

Proceso de soldadura GMAW para aceros ordinarios al carbón, aceros inoxidable y aluminio

Granja M. * Hidalgo V. *

* Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Mecánica
Quito, Ecuador (e-mail: {mario.granja; victor.hidalgo}@epn.edu.ec)

Resumen: En sus primeras aplicaciones comerciales, el proceso fue usado para soldar aluminio con un gas de protección inerte, dando lugar al término "MIG" (metal inert gas) el cual es todavía comúnmente usado cuando se refiere a este proceso. Se han añadido variaciones a este proceso, entre las cuáles se tiene el uso de gases de protección activos, particularmente CO₂ para la soldadura de ciertos materiales ferrosos. Esto eventualmente conduce al término formalmente aceptado por la AWS como soldadura de arco con alambre continuo bajo protección gaseosa (GMAW). Desarrollos posteriores incluyen al modo de transferencia de metal cortocircuito (GMAW-S), una variación de baja energía de calor que permite soldar fuera de posición y también en materiales de lamina metálicas delgadas; y un método de corriente pulsante controlada (GMAW-P) para proveer una transferencia de metal en forma de spray uniforme desde el electrodo con niveles de corriente en promedio más bajo. El GMAW usa ya sea equipo automático o semiautomático, la mayoría de los metales pueden soldarse con este proceso, es económico y requiere poco a ninguna limpieza del depósito de soldadura. La distorsión es reducida y el acabado del metal es mínimo comparado con la soldadura de electrodo revestido.

Palabras clave: Soldadura GMAW, Transferencia por rociado axial, Transferencia globular, Transferencia por rociado pulsante GMAW-P, Transferencia cortocircuito GMAW-S.

Abstract: In its first commercial applications, the process was used to weld aluminum with a protective inert gas, leading to the term "MIG" (metal inert gas) which is still commonly used when referring to this process. Variations have been added to this process, among which there is the use of active shielding gases, particularly CO₂ for welding certain ferrous materials. This eventually leads to the term formally accepted by the AWS as gas metal arc welding (GMAW). Further developments include transfer of metal by short circuit (GMAW-S), low energy variation that allows welding out of position and also in thin metal sheet materials, and a method of controlled pulsed current (GMAW-P) to provide the transfer of metal in the form of uniform spray from the electrode with current levels lower than average. GMAW uses either semiautomatic or automatic equipment; several metals can be welded with this process, it is inexpensive and needs little or no cleaning of weld deposit. The distortion is reduced and the metal finish is minimal compared to the coated electrode welding.

Keywords: GMAW, axial spray transfer, globular transfer, pulsed spray transfer GMAW-P, short-circuit Transfer GMAW-S.

1. INTRODUCCIÓN

GMAW es un proceso de soldadura de arco el cual incorpora la alimentación automática de un electrodo continuo consumible que está protegido por un gas suministrado externamente. Puesto que el equipo se provee para auto regulación automática de las características eléctricas del arco y tasa de deposición, los únicos controles manuales requeridos por el soldador para la operación semiautomática son posicionamiento de la pistola, guía, y velocidad de avance. La longitud del arco y el nivel de la corriente se mantienen automáticamente. El proceso de control y la

función se logran a través de estos tres elementos básicos del equipo (ver fig. 1)

- (1) Pistola y cable de ensamble.
- (2) Unidad de alimentación del alambre.
- (3) Fuente de poder.

La pistola y el ensamble del cable ejecutan tres funciones. Este entrega el gas de protección a la región del arco, guía al electrodo consumible a la punta de contacto y conduce la energía eléctrica a la punta de contacto. Cuando el interruptor de la pistola es activado, gas, energía, y electrodo son entregados simultáneamente al trabajo y un arco es creado. La unidad de alimentación del alambre y la

fuentes de poder están normalmente acopladas para proveer una autorregulación automática de la longitud del arco. La combinación básica usada para producir esta regulación consiste de una fuente de poder de voltaje constante (que suministra una curva plana voltaje-corriente) en unión con una unidad de alimentación de alambre de velocidad constante.

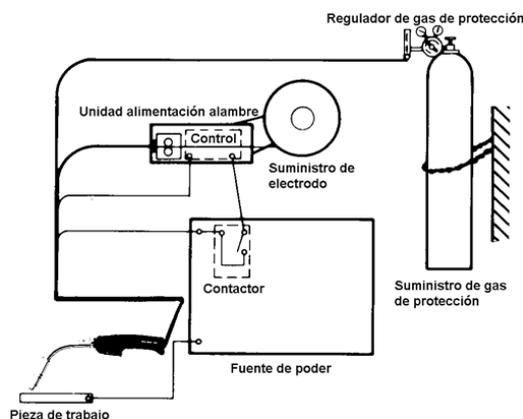


Figura 1: Equipo de soldadura GMAW básico.

