



Julio 2018 - ISSN: 1696-8352

ANÁLISIS DE LA MICRO TRANSFORMACIÓN ESTRUCTURAL ENTRE SOLDADURA GMAW Y SMAW APLICADA EN PERFILES LAMINADOS EN FRÍO.

Eugenia Mercedes Naranjo Vargas¹

Docente Facultad de Mecánica - ESPOCH

eugenia.naranjo@esPOCH.edu.ec

Javier Renato Moyano Arévalo²

Docente Facultad de Mecánica - ESPOCH

javier.moyano@esPOCH.edu.ec

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Eugenia Mercedes Naranjo Vargas y Javier Renato Moyano Arévalo (2018): "Análisis de la micro transformación estructural entre soldadura Gmaw y Smaw aplicada en perfiles laminados en frío.", Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana, (julio 2018). En línea: <https://www.eumed.net/rev/oel/2018/07/analisis-soldadura-gmawysmaw.html>

Resumen

En este trabajo, se realizó un estudio comparativo de la soldadura por arco metálico de gas (GMAW o MIG) y la soldadura de arco de metal blindado (SMAW) para dos métodos de soldadura por arco metálico, y se compararon la calidad y la microestructura de la soldadura. El primero es un tipo de soldadura con electrodos consumibles y blindajes de gas, y el segundo es un método de soldadura con electrodos consumibles recubiertos de fundente, especialmente para la reparación. Para garantizar un rendimiento satisfactorio de la estructura soldada, la calidad de la soldadura se determina mediante un procedimiento de prueba apropiado. Muestras de prueba preparadas de acuerdo con los requisitos de la tabla estándar lituana, en particular, LST EN 895: 1998. La pieza de prueba hecha de acero

¹ Ingeniera Mecánica graduada en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Magister en Diseño Mecánico graduada en la Universidad Internacional SEK. Actualmente docente de la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

² Ingeniero Mecánico graduado en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Magister en Diseño Mecánico graduado en la Universidad Internacional SEK. Actualmente docente de la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

estructural S235JR (LST EN 10027-1) fue soldada. La microestructura obtenida revela la diferencia entre los dos métodos de soldadura utilizados para el experimento, y la evaluación del tamaño del grano confirma el resultado previo de la prueba de resistencia a la tracción.

Palabras clave: Análisis - GMAW - Microestructura- SMAW – Soldadura

Abstract

In this work, a comparative study of gas metal arc welding (GMAW or MIG) and shielded metal arc welding (SMAW) was carried out for two metal arc welding methods, and the quality and microstructure of the weld were compared. The first is a type of welding with consumable electrodes and gas shields, and the second is a welding method with consumable, flux-coated electrodes, especially for repair. To ensure satisfactory performance of the welded structure, the quality of the weld is determined by an appropriate test procedure. Test samples prepared according to the Lithuanian standard board requirements, in particular, LST EN 895:1998. The test piece made of structural steel S235JR (LST EN 10027-1) was welded. The microstructure obtained reveals the difference between the two welding methods used for the experiment, and the evaluation of the grain size confirms the previous result of the tensile strength test. Keywords: grain size, GMAW, material testing, microstructure, SMAW, soldering.

Keywords: Analysis - GMAW - Microstructure - SMAW - Welding

1. INTRODUCCIÓN

Al soldar, las dos superficies de piezas de trabajo se funden en una superficie, que es un método preciso, fiable, rentable y conveniente de unir aleaciones metálicas. El fabricante no utiliza otras técnicas para procesar metales y aleaciones porque la soldadura es un proceso rápido y económico que se puede sintetizar dos materiales diferentes. De hecho, muchos productos tales como la construcción de estructuras, tuberías, y los automóviles no se pueden crear sin el uso de soldadura. Todos los años, debido a la mala tecnología de soldador, falta de control o selección de materiales equivocados para guardar una pequeña parte del coste, aparecerá un gran número de productos de desecho cada año (Kapustka, Conrardy, Babu, y Albright, 2008).

El proceso de soldadura ha encontrado su lugar en la producción de metales y la fabricación. Una variedad de técnicas de soldadura utilizados incluyen la soldadura por arco sumergido. gas inerte de tungsteno blindado de soldadura. gas metal inerte blindado de soldadura, soldadura de arco de plasma y así sucesivamente. Durante el proceso de soldadura por fusión, la estructura local de la aleación de metal cambia significativamente. El metal frío circundante limita la expansión térmica del metal de soldadura y las áreas cercanas. Se inicia la formación de la deformación plástica residual en el metal de soldadura y las áreas cercanas. Estas cepas de plástico se denominan cepas puras y se cree que son responsables de la distorsión de soldadura y otros defectos en la soldadura.

Una vez que se establece la relación entre la entrada de calor de soldadura y la distribución normal de tensión, la tensión residual y la deformación se pueden calcular mediante el uso de la cepa particular como el análisis elástico de la cepa inicial. El objetivo de esta revisión fue examinar los dos tipos de soldadura más comúnmente usados para formar juntas y evaluar la calidad de la soldadura y la microestructura. Arco metálico con gas (GMAW) es ampliamente utilizado para la deformación plástica o el cierre de carrocerías de automóvil y, a menudo se utiliza para las limitaciones de geometría componente de resistencia de soldadura por puntos aplicaciones o diseños (RSW) requiere resistencia de la unión suplementaria y rigidez. Vangipuram, 2007).

