



320794

P. 30.773.-

Case 63.120

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud

de

P A T E N T E   D E   I N V E N C I O N

formulada el 16 de Diciembre de 1965, con el nº 320.794

e n

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de AMERICAN BRAKE SHOE COMPANY, entidad norteamericana, establecida en 530 Fifth Avenue, Nueva York, N.Y., Estados Unidos de América, por:

"MEJORAS INTRODUCIDAS EN LA FABRICACION DE PIEZAS COLADAS METALICAS"

---

Este invento se refiere a una composición de materia caracterizada por partículas discretas que están distribuidas uniformemente en estado separado por toda una matriz metálica colada y a un método de producción de la misma. Este invento se refiere también a la producción de artículos manufacturados consistentes en una de tales composiciones de materia y específicamente a aquellos que pueden producir par de torsión, como en un par de fricción o disposición mecánica similar en que hay elementos relativamente movibles de los cuales uno está destinado a aplicarse al otro.

5  
10

320794



Hay numerosos casos en que es deseable disponer de un cuerpo metálico colado de forma geométrica definida, para una aplicación asignada, que presenta características predeterminadas de desgaste y de coeficiente de fricción. Tal cuerpo se obtiene de la forma más expeditiva y económica colando el mismo a partir de metal fundido, pero si se desea variar selectivamente una propiedad dada, tal como el régimen de desgaste o el coeficiente de fricción, ello se logra usualmente en un aspecto práctico variando la metalurgia fundamental del material fundido que se cuele. Dicho con otras palabras, un cuerpo colado monolítico es usualmente de naturaleza homogénea en todo su espesor útil, y tal homogeneidad es de hecho un requisito esencial si se quiere que un elemento de fricción, por ejemplo, u otro cuerpo, presente una naturaleza uniforme en todo su espesor útil. Por otra parte, sería deseable poder variar selectivamente la naturaleza de un elemento de fricción colado, o de otro artículo para aplicación industrial, como en los pares de torsión o de movimiento rotativo, sobre la base de componentes que producen un efecto selectivo en el régimen de desgaste o en la fricción o en otra propiedad esencial.

Aún cuando el presente problema se ha expuesto en lo que antecede sobre la base de consideraciones que aluden específicamente a un elemento de fricción, se apreciará que existen otros artículos que son colados, o que son fabricados a partir de piezas coladas, en los que sería ventajoso poder variar ciertas propiedades selectivamente, sin tener que recurrir necesariamente a un cambio en su metalurgia, y el objeto principal del presente invento es hacer posible ese logro, y específicamente permitiendo conseguir una pieza colada caracterizada por partículas discretas sin disolver que están uniformemente dis-

320794

22



tribuidas en todo el espesor útil del artículo y que producen un efecto poderoso y previsible sobre la naturaleza fundamental de la pieza colada desde el punto de vista de régimen de desgaste, coeficiente de fricción y propiedades análogas de importancia fundamental o esencial. Epecíficamente, un objeto del presente invento es proporcionar una pieza colada de forma geométrica definida, en la cual un metal fundido seleccionado, que representa la matriz del cuerpo, se cuela en el molde uniformemente alrededor de un contenido en partículas sueltas que están uniformemente distribuidas en todo el volumen de la cavidad del molde en un estado por otra parte libre o no soportado, de manera que la pieza colada resultante es tal que en ella las partículas permanecen insolubles en el metal de la matriz para comunicar a la pieza colada total una propiedad seleccionada sobre la base de régimen de desgaste, fricción o similares.

Todavía más específicamente, un objeto del presente invento es poder variar el régimen de fricción o de desgaste o una propiedad similar de una pieza colada, virtualmente a voluntad, seleccionando partículas a ser uniformemente distribuidas en todo el espesor útil de la pieza colada.

Los objetos del presente invento anteriormente descritos se hacen posibles mediante una matriz metálica colada que tiene distribuída uniformemente a su través partículas que son insolubles en la matriz, y otro objeto del presente invento es obtener una pieza colada que presente esa característica, y especialmente una en que la distribución de partículas sea uniforme en todo el cuerpo de la matriz de manera que en cualquier plano en el espesor útil del cuerpo se encuentre sustancialmente la misma densidad e identificación del material, con lo que las propiedades de la pieza colada son uniformes, lo que equiva-



le a decir que el efecto único de las partículas es sustancialmente uniforme en cualquier área media en todo el espesor útil del cuerpo colado.

5 Específicamente, un objeto del presente invento es lograr lo que se ha dicho anteriormente distribuyendo libremente las partículas que han de ser insolubles en la matriz uniformemente en todo el volumen de la cavidad del molde en la cual se vierte el metal de la matriz, precalentando las partículas para evitar la solidificación prematura del metal vertido, y forzando 10 luego o impulsando el metal fundido a la cavidad del molde que contiene las partículas calientes, de manera que el metal fundido fluya rápidamente a través de la cavidad del molde y penetre uniformemente en los huecos entre las partículas, con lo que la pieza colada estará exenta de huecos o imperfecciones 15 similares. Tal empuje o impulsión del metal fundido en el presente caso se logra específicamente creando un vacío en la cavidad de molde lo que, en efecto, permite que la presión atmosférica pase a ser la fuerza impulsora o de empuje, pero se apreciará que existen otras técnicas tales como la inyección, el 20 vertido a presión, una columna de gravedad, la centrifugación y similares para asegurar un curso rápido y uniforme del metal fundido a través de los intersticios entre las partículas insolubles sin solidificación prematura del metal fundido. A este respecto, otro objeto del presente invento es favorecer un flujo 25 rápido del metal fundido a través del molde calentando las partículas insolubles, cuando sea necesario, a una temperatura apropiada. Se comprenderá que la temperatura que se precisa es la correspondiente a aquella cantidad de calor necesario para hacer posible que la fuerza que hay tras el metal fundido impulse 30 se al metal fundido a través de los huecos entre las partículas



insolubles. A este respecto, se comprenderá que la rapidez de llenado de los huecos por el metal fundido es función de la velocidad a la cual el metal fundido es forzado a entrar en los huecos entre las partículas insolubles y de la temperatura de las partículas insolubles en ese momento.

En los dibujos:

Las figs. 1 y 1A son tablas de propiedades de fricción y de régimen de desgaste correspondientes a ciertos ejemplos que son característicos del presente invento;

La Fig. 2 es una vista seccionada de un molde para colar un artículo típico manufacturado según el presente invento;

La Fig. 2A es una vista detallada de un elemento asociado con el molde de la Fig. 2;

La Fig. 3 es una vista seccionada de otra clase de molde para colar un artículo de la naturaleza que aquí se ha descrito;

La Fig. 4 es una vista detallada en perspectiva de un tapón de aireación usado en el molde de la Fig. 3;

La Fig. 5 es una vista en perspectiva de la parte de semicaja inferior de otro molde, relacionada con el molde de la Fig. 3;

Las Figs. 6 y 7 son vistas de una pieza inserta para la parte de semicaja inferior representada en la Fig. 5 y la cual define la cavidad del molde de la misma;

La Fig. 8 es una vista en que se ilustra un freno de tren típico, es decir de ferrocarril, del tipo de apriete por zapatas en el cual pueden emplearse los elementos de fricción del presente invento;

La Fig. 9 es una vista en planta de un freno de disco típico para tren que ilustra un par de fricción en el cual pueden

320794



La fig. 10 es una vista en perspectiva de una zapata de freno de tren que puede ser colada en el molde de la Fig. 2;

5 Las Figs. 11 y 12 son reproducciones fotográficas de piezas coladas producidas según el presente invento;

Las Figs. 13 y 14 ilustran pares típicos de eje y cojinete, de los cuales el cojinete es un elemento del par producido según el presente invento; y

10 La Fig. 15 es un gráfico en que se representan las curvas de reacción a la torsión.

#### INTRODUCCION

15 En el pasado se ha admitido ya que los materiales que tienen una estructura compuesta serían útiles para muchas finalidades. Ciertamente, se han fabricado y usado una serie de tales materiales, algunos durante muchos años.

20 El presente invento se caracteriza por una composición de materia consistente en partículas de tamaño relativamente grande, hasta de 6,2 mm de diámetro, sustancialmente insolubles y uniformemente distribuidas a través de una matriz metálica colada alrededor de ellas, de tal manera que la matriz metálica colada representa la fase continua y las partículas discretas la fase discontinua del cuerpo colado. En un aspecto práctico, las partículas pueden disolverse en un pequeño grado en la superficie de las mismas cuando el metal fundido se vierte en contacto con las partículas, particularmente en el caso de verter hierro colado en contacto con partículas de grafito, no estando el hierro saturado de carbono. Ello, sin embargo, sólo representa un pequeño grado de solubilidad. Las partículas se distribuyen uniformemente en todo el espesor útil del cuerpo colado de  
30 manera que la densidad media de las partículas es uniforme en



cualquier área o plano medio en todo el espesor útil de la pieza colada, y una sección transversal de la estructura no presenta virtualmente hueco alguno ni imperfecciones similares, como se demostrará.

5           Como se explicará, las partículas sustancialmente insolubles pueden estar mezcladas con partículas metálicas, siendo estas últimas más solubles en el metal fundido. Se recurre a tal mezclado a fin de disminuir la densidad o el volumen eficaz de las partículas que son sustancialmente insolubles, y en esa medida puede controlarse o modificarse el efecto total de las partículas insolubles.

10           Tal estructura colada se logra según el presente invento distribuyendo primero las partículas sustancialmente insolubles en una cavidad de molde, estando seleccionadas tales partículas de la naturaleza antes dicha sobre la base de una propiedad que se desea comunicar a la estructura únicamente por las partículas. Así, se llena la cavidad de molde con partículas en un estado mezclado homogéneamente, y en la mayoría de los casos las partículas son precalentadas hasta una temperatura relativamente elevada, dependiendo de la naturaleza del metal fundido a ser vertido, de manera que las partículas en su estado calentado abrosben muy poco del contenido calorífico del metal fundido subsiguientemente vertido, evitándose con ello el enfriamiento brusco de la masa fundida y asegurándose una fluidez sostenida del metal fundido que se mueve a través de los intersticios o huecos en las partículas. Las partículas pueden ser precalentadas en el molde en algunos casos.

25           El presente procedimiento está además caracterizado por empujar o impulsar forzosamente el metal líquido a través de los huecos existentes entre el material en partículas o finamente

30



dividido, precalentado, que hay en el molde incidental con el logro de una penetración completa del metal fundido a través de las partículas. Como resultado de forzar el metal fundido, este último pasa a ser un líquido bajo presión en la cavidad del molde, y en cierta medida, por consiguiente, mueve las partículas ligeramente y las separa lo suficiente para permitir que el metal fundido moje y circunde a cada una de las partículas al tiempo que reviste cada hueco en el molde antes de llegar a enfriarse. Ventajosamente, tal acción de forzamiento se logra estableciendo un vacío en la cavidad del molde inmediatamente antes de introducir el metal fundido. Esta parece ser la manera más eficaz y económica de introducir forzosamente el metal fundido, pero se apreciará que son posibles otras técnicas, dependiendo de la escala de producción y de la naturaleza del artículo a ser producido.

Llenando la cavidad del molde con las partículas, o bien totalmente de la clase sustancialmente insolubles o bien de una mezcla de las mismas con algunas partículas metálicas que pueden ser parcial o totalmente disueltas en la matriz metálica subsiguientemente colada a su alrededor, queda asegurado que se frena cualquier movimiento sustancial en masa de las partículas. Por consiguiente, las partículas no flotarán separándose en el metal más pesado de la matriz ni migrarán en grado alguno acusado en el curso del vertido del metal de la matriz fundido. Ese llenado del molde, para obtener la distribución uniforme de las partículas sustancialmente insolubles en todo el espesor útil del cuerpo colado, es una de las propiedades características del presente invento.

En el caso de piezas coladas gruesas, tales como zapatas para frenos de tren, las partículas añadidas a la cavidad del

320794

22F



molde son precalentadas para evitar el enfriamiento del metal fundido, y el molde puede ser calentado lo suficiente para evitar el enfriamiento de las partículas.

5 Se verá que el presente invento se diferencia de las estructuras compuestas conocidas caracterizadas por una fase sin disolver distribuída en una matriz metálica, incluido los cuerpos de metal en polvo cerámico-metálicos obtenidos por prensado y sinterización de metales en polvo y productos cerámicos, los  
10 cuerpos de esqueleto poroso infiltrados con un material fundido, las estructuras que contienen una fase precipitada y los cuerpos metálicos ferrosos en los cuales se bate grafito. El presente invento constituye una mejora sobre esas técnicas conocidas.

15 Siguen a continuación prácticas típicas de acuerdo con el invento usando matrices ferrosas y matrices no ferrosas coladas alrededor de una gran densidad de partículas que permanecen sin disolver en ellas, incluídas las de grafito (tanto sintético como natural) de sílice, de alúmina, de carburo de silicio, de silimanita, de mulita, de granate, partículas metálicas, (de hierro y de acero) y partículas orgánicas (de resina de teflón,  
20 es decir, de politetrafluoretileno).

#### Ejemplo 1

##### Número de colada 2-286

25 Este ejemplo, y en los ejemplos 2 a 28 que siguen en los que se cuele una zapata para freno de tren, se usó un molde con una semicaja inferior y una semicaja superior de la naturaleza que se describe en lo que sigue. Tal molde, como se explicará, puede adoptar formas diferentes, pero es característicamente un  
30 molde con caras de precisión, o bien un molde permanente, modificado para hacer posible el establecimiento en la cavidad del molde de un vacío bastante elevado. Por consiguiente, el metal

320794

27



fundido vertido en el mismo es empujado forzosamente a través de las partículas que llenan la cavidad del molde, usualmente el 50% del volumen total de huecos del mismo, es decir, exclusivamente en los huecos inherentes entre las partículas. Los huecos entre las partículas son así ocupados por el metal fundido colado forzosamente alrededor de las partículas.

