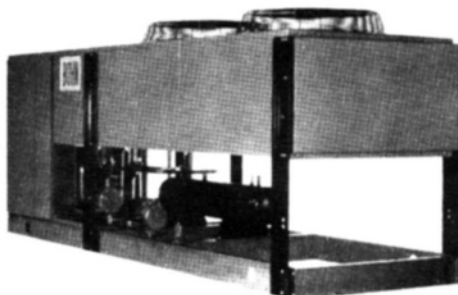
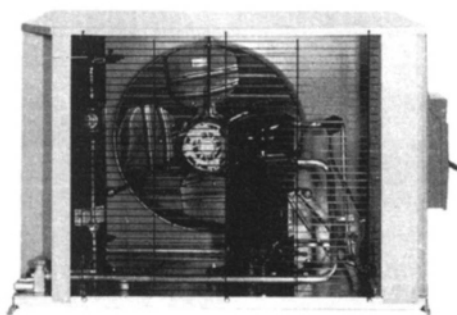
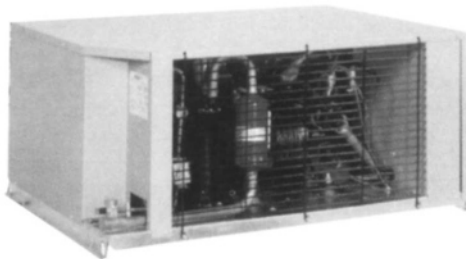
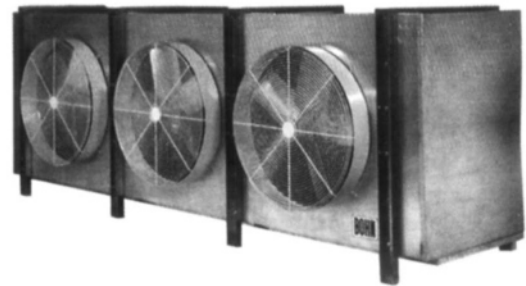
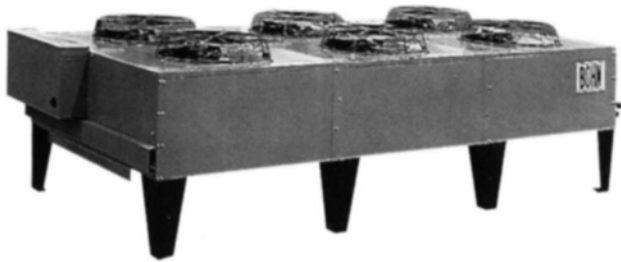




