellos mediante el tratamiento particular que se está llevando a cabo, teniendo en cuenta la masa de metal que se está tratando, el tamaño y la geometría del recipiente contenedor del metal fundido, el tiempo de tratamiento óptimo y si el proceso es continuo o se trata de un proceso por lotes.

A continuación se describirá una realización de la invención solamente a modo de ejemplo, con preferencia a los dibujos que se acompañan en los cuales:

La Figura 1a es una sección vertical a través de un dispositivo rotativo del estado de la técnica descrito en la EP 0332292,

Las Figuras 1b y 1c son vistas en planta lateral respectivamente de otro rotor del estado de la técnica,

Las Figuras 2a y 2b son respectivamente una vista en perspectiva y una vista lateral de un dispositivo rotativo de acuerdo con la presente invención,

La Figura 3 es una vista en planta superior en dispositivo rotativo de las Figuras 2a y 2b,

Las Figuras 4 a 6 son gráficos que ilustran la reducción del contenido de gas de ALSi10Mg antes y después de la desgasificación con nitrógeno utilizando un dispositivo rotativo según la presente invención y un dispositivo rotativo comparativo, y

Las Figuras 7 a 9 son curvas de ensayo Perfil de un dispositivo rotativo conforme a la presente invención y dos dispositivos rotativos comparativos respectivamente.

Con referencia a las Figuras 2 y 3, se muestra un dispositivo rotativo para dispersar gas y/u otras sustancias de tratamiento en metal fundido. El dispositivo comprende un eje 20 y tiene un orificio 20a a su través, un rotor 22 y una pieza de conexión tubular 23.

El rotor 22 está hecho de grafito y constituye una construcción unitaria. El rotor 22 es generalmente en forma de disco y comprende una parte superior anular (techo 24) y separada de la misma una parte inferior anular (base 26). Centralmente en el techo 24 del rotor 22 va provisto un orificio pasante roscado 28 y en uso sirve de punto de amarre de la pieza de conexión tubular 23 la cual va roscada exteriormente de la misma manera. Centralmente en la base 26 del rotor 22 va provista una cámara abierta 30. La cámara 30 se extiende hacia arriba hasta el techo 24 del rotor 22 y es continua con el orificio pasante 28 del techo 24, definiendo de ese modo el orificio pasante 28 y la cámara 30 un paso continuo verticalmente a través del rotor 22. Además la cámara 30 se extiende hacia el exterior más allá del orificio pasante 28. El techo 24 y la base 26 van conectados mediante cuatro palas 32 las cuales van dispuestas entre el techo 24 y la base 26 cuyas palas se extienden hacia el exterior desde la periferia de la cámara 30 hasta la periferia 22a del rotor 22. Entre cada par de palas adyacentes 32, la cámara 30 y el techo 24 y la base 26 se define un compartimiento 34. Cada compartimiento 34 tiene una abertura de entrada 36 a partir de la cámara 30 y una primera salida en la periferia 22a del rotor 22 en forma de una ranura alargada 38. La ranura de salida 38 tiene una área de la sección transversal mayor que la abertura de entrada 36.

Como puede verse más fácilmente en la Figura 3, el borde periférico 22a del techo 24 del rotor 22 va provisto de una pluralidad (ocho en esta realización) de recortes 40 parcialmente circulares. Cada recorte 40 sirve como una segunda salida de su compartimiento 34 respectivo (en este caso van provistos dos recortes 40 por compartimiento 34).

ES 2 271 678 T3

En un extremo del eje 20 va provista una zona apropiada roscada internamente para montar con seguridad el eje 20 en la pieza de conexión 23. El extremo opuesto del eje 20 va conectado al extremo inferior de un eje de arrastre hueco (no mostrado) cuyo extremo superior va conectado a medios de arrastre (en este caso un motor eléctrico, no mostrado) y el orificio 20a del eje 20 va conectado a través del eje de arrastre hueco a una fuente de gas (no mostrada).

A partir de la descripción anterior, quedará claro que existe una trayectoria de flujo continua desde la fuente de gas, a través del orificio 20a del eje 20 y la pieza de conexión 23, a través del techo 24 del rotor 22 hacia el interior de la cámara 30, a través de las aberturas de entrada 36 hacia el interior de los compartimentos 34 y hacia fuera del rotor 22 a través de las primera y segunda salidas 38, 40.

En uso, el conjunto rotor y eje se sumergen en el metal fundido a desgasificar (por ejemplo, en una cuchara de colada u otro recipiente revestidos de material refractario) y se hacen girar a la velocidad deseada mediante la activación del motor eléctrico. La fuente de gas se abre y se ajusta a la medida de flujo deseada se lleva a cabo la desgasificación durante un tiempo de duración predeterminada.

Durante la desgasificación, el gas pasa por el eje 20 hacia el interior de la cámara 30 del rotor, en donde el mismo se mezcla con metal fundido el cual es arrastrado hacia arriba hacia la cámara 30. La dispersión del gas/metal fluye hacia los compartimentos 34 a través de la entrada 36 y la sale del rotor 22 lateralmente a través de las primera salidas 38 y hacia arriba a través de la segunda salidas 40.

Ejemplos 1 a 3

Para desgasificar 200 kg de aleación de $AlSi10Mg$ mantenida a $720^{\circ}C$ se empleó un rotor como el descrito más arriba con un diámetro de 190 mm. El gas empleado fue nitrógeno seco con una medida de caudal de 15 L/min. La velocidad la rotación fue de 450 rpm y la desgasificación se llevó a cabo durante 5 minutos (Ejemplos 1). La efectividad del rotor fue evaluada mediante la determinación del Índice de Densidad (ID) del metal antes y después del tratamiento. El ID se calcula empleando la fórmula

$$ID = \frac{Datm - D80 \text{ mbar}}{Datm} \times 100$$

en donde $Datm$ es la densidad de una muestra de metal la cual se ha dejado solidificar bajo presión atmosférica y $D80\text{mbar}$ es la densidad de una muestra la cual se ha dejado solidificar bajo un vacío de 80 mbar. Cuanto mayor es el ID de la muestra, mayor es el contenido de gas hidrógeno en el metal.

