

Soldaduras Especiales

n°18

Introducción

Dentro de los múltiples procedimientos que existen para unir piezas metálicas están las técnicas de soldadura basadas en fusión. En éstas, los bordes de las piezas se unen por la fusión del metal de las mismas piezas o de un metal de relleno.

Un grupo muy importante es el de las **Técnicas de Arco** donde cabe mencionar las siguientes modalidades:

MMA(Manual Metal Arc)

SMAW(Shielded Metal Arc Welding)

MIG(Metal Inert Gas)

TIG(Tungsten Inert Gas)

SAW(Submerged Arc Welding)

Plasma

MMA y SMAW son dos nombres para una misma técnica: "soldadura al arco convencional".

En el campo de los aceros inoxidable y aleaciones especiales, la resistencia mecánica de la soldadura, que debe ser similar a la del metal base, es tan importante como su resistencia a la corrosión.

En general tanto los aceros inoxidable como las aleaciones especiales son soldables, por las técnicas mencionadas, con excepción de algunos aceros de la serie 400.

Factores a considerar en una unión por sol-

dadura son el tipo de material, técnica de soldadura y posibles distorsiones de las piezas al ser soldadas.

Los aceros austeníticos serie 300 pueden formar microfisuras en la soldadura dependiendo de la técnica y condiciones utilizadas.

La formación de estructuras de ferrita y/o martensita(serie 400) pueden conducir a "costuras" quebradizas, siendo necesario en ciertos casos, recurrir a un tratamiento térmico de la pieza soldada.

Los aceros dúplex requieren mantener un adecuado equilibrio en la proporción ferrita/austenita, para asegurar una buena resistencia mecánica y resistencia a la corrosión en la zona afectada por el calor en la soldadura.



ACEROS INOXIDABLES - ACEROS AL CARBONO - VÁLVULAS

Santa Isabel 850, Parque Industrial Valle Grande, Lampa, Santiago
Fono: +56 2 499 4000 / Fax: +56 2 499 4040

ventas@fastpack.cl www.fastpack.cl proyectos@fastpack.cl

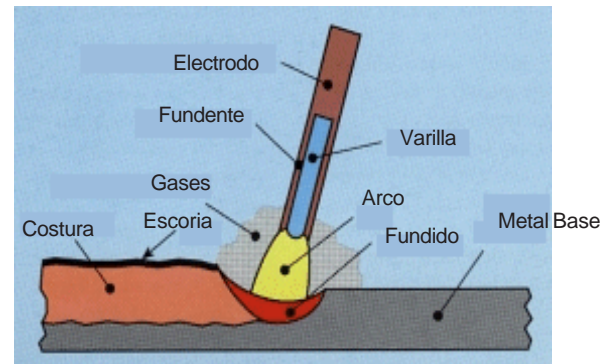
Soldadura al arco: MMA o SMAW

Soldadura al Arco

Existe desde 1888 en Rusia con electrodo metálico descubierto (sin fundente) y desde 1900 en Suecia con electrodo cubierto, que a pesar de su mayor precio, terminó por imponerse, por la necesidad de obtener buenas soldaduras.

Cuando el electrodo metálico entra en contacto con el metal base, entre los cuales se aplica una diferencia de voltaje, se produce un arco voltaico que permite el paso de altas intensidades de corriente. El calor generado en el arco, funde tanto la varilla metálica, como su recubrimiento de fundente. El fundente líquido reacciona con impurezas (óxidos) del metal, formando una escoria, que flota y simultáneamente se generan gases que forman una atmósfera protectora sin oxígeno. Esto protege al metal fundido, de la oxidación al aire. El metal fundido se adhiere a los extremos de las piezas metálicas, de modo que al enfriarse y solidificar, forma una unión permanente (soldadura o costura).

En esta técnica la penetración de la soldadura es baja, siendo necesarias varias pasadas y la calidad de la costura depende mucho de la técnica del soldador.



Los Rutílicos contienen una alta proporción de Rutilo (óxido de titanio) en su recubrimiento. El rutilo facilita la ignición del arco y da un arco estable. Son electrodos para uso general dando buenas soldaduras. Se pueden usar en todas posiciones y con voltajes directos o alternos.

Son electrodos especialmente apropiados para costuras horizontales o verticales. La viscosidad del fundente produce costuras de buen perfil. La escoria se remueve con facilidad.

