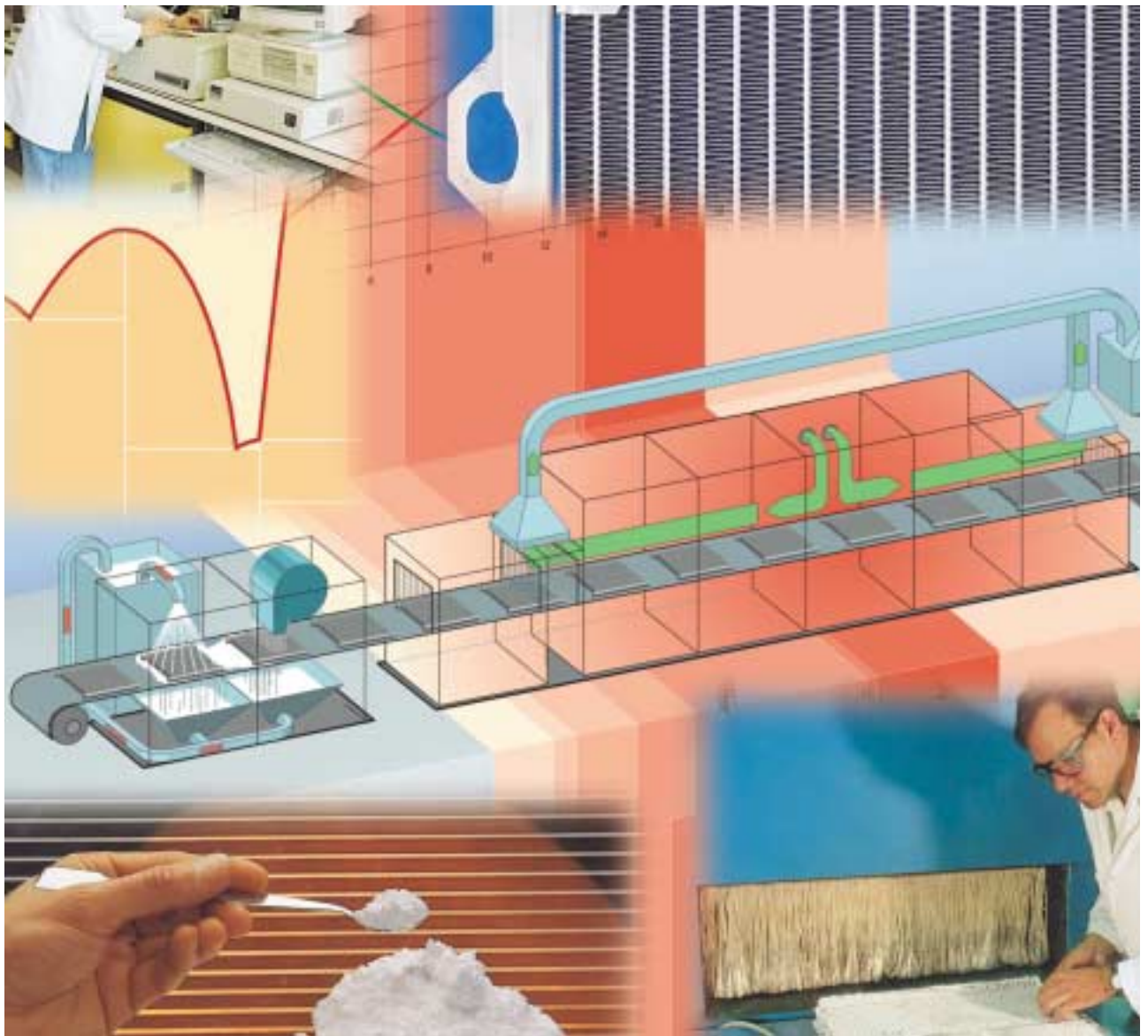


El proceso de soldadura fuerte con NOCOLOK® Flux

*Le procédé de brasure avec le
flux NOCOLOK®*



Solvay
Fluor und Derivate



Introducción	3
---------------------	----------

La cronología de los procedimientos de la soldadura fuerte	4
El procedimiento con baño de cloruros	4
El procedimiento de vacío	5
El procedimiento de NOCOLOK® Flux	5

NOCOLOK® Flux	6
La producción	6
Las características	6
La importancia del fundente	7

El proceso de la soldadura fuerte	7
La aplicación del fundente	7
El secado	8
El proceso de soldadura	8
Los residuos	10

La metalurgia	10
Las aleaciones básicas	10
El magnesio	11
Las aleaciones del plaqueado	11
El diagrama de fases	12
Las aleaciones para la soldadura fuerte	12

La producción	13
----------------------	-----------

Sumario	14
----------------	-----------

Profesionales de la química del flúor	14
--	-----------

Introduction	3
---------------------	----------

Chronologie des procédés de brasure forte	4
Brasure par immersion en bain de sels	4
Brasure au four sous vide	5
Brasure avec le flux NOCOLOK®	5

Flux NOCOLOK®	6
Fabrication	6
Caractéristiques	6
Le rôle du flux	7

Le procédé de brasure	7
Fluxage	7
Séchage	8
Brasure	8
Résidus de flux	10

Métallurgie	10
Alliages de base	10
Magnésium	11
Alliages de placage	11
Diagramme d'équilibre	12
Alliages d'apport	12

Production	13
-------------------	-----------

Résumé	14
---------------	-----------

Les spécialistes de la chimie du fluor	14
---	-----------

Introducción

La soldadura fuerte del aluminio es el procedimiento preferido hoy en día para la fabricación de intercambiadores de calor en el sector del automóvil, tales como radiadores, condensadores, evaporadores y calentadores. El aluminio es el material ideal para la construcción de estos intercambiadores de calor, debido a su buena resistencia a la corrosión, su conformabilidad y su alta conductividad térmica.

Se entiende por soldadura fuerte del aluminio la unión de elementos mediante un agente de soldadura, que es una aleación de aluminio y silicio (Al-Si) cuyo punto de fusión es bastante inferior al de las piezas a unir. El agente se sitúa adyacente a las piezas a unir o entre ellas y el conjunto se calienta luego a una temperatura suficientemente alta para que se funda la aleación pero no las piezas del intercambiador. El agente de soldadura forma una unión metálica entre las superficies de las piezas unidas.

El suministro del agente de soldadura para la fabricación de radiadores se hace mediante una chapa delgada o un plaqueado sobre una aleación básica. La aleación básica da la integridad estructural durante el proceso de soldadura, mientras la aleación Al-Si, con el punto de fusión más bajo, se funde y fluye para efectuar la unión metálica entre las piezas a unir.

