Foto: www.energytecgator.com

Problemas Frecuentes en Soldadura GTAW - TIG

Ana María Rojas Gutiérrez
Periodista Metal Actual

Cuidar cada paso del proceso garantiza excelentes resultados.

La soldadura TIG, proporciona uniones limpias y de gran calidad, tiene bajo riesgo de inclusiones de escoria y en muchas ocasiones simplifica la limpieza final. El proceso puede usarse para soldar casi todo tipo de metales, adelantarse de forma manual, semiautomática o automatizada.

El proceso de soldadura GTAW –por sus siglas en inglés Gas Tungsten Arc Welding– también conocido como TIG (Tungsten Inert Gas), está entre las técnicas de soldadura más difíciles de aprender y tiene diferentes ventajas y desventajas. La TIG es adecuada para ciertas aplicaciones y totalmente inapropiada para otras.

La GTAW usa un electrodo no consumible de Tungsteno para crear un arco y transferir calor al metal base que se está soldando. Al mismo tiempo, un gas inerte[1], generalmente Argón o una mezcla de Argón/Helio, protege el charco de soldadura de la atmósfera y contra la contaminación.

El Argón[2] es el gas más empleado, tanto por la excelente protección que ofrece como por su bajo costo y sus buenas características de densidad y peso atómico. Por su parte, el Helio ofrece un arco fuerte, con gran potencial calorífico y es ideal para la soldar metales conductores de electricidad y calor como Aluminio y Cobre; su desventaja frente al Argón es que deja un cordón de soldadura más achatado y menos profundo. (*Ver tabla: Selección del Gas Según el Proceso y Metal a Aplicar*).

A diferencia de otros sistemas, la GTAW no requiere un metal de aportación consumible para cada aplicación; sin embargo, cuando se usa uno, éste es alimentado lentamente hacia el pozo de soldadura por el mismo operario.

La TIG puede usarse para soldar más materiales que cualquier otro proceso, incluso metales exóticos o aleaciones pesadas. Entre ellos el acero inoxidable, aluminio, cromo, molibdeno, níquel y titanio; por supuesto, también se puede soldar los tradicionales aceros al carbón. Además, permite trabajar con corrientes continua y alterna, con polaridad directa o inversa, brindando diferentes tipos de penetración y duración del electrodo.

Produce soldaduras muy limpias y de alta calidad, lo que la hace una buena opción para aplicaciones en las cuales la estética es importante, o donde se requieren soldaduras casi perfectas. Ésta también funciona muy bien para materiales delgados, incuso aquéllos con espesores en milímetros.

Por lo general, la GTAW no produce chispas, salpicaduras ni humos, lo que la hace un proceso relativamente limpio, por esta razón, no requiere demasiada limpieza después de soldar y muy pocas veces el operario tendrá que retirar escoria o pulir después del trabajo.

Selección del Gas Según el Proceso y Metal a Aplicar

Metal	Tipo de Soldadura	Gas o Mezcla de Gases	Rasgos sobresalientes / Ventajas
Acero Dulce	Punteada	Argón	Larga duración del electrodo, mejor contorno del cordón, más fácil de establecer el arco inicial.
	Manual	Argón	Mejor control del cordón especialmente en soldaduras en posiciones especiales.
	Mecanizada	Argón-Helio	Alta velocidad, menos flujo de gas que con Helio.
		Helio	Más velocidad que la obtenida con Argón.
Aluminio y Magnesio	Manual	Argón	Mejor arranque del arco, mejor acción de limpieza y calidad de soldadura, menos consumo de gas.
		Argón-Helio	Mayor velocidad de soldadura y penetración que con Argón.
	Mecanizada	Argón-Helio	Buena calidad de soldadura, más bajo flujo de gas requerido que con Helio solo.
		Helio DCSP	Penetración más profunda y mayor velocidad de soldadura, puede proveer acción de limpieza para las soldaduras en aluminio y magnesio.
Acero Inoxidable	Punteada	Argón	Excelente control de la penetración en materiales de bajo calibre.
		Argón-Helio	Entrada más alta de calor para materiales de mayor calibre.
	Manual	Argón	Excelente control de el cordón, penetración controlada.
	Mecanizada	Argón	Excelente control de penetración en materiales de bajo calibre.
		Argón-Helio	Alta entrada de calor, es posible mayor velocidad de soldadura.
		Argón-Hidrógeno (Hasta 35 por ciento H2)	Minimiza el corte en los bordes del cordón, produce soldaduras de contornos deseables a bajo nivel de corriente, requiere bajo flujo de gas.
Cobre, Níquel y Aleaciones Cu-Ni	Manual solamente	Argón	Excelente control del cordón, penetración en materiales de bajo calibre.
		Argón-Helio	Alta entrada de calor para compensar la alta disipación térmica de los materiales más pesados.
		Helio	Más alta temperatura para sostener velocidades de soldadura más altas en secciones de materiales más pesados.
Titanio	Manual Solamente	Argón	Alta densidad del gas provee un escudo más efectivo.
		Argón-Helio	Mejor penetración para la soldadura manual de secciones gruesas (se requiere un gas inerte de respaldo para proteger la soldadura de la contaminación)
Silicón Bronce	Manual Solamente	Argón	Reduce la aparición de grietas en este metal de corta duración al calor.
Aluminio Bronce	Manual Solamente	Argón	Penetración controlada del metal base.