Algunos equipos GMAW, sin embargo, usan una fuente de poder de corriente constante (que suministra una curva voltaje-corriente decreciente) más una unidad de alimentación del alambre controlado por voltaje del arco. Con esta última combinación, los cambios de voltaje del arco causados por un cambio en la longitud del arco, iniciarán una respuesta en la unidad de alimentación del alambre sea para incrementar o para decrecer la velocidad de alimentación del alambre para mantener la longitud del arco original establecida.

2. MODOS DE TRANSFERENCIA DEL METAL EN EL PROCESO GMAW

Características. Las características de GMAW se describen mejor por los cuatro modos básicos de transferencia del metal que pueden ocurrir en el proceso: Transferencia por rociado axial, Transferencia globular, Transferencia por rociado pulsante, y Transferencias cortocircuito [2]. La transferencia globular y spray axial están asociadas básicamente con la relativamente alta energía del arco. Con la ocasional excepción del modo spray en diámetros de electrodos muy pequeños, tanto la transferencia spray axial como la globular están normalmente limitadas a posiciones de soldadura plana y horizontal con materiales de espesor no menor de 1/8 de pulgadas (3,2 milímetros). La transferencia spray pulsante, en el que el promedio del nivel de energía es reducido, es otra excepción (ver GMAW-P). La transferencia de corto circuito es un proceso de energía relativamente baja limitado a metales de espesores no mayores de 1/8 de pulgada (3,2 mm.), este es usado en todas las posiciones de soldadura.

La física de la transferencia de metal fundido no es muy comprendida; sin embargo, se han sugerido una serie de fuerzas responsables para regular las transferencias. Con mayor probabilidad, una combinación de fuerzas es responsable para el desprendimiento del metal fundido desde el electrodo y la impulsión a través del arco hacia el metal base. Dos de aquellas fuerzas, gravedad y “efecto pinch”, pueden ser considerados en una simple descripción del mecanismo de transferencia y sus tres modos básicos. El “efecto pinch” es un cuello momentáneo de la gota líquida desde el electrodo que transporta la corriente que ocurre como resultado del efecto electromagnético de la corriente (ver fig. 2).

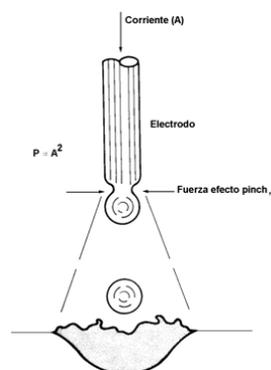


Figura 2: Ilustración del efecto “pinch”.

Esta es la clave para la transferencia spray axial (ver fig. 5) y un factor en la transferencia de corto circuito. En cualquier conductor, el efecto de la fuerza de apriete es proporcional al cuadrado de la corriente que fluye por este; por ejemplo, si la corriente se duplica, la fuerza de apretar se cuadruplica. Este efecto de apretar puede ser tan grande que en ocasiones el electrodo se rompe y finalmente se separa. La gota fundida en el extremo de un electrodo es fácilmente apretada con valores normales de corriente de soldadura. La transferencia globular se caracteriza por el efecto predominante de la fuerza de gravedad.

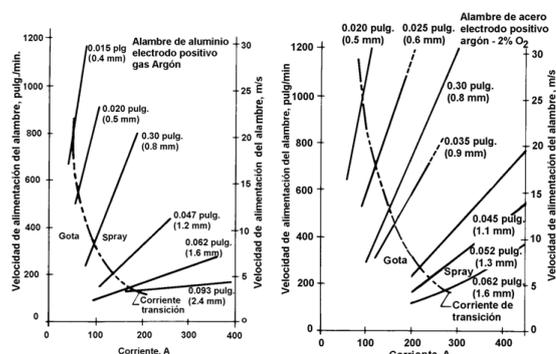


Figura 3: Velocidad de alimentación vs. Corriente, electrodos de aluminio y acero [1].

Transferencia por rociado. Gas de protección con un mínimo de 80 por ciento de argón). En este modo, la transferencia de metal a través del arco es forma de gotas

de un tamaño igual o menor que el diámetro del electrodo. Las gotas son dirigidas axialmente en línea recta desde el electrodo al charco de soldadura. El arco es muy uniforme y estable. El resultado es pequeña salpicadura y un cordón de soldadura de superficie relativamente lisa. La energía del arco (plasma) es extendida afuera en un modelo de forma cónica. Esto resulta en una buena característica de mojado en los extremos del cordón de soldadura pero esta fluidez relativa origina una penetración superficial (fusión de penetración superficial). La penetración es más profunda que la obtenida con soldadura por arco con electrodo revestido (SMAW) pero menor que la que se puede obtener con GMAW en el modo de transferencia globular de alta energía.