Para soldar el aluminio es necesario un fundente que elimine la capa de óxido que se encuentra sobre todas las superficies del aluminio. El fundente tiene que ser capaz de eliminar durante el proceso la capa natural de óxido, de dejar fluir el agente de

Introduction

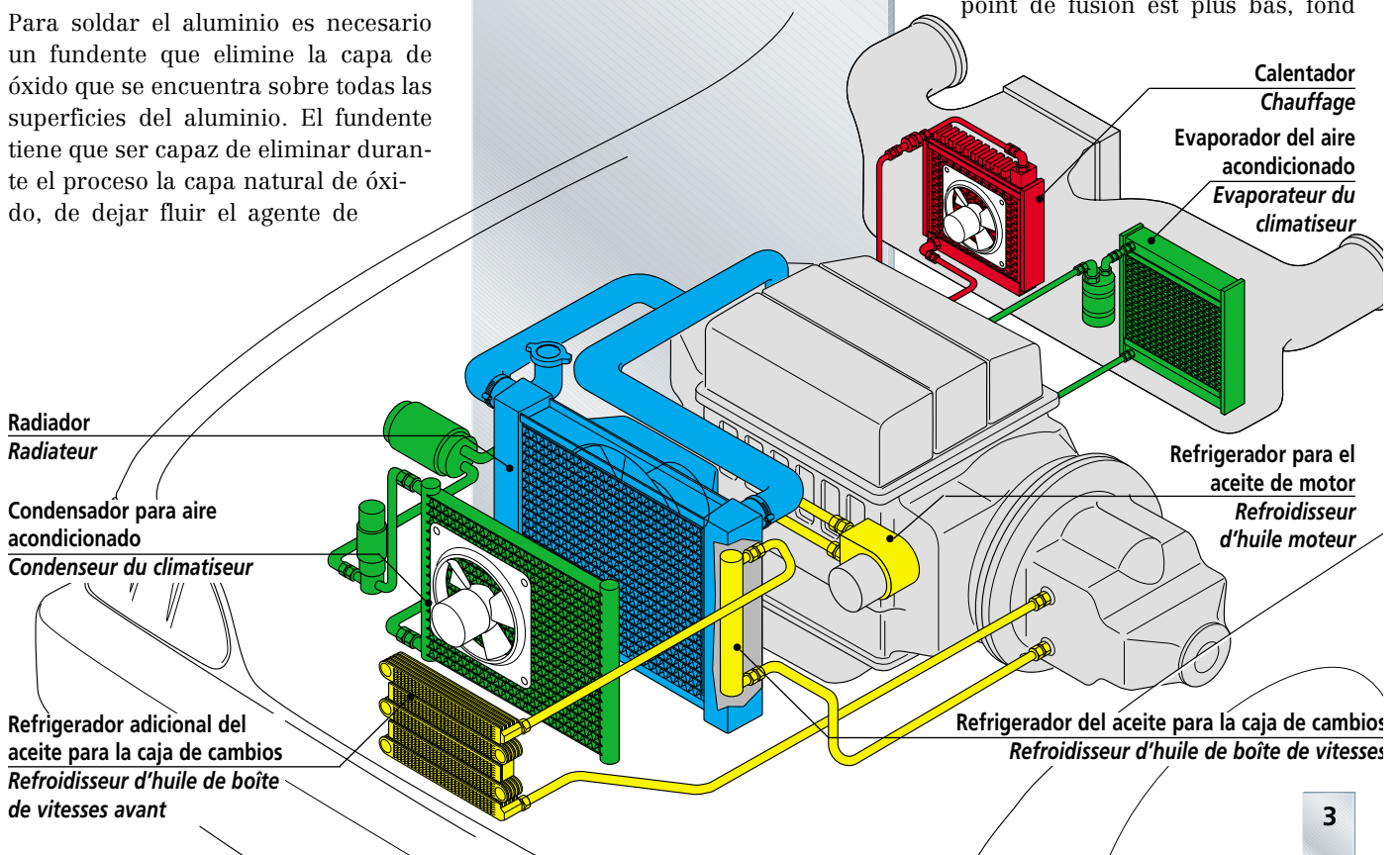
La brasure forte de l'aluminium est aujourd'hui le principal procédé utilisé pour la fabrication d'échangeurs thermiques de véhicules automobiles, comme par exemple des radiateurs, des condensateurs, des évaporateurs et des éléments de chauffage. Une bonne résistance à la corrosion, une excellente malléabilité et une conductibilité thermique élevée font de l'aluminium un matériau véritablement idéal à cet égard.

La brasure forte est un procédé consistant à assembler des pièces en aluminium à l'aide d'un métal d'apport fondu. Ce métal est un alliage d'aluminium (Al-Si) dont le point de fusion est nettement inférieur à celui de ces pièces. Le métal d'apport est généralement déposé à proximité immédiate des pièces à assembler ou entre celles-ci. Puis l'ensemble est chauffé à une température provoquant la fusion du métal d'apport sans que la consistance des pièces ne soit modifiée. Le métal d'apport réalise la liaison métallurgique des surfaces de contact des pièces à assembler.

Dans le cas de radiateurs automobiles, le métal d'apport se présente sous la forme d'une fine feuille de tôle ou d'un placage appliqué directement sur l'alliage de base. Le métal de base assure l'intégrité structurelle, tandis que le revêtement en alliage Al-Si, dont le point de fusion est plus bas, fond

En los automóviles se utilizan muchos intercambiadores de calor de aluminio

Les échangeurs thermiques en aluminium sont fréquemment utilisés dans le domaine de la construction automobile



soldadura y de evitar la reoxidación de las superficies. En el transcurso de los años han sido desarrollados muchos fundentes y procedimientos de soldadura, pero el más reconocido y aplicado actualmente es el proceso de soldadura NOCOLOK® Flux.

La cronología de los procedimientos de la soldadura fuerte

El proceso con baño de cloruros

Al principio se utilizaba fundentes higroscópicos para soldar los intercambiadores de calor de aluminio. Se trataba de una mezcla de cloruros con adición de pequeñas cantidades de fluoruros. Las piezas a unir se sumergían en el baño de sal fundida, sirviendo está como fundente y medio para calentar las piezas a la temperatura de soldadura. Este procedimiento dejaba residuos corrosivos e higroscópicos sobre los intercambiadores.

Por eso hacían falta tratamientos posteriores tales como lavado con agua, decapado y pasivación de las superficies limpias para evitar futuras corrosiones en las piezas soldadas.

También se utilizaba el procedimiento en hornos, empleando un fundente de cloruros en una cantidad aproximada de 150 a 300 g/cm². Para reducir el tratamiento posterior era necesario de controlar estrictamente la atmósfera del horno (p.e. el punto de rocío < -40°C). Así se podía reducir la cantidad del fundente. No obstante, no se podían evitar los tratamientos posteriores para eliminar los residuos corrosivos. Los problemas del medio ambiente y el coste de los tratamientos posteriores representaban un freno



1. Determinación del punto de fusión mediante el método DSC

1. *Détermination précise du point de fusion par DSC*

2. Polvo de NOCOLOK® Flux

2. *NOCOLOK® Flux en poudre*



pendant le brasage et se liquéfie pour réaliser l'accrochage métallique des pièces à assembler.

La brasure forte de l'aluminium suppose généralement l'utilisation d'un flux pour débarrasser les surfaces en aluminium de la couche naturelle d'oxyde qui les recouvre. Le flux doit être en mesure de repousser la barrière d'oxyde pendant le brasage, permettant ainsi au métal d'apport de s'écouler librement, et d'empêcher la réoxydation des surfaces. De nombreux flux et procédés de brasure forte ont été développés au fil des ans. Mais celui d'entre eux qui s'est imposé aujourd'hui à l'échelle mondiale est le procédé de brasure avec le flux NOCOLOK®.

Chronologie des procédés de brasure forte

Brasure par immersion dans des bains de sels

Le brasage des échangeurs thermiques en aluminium était initialement effectué avec des flux hygroscopiques constitués d'un mélange de chlorures additionné de fluorures. Les pièces à assembler étaient plongées dans un bain de sel fondu, où le sel jouait tant le rôle de flux que celui d'agent calorifique permettant de porter l'ensemble à la température de fusion du métal d'apport. Il subsistait toutefois, avec ce procédé, un dépôt hygroscopique corrosif sur l'échangeur thermique.

