

1 - INTRODUCCIÓN

El brasaje de tubos es una etapa que hace parte del procedimiento de instalación de compresores en nuevos productos o del procedimiento de cambio de compresores cuando de la manutención de un sistema de refrigeración. La buena calidad de los brasajes es de fundamental importancia para evitar eventuales reprocesos debidos a pérdidas y/o obstrucciones en los puntos de brasaje.

2 - BRASAJE OXIACETILÉNICA

2.1 NATURALEZA DE LA LLAMA

La fuente de calor en este proceso es de origen químico, formado por dos gases:

- Oxígeno: gas que activa la combustión (comburente)
- Acetileno: gas combustible

La mezcla oxiacetilénica es alcanzada por la combinación de dos gases (oxígeno y acetileno) por medio de un soplete donde, después de la ignición, se obtiene la llama.

La temperatura máxima de una llama oxiacetilénica es de aproximadamente 3100 °C. en las proximidades de la extremidad del dardo, como presenta la figura 1.

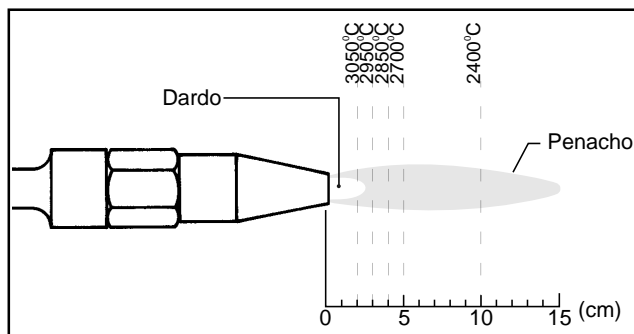


FIG. 1 - TEMPERATURAS DE COMBUSTIÓN EN LAS DIFERENTES ZONAS DE LA LLAMA.

2.2 REGLAJE DE LA LLAMA

En el proceso de brasaje oxiacetilénica existen tres (3) tipos básicos de llama:

2.2.1 LLAMA NEUTRA

Es obtenida por medio de la mezcla de volúmenes iguales de oxígeno y acetileno y se caracteriza por ser una llama destructora de los óxidos metálicos que pueden formarse en el transcurso del brasaje. Debe ser usada para brasaje de pasadores de cobre con tubos de cobre.

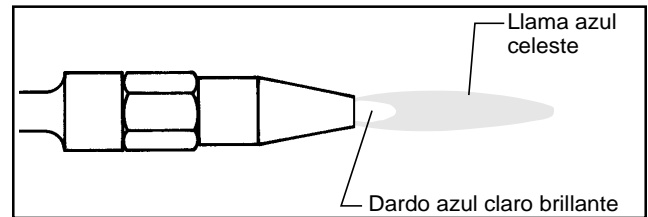


FIG. 2 - CARACTERÍSTICAS VISUALES DE LA LLAMA NEUTRA

2.2.2 LLAMA OXIDANTE

Es una llama obtenida por una mezcla con exceso de oxígeno y se caracteriza por ser una llama más caliente que la llama neutra. Es indicada para el brasaje de latón.

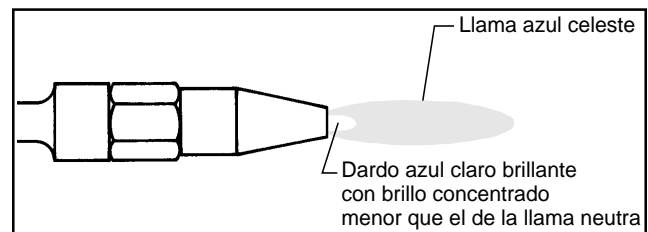


FIG. 3 - CARACTERÍSTICAS VISUALES DE LA LLAMA OXIDANTE

2.2.3 LLAMA REDUCTORA O CARBURANTE

Se trata de una llama con exceso de acetileno, menos caliente que la llama neutra - es recomendada para el brasaje de aluminio y sus aleaciones y para el brasaje de pasadores de acero cobrizado con tubos de acero o pasadores de acero cobrizado con tubos de cobre y viceversa.

