

## PROCESO DE SOLDADURA POR TRANSFERENCIA DE METAL EN FRIO

### Weld process by cold metal transfer

#### RESUMEN

El proceso de soldadura por transferencia de metal frío, es la evolución del proceso GMAW, pero incorpora una nueva técnica, para desprender las gotas de metal de aporte, logrando transferir el metal con una muy baja intensidad de calor. El resultado puede ser descrito como una alternada secuencia calor-frío-calor-frío que reduce en gran medida la presión del arco. La combinación de una reducción de aporte térmico y la ausencia de chisporroteo hacen posible el uso de soldadura para aplicaciones que no habría sido posible antes, además que entrega beneficios como una mayor productividad, menos rechazos y menos acabado soldadura

**PALABRAS CLAVES:** Tráserencia de metal en frío, CMT, soldadura MIG/MAG, soldadura de aluminio.

#### ABSTRACT

*The weld process by cold metal transfer is the evolution of process GMAW, but it incorporates a new technique, to come off the drops contribution metal, being obtained to transfer the metal with a very low intensity of heat. The result can be described like one alternated heat-cold-heat-cold sequence; This 'hot-cold' process greatly reduces the arc pressure. The combination of a reduction of thermal contribution and Spatter-free welding make the use possible of weld for applications that would not have been possible before, in addition that it gives benefits like a greater productivity, less rejections and less finished post-weld.*

**KEYWORDS:** Cold Metal Transfer, weld MIG/MAG, Aluminum weld.

#### 1. INTRODUCCIÓN

El proceso de soldadura involucra muchos fenómenos metalúrgicos como, fusión, transformaciones de fase durante la solidificación, transformaciones de fase de estado sólido, deformaciones causadas por el calor y tensiones de contracción, que pueden causar muchos problemas prácticos. Los problemas puede ser evitados o solucionados aplicándose principios metalúrgicos apropiados a dicho proceso, ya que la soldadura es un proceso metalúrgico. En los procesos de soldadura, al igual que la fundición de los metales, se requiere de altas temperaturas para hacer posible la fusión. El tipo de fuente de calor es básicamente lo que describe el tipo de proceso. Algunos de estos procesos han sido desarrollados para algunas aplicaciones específicas, mientras otros se mantienen muy flexibles, cubriendo un amplio intervalo de actividades en la soldadura. Aunque la soldadura es usada principalmente para unir metales similares, es también muy usada, para reparar y reconstruir partes averiadas o desgastadas y en algunos casos materiales metálicos diferentes. [1]

Cuando se escoge un proceso de soldadura, se deben conocer las posibilidades que se tienen y sus limitaciones. La selección del proceso de soldadura está determinada por varios factores, en donde hay que tener muy en cuenta el costo y la calidad. Ya que cuando se aplica un cordón de soldadura, se involucran procesos de fusión, solidificación, crecimiento de grano y de cristales, transformaciones de fases, difusión, cambios de temperatura entre otros. El tipo de proceso de soldadura indica o determina la forma como estos procesos ocurren. Durante la aplicación del cordón de soldadura, el calor aportado se disipa radialmente alejándose de la fuente. Como el charco metálico lleva una velocidad de avance se forman isoterms de forma aproximadamente elípticas alrededor de la fuente de calor. [2]

El intervalo de temperaturas por las que pasa cada punto puede dar lugar a las transformaciones que afectan las características de la unión soldada, estas características depende de numerosos factores como la geometría de la unión soldada, temperatura de precalentamiento, espesor de la pieza, calor aportado por el proceso de soldadura, que influyen en la estructura metalúrgica, propiedades mecánicas, en la sanidad de la unión soldada y que

#### JOSE LUDDEY MARULANDA

Ingeniero Metalúrgico, M. Sc.

Profesor Auxiliar

Universidad Tecnológica de Pereira

jlmарulanda@utp.edu.co

permite adoptar ciertas precauciones para reducir los efectos perjudiciales. Un buen control del ciclo térmico de la soldadura, permite lograr cordones sanos, sin que se produzcan alteraciones de las propiedades de los metales después de soldados. El calor introducido a la pieza a través del el cordón de soldadura provoca varios efectos perjudiciales como son: [1, 2]

- Altas tensiones residuales, provenientes del calentamiento localizado que causan las tensiones de contracción, las cuales pueden conllevar a la distorsión de la pieza.
- Reducción de la ductilidad y cierta fragilización en el cordón de soldadura y en la zona afectada térmicamente que puede conducir a la fisuración.
- Deterioro de las propiedades de mecánicas, principalmente en la zona afectada térmicamente.
- Que el cordón de soldadura no tenga las propiedades requeridas debido a ciclos térmicos desfavorables.

