

-3 OCT. 1975

440390

P.- 61.051

Case 070004-

BWL

Int. Cl.²: F16F // F16D

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar PATENTE DE INVENCION por VEINTE años

a nombre de BORG-WARNER CORPORATION

entidad norteamericana

establecida en 200 South Michigan Avenue, Chicago,

Illinois 60604, Estados Unidos de América

por: "UN PROCEDIMIENTO DE CONFORMACION DE UN MUELLE
DE BELLEVILLE MEJORADO"

El presente invento se refiere a un procedimiento de conformación de un muelle mejorado del tipo de arandela o de "Belleville" (de disco cónico) y, más en particular, un muelle de "Belleville" que tiene una vida mejorada de resistencia a la fatiga y esfuerzos de compresión residuales en la superficie.

Se han empleado muelles del tipo de "Belleville" en embragues de fricción y en aplicaciones mecánicas similares, teniendo tales muelles una forma cónica o aproximadamente cónica con una periferia interior que está normalmente espaciada en sentido axial del plano de la periferia exterior del muelle y que se aproxima a ese plano al ser puesto el muelle bajo compresión.

Los muelles de "Belleville" actualmente conocidos están formados de un acero ordinario al carbono con adiciones de aleación de tipo normal y un contenido en carbono de aproximadamente el 0,60 al 1,00% en una chapa o un fleje laminado en frío. Para formar un muelle de "Belleville" a partir de esa primera materia, se estampa o se troquela la forma básica del muelle de la tira de acero y se conforma a presión dándole una forma de trono de cono. Después de la estampación y de la conformación, se trata por calor el muelle a una temperatura comprendida en el margen que va des-

de aproximadamente 780°C hasta 1.100°C y subsiguientemente se temple en aceite, en agua, en sal o al aire a una temperatura en el margen desde aproximadamente la temperatura ambiente hasta 204°C. Este temple puede ir seguido por operaciones adicionales de calentamiento y enfriamiento para dar un revenido para aliviar las distorsiones originadas en el material por el temple, para obtener la dureza deseada y para dar al muelle la forma final.

Esta secuencia de producción actual es costosa y requiere operaciones previas adicionales debido a la calidad del material utilizado. La producción del acero en chapa o el fleje laminado en frío, de alto contenido en carbono, es costosa debido a que el alto contenido en carbono inicial da por resultado una alta resistencia y un coeficiente de endurecimiento por deformación del acero, lo cual exige múltiples operaciones de recocido y desoxidación durante la laminación de la primera materia hasta darle el grueso final. Además, las fuerzas para estampar o troquelar la forma básica del muelle son grandes, debido a la elevada resistencia del acero de alto contenido en carbono, lo cual exige matrices muy duras y resistentes al desgaste.

Debido al rápido endurecimiento por deformación del material de alto contenido en carbono, los

bordes de las partes estampadas pueden llegar a hacerse muy frágiles, a menos que se tomen precauciones especiales. Esta fragilidad puede dar por resultado diminutas grietas en los bordes, las cuales han de ser eliminadas por métodos costosos y que llevan mucho tiempo, tales como los de frotación por volteo en tambor, esmerilado, o similares, a fin de evitar los efectos perjudiciales en el comportamiento, en particular la vida de resistencia a la fatiga, de los muelles de Belleville acabados. Análogamente, la conformación de la configuración de cono del muelle de Belleville en matrices especiales puede conducir a la formación de grietas submicroscópicas en el material de alto contenido en carbono, que se hace frágil fácilmente.

El material básico normal usado para la producción de muelles de Belleville no tiene un gradiente del contenido en carbono producido deliberadamente, pero usualmente tiene un contenido en carbono más bajo en la superficie, debido a la descarburación durante las operaciones de laminación y de recocido de la materia prima. El nivel de carbono determina la temperatura de transformación a la cual la austenita se transforma en martensita, que es la estructura final deseada. Así, si el nivel de carbono en la superficie del muelle es menor que el nivel de carbono interno, la temperatura de

transformación de la superficie del muelle estaría en un margen más alto que el margen de temperaturas de transformación del núcleo. Durante el temple se produce un gradiente de temperaturas en el muelle de Belleville que da por resultado una temperatura en la superficie significativamente más baja, si se compara con la temperatura en el núcleo. Este gradiente de temperaturas depende del grueso y de la configuración geométrica del material, pero jamás puede ser invertido durante el temple. Como consecuencia del gradiente del contenido en carbono producido inadvertidamente en el material del muelle normal y del gradiente de temperaturas durante el temple, la superficie del muelle de Belleville se transformará en martensita antes que el núcleo.