Los ejemplos 2 y 3 fueron llevados a cabo, como en el caso del Ejemplos 1, excepto que la velocidad de rotación empleada fue de 350 rpm (Ejemplo 2; tiempo de tratamiento 5 minutos, 2 pruebas, Ejemplo 3; tiempo de tratamiento 3 minutos, 2 pruebas).

Ejemplos comparativos 1 a 3

Para la comparación, la desgasificación fue llevada a cabo bajo condiciones idénticas al Ejemplo correspondiente empleando un rotor idéntico al del Ejemplo 1, excepto que el techo del rotor no fue provisto de recorte alguno.

Resultados

Los resultados en términos de reducción del índice de densidad (ID) son tabulados más abajo y representados gráficamente en las Figuras 3 a 5 (Ejemplos/Ejemplos Comparativos 1 a 3). Aunque se observará que no hay dos lotes de masa fundida que tengan exactamente el mismo ID inicial, resulta fácilmente evidente que el rotor de la presente invención ofrece una mejora significativa sobre un rotor comparable en el que se hayan omitidos los recortes. Por ejemplo, a partir de la Tabla 2 y de la Figura 3, puede verse que el ID del Ejemplo 2 (las dos pruebas) es la mitad que el del Ejemplo comparativo 2 después del tratamiento, incluso cuando el ID inicial es mayor (prueba 2).

TABLA 1

ID (%) (desgasificación a 450 rpm, 15 L/min durante 5 mins.)

	Ejemplo 1	Ejemplo Comparativo 1
Antes	8,43	10,15
Después	0,38	0,76

ES 2 271 678 T3

TABLA 2

ID (%) (desgasificación a 350 rpm, 15 L/min durante 5 mins.)

5		Ejemplo 2		Ejemplo Comparativo 2
		Prueba 1	Prueba 2	
10	Antes	4,58	6,92	5,34
	Después	0,38	0,38	0,76

TABLA 3

ID (%) (desgasificación a 350 rpm, 15 L/min durante tres mins.)

15		Ejemplo 3			Ej. Comparativo 3
20		prueba 1	prueba 2	prueba 1	prueba 2
	Antes	6,08	2,66	4,98	7,66
25	Después	0	0,38	1,15	1,89

30 Cuando se reduce el tiempo de desgasificación la eficiencia del rotor comparativo empeora (ejemplo 3 comparativo), mientras que el rotor de la presente invención mantiene la reducción alta del ID (Ejemplo 3)

Ejemplo 4 y ejemplos 4 y 5 comparativos

35 Se preparó una masa de 250 kg de LM25 en una moldura caldeada por gas fuera del horno. La carga comprendía una mezcla de lingote nuevo y chatarra de fabricación. Cada rotor bajo investigación fue montado a su vez en una máquina capaz de controlar la velocidad de rotación de la lanza y la presión de inyección de gas inerte. La velocidad de rotación se estableció en 350 rpm en el caso del Ejemplo 4 y del Ejemplo Comparativo 4, y en 550 rpm en el caso del Ejemplo Comparativo 5 (velocidad de rotación recomendada por el fabricante). Como gas inerte se empleó nitrógeno y la presión de inyección se mantuvo constante a lo largo de toda la prueba.

40 Las operaciones de desgasificación se llevaron a cabo con cada rotor. El nivel de gas en el metal se elevó artificialmente al comienzo de cada prueba metiendo en la masa fundida una cantidad medida de tableta de gasificación Foseco Hydrat (TM). También se esperaba que la turbulencia creada por esta operación redujera la limpieza del metal plegando óxidos de la superficie.

45 La operación de desgasificación se llevó a cabo en incrementos de 5 minutos durante un tiempo total de 15 minutos por cada prueba. Para proporcionar un valor de índice de densidad al comienzo de la prueba y al final de cada intervalo de 5 minutos se empleó una Unidad de Densidad de Vacío (*Vacuum Density Unit*) MK 3VT (MK GmbH). También se empleó un analizador de hidrógeno Alscan (TM) en pruebas seleccionadas para proporcionar una medida directa del contenido de hidrógeno. La limpieza del metal se midió al comienzo y al final de cada periodo de 15 minutos utilizando Prefil.

50 El ensayo Prefil (Filtración de Presión) proporciona una medición cuantitativa en línea de películas de óxido y otras inclusiones. Se controla la medida del caudal de metal fundido a través de un micro filtro a temperatura y presión constantes y se emplea para trazar un gráfico de peso filtrado en función del tiempo. Durante un ensayo, en la superficie del filtro se acumulan rápidamente inclusiones en el metal, tales como películas de óxido, reduciendo la medida del caudal a través del filtro. Por lo tanto, la pendiente y la forma general de la curva del peso filtrado en función del tiempo indica el nivel de inclusiones presentes en el metal. Las películas de óxido afectan a la pendiente inicial de la curva (20-30 segundos). Estas dan como resultado líneas rectas, con una pendiente que decrece a media que aumenta el número de películas de óxido. Las inclusiones de partículas finas tales como TiB₂, carburos finos de Al₂O₃ hacen que la curva del ensayo Prefil se desvíe de la línea recta. La carga de partículas finas puede deducirse a partir del punto en el cual la curva empieza a desviarse de la pendiente inicial.

