

Tema

#7



**Curso de capacitación sobre
el proceso de soldadura**

Soldadura por arco de tungsteno con gas



SEGURIDAD



Como en todos los trabajos, la seguridad es primordial. Debido a que existen varios códigos y normas de seguridad vigentes, le recomendamos que siempre lea cuidadosamente todas las etiquetas y el Manual del Usuario antes de instalar, operar o hacer el mantenimiento de la unidad. Lea la información de seguridad al comienzo del manual y en cada sección. Además, lea y cumpla todas las normas de seguridad vigentes, en especial la norma ANSI Z49.1 denominada Seguridad en soldadura, corte y procesos aliados.

La norma ANSI Z49.1: denominada Seguridad en soldadura, corte y procesos aliados se puede descargar gratuitamente del sitio web de la Sociedad Estadounidense de Soldadura: <http://www.aws.org>

La lista que sigue a continuación muestra las normas de seguridad adicionales y cómo acceder a ellas.

Prácticas seguras para la preparación de recipientes y tuberías para soldadura y corte, Norma AWS F4.1, Sociedad Estadounidense de Soldadura, de Global Engineering Documents (Teléfono: 1-877-413-5184, sitio web: www.global.ihs.com).

Código Eléctrico Nacional, Norma NFPA 70, de la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego, Quincy, MA 02269 (Teléfono: 1-800-344-3555, sitio web: www.nfpa.org y www.sparky.org).

Manejo seguro de cilindros con gases comprimidos, Folleto CGA P-1, de la Asociación de Gases Comprimidos, 4221 Walney Road, 5th Floor, Chantilly, VA 20151 (Teléfono: 703-788-2700, sitio web: www.cganet.com).

Seguridad en la soldadura, el corte y los procesos aliados, Norma CSA W117.2, de la Asociación de Normas Canadienses, Venta de normas, 5060 Spectrum Way, Suite 100, Ontario, Canada L4W 5NS (Teléfono: 800-463-6727, sitio web: www.csa-international.org).

Práctica segura para la protección ocupacional y educativa de los ojos y el rostro, Norma ANSI Z87.1, del Instituto Nacional de Normas de los Estados Unidos, 25 West 43rd Street, New York, NY 10036 (Teléfono: 212-642-4900, sitio web: www.ansi.org).

Norma para la Prevención del Fuego durante la Soldadura, el Corte y Otros trabajos en caliente, Norma NFPA 51B, de la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego, Quincy, MA 02269 (Teléfono: 1-800-344-3555, sitio web: www.nfpa.org).

Normas de Seguridad y Salud Ocupacional para la Industria en General, OSHA, Título 29, Código de Regulaciones Federales (Code of Federal Regulations, CFR), parte 1910, subparte Q, y parte 1926, subparte J, de la Oficina de Impresión del Gobierno de los EE. UU., Superintendencia de Documentos, P.O. Box 371954, Pittsburgh, PA 15250-7954 (Teléfono: 1-866-512-1800) (Existen 10 Oficinas Regionales de OSHA—el teléfono de la Región 5, Chicago, es 312-353-2220, sitio web: www.osha.gov).

Folleto, *Valores Umbrales Límites (Threshold Limit Values, TLVs)*, de la Conferencia Estadounidense de Higienistas Industriales del Gobierno (ACGIH), 1330 Kemper Meadow Drive, Cincinnati, OH 45240 (Teléfono: 513-742-3355, sitio web: www.acgih.org).

Remolcar un tráiler – Equiparse para estar seguro, Publicación del Departamento de Transporte de los EE. UU., Administración Nacional de Seguridad de Tráfico por Carretera, 400 Seventh Street, SW, Washington, D.C. 20590

Comisión de Seguridad para los Productos de Consumo (U.S. Consumer Product Safety Commission, CPSC), 4330 East West Highway, Bethesda, MD 20814 (Teléfono: 301-504-7923, sitio web: www.cpsc.gov).

Manual de Aplicaciones para la Ecuación de Levantamiento de NIOSH Revisada, Instituto Nacional para la Seguridad y la Salud Ocupacional (The National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH), 1600 Clifton Rd, Atlanta, GA 30333 (Teléfono: 1-800-232-4636, sitio web: www.cdc.gov/NIOSH).

Preparado por el Departamento de Capacitación de Miller Electric Mfg. Co.

©2012 Miller Electric Mfg. Co.

Los contenidos de esta publicación no se podrán reproducir sin la autorización de Miller Electric Mfg. Co., Appleton Wisconsin, U.S.A.