Básicamente, la gran ventaja de este método es la obtención de cordones más resistentes, dúctiles y menos sensibles a la corrosión, ya que el gas protector impide el contacto entre la atmósfera y el baño de fusión; además, simplifica notablemente el soldeo de metales no ferrosos, por no requerir el empleo de desoxidantes, lo que evita las inclusiones de escoria y el consecuente riesgo de corrosión en la zona soldada. También la movilidad del gas que rodea al arco transparente permite al soldador ver claramente lo que está haciendo en todo momento, repercutiendo favorablemente en la calidad de la soldadura.

El cordón obtenido es de buen acabado superficial, y es susceptible de mejorarse con sencillas operaciones de pulido, lo que incide propiciamente en los costes de producción. Razones por las cuales, este proceso se utiliza para producir soldadura de alta calidad, especialmente en las industrias microelectrónica, farmacéutica o bioquímica, alimenticia, química, de refrigeración, centrales de energía, aviación, instrumentación y control, soportes y plataformas y, construcciones navieras, entre otras.

La soldadura TIG es muy popular para hacer uniones de raíz en cañerías y juntas de tubos, así como para sistemas de transporte y distribución de sustancias líquidas, sistemas para el procesamiento de gases y su distribución, elaboración de paneles de gas, soportes y en la construcción de tuberías para salones purificados.

Otra de sus ventajas es que puede emplearse en todo tipo de posiciones y es posible automatizarla para algunas fabricaciones en serie.

La principal limitación de la TIG, es que es uno de los procesos de soldadura más lentos pues, al compararlo con otros como SMAW o GMAW, tiene una baja tasa de deposición; por lo que se emplea, sobre todo, para obtener soldaduras con una perfecta apariencia en espesores delgados. Probablemente, no es la técnica si se requiere soldar rápidamente espesores anchos; pero, sin duda, es y seguirá siendo uno de los métodos más versátiles y empleados por los que trabajan el metal.

Fotos: www.ribespa.com

Al soldar el acero inoxidable con TIG es necesario hacerlo con sumo cuidado, pues tiende a doblarse con el calor; es conveniente controlar cada cordón de soldadura.

Debido a su complejidad técnica es necesario conocer los principales factores que intervienen en el proceso, lo cual proporcionará una base sólida para solucionar con éxito los retos más frecuentes que se presentan con GTAW.

La calidad de la soldadura depende del control de diferentes parámetros, entre ellos son fundamentales: la intensidad de la corriente, el control de la temperatura, la aportación del metal base apropiado, el perfecto estado de la punta del electrodo y la limpieza absoluta en el proceso.

Corriente Adecuada

La soldadura TIG puede utilizar corriente continua y alterna, la elección de la polaridad se debe hacer en función del material a soldar. (*Ver Guía para determinar el tipo de corriente*).

Corriente Continua, Polaridad Directa: Cuando el electrodo de tungsteno tiene polaridad negativa y la pieza positiva (polaridad directa), los electrones dejan el electrodo y chocan contra el metal base, proporcionando con ello dos terceras partes de la energía total en forma de calor en el metal base. Las intensidades de corriente son del orden de 50 a 500 Amperios (A). Con esta polarización se consigue mayor penetración y aumento en la duración del electrodo, ayudada además por el arco formado bajo el gas protector que presenta forma de campana, lo que proporciona una penetración profunda y estrecha. Al utilizar corriente continua, con polaridad directa, se tiene menor calentamiento en la pieza de trabajo y uno mayor en el electrodo.