En el proceso de soldadura GMAW, la microestructura se ve afectada por el calor por arco metálico y es diferente de la utilizada en la producción. La potencia térmica local de la fuente de calor de soldadura, que produce un gradiente de temperatura grande en la pieza de trabajo, cambia la microestructura y por lo tanto cambia las propiedades mecánicas. GMAW es muy útil debido a su flexibilidad, la posibilidad de diferentes espesores de soldadura de metal, alta productividad y la posibilidad de aplicación automática. Como con muchos otros tipos de soldaduras, propiedades térmicas de la geometría de la soldadura y de células de fricción son controlados para aumentar la resistencia mecánica de la junta de soldadura y reducir la presencia de defectos de soldadura y, a menudo pueden mejorar la calidad de la soldadura. Blindado soldadura por arco metálico (SMAW) también se puede realizar en diferentes materiales de diferentes grosores. Esto explica por qué la operación manual de SMAW general lleva a cabo la soldadura de reparación. El arco calienta la aglomeración de metal de la SMAW entre el electrodo de metal revestido y el metal base. Durante el proceso SMAW, los electrodos se agotan (Kim y Eagar, 1993).

El blindaje se obtiene a partir de la descomposición de la cubierta del electrodo. Obtener el metal de relleno del electrodo. El arco se inicia poniendo en contacto momentáneamente el electrodo al metal base. Ese calor del arco funde la superficie del metal de base para formar un baño fundido en el extremo del electrodo. Esta investigación pretende cuantificar la microestructura de diferentes partes de la GMAW y SMAW juntas soldadas y para establecer una relación cualitativa entre la microestructura, calidad y resistencia a la tracción de las juntas soldadas (Coules, 2012).

2. MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS EXPERIMENTALES.

El material utilizado como el material de base en este estudio es el acero estructural no aleado S235JR. Fue seleccionado para el análisis y evaluación de la calidad de las uniones soldadas usando técnicas GMAW y SMAW. Los grados de acero ofrecidos son adecuados para la conformación en frío, tales como curvado, plegado, canteado, rebordado, etc. Tiene buena soldabilidad con procesos de soldadura tradicionales. En la mayoría de los casos, no se requiere tratamiento pre-

tratamiento térmico o post-calor para la soldadura. Acero S235JR es adecuado para componentes de construcción, contenedores, tanques de almacenamiento y perfiles laminados. Debido a la composición química significativamente más cerca y propiedades mecánicas.

La serie S235-S355 de grados de acero se utilizan como materiales para la rueda, camión y otros vehículos. carbono máximo valor equivalente: $CE = C + Mn / 6 + (Cr + Mo + V) / 5 + (Cu + Ni) / 15$
 $= 0.35$ muestras de soldadura de los aceros estructurales no aleados se procesan de acuerdo a las normas de Lituania. La soldadura se realiza en dos partes. Seis muestras fueron soldadas usando el método SMAW, y seis muestras fueron soldadas usando la técnica de GMAW. La composición del gas de protección usado fue: 82% de argón, 18% de CO₂ y <0,03% NO. Un metal lleno no cobre de OK Autrod 12,50 revestimiento se utiliza como el metal de relleno (Cary, 1986).

Pulido, y el grabado de la microestructura de la muestra usando un microscopio óptico. Las muestras para el microscopio óptico (LOM) inspecciones se preparan longitudinalmente hacia la soldadura de manera que todas las áreas específicas de la soldadura (zona afectada por el calor) son visibles. Las piezas de ensayo se pulieron a un elegante diamante (~ 1 m) de la superficie y grabada químicamente durante 10-30 segundos. Utilice solución: Mezclar 2 partes en volumen de ácido nítrico, 98 partes en volumen de alcohol (reactivo de nitrato de etanol) y una solución saturada de ácido pícrico en alcohol (ácido pícrico). Entonces, la microestructura se tamizó utilizando un microscopio óptico LMA 10 equipado con una cámara 15 YCH, y la imagen fue magnificada 100 veces. Para analizar la microestructura de la muestra soldada, se seleccionaron las siguientes áreas para el análisis de la microestructura (Koellhoffer, 1983).