Les pièces ainsi assemblées nécessitaient donc, après le brasage, un traitement intensif, sous forme d'un rinçage à l'eau courante et d'un décapage suivi d'une passivation afin d'empêcher toute corrosion ultérieure.

Les flux chlorurés étaient par ailleurs également utilisés pour la brasure au four, avec des charges de l'ordre de 150 à 300 g/m². Afin de réduire l'étendue des traitements ultérieurs, l'atmosphère du four était soumise à un contrôle très strict (par exemple, point de rosée ≤ -40°C). Ces mesures ont notamment permis de diminuer la quantité de flux nécessaire. Un traitement ultérieur restait toutefois indispensable pour l'élimination du dépôt corrosif subsistant sur les pièces. Les frais et la pollution de l'environnement occasionnés par le rinçage mirent un frein à l'emploi généralisé de

para la amplia utilización de artículos de aluminio soldado.

El procedimiento de vacío

El interés de la industria se dirigió hacia el procedimiento de vacío al no utilizar fundentes, ni necesitar un tratamiento posterior. Problemático y caro era mantener la pureza de la atmósfera del horno de soldar (punto de rocío $< -60^{\circ}\text{C}$), la limpieza de las superficies y la precisión de ajuste de las piezas, elementos que precisamente exigían más atención. Así de nuevo los procesos con fundente cobraron interés.

La soldadura con el NOCOLOK® Flux

El objetivo era conseguir un procedimiento que tenía las ventajas de un fundente y a la vez evitaba las desventajas de los tratamientos posteriores y la susceptibilidad a la corrosión. Se reveló un proceso de soldadura fuerte empleando el fluoroaluminato potásico como fundente, el cual no es ni higroscópico ni corrosivo. Este fundente (nombre comercial NOCOLOK® Flux) elimina eficazmente la capa de óxido del aluminio. No reacciona tampoco ni con el aluminio sólido ni con el fundido y sus residuos son insolubles en agua. Este procedimiento se llama proceso de soldadura fuerte NOCOLOK® Flux.

produits en aluminium assemblés par brasage.

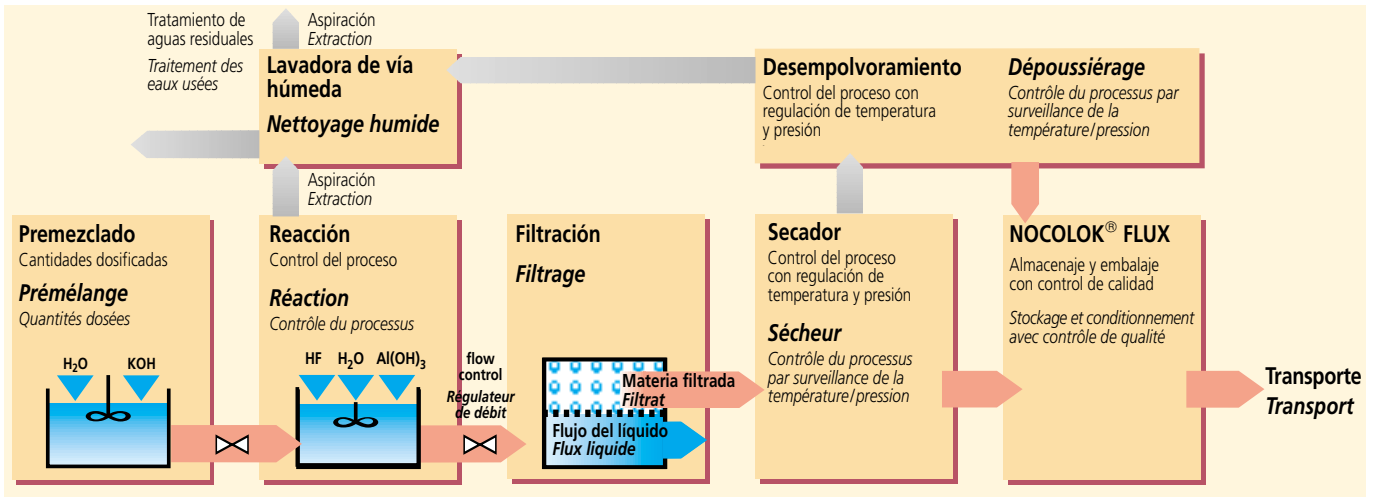
Brasure au four sous vide

L'industrie s'est ensuite intéressée à la brasure sous vide qui se passe de flux et rend donc superflu tout traitement ultérieur. Cependant, ce procédé présente des exigences nettement plus sévères en ce qui concerne la propreté des surfaces, la précision d'ajustage des pièces et l'atmosphère du four (point de rosée $\leq 60^{\circ}\text{C}$). De plus, le maintien de la pureté de l'atmosphère est difficile et onéreux, c'est pourquoi l'attention s'est rapidement reportée sur des procédés de brasure avec flux.

Brasure avec le flux NOCOLOK®

L'objectif déclaré était de mettre au point un procédé bénéficiant des avantages offerts par le flux tout en supprimant les inconvénients résultant du traitement ultérieur et de la sensibilité à la corrosion. Les travaux entrepris ont conduit au développement d'un procédé de brasure forte utilisant comme flux du fluoroaluminato de potassium non hygroscopique et non corrosif. Ce flux, commercialisé sous le nom de flux NOCOLOK®, désoxyde efficacement l'aluminium, ne réagit ni avec l'aluminium à l'état solide, ni avec l'aluminium à l'état liquide, et ses résidus ne sont pas solubles dans l'eau. La technique de brasage utilisant ce flux est appelée procédé de brasure avec le flux NOCOLOK®.





NOCOLOK® Flux

La producción

Como figura en el diagrama de flujo arriba indicado, se fabrica el NOCOLOK® Flux partiendo del $\text{Al}(\text{OH})_3$, HF y KOH, en una reacción en fase líquida.

Observando estrechas tolerancias en el proceso y una multitud de controles de calidad (Standard Alcan) se obtiene un fundente de máxima calidad y consistencia.

El resultado es un polvo fino blanco que consiste primordialmente en una mezcla de fluoroaluminatos de potasio con la fórmula general $\text{K}_{1-3}\text{AlF}_{4-6}$, tal vez con agua de hidratación. El producto corresponde a una relación $\text{KF} : \text{AlF}_3 = 1:1$ como muestra el diagrama de fases.

Las características

Se obtiene un fundente, de composición eutéctica, con un punto de fusión claramente definido entre 565 y 572 °C, el cual es inferior al punto de fusión (577 °C) de la aleación de soldadura Al-Si. El tamaño de partícula está entre 2 y 50 μm . Se intenta evitar expresamente una mayor parte de partículas finas para reducir la formación de polvillo durante manejo, garantizando todavía un buen comportamiento de la suspensión.

