



414974

414974

# memoria descriptiva

B. 23P / 13.23K

CLASE DE REGISTRO

Una Patente de Invención, por veinte años en España.

NOMBRE Y NACIONALIDAD DEL SOLICITANTE

Société Anonyme des Usines Chausson.  
- sociedad francesa -

RESIDENCIA Y DOMICILIO

92 Asnières (Hauts de Seine) Francia.  
35, Rue Malakoff.

OBJETO

"Procedimiento para la fabricación y soldadura a baja temperatura de cambiadores de calor".

INVENTOR

André CHARTET, - francés -

PRIORIDAD

solicitud patente francesa No. 72 18 338 del 23 de mayo de 1972.

BAD ORIGINAL



414974

- 1 -

1

El presente invento se refiere a la fabricación de cambiadores de calor de aluminio y muy particularmente a los cambiadores, en que uno de los fluidos en circulación es un fluido acuoso pudiendo contener, en solución o suspensión, diferentes compuestos químicos, que pueden ser origen de corrosiones.

5

10

Los cambiadores de este tipo, especialmente aquellos que son utilizados para la refrigeración de motores térmicos, contienen líquidos, cuya temperatura puede sobrepasar 100° C, líquidos que están necesariamente en contacto con metales de naturalezas diferentes, por ejemplo, con bloques de cilindros de fundición, o de aleación de aluminio de naturaleza diferente a los utilizados para su constitución y además con juntas de culata de aleación cuprosa y también con cauchos sintéticos, así como diferentes otras materias que, después de un prolongado uso del líquido de refrigeración, cargan éste de cloruros y sulfatos metálicos, que son fuentes de corrosión, que se añaden a las corrosiones de origen galvánico, que igualmente pueden tener nacimiento.

15

20

25

30

Los cambiadores de calor modernos, especialmente aquellos utilizados con motores térmicos, igualmente pueden ser capaces de resistir a la erosión, dado que el líquido a refrigerar es, prácticamente en todos los casos, impulsado a velocidad relativamente grande por medio de bombas, con el fin de activar su refrigeración durante el paso en los cambiadores. Suplementariamente todavía los cambiadores de calor deben poder trabajar bajo presiones relativamente elevadas que pueden alcanzar varios bares.

414974



- 2 -

1

Las condiciones expuestas en lo que precede tien  
den naturalmente a considerar la utilización de aleaciones  
de aluminio con espesores relativamente importantes para -  
resistir simultáneamente a los efectos de la corrosión, de  
5 la erosión y de la presión. Sin embargo, esto no es posi--  
ble en la práctica, porque, por una parte, la utilización  
de cambiadores con paredes espesas tendría por efecto redu  
cir las capacidades de intercambio térmico y, sobre todo,  
resultaría de ello un precio de coste prohibitivo, hacien-  
10 do que los cambiadores, especialmente los radiadores para  
automóviles, de aluminio, no pudieran competir respecto a  
los existentes, que están fabricados de aleaciones cupro--  
sas o ferrosas.

10

15

Los cambiadores de calor están constituidos por  
piezas, tubos, disipadores, colectores, cajas de agua y tu-  
buladuras diversas, que están fabricadas por procedimiento  
de formación, tales como embutición, corte, laminado, etc.  
que necesitan utilizar metales, que puedan experimentar fá-  
cilmente estas operaciones, con el fin de que la ejecución  
20 de las piezas sea muy precisa y haga posible seguidamente  
la soldadura a baja temperatura de las piezas reunidas, -  
sin que puedan existir fugas al nivel de las juntas sol-  
dadas, muy particularmente al nivel de la junta entre tu-  
bos-colectores, colectores-cajas de agua y cajas de agua--  
25 tubuladuras.

25

30

En efecto, las aleaciones de soldadura de alumi-  
nio son generalmente muy líquidas cuando están en fusión -  
durante la ejecución de la soldadura y es importante que -  
el enlace entre piezas sea extremadamente preciso para que

414974



- 3 -

1 las juntas estén completamente rellenas de soldadura.

También ha aparecido que las soldaduras con bajo punto de fusión, por ejemplo, las pastas con zinc, no podían ser utilizadas prácticamente, porque los pares eléctricos son entonces creados, cuando el cambiador está en presencia de humedad atmosférica, lo que conduce a no considerar prácticamente más que soldaduras de baja temperatura, constituidas por aleaciones de aluminio-silicio, cuya temperatura de fusión es elevada, del orden de 580° C y, por consiguiente, la aleación de aluminio, que debe constituir las piezas del cambiador, debe presentar evidentemente una temperatura de fusión notablemente más elevada para permitir la ejecución de la soldadura sin destrucción de las piezas.

15 Las condiciones arriba descritas han hecho aparecer, que para facilidades de puesta en forma de las piezas, notablemente, para facilitar la embutición, aparentemente sería ventajoso utilizar aleaciones de aluminio conteniendo igualmente cobre y otros metales, como las aleaciones conocidas bajo la denominación AM<sub>1</sub>, que contienen alrededor de:

- 20 1 a 1,5% de manganeso
- 0,2% de cobre
- 0,05% de magnesio
- 0,6% de silicio
- 0,7% de hierro
- 25 0,1% de zinc

en aleación con el aluminio

Sin embargo, ha resultado que tales aleaciones no podían ser utilizadas en la práctica, porque la temperatura, a la que son llevadas durante la ejecución de la soldadura,

30

414974



- 4 -

1 hace que sufran un recocido, reduciendo considerablemente sus propiedades mecánicas, notablemente su dureza superficial y su resistencia a la ruptura, que se encuentra a un nivello más frecuentemente inferior a 10 hectobares.