65 Además de la curva de filtración, el análisis metalográfico del residuo que se retiene en el filtro después del ensayo Prefil permite la identificación y la cuantificación de los tipos de inclusiones presentes en la muestra metálica a realizar.

ES 2 271 678 T3

Ejemplo 4

El rotor fue como el empleado en los ejemplos comparativos 1 a 3 pero con un diámetro de 140 mm.

Ejemplo Comparativo 4

El rotor fue como el empleado en los ejemplos comparativos 1 a 3 pero con un diámetro de 140 mm.

Ejemplo Comparativo 5

El rotor fue como el mostrado en la Fig.1B con un diámetro de 140 mm.

Resultados

Índice de Densidad

Un examen de los valores ID de la Tabla 4 indica que el rotor del ejemplo 4 es similar en cuanto a eficiencia de desgasificación al rotor del Ejemplo comparativo 5, ambos desgasifican rápidamente la masa fundida en los primeros 5 minutos de funcionamiento con solamente ligera mejora, si es que la hay, lograda continuando la desgasificación durante otros cinco minutos. No obstante, la velocidad de funcionamiento menor del rotor del Ejemplo 4 tendrá un efecto beneficioso en la vida del rotor/lanza.

El rotor del Ejemplo Comparativo 4 comparativo es al menos un desgasificador eficiente. Le lleva más tiempo conseguir un de densidad bajo comparado con los otros dos rotores y el valor más bajo obtenido, 2,5% después de 15 minutos, es notablemente más alto que el que se puede conseguir por los otros dos rotores, < 0,75% después de 5 minutos.

Un ensayo a presión reducida es un ensayo sencillo empleando equipamiento robusto para evaluar la propensión de una masa fundida a poros de gas. No obstante, no mide el contenido de hidrógeno directamente y es sensible a variables que son difíciles de controlar; tales como diferencias en métodos de muestreo por parte de un operario a otro operario, cambios en limpieza del metal (núcleos de precipitación de gas) e incluso vibración del suelo del taller. El Alscan proporciona una medida directa del contenido de hidrógeno y es independiente de estas variables. Había una buena correlación entre Alscan medido bajo condiciones de laboratorio e índice de densidad (datos no mostrados)

TABLA 4

		Ejemplo 4	Ej. Comp. 4	Ej. Comp. 5
	Tiempo	ID	ID	ID
	0	9,54	23,35	12,98
Prueb 1	5	2,26	10,65	1,51
	10	0,75	4,89	0,75
	15	0,75	3,01	0,75
	0	8,37	11,03	5,68
Prueb 2	5	0,76	5,66	0,38
	10	0,75	3,75	0,38
	15	0,75	2,63	1,13
	0	6,08	14,83	4,55
Prueb 3	5	0,75	7,92	1,14
	10	0,75	2,55	0,38
	15	0,75	2,62	0,38

ES 2 271 678 T3

Limpieza del Metal

En las Figuras 7 a 9 se muestran las curvas generadas por los rotores. La curva del rotor (Figura 9) del ejemplo comparativo 5 muestra que la limpieza del metal fundido es coherentemente peor tras una operación de desgasificación de 15 minutos. La desviación de una línea recta cuando empiezan las curvas es indicativo de que el filtro se está bloqueando por las películas de óxido. Esto es coherente con la observación hecha durante la prueba de que dicho rotor causó turbulencia pronunciada y plegado de la superficie de masa fundida en la mayor parte del metal.

Las curvas obtenidas en el caso del Ejemplo 4 y el Ejemplo comparativo 4 (Figuras 7 y 8 respectivamente) están agrupadas más estrechamente juntas. En algunos casos la limpieza del metal fue mejorada como resultado de la desgasificación, en otros se hizo ligeramente peor. No obstante, es evidente que las curvas obtenidas en el caso de dos rotores son de pendiente más fuerte que las obtenidas en el caso del Ejemplo comparativo 5 y no empiezan en la misma medida, indicando un nivel menor de películas de óxido. Los resultados sugieren que el rotor del ejemplo 4 (y del Ejemplo Comparativo 4) no tiene un efecto significativo (beneficioso o perjudicial) en la limpieza del metal.

Se realizó otra prueba empleando el rotor del Ejemplo 5 Comparativo 5 con una velocidad de rotación de 350 rpm. El modelo de burbuja de gas cambió completamente y aparecieron grandes burbujas en la superficie de la masa fundida, con metal arrastrado desde el horno hacia el área de colada general. La prueba se abandonó por razones de seguridad.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo rotativo para dispersar un gas en una masa fundida, comprendiendo dicho dispositivo un eje hueco (20) en un extremo del cual va un rotor (22), incluyendo dicho rotor (22) un techo (24) y una base (26), estando dicho techo (24) y base (26) separados y conectados mediante una pluralidad de separadores (32), estando definido un paso (34) entre cada par de separadores adyacentes (32) y el techo (24) y la base (26), incluyendo cada paso (34) una entrada (36) y una primera salida, en donde cada primera salida (38) va dispuesta radialmente hacia el exterior de la entrada respectiva (36) y dispuesta para dispersar gas por los lados del rotor (22) en uso; **caracterizado** en que cada paso incluye además una segunda salida, (40) estando cada segunda salida dispuesta en el techo (24) del rotor (22) y dispuesta para dispersar gas hacia arriba desde el rotor en uso, estando definida una trayectoria de flujo a través del eje hacia las entradas de los pasos y fuera de la primera y segunda salidas; **caracterizado** además en que, el rotor (22) va provisto de una cámara (30) en la cual puede tener lugar la mezcla de metal fundido y gas, estando situada dicha cámara (30) radialmente hacia adentro de las entradas (36) e incluyendo una abertura en la base (26) del rotor (22), de manera que en uso, cuando el dispositivo gira, es arrastrado metal fundido hacia el interior de la cámara (30) a través de la base (24) del rotor (22) en donde el mismo es mezclado con gas que pasa hacia el interior de la cámara (30) desde el eje (20), siendo entonces bombeada la dispersión de metal/gas hacia los pasos (34) a través de las entradas (36) antes de ser descargada desde el rotor (22) a través de la primera y segunda salidas.