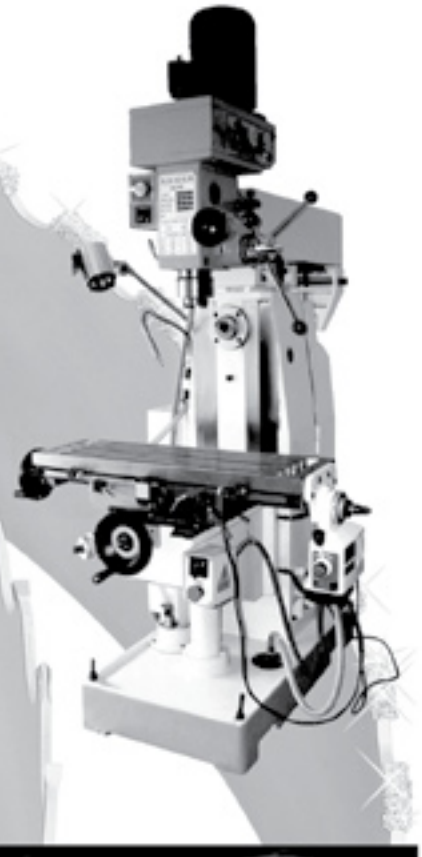
- *Corriente Continua, Polaridad Inversa:* En la polaridad inversa, el electrodo se encuentra a potencial positivo respecto a la pieza, conectada ésta al polo negativo, lo que quiere decir que la relación de corriente es mayor en la pieza de trabajo, la pieza se calienta el 30

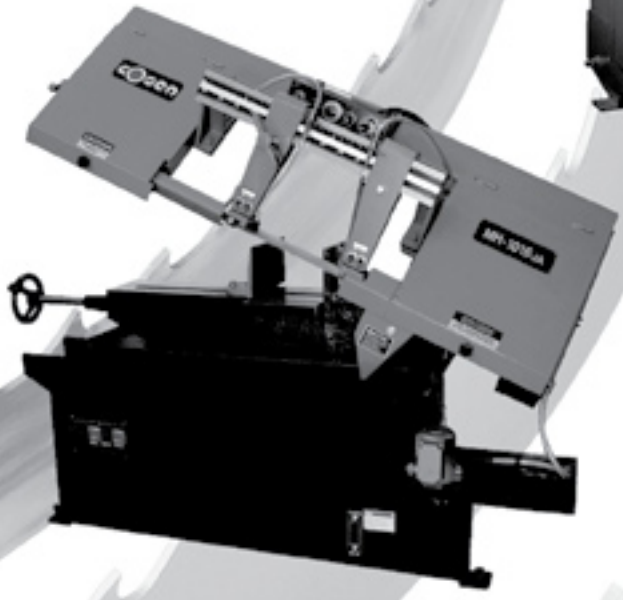
Somos una empresa innovadora que comercializa productos de clase mundial, con el compromiso de aumentar la productividad de nuestros clientes a través de nuestros servicios

SYE

SIERRAS Y EQUIPOS S.A.

- ♦ Hojas de sierra sinfín Bimetalicas ♦
- ♦ Máquinas circulares para corte de metales ♦
- ♦ Máquinas sinfín para corte de aceros ♦
- ♦ Discos H.S.S. ♦
- ♦ Discos para corte de aluminio ♦
- ♦ Afilado de discos ♦
- ♦ Taladros fresadores ♦





LENOX cOsen

julin

WIKUS®

Precisión en el punto de corte

[VISITE NUESTRA PÁGINA WEB]

CARRERA 52 Nº. 35-58 PBX. 448 2166 FAX. 232 6160 LINEA NACIONAL GRATUITA. 018000117793
e-mail: ventas@sierrasyequipos.com http://www.sierrasyequipos.com Medellín - Colombia
CALLE 17 No. 21 - 25 Paloquemao Tels.: 3700718 - 3700690 Bogotá - Colombia

por ciento y el electrodo un 70 por ciento; las intensidades oscilan entre 5 y 60 Amperios. Por lo que en este método, deben considerarse dos consecuencias importantes: el baño de fusión es mayor pero la penetración es poca y ancha y, se produce un efecto de descontaminación, ya que los electrones que salen de la pieza, rompen la película de óxidos y acorralan las impurezas a un lado.