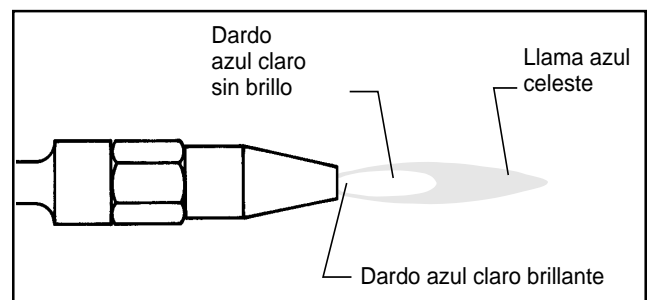


FIG. 4 - CARACTERÍSTICAS VISUALES DE LA LLAMA REDUCTORA

2.3 ACCIÓN DE CAPILARIDAD

Este es el fenómeno por lo cual el material de adición entra en la unión a ser brasada, por la atracción de las moléculas del material base.

Después del calentamiento adecuado, el material de adición se funde y tiene tendencia a siempre fluir para el punto más caliente de la unión calentada, pero esto sólo ocurre cuando:

- La superficie a ser brasada está limpia
- La holgura entre las partes a ser brasadas está correcta

- La área de las partes a ser brasadas está suficientemente calentada para fundir el material de adición.

2.4 HOLGURA E INTRODUCCIÓN DE LOS TUBOS

La holgura entre los tubos a ser brasados, bien como el largo mínimo a ser introducido para garantizar un brasaje perfecto, deben ser según mostrado en la figura 5.

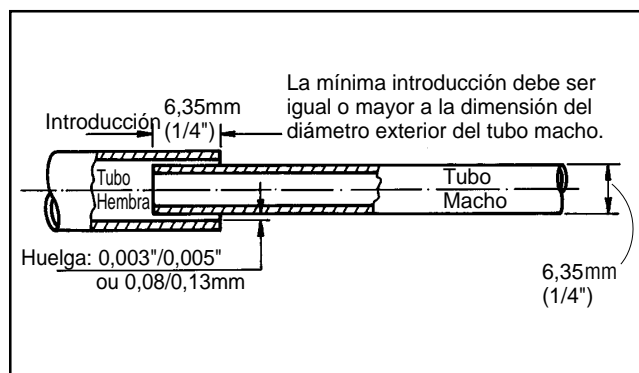


FIG. 5 - HOLGURA E INTRODUCCIÓN DE LOS TUBOS

2.5 LIMPIEZA DE LA TUBULACIÓN A SER BRASADA.

Los tubos a ser brasados deben estar libres de aceite, engrase, oxidación, pintura o cualquier otra substancia que pueda perjudicar la unión de los materiales. Cuidado especial debe ser tomado cuando sea necesario utilizar flujos para facilitar el brasaje. Se recomienda utilizar los flujos en forma de polvo y en la menor cantidad posible pues los mismos, bien como los flujos pastosos, pueden constituirse en fuentes de contaminación del sistema de refrigeración con consecuencias indeseables, tal como la obstrucción del tubo capilar. Este riesgo es mayor en sistemas que utilizan el R 134a una vez que el flujo, u otros agentes alcalinos, puede reaccionar con el aceite éster y generar la formación de sales que se depositan en el capilar. El flujo de brasaje tiene la siguiente finalidad:

- Limpiar las superficies a ser brasadas
- Desoxidar las superficies a ser brasadas
- Facilitar la penetración del material de adición

2.6 PRECALENTAMIENTO

Para una mayor y mejor homogeneidad en el brasaje con soplete, se debe garantizar el precalentamiento en toda la superficie y profundidad de inserción de la pieza. En el caso de una superficie plana, el precalentamiento debe ser realizado con movimientos circulares dirigiendo la llama sobre toda la área a ser brasada.

En la figura 6, podemos ver un ejemplo de las temperaturas medidas sobre una pieza cuando se varía la distancia de la punta del dardo hasta la misma, usándose una llama constante del tipo carburante.