5 Además, si la presencia del cobre parece a priori interesante por las facilidades de embutición, el laminado y otros procedimientos de puesta en forma, según ha aparecido, también que la presencia del cobre en la aleación tenía por efecto aumentar considerablemente los riesgos de corrosión.

10 Por estas mismas razones, se ha estado conducido a eliminar otras aleaciones conocidas, tales como aquellas designadas en la técnica bajo la referencia de AU, es decir, aleaciones de aluminio y de cobre. Además, las aleaciones conocidas bajo las denominaciones AG, es decir, aleaciones de aluminio y de magnesio, y AZG, es decir, aleaciones de aluminio, de zinc y de magnesio, presentan para algunas de las temperaturas de fusión inferiores o demasiado próximas a la temperatura de fusión de la soldadura de aluminio ALSi, lo que lleva también a eliminarlas. Entre otras aleaciones igualmente conocidas, tales como aquellas designadas por AMG, es decir, conteniendo manganeso y magnesio, por ASG, es decir, conteniendo aluminio, silicio y magnesio, y por ASGM, es decir, conteniendo aluminio, silicio, magnesio y manganeso ha aparecido que frecuentemente era difícil utilizarlas en fabricaciones económicas, porque después de la operación de soldadura a baja temperatura presentan cualidades mecánicas relativamente débiles en lo que concierne a su resistencia a la erosión y a su resistencia a

30

414974

21



1

la ruptura.

5

10

15

20

25

30

La solicitante, seguidamente ha comprobado que - una aleación AGS, es decir, conteniendo aluminio, magnesio y silicio, podría presentar características satisfactorias, si está exenta de cobre, contrariamente a la mayoría de las aleaciones conocidas de este tipo, pero esto a condición - de que, después de la ejecución de la soldadura asegurando el enlace de las piezas de los cambiadores, éstas sean sometidas a un nuevo tratamiento térmico permitiendo volver a encontrar la aleación lo esencial de las cualidades mecánicas, que presentaba antes de la ejecución de la soldadura. En efecto, es conocido en la técnica que tales aleaciones AGS pueden ser endurecidas por precipitación del compuesto binario magnesio-silicio, principalmente si este - compuesto se encuentra en pequeña cantidad en la aleación y si se encuentra bajo esta forma precipitada para las temperaturas de utilización de los cambiadores.

Sin embargo, ha aparecido, que la ejecución de - tratamientos térmicos, siguiendo a la ejecución de las soldaduras, conducirá a un consumo energético considerable - aumentando, por consiguiente, el precio de fabricación de los cambiadores.

Además, las aleaciones del tipo AGS, que presentan normalmente una pureza relativamente elevada, son difícilmente embutibles, lo que las hace excluirles hasta el - presente de las fabricaciones consideradas.

El invento, sin embargo, ha resuelto el problema expuesto en lo que precede, haciendo posible una fabricación de gran precisión y una soldadura a baja temperatura

414974



- 6 -

1 de los cambiadores, sin que resulten de ellos, gastos ener-  
géticos superiores a aquellos que son puestos en práctica,  
especialmente para la soldadura de las aleaciones  $AM_1$ , con-  
sideradas en lo que precede.

5 Conforme al invento, el procedimiento para la fa-  
bricación y la soldadura de cambiadores de calor se caracte-  
riza:

10 -porque se ejecutan las piezas del cambiador a par-  
tir de hojas delgadas de una aleación de aluminio de base,  
conteniendo silicio y magnesio, pudiendo formar un compues-  
to  $Mg_2Si$ .

-porque se somete al cambiador a la acción de un  
disolvente de las grasas,

15 -porque se calienta el cambiador en presencia de  
una aleación de soldadura de aluminio conteniendo por lo me-  
nos 7% y como máximo 15% de silicio, en presencia de meta-  
les o sales metálicas, que provoquen el desplazamiento de -  
los óxidos, que recubren la aleación de base y la humecta-  
ción de éste por aleación de soldadura.

20 -porque se lleva el cambiador hasta una temperatu-  
ra del orden de 580 a 600° C, de modo que a la vez siliciu-  
ro de magnesio  $Mg_2Si$  se pone completamente en estado de so-  
lución sobre-saturada en la aleación de base, conservando -  
el estado sólido y porque la aleación de soldadura es fundi-  
da y humecta dicha aleación de base,

25 -porque después de la humectación de dicha alea-  
ción de base por la aleación de soldadura se refrigera rápi-  
damente el cambiador a una velocidad del orden de 1° C por  
segundo, por lo menos, y esto en la vecindad de la tempera-  
30



1 tura ambiente, de modo que el siliciuro de magnesio de di--  
cha aleación de base se mantenga en estado de sobresatura--  
ción al mismo tiempo que dicha aleación de soldadura es so-  
lidificada y endurecida,

5 -porque se calienta seguidamente de nuevo el cam-  
biador hasta una temperatura por lo menos igual a 180°C y -  
por lo menos igual a 250° C hasta provocar un revenido, que  
lleva el siliciuro de magnesio a precipitarse asegurando el  
endurecimiento de dicha aleación de base y

10 -porque se lleva finalmente el cambiador a la tem-  
peratura ambiente, de modo que la soldadura de las piezas,  
que le constituyen, sea ejecutada conjuntamente con el tra-  
tamiento térmico, que asegura el endurecimiento de la alea-  
ción constitutiva de dicho cambiador.