El modo de transferencia por rociado axial es establecido con un nivel mínimo de corriente para cualquier diámetro de electrodo dado (densidad de corriente). Este nivel de corriente es llamado generalmente "la corriente de transición" (ver figuras 3 y 4).

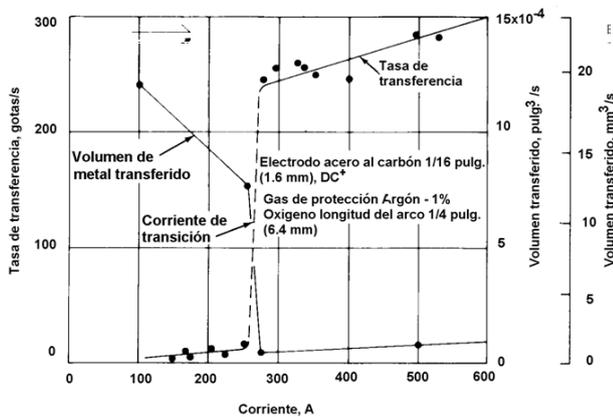


Figura 4: Variación en volumen y tasa de transferencia de gotas vs. Corriente, electrodos de acero. [1].

Una corriente de transición bien definida existe solamente con un gas de protección que contiene un mínimo de 80% de argón. Con niveles de corriente bajo la corriente de transición incrementan el tamaño de la gota (más grande que el diámetro del electrodo (ver figuras 4 y 5). Las características del arco son completamente inestables en este rango de operación.

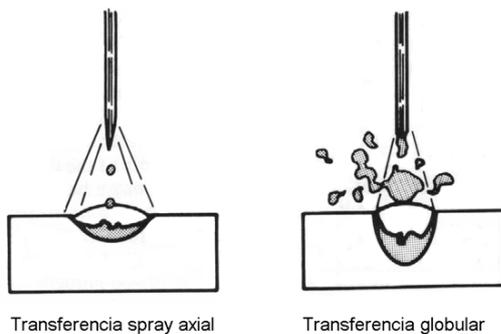


Figura 5: Características de la transferencia de soldadura.

Transferencia globular (protección con CO_2 o helio). En este modo, la transferencia de metal a través del arco es en la forma de glóbulos irregulares aleatoriamente dirigidos a través del arco de manera irregular (ver figura 5), resultando en un monto considerable de salpicadura. La salpicadura es minimizada cuando se usa una protección de CO_2 y ajustando las condiciones de soldadura tal que la punta del electrodo este bajo la superficie del metal de soldadura fundida y dentro de la cavidad generada por la fuerza del arco. El arco de CO_2 es generalmente inestable por naturaleza y caracterizado por un sonido "crepitante". Este presenta una superficie del cordón de soldadura rugoso en apariencia (efecto rizado) en comparación con el cordón obtenido en la transferencia por spray axial. Dado que la mayoría de la energía del arco es dirigida hacia adelante y bajo la superficie del metal de soldadura fundido, el perfil del cordón de soldadura exhibe una penetración extremadamente profunda con una acción de "mojado" en las extremidades del cordón de soldadura que es menor que el obtenido en el modo de transferencia por spray axial. La relativa estabilidad del arco de CO_2 puede ser establecida con niveles de corriente más altas usando un arco enterrado.

Utilizando gases ricos en helio se producen cordones de soldadura más anchos con una penetración profunda similar a la del argón, con una geometría más deseable.

Transferencia Corto Circuito GMAW-S. En el corto circuito, modo de baja energía, toda la transferencia de metal ocurre cuando el electrodo está en contacto con el charco fundido en la pieza-trabajo. En este modo de transferencia de metal, las características de la fuente de poder controlan la relación entre el establecimiento intermitente de un arco y el corto circuito del electrodo a la pieza (ver figura 6).

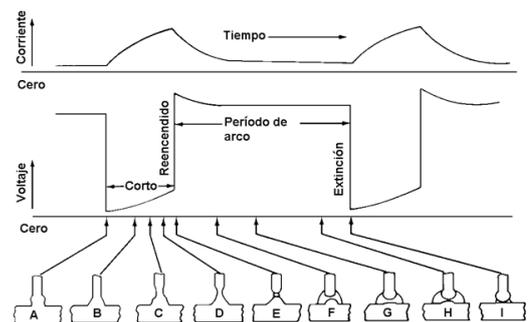


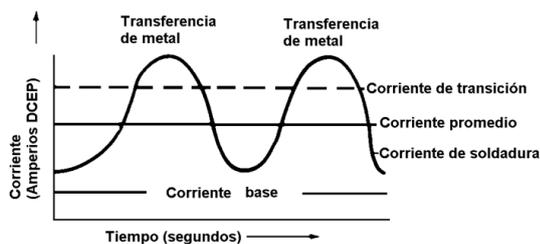
Figura 6: Transferencia de metal, GMAW cortocircuito.