El NOCOLOK® Flux no es higroscópico y es muy poco soluble en agua (0,2 a 0,4 %). Por esta razón el fundente tiene una estabilidad de almacenaje ilimitada. El fundente no reacciona con el aluminio ni a la temperatura ambiente ni a la temperatura de soldadura. Sólo es reactivo cuando esté (parcialmente) fundido. El Flux deja un re-

Diagrama de flujo de la fabricación del NOCOLOK® Flux

Diagramme du processus de fabrication du flux NOCOLOK®

Flux NOCOLOK®

Fabrication

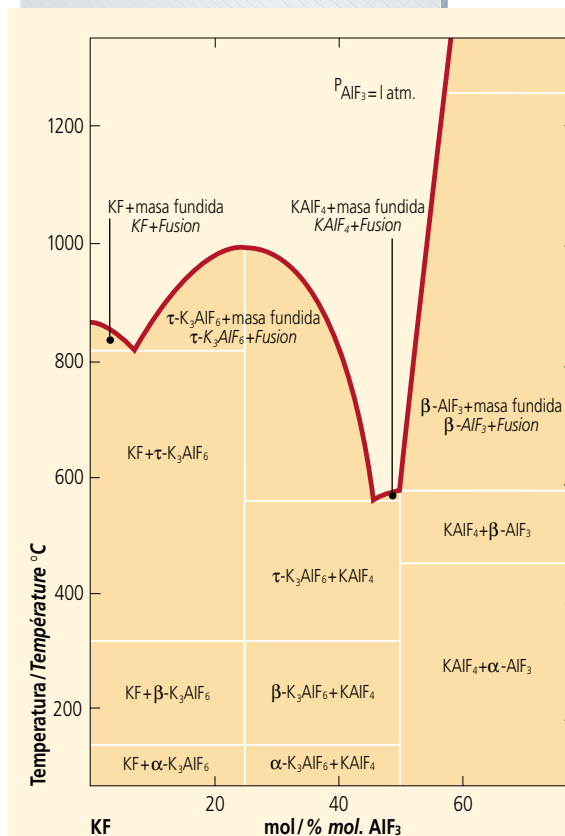
Comme le montre le diagramme ci-dessus, le flux NOCOLOK® est fabriqué en phase liquide à partir des matières premières $\text{Al}(\text{OH})_3$, HF et KOH.

Les tolérances de fabrication extrêmement sévères et les nombreuses procédures de contrôle qualité prévues (standards Alcan) permettent d'obtenir un flux d'une très bonne qualité et d'une consistance parfaite.

En fin de processus, on obtient une fine poudre blanche, essentiellement constituée d'un mélange de fluoroaluminates de potassium de formule générale $\text{K}_{1-3}\text{AlF}_{4-6}$ et contenant éventuellement de l'eau d'hydratation. A la température de fusion, ceci correspond au diagramme de phases $\text{KF} : \text{AlF}_3$ représenté ci-contre.

Diagrama de fases KF-AlF₃

Diagramme d'équilibre KF-AlF₃



Caractéristiques

Le mélange eutéctique en résultant présente un intervalle de fusion défini, compris entre 565 et 572 °C, qui se situe donc en dessous de la température de fusion du métal d'apport Al-Si (577 °C). Sa granulométrie évolue entre 2 et 50 μm . Une plus grande proportion de fines particules a été volontairement évitée afin de limiter le dégagement de poussière lors de la manipulation de la poudre tout en garantissant un bon pouvoir suspensif.

siduo, que es insoluble en agua y por eso no hace falta eliminarlo.

La importancia del fundente

En estado fundido el fundente elimina el óxido de la superficie del aluminio y evita la reoxidación. Además moja las áreas de unión de las piezas, así es que el agente de soldadura puede llegar por acción capilar a los puntos a soldar. Después de enfriarse el fundente queda como una capa fina fuertemente adherida sobre la superficie.

El proceso de soldadura fuerte

La aplicación del fundente

Antes de aplicar el fundente se limpia el intercambiador para eliminar los residuos grasos del proceso de conformación.

Después se aplica sobre las piezas sueltas o sobre el conjunto el NOCOLOK® Flux en forma de suspensión acuosa por barboteo, rociado o por inmersión. Se suele añadir un tensoactivo para facilitar la humectación y la formación de una capa uniforme del fundente. Agitando la suspensión se evita la sedimentación. Según la concentración del fundente, normalmente entre el 5 y el 25 %, se consigue la cantidad de fundente deseada sobre las piezas. El exceso de fundente, sobre todo en las partes inferiores de las piezas a unir, se elimina por un soplado con el fin de obtener una distribución uniforme.



Soldar con NOCOLOK® Flux en
en horno discontinuo

Brasure forte avec le flux NOCOLOK® en
four statique



Le flux NOCOLOK® est non hygroscopique et peu soluble dans l'eau (0,2 à 0,4%). C'est pourquoi la durée de stockage et de conservation du flux est illimitée. Le flux ne réagit avec l'aluminium ni à la température ambiante, ni à la température de fusion du métal d'apport, et ne devient réactif qu'une fois fondu (ou partiellement fondu). Après le brasage, il subsiste un résidu pratiquement insoluble dans l'eau, qu'il n'est pas nécessaire d'éliminer.

Le rôle du flux

Le flux en fusion débarrasse l'aluminium de la couche d'oxyde persistante qui le recouvre et empêche toute oxydation ultérieure. Le flux mouille les bords des pièces à assembler, attirant le métal d'apport dans le joint par capillarité. Après refroidissement, le flux subsiste sur les surfaces de contact sous forme d'une fine pellicule grise fortement adhérente.

Le procédé de brasure

Fluxage

Avant le fluxage, l'échangeur thermique est généralement soumis à un nettoyage destiné à éliminer les résidus de lubrifiant et d'huile de démoulage.

Puis, le fluxage des pièces seules ou assemblées est effectué par arrosage, pulvérisation ou immersion dans un bain de flux NOCOLOK® en suspension aqueuse. Celle-ci est habituellement additionnée d'un agent tensioactif favorisant le mouillage des pièces et l'étalement uniforme de la couche de flux. La suspension est agitée pour empêcher le flux de se déposer. La concentration de la suspension, qui se situe typiquement entre 5 et 25 %, détermine la charge de flux. On procède ensuite traditionnellement à un «soufflage» pour éliminer l'excédent de flux qui s'est accumulé sous la pièce traitée. L'objectif poursuivi est d'obtenir une répartition régulière du flux sur toute la pièce.