15 Diversas otras características del invento surgi-  
rán además de la descripción detallada que sigue.

Para poner en práctica el procedimiento del inven-  
to se procede como sigue:

20 I - Preparación de la aleación de base

Se preparan hojas, bandas o cintas delgadas de -  
aleación de aluminio, conteniendo entre 0,3 y 1,9% de sili-  
cio y de magnesio pudiendo formar siliciuro de magnesio co-  
mo elemento endurecedor.

25 Debiendo ser la aleación, en la aplicación a la -  
que se refiere el invento, lo más barata posible, también -  
puede contener diversas impurezas, pero su cantidad sin em-  
bargo, debe ser limitada; por ejemplo, puede ser admitido -  
que la aleación contenga hasta 0,30% de peso de hierro, -  
30 0,50% de peso de zinc, 0,50% de peso de manganeso y, también

414974



- 8 -

1 trazas de cobre, pero estas trazas, como se ha explicado en lo que precede, deben ser pequeñas y, como regla general, no deben sobrepasar 0,02%, siendo el límite superior de 0,05%.

5 Las hojas, en que la palabra "hojas" designa, tanto las bandas, como las cintas, son utilizadas después de haber sufrido un batido, obtenido especialmente durante su laminación, y estas hojas son igualmente templadas, o por lo menos sometidas a una restauración parcial por un tratamiento térmico o temperatura relativamente baja, por ejemplo, por calentamiento hasta una temperatura comprendida entre 260 y 280° C. El temple debe ser regulado según el tipo de operaciones mecánicas de formación, que deban sufrir las hojas en el curso de la fabricación de las piezas de los cambiadores. Es apropiado que el temple sea lo más completo para piezas, que deban sufrir embuticiones profundas, por ejemplo, las cajas de agua, que para piezas, que deban sufrir recortes precisos, por ejemplo, cuando deban formarse persianas, tiras o puntas en los disipadores secundarios de calor del cambiador.

15 20 De una manera general, puede ser admitido que las hojas de aleación de base estén a un nivel cuarto-duro, lo que corresponde a una resistencia a la rotura de 10 a 15 hectobares, debiendo poder ser regulado este nivel por el especialista en función de la forma particular, que deba darse a las piezas y de la naturaleza de los útiles de que se disponga para la ejecución de este trabajo.

25 II - Preparación de la aleación de soldadura a baja temperatura.

30 Para la ejecución de la soldadura a baja tempera-

1 tura, se utiliza una soldadura, constituida por una aleación  
de aluminio conteniendo de 7 a 13% de peso de silicio y even-  
tualmente de otros aditivos, pero se cuida de que esta sol-  
5 dadura no contenga cobre.

Entre los aditivos utilizables se emplea una sol-  
dadura, constituida por una aleación de aluminio, contien-  
do de 7 a 13% de peso de silicio y eventualmente de otros -  
aditivos, pero se cuida de que esta soldadura no contenga -  
cobre.

10 Entre los aditivos utilizables, se encuentran me-  
tales alcalinos, tales como el boro y el litio y los meta--  
les alcalino-térreos, que pueden ser utilizados en propor--  
ciones comprendidas entre 0,005% y 3% de peso de la soldadu-  
ra. El zinc también puede ser utilizado en una proporción -  
15 de 0,1 a 12% de peso, así como el magnesio en una propor- -  
ción de 0,01 a 10% de peso de la soldadura. Estos aditivos  
pueden ser utilizados por varias razones, pero ante todo es-  
tan destinados a facilitar la humectación de la aleación de  
base, rebajando la viscosidad de la soldadura, así como su  
20 temperatura de fusión.

Algunos de dichos aditivos arriba citados, en par-  
ticular el magnesio, lo mismo que otros, especialmente el -  
bismuto y el antimonio, pueden ser utilizados para reducir,  
es decir, eliminar, los tratamientos corrientemente aplica-  
dos en la soldadura de las aleaciones de aluminio, en parti-  
25 cular los tratamientos de decapado y de fundente.

La soldadura preparada puede ser utilizada de di-  
ferentes formas conocidas en la técnica, a saber especial-  
mente:  
30

414974

21



- 10 -

1 a) La soldadura puede ser plaqueada en frío o en  
caliente sobre la aleación de base, por ejemplo, llevando  
dicha soldadura y dicha aleación de base a una temperatura  
de alrededor de 450° C y laminando el conjunto en una hoja  
5 de aleación de base y una hoja de soldadura;

b) La soldadura también puede ser depositada en  
forma de una pasta sobre ciertas partes por lo menos de las  
piezas fabricadas de aleación de base y antes o después de  
la reunión de éstas;

10 c) La soldadura también puede ser llevada después  
de la reunión de las piezas fabricadas de aleación de base,  
por pulverización al soplete a la llama al mismo tiempo -  
que un fundente de soldadura anhídrico.

15 Todos los demás procedimientos conocidos en la -  
técnica también pueden ser utilizados sin inconveniente.

III - Puesta en forma de las piezas.

Como se ha expuesto en lo que precede, las hojas  
de aleación de base, plaqueadas o no aleadas de soldadura,  
son puestas en forma, por ejemplo, como sigue:

20 - Por embutición en lo que concierne a las cajas,  
de agua, bases de relleno, carrillos laterales y piezas  
de soporte del cambiador.