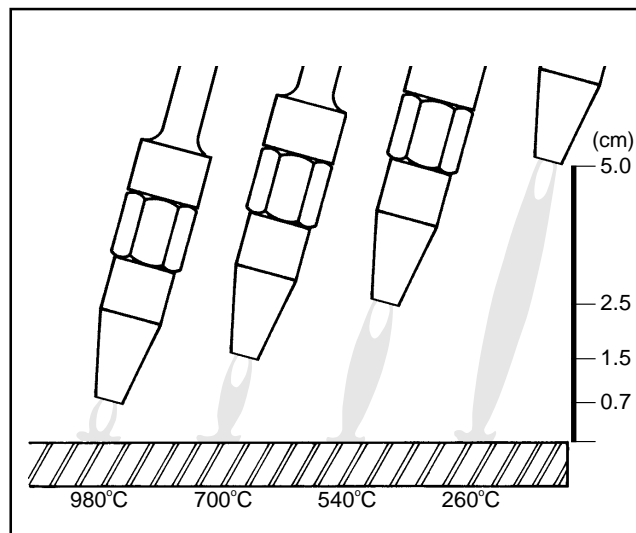


FIG. 6 - TEMPERATURA X DISTANCIA DEL DARDO HASTA LA PIEZA

En la refrigeración, donde es común el brasaje en tubulaciones, el precalentamiento con soplete convencional se torna inadecuado del punto de vista de calidad y productividad. En este caso, se recomienda utilizar el tipo de soplete mostrado en la figura 7. Además de una mayor productividad, la utilización de este tipo de soplete proporciona las siguientes ventajas:

- Precalentamiento más rápido y uniforme
- Menor movimentación con el soplete durante el brasaje
- Mayor fluidez y por lo tanto mayor penetración del material de adición.

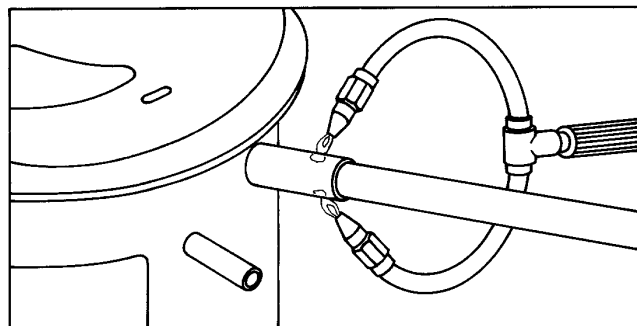


FIG. 7 - SOPLETE PARA BRASAJE EN TUBULACIONES

IMPORTANTE: El brasaje de compresores con pasadores de cobre requiere un cuidado adicional bien como un procedimiento específico con respecto al precalentamiento. Informaciones adicionales constan en el ítem 3.2.2.

3 - PROCESOS DE BRASAJE EN SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN

3.1 PASADORES DE ACERO COBRIZADO CON TUBOS DE COBRE O ACERO

3.1.1 MATERIAL DE ADICIÓN/FLUJO DE BRASAJE Y REGLAJE DE LA LLAMA

Para este tipo de brasaje son usadas varillas de solda plata con el tenor de plata variando de 50 a 25%, todas debiendo presentar alta fluidez. En este caso, es necesario trabajar con la ayuda de flujo. Sin embargo, se recomienda usar siempre la menor cantidad posible y dar preferencia a los flujos en la forma de polvo, una vez que los flujos pueden constituirse en una fuente de contaminación del sistema de refrigeración.

Este tipo de brasaje requiere llama carburante o reductora (con un pequeño exceso de acetileno).

3.1.2 SECUENCIA DEL BRASAJE

3.1.2.1 Certificar que la tubulación a ser brasada está libre de engrase, aceite, óxidos o cualquier otra sustancia que pueda perjudicar la unión de los materiales.

3.1.2.2 Antes de calentar los tubos, aplique flujo sobre el local a ser brasado.

3.1.2.3 Caliente uniformemente el tubo macho y el tubo hembra, sin incidir la llama directamente sobre la región que posee flujo, movimentando la llama del punto A al punto B y viceversa. (Fig. 8).

OBSERVACIÓN: Calentar el tubo de acero con una temperatura un poco mayor que la usada con tubo de cobre.

