



31 JUL 1929

119145

C/L.

MEMORIA DESCRIPTIVA

para una patente de invención por veinte años, por " Perfeccionamientos en la soldadura de las piezas de acero " a favor de Don Clarence Léon DELACHAUX, residente en Gennevilliers (Seine) Francia 151, Rue des Caboeufs.-

=====

5

Conocese el desgaste considerable e irregular de los carriles y de las piezas o aparatos de vía de carriles reunidos, igualmente que de los elementos de carriles moldeados en un bloque único, cuando el índice de dureza Brinell de su metal, es inferior a 235 (80k.), y sobre todo, cuando estos carriles y piezas no están soldados.

10

Este desgaste, que proviene principalmente del aplastamiento de los remaches por choques repetidos y también por el patinado de las ruedas, depende estrechamente, de la dureza y del límite elástico del metal. Tiene la misma por consecuencia enojosa, en que al paso de los trenes, produce vibraciones, mediante las cuales, la vía y los elementos de vía, son rápidamente dislocados y colocados



31 JUL 1929

119145

- 2. -

fuera de servicio: resintiéndose el precio de coste, la duración y la seguridad.

15

Se ha llegado, pues, poco a poco, a la adopción de aceros cada vez más duros, pero no frágiles, solamente capaces de resistir al aumento de velocidad, del peso de los ejes y del tráfico, y a la adopción de la soldadura de los carriles y de los aparatos o elementos de vía.

20

Se ha recurrido, en estos últimos años, para el metal que constituye los carriles y los elementos de vía, a los aceros especiales tratados o no termicamente, de muy alto límite elástico y una fabricación cuidadosa. Estos aceros duros, o especiales, son de diversas fórmulas: al carbono, al silicio, al tungsteno, al molibdeno, al manganeso, al cromo, al níquel, al vanadio, al titanio, al cobre o a una combinación de estos diversos elementos; se ha recurrido incluso, a los aceros al carbono moldeados o laminados, cementados o templados en la superficie de rodamiento, de tal manera que se sobrepase el índice de dureza Brinell 220 (75kg).

25

30

Es relativamente cómodo, el soldar sin accidente y por un procedimiento cualquiera (al caldero, por aluminotermia, al arco eléctrico o por resistencia) un acero ordinario al carbono simple no tratado y sin segregación (acumulación de elementos que constituyen solidificaciones, frágiles o no metálicas, que se producen en el enfriamiento del metal colado, en la última parte de la masa solidificada, por ejemplo en el eje del lingote), de dureza inferior al índice Brinell de 220 (75kg) y de límite elástico inferior a 35 kgs, y esto porque este acero es recocido por la soldadura, lo que disminuye su dureza y permite una buena unión entre este

35

40

acero y el metal de la soldadura, que es generalmente del acero dulce o medio-dulce, cuyo índice de dureza Brinell es inferior o igual a 175 (60kg.) y cuya composición es próxima de la siguiente:



JUL 1929

119145

- 3. -

- carbono:	menos de	0,200 %
- manganeso:	- -	2 %
- silicio:	- -	1 %
- fósforo:	hasta	0,075 %
- azufre:	hasta	0,075 %

45 Por el contrario es más difícil el soldar sin agrietados ni ampollas (formación de aberturas por el calor) un acero al carbono simple, de fabricación ordinaria, obtenido por los procedimientos Thomas o Martin, tratado (templado superficialmente) o no, cuando la dureza sobrepasa el índice Brinell 220 (75k.), y sobre todo un acero especial complejo (de los designados anteriormente) cuando toma para la soldadura un auto-templado al aire superior a 8 kgs. (aumento de la dureza).

50 La razón es, de que estos aceros especiales, con o sin carburos dobles, además de que los mismos presentan durezas superiores al índice Brinell 235 (80k), y límites elásticos verdaderos, superiores a 50k. que poseen puntos de transformación molecular para el calentamiento que se encuentran a más o menos baja temperatura y cuyo descenso al enfriamiento es función de la velocidad de este enfriamiento; el enfriamiento después de la soldadura (enfriamiento cuya velocidad es variable por el procedimiento de soldadura) hace nacer en estos aceros un auto-templado generalmente superior a 8 kgs. que puede sobrepasar 100k, en ciertos casos, auto-templado que se opone a una buena unión con el metal de soldadura, cuando éste último no es convenientemente escogido.

55 La presente invención tiene por objeto, un metal de soldadura y procedimientos de soldadura que permiten el obtener en buenas condiciones la soldadura de las piezas de acero, particularmente de los carriles y más especialmente de los de aceros especiales.