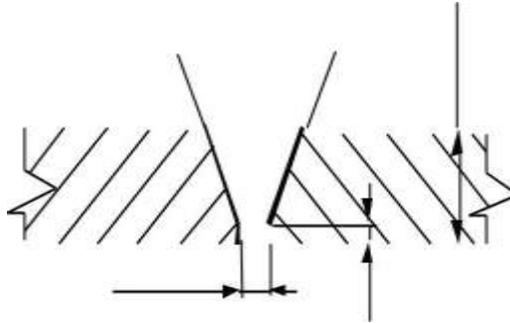


Figura 1: Dimensiones y desviaciones permitibles de muestra de soldadura

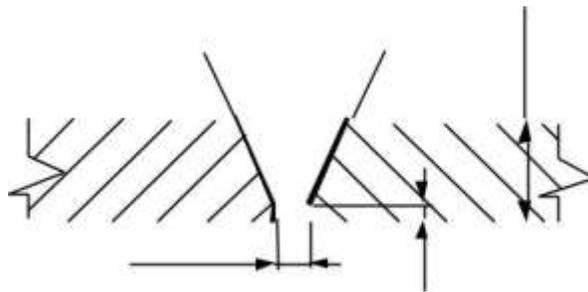
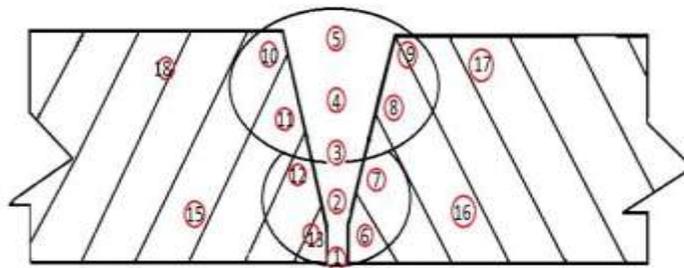


Figura 2: El esquema de soldadura(Koellhoffer, 1983).

Como puede verse a partir de la estructura, la soldadura se realiza en dos pases. Las áreas únicas de 1 a 5 muestran la microestructura dentro de la soldadura, mientras que los 6 a 13 áreas muestran la zona afectada por el calor. Allí, se espera para ver la fusión de metales base y metales de relleno. El área de 15 a 18 muestra el metal base; se espera que esté intacto y no se verá afectado por el calor de la soldadura de la costura. Se espera que la temperatura más alta en el baño de fusión y cambios sustanciales de la microestructura. La caída de calor es inversamente proporcional a la distancia desde el baño de soldadura. Otra área importante es HAZ. cambios micro estructurales pueden afectar a las propiedades de producción de la (sitio marta frágil formando posiblemente) de soldadura (Swallem, Blaow y Adarrat, 2015).



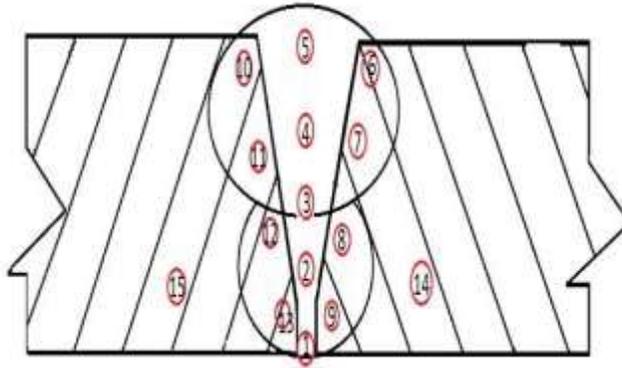


Figura 3 áreas de ensayo para análisis de la microestructura de la soldadura (Swallem, Blaow y Adarrat, 2015).

- a) GMAW,
- b) SMAW

Se espera que la ferrita y ferrita que tiene la tercera cementita se forman en la región límite. Se espera que hay tres regiones centrales en HAZ: subcríticas, se calienta a continuación 723°C , no austenita, un poco de alivio de estrés; formación de austenita durante el calentamiento parcial, volver a ferrita-perlita después de enfriar, supercrítico, totalmente transformado en austenita, la posibilidad de refinamiento de grano o crecimiento depende de la temperatura más alta (Nagy, 2012).

3. RESULTADO

Se utilizan dos tipos de métodos de soldadura. Para evaluar las propiedades mecánicas, se prepararon muestras de tracción. El modelo teórico caracteriza el modelo esperado de la formación de grano debido a la fusión y solidificación de la soldadura. En esta sección, las imágenes de la microestructura obtenidos se comparan con el modelo teórico esperado de HAZ y la formación de la microestructura zona de fusión. Los resultados del estudio de la microestructura se compararon con los resultados de la resistencia a la tracción para la verificación. Se estudió el tamaño de grano de la pieza de prueba, ya que tiene una influencia significativa en la ductilidad del material. Se puede considerar que las microestructuras de todas las piezas de ensayo que tienen tipos de soldadura similares son

relativamente el mismo, y se obtendrán las conclusiones sobre esta base (Kopp, Perkins, Laing, Prentice, Springmann, McDermott, y Stevens, 1997, enero).

