

CONSEJOS PARA LA SOLDADURA DE ACEROS INOXIDABLES.

Comentarios generales:

- Cuando sea posible, usar consumibles con bajo carbono.
- El alto coeficiente de dilatación obliga a puntear las piezas.
- Es preferible trabajar con energías bajas.
- El tratamiento de la junta soldada para obtener una superficie metálica limpia es necesario.

Aceros austeníticos.

- Tienen entre el 4 y el 12% de ferrita delta, por lo tanto resistentes a la fisuración en caliente.
- La dilución debe ser inferior al 40%, y debe controlarse la absorción de nitrógeno durante el soldeo, para no rebajar demasiado los niveles de ferrita delta.
- No hay que precalentar. Temperatura entre pasadas 150°C máximo.
- En algunos casos, cuando se requieran juntas amagnéticas, resiliencias a muy baja temperatura o muy alta resistencia a la corrosión, se utilizarán consumibles superausteníticos.
- Los aceros al Cr-Ni pueden soldarse con consumibles al Cr-Ni-Mo pero en lo referente a la resistencia a la corrosión, siempre preferiremos consumibles de la misma composición que el material base.

Aceros super-austeníticos

- Importante tendencia a la fisuración en caliente.
- Es clave la limpieza de la zona de soldadura, para evitar la permanencia de elementos productores de fisuración, como el azufre.
- Evitar en la medida de lo posibles fuertes espesores y concentración de tensiones.
- Limitar energía introducida a 15KJ/cm como máximo, para evitar zonas sobrecalentadas.
- Sin precalentamiento. Temperatura entre pasadas máximo 130°C.
- No oscilar durante la soldadura.
- El rellenado del cráter final es muy importante. Si es necesario quitarlo con disco abrasivo.
- Cordones de raíz con una sección importante, para evitar fisuras longitudinales.

Aceros dúplex.

- Para estructuras trabajando hasta a 250°C. Tienen fragilización a 475°C por la formación de fases intermetálicas.
- El níquel en el consumible será ligeramente superior al del material base para limitar el contenido de ferrita delta.
- Dilución inferior al 40%.
- Soldeo sin material de aportación es sólo posible si después se efectúa un tratamiento térmico.
- Sin precalentamiento, temperatura entre pasadas inferior a 250°C máximo en aceros con el 23%Cr o de 150°C en caso de aceros con el 25%Cr.
- La energía introducida será inferior a 15KJ/cm en aceros al 25%Cr, y de 25KJ/cm en aceros al 23%Cr.
- La absorción de hidrógeno durante la soldadura debe minimizarse, con el secado de los electrodos, gases de protección sin hidrógeno, etc.

Aceros semi-ferríticos

- Precalentamiento y temperatura entre pasadas de 200 a 300°C.
- Recocido a 750°C después de soldadura para reforzar los impactos por coagulación de carburos de cromo y para garantizar la resistencia a la corrosión intergranular.
- Por el riesgo de fisuración en frío, la absorción de hidrógeno durante la soldadura debe minimizarse, con el secado de los electrodos, gases de protección sin hidrógeno, etc.

- Se pueden utilizar consumibles de la misma composición que el material base. Si se requiere mejorar la resistencia al impacto o no es posible el tratamiento térmico después de soldadura, se deberán utilizar consumibles austeníticos.

Aceros ferríticos

- No se debe superar nunca los 950°C ya que en este caso hay crecimiento de grano, con pérdida de resistencia al impacto. Por lo tanto energía de soldadura lo más baja posible (electrodo fino, cordón fino, amperaje bajo)
- Precalentamiento y temperatura entre pasadas entre 200 y 300°C.
- Por el riesgo de fisuración en frío, la absorción de hidrógeno durante la soldadura debe minimizarse, con el secado de los electrodos, gases de protección sin hidrógeno, etc.
- Recocido a 750°C después de soldadura para reforzar los impactos y para garantizar la resistencia a la corrosión intergranular.
- Si hay varias pasadas es preferible usar consumibles austeníticos.

Aceros martensíticos al Cr

- La soldabilidad de estos aceros es limitada.
- Precalentamiento y temperatura entre pasadas entre 200 y 300°C.
- Recocido a 750°C después de soldadura para reforzar los impactos y para reducir las tensiones residuales.
- Por el riesgo de fisuración en frío, la absorción de hidrógeno durante la soldadura debe minimizarse, con el secado de los electrodos, gases de protección sin hidrógeno, etc.
- Generalmente se utilizan consumibles austeníticos, y en caso de requisitos de color o de limitación en el contenido en níquel se utilizará el consumible con la misma composición que el material base para las capas finales.