2. Un dispositivo según lo reivindicado en la reivindicación 1, en el que, el rotor (22) está formado de un bloque sólido de material, estando constituidos el techo (24) y la base (26) por zonas superior e inferior del bloque respectivamente, incluyendo una zona intermedia del bloque orificios en su interior los cuales definen los pasos (34), estando cada separador (32) definido por la zona intermedia entre cada orificio.

3. Un dispositivo según lo reivindicado en la reivindicación 2, en el que, cada orificio es de un diámetro uniforme.

4. Un dispositivo según lo reivindicado en la reivindicación 1, en el que, los separadores (32) son en forma de palas y cada paso (34) es un compartimento definido entre palas adyacentes.

5. Un dispositivo según lo reivindicado en la reivindicación precedente, en el que, cada segunda salida (40) es un recorte que se extiende hacia adentro desde la periferia exterior el techo (24).

6. Un dispositivo según lo reivindicado en la reivindicación 5, en el que, los recortes son parcialmente circulares o semicirculares y preferentemente van dispuestos simétricamente alrededor de rotor (22).

7. Un dispositivo según lo reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones precedentes en el que, las segunda salidas (40) no se extiende hacia abajo más allá de la base (26) del rotor (22).

8. Un dispositivo según lo reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que, el rotor (22) tiene cuatro pasos (34) definidos por cuatro separadores (32) con ocho segundas salidas (40) en forma de recortes semicirculares y dispuestas simétricamente alrededor de rotor (22).

9. Un dispositivo según lo reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que, las primeras salidas (38) tienen un área de la sección transversal mayor que las entradas (36).

10. Un dispositivo según lo reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones precedentes en el que, el rotor (22) es de sección transversal circular y va preferentemente amarrado al eje (20) en su centro.

11. Un dispositivo según lo reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que, el eje (20) y el rotor (22) se forman separadamente, estando amarrados ambos por medios de sujeción desmontables.

12. Un dispositivo según lo reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones precedentes en el que, el rotor (22) se forma a partir de un bloque sólido de grafito.

13. Un método de tratamiento de metal fundido que comprende las etapas de:

(i) sumergir el rotor (22) y parte del eje (20) del dispositivo de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12 en el metal fundido a tratar,

(ii) hacer girar eje (20), y

(iii) hacer pasar gas y opcionalmente una o más sustancias de tratamiento por el eje (20) y hacia el metal fundido a través del rotor (22), para de ese modo desgasificar el metal.

14. El método según lo reivindicado en la reivindicación 13, en el que el metal a tratar se selecciona a partir de aluminio, magnesio, cobre y aleaciones de los mismos.

ES 2 271 678 T3

15. El método según lo reivindicado en la reivindicación 13 o 14, en el que, el gas empleado en la etapa (iii) se selecciona a partir de uno o más de cloro, hidrocarburo clorado, nitrógeno y argón.

5 16. El método según lo reivindicado en la reivindicación 15, en el que, el gas empleado en la etapa (iii) es nitrógeno seco.

10 17. El método según lo reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones 13 a 16, en el que, el tratamiento comprende un afino del grano y/o modificación y/o tratamiento de limpieza y la sustancia de tratamiento opcional de la etapa (iii) es una limpieza/espumado granulado, afino del grano y/o compuestos de modificación.

18. El método según lo reivindicado en la reivindicación 17, en el que, la sustancia de tratamiento opcional se selecciona de uno o más de sales de titanio y/o sales boradas, sales sódicas y aleación de composición predeterminada de estroncio.

15 19. El método según lo reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones 13 a 18 en el que, la rotación de la etapa (ii) es de 400 rpm o menor.

20 20. Un rotor (22) para uso en el dispositivo rotativo de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, comprendiendo dicho rotor (22) un techo (24) y una base (26), estando dicho techo (24) y base (26) separados y conectados mediante una pluralidad de separadores (32), estando definido un paso (34) entre cada par adyacente de separadores (32) y el techo (24) y la base (26), incluyendo cada paso (34) una entrada de gas (36) y una primeras salida de gas (38), en donde cada primera salida (38) va dispuesta radialmente hacia el exterior de la entrada respectiva (36) y dispuesta para dispersar gas por los lados del rotor (22) en uso; **caracterizado** en que, cada paso tiene además una segunda salida (40) la cual va dispuesta en el techo (24) del rotor (22) y dispuesta para dispersar gas hacia arriba desde el rotor (22) en uso; **caracterizado** además en que, el rotor (22) va provisto de una cámara (30) en la cual puede tener lugar la mezcla de metal fundido y gas, estando dicha cámara (30) situada radialmente hacia adentro de las entradas (36) e incluyendo una abertura en la base (26) del rotor (22), de manera que en uso cuando el dispositivo gira, es arrastrado metal fundido hacia el interior de la cámara (30) a través de la base (24) del rotor (22) en donde el mismo se mezcla con gas que pasa hacia el interior de la cámara (30) desde el eje (20), siendo entonces bombeada la dispersión metal/gas hacia los pasos (34) a través de las entradas (36) antes de ser descargada del rotor (22) a través de la primera y segundas salidas (38, 40).