25 - Por recorte y plegado en lo que concierne a los  
disipadores secundarios, especialmente cuando éstos estén  
constituidos en forma de bandas onduladas.

- Por laminado y estirado en lo que concierne a -  
los tubos.

30 Otras técnicas pueden ser utilizadas de la misma  
manera, especialmente el repujado y el trefilado para la -

414974



- 11 -

1 ejecución de piezas particulares.

5 Algunas de las operaciones arriba citadas, especialmente la embutición y el repujado, tienen por efecto secundario batir de nuevo total o parcialmente las piezas formadas.

10 Después de la puesta en forma y del calibrado eventual de las diferentes piezas, éstas son reunidas y enlazadas entre sí mecánicamente para ser mantenidas en posición respectiva correcta, lo que puede ser obtenido, bien sea previendo diferentes engrapados entre las piezas, o bien soldando alguna de estas piezas por puntos de soldadura eléctrica, o bien todavía manteniéndolas en un montaje, llamado de soldadura.

15 Los cambiadores reunidos son seguidamente sometidos a una operación de desengrasado, que es conducida por ejemplo haciéndoles pasar por un baño de un disolvente orgánico o pulverizando sobre ellos un disolvente que, por ejemplo, puede ser tricloroetileno. Un desengrasado en fase de vapor también puede ser efectuado.

20 Las operaciones, que preceden, constituyen un tronco común del procedimiento del invento, cuya continuación de puesta en práctica puede ser ejecutada de diferentes maneras, realizando cada vez, simultáneamente la soldadura propiamente dicha de las piezas reunidas del cambiador y un tratamiento térmico de la aleación de base haciendo que la misma adquiriera, a consecuencia de dicha soldadura, un alto nivel de pureza.

25 En lo que sigue se ha considerado que la aleación de base está recubierta por plaqueado con aleación de sol-

30

414974



1 dadura, no modificándose las operaciones de tratamiento cuando la aleación de soldadura es aportada de otro modo.

5 Cuando la aleación de soldadura está constituida esencialmente por una aleación de aluminio-silicio, los cambiadores son sometidos a una operación de decapado, haciéndoles pasar por un baño ácido o alcalino en cuya salida son lavados con agua, después eventualmente secados a la estufa. Por el contrario, si la aleación de soldadura contiene algunos de los aditivos enumerados en lo que precede, entonces es supérfluo el decapado, lo mismo que el lavado y dicho secado.

10 Pueden considerarse seguidamente diversas vías:  
IV - Soldadura al horno en presencia de fundentes.  
a) Soldadura en presencia de fundente.

15 En este caso, los cambiadores son sometidos a un fundente en un baño acuoso y por pulverización antes de su admisión en el horno, después son secados en el horno, en el que seguidamente son calentados progresivamente hasta la temperatura de fusión de la aleación de soldadura, es decir, hasta alrededor de 580 a 600° C. El fundente también puede ser dispuesto por pulverización al soplete, lo que evita todo secado.

20 Durante este calentamiento, la aleación de base es sometida a un tratamiento, que tiene por efecto poner en solución, en el aluminio, el compuesto binario, que constituye el siliciuro de magnesio  $Mg_2Si$ , que es preferentemente completamente disuelto a la temperatura de fusión de la soldadura.

30 El tiempo de mantenimiento a la temperatura de fu

414974

21



- 13 -

1  
5  
5  
sión de la soldadura es elegido lo más breve posible, pero suficiente, sin embargo, para que dicha soldadura fluya y rellene convenientemente los intersticios de las juntas, que deban ser soldadas. Este tiempo depende, por lo tanto, en parte de la forma de las juntas a ejecutar.

10  
En el caso de un radiador de refrigeración para automóviles la duración de mantenimiento a la temperatura de fusión de las soldaduras, que es de 590° C para una soldadura conteniendo 10% de silicio y 90% de aluminio, es generalmente del orden de un minuto.

15  
Los cambiadores son seguidamente refrigerados muy rápidamente sin que exista tiempo muerto entre el calentamiento, que provoca la fusión de la soldadura y el comienzo de la refrigeración acelerada. Esta refrigeración puede ser provocada indiferentemente, como sigue:

20  
25  
1°) Por soplado de aire o de otro gas a través del cambiador, utilizando un gas a una temperatura, que hace un descenso de temperatura de los cambiadores de por lo menos 1° C por segundo; esta refrigeración por soplado es proseguida hasta rebajar la temperatura de los cambiadores aproximadamente a 300° C. Esta refrigeración al gas es seguida inmediatamente por una refrigeración al agua o con otro líquido, especialmente por pulverización de agua directamente sobre los cambiadores, que son así llevados hasta la vecindad de la temperatura ambiente.

30  
La primera fase de refrigeración por soplado de gas, tiene por efecto solidificar, después endurecer, la soldadura sin que resulte de ello un choque térmico, que amenace con provocar deformaciones de las piezas y simultá-

414974



- 14 -

1 neamente, teniendo en cuenta la velocidad de refrigeración,  
se provoca en la aleación de base la formación de una es--  
2 estructura cristalina fina en la que el siliciuro de magne--  
3 sio es mantenido en estado de sobresaturación sin poderse  
4 precipitar, aunque su equilibrio sea inestable. Se sabe, -  
5 en efecto, que a la temperatura de 300° C el aluminio no -  
6 mantiene ya realmente en solución más que 0,30% de peso de  
7 siliciuro de magnesio.