Aceros martensíticos al Cr-Ni

- Precalentamiento a 100°C y temperatura entre pasadas entre 100 y 150°C.
- Por el riesgo de fisuración en frío, la absorción de hidrógeno durante la soldadura debe minimizarse, con el secado de los electrodos, gases de protección sin hidrógeno, etc.
- Usar consumibles de la misma composición química.
- Revenido a 580-620°C para reforzar la ductilidad.

CONSEJOS PARA LA SOLDADURA DE FUNDICIÓN

Fundición

La fundición es una aleación hierro-carbono con un contenido en carbono entre el 2,06 y el 4%, silicio entre 0,5 y 3% y fósforo normalmente entre el 0,1 y el 0,6%. Al no poder ser trabajada en frío ni en caliente la forma de las piezas se obtiene mediante solidificación en molde.

El carbono puede aparecer en dos formas:

- Combinado con el hierro formando cementita Fe₃C. Es mayoritaria cuando el enfriamiento ha sido rápido, dando unafundición que es frágil y de gran resistencia.
- En estado libre como grafito, nodular o laminar. Éste es mayoritario cuando el enfriamiento ha sido lento, dando fundición gris y en muchos casos mecanizable.

El silicio también tiene una importante influencia en la formación de los distintos tipos de fundición. Cuando es alto la fundición tiende a ser gris (GG) o nodular (GGG).

La clasificación de las fundiciones grises según DIN 1691 está basada en la carga de rotura de una probeta de 30 mm de diámetro: GG-10, GG-15, GG-20, GG-25, Gg-30, GG-35 y GG-40. Añadiendo cerio o magnesio, el grafito laminar adquiere forma globular, mejorando el alargamiento y la carga de rotura: GGG-40, GGG-60, GGG-70 y GGG-80.

En cuanto a las fundiciones no grises para hacerlas mecanizables es necesario someterlas a un tratamiento de recocido que desintegre la cementita. De aquí resultan dos variedades comerciales:

- GTW, llamada genéricamente blanca. Tiene una "piel" ferrítica y un núcleo de perlita con grafito.
- El grado GTW-S38 es el más adecuado para efectuar trabajos de soldeo.

- GTS, llamada genéricamente negra, resulta de un recocido en atmósfera inerte, que transforma la cementita en grafito incrustado en una matriz ferrítica.

En ambos casos la cifra que acompaña a la clasificación es también la carga de rotura.

El electrodo E Ni Cl produce un depósito en base níquel con poca carga de rotura, por lo que apenas genera tensiones en la pieza. La técnica de soldadura debe comportar baja energía introducida, con cordones cortos y finos (máximo 30 mm). Martillear ligeramente el cordón aún caliente libera las tensiones que pudieran quedar.

Los electrodos E Ni Cl han sido probados con la mayoría de las fundiciones grises, y en unión disimilar con aceros al carbono estructurales.

En caso de reparación, la preparación de las piezas debe ser como sigue:

- Limpieza en profundidad de la zona que va a ser soldada.
- Si hay fisuras, perforar un agujero en el inicio y el final de la misma, para evitar su propagación.
- Preparar un chaflán en V (si espesor >12mm, doble V) con disco abrasivo, plasma o arco-aire. Nunca con soplete.
- Con disco abrasivo retirar la piel de la fundición en una anchura de 30 mm desde la junta.

Los electrodos E Ni Fe Cl producen un depósito bimetálico. Comparado con el depósito de los electrodos E Ni Cl, tiene mayor carga de rotura y resistencia al impacto. Es preferible cuando se trata de fundición negra.

CONSEJOS PARA LA SOLDADURA DE RECARGUE.

Recargue

Los consumibles de recargue atienden a la clasificación DIN 8555, basada en el tipo de aleación y niveles de dureza.

En muchas ocasiones para recargar herramientas se utiliza la técnica del temple escalonado (step hardening):

- Calentamiento lento de la pieza hasta que toda la estructura es austenítica, con ayuda de los diagramas de fase.
- Enfriamiento hasta la temperatura intermedia entre perlita y bainita, generalmente entre 400 y 600°C.
- Recargue de la pieza a esa temperatura.
- Enfriamiento hasta temperatura ambiente.
- Templado hasta una temperatura entre 540 y 570°C, en el caso de aceros rápidos.
- Mecanizado del recargue.