La transformación de la austenita en martensita da por resultado un aumento de volumen en el metal del 3 % al 4 %. Además, la estructura de martensita resultante es muy dura, pero también extremadamente frágil si se compara con la austenita, la cual es bastante dúctil. Por consiguiente, durante el temple se formará una capa frágil muy dura de martensita en la superficie del muelle así tratado, mientras que el núcleo está todavía en el estado austenítico. Los esfuerzos que se originan durante la transformación de la super-

ficie debido al aumento de volumen comprimirán el núcleo y deformarán la austenita relativamente dúctil que hay en el mismo. Tan pronto como el núcleo alcance la temperatura de transformación, se transformará en martensita y tratará de expandirse en volumen frente a la resistencia de la "cáscara" de la superficie martensítica formada anteriormente.

Este procedimiento crea evidentemente esfuerzos de tracción extremadamente elevados en la "cáscara" de la superficie y conduce a la generación de altos esfuerzos de tracción residuales en la misma. Muy frecuentemente, estos esfuerzos de tracción llegan a ser tan elevados que la "cáscara" de la superficie se agrieta o incluso se rompe. La debilidad o las grietas así producidas en la cáscara de la superficie no pueden ser reparadas por ninguno de los medios conocidos; no obstante, pueden ser disimuladas y en cierta medida contrarrestadas, por subsiguiente trabajado en frío de la superficie del muelle por métodos tales como el de chorreado con perdigones, el de acabado vibratorio, el de golpeo con martillo de bola, el de laminación, etc. Como resultado de la secuencia de producción normal considerada en lo que antecede para los muelles de Belleville que actualmente se fabrican, estos muelles tienen una debilidad inherente, resultante de la distribución del

carbono y de la temperatura durante el temple; esta debilidad inherente da por resultado una vida de resistencia a la fatiga relativamente corta.

5

RESUMEN DEL INVENTO

El presente invento se refiere a un procedimiento mejorado para la fabricación de muelles del tipo Belleville, con el cual se trata de superar la debilidad inherente de los anteriores muelles, resultante de los materiales normales usados y del tratamiento por calor de los mismos, como también se trata de llegar a una reducción en los costes de la materia prima y del utillaje. Además, el presente procedimiento es más sencillo y menos expuesto a errores que los métodos anteriores. La materia prima utilizada en el presente procedimiento es un acero al carbono de contenido de carbono de bajo a medio, que da por resultado un contenido de carbono más bajo y una mayor ductilidad de la materia prima, siendo causa el más bajo contenido en carbono de que se reduzca el coeficiente de endurecimiento por deformación. Como consecuencia, la materia prima es menos costosa de producir, pues requiere menos operaciones de recocido y laminación.

10

15

20

La materia prima requiere menos fuerza durante las operaciones de estampación y conformación, re-

duciéndose así la necesidad de matrices muy duras y costosas. Como alternativa, si se utilizan matrices duras y costosas, las mismas tendrán una vida sensiblemente más larga, contribuyendo así a disminuir el coste de la matriz. Puesto que la materia prima no es tan susceptible de hacerse frágil, se reduce también el peligro de dañar los bordes del muelle durante la estampación y la conformación, por producción de grietas diminutas. Esto conduciría a una nueva reducción del coste por eliminación de la necesidad de procedimientos para refino del borde, como el de frotamiento por volteo en tambor, el de esmerilado, el de forjado o compresión a medidas exactas, etc.

El presente invento comprende además la previsión de un tratamiento por calor mejorado para el muelle formado, para proporcionar la formación deliberada de un gradiente de contenido en carbono en el muelle mediante el uso de una etapa de tratamiento de cementación o carburación, por ejemplo, cementación con gas que tiene un potencial o contenido de carbono del 0,7% al 1,2 % durante tales tiempos y a tales temperaturas adecuadas como los que vienen determinados por las exigencias de la profundidad de la capa cementada. Como resultado de este tratamiento, la superficie del

muelle tendrá un contenido en carbono más alto que el del núcleo, dando por resultado una temperatura de transformación más baja en la superficie que en el núcleo. A pesar de los gradientes de temperatura que se establece durante el temple, el gradiente de contenido en carbono no permitirá la transformación del núcleo del muelle en martensita antes de la transformación de la superficie del muelle, con un medio y una temperatura de temple convenientemente controlados.