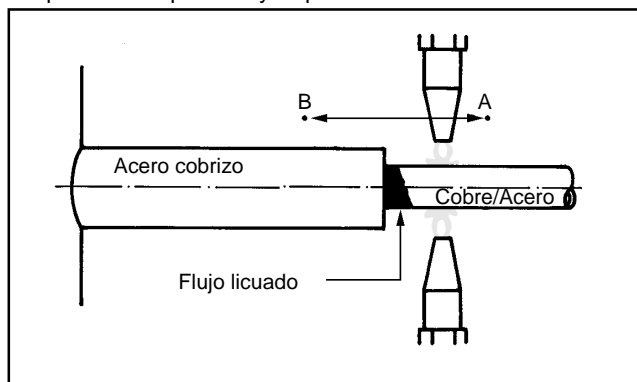


FIG. 8

3.1.2.4 Inmediatamente después de haber calentado los tubos y licuado el flujo, apoye la punta de la varilla de soldadura pre calentada en el pasador, junto al local a ser brasado.

OBSERVACIÓN: No fuerze la varilla contra el punto a ser brasado, simplemente manténgala apoyada y déjela fundir.

3.1.2.5 Así que el material de adición funda, movimiente el soplete del punto A al punto B y viceversa, hasta que la solda penetre entre los tubos (Fig. 9).

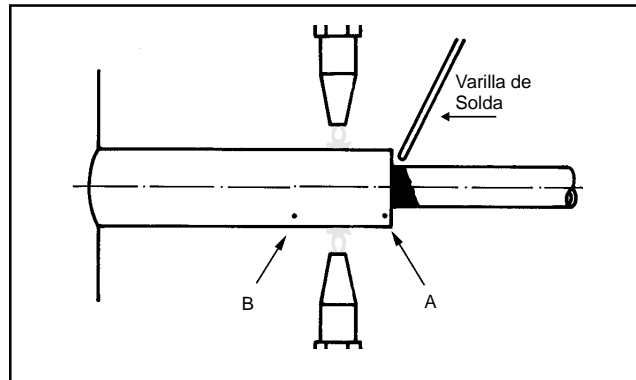


FIG. 9

IMPORTANTE: Nunca dirigir la llama directamente sobre la varilla. Deje que ella funda por la transmisión de calor de los tubos.

3.1.2.6 Retire la llama del local de brasaje y mantenga la varilla apoyada al punto de brasaje, durante algunos segundos (mientras la temperatura en el local sea suficiente para fundir el material de adición).

3.1.2.7 El aspecto del brasaje debe ser de acuerdo con lo mostrado en la figura 10.

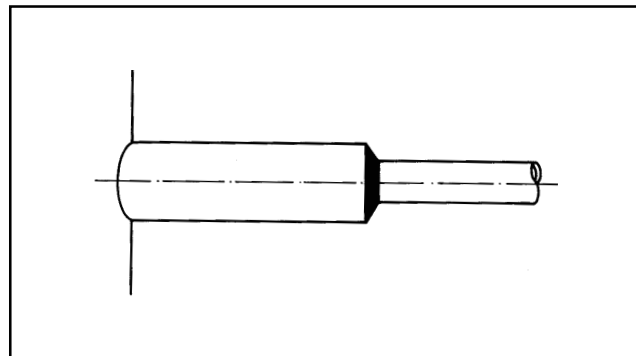


FIG. 10

3.1.2.8 En caso de sospecha o identificación de poros, caliente nuevamente movimentando el soplete del punto A al punto B y viceversa (ver Fig. 9). Si necesario, acrecente lo mínimo posible de material de adición.

3.2 PASADORES DE COBRE CON TUBOS DE COBRE

3.2.1 MATERIAL DE ADICIÓN/FLUJO DE BRASAJE Y REGLAJE DE LA LLAMA

Para este tipo de brasaje pueden ser usadas varillas de solda plata con tenor de plata variando de 15 a 5% o varillas a base de cobre-fósforo (ex. Phoscooper), todas debiendo presentar alta fluidez. No hay necesidad del uso de flujos para este tipo de brasaje. El reglaje de la llama debe ser neutro.

3.2.2 CUIDADOS A SEREN TOMADOS EN EL BRASAJE DE PASADORES DE COBRE

Durante el proceso de brasaje de los pasadores de cobre, mucho cuidado debe ser tomado para no comprometer la solda de los pasadores junto al cuerpo del compresor, evitando así posibles pérdidas. Para esta finalidad, la llama debe ser direccionada en el sentido opuesto al compresor y debe incidir de manera más intensa en la extremidad del tubo hembra (6 mm finales), según mostrado en la figura 11. La llama adecuada es la neutra y la varilla de solda según especificado en el ítem 3.2.1. **Por lo tanto, evite direccionar la llama sobre la parte brasada al cuerpo del compresor** y efectúe el precalentamiento del pasador solamente en la área próxima a su extremidad.

