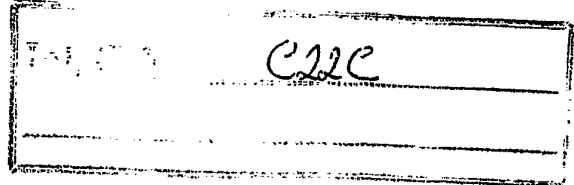


PATENTE DE INVENCION



=====  
Case No. 3370.

420974



## *Memoria Descriptiva*

*sobre:*

PROCEDIMIENTO PARA ACONDICIONAR ACERO INOXIDABLE 18-8 PARA SU  
ULTERIOR DEFORMACION EN FRIO.

=====

*Solicitante:* BRUNSWICK CORPORATION, entidad norteamericana, residente  
en One Brunswick Plaza, Skokis, Illinois 60076, EE.UU.  
de A.

=====

Esta invención se relaciona con el campo del  
acero inoxidable de elevada resistencia y en particular  
con el campo de la fabricación de acero inoxidable de  
elevada resistencia del tipo 18-8, por medios más econó-  
micos.

5.



La variedad 18-8 de acero inoxidable ha constituido durante muchos años el material principal utilizado cuando la corrosión constituía un problema, debido a que este material ha resultado ser el mejor de todos los aceros inoxidables

5. cuando se consideraron también como parámetros otras cualidades, tales como conformabilidad, resistencia, ductilidad, dureza, etc. Uno de los factores principales que ha limitado el empleo de acero inoxidable 18-8 consiste en que para obtener elevados niveles de resistencia, tales como superiores a
10. 24.500 kg/cm<sup>2</sup>, o elevados niveles de dureza, tal como una dureza Rockwell superior a C-55, el material debe someterse a una reducción en frío superior al 90 %. En la Patente USA de Letters No. 3.698.963, se describe un acero inoxidable 18-8 de elevada resistencia a la tracción así como un método para
15. conseguir dicha resistencia.

- Debido a factores de trabajo, limitaciones de tamaño, geometría, etc., en un gran sector de la industria ha sido imposible trabajar en frío el acero inoxidable 18-8 en un grado superior al 75 %, excepto en los diámetros finos de
20. alambres y en los espesores delgados de láminas. Esta incapacidad ha provocado un vacío indicando la necesidad de un material que hasta el presente no existe. Se han realizado intentos para fabricar nuevos aceros que sean capaces de conseguir estos niveles de resistencia deseados, pero la mayor parte de ellos no proporcionan una resistencia a la corrosión su-
25. ficiente. Para satisfacer esta necesidad, se han propuesto otras aleaciones que poseen la elevada resistencia a la corrosión pero que carecen sin embargo de suficiente resistencia. Ultimamente, se han propuesto ciertos materiales para
30. satisfacer tanto los requerimientos de resistencia como los



de corrosión, pero el costo es demasiado prohibitivo para su uso y aplicación en general.

5. En la Patente USA No. 2.795.591 de Angel, et al., se describe un método para procesar acero inoxidable 18-8 utilizando un trabajo en frío inferior al 75 %; desafortunadamente, el nivel de resistencia más elevado conseguido es solamente de 19.600 kg/cm<sup>2</sup>; por lo que este método no satisface la necesidad de una elevada resistencia. La solución más conveniente para conseguir una elevada resistencia a la tracción y una elevada dureza en un acero inoxidable 18-8, reteniendo todavía su resistencia a la corrosión, consistiría en desarrollar un proceso mediante el cual el material se sometiera a un bajo nivel de trabajo en frío y poder conseguir todavía estas elevadas resistencias debido a las propiedades inherentes de procesado.
- 10.
- 15.

20. Por lo tanto, esta invención contempla un método para proporcionar un acero inoxidable 18-8 condicionado, que puede ser procesado por un trabajo en frío inferior al 75 % y conseguir aún resistencias a la tracción superiores a 24.500 kg/cm<sup>2</sup>.

25. Por consiguiente, constituye un objeto de esta invención proporcionar un procedimiento para el tratamiento de acero inoxidable 18-8, mediante el cual, y con un trabajo en frío inferior al 75 %, el material puede exhibir todavía una resistencia a la tracción superior a 24.500 kg/cm<sup>2</sup>.