En la práctica, el método de la polaridad inversa no tiene mucha aplicación; sólo en casos excepcionales para soldar chapas muy finas de magnesio, en las que no se requiere de altas temperaturas.

- *Corriente Alterna:* Se diferencia de la directa por el cambio constante de polaridad que efectúa por cada ciclo de tiempo. La característica principal es que durante un periodo de tiempo, un polo es negativo y el otro positivo, mientras que en el instante siguiente las polaridades se invierten tantas veces como ciclos por segundo o hertz posea esa corriente. Sin embargo, aunque se produzca un constante cambio de polaridad, la corriente siempre fluirá del polo negativo al positivo.

  El método de corriente alterna es especialmente útil para materiales de espesores delgados. La corriente alterna provee un calor uniforme que reduce la posibilidad de perforación por fusión o la producción de agujeros en la soldadura; también reduce el riesgo de curvatura común en los metales delgados. Por los lapsos del nivel de corriente en que ocurre el derretimiento y fusión del metal de soldadura, éste tiene la posibilidad de solidificarse. En el caso específico del aluminio es recomendable utilizar la corriente alterna.

De acuerdo con Hernán Felipe Rodríguez, instructor del área de mantenimiento de soldadura del Centro Metalmecánico del Sena, "además de comprender la diferencia entre cada una de las corrientes, es importante tener en cuenta las tablas que indican, precisamente, cómo determinar el tipo de corriente que se debe utilizar".

Guía para Determinar Tipo de Corriente

Diámetro del Electrodo en Pulgadas	AC*		DCSP	DCRP
	Usando Tungsteno Puro	Usando Tungsteno Thoriado o Electrodos "Rare Earth" **	Usando Tungsteno Puro, Thoriado, o "Rare Earth"	
.020"	5 – 15	8 - 20	8 – 20	---
.040	10 – 60	15 – 80	15 – 80	---
1/16"	50 – 100	70 – 150	70 – 150	10 – 20
3/32"	100 – 160	140 – 235	150 – 250	15 – 30
1/8"	150 – 210	225 – 325	250 – 400	25 – 40
5/32"	200 – 275	300 – 425	400 – 500	40 – 55
3/16"	250 – 350	400 – 525	50 – 800	55 – 80
¼"	325 – 475	500 – 700	800 – 1000	80 – 125

*** Los** valores máximos mostrados han sido determinados usando un transformador de onda desbalanceada, si un transformador de onda balanceada es usado, reduzca estos valores 30% o use el próximo diámetro de electrodo más grueso. Esto es necesario dado el alto calor que aplica al electrodo una onda balanceada.

****Los** electrodos con la punta redondeada son los que mejor sostienen estos niveles de corriente.

Elija Bien los Electrodos

Los electrodos utilizados en soldadura al arco con electrodo refractario no consumible, tienen un punto de fusión muy elevado, capaz de soportar temperaturas del orden de los 4.000° C que se producen en el arco. Los diámetros más utilizados son los de 1.5, 2.5 y 3.0 mm; pueden ser de tungsteno puro o aleado, estos últimos suelen tener entre un 1.0 o 2.0 por ciento de Torio (Th), o de Zirconio (Zr).

La adición de Torio aumenta la capacidad de corriente del electrodo, así como su poder de emisión electrónica. Además, mantiene más frío el extremo del electrodo; facilita el cebado del arco; permite mantener un arco más estable y disminuye el riesgo de contaminación del electrodo ante un eventual contacto con la pieza.

Los electrodos, tal como se reciben del fabricante, tienen la punta roma por lo que antes del uso, es necesario preparar las puntas ya sea con esmeril para hacerlas puntiagudas o fundirlas para formar una esfera. El electrodo juega un papel importante en el momento de llevar a cabo el soldeo pues, influye en la circulación de la misma corriente, de acuerdo con Rodríguez "si se trabaja con acero, el afilado debe de ser de 110°, en aluminio, redondeado en su punta, aunque el afilado en punta aguda es el que se utiliza para la mayoría de los materiales", afirma el instructor.