Quando se hace referencia al volumen del molde, se está considerando el volumen total ocupable. Así, llenamos la cavidad del molde al menos a nivel con partículas antes de colar, de manera que las partículas no tienen espacio para flotar o migrar en cualquier grado importante cuando se coloca la semicaja superior y se vierte el molde. No obstante, existen huecos entre las partículas, y es ese espacio de la cavidad del molde de la semicaja inferior, alrededor del 50 por ciento del volumen de la cavidad del molde, el ocupado por el metal fundido colado en él.

Puede haber desde luego casos en que sea deseable situar una pieza inserta metálica fija o un llamado núcleo metálico en la cavidad de la semicaja inferior, llenando las partículas la cavidad del molde hasta el punto de que no sea desplazado por cualquier pieza inserta que pueda existir. Además, y como parte de la exposición que aquí se hace, un refuerzo de respaldo de acero u otra parte soportada por la semicaja superior puede proyectarse en una pequeña cantidad dentro de la semicaja inferior para llegar a constituir parte del artículo terminado, haciendo contacto con la superficie adyacente de las partículas que llenan el molde. Además, por añadidura, cuando se aplica vacío inmediatamente antes de verter el metal fundido, las partículas son ligeramente densificadas, de manera que es ventajoso compensar esto con un ligero exceso. Por consiguiente, por un molde lle

no de partículas antes de colar el metal fundido en los huecos entre las partículas, queremos significar, en los ejemplos que siguen, que las partículas en el mismo llenan al menos la totalidad de la cavidad del molde no ocupada, o la parte del molde equivalente, es decir, la cantidad no ocupada por una pieza inserta de molde o elemento soportado por la semicaja superior que esté o haya de estar embebido en la pieza colada como una parte integral de la misma.

Las partículas incluyen partículas tales como las no metálicas que son sustancialmente insolubles en el metal de la matriz, o éstas en combinación con partículas tales como las metálicas que puedan realmente disolverse en un grado apreciable. En todo caso, una propiedad característica del presente invento es que las partículas que son sustancialmente insolubles en el metal de la matriz están uniformemente distribuidas en la totalidad del volumen de la cavidad del molde.

Llenando así el molde, las partículas insolubles en la matriz quedan bloqueadas contra cualquier migración apreciable o no deseada cuando se vierte el metal fundido y se fuerza entre las partículas, y el cuerpo colado como un conjunto presentará una densidad uniforme en cualquier plano dado a través de su espesor de desgaste o de trabajo caracterizado por una distribución o concentración uniforme de las partículas que permaneces sin disolver en el metal de la matriz para comunicar a la misma sus propiedades únicas. Los salientes, orejetas o patillas de unión que pueden estar formadas en la pieza colada, mediante rebajos en la semicaja superior dentro de los cuales sube el metal fundido, para montar o asegurar subsiguientemente la pieza colada en su posición prevista con respecto a otras, no se consideraran parte de dicho espesor de la pieza colada, sometido a apli



cación de desgaste o de fricción, que precise ser mejorado de una manera útil según el presente invento.

5 Cabe finalmente hacer la observación de que para piezas coladas ferrosas las partículas en el molde están a una temperatura elevada predeterminada cuando se vierte la masa fundida, para asegurar con ello una fluidez sostenida de esta última mientras está llenando los huecos entre las partículas y mojan- do cada partícula.

10 Las partículas son calentadas preferiblemente hasta la temperatura que se precisa en un crisol separado, y luego se adicionan a la cavidad del molde hasta que la cavidad del molde está llena. A fin de evitar el enfriamiento de las partículas, las paredes del molde deberán estar suficientemente calientes, hasta el rojo oscuro por ejemplo, para evitar que el mol- de se transforme en un sumidero de calor. Lo anterior es de apli- cación a matrices de metal ferroso en particular, pero ello no es en modo alguno siempre necesario para el aluminio, especial- mente un molde precalentado.

15 En cada uno de los ejemplos que aquí se exponen, el metal de la matriz se convierte en un reticulado continuo a través de las partículas y rodea y envuelve a cada una de las partículas sin disolver en el molde, o dicho con otras palabras, las partículas son discretas y discontinuas y están aisladas o se- paradas entre sí, y se está en la creencia de que esa fenómeno de ligero esparcimiento de las partículas se ve estimulado o favorecido por la acción forzada de empujar el metal fundido a través de las partículas, rompiéndose con ello sustancialmente aquellos contactos de punto a punto entre las partículas que po- drían haberse establecido en el curso del llenado del molde con ellas previamente al vertido de la colada.

20

25

30

320794

22



En el Ejemplo 1, se mezclaron homogéneamente grafito sintético duro (en partículas de tamaño correspondiente al tamiz de 595 micras de abertura de malla), y arena de sílice (en partículas de tamaños comprendidos entre los tamices de 1:190 micras de abertura de malla y de 841 micras de abertura de malla), calculados cada uno de ellos de manera que representasen el 25% de la cavidad del molde, y se añadieron a un molde conformado para producir una estructura de zapata de freno de tres predefinida de configuración geométrica usual. Se usó la calidad de grafito duro, sintético, en cada ejemplo correspondiente a un elemento de fricción de forma de bloque o de zapata, para servir como modificador de la fricción.

La arena de sílice en este caso, y en los ejemplos que siguen que corresponde a elementos de fricción de forma de bloque o de zapata, servía para estimular o favorecer la fricción y para comunicar propiedades de resistencia al desgaste al cuerpo colado. El carburo de silicio, la arena de cromita, el granate, el esmeril, la mulita, la silimanita y la alúmina sirven para una finalidad similar pero en un grado diferente, y en ese aspecto son representativos.

Las partículas de grafito y de sílice, en el estado de mezcla homogénea, fueron precalentadas hasta una temperatura de 1.016°C y se llenó con ellas la cavidad del molde caliente, siendo tales partículas sustancialmente insolubles en hierro colado. Luego se vertió hierro colado, de la composición que se dá a continuación, en el molde caliente a una temperatura de 1.527°C en contacto con las partículas calientes y bajo la presión inducida por un vacío de 325 mm de mercurio. El vertido del metal fundido completó el procedimiento de tal modo que la pieza colada, una vez enfriada, se sacó del molde en estado de ser probada

320794



(después de limpiar rebabas y similares) en cuanto a las propiedades que figuran en la Tabla I y en la Fig. 1, para todos los ejemplos 1 a 34 de las mismas. Así, la pieza colada sacada del molde presentaba un coeficiente de fricción y un régimen de desgaste que se han representado en la Fig. 1 y se han tabulado en la Tabla I.

El hierro colado, al cual se añadió una pequeña cantidad de telurio para estimular la formación de efecto de hierro blanco duro, a saber, dos gramos por cada 45,3 kilogramos de hierro en la sangría, dió la composición siguiente:

<u>C</u>	<u>Mn</u>	<u>Si</u>	<u>S</u>	<u>P</u>	<u>Cr</u>	<u>Fe</u>
3,0%	0,4%	0,80%	0,15%	1,0%	0,8%	Resto

Ejemplo 2

Número de la Colada 2-339

Se llenó un molde caliente para una zapata de freno de tren con una mezcla homogénea de grafito (de tamaños de partícula comprendidos entre los tamices de 2.00 micras de abertura de malla y de 1190 micras de abertura de malla) y de arena de sílice (de tamaños de partículas comprendidas entre los tamices de 2.000 micras de abertura de malla y de 1.190 micras de abertura de malla, representando las de cada clase el 25% del volumen total del molde, análogamente a como en el ejemplo 1 anterior, precalentadas a una temperatura de 982°C. Se vertió hierro colado a una temperatura de 1.538°C en el molde conteniendo las partículas calientes y se impulsó a través de los intersticios entre las partículas bajo un vacío de 712,5 mm de mercurio. El hierro colado tenía la misma composición que la correspondiente al del ejemplo 1, y ocupaba el 50% aproximadamente restante de la cavidad del molde, a saber, los huecos entre las partículas.

320794

22F



Ejemplo 3

Número de Colada 2-318

Un molde caliente de la naturaleza para colar una zapata de freno de tren se llenó con una mezcla homogénea de grafito (de tamaños de partículas correspondientes al tamiz de 595 micras de abertura de malla) y arena de sílice (de tamaños de partícula comprendidos entre los tamices de 1.190 micras de abertura de malla de 595 micras de abertura de malla). Las partículas de grafito representaban el 25% del volumen de la cavidad del molde, y la arena de sílice el 25%, y se precalentaron las partículas hasta una temperatura de 982°C. El hierro colado de la composición del Ejemplo 1 a 1.527°C fué forzado en el molde, conteniendo las partículas calientes, bajo un vacío de 700 mm de mercurio. El hierro colado penetró los huecos entre las partículas representando aproximadamente el 50% del volumen de la cavidad del molde.

Ejemplo 4

Número de la colada 2-405

Un molde caliente presentando una cavidad conformada según una zapata para freno de tren se llenó con una mezcla homogénea de grafito (de tamaños de partícula comprendidos entre los tamices de 2.000 micras de abertura de malla y de 1.190 micras de abertura de malla) y arena de sílice (de tamaños de partícula comprendidos entre los tamices de 2.000 y 1.190 micras de abertura de malla). El grafito representaba el 25% del volumen de la cavidad del molde y la arena de sílice igualmente el 25%, y las partículas en el molde caliente estaban a una temperatura de 1.149°C cuando se admitió hierro colado fundido (de la composición del Ejemplo 1) al molde a una temperatura de 1.538°C y 712,5 mm de mercurio, ocupando los huecos entre las partículas

320794

22



hasta llenar el resto de la cavidad del molde, a saber, aproximadamente el 50%.

Ejemplo 5

Número de la colada 2-415

5 Un molde caliente, presentando una cavidad con la configuración geométrica de una zapata de freno de tres se llenó de una mezcla homogénea de grafito, arena de sílice y partículas de acero, representando el grafito el 12,5% del volumen del molde y con un tamaño de partículas comprendido entre los tamices de 10 2.000 micras de abertura de malla y 841 micras de abertura de malla. La arena de sílice representaba el 25% del volumen de la cavidad del molde y tenía un tamaño de partículas comprendido entre los tamices de 1.190 y 841 micras de abertura de malla. Las partículas anteriormente especificadas se mezclaron homogéneamente con partículas metálicas en forma de granalla de acero de 15 tamaño de partículas correspondientes al tamiz de 1.190 micras de abertura de malla, las cuales representaban el 12,5% del volumen de la cavidad de molde, con lo cual las partículas de grafito y de sílice se distribuyeron uniformemente entre las partículas de acero de la cavidad del molde. Todas las partículas fueron calentadas a una temperatura de 1.038°C. Se vertió hierro colado (de la composición del ejemplo 1) a 1.538°C en el molde conteniendo las partículas calientes hasta ocupar el volumen restante de aquel entre las partículas, y se forzó a través de 20 los intersticios de las partículas bajo un vacío de 712,5 mm de mercurio.

25 En este ejemplo, las partículas inorgánicas, no metálicas, (el grafito, ya sea sintético o ya natural, se clasifica aquí como inorgánico y no metálico) representaban menos del cincuenta 30 por ciento del volumen ocupable de la cavidad del molde, a saber,

320794

22 FEB 1954



el 37,5%. No obstante, esas partículas se distribuyeron uniformemente en la cavidad del molde mediante las partículas de granalla de acero de las que, en efecto, atenúan y disminuyen el volumen eficaz o densidad de las partículas no metálicas sustancialmente insolubles. Tales partículas de acero, de punto de fusión más elevado que el hierro, pueden ser parcial o incluso totalmente disueltas por el hierro fundido.

#### Ejemplo 6

##### Número de la colada 2-428

Una cavidad de molde caliente para colar una zapata de freno de tren se llenó de partículas precalentadas de arena de sílice (de tamaños comprendidos entre los tamices de 1.190 y 841 micras de abertura de malla) representando el 50% del volumen total de la cavidad del molde. Estas partículas, insolubles en el metal de la matriz, se calentaron a una temperatura de 1.102°C antes de ser añadidas a la cavidad del molde. Luego se forzó el metal de la matriz, hierro colado de la composición del Ejemplo 1, en el molde caliente a 1.538°C bajo un vacío de 725 mm de mercurio hasta llenar el volumen restante no ocupado del mismo, a saber, los intersticios entre las partículas calientes.

#### Ejemplo 7

##### Número de la colada 2-435

Una cavidad de molde caliente para fundir una zapata de freno de tren se llenó con una mezcla homogénea de grafito (de tamaños de partícula comprendidos entre los tamices de 1.190 y 841 micras de abertura de malla) y carburo de silicio (de tamaños de partículas aproximado comprendido entre los tamices de 420 y 250 micras de abertura de malla), calentada a una temperatura de 1.093°C. Las clases respectivas de partículas se cal-



cularon como representando aproximadamente el 25% del volumen de la cavidad del molde. Se forzó hierro colado de la composición anterior y en un estado fundido a 1.538°C con el molde caliente bajo un vacío de 725 mm de mercurio hasta llenar el volumen restante no ocupado del mismo.