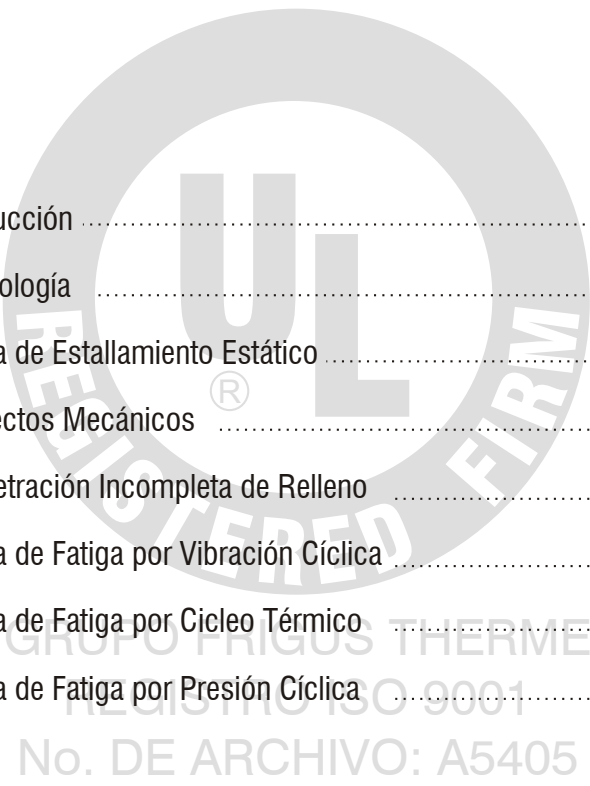
El Estándar del Frío

BOLETIN DE INGENIERIA DE APLICACION



INVESTIGACION SOBRE TECNICAS DE UNIONES EN COBRE CON LOS REFRIGERANTES FUTUROS POR ARI Y CDA

TEMA	PAG.
• Introducción	2
• Metodología	2
• Prueba de Estallamiento Estático	3
Defectos Mecánicos	3
Penetración Incompleta de Relleno	3
• Prueba de Fatiga por Vibración Cíclica	3
• Prueba de Fatiga por Ciclo Térmico	3
• Prueba de Fatiga por Presión Cíclica	3



Investigación Sobre Técnicas de Uniones en Cobre con los Refrigerantes Futuros por ARI y CDA

Nota: El siguiente artículo apareció en el boletín informativo del Instituto de Refrigeración y Aire-Acondicionado (ARI), Técnica Actual. El proyecto de investigación fue patrocinado conjuntamente por ARI y la Asociación del Desarrollo del Cobre (CDA), dentro del grupo de soporte de ARI incluye a miembros de Heatcraft-Frigus Bohn. El reporte puede ser obtenido a través de ARTI base de datos de Refrigerante.

INTRODUCCION

La reparación de las fugas de refrigerante causadas por la pobre calidad de las uniones soldadas en Aire Acondicionado, Refrigeración y Componentes Industriales han ido alcanzando un costo muy elevado cada año. Los costos incluyen reparar la tubería, los defectos de acoplamiento, las imperfecciones de uniones soldadas hechas desde fábrica por elementos automatizados y operadores humanos, fallas de campo debido a la pobre instalación, daños por manejo y fatiga por los esfuerzos cíclicos.

Recientemente, Amalgamated Technologies Inc. (ATI) investigó cuales de las técnicas actuales de soldado y métodos usados para unir tubos de cobre fueron los adecuados para usarse con los refrigerantes alternativos propuestos. La investigación de ATI identificó tres criterios claves para obtener una integridad completa dentro de las uniones soldadas. Si las tres son conocidas, las uniones soldadas serán unidas tan resistentes como el tubo mismo.

Los criterios son: Asentamiento completo de la porción macho no expandida del tubo (tubo interno) dentro de la conexión hembra estampada formada por el tubo expandido (ver figura 1), la penetración completa del material de soldadura dentro de la conexión hembra estampada y un buen relleno del radio sobre el lado externo del traslape de soldado.

METODOLOGIA

Los investigadores visitaron cinco instalaciones de cuatro fabricantes importantes para identificar las configuraciones de las tuberías representativas y los materiales para la soldadura usados en las pruebas. Todos los fabricantes utilizan una tecnología de soldado similar y por lo tanto se encontraron dificultades similares. Por ejemplo inconsistencia de la longitud del tubo más allá de los extremos llevan a una sobre expansión y un rompimiento de la tubería en la región de unión.

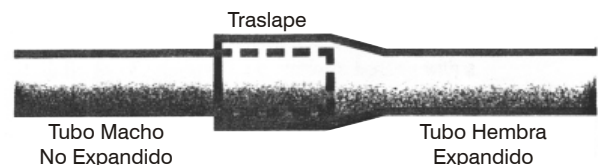


Figura 1.- Tubo dentro de la Conexión Unión Soldada

Varias cantidades de residuos de aceite por las operaciones de la formación del tubo contaminan las uniones soldadas y conducen a un alto índice de humo consecuentemente a tener una soldadura pobre. Estas y otras dificultades resultan como reparación y costos de fabricación adicional.

Después de observar la soldadura de cada uno de los fabricantes, tres materiales para soldadura y cuatro tipos de tubo fueron seleccionados para prueba. Los tubos de 5/16" (8 mm) y 3/8" (9.5 mm) fueron probados cada uno con y sin aletas.

