

SOLDURA POR FRICCIÓN EN MATERIALES METÁLICOS Y POLÍMEROS

**González León, J.A. ⁽¹⁾; Domínguez González, A. ⁽¹⁾; Hernández Franco, R.A. ⁽²⁾;
Calero Ramírez, P.G. ⁽³⁾**

⁽¹⁾Facultad de Ingeniería Electromecánica
Universidad Autónoma de Querétaro
⁽²⁾Facultad de Ingeniería Mecánica
Universidad Autónoma de San Luis Potosí
⁽³⁾Departamento de Ingeniería Industrial
Instituto Tecnológico de Celaya

RESUMEN metálicos

Se llevó a cabo la implementación de la soldadura por fricción en un torno convencional con la finalidad de investigar las propiedades de dicha soldadura. Con los resultados obtenidos en las pruebas que se realizaron, se comprobó que, la soldadura por fricción es buena, pero en algunos materiales metálicos tiene deficiencias, ya que la unión se rompe fácilmente al aplicarle esfuerzos a corte. Cada material tiene diferentes propiedades y por lo cual es necesario aplicar diferentes magnitudes en presión, tiempo y velocidad, por esto, es necesario conocer y manipular estos parámetros para asegurar una buena unión y repetitibilidad del proceso.

Para comprobar y conocer los resultados obtenidos en las pruebas de unión, se utilizan ensayos metalográficos, en los cuales, se observa el área y el cambio de la estructura molecular, afectadas por el calor generado durante la unión, con respecto a la estructura original del material.

INTRODUCCIÓN

La soldadura por fricción es un método por el cual es posible la unión de materiales similares y disimiles por lo cual ha tenido una gran importancia y auge en la industria aeroespacial, automotriz, agrícola, marina, militar por mencionar algunas. Algunos de este tipo de unión se ven específicamente en la unión que existe entre el pistón y el anclaje en los cilindros hidráulicos de una retroexcavadora y en los rodillos transportadores utilizados en la industria de la imprenta. A pesar de no ser en demasía conocida por muchas personas debido a la dificultad de adquisición de equipo y su difusión en los medios comerciales. Sin embargo, es un método muy importante y sobresaliente con respecto al balance costo-beneficio.

El desarrollo de un dispositivo para llevar a cabo la implementación de este método en una máquina convencional es de alta importancia para que nos permita conocer más de cerca el proceso y establecer así la calidad de las uniones hechas por esta técnica, de ahí la importancia del desarrollo de esta investigación, la cual se llevará a cabo de acuerdo a la metodología planteada a partir de las restricciones de diseño tomando en cuenta que el dispositivo debe diseñarse y construirse a partir de materiales comerciales y de bajo costo, también debe ser medible la presión, y las rpm (revoluciones por minuto) de la pieza que gira, ya que son parámetros fundamentales durante el proceso y también para establecer las condiciones óptimas al unir materiales.

EXPERIMENTAL

Las pruebas de soldadura por fricción que se realizaron fueron en Aluminio 6061 de 19.05 mm de diámetro; en polímeros de 25.4 mm de diámetro y aceros de bajo carbono (con el 0.24% de carbón) de 12.7 mm de diámetro y en acero 1045 de 19.05 mm de diámetro.

Otros materiales que se utilizaron en menor cantidad en las pruebas fueron: latón de 25.4 mm de diámetro y acero inoxidable de 9.525 mm de diámetro.

Después de realizar la soldadura en cada uno de los materiales, se aplicaron diferentes ensayos para verificar su resistencia y propiedades; dichos ensayos fueron: ensayos a impacto longitudinal y ensayos metalográficos. En los ensayos metalográficos, para revelar el límite de grano de los aceros, se utilizó ácido nítrico en una proporción 1 a 10, utilizando agua como diluyente.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El dispositivo que se utilizó para realizar las uniones por fricción se diseñó y se maquinó dependiendo de las exigencias y características del torno en el cual fue implementado el proceso de unión.