#### Ejemplo 8

##### Número de la colada 2-464

Un molde caliente da la forma de una zapata para freno de tren se llenó con una mezcla homogénea de grafito (de tamaños de partícula correspondientes al tamiz de 595 micras de abertura de malla) y arena de sílice (de tamaños de partícula comprendidos entre los tamices de 1.190 y 841 micras de abertura de malla), precalentada a una temperatura de 1.171°C. Las partículas de grafito representaban el 15% del volumen de la cavidad del molde y las de arena de sílice el 35% del volumen de la cavidad del molde. Se forzó hierro colado vertido a una temperatura de 1.538°C en el molde bajo un vacío de 725 mm de mercurio hasta llenar el contenido no ocupado de la cavidad, el 50%. El hierro colado era de la composición del Ejemplo 1.

#### Ejemplo 9

##### Número de la colada 2-469

Un molde caliente para colar una zapata de freno de tren se llenó, en este caso, con el 50% en volumen de partículas insolubles en el metal de la matriz subsiguientemente colado. Las partículas incluían grafito (de tamaños de partícula correspondientes al tamiz de 595 micras de abertura de malla) calculado como el 35% del volumen de la cavidad del molde, y arena de sílice (de tamaños de partícula comprendidos entre los tamices de 1.190 y 841 micras de abertura de malla) calculada como el 15% del volumen de la cavidad del molde. Estas partículas se mezcla-

320794

22



ron homogéneamente para obtener una distribución uniforme de las mismas, y se calentaron a una temperatura de 1.093°C antes de su adición al molde caliente, y luego se llenó el volumen restante no ocupado del molde, aproximadamente el 50%, con hierro colado vertido a una temperatura de 1.538°C bajo una altura de presión de 725 mm de mercurio. El hierro colado era de la composición anteriormente descrita en relación con el Ejemplo 1.

#### Ejemplo 10

##### Número de la colada 2-482

10 Se llenó un molde caliente para una zapata de freno de tren con el 50% en volumen de partículas insolubles en el metal de la matriz subsiguientemente vertido. Estas partículas incluían grafito (de tamaños de partícula correspondientes al tamiz de 595 micras de abertura de malla) calculado como el 12,5% del volumen del molde, arena de sílice (de tamaño de partículas comprendido entre los tamices de 1.190 y 841 micras de abertura de malla) calculado como el 25% del volumen del molde, y carburo de silicio (de tamaño de partículas comprendido entre los tamices de 420 y 250 micras de abertura de malla) calculado como el 12,5% del volumen del molde. Estas partículas, antes de su adición a la cavidad del molde, se calentaron a una temperatura de 1.038°C y se mezclaron hasta un estado homogéneo. El volumen restante no ocupado del molde caliente (aproximadamente el 50%) se llenó con hierro colado de la composición del Ejemplo 1 vertido alrededor de las partículas calientes a una temperatura de 1.538°C, y bajo una altura de presión representada por 725 mm de mercurio.

#### Ejemplo 11

##### Número de la colada 3-007-1

30 Un molde conformado para adaptarse a una zapata de freno



de tren, como se describe en lo que sigue, se calentó hasta un estado de rojo oscuro, como en el Ejemplo anterior, y se llenó con partículas de grafito (de tamaño de partículas comprendido entre los tamices de 3.360 y 2.000 micras de abertura de malla) y de arena de sílice (de 6,25 mm de diámetro) en un estado homogéneo y se calentó a una temperatura de 1.038°C. Las clases separadas de partículas representaban cada una de ellas el 25% del volumen del molde, es decir, de la cavidad del molde. Inmediatamente se vertió en el molde hierro colado (de la composición del Ejemplo 1) a una temperatura de 1.557°C, después de la adición de las partículas calientes al molde caliente, como en cada uno de los Ejemplos anteriores. El hierro fundido fué forzado a través de las partículas para llenar los huecos no ocupados entre las partículas y envolver a cada una de las partículas, como en las realizaciones anteriores. Ello se efectuó estableciendo un vacío de 725 mm de mercurio en el molde de la manera que se explica en lo que sigue.

#### Ejemplo 12

##### Número de la colada 3-015-1

Las partículas insolubles en la matriz en este caso están representadas por el 15%, en volumen del molde, grafito (de tamaño de partículas correspondiente al tamiz de 595 micras de abertura de malla) y el 35% del volumen del molde de carburo de silicio (de tamaño de partículas comprendido entre los tamices de 420 y 177 micras de abertura de malla). Estas partículas, insolubles en la matriz final, se calentaron hasta una temperatura de 1.093°C, se añadieron a un molde caliente en un estado mezclado uniformemente, tras lo cual se llenó inmediatamente el 50% restante del volumen no ocupado del molde con hierro colado vertido a una temperatura de 1.538°C bajo

320794

22



una fuerza de impulsión representada por 725 mm de mercurio.

El hierro colado tenía la composición del Ejemplo 1.

#### Ejemplo 13

##### Número de la colada 3-015-2

5 Desde el punto de vista de porcentaje en volumen de partículas, este Ejemplo es la inversa del inmediato anterior que se ha descrito en cuanto el 35% en volumen de grafito (de tamaño de partículas correspondiente al tamiz de 595 micras de abertura de malla) y el 15% en volumen de carburo de silicio (de tamaño de partículas comprendido entre los tamices de 420 y 177 micras de abertura de malla) se mezclaron hasta un estado homogéneo y se usaron para llenar el molde hasta el 50% del volumen ocupable. El procedimiento, por lo demás, fué exactamente igual que el del Ejemplo 12.

15

#### Ejemplo 14

##### Número de la colada 3-025-2

Un molde calentado para una zapata de freno de tren se llenó con una mezcla homogénea de partículas de grafito (de tamaño de partículas correspondiente al tamiz de 595 micras de abertura de malla) y arena de sílice (de tamaño de partículas comprendido entre los tamices de 1.190 y 841 micras de abertura de malla) en cantidades calculadas respectivamente como el 15% y el 35% del volumen total ocupable de la cavidad del molde. Las partículas, antes de su adición a la cavidad del molde, fueron calentadas hasta una temperatura de 1.204°C. El metal de la matriz en este caso era un acero al carbono del 1,05% vertido en el molde a 1.650°C y bajo un vacío de 725 mm de mercurio.

25 Como en cada una de las realizaciones anteriores, la pieza colada resultante era un cuerpo macizo sin defectos en que la matriz de acero colado era continua, con las partículas insolu-

30

320794

22F



bles de grafito y de sílice distribuidas uniformemente en su seno. Cada una de las partículas insolubles estaba envuelta en el metal de la matriz de manera que quedaban aisladas entre sí, y la pieza colada presentaba a su inspección una densidad y una distribución uniforme de partículas y una identidad de material en todo el espesor de su vida útil, como en cada uno de los ejemplos que aquí se citan.

Ejemplo 15

Número de la colada 3-025-3

10 Este ejemplo, desde el punto de vista de volumen de las partículas insolubles, es la inversa del Ejemplo 14 en cuanto el molde se llenó con una mezcla homogénea de partículas de grafito y de arena de sílice, respectivamente, el 35% y el 15% del volumen total ocupable. Por lo demás, el procedimiento y la naturaleza de la pieza colada eran idénticos a los del Ejemplo 14.

Ejemplo 16

Número de colada 3-029

20 Un molde para una zapata de freno de tren se lleno con una mezcla homogénea de grafito (de tamaño de partículas correspondiente al tamiz de 595 micras de abertura de malla) y arena de sílice (de tamaño de partículas comprendido entre los tamices de 1.190 y 841 micras de abertura de malla). Se calculó el grafito de manera que representase el 25% del volumen del molde y la arena de sílice el 12,5%. Estas partículas se mezclaron con granalla de hierro de tamaño de partículas correspondiente al tamiz de 1.190 micras de abertura de malla y calculadas de modo que representasen el 12,5% del volumen ocupable del molde. Las tres clases de partículas se mezclaron hasta un estado homogéneo, se calentaron a una temperatura de 904°C y se usaron para llenar el molde el cual, incidentalmente, no fué calentado. La granalla de

320794

22



hierro, como en el caso de la granalla de acero del Ejemplo 5, respondía de la dilución por distribución del grafito y la arena de sílice. El volumen restante no ocupado del molde, el 50%, fué llenado con una aleación de aluminio de la composición que sigue, modificada con plomo al 0,01%:

<u>Mg</u>	<u>Mn</u>	<u>Si</u>	<u>Ti</u>	<u>Cu</u>	<u>Fe</u>	<u>Al</u>
0,30%	0,10%	7,0%	0,20%	0,10%	0,10%	Resto
	máx.		Máx.	máx.	máx.	

Es de hacer notar en este caso que las partículas insolubles están representadas en parte por hierro, siendo este último sustancialmente insoluble en el aluminio fundido. En el molde se estableció un vacío de 725 mm de mercurio.

#### Ejemplo 17

##### Número de la colada 3-031-2

El molde en este caso fué calentado y llenado con una mezcla homogénea de partículas de grafito (de tamaño comprendido entre los tamices de 1.190 micras y 841 micras de abertura de malla) y arena de sílice (de tamaños comprendidos entre los tamices de 841 y 250 micras de abertura de malla). El grafito representaba el 45%, y la arena de sílice el 5% del volumen del molde. Esas partículas, después de ser mezcladas hasta un estado homogéneo, fueron calentadas a una temperatura de 1.093°C y usadas para llenar el molde, llenándose luego inmediatamente el molde con un metal de matriz en un estado fundido a 1.538°C bajo el impulso de un vacío de 725 mm de mercurio en el molde. El metal de la matriz en este Ejemplo estaba compuesto por el 46%, en volumen del molde, de hierro colado de la composición del Ejemplo 1 modificada con 4% de estaño, basado en el volumen del molde, y se calentó el molde.

30

320794



Ejemplo 18

Número de la colada 3-031-3

5 El molde para la zapata de freno de tren en este caso fué calentado y llenado en el estado caliente con una mezcla homogénea de grafito (de tamaño de partículas correspondiente al tamiz de 595 micras de abertura de malla) y óxido de aluminio (de tamaño de partículas comprendido entre los tamices de 420 y 250 micras de abertura de malla) representando respectivamente el 40% y el 10% del volumen de la cavidad del molde, habiendo sido 10 las partículas precalentadas hasta una temperatura de 1.093°C, luego de lo cual se vertió rápidamente hierro colado de la composición del Ejemplo 1, incluyendo el 4% de estaño (en porcentaje de volumen del molde), dentro del molde bajo el impulso de 725 mm de mercurio.

15 Ejemplo 19

Número de la colada 3-040-3

20 Las partículas sustancialmente insolubles en este Ejemplo estaban representadas por grafito y arena de sílice, ambas de tamaños comprendidos entre los tamices de 595 y 420 micras de abertura de malla, y óxido de aluminio de tamaño de partículas comprendido entre los tamices de 420 y 177 micras de abertura de malla. El grafito se calculó de manera que representase el 25% del volumen de la cavidad del molde, la arena de sílice el 15% y el óxido de aluminio el 10%. El molde fué calentado hasta un 25 estado de rojo oscuro. Las partículas se mezclaron hasta un estado homogéneo y se calentaron hasta una temperatura de 1.093°C antes de llenar el molde con ellas, luego de lo cual se introdujo hierro colado fundido (de la composición del Ejemplo 1) a una temperatura de 1.538°C dentro del molde bajo un vacío de 725 mm 30 de mercurio hasta el punto de llenar el volumen restante no ocu-



pado del molde, y los intersticios entre las partículas en éste.

#### Ejemplo 20

##### Número de la colada 3-046-2

5 Un molde para una zapata de freno de tren, precalentado como en los Ejemplos anteriores, fué llenado en este caso con una mezcla homogénea de partículas de grafito (de tamaños comprendidos entre los tamices de 841 y 250 micras de abertura de malla) y de arena de sílice (de tamaños comprendidos entre 841 y 250  
10 micras de abertura de malla). Las partículas de grafito fueron calculadas de manera que representasen el 35% del volumen total de la cavidad del molde, y las partículas de arena de sílice el 15%. Estas partículas, en un estado mezclado uniformemente, fueron calentadas hasta una temperatura de 1.204°C, añadidas a la  
15 cavidad del molde caliente hasta estar llena esta última, y luego se vertió hierro colado fundido dentro de la cavidad del molde caliente a una temperatura de 1538°C bajo una fuerza de empuje representada por 725 mm de mercurio. Esta empujaba al metal de la matriz fundido, como en cada uno de los Ejemplos anteriores, rápidamente a través de los intersticios entre las partículas  
20 calientes. El hierro colado tenía la composición del Ejemplo 1.

#### Ejemplo 21

##### Número de la colada 3-057-3

25 El metal de la matriz en este caso, a diferencia del hierro colado duro del Ejemplo 1, era un hierro colado blando con la siguiente composición:

<u>C</u>	<u>Mn</u>	<u>P</u>	<u>S</u>	<u>Si</u>	<u>Fe</u>
3,30%	0,70%	0,25%	0,10%	2,10%	resto

30 Las partículas, sustancialmente insolubles en la matriz



de hierro colado, consistían en grafito (de tamaños correspondientes al tamiz de 595 micras de abertura de malla) y arena de sílice (de tamaños comprendidos entre los tamices de 1.190 y 841 micras de abertura de malla). El grafito se calculó de manera que representase el 35% del volumen del molde, y la arena de sílice el 15%. Estas partículas, en un estado de homogeneidad, y precalentadas hasta una temperatura de 1.121°C, se usaron para llenar el molde para colar la zapata de freno de tren. El molde estaba caliente, y la cavidad del molde fué llenada inmediatamente con hierro colado fundido vertido a una temperatura de 1.538°C, forzado a través de los intersticios a través de las partículas por un vacío de 725 mm de mercurio.