8 La segunda fase de la refrigeración que sigue, -  
9 sin solución de continuidad a la refrigeración por soplado,  
10 tiene por efecto continuar el efecto de temple ya iniciado,  
11 es decir, impedir la precipitación del siliciuro de magne-  
12 sio, que así mantenido en estado de sobresaturación hasta  
13 la temperatura ambiente, a la que son llevados los cambia-  
14 dores y, además, la acción brusca del agua o de otro líqui-  
15 do llevado sobre los cambiadores, cuando se encuentran to-  
16 davía en la vecindad de 300° C, provoca un choque térmico,  
17 que es suficiente para hacer agrietarse y desprenderse el  
18 fundente, que permanezca sobre los cambiadores;

19 2°) Por pulverización sobre los cambiadores, pri-  
20 meramente de un modo muy fino y después cada vez más abun-  
21 dantemente con agua adicionada eventualmente de glicol o -  
22 de otros aditivos, que reduzcan la capacidad de absorción  
23 térmica del agua, con el fin de limitar por lo menos al co-  
24 mienzo de la refrigeración, el choque térmico, que sufren  
25 los cambiadores; por ejemplo, el líquido proyectado prime-  
26 ramente puede estar bajo una forma atomizada, después fina-  
27 mente pulverizada, después gruesamente pulverizada, cuando  
28 la temperatura ya ha descendido, con el fin de obtener los  
29

30

414974

21



- 15 -

1 mismos efectos, que los arriba descritos.

Después del temple y de la refrigeración hasta -  
la temperatura ambiente, conducidos como se ha indicado -  
arriba, los cambiadores son llevados a un baño lavador que,  
5 con preferencia está constituido por un baño ácido asegu--  
rando la eliminación de un fundente, que permanezca sobre  
los cambiadores. Con preferencia, el baño lavador es calen--  
tado a una temperatura de 50° a 60° C. con el fin de que -  
los cambiadores sean progresivamente recalentados al mismo  
10 tiempo que son lavados. Los cambiadores son llevados segui--  
damente a un baño enjuagador, por ejemplo, un baño de agua  
pura que, con preferencia, tiene una temperatura superior  
al baño ácido, por ejemplo, a una temperatura del orden de  
80° C. Los cambiadores son finalmente llevados a una estu--  
15 fa de secado en la que su temperatura es llevada progresi--  
vamente entre 180° y 240° C, dependiendo la temperatura -  
elegida de la duración de mantenimiento de los cambiado--  
res en dicha estufa. Así se obtiene, además de la evapora--  
ción del agua de lavado y del agua de enjuagado, que la -  
20 aleación de base del cambiador experimente un revenido, -  
que provoca la precipitación del silicio del magnesio y -  
por consiguiente el endurecimiento de dicha aleación de ba--  
se.

Se ha encontrado que es importante que la subida  
25 de temperatura desde la temperatura ambiente hasta el um--  
bral elegido de temperatura máxima de la estufa, se efec--  
túe de manera muy progresiva, y por ello se utilizan venta--  
josamente los baños de lavado y de enjuagado para provocar  
esta subida progresiva de la temperatura, porque así ha -  
30

414974



- 16 -

1 aparecido que la duración de mantenimiento de los cambiadores en la estufa podría ser reducida sensiblemente y que la dureza de la aleación también era muy mejorada.

5 Según la dureza buscada, el tiempo de mantenimiento en la estufa es aumentado y la temperatura de ésta se rebaja simultáneamente, obteniéndose los mejores resultados manteniendo los cambiadores a la temperatura de 185°C durante una quincena de horas después de haber sido alcanzada dicha temperatura de 185°C progresivamente en 15 a -  
10 30 minutos. En este caso, para una aleación de base conteniendo 0,50% de peso de magnesio y 0,40% de peso de silicio, puede ser obtenido un nivel de dureza de 23 hectobares.

15 Sin embargo, pueden obtenerse niveles de dureza muy satisfactorios, alcanzando 20 hectobares, reduciendo muy sensiblemente la dureza del revenido, especialmente calentando de modo progresivo los cambiadores hasta la temperatura de 220°C y manteniendo éstos a esta temperatura durante una veintena de minutos.

20 V - Soldadura a baja temperatura al baño.

25 Como variante del ejemplo de realización arriba descrito, después del desengrasado y decapado eventuales, los cambiadores pueden ser precalentados hasta una temperatura de 540 a 570°C, por ejemplo, al horno, después sumergidos inmediatamente en un baño de sal de fundente llevado a la temperatura de fusión de la aleación de soldadura, de modo que se ejecute la soldadura, como preferentemente, al mismo tiempo que la aleación de base es recocida para poner en solución el siliciuro de magnesio en el aluminio. -  
30 Seguidamente, después de la extracción del baño, los cam--

414974



- 17 -

1 biadores son refrigerados rápidamente por uno de los medios  
indicados bajo primero o segundo arriba, para producir los -  
mismos efectos de mantenimiento en estado de sobrecatura- -  
5 ción del siliciuro de magnesio en la aleación de base, de -  
solidificación y de endurecimiento de la soldadura y de cho  
que térmico iniciando el desprendimiento del fundente arras  
trado, la continuación operatoria, después de la operación -  
de temple, permaneciendo aquella enunciada en lo que prece-  
de bajo IV.

