

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

La soldadura es un proceso de fabricación vigente en la actualidad, debido a la gran variedad de aplicaciones que ofrece, tales como en estructuras, recipientes a presión, construcciones navales, maquinarias, etc.; por su versatilidad en los fenómenos físicos que la producen en las formas de alimentación del proceso como pueden ser una llama de gas, un arco eléctrico, un láser, un rayo de electrones, procesos de fricción o ultrasonido, y en los diferentes ambientes como el sector industrial, al aire libre, debajo del agua y en el espacio; es por estas razones que se ha convertido en el proceso más utilizado en la industria en general.

Como todos los procesos industriales tienen sus riesgos y es peligroso sino se tienen las debidas precauciones, siendo los principales riesgos las quemaduras, descarga eléctrica, humos venenosos, y la sobreexposición a la luz ultravioleta; por lo que es primordial el seguimiento adecuado del uso de las normas de seguridad.

El costo del proceso de soldadura es uno de los factores influyentes en la selección de los métodos, los costos que intervienen son: la mano de obra que están en función de la velocidad de soldadura, del salario por hora y del tiempo total de operación que es el tiempo de soldar y el tiempo del manejo de la pieza, los materiales base y fundente, el consumo de energía, los gases de protección y siendo el más relevante el costo del equipo. Además de estos, intervienen otros factores de importancia como son: la aplicación, el ambiente de trabajo, la velocidad de soldadura, y demás factores intrínsecos del proceso tales como:

voltaje, intensidad, tipo de corriente, polaridad, geometría y tipo de las juntas, posición de soldeo, espesor, etc.

Por lo descrito, la soldadura se convierte en un tema de suma importancia para investigaciones, las que enfocan la atención principalmente a las propiedades impredecibles de las soldaduras, especialmente la micro estructura, las tensiones residuales y la tendencia de una soldadura a agrietarse o deformarse, y estas se presentan, porque en todo proceso de soldadura, se crea una diferencia de temperaturas considerable, en la zona del cordón y el resto del material base.

En estudios realizados sobre juntas soldadas y sus aplicaciones en la industria, surge la siguiente interrogante: ¿cuál es el comportamiento de los esfuerzos residuales y las deformaciones en las juntas?, por la necesidad de satisfacer esta incógnita se decide elaborar el presente proyecto, realizando un análisis de estos esfuerzos y las deformaciones que se presentaren con un estudio puntualizado, ya que existe un sinnúmero de materiales y electrodos, formas de las juntas, y varios métodos de soldadura que hacen demasiado extenso este campo.

Este estudio hace referencia a los esfuerzos que se presentan en la soldadura, que son de dos tipos: térmicos y residuales, son ocasionados por los procesos de calentamiento y enfriamiento dispares en los elementos soldados; en función del espesor de los materiales, las concentraciones de estas tensiones varían, por lo que la selección del espesor es un factor muy importante para evitar los efectos de los esfuerzos residuales, los que se manifiestan con el tiempo, en una variedad de formas, provocando frecuentemente la debilidad, el agrietamiento prematuro de piezas, su deformación o torcedura.

Los esfuerzos residuales, en la industria se están convirtiendo en un problema ya que son una de las causas para la falla de las juntas soldadas, y por el proceso de soldadura, en el que son inevitables los cambios bruscos de temperatura, tampoco se puede evitar la concentración de estas tensiones, entonces se requiere procesos exactos para su predicción y en lo posterior para su medición.

Un ejemplo de estas fallas, es el colapso del puente Silver, en Virginia en diciembre de 1967, la causa principal fue la concentración de los esfuerzos residuales en los componentes críticos de la estructura, la falla empezó con pequeños agrietamientos, estos fueron aumentando, provocando la deformación y la posterior fractura, como una reacción en cadena de toda la estructura, y en menos de un minuto el puente desapareció.

1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La seguridad en el funcionamiento de las estructuras metálicas, componentes mecánicos, etc., es un factor imprescindible. Los estudios realizados tienen como objetivo encontrar las causas de las fallas en dichos elementos, estos daños se pueden basar en defectos existentes en la manufactura, por la aplicación de los procesos en si, como por ejemplo por la soldadura, y por errores humanos en la fabricación, selección y características de los materiales inadecuadas.

Otra de las causas de las fallas son los defectos inducidos durante el servicio, esta última es la más difícil de prevenirla, porque se pueden presentar por comportamientos desconocidos.

Es por esto, que este estudio enfoca su atención a la primera causa mencionada de fallas, especialmente en la concentración de esfuerzos residuales producidos por el proceso de soldadura, porque pueden provocar grietas o deformaciones por la carga de servicio. Además la eliminación de estas concentraciones es imposible por eso existen métodos para su atenuación, como son los tratamientos térmicos y mecánicos.

Los esfuerzos residuales pueden ser cuantificados por medio de varias técnicas que se han desarrollado durante los años y son las siguientes, relajación de tensiones, difracción de rayos X, técnicas de agrietamiento, etc.

En este proyecto se usa uno de los métodos de relajación de tensiones, para cuantificar la concentración de estos esfuerzos y así analizar el posible comportamiento que presenten. Se procurará establecer recomendaciones y

posibles parámetros para prevenir excesivas concentraciones de estos esfuerzos y evitar posibles deformaciones los cuales provocan la posterior debilidad en las estructuras.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Cuantificar los valores de los esfuerzos residuales en probetas soldadas con diferentes parámetros y analizarlos para conocer el posible comportamiento que estos tengan.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer el método para la medición de esfuerzos residuales en juntas soldadas, el cual sea factible de realizar en los laboratorios de la universidad
- Realizar varias probetas variando en cada una de ellas los parámetros de soldadura.
- Seleccionar la geometría y condiciones de soldadura para realizar las probetas y las pruebas

1.4 ALCANCE DEL PROYECTO

Para la ejecución de este proyecto se realizan 24 probetas de 200x300x5mm, las que son distribuidas en 4 grupos de 6. Serán soldadas con los siguientes parámetros: el rango de amperajes que se impuso es de 90A, 100A y 110A, las velocidades con las que se trabaja son normal (25cm/s) y baja (12cm/s).