4. ANÁLISIS DE LA MICROESTRUCTURA DE MUESTRAS GMAW

Dieciocho imágenes fueron tomadas en un área particular de la HAZ de la muestra de soldadura GMAW para el análisis de la muestra. El análisis se basa en la distribución térmica de la distribución de carbono y la temperatura y el modelo teórico de la formación de grano. Un método de evaluación de las partículas, también conocido como el método de Jeffries, se utiliza para calcular el número medio de partículas por microestructura conocido. Este método ayuda a evaluar el efecto del tamaño de grano en la ductilidad de la pieza de ensayo. El análisis de la muestra obtenida (regiones 1 a 5 mostrados en la Fig. 3a) indica que la microestructura en una posición dada contiene principalmente ferrita (muestra 1), y la estructura se convierte en perlita + ferrita (muestra 3 en la Fig. 4). se muestra a continuación, una cantidad considerable de perlita en la matriz de ferrita (Muestra 5, como se muestra en la

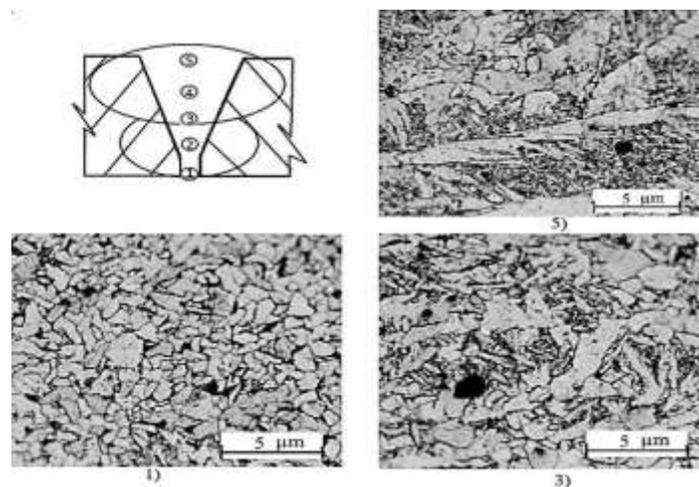


Figura 4: muestras de GMAW microestructura

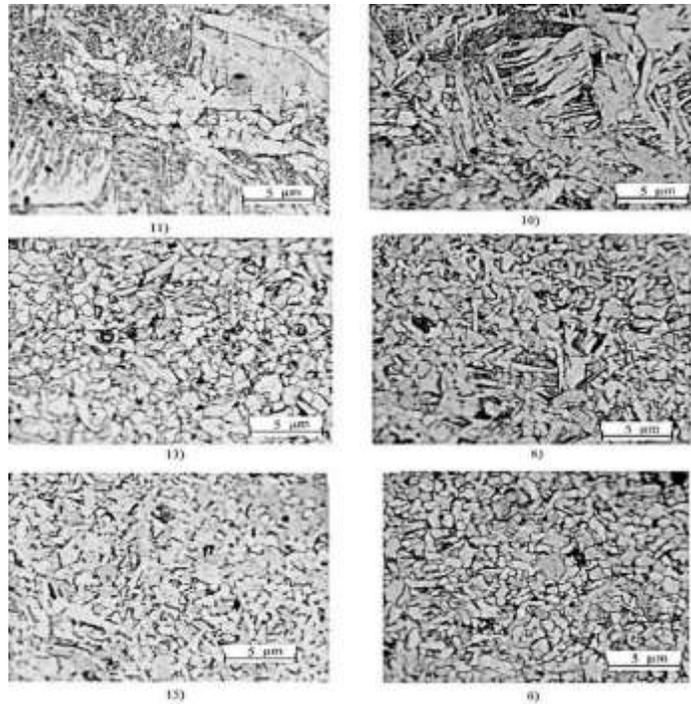


Figura 5: Imágenes de HAZ.(Boekholt, 1996).

El área de estudio adicional para la soldadura confirmó que esta estructura debe contener algunas predicciones de ferrita pura y carburo alineados y perlita. + Estructura de ferrita. Los granos de ferrita en la región exterior de la soldadura se espesan, lo que indica que la ductilidad de la soldadura se reduce. Mejores propiedades mecánicas que los metales caracterizan partículas más finas. La misma composición química tiene partículas más gruesas: mejores propiedades de tracción, mayor punto de rendimiento y resistencia, y resistencia a la fatiga. El diámetro de partícula varía entre 0,5 m y 4 m, dependiendo principalmente de la temperatura alcanzada y la velocidad de enfriamiento (Kong, Woo, Lee, y Kang, 2011).

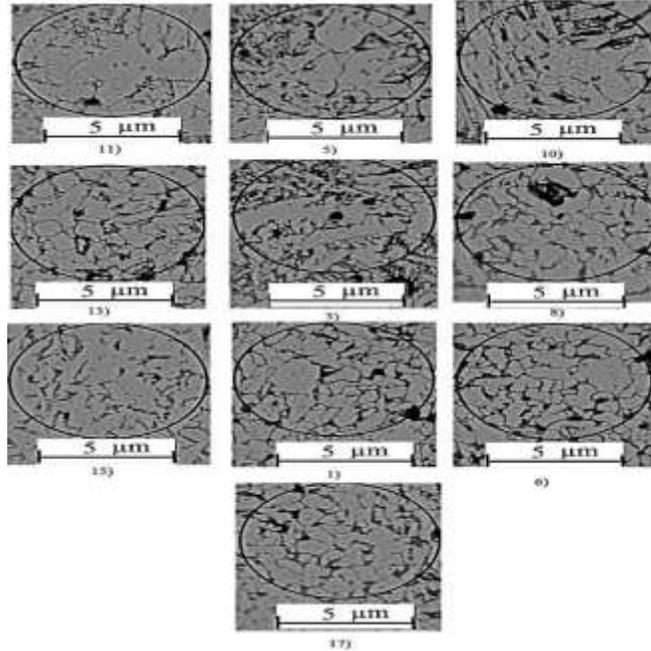


Figura 6: Medidas de piezas de prueba que muestran diferentes tamaños de granos(Boekholt, 1996).