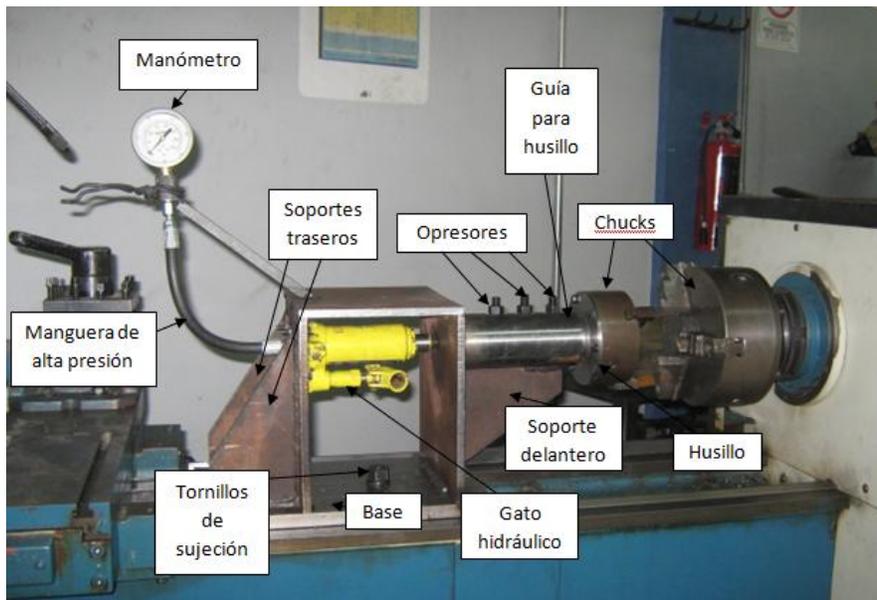


Figura 1. Partes principales del dispositivo implementado para la soldadura por fricción

Al realizar ensayos a las probetas soldadas, algunas resistían más a esfuerzos de impacto longitudinal que otras, tanto en el aluminio como en los aceros, por lo que se decidió establecer parámetros de tiempo, presión y velocidades iguales. Para poder establecer estos parámetros se implementó un manómetro que mide la presión aplicada en el pistón del gato hidráulico; la velocidad es establecida por la velocidad de giro del plato móvil que es controlado por la caja de engranes del torno. Para medir el tiempo se utilizó un cronómetro digital.

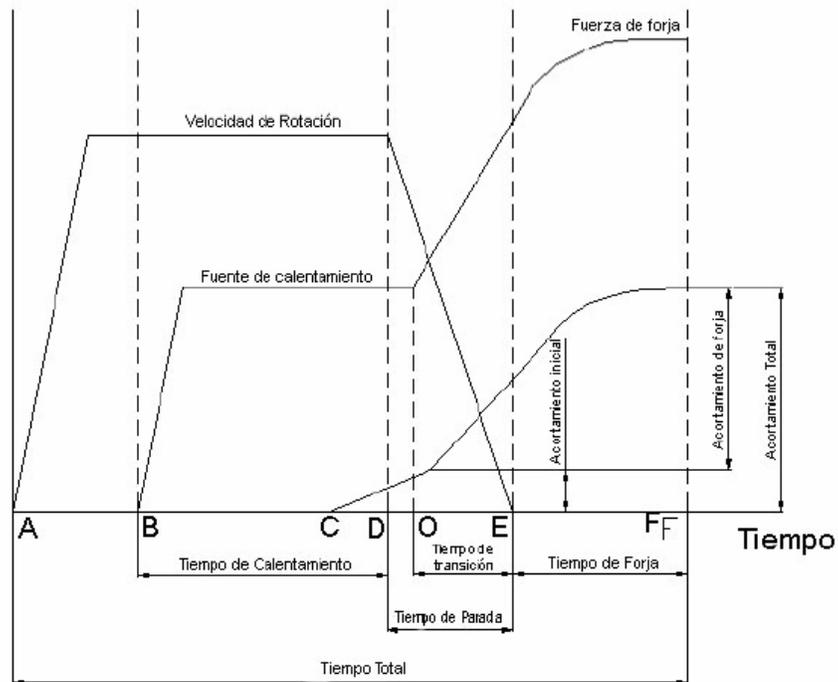


Figura 2: Grafica de parámetros generales

Después de una serie de experimentos, las probetas soldadas que fueron detenidas por presión, tuvieron mejores resultados que las probetas detenidas en seco instantáneo.