Dado que el calor entregado es bajo, la penetración del cordón de soldadura es muy superficial y debe ser ejercitado en la técnica para asegurar una buena fusión en secciones gruesas. Sin embargo, estas características permite soldar en toda posición. La transferencia corto circuito es particularmente adaptable para soldar secciones de calibre delgado.

3. EQUIPOS

Variaciones. Adicionalmente a los tres modos básicos de transferencia de metal que caracteriza el proceso GMAW, estas son algunas variaciones significantes únicamente.

Transferencia por arco pulsado GMAW-P. La transferencia por corriente pulsante es una variación del proceso GMAW capaz de soldar en toda posición con un nivel de energía más alto que con transferencia cortocircuito. En esta variación, la fuente de poder provee dos niveles de corriente: Un nivel de "base" estable y bajo en magnitud para producir cualquier transferencia; y una corriente "pulsante pico", superpuesta sobre la corriente de base a intervalos regulares (ver figura 7).



NOTA : DCEP Direct Current Electrodo Positivo

Figura 7: Transferencia por arco pulsante GMAW-P.

La soldadura GMAW-P también usa cambios en la polaridad y las características de la corriente pulsante son aplicadas en la soldadura por arco en aceros de alta resistencia de partes del automóvil [3, 4].

Soldadura de Punto por Arco. Añadiendo un timer al arco a un equipo GMAW estándar y boquillas especiales a la pistola es virtualmente todo lo requerido para proveer la capacidad de soldar por puntos. La principal diferencia funcional entre soldadura de punto por arco y soldadura de punto por resistencia es que en la soldadura de punto por arco el pedazo soldado empieza a formarse desde afuera de uno de los miembros a ser unidos más que en las interfaces entre los dos miembros. Esto en ambos presenta ventajas y desventajas cuando los procesos son comparados. También la soldadura GMAW no es considerada normalmente un proceso de soldadura para toda posición. El diámetro del pedazo de las interfaces (resistencia mecánica del punto de soldadura) es principalmente controlado por la velocidad de alimentación del alambre (corriente), el tiempo del arco, y la combinación de espesores que son unidos. Sin embargo, el voltaje, diámetro del electrodo, tipo de gas de protección, extensión del electrodo, y ajuste de las piezas son factores muy importantes que deben ser considerados para alcanzar óptimos resultados para una aplicación dada. El control preciso de estas variables es esencial para reproducir resultados en soldaduras de materiales de calibres delgados.

El proceso GMAW puede ser utilizado ya sea automáticamente o semiautomáticamente. El equipo básico para cualquier instalación GMAW consiste de lo siguiente:

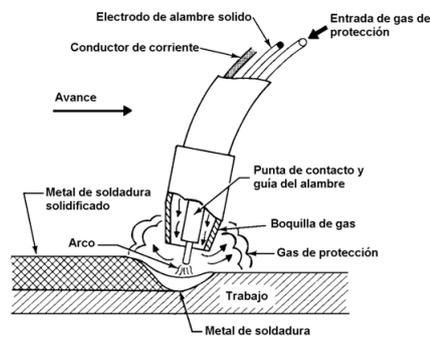


Figura 8: Pistola de soldar GMAW.

- (1) Una pistola de soldar.
- (2) Un motor de alimentación de alambre y engranajes asociados o rodillos de tracción.
- (3) Un control de soldadura.
- (4) Una fuente de poder de soldadura.
- (5) Una fuente reguladora de gas de protección.
- (6) Una fuente de electrodo.
- (7) Cables de interconexión y mangueras.

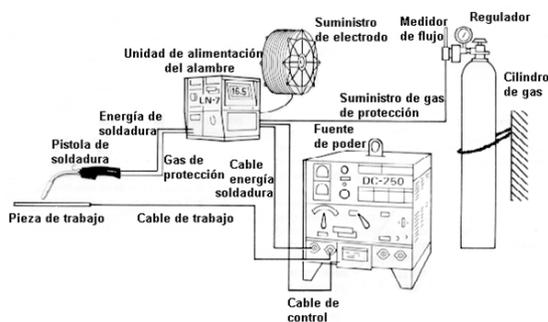


Figura 9: Instalación GMAW semiautomática.