ADVERTENCIA

Este documento contiene información general sobre los temas que aquí se tratan. No es un manual de aplicaciones y no contiene una declaración completa de todos los factores relacionados con estos temas.

Solamente personas calificadas deberán llevar a cabo la instalación, operación y mantenimiento de los equipos de soldadura por arco y el uso de los procedimientos descritos en este documento de acuerdo con los códigos pertinentes, las prácticas seguras y las instrucciones del fabricante.

Siempre asegúrese de que las áreas de trabajo estén limpias y sean seguras, y de que exista la ventilación adecuada. La mala utilización de los equipos y el incumplimiento de los códigos pertinentes y las prácticas seguras pueden derivar en graves lesiones personales y daños a la propiedad.

Soldadura por arco de tungsteno con gas

Curso de capacitación sobre el proceso de soldadura y los metales de aportación:

Bienvenido al curso de capacitación sobre el proceso de soldadura y los metales de aportación. Esta serie de capacitación se desarrolló con el objetivo de brindar un conjunto básico de materiales educativos que se pueden utilizar de manera individual o en el entorno del aula.

Los temas que se tratarán en el curso son los siguientes:

Procesos de soldadura

- Tema 1. **Introducción a la soldadura**
- Tema 2. **La seguridad en la soldadura**
- Tema 3. **Electricidad básica para la soldadura**
- Tema 4. **Diseño de la Fuente de poder o energía para soldadura**
- Tema 5. **Fuentes de poder o energía accionadas por motor**
- Tema 6. **Soldadura por arco de metal protegido**
- Tema 7. **Soldadura por arco de tungsteno con gas**
- Tema 8. **Soldadura por arco metálico con gas**
- Tema 9. **Soldadura por arco con núcleo de fundente**
- Tema 10. **Corte y ranura por arco de plasma**
- Tema 11. **Solución de problemas en los procesos de soldadura**

Metales de aportación

- Tema A. **Introducción a los metales**
- Tema B. **Acero bajo en carbono**
- Tema C. **Acero de aleación baja**
- Tema D. **Acero inoxidable**
- Tema E. **Aluminio**
- Tema F. **Operaciones de endurecimiento superficial**

Tenga en cuenta que este curso no fue desarrollado con el objeto de enseñar la técnica de la soldadura o del corte sino para brindar una base de conocimiento general sobre los distintos procesos y los temas relacionados.

Índice

El proceso GTAW (TIG)	1
Ventajas del proceso GTAW	1
Arco concentrado	1
Sin escoria	1
Sin chispas, salpicaduras o ruidos	1
Sin humo ni gases	1
Desventajas de GTAW	2
Resumen del proceso	2
Fundamentos de GTAW	2
Corriente alterna	3
Frecuencia	4
Formas de onda de CA	4
CA de onda cuadrada/onda cuadrada suave	5
Onda cuadrada avanzada	5
Onda triangular	5
Corriente continua	5
Polaridad	6
Corriente continua con electrodo negativo (CDEN)	6
Corriente continua con electrodo positivo (CDEP)	6
Cómo soldar con corriente alterna	8
Rectificación del arco	8
Formas de onda equilibradas y desequilibradas	8
Frecuencia ajustable (Hz)	10
Control de corriente independiente	10
Fuentes para soldadura de GTAW	10
Métodos de inicio del arco	12
Ionización de gas	12
Alta frecuencia	12
Modo de pulso de alta frecuencia	14
Lift-Arc™	15
Inicio por raspado	15
Descarga capacitiva	15
GTAW pulsada	15
Soldadura pulsada a altas velocidades de ciclos	16
Equipo para GTAW	17
Corriente constante	17
Fuentes de poder o energía de rectificador controlado de silicio (SCR) de onda cuadrada	18
Fuente de poder o energía con inversor	18
Fuentes de poder o energía de onda cuadrada avanzada	19
Fuentes de poder o energía accionadas por motor	19
Ciclo de trabajo	20
Voltaje primario	21
Elementos accesorios	22
Iniciadores de arco	22
Antorcha GTAW	22
Componentes de la antorcha GTAW	23
Control remoto	25
Carros de ruedas y portacilindros	26