5

10

El presente invento comprende, además, la previsión de un muelle de Belleville mejorado que tiene una vida de resistencia a la fatiga más larga y una superficie de alta integridad sin agrietamiento ni debilitamiento producidos inadvertidamente. Así, no hay necesidad de disimular ni contrarrestar los daños originados por las anteriores operaciones del tratamiento. Puesto que el núcleo del muelle es transformado inicialmente en martensita, seguido por la transformación de la superficie o "cáscara" durante el temple, la expansión de la "cáscara" de la superficie se ve frenada por el núcleo martensítico rígido y se producirán altos esfuerzos de compresión residuales en la superficie, para evitar eficazmente la formación de grietas por temple o la rotura de la "cáscara".

15

20

25

Otros objetos y ventajas del presente invento

se pondrán de manifiesto de la descripción detallada que sigue de las realizaciones preferidas del mismo.

DESCRIPCION DE LA REALIZACION PREFERIDA

5 El presente invento se refiere a un muelle mejorado del tipo de arandela o de Belleville y al método de tratamiento por calor del muelle formado, para proporcionar las características mejoradas para el mismo. Los muelles Belleville se usan corrientemente en embragues de fricción, y los tamaños más pequeños de estos muelles pueden usarse solos o en una pila, para cargar piezas en un diferencial de resbalamiento limitado o en otras estructuras. Un muelle del tipo Belleville es aproximadamente cónico y tiene una periferia exterior y una periferia interior que definen una abertura central a través del muelle. El muelle cónico está truncado para proporcionar la periferia interior espaciada a una cierta distancia del plano de la periferia exterior a lo largo del eje geométrico central del muelle.

15
20 Los muelles de Belleville suelen fabricarse, en la actualidad, de un acero ordinario al carbono o de un acero de baja aleación que tenga un contenido en carbono original del 0,6 % al 1,0 % de carbono. Estos

materiales han de ser preparados especialmente mediante operaciones tales como la de doble recocido y esferoidización, para facilitar las operaciones de troquelado de la pieza elemental, corte, conformación y operaciones similares. El subsiguiente endurecimiento se efectúa calentando para ello el material hasta una temperatura superior a la temperatura de austenización en una atmósfera neutra y templando. Como anteriormente se ha visto, el uso de este material y de este procedimiento da por resultado un muelle que tiene una debilidad inherente, que conduce a un fallo prematura en uso.

El procedimiento del presente invento difiere del anterior procedimiento en que se parte de una materia prima en forma de un acero de contenido en carbono de bajo a medio, que tiene un contenido en carbono del 0,2 % al 0,4 %. Después de recortada la pieza elemental de la materia prima, de cortada y de conformada con la configuración básica del muelle, se calienta el muelle hasta una temperatura superior a la temperatura de austenización en una atmósfera que tiene un potencial de carbono del 0,60 % al 1,20 % de contenido en carbono, y se mantiene a esa temperatura hasta que se haya formado una capa de cementación rica en carbono, por difusión del carbono en el acero. La profundidad de la capa de cementación puede variarse, estando comprendidos los

límites deseados entre 0,254 mm y 1,016 mm, por cementación, y controlado por el tiempo durante el que se mantiene el material en el estado de cementación. A continuación se temple el material.

5

10

15

El uso del acero de contenido en carbono más bajo da por resultado un material que tiene una baja resistencia, una mayor ductilidad y un bajo coeficiente de endurecimiento por deformación. Como resultado de la cementación durante el calentamiento por encima de la temperatura de austenización, la superficie del muelle tendrá un contenido en carbono en el margen del 0,7 % al 1,0 % y una temperatura de transformación asociada en el margen que va desde 93°C hasta 260°C, mientras que el núcleo del muelle conservará el contenido en carbono del material de base, típicamente del 0,2 % al 0,4 %, con una temperatura de transformación asociada en el margen que va desde 316°C hasta 482°C.

20

A pesar de los gradientes de temperaturas que se establecen durante el temple, el gradiente del contenido en carbono en el material permitirá la transformación del núcleo en martensita antes de la transformación de la superficie del muelle, si se controlan convenientemente el medio de temple y su temperatura.