El material seleccionado es el acero A36 y serán soldadas con electrodo E6011, estos fueron seleccionados por el uso que tienen en la industria ecuatoriana.

Los resultados de este estudio pueden ser utilizados para materiales que posean propiedades similares a este acero y para placas a las que se las considere delgadas según la norma, y lo más importante para juntas que hayan sido soldadas con parámetros muy similares, tomando en cuenta principalmente el aporte de calor. Además se espera que este proyecto sea una base para

posteriores investigaciones por parte de los estudiantes de la Carrera, y de esta manera tener más referencias/ conocimientos acerca de los esfuerzos residuales por el proceso de soldadura.

1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

En el proceso de soldadura se presentan un sin número de parámetros y condiciones que deben ser tomados en cuenta para obtener una alta eficiencia de la junta, buena resistencia mecánica y durabilidad, ya que al trabajar con altas temperaturas existe una transformación de la composición interna de los materiales con los que se trabaja, afectando sus propiedades físicas y mecánicas, teniendo por ejemplo distorsiones y deformaciones. Una junta de calidad debe superar las pruebas mecánicas a las que sea sometida, las principales son las de tensión y de dobléz. Además, en el proceso existen 5 elementos propios que influyen en los resultados, como son: mano de obra, los materiales, máquinas, medio ambiente y medios escritos (procedimientos), que son decisivos en la selección de los parámetros del procedimiento.

La elaboración del presente proyecto es de suma importancia; debido a que los esfuerzos residuales que aparecen en los procesos de soldadura ocasionan problemas que conllevan a daños irreparables o inesperados en las juntas soldadas.

Debido a los parámetros y condiciones en el proceso de soldadura, el método SMAW es el más usado por su variabilidad y facilidad en los procedimientos y aplicaciones, pero tomando en cuenta que los materiales usados generalmente deben ser ferrosos, debido al material de aporte que debe tener compatibilidad con el material base, aunque se ha hecho posible la soldadura del hierro fundido, aluminio y níquel con la ayuda de electrodos especiales.

En este estudio se realizará pruebas, variando diferentes parámetros de la soldadura y de esta manera analizar el comportamiento de los esfuerzos

residuales, para poder predecir el grado de afectación en la soldadura y establecer parámetros adecuados para disminuir estos defectos.

Para el análisis de los esfuerzos residuales, se necesita conocer el valor, por lo que su medición es de gran importancia, para esto se usan varios métodos entre los cuales existen las técnicas de relajación de esfuerzos, que son pruebas confiables ya que sus resultados son más aproximados a la realidad, algunas de estas pruebas usan galgas eléctricas para medir las deformaciones que tienen las probetas, el principio de funcionamiento consiste en otorgar un espacio en el lugar donde se encuentran las galgas, para que pueda deformarse libremente. Además existen otros métodos, por ejemplo, de ultrasonido, difracción de rayos X, entre los más usados.

En función de las probetas y de la disponibilidad de los equipos del laboratorio se elegirá el método más adecuado, ya que por sus características estos se destinan para áreas específicas de análisis, por ejemplo, para placas, sólidos, entre otros.

En el momento de realizar el proceso de soldadura no se da la importancia necesaria a estas tensiones, su determinación y medición no es una práctica común. Todos los métodos de medición se han usado únicamente de forma experimental en probetas y con el equipo de laboratorio, por eso se ve la imperiosa necesidad de establecer procedimientos útiles para la medición y que sean aplicables en la industria.

Para la realización de este estudio se selecciona el método de soldadura SMAW, ya que es el más usado en la industria por su gran versatilidad, por ejemplo se lo usa en la construcción naval, de máquinas, estructuras, tanques y esferas de almacenamiento, puentes, recipientes a presión y calderería. Se recomienda usarlo tanto en taller como en obra con materiales de espesor superior a 1,5mm. Este proceso es variable y puede realizarse con un equipo relativamente barato, lo que lo hace adecuado para trabajos de taller y de campo. Un pequeño defecto del proceso es que consume mucho tiempo en el cambio del electrodo ya que estos

son consumibles y deben ser reemplazados con frecuencia, al mismo tiempo dejan escoria y debe ser limpiada.

Además se escoge el material A36 porque es el más usado en la industria y la realización de estructuras común en la industria ecuatoriana ya que es un acero que tiene baja concentración de carbono, suave, dúctil y de buena soldabilidad, y el electrodo E6011 ya que presenta muchas facilidades y variabilidades en el momento de soldar, ofrece la posibilidad de soldar en todas las posiciones, incluyendo la vertical ascendente, con corriente alterna o directa, polaridad invertida, además es el más recomendado para su uso por su compatibilidad con el acero A36, porque trabaja con aceros de bajo carbono, también ofrece un arco de fácil encendido además porque su arco es de fácil encendido convirtiéndolo en ideal para trabajos en los que la resistencia y el acabado son los más importantes.

El enfoque de este estudio se basa en la norma ASTM E 837, Estándar para determinar esfuerzos residuales mediante el método del agujero con strain gages, para tener una guía para la realización de las pruebas y obtener resultados más reales y confiables.

