



# Seis maneras de prevenir fallas en la soldadura

*Las precauciones que aquí se discuten pueden mitigar costos innecesarios, fomentar una mayor productividad y ayudar a que la operación de soldadura sea más competitiva*

**POR JOE BUNDY**

Las fallas en la soldadura pueden ocurrir de cualquier cantidad de maneras y a menudo son causadas por simples descuidos en la operación de soldadura. En muchos casos, esos descuidos resultan de la falta de capacitación adecuada en las técnicas que se requieren para soldar cierto material o estilo de junta en particular. Independientemente de la razón, el resultado es el mismo. Pueden ocurrir problemas como el agrietamiento en frío o en caliente, fusión incompleta de pared lateral, inclusiones de escoria, o traslape, causando demoras en la producción y tiempo muerto para retrabajar las partes. Todos estos problemas afectan de manera adversa la productividad general de la operación de soldadura y la rentabilidad. Cuando una parte es rechazada por una falla en la soldadura, la empresa incurre en el tiempo, mano de obra y costo de identificar y rectificar el problema. No solamente eso, sino que la empresa además corre un mayor riesgo de comprometer la seguridad si una soldadura llegara a fallar en una aplicación crítica.

Sin embargo, hay precauciones que los operadores de soldadura pueden tener para protegerse de las fallas en la soldadura. Tales provisiones pueden ayudar a mitigar costos innecesarios, fomentar una mayor productividad y ayudar a que la operación de soldadura sea más competitiva.

A continuación se encuentran seis formas clave para prevenir fallas en la soldadura.

## **1. Use metales de aporte bajos en hidrógeno cuando sea posible**

La mayoría de los fabricantes de metal de aporte ofrecen una variedad de productos, particularmente alambres con núcleo de fundente y electrodos revestidos que producen niveles bajos de hidrógeno difusible. Al soldar aceros ferríticos (con base hierro), el uso de estos metales de aporte puede ser una defensa particularmente buena contra las fallas en la soldadura causadas por agrietamiento inducido por hidrógeno, también conocido como agrietamiento en frío. Este tipo de falla en la soldadura ocurre típicamente en algunas horas o días después de que la soldadura se ha enfriado, y es el resultado de esfuerzo residual del material base que se están conteniendo a lo largo de la soldadura, más la presencia de hidrógeno en la soldadura. Los materiales más gruesos son más susceptibles a la falla, debido a que tienden a crear áreas de restricción más alta y pueden servir como un disipador de calor que lleva a tasas de enfriamiento más rápidas – la condición ideal para que el hidrógeno se fusione y sume a los esfuerzos residuales en la soldadura. Los aceros y aplicaciones de alta resistencia con juntas restringidas también son susceptibles a las fallas de soldadura vía agrietamiento en frío.

Los metales de aporte con un indicador H4 o H8 son buenas opciones para prevenir fallas de soldadura asociadas con el agrietamiento en frío, ya que reducen al mínimo la cantidad de hidrógeno que vaya hacia la soldadura en primer lugar, y con ello, la oportunidad de causar agrietamiento con el enfriamiento de la soldadura. Estos metales de aporte, respectivamente,

---

JOE BUNDY es director de desarrollo de ingeniería para Hobart Brothers Co., Troy, Ohio, [www.hobartbrothers.com](http://www.hobartbrothers.com), [hobart@hobartbrothers.com](mailto:hobart@hobartbrothers.com).

contienen menos de 4 u 8 mL de hidrógeno por cada 100 g de metal de soldadura.

En ciertos casos, usar metales de aporte con un sistema básico de escoria puede también ayudar a reducir el riesgo de fallas del agrietamiento en frío. Estos metales de aporte típicamente contienen altos niveles de depuradores de hidrógeno, incluyendo fluoruro, sodio y calcio que pueden combinarse con el hidrógeno para retirarlo de una soldadura que se está enfriando.

## 2. Tenga cuidado con el ajuste y diseño de junta

Tanto el ajuste adecuado como el buen diseño de junta son claves para prevenir fallas en la soldadura, particularmente aquellas que se asocian con el agrietamiento en frío. Cuando se presenta cualquiera de estas dos condiciones, no es poco común que un operador de soldadura trate de compensarlas creando un cordón de soldadura más ancho para fusionar el metal. Sin embargo, el peligro de hacer esto es que la soldadura resultante pudiera tener una garganta demasiado angosta, debilitándola y creando esfuerzo en el centro de la soldadura. El resultado es muy a menudo una condición conocida como agrietamiento por la forma del cordón, el cual es un tipo específico de agrietamiento en caliente que aparece inmediatamente al enfriarse la soldadura.

Una buena regla básica, cuando sea posible, es diseñar la junta de forma tal que el operador de soldadura tenga fácil acceso a la raíz. Hacer esto asegura una proporción adecuada entre la profundidad y el ancho del cordón. Un buen rango para esa proporción es hacer la profundidad entre 0.5:1 y 2:1 la medida del ancho.