60 Mediante esta invención se propone el obtener para todo el largo de la vía, una duración regular, sin solución de continuidad, incluso al pasar por la juntura, es decir, la soldadura: para ello es necesario el emplear para la soldadura, un metal de compo-



JUL 1929

119145

- 4. -

75 sición especial, en un estado de elaboración y de calor convenientes, que varían con las cualidades del metal a soldar.

80 La composición de este metal especial de soldadura debe depender de la composición del metal de las piezas a soldar y de su difusión (fusión del metal al contacto del metal de aportación y migración de sus elementos): se hace variar su composición y su auto-templado de manera que no se agote el metal de las piezas a soldar en elementos de solidificación, para obtener una perfecta continuidad en las durezas, en las características mecánicas de traccionamiento (resistencia, límite elástica), así como en las características de doblamiento por choques repetidos, y una estructura molecular conveniente que permita el martilleo en frío en la zona de la pieza a soldar, fundida o alterada por la soldadura.

85 El tratamiento térmico de la soldadura, inútil para las piezas de aceros de durezas hasta 75k. no auto-templados, puede llegar a ser necesario para las piezas de acero de más grande dureza, con objeto de impedir una excesiva grande reducción del coeficiente de alargamiento y de resistencia al doblamiento y a la flexión perpendicularmente al plano de la juntura.

90 Los aceros especiales de soldadura, según la invención, serán de composiciones diversas, más o menos sensibles al templado por agua, al aceite, al aire, al aire emulsionado de agua o de vapor, y al templado que se produce en el momento de la expulsión de la soldadura y que es variable según las condiciones en las cuales se verifica este vaciado. El inventor ha adoptado en particular, los aceros comprendidos en la composición siguiente:

- | | | |
|-----|--------------|--------------------|
| 100 | - carbono: | más allá de 0,05 % |
| | - manganeso: | de 0, 2 a 2 % |
| | - silicio: | hasta 2,3 % |
| | - fósforo: | hasta 0,075 % |
| | - azufre: | hasta 0,05 % |

(estos cinco constituyentes, son constituyentes habituales de los aceros dulces ordinarios empleados hasta el día para este género de soldadura).



10145

- 5. -

110

- Niquel : hasta 5 %; la adición de niquel tiene por efecto el dar al metal el "nervio" y la tenacidad necesarias a las flexiones.

115

- Cromo : hasta 2 % - la adición de cromo tiene por efecto el acentuar la dureza Brinell y el facilitar la penetración del templado al corazón, aumentando completamente la fragilidad que es combatida por la presencia del niquel.

120

- Molibdeno : hasta 1 % - la adición de molibdeno, tiene por efecto el acentuar la dureza, el limitar la fragilidad del grano de acero sobrecalentado o calcinado y el permitir la obtención de una textura metalográfica conveniente para resistir a los choques repetidos.

125

- Tungsteno : hasta 1,5 % - la adición de tungsteno tiene por efecto el acentuar la dureza.

Gracias a la presencia de estos constituyentes , se puede aumentar considerablemente, la cantidad de carbono, por ejemplo hasta 0,7 %, lo que tiene por efecto el producir un acero muy auto-templado, muy duro y muy resistente al desgaste, sin fragilidad excesiva a los doblamientos repetidos.

130

Se puede todavía añadir, hasta 0,5 % de titanio, vanadio, boro, que tienen por efecto el desoxidar y el separar completamente los óxidos residuales o coloidales así como los gases disueltos, sin aumentar la fragilidad del metal.

Por último, se podrá igualmente añadir, hasta 0,5 % de cobre que ejerce en parte un papel, análogo al niquel y que aumenta la resistencia a la corrosión por los agentes atmosféricos.

135

En algunos casos, por ejemplo, en el de la soldadura aluminotérmica, el metal de soldadura podrá encontrarse que contiene hasta un 1 % de aluminio.

La obtención de estos metales de soldadura se verifica,



JUL. 1929.

119145

- 6. -

140 según los casos, a partir de ferro-aleaciones, de óxidos, de metal sólido, de chatarra, virutas o limaduras de igual composición que el acero que se desea obtener, o de composición cualquiera que se conduzca en el curso de la elaboración de este metal a la composición deseada.

El metal de aportación, así obtenido, posee una dureza de 50 a 160 kgs. índice de dureza Brinell 145 a 460.

