
PROCESOS DE SOLDADURA

SOLDADURA POR ARCO SUMERGIDO (SAW)

Definición:

La soldadura por arco sumergido, tal como su nombre lo indica, es un proceso en el cual el arco se encuentra cubierto por una espesa capa de polvo denominado "fundente" y por consiguiente se halla oculto a la visión del ojo. El arco arde entre uno o varios alambres desnudos y el metal base, el o los alambres son alimentados en forma continua y automática por medio de un devanador hacia el baño de fusión a medida que estos se van consumiendo.

Descripción

Este proceso consiste en un cabezal que pueda o no tener unido un soporte que contiene un rollo de alambre y mediante el cual se controlan los parámetros de soldadura (tensión, corriente y velocidad de avance), además, formando parte del conjunto del cabezal se halla un sistema devanador (motor reductor y ruedas impulsoras del alambre) que constituye el sistema de alimentación del alambre y una tolva que contiene el fundente. Alejado del cabezal pero unido mediante conexiones eléctricas se encuentra la fuente de poder.

En este proceso, el alambre proveniente de un rollo, es alimentado a través de un par de ruedas hacia unas mordazas que cumplen una doble función: conducir el alambre en forma recta hacia el baño de fusión y mantenerlo alineado con el eje de la soldadura y la otra función y tal vez la más importante o primordial es que constituye el contacto eléctrico con el alambre, es decir, recién en este punto se produce la transferencia de la corriente eléctrica procedente de la fuente hacia el alambre y de allí la corriente fluye hacia el arco eléctrico y finalmente cierra el circuito a través del metal base al cual se halla conectada la maza de la fuente.

Delante del arco y a través de una tobera cae el fundente que cubre totalmente el extremo del alambre de manera tal que el arco eléctrico formado en el momento de producirse el encendido, queda sumergido bajo el polvo y por ende, no es visible.

La velocidad con que se alimenta el alambre es igual a la velocidad con que éste se funde en el arco, de manera tal de mantener constante la longitud del arco. La velocidad de fusión del alambre depende exclusivamente del amperaje o corriente de soldadura, mientras que la longitud del arco es función de la tensión aplicada al arco.

Parámetros de soldadura y su influencia en la conformación del cordón depositado.

Definición de parámetros de soldadura

Un parámetro es una variable que puede ser eléctrica, dimensional (geométrica), física ó química (metalúrgica) cuya alteración o cambio afecta el tamaño y la forma del cordón depositado.

Un cordón de soldadura queda definido principalmente por las siguientes dimensiones:

- (A) Ancho
- (S) Altura (sobremonta)
- (P) Penetración

(v) Tamaña (superficie transversal)

La forma del cordón arriba indicado puede ser modificado mediante la variación de los siguientes parámetros:

- 1) I (amp)=Intensidad de corriente de soldadura
- 2) U (volt)=Tensión del arco
- 3) V (cm/min)= Velocidad de avance de la soldadura
- 4) δ (amp/mm²) = Densidad de corriente de soldadura
- 5) $\varnothing_E$ (mm) = Diámetro del electrodo
- 6) C.C. ó C.A. = Tipo de corriente (continua o alterna)
- 7) (+) ó (-) =Tipo de Polaridad (Inversa o directa)
- 8) L (mm)=Distancia entre la mordaza de contacto y la pieza (salida del alambre o longitud libre entre el arco y la mordaza)
- 9) X ó Y= Tipo de junta o unión (bisel)
- 10) Ubicación de la pinza o maza (al comienzo o al final de la soldadura)
- 11) Propiedades físicas metalúrgicas del fundente (tipo de fundente si es Acido, Básico o Neutro)
- 12) Posición del electrodo o alambre respecto del eje vertical (aplicable a costuras circunferenciales)
- 13) Cantidad de electrodos y disposición de los mismos respecto del eje de la costura
- 14) Inclinação del electrodo respecto del sentido de avance de la soldadura.

Influencia de los parámetros de soldadura sobre la forma del cordón depositado.

En los procesos de soldadura por arco sumergido no se sabe como es el cordón depositado hasta después de haber eliminado el fundente sobrante y desprendido la capa de escoria que queda adherida al cordón. Por consiguiente al no poder visualizar el mismo en el momento de ejecutarse el proceso de soldadura, es necesario apelar a los controles del arco, o mejor dicho, los parámetros que nos permiten controlar el arco eléctrico y de esa manera modular la forma del cordón depositado.

Habíamos visto todas las variables que modifican en mayor o menor grado la forma del cordón, sin embargo, las variables que afectan en forma directa al arco eléctrico son básicamente (6) a saber:

- a) Intensidad de corriente del arco

- b) Tensión del arco
- c) Velocidad de avance del arco
- d) Densidad de la corriente de soldadura
- e) Tipo de corriente
- f) Tipo de polaridad

Estas variables aquí enunciadas son las que comúnmente se utilizan en los procesos automáticos por arco sumergido para determinar u obtener la configuración del cordón de soldadura deseado.

Cabe señalar que para determinar qué tipo de parámetro es necesario modificar para obtener una soldadura correctamente ejecutada, requiere de una muy amplia experiencia y mucha práctica en la técnica de soldadura por arco sumergido.