Las temperaturas más altas, más gruesos granos de ferrita - baja ductilidad del material. La Figura 5 muestra las otras áreas únicas de la soldadura y su microestructura. A juzgar por el diámetro de grano de cristal y no la conversión del producto, se puede concluir que la muestra no es sobrecalentada y la velocidad de enfriamiento es suficiente, manteniendo así la ductilidad del material y el fortalecimiento de la soldadura (Labio, 2007).

Comparar el tamaño de grano del cupón de soldadura GMAW para ver cómo varía el tamaño de grano largo de la soldadura. Como se muestra en la Figura 6, los resultados visuales indican que el tamaño de grano en la soldadura es muy duro, pero el ligero cambio depende de la posición. La estructura más áspero se encontró en la parte inferior de la soldadura (Fig. 3a)). Las partículas más finas se encuentran en el exterior de la más alejada de la soldadura de la superficie de soldadura, y el tamaño de partícula ASTM fue aproximadamente 1. El tamaño de partícula ASTM sobre la capa superior de la ZAC era 0 y negativo. La comparación se hizo mediante el marcado de un círculo de la zona conocida la imagen magnificación 100x con $A = 314 \text{ cm}^2$. Calcular el número de partículas que caen por completo en la zona en, a continuación, calcular el número de partículas que caen

parcialmente dentro de la zona y se dividen por 2. Resumir y se divide por el área del círculo. Ramazani, Mukherjee, Abdurajmanov, Abbasi, y Prahl, 2015).

5. ANÁLISIS DE LA MICROESTRUCTURA DE MUESTRAS SMAW

El SMAW soldada pieza de ensayo se encontró que era completamente diferente de la pieza de ensayo GMAW. La Figura 7 muestra que la porción central de la soldadura no tiene ferrita fina; sigue siendo similar a lo largo de la soldadura y presenta una forma de aguja en bruto.

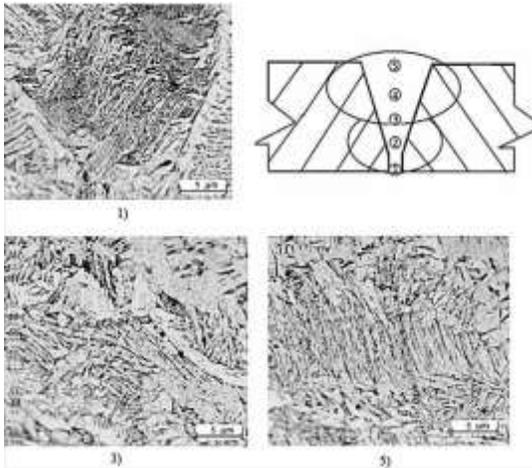


Figura 7: SMAW pieza de ensayo. (Boekholt, 1996).

Muestra claramente que puesto que el proceso de soldadura se lleva a cabo a temperatura ambiente, la estructura se ha sobrecalentado y puede endurecerse ligeramente, lo que puede dar lugar a condiciones de soldadura pobres y la aparición de la tensión interna. El mapeo de las muestras de estudio microestructura SMAW se muestra en la Figura 3b). Una encuesta de otras poblaciones en la ZAC muestra que es muy similar a la parte central de la soldadura. La microestructura de la pieza de ensayo se muestra en la Figura 8.

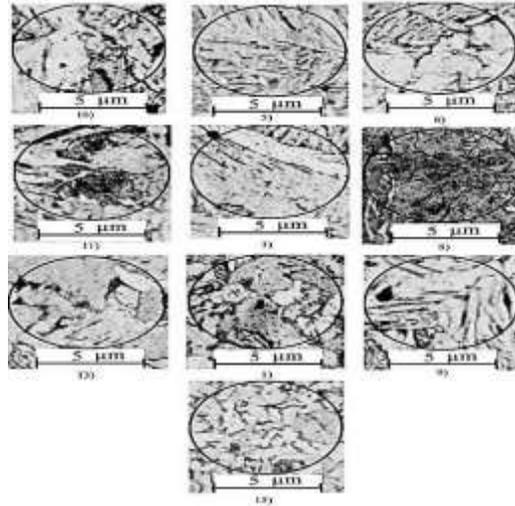


Figura 8: Microestructura de la articulación entre el metal base y de soldadura(Boekholt, 1996).

Dendríticas y estructuras de ferrita acicular con cereales secundarios se pueden ver en todas partes. Estas características indican sobrecalentamiento y posible endurecimiento de toda la soldadura. Los tamaños de grano de las muestras SMAW soldada se compararon para ver cómo el tamaño de grano varía a lo largo de la soldadura. Como se muestra en la Fig. 9, los resultados visuales muestran que el tamaño de grano en la soldadura es muy duro y es significativamente diferente del tamaño de grano fuera de la soldadura. La Tabla 2 da los resultados exactos para cada 100 cm² de partículas (Carter, 2012).

6. COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL ESTUDIO DE LA MICROESTRUCTURA CON RESULTADOS DE LA PRUEBA DE RESISTENCIA A TRACCIÓN

Los resultados del ensayo de resistencia a la tracción y los resultados de la microestructura parcialmente coincidieron con el trabajo. La microestructura de la muestra de GMAW es paralelo a la resistencia a la tracción resultados de la prueba de la microestructura. La muestra GMAW no mostró anomalías o defectos significativos debido a soldar sobrecalentamiento u otras características de ZAC. Por otro lado, la microestructura de las muestras SMAW muestra claros signos de sobrecalentamiento y signos de endurecimiento, lo que puede dar lugar a tensiones internas en la estructura y el debilitamiento de la soldadura. La estructura de grano grueso también confirmó la conclusión de

sobrecalentamiento, y la dendrítica, acicular estructura de ferrita ilustra endurecimiento parcial debido a la baja temperatura circundante (Boekholt, 1996).

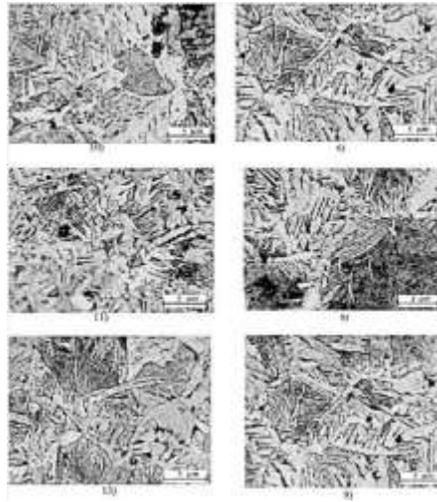


Figura 9: Áreas de la pieza de ensayo que muestra los diferentes granos. (Boekholt, 1996).

Está claro que la microestructura de la soldadura GMAW muestra contiene 4 a 5 veces más partículas por centímetro cuadrado de la muestra SMAW. Un problema con GMAW es que la superficie soldada contiene una estructura que es significativamente más duro que el resto.

6.1. Transferencias de metales

Entre las características fundamentales de operación y eficiencia del proceso, son los modos de transferencia del metal Además, ya que afectan a la capacidad para soldar en varias posiciones, la profundidad de la perla, la estabilidad del baño de fusión y la cantidad de salpicaduras. La transferencia del metal depende del gas de protección, el tipo de corriente y la soldadura actual, longitud, diámetro y la composición química del electrodo o alambre. Los modos primarios de las transferencias metálicos son el circuito globular corto, aerosol, y el arco pulsado.

- a) transferencia de cortocircuito: El material se transfiere a la piscina de fusión sólo cuando se produce el contacto del cable con el charco, no hay transferencia de material por el arco eléctrico. El cortocircuito se produce a niveles relativamente bajos de corriente y tensión, lo que permite la soldadura de pequeños espesores. En el modo de cortocircuito, es posible la soldadura en todas las posiciones.

- b) transferencia globular: Se produce a niveles de tensión más altos que en el corto circuito. Las gotitas de metal fundido se transfieren a la piscina de masa fundida principalmente por la acción de la fuerza gravitatoria, lo que limita la soldadura en posición plana. El diámetro de las gotas es mayor que el diámetro del alambre. Es común en este modo de transferencia de la aparición de falta de fusión, la falta de penetración y salpicaduras. No es un modo ampliamente utilizado en las industrias.
- c) Transferencia por pulverización: Desde la globular, con el aumento de la soldadura, el diámetro de las gotitas de metal que se transfiere a la parte disminuye, hasta un rango específico de corriente en el que el modo de transferencia cambia repentinamente de globular para rociar. Es corriente en la que se produce este cambio en el modo de transferencia se llama la corriente de transición. Las gotas este tiempo son pequeños y se separan de la punta del alambre debido a ciertas fuerzas magnéticas que actúan en las direcciones radiales y axiales. El cable tiene un buen acabado y prácticamente sin salpicaduras. Debido a altos niveles de corriente, la soldadura se vuelve difícil en la vertical y en las posiciones de la cabeza, y el drenaje se puede producir desde el charco de fusión.
- d) transferencia de cadena pulsado: Es el modo de transferencia controlada que se logra mediante el control de la forma de onda de la corriente de soldadura utilizando la corriente pulsada. El uno pulsada une las ventajas de la transferencia por pulverización, pero a niveles más bajos de un medio, permitiendo su uso en láminas delgadas y de soldadura en todas las posiciones. En pulsada, hay dos niveles de corriente, una encima de la corriente de transición (corriente de pico) que actúa en un intervalo de tiempo (tiempo de pico) y otro debajo de la corriente (corriente de

base) que actúa en un intervalo de tiempo (tiempo base). El desprendimiento de la gota formada en la punta del alambre se produce cuando el pico. El diámetro de la gota es aproximadamente la misma que la del electrodo.