En corriente continua, los electrodos deben ser puntiagudos, especialmente si la densidad de corriente es débil; cuanto más agudo es el ángulo, mayor es la penetración, la altura de la punta debe ser en principio 1,5 veces el diámetro del electrodo.

Puede darse el caso en que la superficie del cono de un electrodo en tungsteno toriado esté insuficientemente pulida, lo que provoca inestabilidad de arco; en ese caso, basta con aumentar la intensidad de la corriente durante un corto instante para obtener una superficie perfectamente lisa.

El ángulo a darse a los electrodos varía con la corriente de soldadura que se ha de utilizar; la siguiente tabla sugiere el valor del mismo:

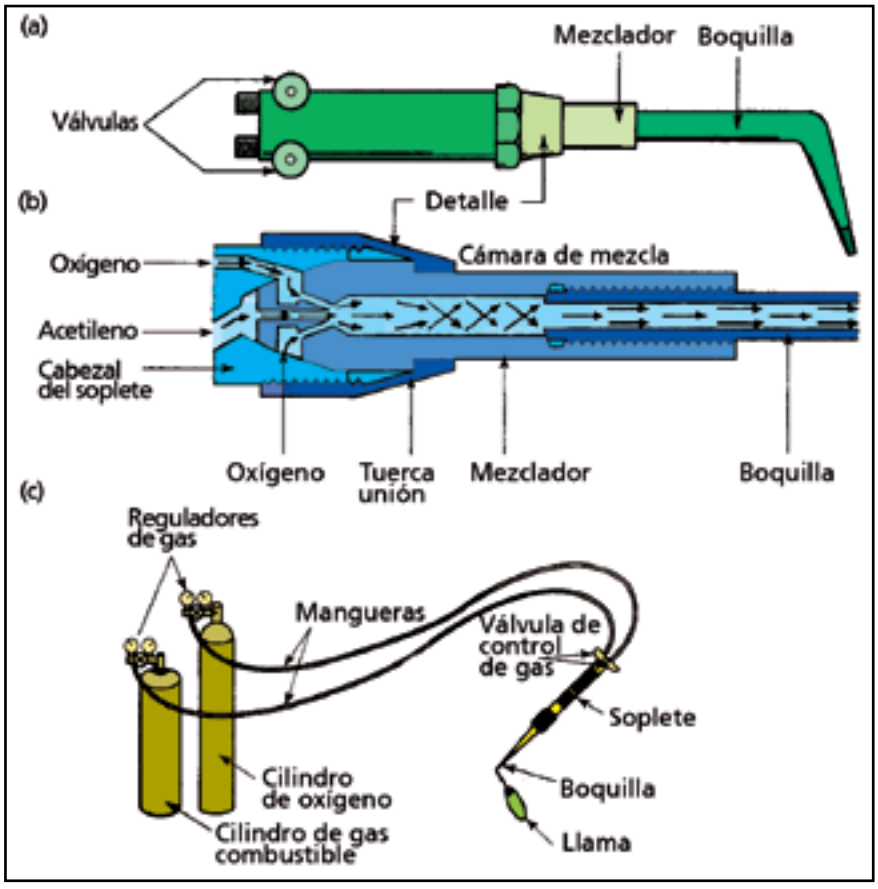


Gráfico: Metal Actual

Los electrodos de tungsteno ya tienen una clasificación igual que los demás. La norma internacional ISO 6848 dispone una codificación alfanumérica en la que: la primera letra caracteriza el componente principal y la segunda la adición del óxido (P Tungsteno puro; T Torio; Z Zirconio; L Lantano; C Cerio) después sigue un número que corresponde al porcentaje de adición multiplicado por diez. Así, por ejemplo, WP caracteriza a un electrodo de tungsteno puro, mientras que WT 20 corresponde a un electrodo de tungsteno con un 2 por ciento de Torio.

ANGULO	CORRIENTE DE SOLDADURA
30º	5-30
60-90º	30-120
90-120º	12-160

Cada tipo de electrodo definido por la norma, viene indicado por un anillo de color: WP verde; WT4 Azul; WT10 Amarillo; WT20 Rojo; WT30 Violeta; WT40 Naranja; WZ3 Marrón; WZ8 Blanco; WL10 Negro; WC20 Gris.