#### Ejemplo 22

#### Número de la colada 3-062-3

El molde para colar la zapata de freno de tren en este caso fué calentado hasta un estado de rojo oscuro, y luego fué llenado con una mezcla de partículas insolubles en la matriz, consistiendo dichas partículas en arena de cromita carburo de silicio y grafito. El grafito era de tamaño correspondiente al tamiz de 595 micras de abertura de malla y representaba el 25% del volumen del molde. El carburo de silicio era de tamaño llamado "46B" correspondiente aproximadamente al comprendido entre los tamices de 420 y 177 micras de abertura de malla y se calculó para que representase el 12,5% del volumen del molde. La arena de cromita (de tamaños comprendidos entre los tamices de 595 y 177 micras de abertura de malla) fué calculado para que representase el 12,5% del volumen del molde. El molde fué llenado con esa mezcla de partículas insolubles en estado homogéneo, previamente calentadas hasta una temperatura de 1.232°C, luego de lo cual se vertió hierro colado de la composición del

320794

22



Ejemplo 1 dentro del molde bajo una diferencia de presiones representada por 725 mm de mercurio y a una temperatura de 1.538°C, completándose la fabricación como en los Ejemplos anteriores y en los que siguen.

5

Ejemplo 23

Número de la colada 3-075-2

Un molde calentado para colar una zapata de freno de tren fué llenado con 35% de grafito (en partículas de tamaño correspondiente al tamiz de 595 micras de abertura de malla) y 15% de carburo de silicio (en partículas de tamaño, 46B), representando estos porcentajes tantos por ciento del volumen del molde. Las partículas en el molde estaban en un estado homogéneo, y antes de su adición al molde fueron calentadas hasta una temperatura de 1.204°C. Alrededor de las partículas calientes en la cavidad del molde fué colado un acero al carbono del 1,05% a 1.650°C, bajo una diferencia de presiones representada por 725 mm de mercurio.

15

Ejemplo 24

Número de la colada 3-076-3

El molde en este caso fué llenado con una mezcla de grafito y esmeril representando partículas insolubles o sustancialmente insolubles en el metal de la matriz subsiguientemente colado, el cual era hierro colado de la composición del Ejemplo 1. Tanto el grafito como el esmeril eran de un tamaño correspondiente al tamiz de 595 micras de abertura de malla. El grafito fué calculado de manera que representase el 35% de la cavidad del molde, y el esmeril el 15%. Estas partículas, en un estado homogéneo fuera del molde fueron calentadas hasta una temperatura de 1.149°C. El molde fué calentado para evitar el enfriamiento de las partículas calientes, fueron incorpora-

25

30

320794

22 FEB 1951



das las partículas calientes a la cavidad del molde e inmediatamente después fué introducido el hierro colado e inmediatamente después fué introducido el hierro colado fundido en el molde a 1.538°C bajo una diferencia de presiones de 725 mm de mercurio, llenando la capacidad restante del molde, o sea aproximadamente el 50%.

#### Ejemplo 25

##### Número de la colada 3-076-5

Las partículas insolubles en este caso estaban representadas por grafito y granate, calculadas respectivamente para que representasen el 35% y el 15% de la capacidad del molde. En ambos casos eran de tamaño correspondiente al tamiz de 595 micras de abertura de malla, y fueron calentadas fuera del molde en un estado homogéneo hasta una temperatura de 1.149°C. Las partículas calientes fueron luego añadidas a la cavidad del molde, estando el molde caliente, tras lo cual se introdujo en el molde hierro colado fundido, de la composición descrita en relación con el Ejemplo 1, para llenar el 50% restante de la capacidad del molde, representado por los intersticios entre las partículas.

#### Ejemplo 26

##### Número de la colada 2-484-1

Un molde para colar una zapata de freno de tren fué llenado con partículas de grafito, arena de sílice y granalla de hierro, siendo esta última de un hierro al carbono del 2% de la calidad llamada G-25, de tamaño aproximado al correspondiente al tamiz de 1.190 micras de abertura de malla. Esta última representaba el 35% del volumen del molde, la arena de sílice el 12,5% (en partículas de tamaños comprendidos entre los tamices de 1.190 y 841 micras de abertura de malla) y el grafito el 12,5%



(de tamaño correspondiente al tamiz de 595 micras de abertura de malla). Estas partículas fueron mezcladas homogéneamente, calentadas a una temperatura de 885°C, y usadas para llenar el molde sin densificar, como en cada uno de los Ejemplos aquí expuestos, tras lo cual se introdujo en el molde el metal de la matriz en forma de la aleación de aluminio anteriormente identificada (ejemplo 16) a una temperatura de 788°C bajo una diferencia de presiones de 725 mm. de mercurio. Como en un Ejemplo anterior, las partículas de hierro diluían, por distribución, las partículas no metálicas, inorgánicas, o sea las partículas de grafito y de arena de sílice. Puede hacerse observar además que la granalla de hierro, por tener un punto de fusión muy superior al del aluminio, se convertía en partículas insolubles en la matriz metálica de aluminio, y esta última, como en los Ejemplos anteriores, representaba el 50% de la capacidad del molde.

#### Ejemplo 27

##### Número de la colada 3-008-2

En este Ejemplo, entre las partículas insolubles no se incluían las de grafito, sino que en lugar de ello consistían solamente en arena de sílice y granalla de hierro de la naturaleza especificada en relación con el Ejemplo 26. La arena de sílice, en partículas de tamaños comprendidos entre los tamices de 1.190 y 841 micras de abertura de malla) representaban el 15% del volumen susceptible de ser llenado de la cavidad del molde, y la granalla de hierro el 35%. Nuevamente se llenó el resto del molde con aluminio fundido de la composición del Ejemplo 16, siendo este último vertido en el molde a una temperatura de 810°C conteniendo las partículas precalentadas a una temperatura de 843°C.

320794



Ejemplo 28

Número de la colada 3-007-2

5 En este caso se obtuvo un menor valor de la fricción utilizando un contenido en volumen relativamente bajo de partículas inorgánicas no metálicas consistentes en partículas de grafito y de arena de sílice unas y otras de un tamaño comprendido entre los tamices de 2.000 y 1.190 micras de abertura de malla y representando las de cada clase el 12,5% del volumen del molde. Estas fueron mezcladas homogéneamente con acero al carbono del 1,5% en perdigón de tamaño correspondiente al tamiz de 1.680 micras de abertura de malla en una cantidad que representaba el 25% del volumen del molde. Las citadas tres clases de partículas fueron usadas para llenar la cavidad del molde hasta su capacidad, como en todos los ejemplos. Las partículas habían sido calentadas a una temperatura de 1.038°C y los huecos entre las partículas, representando el 50% de la capacidad del molde, fueron llenados con hierro colado fundido vertido a una temperatura de 1.557°C, con la ayuda de un vacío de 725 mm. de mercurio.

20

Ejemplo 29

Número de la colada 2-121

25 En este caso, un bloque de fricción fué colado en un molde de tipo lingotera, a diferencia de una zapata de freno de tren curvada en cada uno de los Ejemplos anteriores, siendo tal bloque útil como elementos de fricción de un freno de disco, un embrague, o similar, como se describe en lo que sigue.

30 Las partículas insolubles en este ejemplo consistían en grafito y mulita siendo unas y otras de tamaño aproximado correspondiente al tamiz de 595 micras de abertura de malla. El grafito fué calculado de manera que representase el 13,4% del volu-



men del molde, y la mulita el 3,6%. Estas partículas fueron complementadas con granalla de hierro de tamaño aproximado correspondiente al tamiz de 1.190 micras de abertura de malla, calculada como el 26,5% del volumen del molde. Estas partículas fueron mezcladas homogéneamente hasta un estado uniforme, calentadas hasta una temperatura de 650°C y fueron usadas para llenar el molde de lingotera, como en los Ejemplos que siguen, tras lo cual se llenó la parte no ocupada de la cavidad del molde, los intersticios entre las partículas, con aluminio fundido (a un vacío de 712,5 mm. de mercurio) representando el 56,5% del volumen del molde. El molde no fué calentado, y se comprobó que la aleación de aluminio, de la composición especificada en relación con el ejemplo 16, penetraba fácilmente en la cavidad del molde.

El bloque de fricción fué mecanizado a partir de la pieza colada de lingotera, ajustado a un respaldo de acero para prueba, y presentó las propiedades que se han tabulado en la Tabla 1 y que se han representado gráficamente en la Fig. 1.

#### Ejemplo 30

Número de la colada 2-147

Este ejemplo fué similar al ejemplo 29 en cuanto las partículas insolubles consistían en grafito y mulita, pero no se usaron partículas de granalla de hierro. Así, un molde de tipo lingotera para cortar un bloque de fricción para un freno de disco, un embrague, o similar, fué llenado con una mezcla homogénea de grafito (de tamaño correspondiente al tamiz de 595 micras de abertura de malla) y mulita (de tamaño correspondiente al tamiz de 595 micras de abertura de malla), calculadas las de cada clase de manera que representasen el 25% de la cavidad del molde, en este caso un molde de lingotera. Estas partículas fueron



precalentadas hasta una temperatura de 650°C, y se usaron para llenar el molde. El propio molde no se calentó, pero los huecos en el molde de lingotera entre las partículas fueron penetrados fácilmente por aluminio fundido, de la clase especificada en el

5 Ejemplo 16, representando el 50% del volumen del molde, vertido en la cavidad del molde a una temperatura de 677°C bajo una diferencia de presiones representada por 712,5 mm de mercurio. Se obtuvo un bloque de fricción a partir de la colada en lingotera, ajustado a un respaldo de acero, y ese cuerpo colado presentó

10 una resistencia a la flexión de 1.236 kg/cm<sup>2</sup> y tenía las propiedades que se han tabulado en la Tabla I y que se han representado gráficamente en la Fig. 1.

#### Ejemplo 31

#### Número de la colada 2-176

15 Un molde de tipo lingotera para obtener bloques de fricción fué llenado con una mezcla homogénea de grafito y mulita, ambos en partículas de tamaño correspondiente al tamiz de 595 micras de abertura de malla y calculados los de cada clase para que representasen el 25% del volumen del molde. Estas partículas en el

20 molde fueron precalentadas hasta una temperatura de 760°C, se llenó el molde con las partículas calientes, y luego se introdujo en el molde el hierro colado de la composición del Ejemplo 1, vertido a una temperatura de 1.482°C y bajo un vacío de 712,5 mm. de mercurio. Un bloque de fricción, cortado de la pieza colada en lingotera, presentaba una resistencia a la flexión de

25 1.316 kg/cm<sup>2</sup>, y tenía las propiedades que se han tabulado en la tabla I y que se han representado gráficamente en la Fig. 1.

#### Ejemplo 32

#### Número de la colada 2-032

30 Un molde de tipo lingotera fué llenado con una mezcla homo-

génea consistente en grafito, mulita y una granalla de hierro al carbono del 2% de tamaños aproximados correspondientes al tamiz de 1.190 micras de abertura de malla. La granalla de hierro fué calculada como el 25% del volumen del molde y servía para distribuir, por dilución, las partículas no metálicas consistentes en mulita y grafito, ambas de un tamaño comprendido entre los tamices de 841 y 595 micras de abertura de malla. La mulita representaba el 6% del volumen del molde y el grafito el 34% del volumen del molde.

Las partículas de grafito, de mulita y de granalla de hierro fueron mezcladas hasta un estado homogéneo, calentadas hasta una temperatura de 982°C, y se llenó el molde con ellas. El 35% restante del volumen del molde estaba representado por hierro colado de la composición del Ejemplo I, vertido en el molde a una temperatura de 1.521°C bajo un vacío en el molde de 687,5 mm. de mercurio. Se cortó un bloque de fricción de la pieza colada en lingotera y tenía las propiedades tubulares en la Tabla I y representadas gráficamente en la Fig. 1.

### Ejemplo 33

#### Número de la colada 1-415

Los materiales y el procedimiento fueron sustancialmente idénticos a los del Ejemplo 32 anteriormente descrito, con las siguientes excepciones. El hierro colado era de una calidad más suave en comparación con la composición del ejemplo 1, en que se omitía la adición de telurio. Por lo demás el hierro tenía la composición del Ejemplo 1 y fué vertido a una temperatura de 1538°C. La colada resultante forma un bloque de fricción tenía una resistencia a la flexión de 843 kg/cm<sup>2</sup>, y poseía las propiedades que se han tabulado en la Tabla I y se han representado gráficamente en la Fig. 1.

320794

22



## Ejemplo 34

Número de la colada 1-353

Se obtuvo un bloque de fricción a partir de una pieza colada en un molde de tipo de lingotera, usándose el hierro colado del Ejemplo 33 como el metal de la matriz y partículas de grafito como las partículas insolubles para modificar la naturaleza del metal.

Así, un molde de lingotera no calentado fué llenado con partículas de grafito del tipo duro, sintético, como en cada uno de los Ejemplos anteriores, siendo el grafito de un tamaño comprendido entre los tamices de 1.680 y 841 micras de abertura de malla y ocupando el 50% del volumen ocupable del molde. Las partículas fueron precalentadas en un crisol de grafito hasta una temperatura de 1.038°C, y vertidas en el molde a temperatura ambiente hasta que este último estuvo lleno, tras lo cual se vertió el hierro colado en la cavidad del molde no calentado a una temperatura de 1.538°C y bajo la influencia de 600 mm. de mercurio en el molde. Una sección cortada de la pieza colada fué usada como un bloque de fricción y tenía las propiedades que se han tabulado en la Tabla I y se han representado gráficamente en la Fig. 1.