10 VI- Soldadura a baja temperatura al horno sin fun  
dente.

15 La soldadura a baja temperatura sin utilización -  
de fundente es ejecutada empleando una aleación de soldadu  
ra conteniendo, por ejemplo, 7 a 13% de silicio y calentando  
los cambiadores en un horno hasta la temperatura de fu--  
sión de esta aleación y después tal solución del siliciuro  
de magnesio en la aleación de base, es decir, hasta una tem  
peratura vecina a 590° C. Este calentamiento es efectuado -  
20 manteniendo en la vecindad de las juntas a soldar, magne  
sio en estado metálico y creando en el horno un vacío de al  
rededor de  $10^{-4}$  mm. de mercurio o todavía estableciendo -  
allí una atmósfera neutra.

25 Para llevar el magnesio a la forma metálica en la  
vecindad de las juntas a soldar, pueden utilizarse diversas  
posibilidades. El magnesio puede ser incluido en la soldadu  
ra misma, que se presenta entonces bajo la forma de una alea  
ción de aluminio, pudiendo contener de 7 a 15% de silicio -  
y de 0,4 a 10% de magnesio, Esta aleación presenta la parti  
cularidad de fundirse en las proximidades de 551° C. Tam- -  
30



414974

1  
5  
10  
15  
20  
25  
30

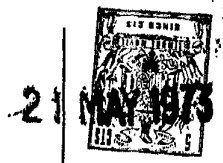
bién es posible llevar un magnesio por difusión en vacío hasta las juntas a soldar, sobre las que se condensa. El magnesio puede ser además llevado, poniéndole en suspensión en un soporte volátil, por ejemplo, la metil-celulosa y ser depositado sobre las juntas a soldar, o el conjunto de los cambiadores, de modo que permanezca una fina capa de polvo de magnesio después de la evaporación del soporte volátil.

Como en los modos de ejecución según IV y V arriba citados, la elevación de temperatura, necesaria para la fusión de la aleación de soldadura, provoca la puesta en solución del siliduro de magnesio y seguidamente, siempre como en los ejemplos precedentes, se procede a la refrigeración inmediata asegurando el temple de la aleación de base.

Estando efectuada la soldadura fuera de la presencia de fundente, ya no son necesarios un lavado y un enjuagado, y por consiguiente, la refrigeración puede ser asegurada únicamente por soplado, aunque también pudiera ser ejecutada por proyección de líquidos, Seguidamente, después de haber sido llevados los cambiadores a la temperatura ambiente, son conocidos de nuevo a la operación de revenido enunciada en detalle arriba bajo el párrafo IV.

Cualesquiera que sea la manera de poner en práctica el procedimiento arriba descrito, es importante que la aleación de base presente una temperatura de quemado elevada con el fin de que exista una separación de temperatura lo mayor posible entre dicha temperatura de quemado de la aleación de base y la temperatura de fusión de soldadura, entendiéndose que la temperatura de quemado significa aquella para la que comienza a tener lugar formación de un compuesto -





414974

- 20 -b

1 jar la temperatura de fusión de la aleación, que contiene y,  
 por otra parte, la disminución de la cantidad de compuesto -  
 $Mg_2Si$  en la aleación, teniendo por efecto la reducción del ni-  
 vel de resistencia mecánica, se ha encontrado preferible, -  
 5 cuando se trata de obtener una elevada resistencia mecánica  
 al mismo tiempo que una temperatura de fusión elevada, que -  
 la aleación contenga:

10	- Magnesio	0,45 a 0,65%
	- Silicio	0,37 a 0,47%
	- Hierro	0,20%
	- Cobre	0,02%
	- Zinc	0,10%
	- Manganeso	0,10%

15 en que el hierro, el cobre, el zinc y el manganeso son impu-  
 rezas, que podría ser deseable eliminar, pero que son tolera-  
 das para evitar el tener que ejecutar operaciones de refina-  
 do costosas. Las aleaciones, teniendo las proporciones arri-  
 ba citadas, tienen una temperatura de fusión de 620° C y per-  
 miten en consecuencia una ejecución fácil de la soldadura a  
 20 ejecutar con las aleaciones de soldadura AlSi.

En el caso de la soldadura con fundente, la alea-  
 ción de soldadura preferida ha resultado ser aquella designa-  
 da por AS 10, que contiene 10% de peso de silicio y cuya tem-  
 peratura de fusión está comprendida entre 577° C y 592° C por-  
 25 que, así manteniendo la parte del horno, que provoca la sol-  
 dadura, a una temperatura de 590° a 600° C, que puede ser fa-  
 cilmente controlada, se tiene la seguridad de ejecutar una -  
 soldadura de alta calidad sin correr el peligro de quemado -  
 30 de la aleación de base y teniendo al mismo tiempo la seguri-

414974



- 21 -

1 dad de que todo el compuesto de  $Mg_2Si$  es bien puesto en solu-  
ción en el aluminio de dicha aleación de base. Además, no al-  
canzando la soldadura AS 10 un nivel de fluidez tan grande -  
5 como las soldaduras conteniendo más silicio, esta soldadura  
6 limita los riesgos de vertido, nocivos para la buena ejecu-  
ción de las juntas.

7 En el caso de soldadura sin fundente, la presencia  
de magnesio, bajo forma metálica, crea, con el aluminio-sili-  
cio, una aleación ternaria Al-Si-Mg que, cuando contiene 5%  
10 de peso de magnesio, 13% de peso de silicio y 82% de peso de  
aluminio, forma una aleación eutéctica, fundiendo a  $551^{\circ}C$  -  
lo que permite con toda seguridad mantener la temperatura -  
del horno entre  $580$  y  $590^{\circ}C$ , es decir una temperatura lige-  
15 ramente inferior, teniendo al mismo tiempo la certidumbre de  
la buena ejecución de la soldadura sin riesgo de quemado de  
la aleación de base, en que el compuesto  $Mg_2Si$  es igualmente  
disuelto por completo.