25

Como ejemplo, se utiliza un temple en aceite en un margen de temperaturas que van desde 121°C hasta

177°C, con el resultado de que el núcleo experimenta transformación y expansión en volumen asociado, mientras la superficie está todavía en el estado austenítico; lo cual permitirá una deformación de las capas de la superficie sin dañarlas, debido a que la austenita es sumamente dúctil y flexible. Por consiguiente, cuando se expande el núcleo al transformarse en martensita, la capa superficial no es dañada por esta expansión. A continuación, cuando la capa superficial se transforma en martensita, la misma tratará de expandirse venciendo la resistencia del, para entonces, muy duro y rígido núcleo martensítico. Puesto que está frenada por ese núcleo, se reducirán los elevados esfuerzos de compresión residuales dentro de la "cáscara" de la superficie, haciendo que sea virtualmente imposible la formación de grietas por temple o la rotura de la "cáscara" de la superficie.

La magnitud de estos esfuerzos de compresión residuales en la "cáscara" deberá corresponder idealmente a, aproximadamente, el 80% del límite de fluencia del material, pero tal esfuerzo no es extremadamente significativo, por cuanto ningún enlace de la cadena cristalina que constituye esta "cáscara" está expuesto a esfuerzos de tracción durante la transformación en martensita. Este método proporciona un

muelle con una superficie de gran integridad, que no tiene agrietamiento ni debilitamiento producidos inadvertidamente. El trabajado en frío subsiguiente de esta superficie por chorreado con perdigones o por otros métodos usuales puede mejorar la calidad de la superficie del muelle. No obstante, estas operaciones no son necesarias para disimular ni para contrarrestar los daños originados por las operaciones de tratamiento anteriores. Como resultado de este tratamiento por calor y de ser mejores de por sí los muelles producidos por este procedimiento, la vida de resistencia a la fatiga de los muelles es significativamente más larga que para los muelles producidos por los métodos usuales actualmente conocidos.

Después de haber sido cementado y templado el muelle, puede ser convenientemente revenido de la manera usual, calentándolo para ello hasta una temperatura comprendida en el margen de 204°C hasta 427°C durante un periodo de tiempo adecuado y enfriándolo después para aliviar las deformaciones originadas por el temple u otros esfuerzos no deseables, para producir la dureza requerida y para fijar la forma del muelle.

El tratamiento por calor del muelle conformado se efectúa en el margen que va desde 830°C hasta 1.100°C durante un periodo de tiempo que va desde 15 mi-

5 mutos hasta 4 horas. El medio de temple es un baño de
aceite a una temperatura comprendida en el margen de
121°C hasta 177°C. Como resultado, la vida de resis-
tencia a la fatiga del muelle tratado por el presente mé-
todo mejoraba aproximadamente del 100 % al 200 % sobre
la de los muelles de Belleville actualmente conocidos;
con esfuerzos de compresión residuales en la superfi-
cie en el margen que va desde -4.900 hasta -5.600 kg/
cm², frente a los esfuerzos de tracción residuales des-
de +1.400 hasta +2.800 kg/cm² para los muelles de Be-
lleville conformados del modo usual.

10 En los ejemplos siguientes se ilustran más
específicamente el procedimiento mejorado y el muelle
resultante:

15

EJEMPLO I

Muelles formados de un material de base de
acero SAE 1035 fueron cementados durante una hora a
927°C y en una atmósfera de un 0,70 % de potencial de
carbono en un horno de cementación y fueron templados
en aceite. El muelle resultante tenía un contenido de
carbono en la superficie de aproximadamente el 0,70 %
una profundidad de la capa de cementación de aproxima-
damente 0,381 mm y un contenido de carbono en el núcleo
de aproximadamente el 0,35 %. El tratamiento aumentó

25

la vida de resistencia a la fatiga característica
($B_{63.2}$) de los muelles en un margen del 127 % al
236 %, en comparación con la de los muelles conforma-
dos por el procedimiento normal descrito en lo que
5 antecede.

Los muelles conformados de un material de
base de acero SAE 1035 fueron cementados durante cua-
tro horas a 927°C y en una atmósfera de un potencial
de carbono del 0,70 % en un horno de cementación y
10 fueron templados en aceite; lo cual dió por resulta-
do un muelle con un contenido de carbono en la super-
ficie de aproximadamente el 0,7 %, una profundidad de
la capa de cementación de aproximadamente 1,016 mm y
un contenido de carbono en el núcleo de aproximadamen-
te el 0,35 %. El tratamiento aumentó la vida de resis-
tencia a la fatiga característica ($B_{63.2}$) del muelle,
15 en una magnitud comprendida en el margen del 94 % al
187 %, en comparación con la de los muelles formados
por el procedimiento normal.