ÍNDICE

Soldadora automatizada con TIG . . . . .	.26	Precalentamiento . . . . .	.45
Controles de automatización . . . . .	.27	Preparación del aluminio para soldar . . . . .	.45
Microprocesadores . . . . .	.27	Preparación del acero inoxidable para soldar . . . . .	.46
Sistema de control de longitud de arco . . . . .	.28	Preparación del titanio para soldar . . . . .	.46
Sistema de alimentación de alambre frío . . . . .	.28	Preparación del acero bajo en carbono para soldar . . . . .	.46
Sistema de alimentación de alambre caliente . . . . .	.28	Tipos de juntas de soldadura	50
Monitorización del arco por video . . . . .	.28	Juntas de borde . . . . .	.50
Registro de la unión . . . . .	.28	Juntas a tope . . . . .	.50
Control magnético del arco . . . . .	.28	Juntas solapadas . . . . .	.51
Oscilador mecánico de la soldadura . . . . .	.29	Juntas en esquina . . . . .	.51
Electrodos	29	Juntas en T . . . . .	.52
Electrodos de tungsteno para GTAW . . . . .	.29	Tipos y posiciones de soldadura	52
Uso de electrodos de tungsteno . . . . .	.30	Soldaduras de filete . . . . .	.52
Tipos de electrodos . . . . .	.31	Soldaduras de ranura . . . . .	.52
EWP (100% de tungsteno, verde) . . . . .	.31	Posiciones de soldadura . . . . .	.52
EWCe-2 (2% de cerio, gris) . . . . .	.31	Símbolos de soldadura	53
EWTh-2 (2% de torio, rojo) y EWTh-1 (1% de torio, amarillo) . . . . .	.31	Términos y definiciones	55
EWZr-1 (1% de zirconio, marrón) . . . . .	.33		
EWG (aleación no especificada, cualquier color no usado.) . . . . .	.33		
Preparación del electrodo . . . . .	.33		
Preparación de tungsteno de CD . . . . .	.35		
Preparación del tungsteno de CA avanzado . . . . .	.36		
Gas de protección	37		
Argón . . . . .	.37		
Helio . . . . .	.38		
Mezclas con hidrógeno . . . . .	.38		
Mezclas con nitrógeno . . . . .	.39		
Tasa de flujo . . . . .	.39		
Preflujo y postflujo . . . . .	.39		
Mecanismos de contención de posterior y protecciones de salida . . . . .	.39		
Metal de aportación GTAW . . . . .	.40		
Especificaciones del metal de aportación . . . . .	.41		
Selección del metal de aportación . . . . .	.41		
Controles de la fuente de poder o energía GTAW . . . . .	.41		
Interruptor eléctrico . . . . .	.41		
Interruptor del modo SMAW/GTAW . . . . .	.43		
Interruptor remoto/panel de control del amperaje . . . . .	.43		
Interruptor remoto/panel de control de salida . . . . .	.43		
Fuerza del arco/control de equilibrio . . . . .	.43		
Preflujo y postflujo . . . . .	.43		
Modo de inicio del arco . . . . .	.43		
Control de corriente de la soldadura o control de amperaje . . . . .	.44		
Receptáculo del control de amperaje remoto . . . . .	.44		
Interruptor de polaridad y selector de CA/CD . . . . .	.44		
Control de intensidad de alta frecuencia . . . . .	.44		
Controles de CA avanzados . . . . .	.44		
Preparación de la unión de soldadura para soldar . . . . .	.44		
Limpieza . . . . .	.44		
Dispositivos de unión . . . . .	.45		