## Ejemplo 35

Número de la colada 60L-1

El artículo producido en este caso era un elemento de fricción en forma de un disco de embrague para uno de los llamados embragues en seco, y fué obtenido a partir de una pieza colada en lingotera producida de acuerdo con el presente invento.

Así, la cavidad de un molde de lingotera, antes de verter el metal fundido, fué llenada con una mezcla homogénea de partículas de grafito y de sílice, unas y otras de un tamaño com-

320794

22 FEB 1954



prendido entre los tamices de 420 y 297 micras de abertura de malla y calculadas las de cada clase de manera que representasen el 25% de la cavidad ocupable del molde. Estas partículas, en un estado homogéneo en el molde, fueron calentadas, por elementos de resistencia eléctrica, hasta una temperatura de 982°C, tras lo cual se llenó la parte no ocupada de la cavidad del molde, los huecos entre las partículas, con una aleación de cobre y estaño (90% de cobre, 10% de estaño) vertida en el molde a una temperatura de 1.246°C y forzada a través de las partículas bajo la influencia de un vacío de 725 mm. de mercurio.

Se cortó un disco de la pieza colada en lingotera y se usó como un disco de embrague en seco contra un miembro de acero opuesto, en un aparato de ensayo.

#### Ejemplo 36

15

#### Número de la colada 84-91

Es este otro ejemplo de la fabricación de un disco de fricción, obtenido a la manera del ejemplo 35. En este caso, sin embargo, las partículas insolubles consistían en grafito y silimanita, unas y otras de un tamaño comprendido entre los tamices de 2.000 y 1.190 micras de abertura de malla. El volumen de grafito estaba basado en el 34% del volumen del molde y el de la silimanita en el 6%. Estas partículas fueron distribuidas en el molde de lingotera en un estado homogéneo para llenar el mismo, y debido al tamaño relativamente grande de las partículas se calculó que las partículas insolubles solo ocupaban el 40% del volumen susceptible de ser llenado del molde. Estas partículas en el molde fueron calentadas hasta una temperatura de 982°C, como por elementos de resistencia eléctrica, tras lo cual se vertió hierro colado blando del ejemplo 21 en el molde a una temperatura de 1.538°C bajo un vacío de 700 mm. de mercurio. El



artículo colado resultante, una vez retirado del molde, es útil como disco de fricción para un embrague en seco como en el caso del Ejemplo 35 anterior.

#### Ejemplo 37

##### Número de la colada 84-92

5 En este otro ejemplo correspondiente a la fabricación de un disco de fricción para un embrague, en este caso uno de los llamados embragues húmedos. Se confió de nuevo en la producción en lingotera como fuente para obtener el disco. Se llenó la cavidad del molde con una mezcla homogénea de grafito y arena de 10 sílice en que los tamaños de las partículas de una y otra clase estaban comprendidos entre los tamices de 595 y 420 micras de abertura de malla, y en que cada clase de partículas representaba el 25% del volumen del molde. Las partículas en el molde fueron 15 calentadas hasta una temperatura de 293°C, tras lo cual se vertió en el molde una aleación de plomo y estaño (50% de plomo, 50% de estaño) a una temperatura de 316°C bajo un vacío de 675 mm. de mercurio.

#### Ejemplo 38

##### Número de la colada CP-3

20 Se preparó un cojinete de tipo de apoyo, en este caso por colada en un molde conformado convenientemente. Se llenó la cavidad del molde con grafito calculado de manera que ocupase el 50% del volumen del mismo, siendo las partículas de grafito de 25 tamaños comprendidos entre los tamices de 420 y 297 micras de abertura de malla, y cabe observar que con objeto de comunicar propiedades deseables de baja fricción al cojinete, el grafito era del tipo natural, el llamado escamoso, corrientemente empleado para aplicaciones de baja fricción.

30 El grafito que se usó para llenar la cavidad del molde



fué calentado hasta una temperatura de 316°C, tras lo cual se vertió una aleación de plomo y estaño en el molde llenando los huecos entre las partículas de grafito, a una temperatura de 371°C y bajo una fuerza impulsora representada por 675 mm. de mercurio. La aleación de plomo y estaño era del 50% de plomo y el 50% de estaño.

#### Ejemplo 39

##### Número de la colada CP-4

En este caso se coló un cojinete del tipo de empuje, y consistía en grafito en una matriz de aluminio. Las partículas de grafito eran de tamaños comprendidos entre los tamices de 1.680 y 841 micras de abertura de malla, y se calculó que las partículas de grafito, llenando el molde, ocupaban el 50% del volumen total del mismo. Las partículas de grafito en el molde fueron calentadas hasta una temperatura de 232°C tras lo cual se vertió aluminio del 99% de pureza en el molde a una temperatura de 816°C bajo una fuerza impulsora representada por un vacío de 500 mm. de mercurio.

#### Ejemplo 40

##### Número de la colada CP-5

En este caso se coló un elemento de baja fricción en forma de un cojinete del tipo de empuje, y el cuerpo del cojinete consistía en partículas de resina de Teflón (politetrafluoretileno) circundadas por una matriz colada en forma de una aleación de plomo y estaño. Así, se llenó un molde adecuado con partículas de Teflón de tamaños comprendidos entre los tamices de 595 y 420 micras de abertura de malla, calculadas de manera que ocupasen el 50% del volumen total del molde cuando el molde se llenaba con ellas. Las partículas de resina de Teflón en el molde fueron calentadas hasta una temperatura de 343°C, y después que



las partículas hubieron alcanzado esa temperatura, se estableció en el molde un vacío de 675 mm. de mercurio, tras lo cual se introdujo en el molde una aleación de 50% de plomo y 50% de estaño a una temperatura de 316°C hasta el punto en que, como en todos los ejemplos que aquí se exponen, el metal fundido llenó los intersticios entre las partículas en el molde.

La resina de Teflón de los ejemplos anteriores es un material bien conocido por su coeficiente de fricción excepcionalmente bajo y, por consiguiente, es excepcionalmente idónea para comunicar propiedades de baja fricción a un cojinete o elemento similar que haya de tener una naturaleza de baja fricción. Este atributo lo posee también el grafito natural de los Ejemplos 38 y 39, pero en un grado menor, y desde luego la matriz de plomo y estaño es un metal que presenta ciertas características de lubricación, es decir, ciertas cualidades de baja fricción.

#### Ejemplo 41

##### Número de la colada 3-106-3

Se llenó un molde para colar una zapata de freno de tren con partículas de grafito (de tamaño correspondiente al tamiz de 595 micras de abertura de malla) y de carburo de silicio (de tamaños comprendidos entre los tamices de 420 y 250 micras de abertura de malla), representando las partículas de grafito el 40% del volumen del molde y las de carburo de silicio el 10%. Estas partículas se mezclaron hasta un estado homogéneo y se precalentaron hasta una temperatura de 1.163°C, tras lo cual fueron añadidas al molde, precalentado éste hasta una temperatura de 427 a 538°C. Luego se vertió un acero al carbono de 1,05% en el molde para llenar los intersticios entre las partículas calientes en éste, siendo vertido el acero a una temperatura de 1.650°C. En el molde se mantuvo un vacío de 700 mm. de mercurio



durante el curso del vertido del acero colado. En la Fig. 1, y en la Tabla I se hacen constar los datos de fricción y de desgaste, como también para los restantes ejemplos que siguen inmediatamente a continuación.

5

## Ejemplo 42

Número de la colada 3-114-4

Un molde calentado a una temperatura de 427 a 538°C y presentando la configuración geométrica de una zapata de freno de tres, fué llenado con partículas calientes consistentes en una mezcla homogénea de grafito y de arena de sílice. El grafito era de tamaño de tamiz del Ejemplo 41 y la sílice era del tamaño de tamiz de carburo de silicio del Ejemplo 41, unas y otras precalentadas hasta una temperatura de 1.149°C antes de su adición a la cavidad del molde caliente. Después de llenar la cavidad del molde con las partículas, sustancialmente insolubles en el metal de la matriz, la parte no ocupada de la cavidad del molde, aproximadamente el 50%, fué llenada con hierro ferrítico dúctil vertido a una temperatura de 1.538°C y bajo la influencia de impulsión de un vacío de 700 mm. de mercurio en la cavidad del molde.

10

15

20

Las partículas de grafito representaban el 35% del volumen ocupado del molde, y las partículas de sílice el 15%.

El hierro dúctil tenía la siguiente composición:

25	Carbono	3,18
	Manganeso	0,20
	Fósforo	0,007
	Azufre	0,019
	Silicio	2,43
	Magnesio	0,058

320794



Ejemplo 43

Número de la colada 3-138-4

Un molde caliente, calentado a una temperatura de 427 a 538°C para colar una zapata de freno de tren, fué llenado con una mezcla homogénea de partículas de grafito y de arena de sílice, que representaban respectivamente el 5% y el 45% del volumen de la cavidad del molde, siendo tales partículas de tamaños correspondientes a los tamices que se han indicado anteriormente en relacion con el Ejemplo 42. Las partículas fueron precalentadas a una temperatura de 1.205°C, y una vez lleno el molde con ellas, se llenaron los intersticios entre las partículas con acero fundido (de 1,05% de carbono) vertido a una temperatura de 1.538°C e impulsado a través de los intersticios por un vacío representado por 700 mm de mercurio.

15 Ejemplo 44

Número de la colada 3-143-3

Un molde caliente, calentado a una temperatura de 427 a 538°C para colar una zapata de freno de tren, fué llenado por una mezcla homogénea de las siguientes partículas, precalentadas a una temperatura de 1.163°C., indicando las cantidades en porcentajes los tantos por cientos en volumen de molde:

- grafito (tamaño de tamiz de 595 micras de abertura de malla)..... 30%
- carburo de silicio (tamaños comprendidos entre los tamices de 420 y 250 micras de abertura de malla) 10%
- alúmina (tamaños comprendidos entre los tamices de 420 y 177 micras de abertura de malla)..... 10%

Los intersticios entre las partículas calientes y el molde fueron llenados con hierro colado fundido de la composición del Ejemplo 1, vertido a una temperatura de 1.538°C en pre-



sencia de vacio, representado por 700 mm. de mercurio, en la cavidad del molde.

Ejemplo 45

Número de la colada 3-143-6

5 Un molde caliente, calentado a una temperatura de 427 a 538°C, para colar una zapata de freno de tren, fué llenado con una mezcla homogénea de las siguientes partículas, precalentadas a una temperatura de 1.163°C, indicando las cantidades en porcentaje tantos por ciento del volumen del molde:

- 10 grafito (en tamaños correspondientes a tamiz de 595 micras de abertura de malla).....40%
- carburo de silicio (tamaños comprendidos entre los tamices de 420 y 250 micras de abertura de malla). . . . . 10%

15 Una vez lleno el molde, se vertió hierro colado en el molde en las condiciones del Ejemplo 44.

Moldes y Técnicas de Colada

En los ejemplos anteriores correspondientes a la producción de zapatas de freno de tren, éstas eran coladas en moldes de la naturaleza ilustrada en las Figs. 2 a 7. Típicamente, una zapata de freno que tiene una matriz de metal ferroso se cuela en un molde de precisión revestido de arena de la clase ilustrada en la Fig. 2, y aquellas zapatas que tienen una matriz de tipo de aluminio se cuelan en moldes permanentes de la naturaleza que se ha ilustrado en las Figs. 3 a 7. En cada caso,

25 la cavidad del molde se llena con las partículas insolubles que han de permanecer sin disolver en el metal de la matriz, estando las partículas en un estado predeterminado de precalentamiento. Se aplica vacio y se vierte instantáneamente el metal fundido hasta que el molde está lleno, al menos hasta el punto de



que los huecos entre las partículas queden ocupados por el metal de la matriz.

Refiriéndonos a la Fig. 2, un molde de precisión 18 para colar una zapata de freno de tren incluye una semicaja inferior 20 y una semicaja superior 21 conteniendo cada una de ellas un respaldo Calamo 25 para fundición revestido de un revestimiento cerámico de precisión 26, definiendo las superficies de éste último la configuración geométrica de la zapata a ser colada, de la cual es típica la zapata 28 ilustrada en la Fig. 10. Tal zapata puede incluir un refuerzo de respaldo de acero 30 que tiene aberturas a través de las cuales sobresalen las llamadas guías de talón 31 y 32, las patillas 34 de unión al centro y una banda de acero separada 35 que tiene extremos empotrados en las patillas 34. Estas partes representan elementos de unión y de sujeción normalizados que relacionan las zapatas como la 28 con los portazapatras 28H de construcción normalizada, Fig. 8, que caracterizan los frenos de tren del tipo de zapatas de apriete.

La semicaja superior incluye el bebedero usual 40 para dirigir el metal de la matriz fundido a la cavidad 41 de la semicaja inferior. A fin de establecer un vacío dentro de la cavidad 41 de la semicaja inferior en el momento en que se vierte la colada, se han formado pasos de aireación 43 en el respaldo 25 de la semicaja inferior y que se extienden a través del revestimiento 26 de precisión para comunicar por sus extremos superiores con la cavidad 41 de la semicaja inferior.

La envuelta de la semicaja inferior está provista de aberturas roscadas 20A que comunican con los extremos inferiores de los pasos de aireación 43, y en cada abertura hay roscada una boquilla 44. Cada boquilla incluye una parte de tubo corto a la cual



está conectada una manguera 45, y las mangueras están conectadas por sus extremos opuestos a un colector (no representado) conectado a su vez a una bomba de vacío para establecer el vacío deseado dentro de la cavidad del molde.