35

40

45

50

55

60

65

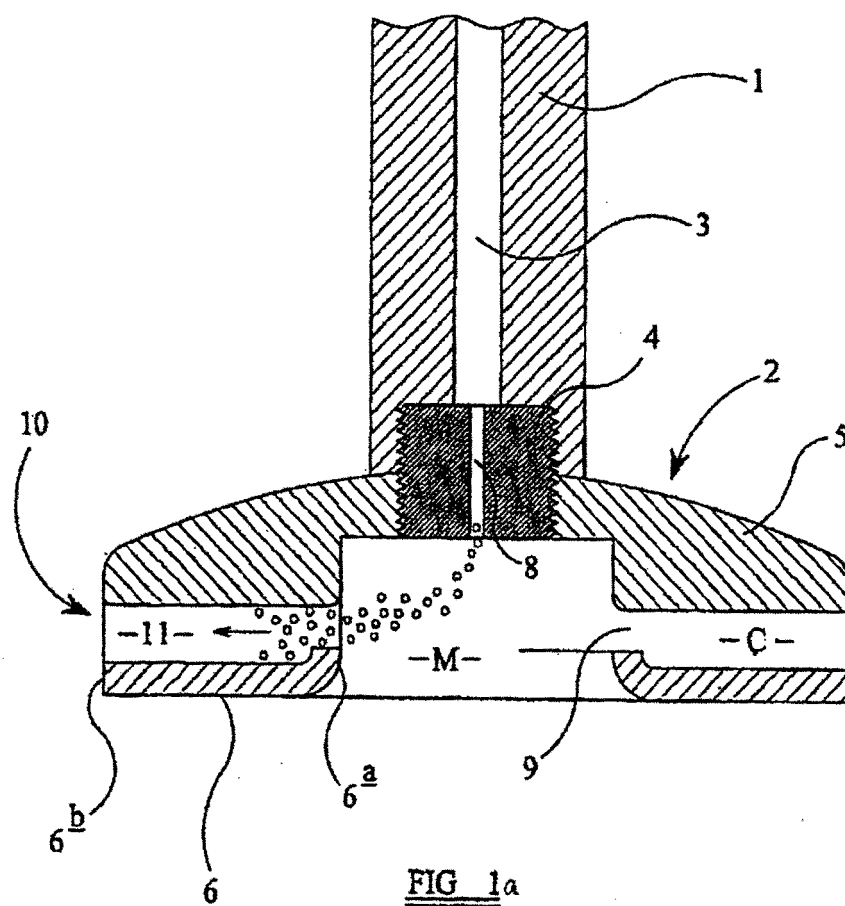


Figura 1b

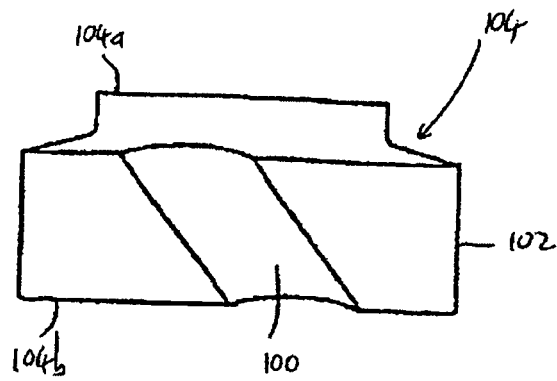
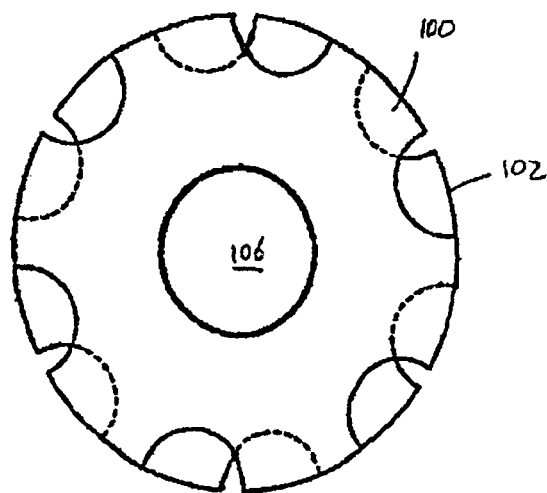