Existe, sin embargo, un proceso de soldadura de nuevo desarrollo, conocida como Cold Metal Transfer (CMT), que parece ofrecer la combinación de versatilidad, velocidad y calidad. Desarrollado por Fronius, el proceso CMT se caracteriza por piezas y zonas de soldadura que son considerablemente 'fríos' en comparación con procesos de soldadura convencionales como la GMA. El reducido aporte térmico lleva a ventajas como la baja distorsión y alta precisión. El proceso CMT se basa en la transferencia del metal aporte en la soldadura por arco y cuenta con una deliberada y sistemática discontinuidad del arco. El resultado puede ser descrito como una alternada secuencia calor-frío-calor-frío que reduce en gran medida la presión de arco. En un rango normal de la transferencia de arco, el electrodo se deforme mientras se sumerge en el charco de soldadura y bruscamente se funde. Esto es importante cuando la antorcha de soldadura es abruptamente reorientado, como ocurre a menudo en automatizados o robóticos de soldadura. En la Figura 1, se observa como se deposita el metal en el proceso de soldadura por transferencia de metal en frío. [5, 10]

Hay ciertos materiales y aplicaciones que no soportan el calor constante del proceso de soldadura. Para evitar soldar con un charco de soldadura caliente, a través de gotas, que puede producir chisporroteo, y para ser más favorable al proceso metalúrgico, se necesitan temperaturas más bajas., lo cual es logrado con el proceso CMT. El CMT realiza la transferencia fría del metal. Por supuesto, el término "frío" tiene que ser entendido en términos de un proceso de la soldadura, comparado contra el proceso convencional de MIG/MAG, el CMT es de hecho un proceso frío. El resultado es una soldadura libre chisporroteo, robusta y se pueden soldar espesores a partir de 0.3 milímetro hasta 3 mm en un solo pase. [3, 4]

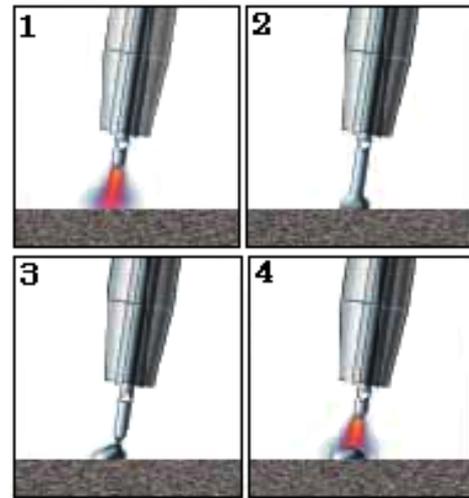


Figura 1. Esquema del proceso de transferencia de metal en la soldadura por transferencia de metal en frío. [10]

## 2. SOLDADURA POR TRANSFERENCIA DE METAL FRÍO (COLD METAL TRANSFER – CMF)

Este proceso de soldadura es la evolución del proceso GMAW, pero incorpora un arco corto, con una nueva técnica, para desprender las gotas de metal de aporte, la cual logra transferir el metal con una muy baja intensidad de calor en comparación a otros procesos convencionales. El desprendimiento de la gota de metal es logrado con la ayuda de la energía que se produce en cada corto circuito y está asociada al alto flujo de corriente, ya que por primera vez el movimiento del alambre es incorporado y controlado en el proceso, logrando el desprendimiento de la gota de metal cuando la corriente esta cercana a cero, debido al movimiento hacia atrás del alambre que ayuda al desprendimiento de la gota. (Ver figura 1). La principal innovación en la CMT es el movimiento del alambre el cual está estrechamente controlado como parte integral del proceso de soldadura. Cada vez que se produce el cortocircuito, el controlador digital interrumpe el proceso de toma de corriente y el alambre se retrae, lo cual ayuda al desprendimiento de la gota. Este movimiento hacia adelante y atrás se lleva a cabo con una frecuencia de hasta 70 veces por segundo. [1, 3]