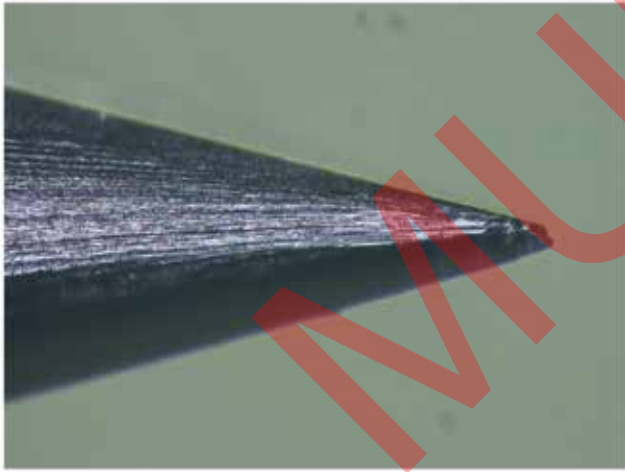
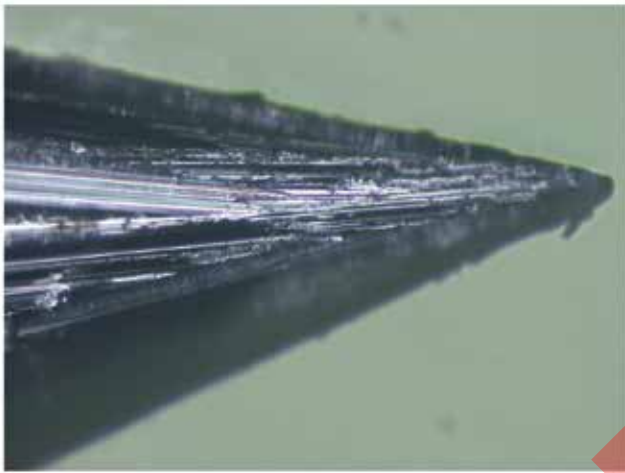
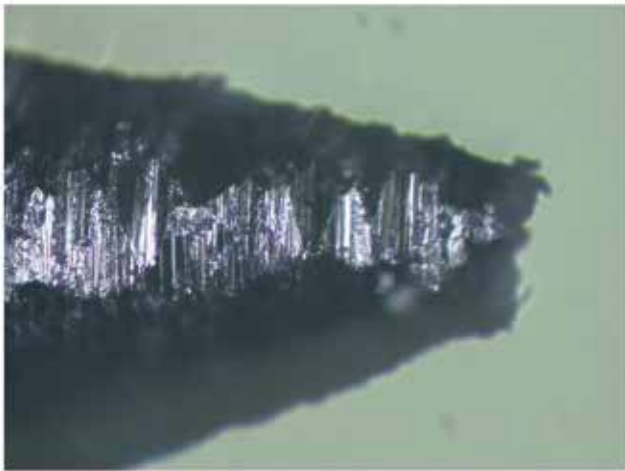


Figura 72 –

**Magnificación 10X de pulido a mano perpendicular (extremo superior)
Acabado a mano en una típica rueda de esmerilar (medio)
Acabado en una esmeriladora de tungsteno Triad™ (extremo inferior)**

El electrodo que se contaminó por contacto con el charco de soldadura o el metal de aportación tendrá un depósito del metal en el electrodo. Si este depósito es pequeño, puede que, si se mantiene un arco en un desecho del material por un tiempo, el depósito se vaporice del electrodo. Si no se puede eliminar la contaminación de esta forma, el método preferido es volver a preparar el electrodo para eliminar la contaminación. No se recomienda romper el

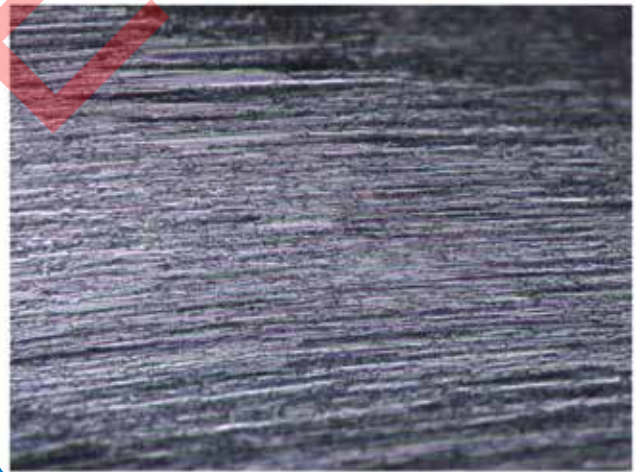


Figura 73 –

**Magnificación 20X de un acabado de fábrica (extremo superior)
Acabado a mano en una típica rueda de esmerilar (medio)
Acabado en una esmeriladora de tungsteno Triad™ (extremo inferior)**

tungsteno contaminado, ya que puede causar que el tungsteno se parta longitudinalmente o curve el electrodo. Esto puede tener como resultado un calentamiento excesivo del electrodo y un arco con una mala forma. Dar forma adecuada al tungsteno y una eliminación de la contaminación son claves para mantener soldaduras consistentes. Un tungsteno preparado adecuadamente reducirá o eliminará el movimiento del arco, la separación, la

Soldadura por arco de tungsteno con gas

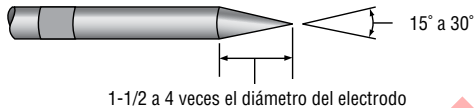


Figura 74 – Esmeriladora de tungsteno Weldcraft® Triad™

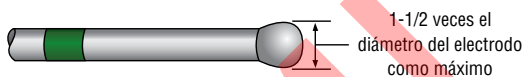
fragmentación y las inconsistencias en la calidad de la soldadura. Figura 74 muestra una esmeriladora especialmente diseñada para la preparación de tungsteno.