Los Básicos contienen una alta proporción de carbonato de calcio y fluoruro de calcio en su recubrimiento. La escoria es más fluida que en el caso anterior pero solidifica con gran rapidez. Esto facilita las costuras verticales o en cielos. Son apropiados para soldar espesores de medios a gruesos, dando costuras de buena calidad mecánica, resistentes a fracturas. Requieren de altas corrientes y velocidades de depositación. Dan perfiles de costura no tan buenos (toscos y convexos). La escoria es difícil de eliminar.

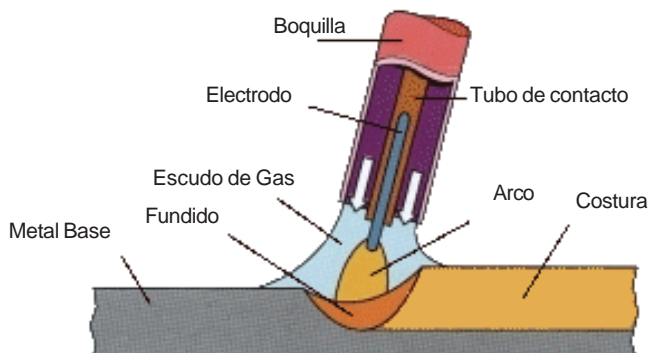
Hay electrodos que incorporan polvo metálico al fundente, para aumentar las intensidades de corriente y velocidades de soldadura. También mejora la eficiencia (% de metal depositado no desperdiciado en salpicaduras).

Tipos de electrodos

La composición del fundente afecta la estabilidad del arco, penetración de la soldadura y velocidad de depositación del metal. Hay de tres tipos:

Celulósicos, Rutílicos y Básicos

Los Celulósicos contienen una alta proporción de celulosa en su recubrimiento. Dan un arco penetrante y permiten una alta velocidad de soldadura. Las costuras son toscas y el fundente fluye fácilmente y se adhiere fuertemente siendo difícil retirar la escoria. Son apropiados para soldadura vertical, tienen alta penetración en todas posiciones y dan propiedades mecánicas razonables. Generan gran cantidad de hidrógeno con el riesgo de fracturas en la zona afectada por el calor.



Soldadura MIG

Se usó por primera vez en 1949 (USA) para soldar aluminio.

Similar a la técnica MMA excepto que el electrodo es un alambre no recubierto, que es alimentado continuamente desde un carrete y está protegido de la atmósfera, mediante un gas inerte: Argón, Anhídrido Carbónico o mezclas de ellos, que sale constantemente desde una boquilla que rodea al electrodo. Permite altas velocidades de soldadura.

Transferencia del metal

Hay tres formas en que el metal puede ser transferido desde el electrodo a la pieza de metal base: por **Cortocircuito**, por **Spray** y **Pulsada**. El cortocircuito y la forma pulsada se utilizan con intensidades de corriente bajas.

En el **Cortocircuito**, la punta del electrodo metálico es sumergida en el metal fundido. La corriente es limitada por una inductancia cuyo valor junto con el voltaje, deben ser ajustadas de acuerdo al diámetro y velocidad de alimentación del alambre.

Para el **Spray** se necesita un voltaje mucho más alto ya que la punta del electrodo no toca al metal fundido. La transferencia del metal se realiza a través de gotas cuyo diámetro es similar al del alambre o menor. Para que este método opere, se requiere de una corriente de umbral mínimo para que las gotas sean expelidas. Bajo este valor de corriente, las gotas son grandes y sólo caen por gravedad en forma desordenada.

La transferencia **Pulsada** se diseñó para trabajar bajo la intensidad de corriente de umbral. La corriente se "pulsa" y cada pulso impele una gota de soldadura. Hay controladores "sinérgicos" que permiten ajustar muy finamente los parámetros de los pulsos de acuerdo a la composición, diámetro y velocidad de alimentación del alambre.

Gases de pantalla

Los gases usados además de formar una pantalla protectora, sirven para formar un "arco de plasma", estabilizar la raíz del arco sobre la superficie del metal y asegurar una transferencia suave de las gotas de metal, en el modo spray. La penetración de la soldadura se ve afectada por la naturaleza del gas.