No obstante de tener mucha práctica en el manejo de este proceso, es necesario conocer como afecta la forma del cordón cada uno de los parámetros arriba citados. Para ellos procederemos como sigue. Fijaremos un valor determinado a cada uno de los parámetros enumerados de (a) hasta (e), por ejemplo:

- a) $I = 550$ Amper
- b) $V = 30$ volts
- c) $v = 35$ cm/min
- d) $a = \text{Amp/mm}^2 = 44 \Rightarrow \varnothing = 4$
- e) corriente continua
- f) polaridad inversa (electrodo al polo positivo)

Acto seguido manteniendo constante todos los parámetros por ejemplo, la corriente de soldadura (I), la cual si es aumentada se observa que también aumenta el tamaño y la penetración del cordón y viceversa.

Como consecuencia del efecto de la corriente de soldadura sobre la configuración del cordón podemos sacar la siguiente conclusión: Si se desea obtener una mayor penetración o un mayor aporte de soldadura, debemos aumentar la intensidad de corriente en el arco eléctrico.

El ancho del cordón, al igual que el sobreespesor, si bien, también aumentan ligeramente no es posible su control mediante la variación de la corriente (I), por cuanto la modificación de estas dimensiones es una consecuencia del aumento de tamaño del cordón, el cual, sí, es gobernado por la corriente.

Variando la tensión del arco

El mismo procedimiento hasta aquí descripto lo aplicamos ahora a otra variable: la tensión. Cuando se varía la tensión del arco, manteniendo constante el resto de los parámetros podemos deducir que con el aumento de la tensión del arco hay un notable aumento del ancho del cordón y una pronunciada disminución de la sobremonta, mientras que si bien, también disminuye la penetración lo hace de una manera no tan pronunciada y finalmente el tamaño (v) del cordón se mantiene constante. Esto significa que la variación de la tensión, no modifica el aporte del metal depositado, sino que lo modula, es decir, lo que quita en altura, lo distribuye en el ancho.

Como conclusión, variando la tensión nos permite modificar el ancho y la sobremonta del cordón, mientras que la variación de la penetración es una consecuencia de la variación de la longitud del arco.

Este fenómeno se comprende fácilmente, por cuanto al aumentar el área de proyección del arco sobre el metal base y siendo $I = \text{cte}$, disminuye la densidad de corriente sobre la misma y por consiguiente también disminuye la presión del arco sobre la superficie a soldar y con ello la penetración

Variando la velocidad (v)

Si se modifica la velocidad de avance del arco, podrá observarse un fenómeno curioso del efecto de la velocidad sobre la penetración, esta no sigue una ley lineal, o mejor dicho, no existe una proporcionalidad entre la velocidad y la penetración del cordón de soldadura. A muy bajas velocidades el baño del metal fundido es tan espeso o voluminoso, además debido al adelantamiento del baño al arco eléctrico, la presión del arco en lugar de producirse sobre el metal base sin fundir, lo hace sobre el metal fundido adelantado, quitando de ese modo penetración a la soldadura. A medida que se aumenta la velocidad aumenta la penetración hasta alcanzar un valor óptimo, si se continua incrementando la velocidad, comienza a disminuir gradualmente la penetración; este efecto tiene su explicación, en el hecho de que a altas densidades el arco permanece poco tiempo sobre un intervalo determinado y no alcanza a calentar lo suficiente el material base en ese espacio para permitir una mayor penetración por la descohesión del material (que como se sabe es menor, a mayor temperatura).

Por otra parte el efecto más notable de la velocidad, es el volumen ó tamaño del cordón depositado, que como vemos con la velocidad cumple una relación inversa con la velocidad.

Como conclusión podemos decir, que si se desea aumentar el volumen del metal depositado, lo haremos variando la velocidad de avance del arco.

El resto de las dimensiones del cordón son consecuencia de la variación del tamaño.

Densidad de la corriente de soldadura

Siendo la densidad de corriente (δ) la relación entre el Amperaje o intensidad de corriente que circula a través del electrodo y la sección del mismo expresada como:

$$\delta = \frac{I}{S} \left[\frac{\text{amp}}{\text{mm}} \right]$$

Siendo

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \Rightarrow S = f(d)$$

Por consiguiente, podemos variar la densidad, de 2 formas: aumentando (I), lo cual ya se vió, cuando se estudió la influencia de la corriente de soldadura sobre la forma del cordón depositado, o bien, variando la sección (s), la cual depende exclusivamente del diámetro del electrodo.

Veremos qué ocurre cuando se varia el $\varnothing$ del electrodo y en consecuencia la densidad (δ), manteniendo constante el resto de los parámetros.

Como conclusión diremos que la densidad de corriente afecta principalmente la penetración del cordón, y que la misma es inversamente proporcional al diámetro del electrodo empleado.

Tipo de corriente y polaridad

Tanto la corriente como la polaridad, juegan un rol importante sobre la configuración del cordón de soldadura.

Comparemos la influencia de la corriente sobre la forma del cordón:

VARIABLES	C.C. (+)	C.A.
P	>	<
V	>	<
S	≈	≈
A	>	<

Veremos a continuación, qué efecto tiene la polaridad sobre la forma del cordón:

VARIABLES	C.C. (+)	C.C.(-)
P	≥	≤
V	≈	≈
S	≤	≥
A	≈	≈

Como conclusión vamos a señalar que si se desea obtener un mayor aporte, o una menor dilución del metal de aporte con el metal base, se utiliza la polaridad negativa. En cambio, si se requiere buena penetración se emplea la polaridad positiva.

El empleo de la C.A. tiene su mayor influencia, cuando el problema reside en el soplo magnético, que es muy frecuente en fuertes espesores y operan con C.C. por lo demás, el uso de éste tipo de corriente no presenta ninguna ventaja sobre la continua.