30. Constituye otro objeto de esta invención, proporcionar un procedimiento para el acondicionamiento de dicho acero inoxidable, mediante el cual el fabricante puede procesar adicionalmente dicho material acondicionado para proporcionar productos finales tales como muelles, alambres para muelles, alam-



bres, pasadores, estampillados, etc., que poseen una elevada resistencia a la tracción y una buena resistencia a la corrosión.

5. Otro objeto de esta invención consiste en proporcionar un procedimiento para tratar acero inoxidable 18-8, mediante el cual puede emplearse una cantidad inferior de energía de deformación para conseguir un nivel equivalente de resistencia resultante en una vida más larga de la herramienta y en una superior flexibilidad en el conformado.
10. Otro objeto de esta invención consiste en proporcionar un procedimiento para el acondicionamiento de acero inoxidable 18-8, mediante el cual se altera su estado metaestable lo que se traduce en una formación martensítica acelerada durante el ulterior trabajado en frío.
15. Los anteriores y otros objetos y enseñanzas de esta invención, podrán comprenderse más fácilmente con referencia a la siguiente descripción detallada.
20. En una versión preferida de la invención, se acondiciona un acero inoxidable 18-8 que posee cualquier configuración de sección transversal deseada, para exhibir menos del 15 % de martensita, de modo que pueda ser deformado en frío en una cantidad inferior al 75 %, consiguiéndose todavía una resistencia a la tracción superior a 24.500 kg/cm<sup>2</sup>.
25. La operación y/u operaciones de deformación pueden ser llevadas a cabo mediante estirado, estampación, laminación, prensado, extrusión, aplastado, etc., o cualquier combinación deseada de las mismas.
30. Tal y como se define para utilizarse en esta invención, el acero inoxidable tipo 302 (acero inoxidable 18-8) tiene el siguiente análisis químico aproximado en peso:



	<u>Elemento</u>	<u>%</u>
	Carbono .....	0,01-0,15
	Cromo .....	17-19
	Cobre .....	0-0,5
5.	Manganeso .....	0-2
	Molibdeno .....	0-0,9
	Niquel .....	7-10
	Fósforo .....	0-0,04
	Silicio .....	0-1,5
10.	Azufre .....	0-0,03
	Hierro .....	Resto

el cual es practicamente el mismo que el de la especificación AMS de los Estados Unidos. Todos los elementos constituyentes, excepto el carbono, que están presentes en cantidades inferiores a 1 %, son considerados y caracterizados como elementos menores para los fines de esta invención. En adición, el porcentaje de estado deformado en frío, el porcentaje de estado trabajado en frío, etc., son todos ellos iguales al porcentaje de reducción en área en sección transversal del material efectuada a temperatura ambiente. En otras palabras, un estado de trabajado en frío del 60 % es igual a una reducción del 60 % en área de sección transversal del material a temperatura ambiente, lo cual no es dependiente de cualquier tipo particular de operación de deformación.

15.

20.

25. De forma amplia, la invención contempla una nueva operación de procesado para el tratamiento de acero inoxidable 18-8, en donde la primera etapa requiere un recocido del material empleando una gama de temperaturas de 815,5 a 1.148,8°C y más preferiblemente de 968,3 a 1.079,4°C. La segunda etapa