Figura 1c



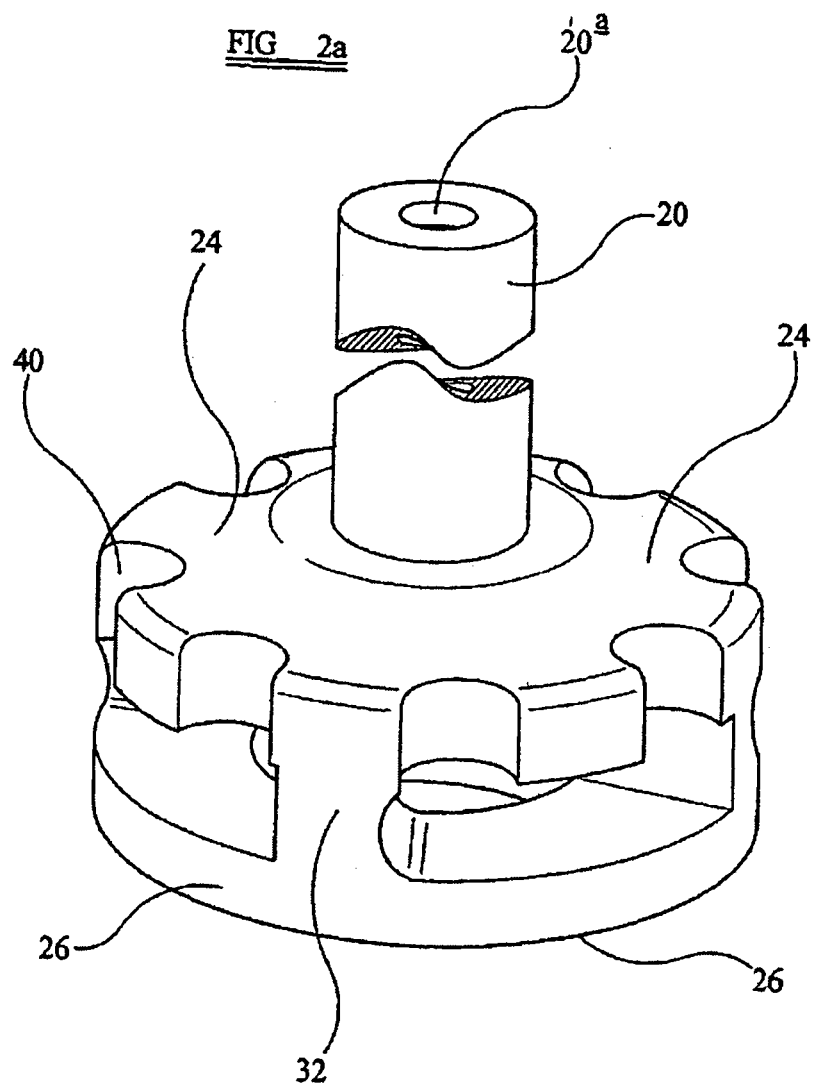


FIG 2b

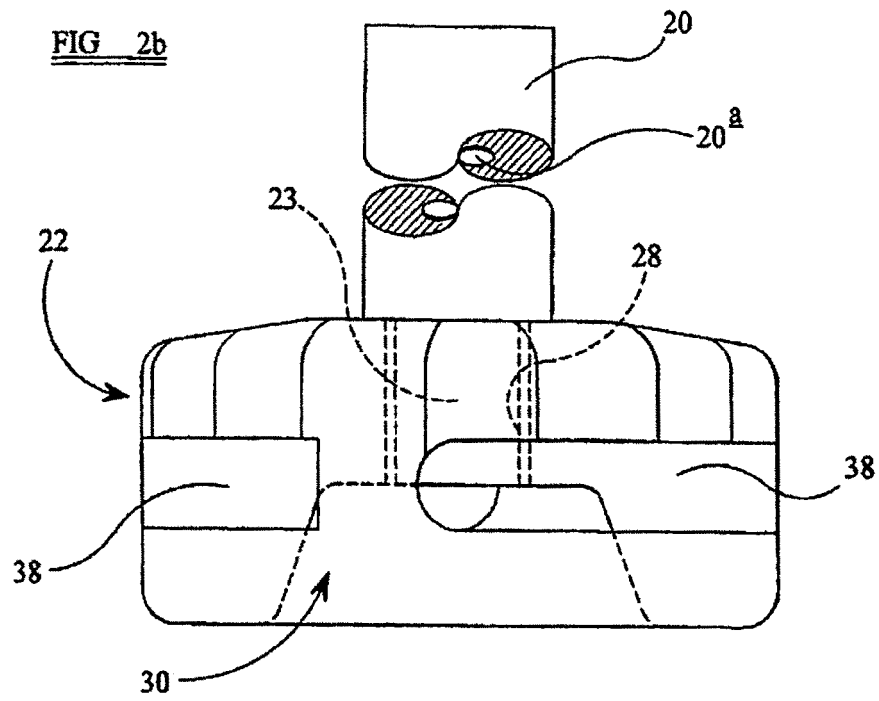


FIG 3

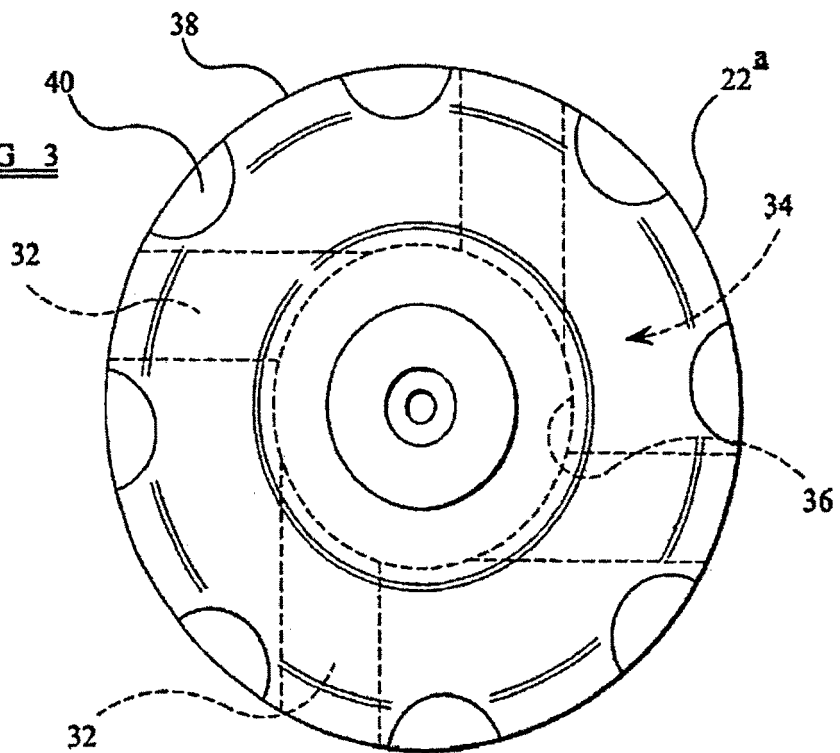