Una característica definitiva y algunas veces crítica, en la soldadura por arco es la conversión de energía eléctrica en calor. En el proceso de soldadura por transferencia de metal frío (CMT), la interrupción controlada del cortocircuito conduce a una baja corriente de cortocircuito y reduce en gran medida la entrada de calor a la unión soldada. La mayoría de los intentos de crear un libre de salpicaduras de soldadura proceso han tenido un éxito limitado, pero Fronius con el proceso CMT ha logrado la transferencia de metal libre de chisporroteo o salpicaduras. A pesar de que el proceso CMT se basa en el proceso convencional de soldadura GMAW, elementos

como la fuente, está dividida en dos controlados digitales. Un alimentador de alambre, el cual mueve el alambre hacia adelante y hacia atrás hasta setenta veces por segundo, mientras que la parte trasera empuja el alambre. Una amortiguación entre los dos alimentadores asegura que no interfieran entre sí. [6, 7]

La combinación de una reducción de aporte térmico y la ausencia de chisporroteo hacen posible el uso de soldadura para aplicaciones que no habría sido posible antes, además que entrega beneficios como una mayor productividad, menos rechazos y menos acabado después de la soldadura. Estas ventajas se complementan con una alta capacidad de llenar espacios vacíos, lo que da lugar a un mejor control de los procesos automatizados y una apariencia casi perfecta para el conjunto acabado. Una notable demanda del proceso CMT es en la soldadura a tope de láminas delgadas de 0,3 mm. Esto significa que, por ejemplo, laminas de aluminio, ahora se pueden soldar sin necesidad de herramientas de sujeción y sin quemones. Otra aplicación es la unión de aluminio y acero. Si bien esto ha sido posible por el uso de soldadura por láser, se dice que el proceso CMT logra una mejor unión metalúrgica con una apariencia de alta calidad.

Este proceso presenta una gran exactitud en el control de la longitud del arco, ya que la detección y el ajuste de la longitud del arco se hace mecánicamente, esto evita la inexactitud debido a la contaminación de la superficie y la velocidad de soldadura, por lo anterior se logra un proceso de soldadura extremadamente estable, con un amplio intervalo de tolerancia, con respecto a la velocidad de avance, además, la secuencia de ignición es dos veces más rápida que cualquier otro método por lo cual el metal base es fundido rápidamente, esto da la posibilidad de unir secciones gruesas con secciones delgadas. Por otro lado, se puede combinar la transferencia de metal frío con el arco pulsado, para disminuir el impacto térmico y la distorsión de la pieza a soldar y además de mantener la geometría del cordón de soldadura y aumentar la habilidad de unir vacíos. [7, 8]

Este proceso es de fácil operación, ya que tiene monitores internos, basados en la definición de límites. En su antorcha tiene un motor para el avance y retroceso del electrodo metálico. A pesar de lo anterior esta antorcha es liviana, con un peso de 1.6 Kg, además la disipación de calor está mejorada y la unidad electrónica está completamente aislada y protegida, con lo anterior se obtiene una tensión del alambre reproducible y una exactitud en el arrastre del alambre gracias al control digital de la velocidad. En la figura 2. Se observa el esquema del proceso de soldadura por transferencia de metal frío. [1, 10]

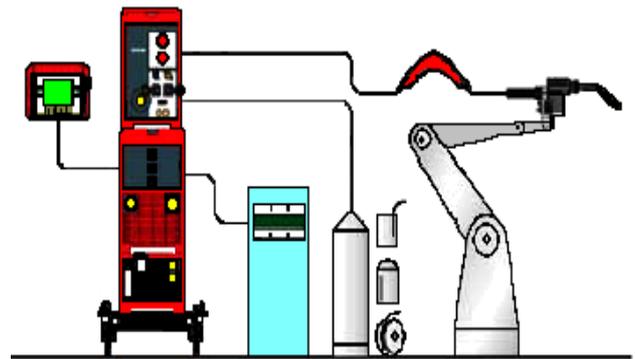


Figura 2. Esquema del proceso de soldadura de transferencia de metal en frío. [10]

Sus principales aplicaciones son:

- MIG brazing libre de chispas.
- Aplicaciones en láminas delgadas
- Unión entre láminas de aluminio, acero, acero inoxidable o acero galvanizado.
- Soldadura de acero con aluminio.