5           Con objeto de inhibir las partículas en el metal de la matriz, para evitar que fluyan a los pasos de aireación 43 en el curso de la colada bajo vacío, los pasos de aireación 43 están llenos de perdigón de acero 50, y, como se ha ilustrado en la Fig. 2A, hay lana de acero 51 apretada contra un retallo o reborde anular 52 formado dentro de cada boquilla 43. En  
10           el retallo 52 va colocada una arandela de acero inoxidable 53, teniendo la arandela aberturas 53A taladradas a su través para comunicar el vacío de la manguera 45 a la parte de la boquilla  
            llena con lana de acero.

15           Con la semicaja superior 21 separada de la semicaja inferior 20, y después de calentar la semicaja inferior para evitar el enfriamiento de las partículas calientes, se vierten en el molde en un estado homogéneo, las partículas insolubles que han de pasar a formar parte de la colada después de calentadas  
20           llenando la cavidad 41 de la semicaja inferior hasta el borde, y preferiblemente ligeramente por encima de éste con objeto de proporcionar cierta compensación para la densificación de las partículas cuando se ejerce la fuerza del vacío dentro de la cavidad del molde. De preferencia, la superficie superior de  
25           las partículas en la cavidad 41 de la semicaja inferior es prensada ligeramente por una plantilla que se adapta a la configuración geométrica del respaldo 30 de acero de la zapata 28 que está soportada por la semicaja superior 21. El grado de precalentamiento en el molde asegura que cuando se vierte el metal fundido, este último es mantenido en un estado fluido mientras  
30           está siendo impulsado a través de las partículas por la fuerza del vacío.



La semicaja superior que tiene el respaldo 30 de acero y la patilla 35 en relación con éste, se yuxtapone sobre la semicaja inferior y se sujeta fuertemente, tras lo cual se establece vacío dentro de la cavidad de la semicaja inferior a través las conexiones anteriormente descritas, y entonces se vierte el metal fundido por el bebedero 40. El metal fundido permanece fluido mientras fluye a través de las partículas calientes. Cuando llega a los pasos de aireación 43, el perdigón de acero en los pasos de aireación produce en ellos cierto efecto de enfriamiento.

Se observará, en relación con la Fig. 2, que la semicaja superior incluye rebajos de molde 21A y 21B dentro de los cuales sube el metal fundido, una vez colado, para formar los talones de guía 31 y 32 anteriormente identificados en conexión con la Fig. 10. Además, el metal fundido sube en los rebajos 21C del molde en la semicaja superior para formar las patillas 34 de la zapata. A este respecto, cabe hacer notar que algunas de las partículas insolubles en la parte superior de la cavidad de la semicaja inferior pueden flotar hacia arriba entrando en los rebajos 21A, 21B y 21C, pero ello solamente ocurre en muy pequeña escala, y por otra parte, esos salientes en la pieza colada no constituyen parte del espesor del cuerpo colado que haya de ser mejorada por la presencia de las partículas insolubles. Tal movimiento de las partículas se hace mínimo por los pasos de aireación extremos 43 que ejercen su influencia en las proximidades de los rebajos 21A y 21B.

Refiriéndonos a las Figs. 11 y 12, son éstas reproducciones de fotografías que muestran respectivamente una sección transversal de la zapata real del Ejemplo 17, número de la colada 3-031-2, y la cara de desgaste WF de la misma, Fig. 12.



Las partes oscuras son grafito, y las partes claras son el metal de la matriz en la Fig. 11. Las partículas de silice son visibles en la Fig. 12 como partículas blancas; las partículas de grafito son oscuras; y el metal de la matriz es gris.

5 Particularmente en el caso de colar una zapata de aluminio de acuerdo con el presente invento, es posible recurrir a un molde permanente 60 Fig. 3, que incluye una semicaja inferior 61 y una semicaja superior 62. La semicaja inferior 61 está formada con una cavidad 63 de molde que es representati-  
10 va del cuerpo principal de la zapata a ser colada en él, y la semicaja superior está rebajada en 62A, 62B y 62C para los fines anteriormente descritos en relación con la Fig. 2.

Para prever el establecimiento de vacío en la cavidad 63 de la semicaja inferior, la semicaja inferior está formada  
15 con un rebajo relativamente grande 65 en el cual hay colocado un tapón de cerámica 66, de precisión, que tiene una superficie superior 67 la cual representa la cara de desgaste arqueada de la zapata colada en la cavidad 63 del molde. El tapón 66 de cerámica, Fig. 4, está formado, en las caras extremas,  
20 inferior y vertical del mismo, con pasos 68 de sección semicircular conectados entre sí que son continuos entre las superficies superior e inferior del mismo. La semicaja inferior está provista de una pluralidad de pasos de aireación 70, Fig. 3, destinados a ser conectados a una fuente de vacío, y los extre-  
25 mos superiores de estos comunican con pasos 68 en la cara inferior del núcleo 68, para establecer con ello comunicación de vacío entre los pasos 70 y la cavidad 63 del molde.

Otra forma del molde permanente para colar zapatas de aluminio se ha ilustrado en las Figs. 5 a 7, incluyendo una  
30 semicaja inferior 75, que es utilizable con una semicaja superior



de la naturaleza descrita en relación con la Fig. 3. La semicaja inferior está formada en este caso con una cavidad 76 bordeada por un par de retallos espaciados 77 que se extienden a lo largo de las caras interiores de las paredes laterales de la semicaja inferior. Estos retallos sirven para soportar una bandeja 80 de molde, Figs. 6 y 7, configurada, como se ha ilustrado en las Figs. 6 y 7 para presentar una cavidad 81 de molde revestida con un revestimiento cerámico poroso 72 que define la cavidad del molde en el cual han de ser colocadas las partículas y el metal de acoplamiento o contacto. La bandeja 80 es un miembro metálico, compuesto de una aleación resistente al calor, y la parte superior 82 de la misma, que está conformada para proporcionar la cavidad de molde revestida, está formada con una pluralidad de aberturas de aireación 83.

La semicaja inferior 75 está equipada con un par de conductos 85, los extremos exteriores de los cuales han de ser conectados a una fuente de vacío, comunicada con el interior de la semicaja inferior por los conductos 85, y a su vez con las aireaciones 83 cuando la bandeja 80 está situada en el rebajo 76 de la semicaja inferior.

Cabe observar, en relación con lo que se ha descrito anteriormente en conexión con las Figs. 5 y 7, que tal disposición es asimismo típica de un molde de lingotera, con la excepción de la configuración, capaz para colar un lingote a partir del cual puedan obtenerse los bloques de fricción de los ejemplos 29 a 34, que sirven como bloques de fricción 90 de un freno 91 de disco, de tren, ilustrado en la Fig. 9. Tal molde de lingotera es asimismo típico del usado para producir las piezas coladas a partir de las cuales se obtienen los discos de embrague de los Ejemplos 35, 36 y 37.



En relación con los Ejemplos 38, 39 y 40, se reclama la atención hacia las Figs. 13 y 14 las cuales ilustran esquemáticamente pares de eje y cojinete, de los cuales el cojinete es un elemento producido de acuerdo con los ejemplos 38, 39 y 40. Así, en la Fig. 13, el cojinete 100 es un cojinete de tipo de apoyo, colado de acuerdo con el Ejemplo 38, y soporta el árbol 101. En la Fig. 14, el cojinete 105 es un cojinete de empuje al que se puede aplicar el extremo del eje 106 cuando empuja contra aquél, siendo el cojinete 105 de la naturaleza y la composición anteriormente descritas en relación con el Ejemplo 40.

Pruebas de la AAR (Asociación de Ferrocarriles Americanos)

Dada la posibilidad de colar materiales compuestos de la clase anterior con diversas clases de matrices metálicas e inclusiones en ellas de partículas insolubles que contribuyen a resultados únicos uniformemente por todo el espesor útil del cuerpo colado, estos materiales se convierten en útiles como elementos de fricción, y en particular como zapatas o bloques que hayan de formar parte de un par de fricción como, por ejemplo, una zapata unida a un portazapatas de freno de tren o a un bloque como parte de un disco de freno.

Son muchas las condiciones que debe satisfacer una zapata de freno de tren, en particular, y, de hecho, la Asociación de Ferrocarriles Americanos (AAR) especifica los requisitos mínimos para una zapata de freno de tren desde el punto de vista de la fricción y el régimen de desgaste. Específicamente, los requisitos de la AAR son de un coeficiente mínimo de fricción de un régimen máximo de desgaste de 453 g. (63 cm<sup>3</sup>) por cada 13.800.000 kgm. de trabajo realizado en frenado.

La prueba de la AAR especifica las siguientes condicio-



nes:

Carga Equivalente en las Ruedas ..... 3.257 Kg  
Carga en Zapata de Freno..... 3.257 Kg  
Velocidad.....96 Km/hora  
5 Diámetro de Rueda de Zapata de Freno sencilla: 900 mm

En las condiciones anteriormente expuestas, la zapata de freno de hierro colado normalizada por la AAR debe tener un coeficiente medio mínimo de fricción de 0,15 y un desgaste máximo por cada 13.800.00 kgm de trabajo realizado, de 453 gramos, equivalentes a 63 centímetros cúbicos de material perdido.

Una zapata de freno que cumpla estas condiciones producirá una distancia de parada dinamométrica de 240 metros o menos partiendo de una velocidad de 96 kilómetros por hora. Se inició una prueba dinamométrica de selección sobre la base de las especificaciones de la AAR. No obstante, debido a los valores relativamente diferentes de la fricción para los materiales del presente invento, la prueba dinamométrica de selección fué tal que en ella se determinó la carga en la zapata de freno, para cada bloque o zapata diferente, como aquella que produciría una parada en aproximadamente 240 metros. Los resultados de esta prueba dinamométrica se han representado gráficamente en la Fig. 1 y se han tabulado en la Tabla I.

Habiéndose determinado sobre la base de la prueba de selección que muchos de los ejemplos, lo que resulta evidente de la Tabla I y de la Fig. 1, cumplen con las severas condiciones mínimas de la AAR para una zapata de freno de tren, se eligieron entonces algunos seleccionados de los materiales para una prueba de carga en velocidad, de mayor alcance y exigencia en el dinamómetro, los resultados de la cual se han tabulado en



la Tabla II. En la prueba se duplicaba una disposición de freno de zapatas de apriete de la clase ilustrada en la Fig. 8. Esta serie de pruebas fué adicionalmente aumentada para determinar la fricción y el desgaste desde el punto de vista de condiciones en húmedo y en seco, y se efectuaron pruebas separadas usando una banda de rodadura de rueda en el dinamómetro que había sido tratada (representada gráficamente como "X" en la Fig. 1) para comunicar algo de aspereza a la misma.

Se observará en la Tabla II que la serie de pruebas consistió en 5 paradas cada una a partir de 160, 128, 96, 64 y 32 km/hora con una carga equivalente en rueda de 8.245 kilogramos en una disposición de freno de zapata de apriete en el dinamómetro con tres cargas de zapata de freno diferentes, una prueba más severa y que va más allá de las especificaciones de la AAR a que anteriormente se ha hecho referencia. La energía total disipada en cada una de tales pruebas fué de aproximadamente 13.800.000 Kgm. por zapata. Refiriéndonos de nuevo a la Tabla II, se observará que una característica importante de los materiales probados, aparte de la elevada fricción, era una uniformidad sustancial de fricción en húmedo y en seco, lo que es de suma importancia para elementos de fricción que están sometidos a condiciones atmosféricas inclementes.

320794 22 F



TABLA I - Prueba de Selección

Ejemplo	Coeficiente de Ericción Porcentaje		Régimen de Desgaste <sup>(1)</sup>	
	Banda de Rodadura sin tratar	Banda de Rodadura tratada	Banda de Rodadura sin tratar	Banda de Rodadura tratada <sup>(2)</sup>
1	28	28	26,2	26,2
2	35	36	32,8	32,8
3	32		32,8	
4	27	25	32,8	22,9
5	32	29	18,0	27,8
6	32	24	19,7	37,7
7	33	35	19,7	39,3
8	33		21,3	
9	35		34,4	
10	28		44,2	
11	32	27	40,9	49,1
12	31	27	14,7	32,8
13	36	35	24,6	34,4
14	31	29	6,6	34,4
15	29		42,6	
16	31		52,4	
17	40		62,2	
18	38		26,2	
19	33		39,3	
20	36		26,2	
21	29		24,6	
22	28		22,9	
23	31		10,6	
24	34		16,4	
25	31		57,3	



TABLA I - Prueba de Selección (continuación)

Ejemplo	Coeficiente de Fricción Porcentaje		Régimen de Desgaste <sup>(1)</sup>	
	<u>Banda de Rodadura sin tratar</u>	<u>Banda de Rodadura tratada</u>	<u>Banda de Rodadura sin tratar</u>	<u>Banda de Rodadura tratada<sup>(2)</sup></u>
26	31	29	117,9	121,2
27	26	27,5	106,0	27,8
28	14	12	29,5	37,7
29	29		65,5	
30	34		137,6	
31	32	30	29,5	40,9
32		22		54,1
33		25		122,9
34		33		135,0
41	33		16,4	
42	31		18,0	
43	22		13,1	
44	36		29,5	
45	41		24,6	

(1) Centímetros cúbicos por cada 13.800.000 Kgm. de trabajo

(2) Banda de rodadura tratada para hacerla áspera con correa de grano del Nº 40 - "X" en la Fig. 1.