El secado

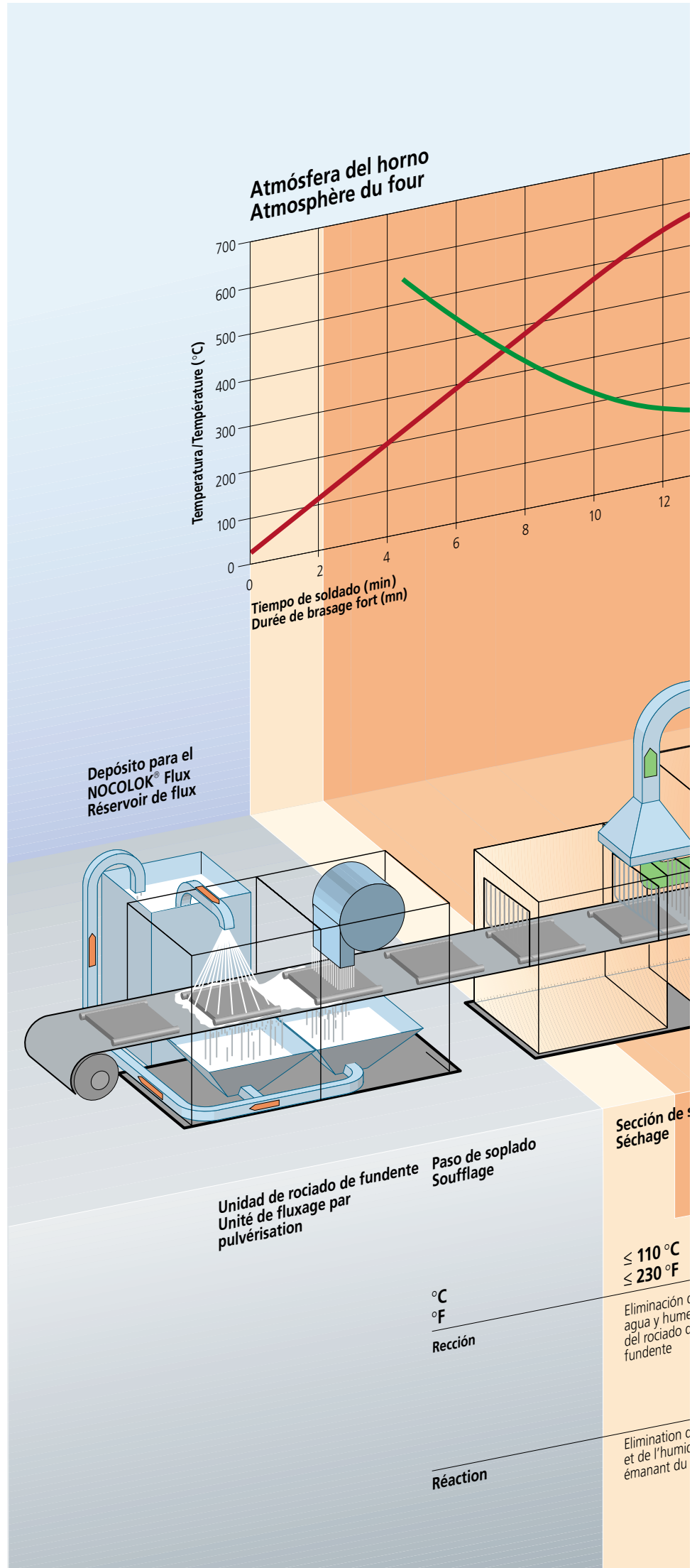
Después de la aplicación del fundente se secan las piezas a 200°C aproximadamente. Hay que tener cuidado de no sobrecalentar las piezas (>250°C) para evitar la formación de óxido de alta temperatura, el cual es difícil de eliminar con el NOCOLOK® Flux. El fin de ese secado es eliminar totalmente el agua antes de que la pieza entre en el horno. Debido a la escasa cantidad necesaria de fundente (aprox. 5 g/m²) no hay problemas con su adhesión sobre la superficie.

El proceso de soldadura

La soldadura con el NOCOLOK® Flux se efectúa bajo una atmósfera inerte, p.e. de nitrógeno, en hornos de carga discontinua o, más usual, en hornos-túnel en continuo (tal como indica el esquema).

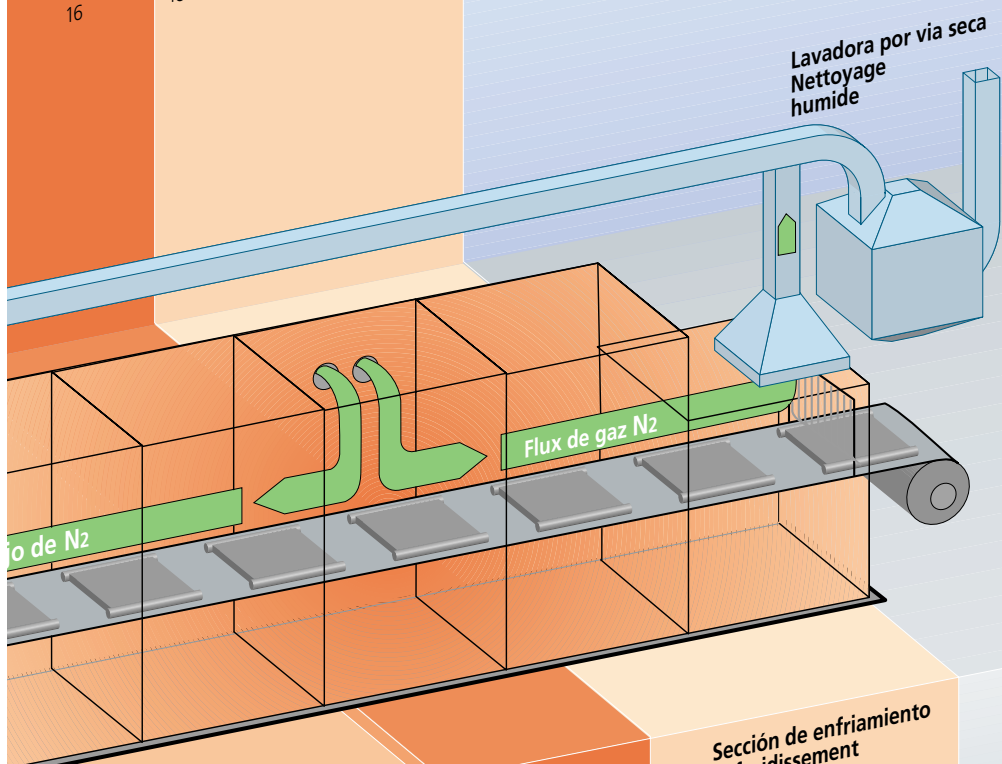
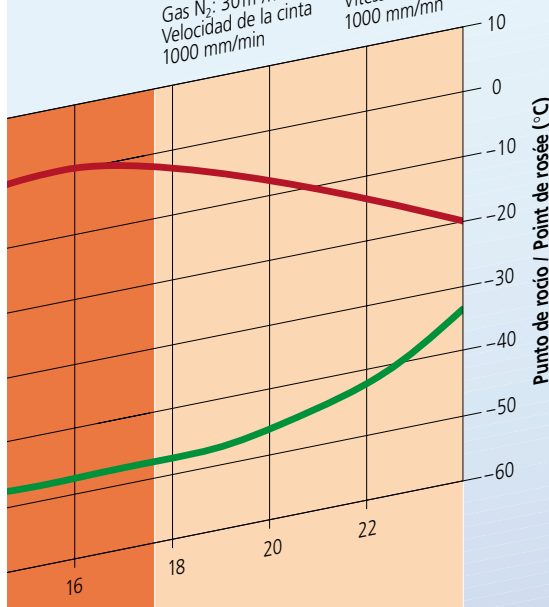
Sobre la zona de soldadura se introduce el nitrógeno, consiguiendo así un flujo hacia la entrada y la salida del horno y evitando la entrada de impurezas. De esta manera también se alcanza una atmósfera óptima en la zona más crítica del horno con un punto de rocío < -40°C y una concentración de oxígeno inferior a 100 ppm. Estas condiciones son necesarias para conseguir una soldadura óptima.

Entre 530 y 560°C se evapora una pequeña parte del KAlF₄, el cual puede reaccionar con humedad formando trazas de HF. Para minimizar esta reacción y para tener una buena atmósfera de soldadura hay que controlar bien el punto de rocío.



Gas N₂: 30m³/h
Velocidad de la cinta
1000 mm/min

Gaz N₂: 30m³/h
Vitesse de la bande :
1000 mm/min



<p>Sección de calentamiento Chauffage</p>	<p>Sección de soldar Brasage fort</p>	<p>Sección de enfriamiento Refroidissement</p>
<p>110–565 °C 230–1049 °F</p>	<p>577–605 °C 1070–1121 °F</p>	<p>Enfriamiento. Se solidifican la costura y el fundente, el cual queda como residuo sobre las piezas</p>
<p>Sección de calentamiento</p>	<p>El fundente NOCOLOK Flux se funde y elimina el óxido</p>	<p>Refroidissement. Le joint se solidifie et le flux se solidifie et reste sur la pièce sous forme de fine pellicule.</p>
<p>Chauffage</p>	<p>Le flux NOCOLOK fond et désoxyde l'Al</p>	<p>Le métal d'apport fond. Un joint brasé se forme entre les bords à assembler. Brasé se forme entre les bords à assembler.</p>

Séchage

Après le fluxage, la pièce est séchée à une température habituellement située aux environs de 200 °C. Toute surchauffe de l'échangeur thermique doit impérativement être évitée, une chaleur excessive (> 250 °C) pouvant conduire à la production d'oxydes spécifiques aux hautes températures sur des surfaces en aluminium. Or, le flux NOCOLOK® se prête mal au décapage de ces oxydes. Le séchage a pour but de débarrasser la pièce de toute l'eau absorbée lors du fluxage avant son entrée dans le four. La charge de flux nécessaire étant relativement faible (env. 5 g/m²), le pouvoir d'adhérence du flux est tout à fait suffisant.