Los gases comúnmente usados, son mezclas de argón, anhídrido carbónico y oxígeno. Algunas mezclas especiales pueden contener helio. Para soldar aceros se usan:

CO₂

Argón + 2-5% oxígeno

Argón + 5-25 % CO₂

Para metales no-ferrosos se usan:

Argón

Argón/Helio

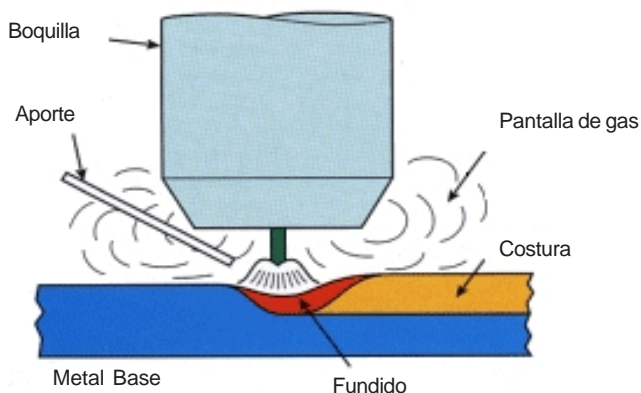
Las mezclas en base a argón son más tolerantes a los ajustes de parámetros, pero son gases más "fríos" por lo que el riesgo de una fusión incompleta es mayor.

Usos

Un 50% de la soldadura industrial es realizada por MIG. Es más rápida, flexible y mecanizable pero demanda gran habilidad de parte del soldador.

Soldadura TIG

Comenzó a usarse en 1940 para soldar aluminio y magnesio. Se forma un arco entre una punta de tungsteno, que no se funde y el metal base, bajo un manto protector de un gas inerte (argón o helio), que impide el acceso de oxígeno a la zona de soldadura. El arco, pequeño e intenso, permite una soldadura de gran precisión. Puede usarse sin o con metal de relleno (aporte). Es más fácil de controlar el calor del arco que en las técnicas que consumen el electrodo.



Fuente de poder

Requiere una fuente de corriente constante ya sea DC o AC para evitar un exceso de corriente al momento de tocar la pieza metálica con la punta de tungsteno, lo que dañaría la punta del electrodo fundiéndola.

Cuando se usa una fuente DC, el calor del arco se distribuye 1/3 en el cátodo (negativo) y 2/3 en el ánodo (positivo) y el electrodo debe ser siempre negativo para evitar su sobrecalentamiento y fusión. La polaridad inversa tiene la ventaja de mantener la pieza como cátodo con lo que se libera de óxidos. Para soldar metales que forman óxidos tenaces se prefiere una fuente AC.

Ignición

Para comenzar el arco, basta tocar la pieza con la punta de tungsteno pero es preferible no tocar

la pieza sino recurrir a una baja corriente de alta frecuencia, durante un lapso de tiempo muy breve (unos pocos microsegundos). Una vez iniciado el arco comienza a fluir la corriente normalmente.

Electrodos

Para corrientes DC se usan puntas de tungsteno puro con 1-4% de Toria para mejorar la ignición del arco. Otros aditivos son óxido de cerio y óxido de lantano.

El diámetro y ángulo de la punta está relacionado con la intensidad de corriente de trabajo. Como regla general, a menor corriente, menor diámetro y menor ángulo de la punta.

Para corrientes AC, por la mayor temperatura alcanzada, se usan puntas de tungsteno con circonia para minimizar la erosión.

Gases de pantalla

El gas se elige de acuerdo al material a soldar:

Argón (para aceros, acero inoxidable, titanio, aluminio)

Argón + 2-5% Hidrógeno (de carácter reductor produce soldaduras libres de óxidos, mayor temperatura y mayor velocidad de soldadura)

Helio y Helio/Argón (eleva la temperatura del arco permitiendo mayores velocidades y mayor penetración de la soldadura).

Aplicaciones

Especialmente adecuada para soldaduras de alta calidad, para soldar láminas delgadas y costuras de baja penetración. Se presta para automatización (soldadura autógena y con aporte) pero requiere de una buena preparación de los bordes a soldar y un buen control de los parámetros.

Soldadura SAW

Existe desde 1935, en Rusia y fué extensamente aplicada durante la segunda guerra mundial en la construcción de tanques. Similar a la soldadura MIG, utiliza un arco entre la pieza metálica y un electrodo de alambre. La diferencia está en que no se utiliza un gas de pantalla sino que un fundente, previamente colocado en la zona, dentro del cual se sumerge el electrodo. El fundente genera gases protectores, produce la escoria y puede proporcionar metales de aleación al cordón de soldadura. El exceso de fundente es recuperado y reciclado.