Problemas Frecuentes

- *Penetración Excesiva:* Se caracteriza por exceso material de soldadura respecto a la cantidad requerida para rellenar la junta, este problema puede ser causado por el uso de una regulación de corriente muy alta. La soldadura se vuelve ancha y plana con pequeñas socavaduras a lo largo del contorno del cordón de soldadura. También, la penetración excesiva puede ser el resultado de un avance demasiado lento, en ambas situaciones, se consume mucho más metal de aportación de lo que se requeriría normalmente.
- *Penetración insuficiente:* Se produce cuando la corriente de soldadura está regulada demasiado baja. El cordón de soldadura es angosto y convexo, con muy poco o ningún refuerzo de raíz. El avance demasiado rápido también puede producir penetración insuficiente. En ambos casos puede ocurrir la fusión incompleta a lo largo del contorno de la soldadura.
- *Porosidad:* Las bolsas de gas que se quedan retenidas en la soldadura o abiertas a la superficie se llaman porosidad. Es un problema que generalmente ocurre debido a la protección inapropiada del baño de soldadura, causado por un bajo caudal de gas protector o el uso de gas protector contaminado o incorrecto. En otros casos, este defecto puede deberse al amperaje y velocidad de avance excesivo o metales base contaminados.
- *Inclusiones de tungsteno:* A veces, las partículas de tungsteno quedan retenidas en el depósito de soldadura, éstas se producen al tocar el electrodo contra el depósito de soldadura o varilla de metal de aporte. Por esta razón es necesario limpiar muy bien esta parte y volver a darle forma si se contamina. Las inclusiones también pueden resultar del amperaje excesivo o del ajuste de alta frecuencia y son las causantes de fisuras y agrietamientos.
- *Desgaste prematuro del electrodo:* Es prioritario tener cuidado con el deterioro del electrodo que además de ser costoso, afecta la calidad del cordón. Aunque parezca que no se produce ninguna combinación electroquímica entre electrodo y baño, se pueden producir inclusiones de tungsteno en el baño, lo que es causa de múltiples problemas.

Por supuesto, debe tenerse en cuenta que el electrodo nunca debe tocar el baño, especialmente en materiales que se combinan fácilmente con el tungsteno, como todos los metales ligeros. El cobre y el acero son, en este sentido, menos sensibles, y pueden cebar el arco tocando el electrodo con

la pieza, siempre y cuando no se toque directamente el baño.

- *Ángulos inapropiados del soplete:* Éstos dan como resultado defectos, tales como perfil de la soldadura incorrecto, traslapo[3] y socavadura. El ángulo de trabajo inapropiado produce soldaduras de filete de catetos dispares, si el arco se dirige demasiado hacia una de las planchas que forman la pieza de trabajo.

  El ángulo de avance inapropiado de la pistola puede producir una combinación de defectos de soldadura. La situación más común es dirigir demasiado calor a la varilla de metal de aportación, esto dificulta el trabajo pues el metal de aporte tiende a fundirse causando adiciones inconvenientes de metal de aportación.

- *Grietas en el cráter[4]:* Comúnmente, son causadas por una depresión en el extremo de un cordón de soldadura con tendencia a agrietarse. Este problema puede resolverse al depositar metal de aportación adicional en el extremo de cordón de soldadura para rellenar la depresión causada por el proceso.

Prevenir, Antes que Corregir

Para que una soldadura TIG sea regular y compacta, es necesario que los bordes hayan sido preparados con meticulosidad. Esto quiere decir que si, por ejemplo, están oxidados, es preciso mediante algún método mecánico eliminar el óxido (generalmente por medio de gratas). En este sentido, es importante tener en cuenta que nunca deben mezclarse gratas entre diferentes materiales, es decir, es conveniente destinar una grata para limpiar acero, otra para el aluminio, pues al mezclarlas se producen inclusiones de materiales incompatibles.

Las piezas deben estar perfectamente exentas de partículas grasas: para ello, es preciso proceder a un desgrasado y posteriormente, si es necesario, a un decapado mecánico. En el caso del aluminio este puede limpiarse con alcohol industrial o productos industriales desengrasantes.

La forma de los chaflanes y la separación entre piezas varían según la naturaleza del metal a ensamblar y de su espesor, pero siempre es prioritario preparar la pieza.