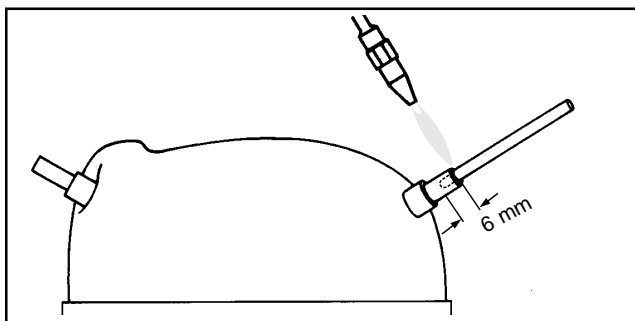


FIG. 11 - CUIDADOS EN EL BRASAJE CON PASADORES DE COBRE

IMPORTANTE: Evite que la tubulación a ser brasada quede contención pues en esta situación hay una gran probabilidad de ocurrencia de fisuras en el tubo de cobre y en el propio material de adición.

3.2.3 SECUENCIA DE BRASAJE

3.2.3.1 Certificar que la tubulación a ser brasada esté libre de aceite, engrase, óxidos, pintura o cualquier otra substancia que pueda perjudicar la unión de los materiales. El precalentamiento de los pasadores debe seguir las recomendaciones que constan en el ítem 3.2.2.

3.2.3.2 Caliente uniformemente el tubo macho y el tubo hembra hasta que alcancen la temperatura ideal para el brasaje, movimientando la llama del punto A para el B y viceversa (Fig. 12).

3.2.3.3 Apoye la punta de la varilla de material de adición en el local a ser brasado.

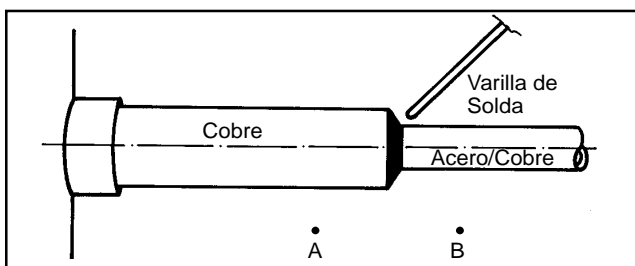


FIG. 12

OBSERVACIÓN: No fuerze la varilla contra el punto a ser brasado, simplemente manténgala apoyada y déjela fundir hasta que el material de adición penetre totalmente entre el tubo macho y el tubo hembra.

IMPORTANTE: Nunca dirigir el soplete directamente sobre la varilla. Deje que ella funda por la transmisión de calor de los tubos.

3.2.3.4 Retire la llama del local del brasaje y mantenga la varilla apoyada al punto del brasaje, durante algunos segundos (mientras la temperatura en el local sea suficiente para fundir el material de adición).

3.2.3.5 En caso de sospecha o identificación de poros, caliente nuevamente movimientando el soplete del punto A al punto B y viceversa (ver Fig. 9). Si es necesario, acrecente lo mínimo posible de material de adición.

3.3 PASADORES DE COBRE CON TUBO DE ACERO

El material de adición, flujo de brasaje, reglaje de la llama y secuencia de brasaje siguen las mismas orientaciones que constan en el ítem 3.1.

Sin embargo, atención especial debe ser dada a los cuidados a ser tomados en el brasaje de pasadores de cobre, según mencionado en el ítem 3.2.2.

4 - FALLAS COMUNES EN EL BRASAJE

4.1 FALTA DE PENETRACIÓN DEL MATERIAL DE ADICIÓN

Este tipo de falla generalmente es observado cuando el soplete es direccionado solamente a la unión a ser brasada, no proporcionando un calentamiento de la región vecina a la misma. Los tubos no calentados adecuadamente perjudican la acción de capilaridad del material de adición que se funde solamente donde la llama fue aplicada (Fig. 13).