16 Para la puesta en práctica del invento, descrito -  
en lo que precede, es muy particularmente ventajoso ejecutar  
20 las operaciones sucesivas en el curso de un ciclo de trabajo  
continuo, desplazándose los cambiadores sin interrupción de  
su movimiento.

21 El invento no está limitado a los ejemplos de rea-  
lización representados y descritos en detalle, porque diver-  
25 sas modificaciones pueden ser aportadas al mismo sin salir -  
de su alcance.

30

414974



1

- N O T A -  
=====

La presente patente de invención comprende las siguientes reivindicaciones:

5

10

15

20

25

30

1.- Procedimiento para la fabricación y soldadura a baja temperatura de cambiadores de calor, caracterizado por que se ejecutan las piezas del cambiador a partir de hojas delgadas, de una aleación de aluminio de base, conteniendo silicio y magnesio, pudiendo formar un compuesto de siliciuro de magnesio  $Mg_2Si$ , porque se somete al cambiador a la acción de un disolvente de las grasas, porque se calienta el cambiador en presencia de una aleación de soldadura de aluminio, conteniendo por lo menos 7% y como máximo 15% de silicio, en presencia de metales o sales metálicas provocando el desplazamiento de los óxidos, que recubren la aleación de base y la humectación de ésta por la aleación de soldadura, porque se lleva el cambiador hasta una temperatura del orden de 580 a 600° C de modo que a la vez el siliciuro de magnesio sea puesto completamente en estado de solución sobresaturada en la aleación de base, conservando el estado sólido y porque la aleación de soldadura es fundida y humecta dicha aleación de base, porque después de la humectación de dicha aleación de base por aleación de soldadura, se refrigera rápidamente el cambiador a una velocidad del orden de 1° c por segundo por lo menos y ésto hasta la vecindad de la temperatura ambiente, de modo que el siliciuro de magnesio de dicha aleación de base se mantenga en estado de sobresaturación al mismo tiempo que dicha aleación de soldadura sea solidificada y endurecida, porque se caliente seguidamente de nuevo el cam-

414974

21 MAY 1973

- 23 -

1 biador hasta una temperatura por lo menos igual a 180° C y  
como máximo igual a 250° hasta provocar un revenido, que lle  
ve el siliciuro de magnesio a precipitarse, asegurando el en-  
durecimiento de dicha aleación de base y porque se lleva fi-  
5 nalmente el cambiador de nuevo a la temperatura ambiente, de  
modo que la soldadura de las piezas, que le constituyen, sea  
ejecutada conjuntamente con el tratamiento térmico, que ase-  
gura el endurecimiento de la aleación constitutiva de dicho  
cambiador.

10 2.- Procedimiento, según la reivindicación 1, caracte-  
rizado porque la cantidad de silicio y de magnesio, que -  
comprende la aleación de base es elegida de manera que la to-  
talidad del sistema binario  $Mg_2Si$  que la misma forma, se pon-  
ga en solución en el aluminio a la temperatura de fusión de  
15 la aleación de soldadura, de modo que el siliciuro de magne-  
sio forme un sistema casi binario con el aluminio a dicha -  
temperatura de soldadura y que este siliciuro de magnesio sea  
completamente utilizado como elemento endurecedor, durante -  
su precipitación a la salida del revenido, ejecutado al fi-  
20 nal de la soldadura.

25 3.- Procedimiento, según una de las reivindicacio-  
nes 1 y 2, caracterizado porque la cantidad de siliciuro de  
magnesio en la aleación de aluminio está comprendida entre -  
0,3 y 1,9% de peso.

30 4.- Procedimiento, según una de las reivindicacio-  
nes 1 a 3, caracterizado porque la aleación de soldadura -  
contiene entre 7 y 15% de silicio, con preferencia entre 10  
y 12% de este metal, de modo que la temperatura de fusión -  
de dicha aleación sea inferior a 580° C y porque la alea--

414974



1

ción de base comprende entre 0,30 y 0,80% de magnesio y 0,20 a 0,50% de silicio y, con preferencia 0,45 a 0,65% de magnesio y 0,37 a 0,47% de silicio, de modo que la temperatura de fusión de dicha aleación de base esté comprendida entre 615 y 625° C, con una temperatura límite de quemado superior a 600° c.

5

5.- Procedimiento, según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque la aleación de base esta elaborada para no contener cobre o solamente trazas de este metal, cuyo límite superior es inferior a 0,05% de peso y con preferencia inferior a 0,02% de peso.

10

5.- Procedimiento, según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque los cambiadores reunidos son eventualmente sometidos, después de la operación de desengrasado, a una operación de decapado, para el paso por un baño ácido o alcalino, después a un secado antes del calentamiento hasta la temperatura de soldadura.