30. consiste en acondicionar el material mediante deformación en



- caliente, tal como mediante destilado de alambre, laminación, etc. La deformación en caliente debe tener lugar a una temperatura de 83 a 278°C superior a la temperatura  $M_{d30}$  y preferiblemente de 112 a 223°C (tal y como se explicará más adelante). Mediante una deformación en caliente del material en como mínimo un 50 %, preferiblemente en un 70-85 %, menos del 15 % de la fase austenita se transforma a martensita. La deformación en caliente deforma elevadamente la austenita, acondicionándola para una transformación muy rápida a martensita cuando se deforma en frío. La deformación en frío se ejecuta a temperatura ambiente, del orden de 10 a 37,6°C. Esta operación de acondicionamiento proporciona al material una capacidad inherente para conseguir elevadas resistencias a la tracción con una baja cantidad de trabajo en frío.
5. Para una composición química determinada de acero inoxidable 18-8 que haya sido recocido, se requiere por lo menos un 85 % de deformación en frío a temperatura ambiente para obtener un nivel de resistencia de aproximadamente 22.750 kg/cm<sup>2</sup>. Aún, para la misma composición química de un acero inoxidable 18-8 que haya sido recocido y acondicionado, tal y como se contempla mediante esta invención, solamente se requiere una deformación en frío del 60 % a temperatura ambiente, para conseguir el mismo nivel de resistencia. Por ejemplo, en la tecnología de estirado de alambre en general, un trabajado o reducción del 60 % en área, requiere cuatro pasos por la estampa Brown y Sharpe mientras que un trabajado o reducción en área del 85 % requiere ocho pasos por la estampa Brown y Sharpe. La reducción del 85 % necesita mayor tiempo de maquinaria provocando un incremento en los costos de trabajo y herramienta, en comparación con el nivel de reducción del 60 %. De
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



este modo, es evidente que se necesita mucho menos energía para incrementar la resistencia del material y que, por lo tanto, pueden conseguirse fácilmente ahorros económicos.

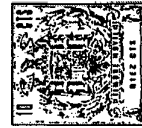
5. Una vez que el acero inoxidable 18-8 ha sido tratado termo-mecanicamente, recociendo primeramente el material y deformándolo en caliente a continuación, como ya se ha explicado, el material puede enviarse a un fabricante el cual puede someter entonces el material a una deformación en frío para fabricar el producto final. La resistencia de este producto final puede ser ahora de 4.200 a 7.000 kg/cm<sup>2</sup> aproximadamente superior a la del material sin acondicionar, sin que por ello se produzca un incremento en los costos de fabricación.

10. Anteriormente, cuando un producto necesitaba un nivel de resistencia de por lo menos 26.250 kg/cm<sup>2</sup>, pudiéndose trabajar en frío solamente en un 75 % debido al tipo de herramienta disponible, era inaceptable un producto resultante con una resistencia de 21.000 kg/cm<sup>2</sup>. Sin embargo, mediante el anterior proceso de acondicionamiento, puede conseguirse un producto con una resistencia mínima de 26.250 kg/cm<sup>2</sup> con solamente un 75 % de trabajo en frío. De este modo, mediante este procesado se han satisfecho dos necesidades distintas; la capacidad para conseguir una elevada resistencia a la tracción en campos en donde la cantidad de trabajo en frío está limitada debido a la herramienta y, en segundo lugar, la capacidad para conseguir una elevada resistencia a la tracción en un material de buena resistencia a la corrosión en donde no existen limitaciones particulares en la cantidad de deformación en frío impartida al material.

15. Como anteriormente se ha mencionado, la etapa de



- acondicionamiento requiere la deformación o trabajado del material a una temperatura de 83 a 278°C superior a la temperatura  $M_{d30}$ . T. Angel, en su artículo titulado "Formation of Martensite in Austenitic Stainless Steel", Journal of the Iron and Steel Institute, Volúmen 177 (1954), desarrolla una ecuación que permite predecir las características metaestables (o estabilidad) mediante la composición química de aceros inoxidable 18-8. Mediante ensayos de tracción, Angel define la temperatura en la cual un trabajo de deformación del 26 %, que equivale a una deformación de 0,3, producirá un 50 % de martensita en una composición química particular de material. Puesto que un ensayo de tracción no refleja verdaderamente la deformación por trabajado mecánico tal como anteriormente se ha definido, la fórmula para la temperatura  $M_{d30}$  fué modificada por datos empíricos obtenidos a partir de las condiciones reales del trabajado, siendo la nueva fórmula para la temperatura  $M_{d30}$ :
- $$\text{temp. } M_{d30} = 500 - 462(C+N) - 2(Si+Mn) - 12Cr - 36Ni - 6Mo$$
- en donde C, N, Si, Mn, Cr, Ni y Mo son los porcentajes en peso de carbono, nitrógeno, silicio, manganeso, cromo, níquel y molibdeno y en donde la temperatura se expresa en °C. Esta fórmula modificada ha resultado ser muy exacta para el estirado de alambres y en esta invención se abarca las modificaciones o ajustes menores a dicha fórmula, para otros tipos de operaciones de deformación, tales como laminación, extrusión, etc. Calculando la temperatura  $M_{d30}$  específica para una composición particular de acero inoxidable 18-8, la temperatura en la cual tiene lugar la operación de acondicionamiento de la deformación en caliente se encuentra entre 83 y 278°C por encima de la temperatura  $M_{d30}$  calculada. Pueden exponerse muchas teorías