Como el arco queda totalmente sumergido dentro del fundente líquido, las pérdidas de calor son muy bajas(eficiencia es 60% comparada con sólo 25% del arco convencional MMA). El arco es invisible, no hay derrame ni es necesario una extracción de los gases.

La soldadura SAW se utiliza en sistemas totalmente automatizados o semi-automáticos.

Los parámetros de intensidad de corriente, voltaje del arco y velocidad de avance, afectan la penetración de la soldadura, perfil de la costura y composición del metal depositado.

Variantes de SAW

Dependiendo del espesor de la pieza, tamaño y tipo de unión se puede aumentar la velocidad de depositación y mejorar el perfil de la costura variando **alambre** y **fundente**.

Alambre

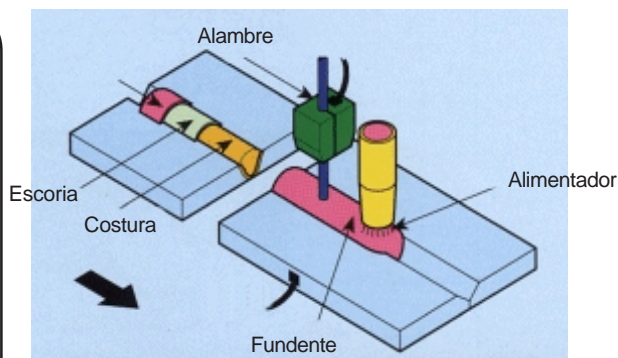
Normalmente se trabaja con un solo alambre tanto con corriente AC como DC. También se puede operar con dos alambres, tres alambres, un alambre en caliente y polvo metálico en el fundente. Todas estas variantes aceleran el proceso de soldadura.

Fundente

Los fundentes utilizados son granulados de minerales fácilmente fundibles, que contienen óxidos de manganeso, silicio, titanio, aluminio, calcio, circonio, magnesio y fluoruro de calcio. El fundente se ajusta al tipo de alambre usado, de modo de obtener las propiedades mecánicas de la costura deseadas. Todos los fundentes reaccionan con el metal fundido para dar la composición y propiedades mecánicas de la costura. Son llamados "Fundentes activos" si agregan manganeso y silicio a la costura. La cantidad de manganeso y silicio incorporada va a estar determinada por la corriente y el voltaje utilizados.

Tipos de fundentes son: **Bonded** y **Fused**.

En el primer tipo, los ingredientes secos se aglomeran con una sustancia de bajo punto de fusión como el silicato de sodio. La mayoría contiene desoxidantes



metálicos que evitan la porosidad en la costura. Actúan sobre polvos y costras de óxidos superficiales.

En el segundo tipo, los ingredientes se mezclan y funden en un horno eléctrico para dar un producto homogéneo. Este se tritura y muele hasta el tamaño de partícula deseado. Con este tipo se puede usar hasta 2000A de corriente y obtener arcos estables y costuras uniformes.

Aplicaciones

Es ideal para costuras lineales o circulares. Sin embargo por la gran fluidez del metal fundido y fundente, las soldaduras se hacen sobre la pieza horizontal. Se puede hacer una pasada o múltiples pasadas, según el espesor de la pieza. Aplicable a todo tipo de aceros y algunos metales no-ferrosos.



Parámetros para Aceros Inox

	Diámetro alambre (mm)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Gas
TIG	0.9	12-15	60-90	100% Argón
	1.1	13-16	80-110	100% Argón
	1.6	14-18	90-130	100% Argón
	2.4	15-20	120-175	100% Argón
	3.2	15-20	150-220	100% Argón
MIG	0.9	26-29	150-180	99% Ar+ 1% O2 97% Ar + 3% CO
	1.1	28-32	180-220	99% Ar+ 1% O2 97% Ar + 3% CO
	1.6	29-33	200-250	99% Ar+ 1% O2 97% Ar + 3% CO
SAW	2.4	28-30	275-350	Fundente apropiado
	3.2	29-32	350-450	Fundente apropiado
	4.0	30-33	400-550	Fundente apropiado
	Diámetro electrodo (mm)	Voltaje (V)	Corriente (A) PLANO	Corriente (A) VERTICAL
SMAW	2.4	24-28	70-85	65-75
	3.2	26-30	85-110	80-90
	4.0	28-32	110-140	100-120
	4.8	28-32	120-160	110-130