Brasage

La brasure avec le flux NOCOLOK® s'effectue en atmosphère de protection gazeuse, par exemple de l'azote, dans des fours statiques ou, plus communément, dans des fours-tunnels continus, tel que celui représenté sur la figure ci-contre.

L'azote introduit dans la zone de brasage critique s'écoule en direction de l'entrée et de la sortie du four, ce qui empêche la pénétration d'impuretés venant de l'extérieur. Dans la zone de brasage critique, les pièces à assembler trouvent une atmosphère idéale: le point de rosée se situe à ≤ -40 °C, tandis que la concentration en O₂ reste inférieure à 100 ppm. Le respect de ces conditions est indispensable à l'obtention de résultats optimaux.

Des traces de KAlF₄ s'évaporent à une température comprise entre 530 et 560 °C. L'humidité présente dans le four peut réagir avec le KAlF₄ et libérer des traces de HF. Un bon contrôle du point de rosée s'avère nécessaire afin de limiter au maximum ce phénomène.

Los residuos del fundente

Después del enfriamiento quedan los residuos del fundente sobre las superficies en forma de una capa fina adherente con un espesor entre 1 y 2 µm. Esta capa no es ni higroscópica ni corrosiva e insoluble en agua. No hace falta tratamiento alguno antes del pintado con pinturas a base de agua o de disolventes. La capa no es corrosiva sino al contrario, mejora la resistencia a la corrosión. Tampoco se desprende durante un tratamiento térmico.

Metalúrgia

Las aleaciones básicas

Las aleaciones del aluminio se clasifican según sus componentes añadidos. Las denominaciones de la Aluminium Association (AA) se listan a continuación.

Sistema de denominación para aleaciones de forja del aluminio

Serie de aleación	Denominación o elemento añadido
1xxx	Con al menos el 99,00% de Aluminio
2xxx	Cobre
3xxx	Manganeso
4xxx	Silicio
5xxx	Magnesio
6xxx	Magnesio y silicio
7xxx	Zinc
8xxx	Otros elementos
9xxx	Serie no usada

La composición química de cada aleación AA es registrada en la Aluminium Association, de las cuales algunas figuran más abajo:

Ejemplos de aleaciones del aluminio con sus valores límites en % en peso* Exemples de teneurs-type des alliages d'aluminium (pourcentage massique)*

Número AA de la aleación Nuance d'alliage AA	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Cr	otros /Autres	
								c.u./resp.	total
1100	0,95	(Si + Fe)	0,05 – 0,20	0,05	–	0,10	–	0,05	0,15
1435	0,15	0,30 – 0,50	0,02	0,05	0,05	0,10	–	0,03	0,03
3003	0,60	0,70	0,05 – 0,20	1,00 – 1,50	–	0,10	–	0,05	0,15
3005	0,60	0,70	0,30	1,00 – 1,50	0,20 – 0,60	0,25	0,10	0,05	0,15
6063	0,20 – 0,60	0,35	0,10	0,10	0,45 – 0,90	0,10	0,10	0,05	0,15

* máximo sino es representado como rango / maximum, lorsqu'il ne s'agit pas d'une fourchette

Résidus de flux

Après refroidissement, le flux subsiste sur la pièce sous forme d'une fine pellicule cohérente d'une épaisseur de l'ordre de 1 à 2 µm. Cette pellicule non hygroscopique et non corrosive n'est pas soluble en milieu aqueux. Aucun traitement de surface n'est nécessaire avant peinture avec des laques diluables dans l'eau ou organiques. La couche de flux résiduelle renforce la résistance à la corrosion. Elle ne s'écaille pas en cas de traitement thermique.

Métallurgie

Alliages de base

La classification des alliages d'aluminium s'effectue d'après leurs éléments d'addition. Les désignations de l'Association de l'Aluminium (AA) figurent dans le tableau ci-dessous:

Système de désignation des alliages d'aluminium corroyés

Groupe d'alliage	Désignation ou élément d'alliage
1xxx	Aluminium de teneur ≥ 99 %
2xxx	Cuivre
3xxx	Manganèse
4xxx	Silicium
5xxx	Magnésium
6xxx	Magnésium et silicium
7xxx	Zinc
8xxx	Autres éléments d'alliage
9xxx	Groupe non utilisé

La composition chimique de chaque alliage AA est enregistrée par l'Association de l'Aluminium. Quelques exemples sont énumérés ci-après:

Muchas de estas aleaciones básicas son compatibles con el procedimiento del NOCOLOK® Flux. Aleaciones, como p.e. la AA 3003 y la AA 3005, se usan generalmente como material para intercambiadores de calor que se pueden soldar con el NOCOLOK® Flux.

El magnesio

Para conseguir una mayor resistencia y una mejor transformabilidad se añade el Mg a ciertas aleaciones. No obstante, para el proceso con el NOCOLOK® Flux no se debe sobrepasar el 0,5% de Mg. Un contenido superior al 0,5% reduce la soldabilidad en hornos, ya que el NOCOLOK® Flux no puede disolver totalmente los óxidos de magnesio que se forman en la superficie de aleaciones ricas en Mg.

Además, el magnesio puede difundir a la superficie de la aleación durante el proceso y reaccionar con el fundente, cambiando a la vez su composición y su eficacia. Un calentamiento más rápido y una mayor cantidad de fundente, como se aplican en la soldadura a la llama, permiten una concentración de Mg algo mayor.

Las aleaciones plaqueadas

Como ya se dijo anteriormente, el aluminio plaqueado se compone de una aleación básica, plaqueada en una o ambas caras con una aleación Al-Si con un punto de fusión más bajo. Estas capas delgadas importan aprox. entre un 5 y un 10% del espesor de la chapa.