20

EJEMPLO II

Muelles formados de un material de base de
acero SAE 1035 fueron cementados durante cuatro horas
a 927°C y en una atmósfera de un potencial de carbono
25 del 0,70 % en un horno de cementación, y fueron templa-

dos en aceite, lo cual dió por resultado un muelle con un contenido de carbono en la superficie de aproximadamente el 0,7 % de carbono, una profundidad de la capa de cementación de aproximadamente el 0,35 % . El tratamiento aumentó la vida de resistencia a la fatiga característica ($B_{63.2}$) del muelle en una magnitud comprendida en el margen del 94 % al 187 %, en comparación con la de los muelles formados por el procedimiento normal.

10

EJEMPLO III

Materiales análogos al material de base de acero para muelles SAE 1035, tal como un acero SAE 1020, fueron cementados en una operación en dos etapas en un horno de cementación a una temperatura de aproximadamente 927°C. La primera etapa se efectuó en una atmósfera con un potencial de carbono del 1,20 % durante aproximadamente 20 minutos y, en la segunda etapa, fue reducido el potencial de contenido en carbono a aproximadamente el 0,75 % durante 20 minutos adicionales. Después de templar en aceite aproximadamente a 121°C, el material tenía una profundidad de la capa de cementación de aproximadamente 0,508 mm con un contenido de carbono en la superficie de aproximadamente 0,75 % y un contenido de carbono en el núcleo igual al del material de base (por

ejemplo, del 0,20 al 0,27 % de carbono). El efecto de esta versión del tratamiento es el de una aceleración significativa del procedimiento.

5

EJEMPLO IV

Materiales análogos al material de base de acero para muelles SAE 1035, tal como el acero SAE 1020, fueron cementados en un horno en una operación de dos etapas aproximadamente a 982°C. La primera etapa tuvo lugar durante un intervalo de tiempo de 10 minutos en una atmósfera de un potencial de contenido en carbono del 1,20 %, y la segunda etapa tuvo lugar durante 10 minutos adicionales a un potencial de carbono del 0,70 %. Los resultados de este ensayo se adaptan sustancialmente a los del Ejemplo III.

10

15

20

De estos dos últimos ejemplos, para una operación de cementación en dos etapas, puede verse que cada aumento de aproximadamente 55,5°C en la temperatura de cementación da por resultado una reducción de aproximadamente el 50 % del tiempo de tratamiento requerido para la cementación. Esta relación es válida hasta aproximadamente 27,7°C por debajo de la temperatura de fusión del material tratado.

25

La dureza efectiva a la profundidad de la capa

de cementación deseada es de 50 Rockwell "C" a una profundidad de 0,508 mm a 0,635 mm, mientras que la dureza en la superficie del muelle está comprendida en el margen de 57 a 60 Rockwell "C". Cuando se le da un revenido al muelle después de templar, la dureza total disminuirá hasta aproximadamente 47 Rockwell "C". El esfuerzo de compresión residual medio en la superficie de los muelles mejorados es de -4.900 kg/cm^2 en comparación con un esfuerzo de tracción residual medio de $+1.400 \text{ kg/cm}^2$ para los muelles conformados del modo usual.

En la siguiente tabla se exponen los resultados detallados de los ensayos en relación con la vida de resistencia a la fatiga de muelles conformados del modo usual y de muelles tratados por el procedimiento del presente invento.

TABLA I

Ciclos de Vida x 10^3

Muelle Tipo	B ₁₀	B ₅₀	B _{63.2}
Promedio representativo de 5 grupos de muelles de producción normal (ensayados durante el período de 1967-1969)	31,5 (26,5 a 55,5)	49,6 (46,0 a 72,3)	55,1 (51,5 a 76,2)
Cementado (0,508 mm)	64,5	143,3	172,9
Cementado (a fondo)	87,7	136,0	148,0

Se llegó a las cifras indicadas en lo que antecede por el método de Weibull de análisis estadístico, y las mismas representan las vidas características de los muelles ensayados con una amplitud de carga constante. Estos resultados ilustran el aumento de la vida de resistencia a la fatiga de los muelles cementados, representando los encabezamientos B_{10} , B_{50} y $B_{63.2}$ puntos en la curva estadística. De éstas, las cifras correspondientes a $B_{63.2}$ son las más significativas en relación con la vida de resistencia a la fatiga de los muelles tratados por el procedimiento del presente invento.