En la figura 8 se puede observar la pistola de soldadura, esta es usada para introducir el electrodo y el gas de protección en la zona de soldar para transmitir la energía eléctrica al electrodo, y en las figuras 9 y 10 los componentes semiautomático y automático típicos.

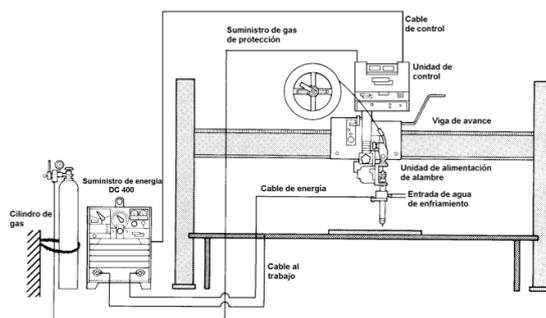


Figura 10: Instalación GMAW automático.

4. GASES DE PROTECCIÓN, ELECTRODOS CONSUMIBLES

Tabla 1: Gases de protección y mezclas de gas [1].

Gas de Protección	Comportamiento Químico	Aplicación Típica
Argón	Inerte	Virtualmente todos los metales excepto acero.
Helio	Inerte	Aleaciones de Aluminio, Magnesio y Cobre para entrada de calor más grande y para minimizar porosidades.
Ar + 20-80% He	Inerte	Aleaciones de Aluminio, Magnesio y Cobre para entrada de calor más grande y para minimizar porosidades. (mejor acción del arco que 100% de Helio)
Nitrógeno		Entrada de calor más grande en cobre (Europa)
Ar + 25-30% N ₂		Entrada de calor más grande en cobre (Europa), acción del arco mejor que 100% nitrógeno
Ar + 1-2% O ₂	Ligeramente oxidante	Aceros aleados e inoxidables; algunas aleaciones de cobre desoxidados.
Ar + 3-5% O ₂	Oxidante	Aceros al carbón y algunos de baja aleación.
CO ₂	oxidante	Aceros al carbón y algunos de baja aleación.
Ar + 20-50% CO ₂	oxidante	Varios aceros, principalmente en el modo corto circuito.
Ar + 10% CO ₂ + 5% O ₂	Oxidante	Varios aceros (Europa)
CO ₂ + 20% O ₂	Oxidante	Varios aceros (Japón)
90% He + 7.5% Ar + 2.5% CO ₂	Ligeramente oxidante	Aceros inoxidables para buena resistencia a la corrosión, modo corto circuito.
60 a 70% He + 25 a 35% Ar + 4 a 5% CO ₂	Oxidante	Acero de baja aleación para tenacidad, modo corto circuito.

Tabla 2: Metales de aporte recomendados [1].

Tipo metal base	Electrodo recomendado		Especificación metal de aporte	Diámetro de electrodo		Rango de corriente
	Tipo de material	Clasificación Electrodo		Pulgada	mm	
Acero	Acero al carbón ordinarios estrados en frío o laminados en caliente.	ER 70S-3 o ER 70S-1 ER 70S-2, ER 70S-4 ER 70S-5, ER 70S-6	A 5.18	0.02	0.5	-
				0.025	0.6	-
				0.03	0.8	40-220
				0.035	0.9	60-280
				0.045	1.2	125-380
				1/16	1.6	260-460
				5/64	2	275-450
				3/32	2.4	-
				7/64	2.8	-
				1/8	3.2	-
Aceros inoxidables austeníticos	Tipo 201	ER308	A 5.9	0.02	0.5	-
	Tipo 301, 302, 304 & 308	ER308		0.025	0.6	-
	Tipo 304L	ER308L		0.03	0.8	75-150
	Tipo 310	ER310		0.035	0.9	100-160
	Tipo 316	ER316		0.045	1.2	140-310
	Tipo 321	ER321		1/16	1.6	280-450
	Tipo 347	ER347		5/64	2	-
				3/32	2.4	-
				7/64	2.8	-
				1/8	3.2	-
Aluminio y aleaciones de Aluminio	1100	ER1100 o ER4043	A 5.10	0.03	0.8	50-175
	3003, 3004	ER1100 o ER5356		3/64	1.2	90-250
	5052, 5454	ER5554, ER5356 o ER5183		1/16	1.6	160-350
	5083, 5086, 5456	ER5556 o ER5356		3/32	2.4	225-400
	6061, 6063	ER4043 o ER5356		1/8	3.2	350-475

Gas de protección. La mayoría de metales exhibe una fuerte tendencia para combinarse con el oxígeno y en menor extensión con nitrógeno (para formar nitruros metálicos). El oxígeno también reaccionará con el carbón para formar el gas monóxido de carbono. Esos productos de la reacción son toda una fuente de deficiencias para la soldadura en la forma de: defectos de fusión debido a

los óxidos; pérdidas de resistencia debido a la porosidad, óxidos, y nitruros; y fragilidad del metal de soldadura debido a los óxidos y nitruros disueltos. Estos productos de la reacción son fácilmente formados dado que la atmósfera está compuesta de 80% de nitrógeno y 20% de oxígeno. En la tabla 1 y 2 se muestra los gases de protección y los materiales de aporte utilizados en la industria.