e hipótesis al objeto de justificar el por que de estas gamas particulares de trabajo. Sin embargo, se ha encontrado que las mismas, y según se contempla en esta invención, son las gamas de temperaturas de trabajo apropiadas; la temperatura exacta constituye una materia de elección, en función del tipo de instalación de trabajo mecánico, de la resistencia deseada del producto final, etc.

5.

A continuación se proporcionan ejemplos específicos efectuados según esta invención, los cuales no han de ser considerados como limitativos del alcance contemplado por esta invención.

10.

EJEMPLO 1

Un tipo de alambre de acero inoxidable 302 que posee un análisis químico aproximado en peso de:

15.

<u>Elemento</u>	<u>%</u>
Carbono .....	0,10
Manganeso .....	1,06
Silicio .....	1,18
Cromo .....	17,75
Niquel .....	8,27
Molibdeno .....	0,74
Nitrógeno .....	0,053
Hierro .....	Resto

20.

fué recocido en solución a una temperatura de aproximadamente 1065,5°C. Empleando la fórmula anterior, se calculó la temperatura  $M_{d30}$ , la cual era de -41,6 ó -42,7°C. El alambre fué calentado entonces a una temperatura de 100°C, la cual era de 142,7°C por encima de la temperatura  $M_{d30}$  y se deformó en caliente mediante estirado en caliente del alambre hasta una reducción del 75 % de su tamaño original. Mediante métodos

25.

30.



5. magnéticos normalizados, se encontró que el material tenía 4,9 % de martensita. El material fué trabajado entonces en frío a temperatura ambiente a un nivel del 60 %, en donde exhibía una resistencia a la tracción de aproximadamente 24.430 kg/cm<sup>2</sup>. El material fué trabajado en frío adicionalmente hasta un nivel del 90 %, en donde exhibía una resistencia a la tracción de 30.800 kg/cm<sup>2</sup>. Los estados intermedios de niveles de trabajo en frío y resistencias a la tracción se muestran en la siguiente Tabla I.

10. EJEMPLO 2

El mismo material de alambre que en el ejemplo 1, fué recocido en solución a una temperatura de 1.065,5°C, tras lo cual se trabajó en frío a temperatura ambiente mediante estirado del alambre. Este material exhibía una resistencia a la tracción de 17.640 kg/cm<sup>2</sup> para un nivel de trabajo en frío del 60 %. El material fué estirado adicionalmente hasta un nivel de trabajo en frío del 90 %, en donde exhibió una resistencia a la tracción de 24.780 kg/cm<sup>2</sup>. En la Tabla 1 se reflejan los niveles intermedios de trabajo en frío así como las resistencias a la tracción para estos niveles de trabajo en frío.

20. EJEMPLO 3

El material de alambre del ejemplo 1, fué recocido a una temperatura de aproximadamente 982,2°C. El alambre fué entonces calentado a una temperatura de 100°C, la cual era de 142,7°C superior a la temperatura M<sub>d30</sub> del ejemplo 1, y se deformó mediante estirado en caliente del alambre hasta una reducción del 75 % de su tamaño original. Mediante métodos magnéticos normalizados, se encontró que el material contenía 7,4 % de martensita. El material fué entonces trabajado en

25.

30.



frío a temperatura ambiente, hasta un nivel de 70 % aproximadamente, en donde exhibió una resistencia a la tracción de aproximadamente 22.540 kg/cm<sup>2</sup>. El material fué trabajado en frío adicionalmente hasta un nivel del 90 %, en donde exhibió una resistencia a la tracción de aproximadamente 29.400 kg/cm<sup>2</sup>.

5.