145 Empleando un metal de aportación, de composición convenientemente elegida, con relación al metal a soldar y con relación a los otros datos indicados anteriormente, se obtiene en la unión de las zonas de transición, donde el metal de aportación se mezcla estrechamente con el metal a soldar mediante migración dispuesta de los elementos auto-templantes o simplemente solidificantes, lo

150 que produce en estas zonas de transición, una estructura molecular satisfactoria.

La obtención del metal especial de soldadura, puede verificarse preferentemente por vía aluminotérmica o por crisol eléctrico a media o alta frecuencia a partir de 500 periodos; su temperatura puede variar de 1700 a 2500° C, según los espesores de

155 los perfiles a soldar, la masa de metal de aportación y el previo calentado del molde, debiendo estar el metal bastante caliente para soldar y no para pegar simplemente a las piezas a soldar, pero

160 no excesivamente caliente que calcine profundamente las piezas a soldar. Se regulariza su temperatura y su velocidad de colado y por consecuencia el caudal de calorías por segundo que es aportado al molde, haciendo variar la proporción de materias metálicas frías en la composición de la carga.

165 El metal especial de soldadura, puede igualmente ser obtenido en el convertidor, en el horno Martin, en el horno de crisol calentado al cok o al gas, en el horno eléctrico de arcos, en el horno eléctrico de inducción a baja frecuencia (por debajo de 500 periodos) o por cualquier otro modo de fusión habitualmente

170 empleado en la fundición del acero. Su temperatura en este caso,



JUL 1929

110145

- 7. -

175

puede variar de 1500 a 1800° centígrados y la cantidad de metal líquido necesario es mucho más elevada que en el caso precedente; sirve la misma para lavar los perfiles de las piezas a soldar para conducirlos a la temperatura necesaria a la soldadura antes de interrumpir la circulación en el molde y de llenar completamente éste.

180

Por último, la obtención del dicho metal especial, puede verificarse por un procedimiento mixto, que consiste en conducir metal líquido fundido de una manera cualquiera, hasta una cierta altura en el molde y en terminar el llenado por electrodos de metal en cantidad apropiada, o incluso en tratar simplemente el metal de aportación por electrodos de grafito.

185

En todos los casos indicados anteriormente, se puede colar directamente del horno, con o sin la intermediación de un caldero de colada o de un crisol de decantación.

190

Los dispositivos usuales (mazalotaje, enfriamiento, etc.) utilizados en la fundición del acero, son empleados e intensificados, para evitar cualquier defecto de moldeo, tales como desoldaduras, hoyos en la colada, grietas, etc. y permitir la obtención de un metal completamente sano, completamente separado de la escoria o corindón que debe permanecer por encima del mazalote.

195

Pero el soldado (verdadera soldadura y no simple pegado, resistente más o menos al doblamiento), no puede ser obtenido más que cuando el metal posee una perfecta fluidez, que obtendrá el mismo de su sobrecalentación o del calor latente de reacciones no terminadas y los resultados son tanto mejores cuanto se aproximan

200

(como en el caso de la aluminotermia y del horno eléctrico a alta frecuencia) al estado naciente del acero que acaba de ser obtenido completamente o en parte mediante reacción a partir del óxido de hierro o de la fundición; no obstante, será ventajoso el dejar que se realice, con anterioridad a la colada, una buena decantación de los cuerpos no metálicos (o inclusiones) y una aleación perfecta



31 JUL 1929

110145

- 8. -

de los cuerpos digeridos, o asociados, tales como el cromo o el tungsteno.

205

El tratamiento térmico apropiado a la soldadura y que desarrolla sus cualidades, debe ser, cuando sea necesario, bastante ligero para adaptarse a las condiciones del taller y a las necesidades del tráfico respecto a las soldaduras efectuadas en la misma vía. Puede consistir en un vaciado del molde a una o a otra de las

210

temperaturas comprendidas entre 0 y 1000° C, lo que hace variar el grado de auto-templado del metal a soldar y por consecuencia, la estructura molecular de la soldadura y su dureza; se puede a continuación someter a la soldadura a un recocido a temperatura igual o superior a 900° y eventualmente a un revenido (calentado) a temperatura inferior o igual a 750° C, o a este último tratamiento solamente.

215

La elección de este tratamiento térmico, es función de las composiciones del metal a soldar y del metal de aportación, de las tensiones que se establezcan entre las piezas soldadas, cuando estas piezas no están enteramente libres, y del hecho de que la soldadura haya agarrado y las haya reunido cuando, por consecuencia del calentamiento, hayan experimentado las mismas una cierta dilatación. Vacinando el molde más o menos caliente, se puede utilizar más o menos el fuerte ensanchamiento que es susceptible de experimentar en caliente el metal de la soldadura, que se opone en parte a la contracción de los carriles o elementos.