Electrodos. En la Ingeniería de obras soldadas, los metales de aporte son seleccionados para producir un depósito de soldadura con los siguientes objetivos básicos: depósito semejante a las propiedades físico-mecánicas del metal base, y cordón de soldadura sano, y libre de discontinuidades.

5. RECOMENDACIONES DE SOLDADURA

5.1 Soldadura de aceros ordinarios al carbon y de baja aleación

Cuando se suelda con transferencia cortocircuito, use un ángulo de arrastre o empuje adecuado de 75° a 80° con respecto al eje del cordón, La tasa de deposición en *lib/hr* (*Kg/hr*) es directamente relacionado a la velocidad de alimentación en *plg/min.* (*m/min.*). La instalación precisa de la soldadura puede ser realizada con el establecimiento de la velocidad de alimentación del alambre (WFS).

Gas de protección y mezcla de gases.

Dióxido de Carbón. El dióxido de carbono es un gas reactivo y puede ser usado para proteger la soldadura por arco con alambre electrodo sobre aceros al carbón y de baja aleación en el modo de transferencia corto circuito.

Las características típicas son:

- (1) Mejor penetración.
- (2) Bajo costo.
- (3) Arco áspero – alta salpicadura.
- (4) No soportan la transferencia Spray axial.
- (5) Capacidad fuera de posición.

Argón. El argón es un gas inerte y generalmente no puede ser usado solo como un gas de protección para la soldadura por arco (GMAW) en aceros al carbono o de baja aleación. El Oxígeno o Dióxido de Carbón es añadido para estabilizar el arco. Sin la adición de Oxígeno o Dióxido de Carbón el arco será errático

Argón y Dióxido de Carbón. Las mezclas de gas Argón con el 20-50% de dióxido de carbono son usadas en la soldadura por arco GMAW en aceros al carbón y aceros de baja aleación en el modo de transferencia corto circuito.

Las características típicas son:

- (1) Buena forma del cordón.
- (2) Menor penetración que con la protección de dióxido de carbono.

- (3) Pileta de soldadura no tan fluido como con la protección de dióxido de carbono.
- (4) Pileta de soldadura más fría, posible traslapamiento frío.
- (5) La mezcla mínima de argón para soportar la transferencia spray axial es 80% de Argón, 20% dióxido de carbono.
- (6) Puede soldar fuera de posición.

Argón con 3 al 10% de dióxido de carbono o con 1 al 5% de oxígeno.

Las mezclas del 3 al 10% del dióxido de carbono o del 1 al 5% de oxígeno son con mayor frecuencia usadas para soldar en modo de transferencia por rociado axial. Cuanto menor sea el porcentaje de argón en una mezcla de gases de protección, se necesita desarrollar un voltaje del arco más alto con una longitud del arco bastante larga para soportar una transferencia por rociado axial.

Las características típicas son:

- (1) Buena forma del cordón.
- (2) Mínimo a ninguna salpicadura.
- (3) Mezclas mejores para eliminar traslapes fríos.
- (4) No se puede soldar fuera de posición.
- (5) Mejor proceso para láminas gruesas.

5.2 Soldadura de aceros inoxidables

Los aceros inoxidables pueden ser soldados por el proceso por arco con electrodo continuo bajo protección gaseosa, usando ya sea la transferencia por rociado, cortocircuito, o arco pulsante.

Barras de respaldo de cobre son necesarias para soldar secciones de acero inoxidable de hasta 1/16 pulg. (1,6 mm) de espesor. El respaldo también es necesario cuando se suelda placas de 1/4 pulg. (6,4) y más gruesas desde un lado solamente.

No se debe permitir que el aire alcance el lado de abajo de la soldadura mientras la pileta este solidificando. El oxígeno y nitrógeno enfrían al acero inoxidable y debilitan la fundición. Si el molde (jig) o elementos de la instalación permiten una cantidad apreciable de aire entre en contacto con el lado de abajo de la soldadura, se debe usar gas de respaldo de argón.