Figura 4

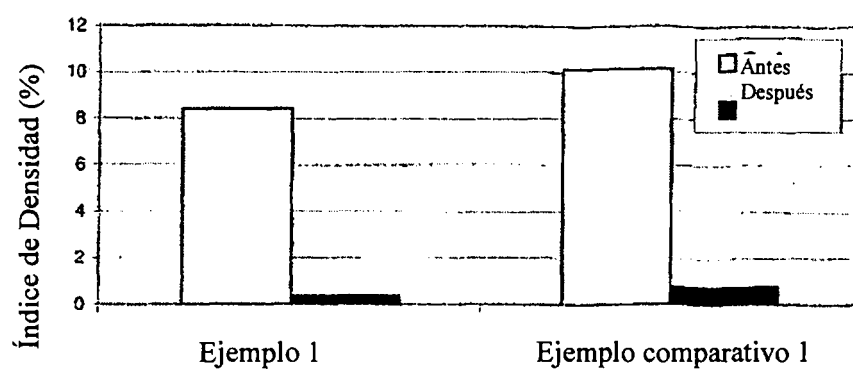


Figura 5

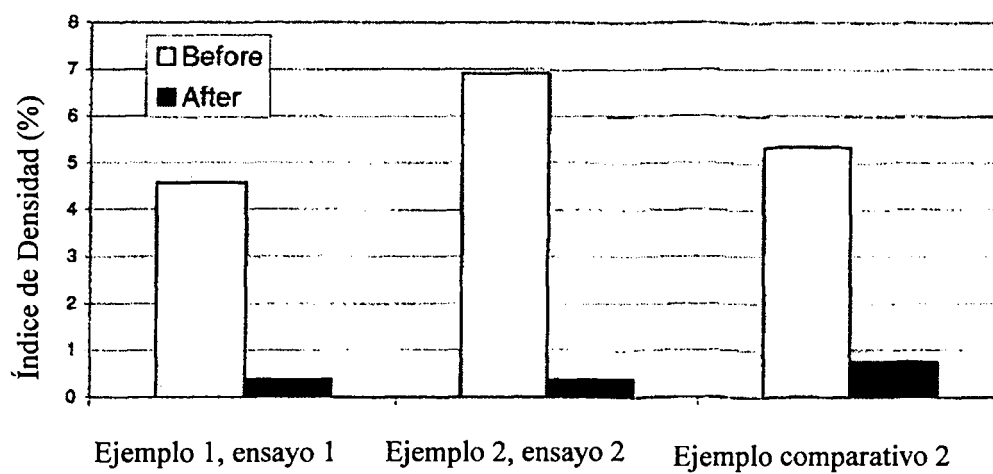


Figura 6