320794 22 FEB 1952



TABLA II- Datos de Fricción-Pruebas de Velocidad

Carga en zapata de freno (Kg)	Material	Estado	Coeficiente de Fricción (Porcentaje)					Promedio	Promedio general
			32	64	96	128	160		
634,20	2-464	Seco	27	28	25	21	20	24	
	2-318		28	28	29	26	23	27	
	2-469		34	31	30	30	27	30	
	2-482		27	26	24	22	20	24	
1268,4	2-464		25	26	24	20	19	23	
	2-318		26	27	25	23	22	25	
	2-469		31	31	24	25	24	22	
2188,0	2-464		22	25	22	20	22	22	23
	2-318		24	25	24	23	23	24	25
	2-469		29	28	24	25	26	26	28
	2-482		23	23	19	18	19	20	22
634,20	2-464	Húmedo	32	29	27	24	21	27	
	2-318		29	27	23	21	20	24	
	2-469		34	34	29	25	22	29	
	2-482		35	33	35	27	24	31	
1268,4	2-464		21	26	23	20	18	24	
	2-318		33	26	21	19	17	23	
	2-469		33	27	21	20	20	24	
2188,0	2-464		27	27	22	22	24	24	25
	2-318		28	23	20	17	18	21	23
	2-469		30	27	19	19	19	23	25
	2-482		31	26	21	19	20	23	27

320794

22 FEB 1951



TABLA II.- Datos de Fricción-Pruebas de Velocidad

(continuación)

Carga en zapata de freno (Kg)	Material	Estado	Coefficiente de Fricción (porcentaje)	Promedio Velocidad inicial- Km/h	Promedio general
634,20	2-464	Seco <sup>(1)</sup>	35 33 29 25 22	28	
1268,40	2-464		33 30 27 24 24	28	
2188,0	2-464		28 27 24 22 24	25	27

(1) Banda de rodadura rectificada con correa de grano del N° 40 después de cada carga sobre la zapata de freno.

320794 22



TABLA III - Datos de Desgaste

(Para las series de velocidades de la Tabla II)

Carga en zapata de freno	Material	Estado	Desgaste gramos cm <sup>3</sup> (1)		Desgaste total gramos cm <sup>3</sup>	
634,20	2-464	Seco	145	33,7		
	2-318		173	37,7		
	2-469		210	49,0		
1268,40	2-464		260	60,6		
	2-318		310	67,5		
	2-469		413	96,3		
2188,0	2-464		332	77,5	736	171,8
	2-318		417	90,7	900	195,9
	2-469		565	131,9	1189	276,8
634,20	2-464	Seco <sup>(2)</sup>	209	48,7		
1268,40	2-464		331	77,1		
2188,0	2-464		386	90,1	926	215,9

(1) Por cada 13.800.000 Kgm. de energía absorbida.

(2) Banda de rodadura de la rueda rectificada después de cada carga sobre la zapata de freno.



TABLA IV

Coefficiente Medio Típico de los Valores de Fricción para zapatas de Freno Metálicas Coladas, Usuales

Carga en la Zapata de freno (Kg) †	En Seco					Promedio	Promedio General
	32	64	96	128	160		
1585,5	24	15	13	13	11	15	
3624,0	16	11	9	7	6	10	
5436,0	17	11	8	6	5	9	11
	<u>En Húmedo</u>						
1585,5	23	17	14	12	10	15	
3624,0	20	12	9	8	6	11	
5436,0	18	11	8	7	6	10	12

† Las cargas sobre las zapatas de freno son diferentes de las de la Tabla II porque los valores medios del coeficiente de fricción son apreciablemente diferentes.



Cabe observar finalmente, en relación con las pruebas efectuadas sobre las piezas coladas de zapata como típicamente representantes de lo que es posible lograr de acuerdo con el presente invento, que una ventaja única de las presentes composiciones, desde el punto de vista de elementos de fricción colados usuales, es que puede controlarse el aumento de fuerza retardatriz (el llamado máximo del par de torsión o arrastre de "cola de gallo") hacia el final de una parada con frenos. Esta ventaja comparativa se ha ilustrado en la Fig. 15 en que la línea de trazo continuo es típica de la fuerza del par de torsión o retardatriz de una clase conocida de zapata de freno de tren comercial, y la curva en líneas de trazos compara la misma propiedad para una zapata seleccionada al azar del presente invento.

15

#### Conclusión

Se apreciará de las Tablas anteriormente indicadas que pueden lograrse propiedades importantes y únicas con piezas coladas producidas según el presente invento, especialmente cuando se toma en consideración, por ejemplo, que la zapata de freno de tren de hierro colado, normalizada, tiene una fricción no inferior a aproximadamente 0,15 y un régimen de desgaste bastante superior al de las composiciones como las anteriormente tabuladas, cuando se comparan en las condiciones de prueba de la AAR. Por otra parte, el presente invento no presenta un rápido aumento en par de torsión en la parte final de una parada por fricción, véase la Fig. 15, característico de algunos elementos de fricción.

Lo anterior sirve de ejemplo ilustrativo de lo que puede lograrse con artículos producidos de acuerdo con los principios del presente invento, manifestado en un cuerpo colado que tiene



partículas sin disolver, de diámetros hasta de 6,2 mm inclusive, y los cuales, según se ha determinado hasta aquí, pueden variar disminuyendo hasta el correspondiente al tamiz de 105 micras de abertura de malla, distribuidas uniformemente en la matriz en todo el espesor útil de la pieza colada. Se ha comprobado que si las partículas son mayores de aproximadamente 6,2 mm. en una zapata de freno de tren, el régimen de desgaste pasa a ser excesivo.

Las partículas son discontinuas en el metal de la matriz de fase continua, y pueden adoptar cualquier forma en tanto que las partículas permanezcan insolubles en el metal de la matriz para contribuir con su efecto único a ella, aunque para partes de desgaste que hayan de presentar una fricción pre-determinada hacia un miembro opuesto en un par mecánico que incluye miembros aplicables, la presencia de grafito puede ser ventajosa, juntamente con partículas duras de gran resistencia al desgaste de los ejemplos anteriores. El metal de la matriz puede ser o bien ferroso o bien no ferroso, y se han expuesto numerosos ejemplos. Por consiguiente, los materiales específicos aquí especificados son representativos de sus clases y se han elegido tomando en consideración su coste, su disponibilidad y la potencia de su efecto.

Las partículas deben llenar la parte del molde no ocupada por cualquier pieza inserta que haya de formar parte de la pieza colada, y ello ha de ser así con objeto de obtener la homogeneidad esencial de densidad y la identidad del material en todo el espesor útil de la pieza colada. Dicho con otras palabras, las partículas deben llenar el volumen útil de la pieza colada, y parece que lo más ventajoso es que las partículas representen aproximadamente el cincuenta por ciento



del volumen de la pieza colada. El espesor útil de la pieza colada puede ser, y en muchos de los ejemplos aquí expuestos lo es, apreciable, y se hace posible el revestimiento completo por el metal colado haciendo que las partículas estén calientes e impulsando el metal fundido. La fuerza que impulsa el metal fundido asegura un llenado suficientemente rápido de los huecos entre las partículas para impedir que se transfiera demasiado calor desde el metal a las partículas, lo que podría originar un enfriamiento desventajoso del metal fundido. Un resultado distinto y útil de forzar el metal es que se logra exactamente la ligera dispersión de las partículas que asegura la fase discontinua de las partículas y la fase continua del metal necesarias para el máximo de resistencia.

- 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:

1º.- Mejoras introducidas en la fabricación de piezas coladas, caracterizadas porque las mismas comprenden una matriz metálica colada como fase continua a través y alrededor de una dispersión de partículas sin disolver en dicha matriz como fase discontinua, estando dichas partículas distribuidas en una concentración sustancialmente uniforme en toda la extensión de al menos una parte del espesor útil de dicha pieza colada, y estando sustancialmente todas las partículas circundadas individualmente cada una por el metal que proporciona dicha matriz.

320794



2º.- Mejoras según la reivindicación 1, caracterizadas porque dicha matriz metálica y dichas partículas comprende, cada una, aproximadamente el 50% del volumen de dicha pieza colada.

5           3º.- Mejoras según la reivindicación 1, caracterizadas porque dichas partículas tienen un diámetro medio no mayor de aproximadamente 6,2 mm.

10           4º.- Mejoras según la reivindicación 1, caracterizadas porque el metal es ferroso y porque dichas partículas incluyen partículas de grafito.

5º.- Mejoras según la reivindicación 1, caracterizadas porque el metal es no ferroso y porque dichas partículas incluyen partículas de grafito.

15           6º.- Mejoras según la reivindicación 1, caracterizadas porque el metal está seleccionado del grupo consistente en hierro, acero, metal a base de cobre, plomo-estaño, aluminio y aleación de aluminio, y porque dichas partículas incluyen partículas no metálicas seleccionadas del grupo consistente en grafito, sílice, alúmina, mulita, silimanita, granate, carburo de silicio y resina de politetrafluoroetileno.

20

7º.- Mejoras según la reivindicación 6, caracterizadas porque dichas partículas tienen partículas metálicas distribuidas uniformemente por todas ellas.

25           8º.- Mejoras según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizadas porque dichas piezas coladas son incluidas como parte de un par mecánico.

9º.- Mejoras según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizadas porque dichas piezas coladas tienen la forma de zapatas o discos de fricción.

30           10º.- Mejoras según cualquiera de las reivindicaciones



precedentes, caracterizadas porque dichas piezas coladas tienen la forma de cojinetes.

11º.- Mejoras introducidas en la fabricación de piezas coladas, caracterizadas porque las mismas comprenden una matriz metálica seleccionada del grupo consistente en acero, 5 hierro, metal a base de cobre, aluminio, aleación de aluminio y aleación de plomo y estaño colada como fase continua a través de y alrededor de una dispersión de partículas sin disolver en dicha matriz metálica como fase discontinua, incluyendo 10 do dichas partículas al menos un tipo de material inorgánico no metálico y estando seleccionadas del grupo consistente en grafito, sílice, carburo de silicio, alúmina, mulita, silimanita, granate y resina de politetrafluoroetileno, teniendo dichas partículas un diámetro medio no mayor que aproximadamente 15 6,2 mm., estando dichas partículas distribuidas en una concentración sustancialmente uniforme en todo el espesor útil de dicha pieza colada y estando en esencia todas las partículas individualmente circundadas por el metal colado a la fuerza en un estado fundido.

20 12º.- Mejoras según la reivindicación 11, caracterizadas porque dichas partículas son diluidas por partículas metálicas.

25 13º.- Un procedimiento de colada, que comprende distribuir uniformemente en todo un volumen sin ocupar de una cavidad de molde partículas sustancialmente insolubles en el metal subsiguientemente colado, limitar dichas partículas contra movimiento sustancial en masa en la cavidad del molde y verter metal fundido en la cavidad del molde, al tiempo que se impulsa a la fuerza el metal fundido a través de los intersticios entre 30 las partículas, hasta que los huecos entre el contenido de par-



tículas del molde son llenados por el metal fundido.

14º.- Un procedimiento según la reivindicación 13, en el que las partículas son calentadas preliminarmente antes del vertido del metal fundido.

5           15º.- Un procedimiento según la reivindicación 13, en el que las partículas se seleccionan sobre la base de comunicar características predeterminadas de desgaste y fricción a la pieza colada y en el que el metal está seleccionado del grupo consistente en hierro, acero, metal a base de cobre, aluminio, aleación de aluminio y aleación de plomo y estaño.

10

16º.- Un procedimiento según la reivindicación 15, en el que las partículas tienen un diámetro medio que no sobrepasa aproximadamente 6 mm.

15           17º.- Un procedimiento según la reivindicación 15, en el que las partículas incluyen las seleccionadas del grupo consistente en (1) grafito, sílice, alúmina y carburo de silicio y (2) partículas en dicho grupo mezcladas con partículas metálicas.

20           18º.- Un Procedimiento según la reivindicación 15, en el que se hace por colada una zapata de freno de tren.

25           19º.- Mejoras introducidas en la fabricación de piezas coladas, caracterizadas porque las mismas comprenden partículas uniformemente distribuidas en toda una matriz metálica continua, en la que las partículas están sin disolver, teniendo dicha pieza colada una concentración uniforme de dichas partículas en todo su espesor útil y penetrando en los huecos entre dichas partículas el metal, circundando sustancialmente cada partícula, introducido a la fuerza en los huecos entre las partículas.

30           20º.- Un método de colada, caracterizado por colar metal

320794

22 FEB 1966



fundido bajo presión en una cavidad de molde que contiene partículas previamente calentadas sustancialmente insolubles en dicho metal y que están limitadas contra movimiento en masa en dicha cavidad de molde, con lo cual el metal fundido vertido en el molde es impulsado para que fluya hacia sustancialmente todos los huecos entre las partículas como una fase metálica continua.

21º.- Mejoras introducidas en la fabricación de piezas coladas metálicas.

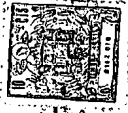
Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se han especificado.

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

Madrid, 22 FEB 1966.

P.A.