Transferencia por rociado. Los diámetros de los electrodos tan grandes como 3/32 pulg. (2,4 mm), pero usualmente alrededor de 1/16 pulg. (1,6 mm), son usados con corrientes relativamente altas para crear transferencia arco spray. Una corriente de aproximadamente 300-350 amperios es requerida para un electrodo de 1/16 pulg. (1,6 mm), dependiendo del gas de protección y del tipo de alambre inoxidable que se empezó a usar. El grado de salpicadura es dependiente sobre todo de la composición y tasa del flujo del gas de protección, velocidad de alimentación del

alambre, y las características de la fuente de poder del equipo. DCEP (Corriente Directa Electrodo Positivo) es usada para la mayoría de soldaduras de aceros inoxidables. Una mezcla de argón con 1 o 2% de oxígeno es recomendado para la soldadura de acero inoxidable.

En soldaduras a tope a escuadra, una barra de respaldo debe ser usada para prevenir el goteo continuo de metal de soldadura. Cuando el ajuste es pobre o el respaldo de cobre no puede ser utilizado, el goteo continuo puede ser minimizado utilizando la primera pasada soldadura de transferencia cortocircuito.

Cuando suelda con la pistola semiautomática, las técnicas de ángulo de empuje son beneficiosas. Aunque la mano del operador está expuesta a mayor radiación de calor, la visibilidad obtenida es mejor.

Para placas de soldadura 1/4 pulg. (6.4 mm) y más gruesas, la pistola puede ser movida hacia delante y atrás en la dirección de la junta y al mismo tiempo movido ligeramente de lado a lado. En metal delgado, sin embargo, solamente el movimiento de regreso y adelante a lo largo de la junta es usada.

Transferencia corto circuito. La fuente de poder con controles de voltaje e inductancia (pinch) es recomendada para la soldadura de acero inoxidable con transferencia corto circuito. La inductancia, en particular, juega un papel importante en la obtención de la fluidez del charco adecuada.

El gas de protección recomendado para soldadura corto circuito de acero inoxidable contiene 90% de helio, 7.5% de argón, y 2.5% de dióxido de carbono. El gas da el contorno de cordón más deseable al mismo tiempo conservando bastante bajo el nivel de CO_2 tal que esto no influye en la resistencia a la corrosión del metal. La alta inductancia en la salida es beneficiosa cuando se usa esta mezcla de gas.

Las soldaduras de una pasada pueden ser hechas usando gas de argón/ CO_2 . El CO_2 en el gas de protección afectará la resistencia a la corrosión de soldaduras múltiples hechas con la transferencia corto circuito.

La extensión del alambre o la longitud libre del electrodo debe ser cuidada tan corta como sea posible. La técnica de soldadura de arrastre es usualmente más fácil en soldaduras de filete y resultará en una soldadura más limpia. La técnica de soldadura de empuje debe ser usada para soldaduras a tope. En soldaduras de esquina por el lado de afuera puede ser hecha con un movimiento recto (no tejido).

Un ligero movimiento adelante y atrás a lo largo del eje de la junta debe ser usado.

La soldadura transferencia corto circuito en acero inoxidable hecho con un gas de protección de 90% He, 7,5%

A, 2,5% CO_2 muestra buena coalescencia y resistencia a la corrosión. Soldaduras de filete simple, traslape y a tope en materiales desde 0,60 pulg. (1,5 mm.) a 0,125 pulg. (3,2 mm.) en aceros inoxidables 321, 310, 316, 347, 304, 410, y similares pueden ser hechos satisfactoriamente.

5.3 Soldadura de aluminio [5]

Los Factores principales para consideración en la soldadura GMAW (MIG) son espesor de la placa, aleación y tipo de equipo disponibles. Para cada aplicación, una instalación óptima de las condiciones de soldadura puede ser establecida desde los procedimientos recomendados por los manuales de soldadura.

Esto es considerado buena práctica para preparar el prototipo de la obra soldada en el avance de la producción real, tal que las condiciones de soldadura pueden ser determinadas en el prototipo. Esto es más recomendado que soldadores practiquen de antemano bajo condiciones de producción simulada. Esto ayuda a evitar errores por falta de experiencia.

Donde la soldadura intermitente es usada, una desviación del patrón regular del avance de la antorcha es recomendada. La soldadura GMAW (MIG) de aluminio normalmente deja un cráter en el extremo de la soldadura. Este cráter es propenso al agrietamiento, el cual podría iniciar la fractura en la soldadura intermitente.

Un método de evitar éste problema es invertir la dirección de la soldadura en el extremo de cada tramo o soldadura intermitente, tal que el cráter sea rellenado.

Las aleaciones de aluminio requieren la selección de varilla de aporte correcto y la reducción en la cantidad de entrada de calor para soldar. El proceso GMAW-P es uno de los medios que permite reducir la entrada de calor en la soldadura.