Chapa de soldadura, plaqueada en ambas caras

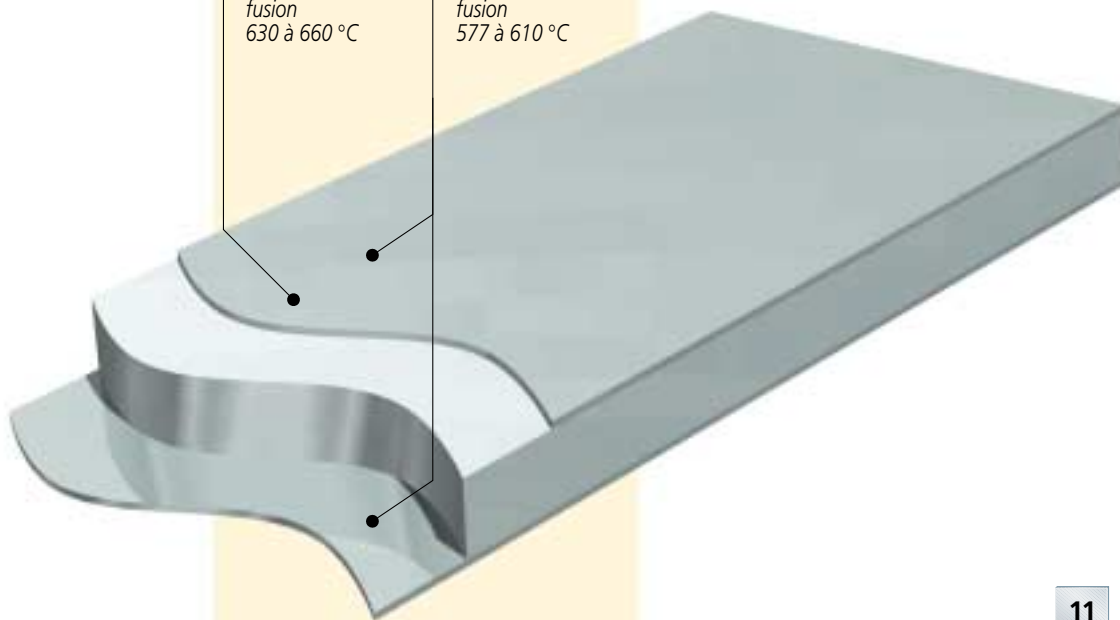
Tôle à braser plaquée sur les deux faces

Aleación básica,
punto de fusión:
630 – 660 °C

Alliage de base
Intervalle de
fusion
630 à 660 °C

Plaquéado en Al-Si,
punto de fusión:
577 – 610 °C

Placage Al-Si
Intervalle de
fusion
577 à 610 °C



Le procédé de brasure NOCOLOK® est compatible avec un grand nombre de ces alliages de base. Des alliages comme les nuances AA 3003 et AA 3005, pour ne citer que celles-ci, servent communément de matériau de base pour l'assemblage des échangeurs thermiques par brasure avec le flux NOCOLOK®.

Magnésium

Afin d'accroître la résistance et d'améliorer les caractéristiques d'usinage, certains alliages sont additionnés de Mg. Une teneur en Mg de 0,5% ne devrait toutefois pas être dépassée pour la brasure avec le flux NOCOLOK® sous peine de réduire l'aptitude au brasage au four. L'action décapante du flux NOCOLOK® sur les oxydes de magnésium qui se forment à la surface d'alliages contenant du Mg est en effet limitée.

En outre, le magnésium peut diffuser à la surface de l'alliage lors du brasage et réagir avec le flux, modifiant ainsi la composition et l'efficacité de celui-ci. Un chauffage rapide et des charges de flux accrues, comme pour la brasure à la flamme, autorisent des concentrations en Mg légèrement plus fortes.

Alliages de placage

Comme décrit précédemment, l'aluminium plaqué de métal d'apport est constitué d'un alliage de base revêtu sur un ou les deux côtés d'un alliage d'aluminium-silicium (Al-Si) fondant à une température plus basse. Cette fine couche représente environ 5 à 10% de l'épaisseur totale de la tôle plaquée.

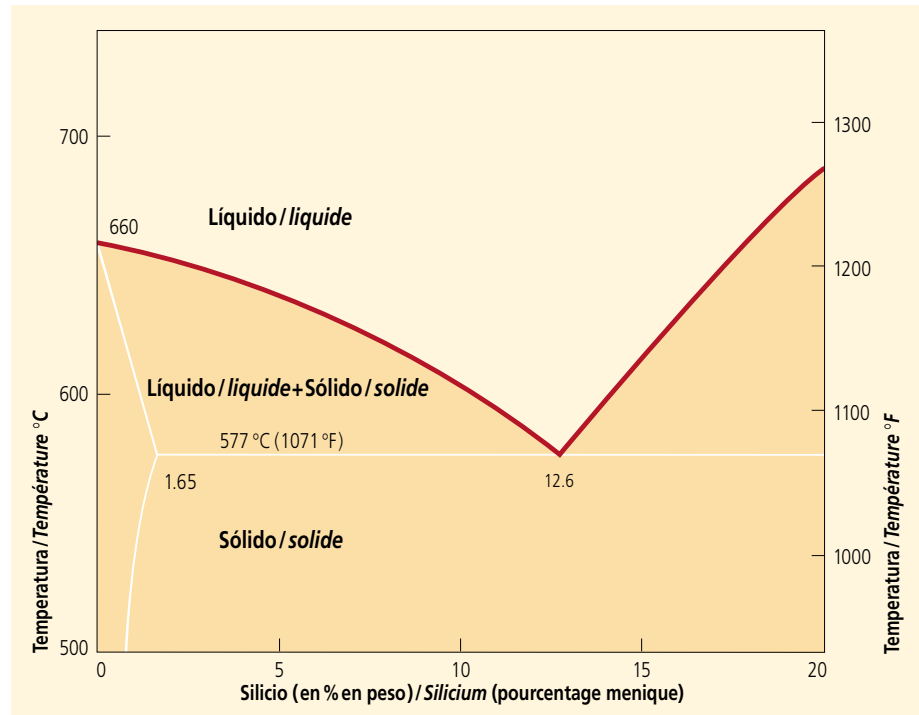
El diagrama de fases

Con adición de silicio al aluminio baja el punto de fusión de este último. Este fenómeno se puede ver claramente en el diagrama de fases representado al lado.

La composición eutéctica, con el punto de fusión más bajo, contiene el 12,6% de silicio. El punto de fusión de esta aleación es de 577°C. Con menor porcentaje de Si, la aleación también empieza a fundirse a 577°C, pero, no se derrite completamente hasta una temperatura más alta (zona de fusión). En esta zona, el material existe parcialmente en estado líquido y parcialmente en estado sólido. Según la composición de la aleación, esta zona varía y determina así las diferentes agentes de soldadura. Aleaciones comerciales contienen entre el 6,8 y el 13% de silicio.

Las aleaciones de soldadura

El AA 4343 es un agente de soldadura corriente. No obstante, si se requiere costuras más anchas o temperaturas de soldadura más bajas, es preferible utilizar el AA 4045. La elección en cada caso depende naturalmente de la aplicación específica.



Lado del aluminio del diagrama de fases Al-Si

Côté aluminium du diagramme de phases Al-Si

Diagramme de phases

L'addition de Si abaisse la température de fusion de l'aluminium. Ce phénomène est représenté sur le diagramme de phases Al-Si ci-contre.

La composition eutectique, c'est-à-dire la proportion de Si nécessaire pour obtenir le point de fusion le plus bas, est de 12,6%. Le point de fusion se situe alors à 577°C. Avec des proportions de Si plus faibles, le solidus, c'est-à-dire la température de début de fusion, est également de 577°C. La fusion proprement dite intervient toutefois dans une fourchette de températures, au-delà de laquelle le métal d'apport est entièrement fondu (liquidus). Dans l'intervalle solidus/liquidus, le métal d'apport n'est que partiellement fondu: il se présente donc tant sous forme liquide que solide. L'intervalle de fusion est un paramètre fondamental pour les différents types de métal d'apport. Les alliages d'apport usuels contiennent entre 6,8 et 13% de Si.