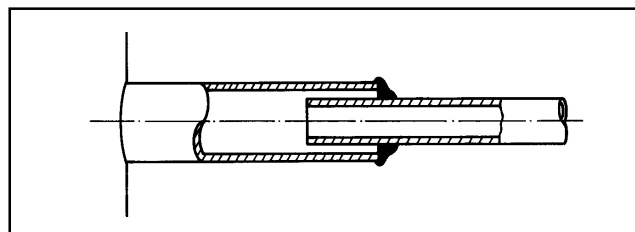


FIG. 13 - FALTA DE PENETRACIÓN DEL MATERIAL DE ADICIÓN

4.2 OBSTRUCCIÓN DE LA TUBULACIÓN

Esta falla ocurre por uso excesivo de material de adición y es generalmente acompañada por situaciones de holgura excesiva entre los tubos a ser brasados, introducción insuficiente entre los tubos o mala distribución del calor.

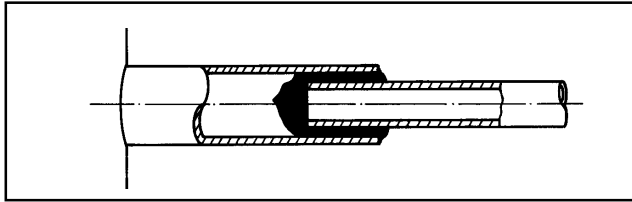


FIG. 14 - OBSTRUCCIÓN DE LA TUBULACIÓN

4.3 QUIEBRA, FRAGILIZACIÓN Y POROSIDAD

Estas tres fallas son generalmente causadas por el calentamiento excesivo de la tubulación a ser brasada.

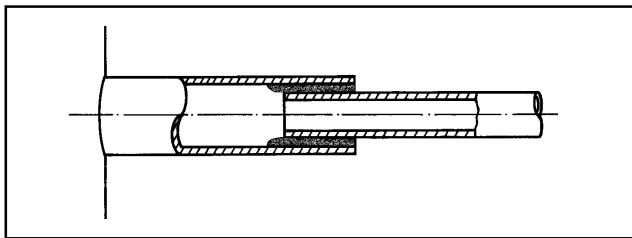


FIG. 15 - POROSIDAD

4.4 UTILIZACIÓN DE LLAMA INADECUADA

Este ítem es muy importante y de gran influencia en el resultado final del brasaje.

El mal reglaje de la llama puede resultar en precalentamiento inadecuado, encrudecimiento o fusión de los tubos, mala distribución del calor, baja fluidez y mala adherencia del material de adición.

Estos aspectos resultan en mala apariencia del brasaje, bien como fragilización del metal base y porosidad.

Para un reglaje correcto de la llama, y su aplicación para cada tipo de material a ser brasado, ver el ítem 2.2.

IMPORTANTE: La aplicación de material de adición en exceso no mejora la resistencia del brasaje, solamente aumenta el consumo de material, oxígeno y acetileno y reduce la productividad del soldador.

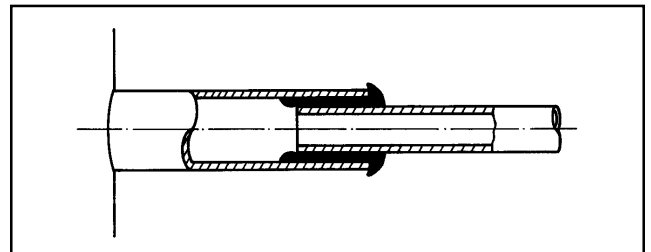


FIG. 16 - BRASAJE CON EXCESO DE MATERIAL DE ADICIÓN

Caso necesite informaciones adicionales, consulte nuestro equipo de ventas por los teléfonos/fax abajo:



Empresa Brasileira de Compressores S.A.

Embraco North America, Inc.
1725 Corporate Drive, Suite 300
Norcross - GA - USA - 30093
Phone: 001 770 931 0508
Fax: 001 770 931 3627 - 001 800 462 1038

Rua Rui Barbosa, 1020 - Cx. Postal 91
Fone: (047) 441-2121
Fax: (047) 441-2766 - Telex: 475 732
89219-901 - Joinville - Santa Catarina - Brasil

Embraco Europe S.r.l.
Via Buttigliera 6
Riva presso Chieri (Torino) - Italy
Phone: 0039 11 9437 111
Fax: 0039 11 946 8377/946 9950
P.O. Box 151 - 10020