Dependiendo del procedimiento de prueba, cuatro tipos de tubería fueron configuradas dentro de las tres muestras de prueba. (Ver Figura 2). Cada muestra contenía por lo menos una unión telescopiada, donde un tubo está expandido para formar una conexión hembra, no permitiendo al tubo una expansión para deslizarse dentro y formar una unión traslapada.

Todas las muestras de tubos fueron medidas para determinar el espesor de la pared y la variación misma también se marcaron en el punto más delgado. Cada uno fue manualmente soldado con el estilo de producción de doble flama, soplete aire-acetileno. No se usó flujo y las muestras no fueron purgadas.

El propósito fue determinar los parámetros que afectan la integridad de las uniones soldadas en tubos de cobre.

Las uniones buenas son aquellas que no fugan o desarrollan fugas durante la operación normal del

equipo. Para el desarrollo de las pruebas de esfuerzo acelerado en este caso, la resistencia y duración de la unión del tubo fueron utilizadas como indicadores de la solidez de la unión. Cuatro diferentes procedimientos fueron usados: (1) Presión estática de estallamiento, (2) Fatiga por vibración cíclica, (3) Vida por fatiga térmica cíclica, y (4) Vida por fatiga de presión cíclica.

PRUEBA DE ESTALLAMIENTO ESTÁTICO

En las pruebas Hidráulicas, las tres aleaciones de soldadura probaron ser más resistentes que el tubo. Las muestras no fallaron debido al relleno de metal en la separación dentro de la unión soldada. Las muestras bien soldadas sin defectos de tubería o daños mecánicos fallaron en altos niveles de presión, muy cercano a la resistencia de estallamiento teórico del tubo mismo.

Sin embargo, la mayoría de las muestras fallaron a presiones reducidas abajo de la resistencia teórica de estallamiento. Dos categorías distintas de estas redujo las fallas desarrolladas por presión:

Defectos Mecánicos: Esto incluye la variación del espesor de la pared del tubo, daño en la superficie del tubo por las operaciones de expansión manual y los puntos donde la tubería es acoplada contra el extremo de la lámina de acero.

Penetración incompleta del relleno. La penetración parcial de las uniones ha reducido la resistencia por estallamiento y normalmente falla dentro de las regiones de las uniones telescopiadas. El paso de expandir la tubería para hacer el ensanchamiento de la conexión hembra alarga y adelgaza la pared de la tubería. Además, la tubería es completamente suavizada por el soldado en caliente. Para la máxima resistencia al estallamiento, debe haber una penetración completa del relleno para prevenir que la pared adelgazada del tubo exterior sea expuesta a la presión interna.

Una penetración pobre de soldadura es básicamente debido a la dificultad de su realización, calentamiento uniforme con una flama de gas aplicada manualmente. Excesivo traslape de unión dificulta la penetración completa de la soldadura, y no presentan ventajas sólidas.

PRUEBA DE FATIGA POR VIBRACION CICLICA

El resultado más significativo de la prueba de vibración fue demostrado con los tubos de diámetro (3/8" - 9.5 mm) probados durante una hora con aleación BCuP-6.

Debido a las características del material de relleno y las técnicas de soldado, cada muestra presentó virtualmente una escasez de relleno en el extremo de la unión soldada. La escasez de relleno provocó concentración de esfuerzos en la base de las uniones, resultando como rompimiento prematuro y significativamente disminución del lapso promedio de vida. Los metales de relleno con alto contenido de plata son altamente fluidos en el exterior del espacio capilar y naturalmente salen solo los filetes muy pequeños. Los técnicos soldadores deberán poner atención especial al hacer un relleno correcto con aleaciones del alto contenido de plata en la soldadura.

La prueba de fatiga por vibración mostró que la vibración permanente requiere de una buena unión con una penetración completa y un relleno correcto.

PRUEBA DE FATIGA POR CICLO TERMICO

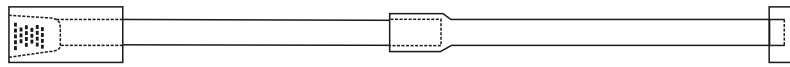
La fatiga térmica fue explorada mediante el uso de aparatos que exponen muestras de tubería presurizada en un rango de temperatura de 40° F a 270° F (4° C a 32° C) sobre una rueda giratoria. Se calentaron muestras con quemadores de gas natural, después se enfrió en agua enfriada usando refrigeración.