Aleaciones del plaquado para agentes de soldadura fuerte para el aluminio

Alliages d'apport pour la brasure forte de l'aluminium

Aleación <i>Alliage</i>	AA-4343	AA-4045	AA-4047
% nominal de Si <i>% Si nominal</i>	7.5	10.0	12.0
Comienzo de fusión °C <i>Début de la fusion °F</i>	577 1071	577 1071	577 1071
Totalmente fundido °C <i>Fusion complète °F</i>	613 1135	591 1095	582 1080
Zona de soldadura recomendada °C <i>Plage de températures recommandée °F</i>	593 – 621 1100 – 1150	588 – 604 1090 – 1120	582 – 604 1080 – 1120

Alliages d'apport

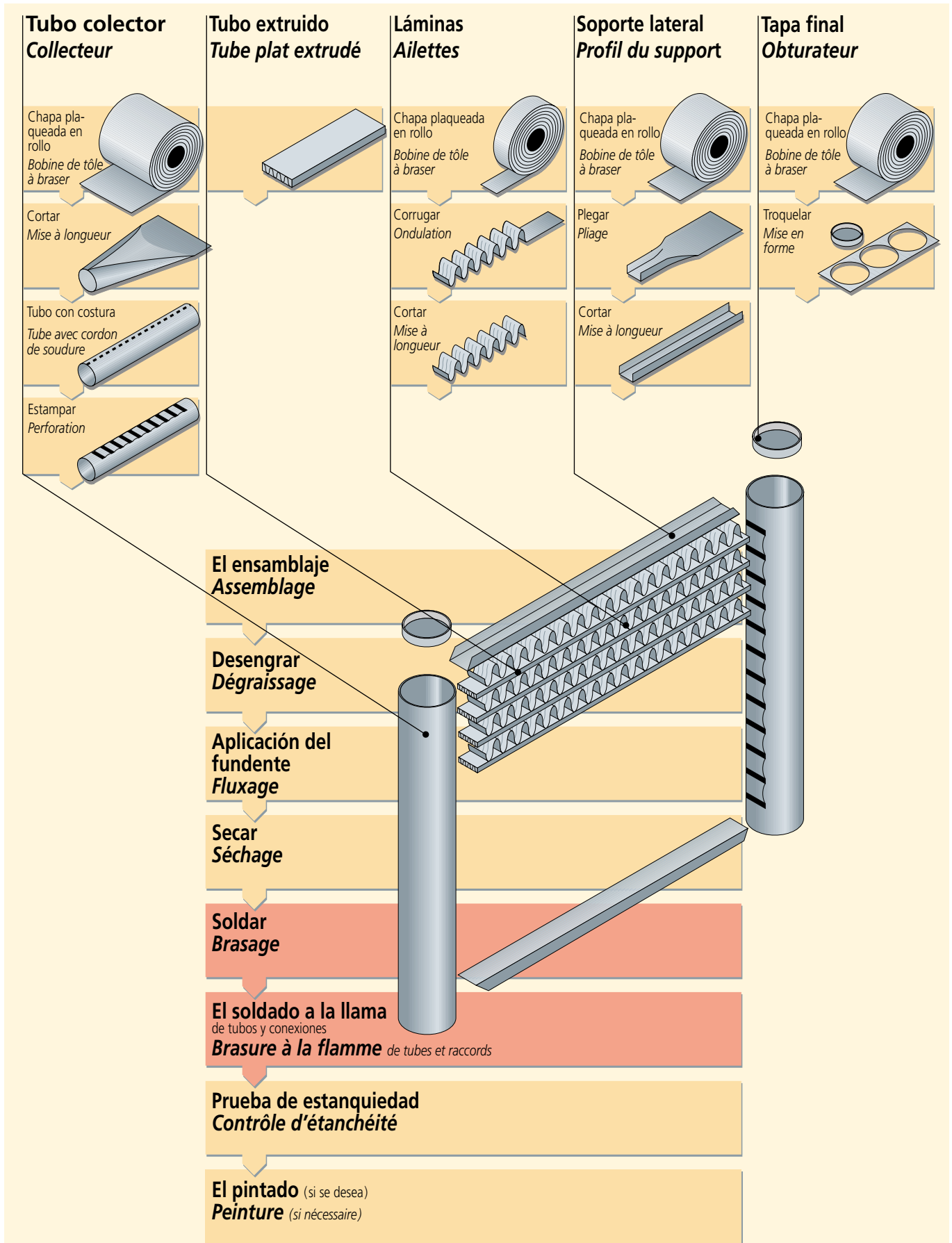
La nuance AA 4343 est un métal d'apport communément utilisé pour la brasure forte. Toutefois, si les joints doivent être plus épais ou si la température de brasage doit être plus basse, il est préférable d'utiliser la nuance AA 4045. Ce choix dépend bien sûr des conditions d'application spécifiques.

La producción

Los elementos principales de un proceso de fabricación típico de un condensador figuran aquí.

Production

Les principaux éléments intervenant dans un processus de production typique sont figurés ci-dessous à l'exemple d'un condensateur.



Sumario

El procedimiento de soldadura fuerte NOCOLOK® Flux es un método ideal para la fabricación de toda clase de intercambiadores en aluminio a gran escala. El fundente y sus residuos no son ni corrosivos ni higroscópicos. El NOCOLOK® Flux se aplica simplemente por barboteo, por rociado o por inmersión. Este paso es de fácil control. Las piezas soldadas son apropiadas para el pintado u otros tratamientos de la superficie si se desea mayor resistencia a la corrosión. El procedimiento de soldadura NOCOLOK® Flux es el método preferido para la fabricación de piezas en la industria del automóvil y en la industria general, ya que admite formas complejas, una producción en continuo y una gran variedad de aleaciones.

Profesionales de la química del flúor

En Solvay Fluor und Derivate GmbH somos especialistas internacionalmente reconocidos de la química del flúor. El nombre representa un equipo de químicos y técnicos excelentes que se dedica enteramente a la química del flúor. También significa una fuerte técnica de aplicación que se enfrenta a cualquier problema y lo resuelve en colaboración con nuestros clientes.

Y por último representa un marketing mundial y distribución y venta de una amplia gama de productos fluorados y especialidades.



Fluoruros-Solvay - una calidad constante según DIN ISO 9001 basada en un control de proceso y de la producción.

El NOCOLOK® Flux se fabrica bajo la licencia de la Alcan International Ltd., Canadá, en nuestra fábrica de Bad Wimpfen.

Les fluorés Solvay: qualité constante en conformité à DIN ISO 9001 grâce à un contrôle permanent des processus et des produits. Le flux NOCOLOK® est fabriqué sous licence de la société Alcan International Ltd, Canada, dans notre usine de Bad Wimpfen.



Résumé

Le procédé de brasure avec le flux NOCOLOK® est le plus performant pour l'assemblage à grande échelle d'échangeurs thermiques en aluminium. Le flux et ses résidus ne sont ni corrosifs ni hygroscopiques. Le fluxage par arrosage, pulvérisation ou immersion est particulièrement aisé et la charge de flux extrêmement facile à contrôler. Les pièces brasées se prêtent à la mise en peinture ou à d'autres traitements de surface. En raison de la complexité des formes des différents produits, de la nécessité d'une production continue et de la grande diversité des alliages compatibles, la brasure forte avec le flux NOCOLOK® est le procédé de prédilection pour l'assemblage d'éléments en aluminium. Il est notamment utilisé dans le domaine de la construction automobile et d'autres applications industrielles.

Les spécialistes de la chimie du fluor

Solvay Fluor und Derivate GmbH : une société qui jouit d'une grande renommée internationale dans le domaine de la chimie du fluor et, qui s'appuie sur une équipe de chimistes et de techniciens compétents, dont l'objectif est de faire progresser la chimie du fluor. Une société qui dispose d'une assistance technique à la clientèle expérimentée lui permettant de relever tous les défis et de résoudre, en étroite collaboration avec les clients, tous les problèmes susceptibles de se présenter. Une société enfin, qui se distingue par son marketing international et par la distribution d'une palette importante de composés fluorés et de spécialités.