En la Tabla 1 se muestran los estados intermedios de niveles de trabajo en frío y resistencias a la tracción.

EJEMPLO 4

El mismo material que en el ejemplo 1, se recoció a una temperatura de aproximadamente 982,2°C y a continuación se trabajó en frío mediante estirado a temperatura ambiente. Este material exhibió una resistencia a la tracción de aproximadamente 18.480 kg/cm<sup>2</sup> para un nivel de trabajo en frío del 60 %.

10.

El material se estiró adicionalmente hasta un nivel de trabajo en frío del 90 %, exhibiendo entonces una resistencia a la tracción de aproximadamente 26.740 kg/cm<sup>2</sup>. En la Tabla 1 se reflejan los niveles de trabajo en frío intermedios y las resistencias a la tracción para dichos niveles.

15.

EJEMPLO 5

Un tipo de alambre de acero inoxidable 302, que tenía un análisis químico aproximado en peso de:

20.

<u>Elemento</u>	<u>%</u>
Carbono .....	0,097
25. Manganeso .....	1,12
Silicio .....	1,24
Cromo .....	17,22
Niquel .....	8,11
Molibdeno .....	0,75
30. Nitrógeno .....	0,041
Hierro .....	Resto



- fué recocido en solución a una temperatura de aproximadamente 1.065,5°C. Empleando la fórmula anterior, se calculó la temperatura  $M_{d30}$ , la cual era de -30,5°C ó -22,7°C. El alambre fué entonces calentado a una temperatura de 148,8°C, la cual era
5. de 171,65°C aproximadamente superior a la temperatura  $M_{d30}$  y se deformó en caliente mediante estirado en caliente hasta una reducción del 75 % de su tamaño original. Mediante métodos magnéticos convencionales, el material resultó tener 1,6 % de martensita. El material fué trabajado en frío a continuación,
10. a temperatura ambiente, hasta un nivel del 70 %, en donde exhibió una resistencia a la tracción de 23.870 kg/cm<sup>2</sup>. El material fué trabajado en frío adicionalmente hasta un nivel del 90 %, en donde exhibió una resistencia a la tracción de aproximadamente 30.030 kg/cm<sup>2</sup>. En la Tabla 1 se muestran los estados intermedios de niveles de trabajo en frío y resistencias
15. a la tracción.

#### EJEMPLO 6

- El mismo material que el del ejemplo 5, fué recocido en solución a una temperatura aproximada de 1.065,5°C y a continuación se trabajó en frío a temperatura ambiente mediante
20. estirado. Este material exhibió una resistencia a la tracción de 18.060 kg/cm<sup>2</sup> a un nivel de trabajo en frío del 60 %.
- El material fué estirado adicionalmente hasta un nivel de trabajo en frío del 90 %, en donde exhibió una resistencia a
25. la tracción de 25.900 kg/cm<sup>2</sup>. En la Tabla 1, se reflejan los niveles intermedios de trabajo en frío así como las resistencias a la tracción para estos niveles.



T A B L A 1

Resistencia a la tracción,  $\text{kg/cm}^2 \times 10^3$

% de trabajo en frío	EJ. 1			EJ. 2			EJ. 3			EJ. 4			EJ. 5			EJ. 6		
	acondi- ciona- do*	sin acon- dicio- nar**	MEJO- RA	acondi- ciona- do*	sin acon- dicio- nar**	MEJO- RA	acondi- ciona- do*	sin acon- dicio- nar**	MEJO- RA	acondi- ciona- do*	sin acon- dicio- nar**	MEJO- RA	acondi- ciona- do*	sin acon- dicio- nar**	MEJO- RA	acondi- ciona- do*	sin acon- dicio- nar**	MEJO- RA
37	20,93	14,86	7,07	21,49	14,56	6,93	20,30	14,84	5,46									
60	24,43	17,64	6,79	23,24	18,48	4,76	23,87	18,06	5,81									
75	28,70	20,86	7,84	25,97	20,86	5,11	25,27	20,23	5,04									
84	29,40	23,31	6,09	29,19	23,52	5,67	28,84	23,45	5,39									
90	31,08	24,78	6,30	29,40	26,74	2,66	29,40	25,90	3,50									
93,8	31,85	27,86	3,99		26,6		30,03	26,46	3,57									