## 3. Haga lo propio antes y después de la soldadura

Algunos materiales son particularmente susceptibles a las fallas de soldadura debido al agrietamiento, incluyendo los aceros de alta resistencia, los cuales contienen altos niveles de carbón y/o aleación. Debido a que estos materiales son menos dúctiles, tienden a general esfuerzos residuales en el metal base y en la soldadura terminada durante el proceso de enfriamiento. Además es mucho más probable que estos aceros formen martensita en la zona afectada térmicamente cuando son enfriados más rápido. La formación de martensita crea áreas en la estructura del grano donde el hidrógeno puede alojarse y finalmente causar agrietamiento.

Es importante siempre precalentar esos materiales durante el tiempo y la tem-

peratura que se recomiendan de acuerdo al procedimiento de soldadura, y asegurarse de que haya ocurrido la absorción adecuada y uniforme de calor en toda esta etapa. El precalentamiento previene el enfriamiento rápido y además ayuda a mantener una estructura interna de grano más dúctil (perlítica) en la zona afectada térmicamente. Así también limita los esfuerzos por encogimiento en el material y ayuda a reducir casos de formación de martensita.

De forma similar, cuando lo solicita un procedimiento de soldadura dado, se deberá implementar el tratamiento térmico posterior a la soldadura como se indique. El tratamiento térmico posterior a la soldadura alivia los esfuerzos residuales y retira el hidrógeno difusible de la soldadura para prevenir fallas en la soldadura por agrietamiento en frío.

## 4. Combine apropiadamente las resistencias del metal de aporte y del material base

Seleccionar la resistencia apropiada del metal de aporte también puede ayudar a reducir al mínimo el riesgo de fallas en la soldadura. La mayoría de las aplicaciones requieren que haya correspondencia entre la fluencia o resistencia a la tracción del metal de aporte y la del metal base. Las resistencias deberían aproximarse lo más posible y deberían seleccionarse de acuerdo con los requerimientos del diseño de la aplicación. Cuando suelde un material de resistencia más baja a uno de mayor resistencia, siempre trate de igualar el metal de aporte con el de resistencia más baja, ya que esto permitirá mayor ductilidad y ayudará a mitigar el riesgo de agrietamiento. Al hacer ciertas soldaduras en filete o cuando se suelde en una aplicación que solamente requiera penetración parcial de junta, pudiera ser deseable igualar la resistencia del metal de aporte a la del material base. Hacer esto algunas veces puede reducir al mínimo los esfuerzos residuales en la soldadura terminada.

## 5. Implementar almacenamiento de metal de aporte y procedimientos de manejo adecuados

Para prevenir que los metales de aporte recojan humedad, polvo, residuos o grasa que pudieran llevar a la contaminación – y finalmente a falla en la soldadura – es crucial que se sigan procedimientos adecuados de almacenamiento. Almacene metales de aporte en un área seca en su embalaje original hasta que se vayan a usar. Idealmente, mantenga el

área de almacenamiento a la misma temperatura que la cabina de soldadura para evitar la condensación que ocurre al moverse de un área fría a una templada y que podría conducir a que el metal de aporte absorba humedad. Permitir que el metal de aporte se aclimate a la temperatura del ambiente de la soldadura antes de abrir el empaque puede también protegerlo que la recogida de hidrógeno.

Los operadores de soldadura deberían siempre usar guantes al manejar metal de aporte para protegerlo de la humedad de sus manos y cubrir todos los carretes o bobinas abiertos con una bolsa de plástico cuando no se estén usando. Hacerlo protege al metal de aporte de acumular contaminantes en el aire que pudieran llevar a la pobre calidad o fallas de la soldadura. Adicionalmente, las empresas nunca deberían colocar estaciones de pulido cerca del área donde se encuentran las bobinas de metal de aporte, ya que las partículas pueden alojarse en el alambre causando inclusiones potenciales en la soldadura. Al usar electrodos recubiertos, siempre siga los procedimientos adecuados de almacenamiento y reacondicionamiento previo a la soldadura.

## 6. Proporcione la capacitación adecuada

La importancia del entrenamiento como una primera defensa contra las fallas en la soldadura no puede enfatizarse lo suficiente. La educación apropiada ayuda a inculcar buenas técnicas de soldadura, así como la habilidad de tomar decisiones sólidas que afectan de manera positiva la operación de soldadura. Los operadores de soldadura deberían ser entrenados para seguir siempre el procedimiento de soldadura prescrito y para solucionar los problemas comunes que causan defectos en la soldadura, como socavado, inclusiones de escoria, o porosidad que pudieran llevar a fallas en la soldadura. También necesitan entrenarse para ocuparse de los requerimientos especiales de las aleaciones que pudieran encontrar. Verifique con un distribuidor o fabricante local de soldadura o de metal de aporte sobre las oportunidades de capacitación. Ellos a menudo pueden apoyar con la capacitación inicial del soldador y además con la educación continua. Si los recursos lo permiten, las empresas pueden considerar también la implementación de sus propios programas de capacitación.

Al final, los operadores de soldadura que siguen procedimientos y además se ajustan adecuadamente a las variadas facetas de la operación de soldadura tienen una muy buena oportunidad de lograr la calidad de soldadura deseada y prevenir fallas en la soldadura. ♦