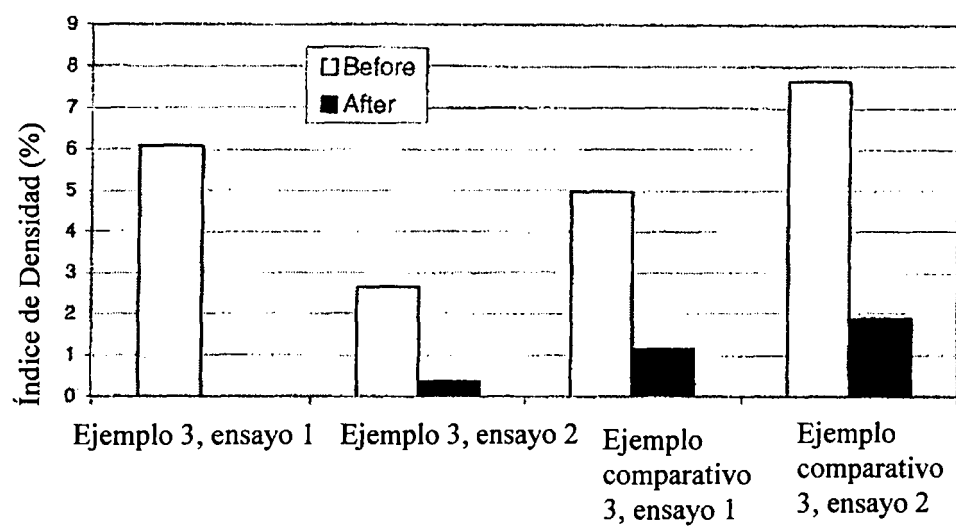


Figura 7

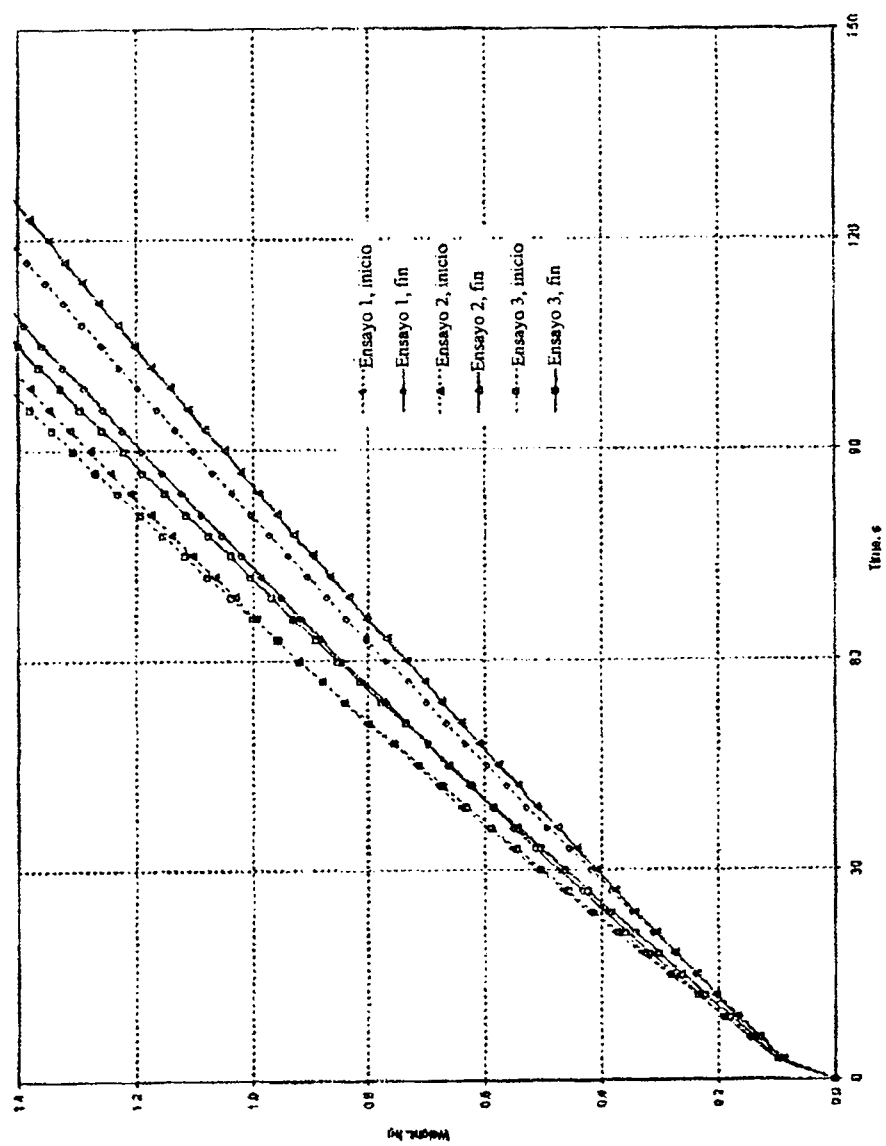


Figura 8

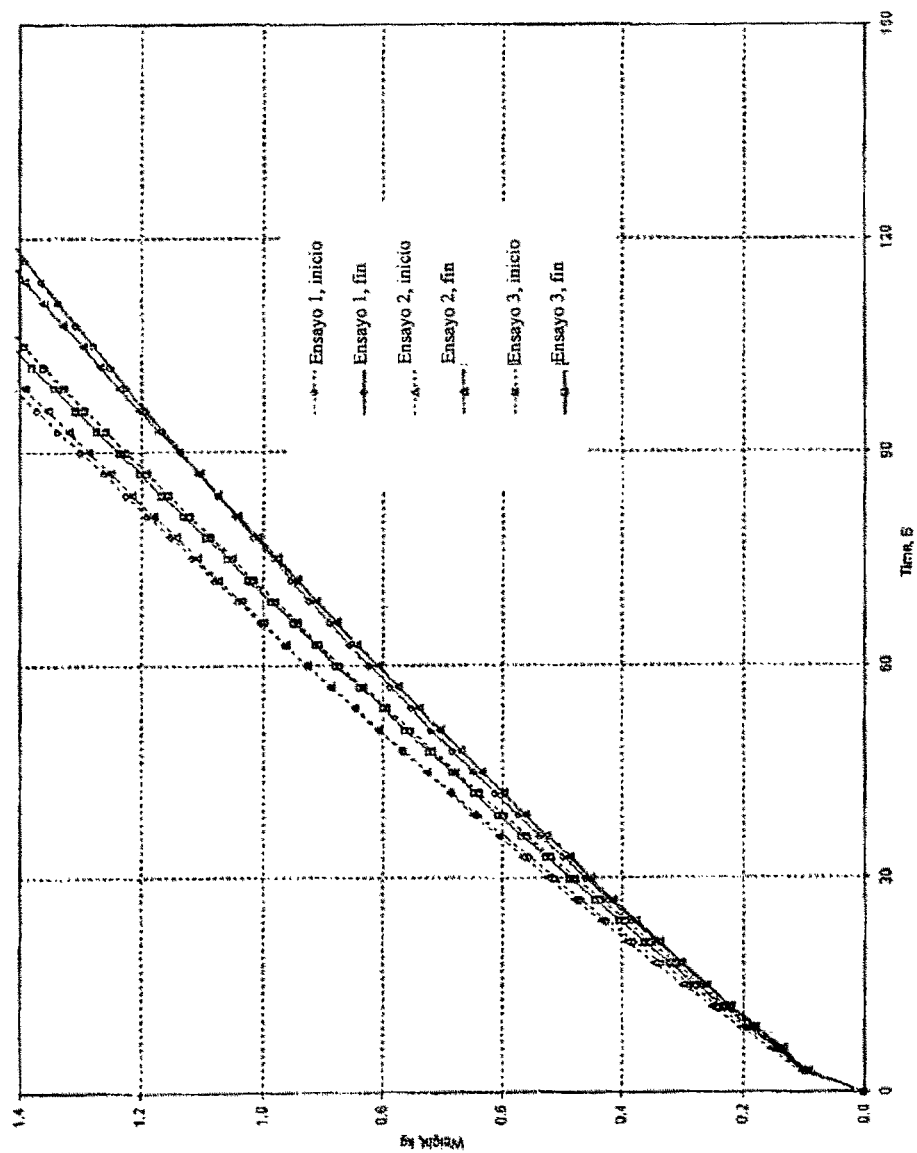


Figura 9