\* Material acondicionado

\*\* Material sin acondicionar

- A partir de la Tabla 1, puede observarse fácilmente que el material acondicionado, contemplado por esta invención, posee unos niveles de resistencia a la tracción mucho más elevados que los del material sin acondicionar, para cada correspondiente nivel de trabajo en frío. La diferencia en niveles de resistencia para los niveles intermedios de trabajo en frío de 37 %, 60 %, 75 % y 84 % para los ejemplos 1 y 2, indican una diferencia de aproximadamente  $7.000 \text{ kg/cm}^2$  en la resistencia a la tracción, lo cual puede ser considerado por un experto en la materia como una mejora muy significativa. Igualmente, las resistencias del material acondicionado a un nivel de trabajo en frío del 60 %, son ligeramente superiores a la resistencia a la tracción para los materiales sin acondicionar a un nivel de trabajo en frío del 84 %.



De este modo, esta diferencia en niveles de trabajo en frío con aproximadamente la misma resistencia a la tracción indica que la invención proporciona ahorros considerables en la cantidad de energía de trabajo en frío necesaria para conseguir la misma resistencia a la tracción y, por lo tanto, proporciona una mejora económica significativa en las anteriores formas de procesado. Las mediciones de ductilidad efectuadas determinando la producción de área de una probeta de tracción fracturada, no son degradadas por el proceso de acondicionamiento.

El bajo nivel, inferior al 15 %, de martensita desarrollada durante la etapa de recocido y la etapa de acondicionamiento, constituye una indicación de que el procesado se llevó a cabo de forma adecuada, ya que de otro modo el contenido en martensita sería mucho más elevado.

Esto puede determinarse fácilmente mediante técnicas de medición magnéticas ya conocidas. Se ha encontrado que la composición química de diferentes tipos de acero inoxidable 18-8, puede alterarse para elevar o rebajar la resistencia a la tracción del material. Sin embargo, se ha encontrado que como norma general el proceso de acondicionamiento de esta invención proporciona un material que tendrá por lo menos una resistencia de  $3.500 \text{ kg/cm}^2$  más elevada que la resistencia del material sin acondicionar, con la misma composición química. Por lo tanto, el material acondicionado puede utilizarse fácilmente en la fabricación de alambres, muelles, pasadores, etc., para proporcionar un material superior.

NOTA

Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarse en la práctica, debe hacerse



constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que el invento corresponde a una solicitud de patente presentada en Norteamérica con el nº 310.222 de 29 de noviembre de 1.972, accigiéndose por lo tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España, sobre: PROCEDIMIENTO PARA ACONDICIONAR ACERO INOXIDABLE 18-8 PARA SU ULTERIOR DEFORMACION EN FRIO; caracterizándose por lo siguiente:

5.

10.

1.- Procedimiento para acondicionar acero inoxidable 18-8 para su ulterior deformación en frío, caracterizado porque comprende las etapas de:

15.

(a) recocer el material a una temperatura del orden de 816 a 1.149°C; y

(b) deformar mecánicamente el material en no más del 85 % aproximadamente, a una temperatura de 83°C a 278°C por encima de la temperatura  $M_{d30}$ , con lo cual

20.

(c) disminuye la estabilidad a temperatura ambiente de la austenita, formándose martensita a una velocidad rápida tras el trabajado en frío.

25.

2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la gama de trabajo por encima de la temperatura  $M_{d30}$  es de 112°C a 223°C.

30.

3.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque tras el deformado mecánico de la etapa (b), el material se deforma en frío a temperatura ambiente, en al menos un 60 %, para producir una resistencia a la tracción de por lo menos 22.750 kg/cm<sup>2</sup>.

*h*  
/



4.- Procedimiento para acondicionar acero inoxidable 18-8 para su ulterior deformación en frío, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria.

Esta Memoria consta de 16 hojas escritas a máquina por una sola cara.

5.

Madrid, - 2 FEB. 1974

BRUNSWICK CORPORATION.

W. BRUNSWICK & CO. INC.  
P. p. Firmado: L. Gastó Fernández

*12*