220

225

La ejecución de estos recocidos, puede tener lugar, bien con soplete de mazout de llamas voluminosas, o bien por soplete de esencia, que sirve para calentar previamente los extremos de los carriles o elementos de vía a soldar, en el caso de la soldadura por vía aluminotérmica.

230

La ejecución de los recocidos a temperatura inferior a 750°C, puede tener lugar con un brasero de carbón de encina o de cok, constituido por un soporte emparrillado flexible que rodee la jun-



31 JUL 1929

10145

- 9. -

235 tura, o por cualquier otro procedimiento análogo.

Para el tratamiento térmico, los aceros especiales del metal de aportación de la soldadura y él formado en las zonas de transición, observan sus características mecánicas claramente mejoradas; lo mismo sucede en los aceros de las piezas a soldar cuyo grano en la parte sobrecalentada es mejorado: es así como, para el recocido, el ensanchamiento de tracción en la ruptura a través del plano de la juntura, es multiplicado por 2 a 2,5 y la anulación, es decir, la resistencia al choque único sobre probeta entallada, por 4 a 6.

245 Pero se sabe por otra parte, cuan difícil es el extraer de un diafragma de tracción, obtenido con la ayuda de una probeta, conclusiones que se apliquen a los casos de la práctica: aceros que poseen en probeta de ensayo una buena resistencia final o un excelente trabajo de ruptura, pueden presentar características muy diferentes cuando son sometidos al desgaste de la vía, produciéndose las roturas por doblamiento de la vía, mediante un proceso completamente diferente del que provoca las roturas casi instantaneas obtenidas en el laboratorio mediante un único esfuerzo en la máquina de tracción: es por lo que el ensayo de tracción sobre probetas sacados de través del plano de juntura de una soldadura previa, deberá ser completado por un ensayo de resistencia a los choques y flexiones repetidos, siempre efectuados sobre probeta de ensayo previo a través del plano de la juntura.

260 Sea por ejemplo, para reunir, por soldadura aluminotérmica dos carriles A de acero especial mediante un metal de aportación B. El procedimiento empleado consiste en montar un armazón guarnecido de arena refractaria especial alrededor de la juntura a soldar para delimitar el volumen, en calentar previa y regularmente el molde a las proximidades de 700° C por ejemplo, y en colar a 2100° C el metal B, previamente producido y decantado en un crisol de magnesio. Este metal de aportación B podrá ser en sí dividido en uno



o varios chorros de colada y facilitado a razón de 5 a 15" por ejemplo en el volumen del molde previamente calentado.

Si el metal a soldar A responde al análisis siguiente:

270

C = 0,3 a 0,4 %

Ni = 2,5 a 3 %

Cr = 0,7 a 1 %

Mn \leq 0,5 a 0,7 %

Si \leq 0,2 a 0,5 %

275

Mo \leq 0,1 %

P \leq 0,03 %

S \leq 0,015 %

Ti \leq 0,1 %

el metal de aportación deberá responder al análisis siguiente:

280

C = 0,3 a 0,4 %

Ni = 2 a 3 %

Cr = 0,3 a 0,4 %

Mn = 0,5 a 0,7 %

Si \leq 0,5 %

285

Mo \leq 0,075 %

P \leq 0,05 %

S \leq 0,025 %

Ti \leq 0,1 %

290

De esta manera, la duración por vaciado del molde en frio de la junta alcanzará el índice Brinell 250 (85k) que está muy próximo del índice de dureza del metal A moldeado o laminado, empleado en el estado tratado; al mismo tiempo la dureza por vaciado del molde a 900° C de la junta, alcanzará un índice de dureza Brinell superior a 270 (90k) que se aproxima al índice de dureza del metal A templado al aire en reposo.

295

Si el metal a soldar A responde al análisis siguiente:

C = 0,3 a 0,4 %

Ni = 3 a 4 %



JUL 1929

119145

300

Cr = 1,2 a 1,5 %

Mn = 0,3 a 0,5 %

Si = 0,1 a 0,4 %

Mo ≤ 0,1 %

P ≤ 0,03 %

S ≤ 0,015 %

305

Ti ≤ 0,1 %

El metal de aportación deberá responder al análisis siguiente

C = 0,3 a 0,4 %

Ni = 3, a 3,5 %

Cr = 0,8 a 1,2 %

310

Mn = 0,3 a 0,6 %

Si ≤ 0,5 %

Mo = 0,075 %

P ≤ 0,05 %

S ≤ 0,025 %

315

Ti ≤ 0,100 %

de tal manera que la dureza por vaciado del molde en frio de la junta, alcance un índice de dureza Brinell de 290 (100k.) muy próximo del índice de dureza del metal A moldeado o laminado empleado en el estado tratado; al mismo tiempo, la dureza por vaciado del molde a 900° C de la junta, alcanzará un índice de dureza Brinell superior a 365 (125k) que se aproxima al índice ^{de dureza} del metal A templado al aire en reposo; igualmente, al mismo tiempo, la dureza por vaciado del molde a 900° C de la junta, seguida de un revenido en la cesta emparrillada a 600° C, alcanzará un índice de dureza Brinell superior a 300 (103k), que se aproxima al índice de dureza del metal A moldeado o laminado empleado en el estado tratado.

Se ha elegido el modo de soldadura más apropiado a las circunstancias locales ofrecidas para la vía de ferrocarriles o de tranvías.

330

Estos tres tipos de soldadura, presentan además, resisten-



JUL. 1929

119145

335 cías a los choques continuados del orden de 6.000 a 12.000 choques sobre probetas de ensayo previo a través del plano de la junta contra 10 a 15.000 sobre probetas de ensayo previas en el metal A no influenciado por la soldadura, siendo efectuado el ensayo de choques continuados en el martinete tipo Cambridge de 2 kg 300 cayendo de 40 mm de altura a la cadencia de un golpe por segundo, girando rigurosamente la probeta, una media vuelta entre cada caída del martillo, y siendo efectuado el entallado por sí mismo en la soldadura.

340 N O T A.-
 - - - - -

Descrito suficientemente el presente invento lo que se declara como de novedad e invención propia, son las siguientes reivindicaciones:

345 1.- Perfeccionamiento en la soldadura de las piezas de acero, caracterizado por el hecho de que el metal de aportación es un acero, que además de los elementos habituales del acero de soldadura, carbono manganeso, silicio, fósforo, azufre, contiene uno o varios de los elementos siguientes:

- 350 níquel : hasta 5 %
 cromo : hasta 2 %
 molibdeno : hasta 1 %
 tungsteno : hasta 1,5 %

355 permitiendo la presencia de estos elementos, el aumentar la dosis en carbono más allá de la cifra habitual de 0,05 %, por ejemplo hasta 0,7 % y el que este acero contenga también eventualmente, hasta 0,5 % de uno o varios de los elementos siguientes: titanio, vanadio, boro, pudiendo este acero contener además hasta 1 % de aluminio, por ejemplo, si el mismo ha sido obtenido por vía aluminotérmica, dependiendo la naturaleza y la proporción de los elementos añadidos,



31 JUL 1929

119145

- 13.-

360 de la naturaleza del acero de las piezas a soldar y de las cualidades exigidas a la soldadura.

2.- Perfeccionamiento según la 1 reivindicación, caracterizado por el hecho de que después de haber verificado la soldadura, se la somete a un tratamiento térmico que tiene por objeto y por efecto el dar a la soldadura una dureza a la bola Brinell próxima de la de las piezas a soldar, y pudiendo consistir este tratamiento bien en un recocido si se debe disminuir la dureza, o sea en un auto-templado, si la dureza debe ser aumentada, siendo regulado el valor de este auto-templado, practicando el vaciado del molde, cuando la soldadura está todavía más o menos caliente.

3.- Perfeccionamiento según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que, cuando las piezas a soldar, no están enteramente en la libertad de desplazarse, se puede no efectuar el vaciado del molde hasta el momento en que el metal caliente de la soldadura ha facilitado el estiramiento o dilatación necesaria para evitar toda tensión no aceptable entre las piezas soldadas.

4.- Perfeccionamiento según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que, previamente a la ejecución de la soldadura real, sobre piezas de un acero determinado, se efectúa sobre piezas idénticas, una soldadura de ensayo de un acero de composición presumida conveniente, que dedáse previamente en esta junta, una probeta perpendicular al plano de la junta y determinándose sobre esta probeta la resistencia al doblamiento por flexiones y choques continuados, y que por último se modifica para hacer la soldadura real, la composición del metal de aportación, de manera que su resistencia, como antecedente-mente se ha definido, sea sensiblemente igual a la del metal de las piezas a soldar.

5.- Perfeccionamientos en la soldadura de las piezas de acero.- Según se describe y reivindica en la presente memoria descriptiva.

Consta esta memoria de catorce páginas foliadas y escri-



119145

- 14.-

tas por una sola de sus caras.

Madrid, á 28 de Julio de 1930.

Leocadio López y López.-

P.P.=