A partir de estos ensayos, se ha comprobado que la vida de resistencia a la fatiga óptima se obtiene mediante el endurecimiento de capa superficial o cementación de los muelles de Belleville conformados hasta una profundidad comprendida en el margen de 0,254 mm a 0,635 mm, independientemente del grueso de la sección del muelle. Los muelles fabricados por el presente método tienen un grueso del material de aproximadamente 1,778 mm, con cementación hasta una profundidad de 1,016 mm si se proporciona una cementación a fondo. Los muelles normales tienen un grueso normal de aproximadamente 1,880 mm. Se ha comprobado, además, que una temperatura de cementación que se aproxime al

extremo alto del margen de temperaturas comprendido entre 816°C y 1.093°C hace que el procedimiento resulte más económico y el tiempo de cementación y la temperatura para la misma son inversamente proporcionales.

5

La presente solicitud, que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América, el 23 de Agosto de 1974, bajo el Nº 500.212, se acoge a los beneficios del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

10

15

REIVINDICACIONES

20

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 que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

25

25.9.75

- 21 -

1^a.- Un procedimiento de conformación de un muelle de Belleville mejorado, caracterizado por las operaciones de troquelar una pieza elemental con la forma del muelle a partir de un acero de bajo contenido en carbono, conformar el muelle a partir de la pieza elemental, calentar el muelle hasta una temperatura comprendida en el margen de 816°C a 1.093°C durante un intervalo de tiempo comprendido entre 15 minutos y cuatro horas en una atmósfera con un potencial de contenido en carbono del 0,60 % al 1,20 %, y templar luego el muelle tratado.

2^a.- Un procedimiento según la reivindicación 1^a, caracterizado porque el acero de bajo contenido en carbono tiene un contenido en carbono original no superior al 0,40 %.

3^a.- Un procedimiento según la reivindicación 1^a, caracterizado porque el muelle tratado por calor es templado en un baño de aceite a una temperatura comprendida en el margen de 121°C a 177°C.

4^a.- Un procedimiento según la reivindicación 1^a, caracterizado porque la cementación tiene lugar en dos etapas, teniendo la primera etapa una atmósfera con un potencial de contenido en carbono de aproximadamente el 1,20 % y teniendo la segunda etapa una atmósfera con un potencial de contenido en carbono de aproximadamente

el 0,75 %, teniendo las dos etapas intervalos de tiempo iguales y con una temperatura comprendida en el margen desde 816°C hasta aproximadamente 27,8°C por debajo del punto de fusión del material tratado, y porque el temple tiene lugar en un baño de aceite a una temperatura en el margen que va desde aproximadamente 121°C hasta 177°C.

5
10
15
5ª.- Un procedimiento según la reivindicación 4ª, caracterizado porque la cementación tiene lugar a una temperatura de aproximadamente 927°C, teniendo la primera etapa una atmósfera con un potencial de contenido en carbono del 1,20 % de carbono durante un intervalo de 20 minutos, y teniendo la segunda etapa una atmósfera con un potencial de contenido en carbono del 0,70% durante un intervalo de 20 minutos, y el temple tiene lugar en un baño de aceite a una temperatura de aproximadamente 121°C.

20
25
6ª.- Un procedimiento según la reivindicación 4ª, caracterizado porque la cementación tiene lugar a una temperatura de aproximadamente 982°C, teniendo la primera etapa una atmósfera con un potencial de contenido en carbono del 1,20 % durante un intervalo de tiempo de 10 minutos y teniendo la segunda etapa una atmósfera de un potencial de contenido en carbono del 0,75 % durante un intervalo de tiempo de 10 minutos, y

porque luego se temple en un baño de aceite a una temperatura de aproximadamente 121°C.

5 7ª.- Un procedimiento según la reivindicación
1ª, caracterizado porque el troquelado de la pieza elemental con la forma del muelle se efectúa a partir de un acero de bajo contenido en carbono de aproximadamente el 0,40 %, el calentamiento del muelle a realizar hasta una temperatura de aproximadamente 927°C durante un intervalo de tiempo de aproximadamente una hora en una atmósfera que tiene un potencial de contenido en carbono de aproximadamente el 0,70 %, y el temple subsiguiente del muelle tratado se lleva a cabo en un baño de aceite a una temperatura de aproximadamente 149°C.

10 8ª.- Un procedimiento de conformación de un
15 muelle de Belleville mejorado.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede y para los fines que se han especificado.

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

Madrid, 31.ENE.1977

P. A.

Alberto de Elizaburu
Por Poder,