15

7.- Procedimiento, según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque esta soldadura es conducida en presencia de fundente depositado por inmersión, por una pulverización por vía húmeda o por vía seca, después porque la refrigeración, que sigue inmediatamente a la soldadura, es conducida rápidamente, para provocar a la vez el mantenimiento en solución, del siliciuro de magnesio en la aleación de base, la solidificación y el endurecimiento rápido de la aleación de soldadura y un choque térmico, que provoca la separación del fundente desde las partes que recubre, habiendo sido dichos cambiadores refrigerados hasta la vencidad de la

20

25

30

414974

21 MAY 1973

- 25 -

1 temperatura ambiente, sometiéndose seguidamente a una opera-  
ción de lavado en baño ácido caliente y a una operación de -  
enjuagado en baño acuoso a temperatura ligeramente superior  
5 a aquella del baño ácido, de modo que simultáneamente se pro-  
ceda a la eliminación de las trazas restantes de fundente y -  
a la iniciación progresiva del tratamiento de revenido, por -  
el que silicuro de magnesio es llevado a precipitarse en la -  
aleación de base.

10 8.- Procedimiento, según una de las reivindicacio--  
nes 1 a 7, caracterizado porque la refrigeración rápida, inme-  
diatamente después de la soldadura, es efectuada primeramente  
por soplado, hasta una temperatura próxima a 300° C, después  
por producción de líquido, hasta la temperatura ambiente, de  
15 modo que el choque térmico, que provoca el desprendimiento de  
las trazas de fundente, que permanezcan adheridas a los cambia-  
dores, se provoque solamente en las proximidades de 300° C, -  
eliminando los riesgos de deformación de las piezas del cam--  
biador.

20 9.- Procedimiento, según una de las reivindicacio--  
nes 1 a 7, caracterizado porque la refrigeración rápida es -  
asegurada por pulverización de líquido siguiendo un ciclo, que  
hace primeramente bajar rápidamente la temperatura de la alea-  
ción de base, provocando después seguidamente un choque térmi-  
co en las proximidades de 300° C, efectuándose dicha pulveri-  
25 zación primeramente en forma finamente atomizada, después en -  
forma de líquido proyectado en cantidad creciente, siendo di-  
cho líquido de base acuosa y conteniendo aditivos reduciendo  
el poder de absorción calórica del agua.

30 10.- Procedimiento, según una de las reivindicacio-



414974

1

nes 1 a 9, caracterizado porque la aleación de soldadura contiene aditivos para aumentar la humectabilidad de dicha aleación, especialmente de metales alcalinos y alcalino-térreos, de modo que por lo menos se elimine la operación de decapado, precedente a la operación de tratamiento con fundente.

5

10

15

11.- Procedimiento, según una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado porque las operación de tratamiento con fundente es eliminada conduciendo la operación de soldadura, durante la que los cambiadores son llevados a la proximidad de 500° C, en presencia de magnesio, en forma de metal, - llevado por difusión al vacío, bajo forma pulverulenta, en suspensión en un soporte volátil, como aditivo a la aleación de soldadura, comprendiendo entonces hasta 15% de silicio y 5 a 10% de magnesio, para formar una aleación ternaria con punto de fusión vecino a 550°, conduciéndose entonces la operación de soldadura bajo vacío cercano a 10<sup>-4</sup> mm. de mercurio o bajo atmósfera neutra.

20

12.- Procedimiento, según una de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado porque la operación de revenido consiste en un estufado de los cambiadores a una temperatura comprendida entre 180 a 240° C.

25

13.- Procedimiento, según una de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado porque la operación de revenido es confundida con la operación de secado de los cambiadores cuando éstos han sido sometidos a una operación de lavado.

30

14.- Procedimiento, según una de las reivindicaciones 1 a 13 caracterizado porque la operación de revenido es - conducida en dos fases, consistiendo la primera en una elevación lenta de la temperatura hasta un umbral comprendido en--

21 MAY 1973

414974 - 27 -

1

tre 180 y 240° C y la segunda en un mantenimiento de los cambiadores al umbral de temperatura al que son llevados dichos cambiadores.

5

15.- Procedimiento, según la reivindicación 14, caracterizado porque la primera fase de la operación de revenido es conducida en un tiempo comprendido entre 20 y 60 minutos.

10

16.- Procedimiento, según la reivindicación 14, caracterizado porque la segunda fase de la operación de revenido es conducida a una temperatura comprendida entre 210 y 225° C durante un tiempo de 15 a 30 minutos.

15

17.- Procedimiento, según una de las reivindicaciones 1 a 16, caracterizado porque las hojas de aleación de base son sometidas, antes de la fabricación de las piezas por formado, por lo menos a una operación de batido, seguida de un tratamiento térmico de restauración por lo menos parcial, cuya duración de cumplimiento, ejecutada entre 250 y 290° C es regulada en función del género de trabajo mecánico, que deben experimentar dichas hojas.

20

25

18.- Procedimiento, según una de las reivindicaciones 1 a 17, caracterizado porque la aleación de soldadura es llevada indiferentemente sobre las hojas de aleación de base por plaqueado en el momento de la fabricación de dichas hojas, o ulteriormente por aportación de la aleación de soldadura en forma de pasta, o de polvo proyectado especialmente al soplete a la llama, simultáneamente con la proyección de un fundente anhídrico.

30

19.- Procedimiento, según una de las reivindicaciones

414974

21 MAY 1973



- 28 -

1

nes 1 a 18, caracterizado porque la aleación de soldadura es preparada para no contener cobre.

20.- Procedimiento para la fabricación y soldadura a baja temperatura de cambiadores de calor.

5

Según se describe y reivindica en la presente memoria descriptiva.

Consta la presente memoria de veintiocho hojas foliadas y escritas a máquina por una sola de sus caras.

10

MADRID

21 MAY 1973

CARLOS ROEB  
P. F.

15

Edo: Pedro Bataméron

20

25

30