Cuando se selecciona un tungsteno de diámetro demasiado grande para soldar en CD de bajo amperaje, resultará en mal arranque de arco y el vaivén del arco no desaparecerá jamás. Esto se debe a que el tungsteno es un mal conductor de la electricidad. Si intenta usar un arco de 15 amperios en un electrodo de 3/32 pulgadas (0,23 cm) de diámetro, puede hacer que el arco deambule y tenga dificultades para iniciar el arco. Incluso la correcta preparación de un electrodo que es muy grande para el nivel de corriente requerido, puede ser la causa de problemas con el arco de la soldadura. Figura 75 muestra las formas preferidas para preparar tungsteno para GTAW.

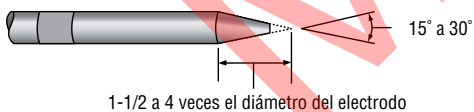
Preparación de tungsteno de CD



Preparación del tungsteno de CA convencional



Preparación del tungsteno de CA avanzado



Prepare como en CC y desafilé la punta solo lo suficiente para permitir que se forme una bola que sea igual o ligeramente mayor que el diámetro del tungsteno en el punto de sublimación incompleta donde la bola deja de formarse.

Esto requerirá prueba y error y depende del amperaje y de cómo se configura el suministro de energía de CA avanzado.

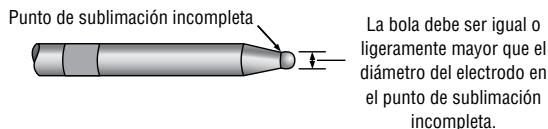


Figura 75 – Técnicas de preparación del tungsteno

Preparación de tungsteno de CD

Se prefiere un tungsteno afilado para GTAW de corriente continua, ya que el 70% de la energía de la soldadura se dirige a la mitad positiva del arco de GTAW y sólo el 30% del calor del arco se dirige al tungsteno.

Una práctica común para afilar electrodos es pulir la unión cónica en una distancia de aproximadamente el diámetro de 2 electrodos de longitud hasta formar la punta de una aguja afilada para usarla en la soldadura con CD. El uso del diámetro de 2 electrodos como directriz produce un ángulo incluido de aproximadamente 30°. Si se usa esta regla para un electrodo de 1/8 pulgada (0,3 cm), la superficie amolada o esmerilada usará 1/4 pulgada (0,63 cm) de la longitud del electrodo de tungsteno. Hay muchas teorías e incluso más opiniones sobre el ángulo incluido adecuado de la punta. La aplicación actual es la consideración más importante al determinar la configuración de la punta. El segundo factor más importante es estar seguro de que una vez que se determinó la configuración del tungsteno, se pueden reproducir de forma sistemática los ángulos de preparación y la homogeneidad del acabado.

En general, el arco de la soldadura forma un ángulo de 90° desde el tungsteno a la superficie. Entonces, al contrario de lo que se piensa comúnmente, un pequeño ángulo incluido (punta de aguja de 15°) no produce un cordón de soldadura más angosto, el arco es más ancho y más acampanado y genera un cordón de soldadura más ancho y de penetración menos profunda. Un ángulo más pronunciado como uno de 30° producirá una columna de arco y cordón de soldadura un poco más angostos, pero no es fácil de notar hasta que se usa un ángulo incluido de 60° o más. Al usar un ángulo incluido de 30° con un extremo pequeño truncado (punta posterior desgastada), puede ayudar a estrechar el arco en la soldadura de CD para producir una columna de arco angosta con un cordón de soldadura angosto de penetración profunda. Figura 76 muestra ejemplos de varios arcos y perfiles de soldaduras producidos al cambiar el ángulo incluido en el electrodo.

Efecto de ángulo incluido en el cordón de soldadura

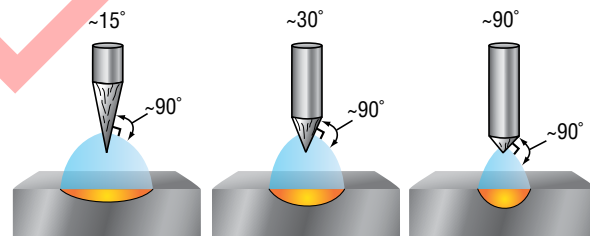


Figura 76 – Los efectos en el ancho y profundidad de penetración del cordón de soldadura con ángulos incluidos variantes