6.2. Principales variables de soldadura

Las variables de proceso determinan las características finales del cordón de soldadura, tales como dimensiones, acabado y propiedades mecánicas. También definen la más grande o más pequeña probabilidad de ocurrencia de algunos tipos de defectos, tales como grietas, poros, picaduras, y otros. Dimensiones inadecuadas del cordón de soldadura puede contribuir a la estructura soldada debido a la penetración determina la capacidad de carga de tracción de una unión. Cada una de estas variables se pueden controlar por separado, a pesar de que el efecto de uno está directamente relacionada con el rendimiento de la otra.

Varias variables influyen en las características del cordón de soldadura, entre los que la corriente de soldadura, voltaje, velocidad de soldadura, la longitud y diámetro del electrodo, la soldadura de inclinación de la antorcha, la protección gaseosa y de alimentación de alambre. Las variables primarias de los procesos de soldadura GMAW y FCAW se presentarán como sigue:

Corriente de soldadura: influye directamente en la velocidad de deposición, el modo de transferencia y las características geométricas de la cuerda. Por lo tanto, su elección depende del espesor de las piezas a unir, el diámetro del electrodo y las características de los cordones de soldadura. Además, una corriente de baja intensidad puede causar poca estabilidad al arco eléctrico. Si las variables de proceso son constantes y se aumenta el valor de la corriente de soldadura, habrá un aumento de la 16 penetración y soldadura profundidad, la velocidad de deposición del metal adicional y el diámetro de la gota de soldadura hasta el punto de transición. En el proceso GMAW, la corriente de soldadura está directamente relacionada con la velocidad del hilo (siempre que la extensión del electrodo es constante). Cuando se cambia la velocidad de alimentación del alambre, la corriente de soldadura varía de la misma manera sentido (Comeau, 2008).

6.3. Orientación del electrodo

La introducción del electrodo sobre la unión soldada afecta el cordón de forma y soldadura cuando las demás variables se mantienen constantes. Esta influencia es más significativa que la observada cuando la corriente de soldadura y la tensión se cambian. La orientación del electrodo puede ser descrito de dos maneras:

- ángulo de la antorcha: Es la medición de inclinación entre el eje del electrodo y la superficie adyacente al metal base.
- El sentido de la soldadura: En esta situación, la técnica de arrastre, donde la antorcha tira
- Por otra parte, la técnica de avance, donde la antorcha empuja a la piscina de fusión.

6.4. Solubilidad

Soldabilidad se puede describir como la resistencia de una sustancia para ser soldada por debajo de las condiciones impuestas por los códigos y normas de fabricación para una estructura específica y de una manera aceptable y con un rendimiento satisfactorio en los servicios previstos. La mayoría de las aleaciones de metal se sueldan capaz. Sin embargo, algunas aleaciones son más difíciles que otros, dependiendo del proceso utilizado. También, el rendimiento esperado para una junta soldada depende fundamentalmente de la aplicación prevista. Por lo tanto, para determinar la capacidad de soldadura de un material, es necesario considerar el proceso de soldadura y el procedimiento y su aplicación.

También es esencial conocer bien el material que se suelda, la soldadura incluyendo estructura y las necesidades de servicio tales como cargas, medio ambiente, etc. La soldabilidad de los aceros al carbono depende de su contenido de C y Mn y las impurezas. Los aceros al carbono con porcentajes de carbono de hasta el 0,15% tienen excelentes porque no son templados. Irons con un contenido de carbono entre 0.15% y 0.30% tienen buena solubilidad. Sin embargo, existe la posibilidad de endurecimiento, y se deben tomar algunas precauciones.

6.5. Dilución

En la soldadura por fusión, la dilución es la porción de metal de base que entra en la composición de la zona fundida (metal de soldadura), que van desde 5% a 100%. En la mayoría de los aceros bajos en carbono (), la dilución es de poca importancia en relación con el comportamiento de la articulación en servicio. Sin embargo, en algunas aplicaciones especializadas, la dilución se convierte en determinante en el proceso y puede favorecer fallos durante el funcionamiento del equipo. la planificación experimento o DOE (diseño de experimentos) se define “Un enfoque sistemático y riguroso para la resolución de problemas de ingeniería, que los principios y técnicas de la fase de recogida de datos para asegurar la generación de conclusiones de la ingeniería válidos, defendibles y soportables.”

7. CONCLUSIONES

especímenes GMAW tienen diferentes tamaños de grano $0.5\mu\text{m}$ a 4 micras, que depende principalmente de la temperatura alcanzada y la velocidad de enfriamiento. Cuanto mayor sea la temperatura - el más áspero de los granos de ferrita, y el más áspero el grano por el otro - la más baja es la ductilidad del material. La soldadura GMAW. También puede indicar los efectos de aire frío o el sobrecalentamiento local del material. Se proporcionaron los gráficos (Figura 10) para comparar GMAW y especímenes SMAW, basado en la ubicación fallo, el número de partículas por centímetro cuadrado a 100x y el alargamiento relativo de la muestra. Se hizo para demostrar que la ductilidad de la muestra depende del tamaño de grano.