De acuerdo con Rodríguez, "también es recomendable emplear soldadura TIG, limitando su uso a espesores de metales delgados (de 6.0 mm), en dos o tres pasadas. Lo más corriente es que si el espesor es superior a 4.0 mm., el proceso TIG se emplee para la primera pasada y el relleno de la junta se realice mediante proceso MIG o electrodo revestido".

En este orden de ideas el experto aclara que "para espesores gruesos, es recomendable trabajar otros procesos de soldadura como el arco sumergido, pues aunque es posible realizarlo por este sistema, resulta mucho más costoso y los resultados no son los mismos".

Así mismo, aconseja aplicar las técnicas requeridas para que el material no sufra sobre calentamiento o si se quiere que haya más calentamiento por cuestiones de penetración, recordando que son dos ángulos los que se pueden dar a la antorcha y el sentido en el que va la soldadura: El ángulo de "empuje", que es cuando el electrodo está apuntando en sentido contrario a la dirección en la que apunta la soldadura, y el de "arrastre", que va en sentido contrario.

La técnica debe escogerse de acuerdo al material a trabajar. En calibres delgados (calibre 18 hacia abajo o sea de 1.2 mm hacia abajo) se debe utilizar la técnica de arrastre, para espesores gruesos está indicada la técnica de empuje.

También se debe tener en cuenta el caudal del gas, si el material a trabajar es acero inoxidable y el flujo del gas es excesivo se generarán porosidades que pueden oxidarse fácilmente. Para lo cual, Rodríguez recomienda "hacer uso de las fichas técnicas entregadas por los comerciantes en las que se especifican el caudal, el ángulo y la velocidad de avance. Antes de iniciar la soldadura se deben observar las especificaciones y parámetros a tener en cuenta, si conservamos esos parámetros tendremos una buena soldadura", afirma.

El caudal de gas debe ser tal que la superficie del baño permanezca perfectamente brillante y que ningún depósito de óxido aparezca a lo largo del cordón de soldadura. Si el electrodo toma un aspecto apagado o de color gris, existen sospechas para pensar que el caudal de gas es insuficiente.

En cuanto al grado de habilidad requerido para el manejo del proceso de soldadura TIG, es recomendable haber tenido buena habilidad con

Foto: www.joethewelder.org

Los gases protectores generalmente son inertes los más utilizados son Argón y Helio o una mezcla de ambos; aunque, por lo general, el Argón es el más común porque brinda una excelente protección y tiene menor costo.

Foto: www.esab.co.uk

Con TIG se pueden soldar acero inoxidable, aluminio, cromo-molibdeno, níquel y titanio, también, por supuesto, todo tipo de aceros al carbón.

otros procesos como el de electrodo revestido o el oxicombustible, pues estos son similares y desarrollan la agilidad manual que requiere el proceso TIG.

Al soldar es indispensable evitar que el viento afecte el proceso. Debe ser un trabajo regular y la longitud del arco debe mantenerse constante, es muy importante que el extremo de la varilla de aporte no se salga en ningún momento de la protección del flujo de gas ya que, este extremo se oxidaría y se producirían inevitablemente inclusiones de óxido en el baño. Después de la ejecución de la soldadura, la junta debe limpiarse. Un martilleo en caliente es susceptible de mejorar ligeramente la resistencia mecánica de la junta.

Citas

1) Inerte significa que el gas no puede combinarse químicamente con otros elementos para formar compuestos.

2) Una de las principales características del Argón es que tiene un bajo potencial de ionización, lo que supone arcos más estables y con pocas proyecciones. Además debido a su potencial de ionización relativamente bajo, el Argón reduce la tensión del arco y, como consecuencia disminuye el poder de penetración, propiedades que lo hacen recomendable para soldar espesores finos.

3) Protrusión de metal de soldadura más allá del borde o raíz de la soldadura.

4) En soldadura por arco, una depresión en la terminación de un cordón, o en el baño de soldadura debajo del electrodo.

Fuentes

- **Hernán Felipe Rodríguez.** Instructor área de mantenimiento soldadura. **E.mail: hrodriguez@misena.edu.co**
- **'Técnica y Práctica de la soldadura'** Joseph W. Giachino, William Weeks.
- **'Soldadura al Arco con Electrodos de Tungsteno'** Hobart School of Welding Technology, Troy, Ohio, U.S.A
- Páginas Web: www.aciem.org - www.elprisma.com - www.solter.com