Alberto de Elizaburu  
Por Poder



320794

Fig. 1

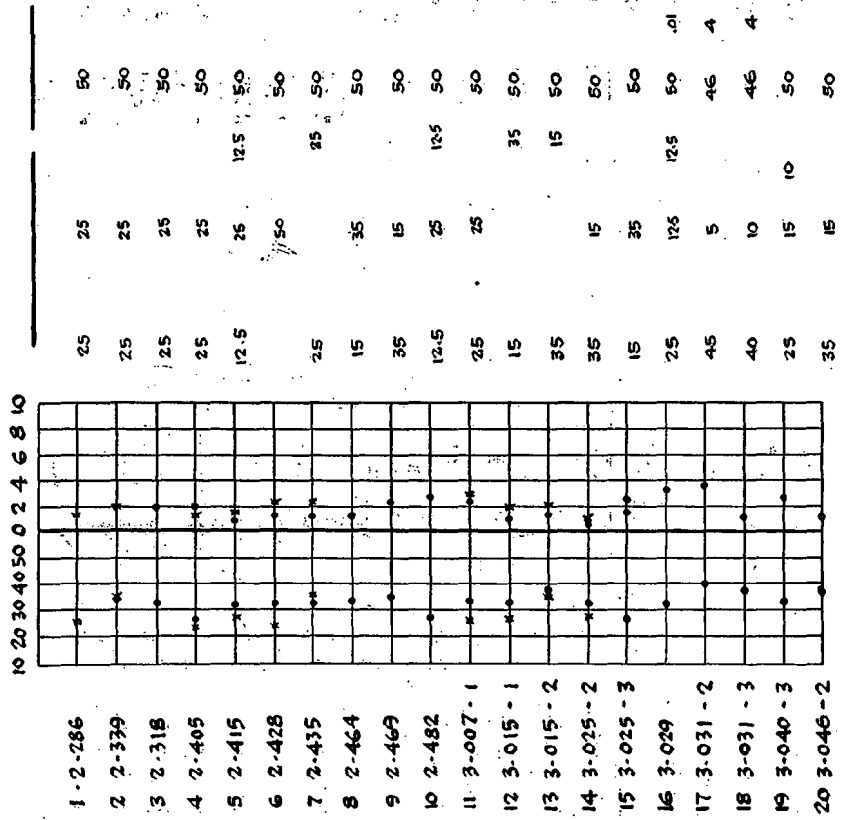
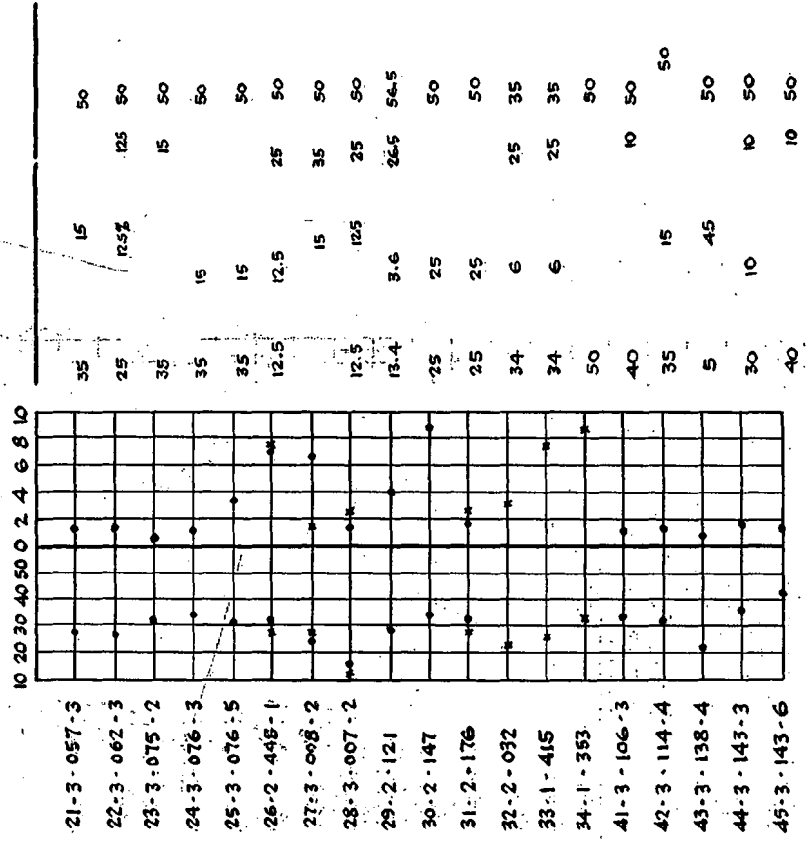


Fig. 1A



Handwritten signature or initials in the top right corner.



Fig. 2

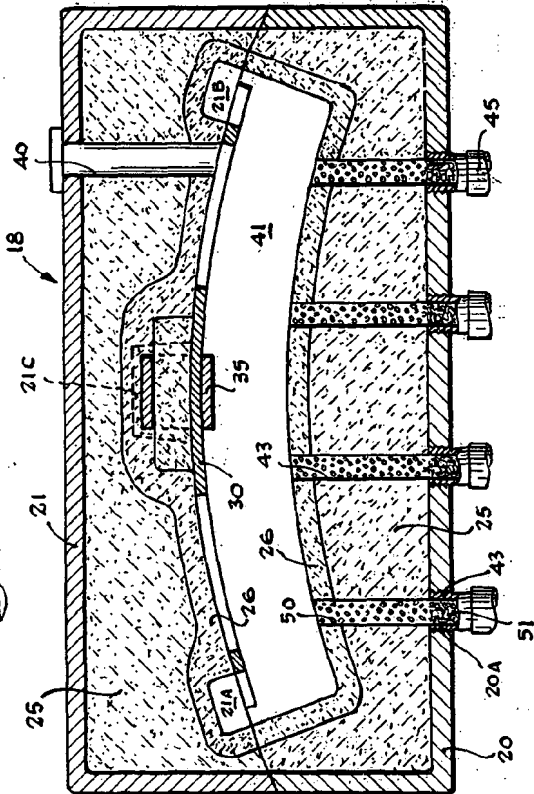


Fig. 2A

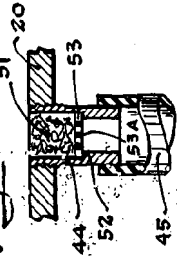


Fig. 3

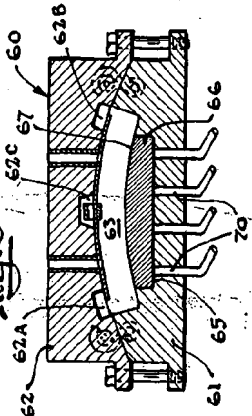


Fig. 4

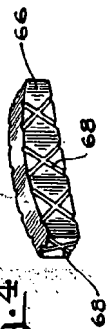


Fig. 5

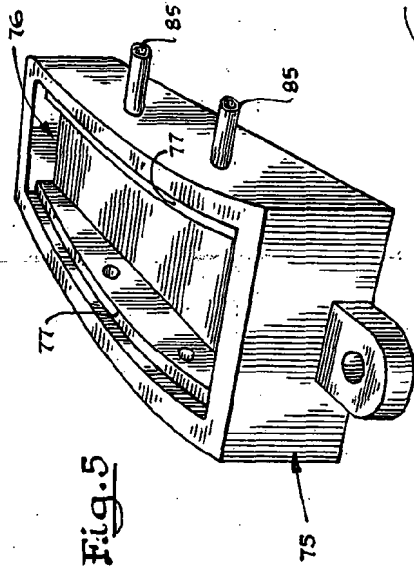


Fig. 7

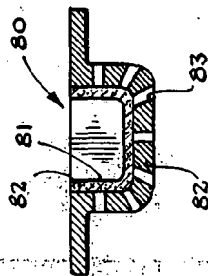


Fig. 8

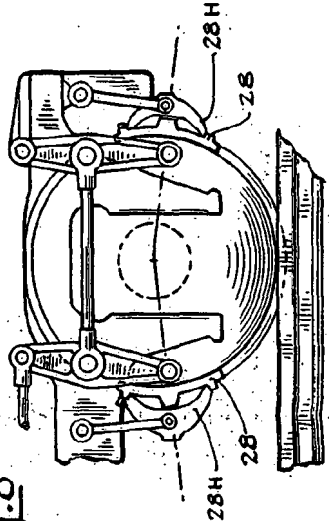


Fig. 6

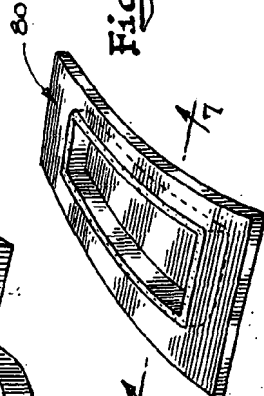
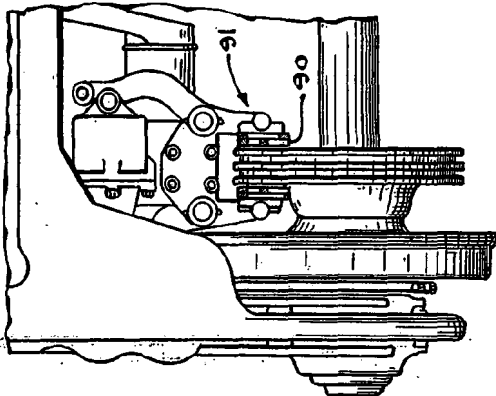


Fig. 9



6/1/10



20702

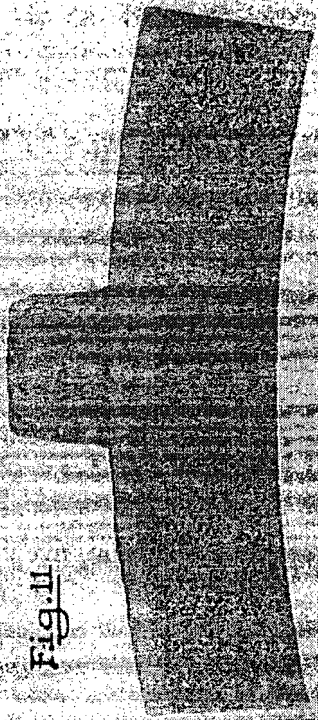


Fig. 11

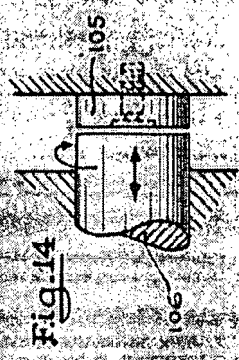


Fig. 14

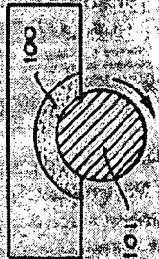


Fig. 13

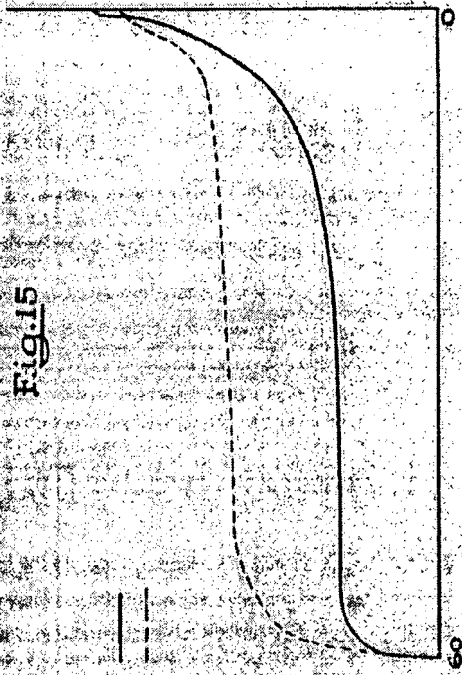


Fig. 15

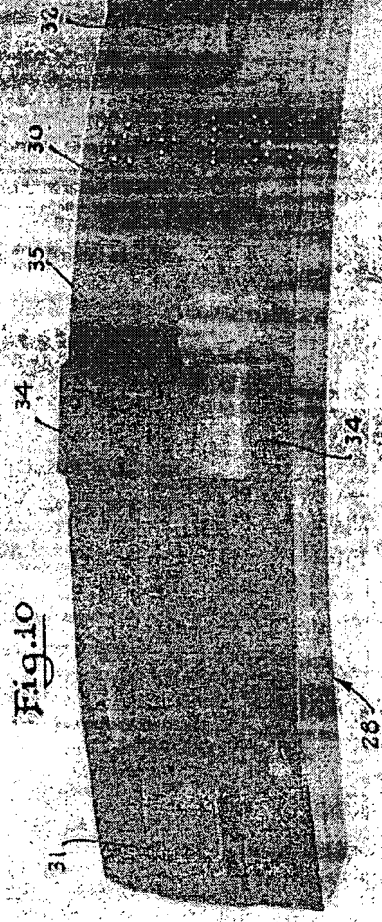


Fig. 10

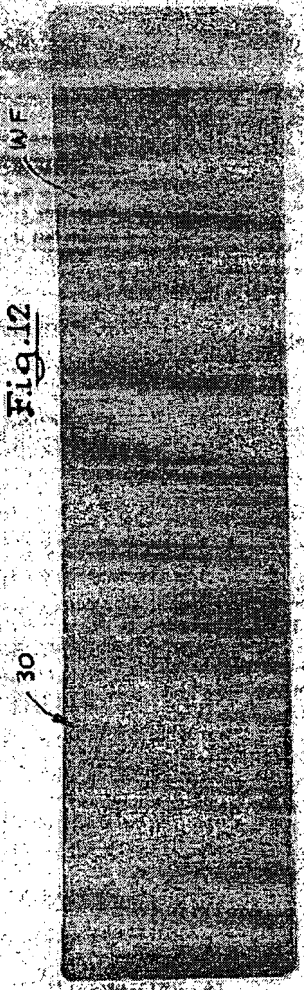


Fig. 12

AMERICAN SHOE COMPANY

MADE IN U.S.A.

247