Los resultados del estudio de la microestructura se compararon con los resultados de la prueba de resistencia a la tracción. La correlación entre los dos es visible. La estructura rugosa de la SMAW espécimen resultados de soldadura en la pérdida de ductilidad y propiedades mecánicas, que a su vez debilita la soldadura. Debido a la débil costura de soldadura, la prueba de resistencia a la tracción de más SMAW especímenes no, por lo que el fracaso demostró las propiedades mecánicas del metal base. La debilidad de la soldadura de la muestra SMAW es causado por dos factores: los defectos macroestructura de la soldadura (tales como corte sesgado, falta de fusión, penetración

insuficiente, etc.) y los defectos microestructurales tales como sobrecalentamiento o la selección del tratamiento temperatura incorrecta (Zhao, Zhang, Yin, y Wu, 2011).

En este caso particular, el fracaso de la muestra SMAW es más una regla que una excepción. especímenes GMAW conservan su resistencia y ductilidad y han pasado la prueba con una excepción. La figura muestra claramente que la pieza de ensayo GMAW se desenrolla en la región superior de la figura, el mantenimiento de la ductilidad y la más excelente estructura de grano. La soldadura ha resistido la prueba; la grieta se produce en el metal de base en lugar de la soldadura, por lo que el estándar indica que la soldadura necesita para mantener el 90% de la tensión máxima requerida para el metal base. La encuesta microestructura confirmó los resultados. No se detectó sobrecalentamiento significativa, lo que indica una buena calidad de la soldadura. En ciertas circunstancias, el fallo de la especificación GMAW es más que una excepción. blaow).

El grano en la soldadura SMAW es muy duro y es significativamente diferente del tamaño de grano de la soldadura. La microestructura de las muestras SMAW muestra signos significativos de sobrecalentamiento y signos de recocido que puede causar tensiones internas en la estructura y el debilitamiento de la soldadura. Está claro que la microestructura de las soldaduras de muestras GMAW es de 4 a 5 veces más por centímetro cuadrado de la muestra de SMAW. La estructura áspera de la muestra SMAW soldar resultados en la pérdida de ductilidad y propiedades mecánicas, que a su vez debilita la soldadura

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Blaow, MM Caracterización de la zona afectada por el calor en la placa de acero soldada marina utilizando la emisión Barkhausen magnético.

Boekholt, R. (1996). Soldadura mecanización y automatización en la construcción naval en el mundo: métodos de producción y tendencias basadas en el patio de la capacidad. Elsevier.

Cary, HB (1986). Soldadura por arco metálico blindado. Pergamon Press, Enciclopedia de la Ciencia de los Materiales e Ingeniería., 6.

Carter, R. (2012). Análisis de pulsos para soldadura por arco metálico con gas (GMAW-P) La entrada de calor en la UNS-S32101 magra dúplex de acero inoxidable. Universidad del estado de Arizona.

Comeau, G. (2008). rendimiento inelástica de la correa de CFS soldada.

Coules, HE (2012). La caracterización de los efectos de laminación de alta presión sobre el estrés residual en soldaduras de acero estructural.

Kapustka, N., Conrardy, C., Babu, S., y Albright, C. (2008). Efecto del proceso GMAW y condiciones materiales en DP 780 y TRIP 780 soldaduras. WELDING JOURNAL-NUEVA YORK, 87 (6), 135.

Kim, YS, y Eagar, TW (1993). Análisis de transferencia de metal en la soldadura por arco metálico con gas. WELDING JOURNAL-NUEVA YORK, 72, 269-s.

Koellhoffer, L. (1983). Shielded soldadura de arco de metal. Wiley.

Kong, JP, Parque, TJ, Kim, JK, Uhm, SH, Woo, es decir, Lee, JS, ... y Kang, CY (2011). Caracterización de soldaduras por láser en Al-10 wt.% De Si revestida de acero inoxidable ferrítico. Materiales y Diseño, 32 (2), 917-925.

Kopp, F., Perkins, GG, Laing, BS, Prentice, G., Springmann, SP, McDermott, J., y Stevens, DM (1997, enero). Soldadura automática e inspección ultrasónica para J-Lay de los MARS tensión tuberías de exportación de la plataforma. En Offshore Technology Conference. Offshore Technology Conference.

Lip, T. (2007). Solicitud de Patente de Estados Unidos N° 10 / 552.180.

Nagy, T. (2012). Investigación de técnicas térmicas para mitigar la distorsión por pandeo en la soldadura de paneles.

Ramazani, A., Mukherjee, K., Abdurakhmanov, A., Abbasi, M., y Prah, U. (2015). Caracterización de la microestructura y propiedades mecánicas de resistencia por puntos de acero soldado DP600. *Metales*, 5 (3), 1704-1716.

Swallem, M., Blaow, MM, y Adarrat, AM (2015). La optimización de los parámetros de detección de ruido Barkhausen magnético utilizando zona afectada por el calor en la placa de acero del buque soldada. *Advanced Materials Research*, 1119.

Vangipuram, R. (2007). Modo de Fallo Caracterización de AHSS en ensamblajes estructura de asiento de automóvil (Nº 2007-01-0791). Documento Técnico SAE.

Zhao, H., Zhang, G., Yin, Z., y Wu, L. (2011). Un análisis dinámico 3D del comportamiento térmico durante creación rápida de prototipos basada en la soldadura de un solo paso multicapa. *Journal of Materials Processing Technology*, 211 (3), 488-495.