Con el avance de la electrónica, la aplicación de la tecnología digital GMAW-P con funciones programables y el control preciso, contribuirá en la mejora de la soldadura de las aleaciones de aluminio. La investigación en el control de la corriente en el proceso GMAW-P es el nuevo reto para soldar aleación de aluminio. En el futuro la investigación debe centrarse en el desarrollo de estrategias de control en este proceso.

6. CONCLUSIONES

GMAW para aceros al carbón y aceros de baja aleación

El modo de transferencia cortocircuito GMAW-S por ser de baja entrada de calor, es el más adecuado para soldar materiales delgados de 0,024" - 0,20" (0,6 a 5,0 mm), con diámetros de electrodos de 0,025" - 0,045" (0,6 a 1,1 mm), bajo protección gaseosa 100% de CO_2 o una mezcla de 75-80% de argón más 25-20% de CO_2 .

El modo de transferencia spray es de más alta energía y es adecuado para materiales para soldar materiales más gruesos, para la protección gaseosa se usa argón + 1-5% Oxígeno o argón + CO_2 hasta un 18%. El modo de transferencia spray pulsante GMAW-P es adecuado donde se desea mayor control de salpicaduras, además de eliminar los defectos de pobre que son comunes en los modos de transferencia cortocircuito y globular, se utiliza para soldar con diámetros de electrodos de alambre soldado de 0.030" - 1/16" (1.2-2.0 mm) bajo protección gaseosa argón con un máximo de 18% de CO_2

GMAW para aceros inoxidables

Para la soldadura de producción de aceros inoxidables que implica juntas largas en materiales relativamente gruesos o un gran número de partes, el proceso de soldadura por arco con alambre electrodo bajo protección gaseosa GMAW pueden ser la mejor opción.

Los aceros inoxidables pueden ser soldados por el proceso GMAW, usando ya sea los modos de transferencia spray, cortocircuito o transferencia de arco pulsante. Se prefiere el modo de transferencia spray con gas de protección argón con 1 a 2 % de Oxígeno para mayor estabilidad del arco en la soldadura de espesores mayores a 1/4" (6,4 mm) y en posición plana debido a que las tasas de deposición son más altas que con otros modos de transferencia.

Para otras posiciones de soldadura, la transferencia de corto-circuito es usualmente preferida utilizando con un gas de protección rico en helio como el 90% de He, 7,5% Ar, 2,5% CO_2 , también el modo de transferencia spray pulsante puede ser empleada utilizando argón o una mezcla de argón/helio con una pequeña adición de oxígeno o de dióxido carbono.

GMAW para aluminio

En ingeniería sigue aumentando el uso de los materiales de base de aluminio forjado y fundido, y lo hace por las propiedades básicas únicas de este material, bajo peso 0.098 lbs./pulg³ comparado con el acero 0.283 lbs./pulg³, amplio rango de resistencia a la rotura 13000 Psi hasta 90.000 Psi, excelente resistencia a la corrosión en muchos entornos, excelente conductor de calor, es cinco veces más que el acero.

Es importante considerar para la soldadura de aluminio la propiedad conductibilidad térmica, y para compensar se debe usar los modos de transferencia de alta energía como son el modo de transferencia spray para espesores mayores a 3 mm y el modo de transferencia spray pulsante para espesores menores a 3 mm, utilizando como gas de protección el argón, estos dos modos de transferencia son capaces de proveer los niveles de energía requeridos para fundir el metal base y asegurar una buena fusión.

REFERENCIAS

- [1] H. L. Saunders, "MIG/MAG Welding Guide, For Gas Metal Arc Welding (GMAW)", The James Lincoln Arc Welding Foundation, Cleveland, Ohio, USA, 1997.
- [2] R. Rowel, L. Jeffus, "Manual de soldadura GMAW (MIG-MAG)", Ed. Paraninfo, España, pp. 54-56, 2008.
- [3] W. J. So, M. J. Kang, D. C. Kim, "Weldability of pulse GMAW joints of 780 MPa dual-phase steel", Archive of Materials Science and Engineering, Korea, pp. 53-60, Jan. 2010.
- [4] J. J. Olaya, S. P. Romero, "Influencia de la transferencia en la Resistencia y dureza de las uniones soldadas obtenidas por el proceso de soldadura GMAW", Revista de ingeniería, Colombia, Vol. 16 , Enero , 2013 pp.38-45.
- [5] P. Praveen, P. K. Yarlagadda, "Pulsed Gas Metal Arc Welding (GMAW-P) for Newer Challenges in Welding of Aluminum Alloys", Queensland University of Technology, March 2005, Australia.