En este proceso de soldadura es posible utilizar todos los metales base y de aporte conocidos en el proceso MIG/MAG. También se puede aplicar en todas las posiciones y en todos los tipos de soldadura. Trabaja en espesores de lámina de 0.3 mm y con velocidad de avance hasta de 1.5 m/min. Además del ahorro de energía, puede unir acero galvanizado con aluminio. Como resultado de la menor entrada de calor, existe un 50 por ciento de reducción en la distorsión del metal, que reduce significativamente la necesidad de tiempo y de mano de acabado. La segunda ventaja radica en el hecho de que el proceso CMT es libre de salpicaduras, que también ayuda a minimizar el tiempo de acabado requerido. Por último, el proceso CMT supone una mayor precisión y mayor rapidez de soldadura. [4, 7, 8, 10]

La unión de aluminio con acero puede mejorar las características de los componentes utilizados en aplicaciones industriales. Especialmente en la industria automotriz, la unión de estos dos metales minimiza el consumo de energía mediante la reducción de peso. Hasta hace poco, la mecánica de unión de estos dos metales era atornillar, remachar, entre otros. La unión térmica ha sido fuertemente restringida debido a la formación de la fase intermetálicas, las cuales son muy frágiles y por lo tanto deterioran las propiedades mecánicas de esas uniones. El proceso CMT ha logrado unir acero con aluminio, sin la formación de estas fases intermetálicas, obteniendo cordones de alta calidad. [8, 9]

### 3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El proceso de soldadura por transferencia de metal frío, logra una mayor calidad, ya que tiene una mayor uniformidad y reproducibilidad en el proceso, con lo que logra un número menor de rechazos.
- La reducción de aporte térmico y la ausencia de salpicaduras conlleva al aumento de la productividad y la disminución de los costos de post-soldadura como el mecanizado.
- En el pasado, las uniones de aluminio-acero sólo han sido posibles mediante soldadura por láser - y con importantes limitaciones. La tecnología del CMT ha logrado la unión de estos materiales con una buena apariencia y alta calidad.
- Las propiedades y posibilidades mencionadas para el proceso CMT da todas las perspectivas tecnológicas para que se pueda utilizar con éxito en todos los sectores y con diversas aplicaciones.

- <http://www.robots4welding.com/applications.php?app=cold+metal+transfer>.
- [7] Processing talks, pater-free welding - even manually, <http://www.processingtalk.com/news/tps/tps119.html>, October 2007
- [8] Engineer live, Welding processes join dissimilar materials, <http://www.engineerlive.com/features/17285/welding-processes-join-dissimilar-materials.shtml#>. January 2008.
- [9] J. BRUCKNER, Cold Metal Transfer Has a Future Joining Steel to Aluminum. American Welding Society (AWS) <http://www.aws.org/wj/2005/06/038/>

#### Documentos presentados en conferencias (No publicadas aún):

- [10] Exposición Fronius, CMT-Cold Metal Transfer. Una revolución en el proceso de soldadura. Bogotá- Noviembre 2005.

### 4. BIBLIOGRAFÍA

#### Referencias de libros:

- [1] J.L. Marulanda, A. Zapata, and D. Meza, Fundamentos de la soldadura de metales. Universidad Tecnológica de Pereira. 2007.
- [2] FORTES CLEBER. Metalurgia da soldagem, Basic Welding Filler Metal Technology – ESAB Welding and Cutting Products, 2004

#### Reportes Técnicos:

- [3] The fabricator. Getting autobody welding down cold. [http://www.thefabricator.com/ArcWelding/ArcWelding\\_Article.cfm?ID=1320](http://www.thefabricator.com/ArcWelding/ArcWelding_Article.cfm?ID=1320).
- [4] FRONIUS, The new revolution in digital GMA welding . CMT: Three letters – one new technology – innumerable benefits . [http://www.fronius.com/cps/rde/xbcr/SID-0AFF0106-F748ACEF/fronius\\_international/froniuspress\\_st\\_2005-09-12\\_\(1\)es.rtf](http://www.fronius.com/cps/rde/xbcr/SID-0AFF0106-F748ACEF/fronius_international/froniuspress_st_2005-09-12_(1)es.rtf)
- [5] Engineering talk. CMT, or cold metal transfer, is billed as the new revolution in digital GMA welding <http://www.engineeringtalk.com/news/tps/tps111.html>
- [6] Robots 4 welding, Welding Application - Cold Metal Transfer.