A partir de tener estos parámetros fijos y realizar pruebas para ver como se comportaban los materiales, se decidió modificar algunos parámetros para ver y estudiar los resultados, con los cuales se obtuvo, para el aluminio, una mejor soldadura por fricción con tiempo medio de 36 segundos, velocidad de 710 rpm y presión de calentamiento de 10.34 MPa y presión de forja de 20.68 MPa. Para barras cilíndricas de acero A36, se obtuvieron mejores resultados a velocidades de 1120 rpm y tiempo total de 10 segundos.

Este tipo de soldadura, también fue probada para intentar soldar materiales de diferente tipo; las pruebas se realizaron con acero de bajo carbón y acero inoxidable, la soldadura resulto favorable con un tiempo bajo de unión. Otras pruebas realizadas fueron entre latón y acero 1045 siendo posible la unión. En la prueba entre aluminio y latón, no fue posible la unión.



Figura 3. Unión entre latón y acero 1045

Al realizar pruebas metalográficas a los aceros soldados por fricción, se observó que estos presentaron cambios en su estructura química ya que el tamaño de grano se redujo, lo que provocó mayor dureza en la parte soldada del material. También, se observó que la superficie que se vio alterada en su estructura molecular, era mínima y más del 95% del material conservaba su misma estructura.

CONCLUSIONES

Es posible la unión de los materiales metálicos por medio de soldadura por fricción, pero es necesario detectar los parámetros óptimos para que la unión sea satisfactoria.

En los aceros, se necesita de velocidades altas que sobrepasen las 1000 rpm y tiempos cortos, ya que el acero alcanza temperaturas de estado plástico en poco tiempo; pero, se necesita de presiones altas para lograr la unión, lo que provoca desajustes en la maquinaria y hasta daños permanentes.

En el aluminio, no es necesario aumentar en demasía la velocidad y la presión, basta con 700 rpm y 20 MPa para lograr una buena unión, pero los tiempos de unión aumentan, ya que el aluminio necesita de mayor tiempo para alcanzar su punto de estado plástico.

En la unión de materiales disímiles es muy complejo elaborar y diseñar tablas para conocer los parámetros óptimos de unión, ya que cada material presenta diferentes propiedades, como punto de fusión y estructura molecular.

Las metalografías que se realizaron a los aceros, revelan que, en comparativa con la unión por arco eléctrico, la estructura molecular solo se altera en un área muy pequeña y esto se debe a que las probetas no alcanzan temperaturas tan altas como en la soldadura por arco eléctrico. También, con el análisis metalográfico se reveló que la soldadura por fricción no penetra más allá de las primeras capas de material, lo que provoca que este tipo de soldadura sea muy frágil a esfuerzos de impacto longitudinal.

También, debido a la presión que se tiene que ejercer en cada uno de los extremos de las probetas para que se logre la unión, el material disminuye su longitud, siendo tanto una ventaja, porque no se necesita material de aporte y una desventaja, ya que se alteran las dimensiones finales.

REFERENCIAS

Artículos:

Alberto Moglioni Pedro Cabot, Carella Eduardo, “Soldadura Por Fricción Agitación (FSW) De AA 6061 T6”, Revista Materia, 2003

Heberling John M., “Building strong bonds with Inertia Welding”, Machine Desing, 1990.

Manjubhargavi V. , Chakravarthy P. , Venugopal P., Achar D.R.G, “Influence of Rubbing Profile on Friction Welding of Pre-strained Aluminum to Copper”, Indian Institute of Technology, Madras (2009)

Wadleigh Al, “Joing Dissimilar metals, Bimetal welding of aluminum using inertia welding, Interface Welding”, Carson California, INCONEL, 1991

Libros:

Askeland Donald R., Phule Pradeep P., “Ciencia e Ingeniería de los Materiales”, 2006

F. Shackelford James, “Introducción a la ciencia de materiales para ingenieros”, 2005

Horwitz Henry, “Soldadura Aplicaciones y Práctica”, 2002

Kalpakjian Serope, Schmid Steven R., “Manufactura, ingeniería y tecnología”, 2002

Kalpakjian Serope, Schmid Steven R., “Manufacturing Engineering and Technology”, 2006

Kazanas H. C., Baker Glenn E., Gregor Thomas, “Procesos Básicos de Manufactura”, 1989

Shey John A., “Procesos de Manufactura”, 2001

Tesis:

Peña Acción Jesús, “Evaluación de la factibilidad del uso de la soldadura por fricción inercial en la manufactura y recuperación de piezas”, Tesis de maestría, Universidad Cienfuegos, Cuba, 2008