Las pruebas fueron realizadas sobre configuraciones C de 5/16" (8 mm) solo muestras.

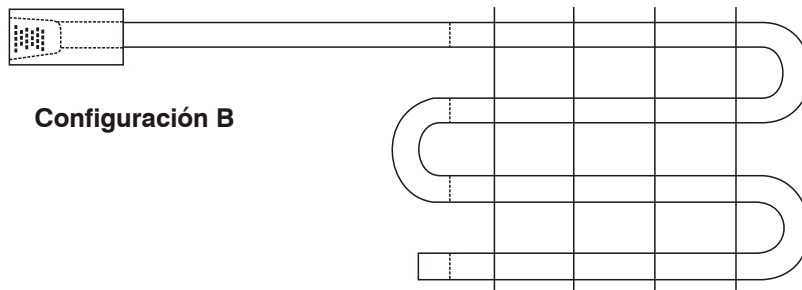
No hubo indicación después de 62,000 ciclos que algún tipo de falla fuera inminente en la mayoría de las muestras. La prueba de fatiga por ciclo térmico concluyó con ciclaje de temperatura normal de un serpentín de refrigeración en operación no es perjudicial para el serpentín por si solo.

PRUEBA DE FATIGA POR PRESION CICLICA

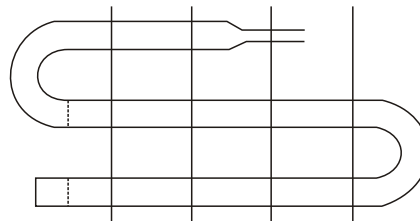
Esta prueba simula los efectos de presión cíclica por la operación del sistema de refrigeración. La prueba fue limitada a 5/16" (8 mm) y 3/8" (9.5 mm) solo muestras de configuración B. Las muestras fueron rápidamente presurizados y despresurizados hasta la falla. La prueba de fatiga cíclica fue realizada a múltiples niveles de esfuerzo cíclico. La alta tensión, la corta duración de prueba de un minuto y de un lapso de 1 una hora dieron como resultado fallas similares a la prueba de estallamiento estático. Aunque todas las muestras fallaron en una unión soldada. La mayoría de las muestras fallaron en las señas marcadas en las uniones de la tubería, o en las uniones con pobre penetración de soldadura.



Configuración A



Configuración B



Configuración C
Solo Fatiga Térmica

Figura 2.- Configuraciones Muestra para Prueba

Nota: Las señas marcadas son deficiencias mecánicas que generalmente no incurren en la producción de intercambiadores de calor. Sin embargo, algunos de los tubos en esta experimentación fueron encontrados por presentar marcas producidas durante las operaciones de expansión manual.

El grupo del lapso de vida de 24 hrs. proporcionó los datos más interesantes. La reducción del esfuerzo cíclico resultó como un repentino y dramático cambio en el modo de falla. En lugar de fallar sobre o cerca de las uniones soldadas, la mayoría del grupo de muestras de 24 hrs de ambos tamaños de tubo fallaron en la horquilla en la comba de el serpentín.



GRUPO FRIGUS THERME
REGISTRO ISO 9001
No. DE ARCHIVO: A5405

FRIGUS BOHN, S.A. de C.V.

Ventas: Bosques de Alisos No. 47-A 5o. Piso Col. Bosques de las Lomas C.P. 05120
México, D.F. Tel.: (0155) 5261-81-00 Fax: (0155) 5259-55-21 Tel. Sin Costo: 01-800-50-970-00
Planta: Acceso II Calle 2 No. 48 Parque Industrial Benito Juárez Querétaro, Qro. C.P. 76120
Tel.: (01442) 238-45-00 Fax: (01442) 217-06-16 Tel. Sin Costo: 01-800-40-049-00