



ESTUDIO DE TENSIONES RESIDUALES EN MUESTRA DE ALEACION DE ALUMINIO AA 6082-T6 EN ESTADO DE SUMINISTRO

ROSSO, Franco N. ⁽¹⁾; WALKER, Agustín C. ⁽¹⁾

⁽¹⁾Facultad Regional Rafaela – Universidad Tecnológica Nacional
M. Acuña 49 (2300) Rafaela, Santa Fe, Argentina.
E-mail (autor de contacto): rosso.franco@hotmail.com

Palabras claves: Tensiones Residuales, Aluminio AA 6082-T6, Método de indentas.

RESUMEN

A partir de datos obtenidos usando un método de indentas, fue posible analizar el estado de tensión residual de una muestra de aleación de aluminio AA 6082-T6, provocado por su laminado durante el proceso de fabricación. Una de las ventajas de utilizar este método, el cual requiere de una máquina de medir, es que prescinde tanto de equipos específicos como de operadores altamente calificados. Asimismo, con la integración de un especial dispositivo de indentación a dicha máquina, es posible reducir significativamente el error absoluto de medición. Los resultados obtenidos a partir del análisis de un círculo de Möhr revelan que, en el estado de tensión residual resultante, prevalecen las componentes normales. Además, debido a la escasa participación que tienen las componentes tangenciales, los valores que alcanzan dichas tensiones normales no presentan variaciones significativas cuando se modifica la orientación de la dirección evaluada.

1. INTRODUCCIÓN

Al adquirir una pieza de un determinado material, se desconocen las tensiones residuales (TR) generadas en la misma durante el proceso de fabricación. Las denominadas TR son aquellas que permanecen en el sólido aún cuando la carga que las generó ha sido retirada. En primera instancia, es conveniente determinar el signo de las mismas ya que TR de tracción podrían generar fisuras en la superficie de la pieza. En cambio, las TR compresivas no generan estos problemas. Sin embargo, cuando estas últimas alcanzan valores elevados también serían perjudiciales ya que sumadas a las tensiones de servicio podrían aproximarse a la tensión admisible, con alta probabilidad de que la pieza falle.

Hace ya algunos años ha sido desarrollado un método basado en la modificación de distancias entre indentas, el cual posibilita determinar TR a partir del uso de una máquina de medir universal (MMU) [1]. El cambio de distancias señalado ocurre cuando las TR son relajadas a través de un procedimiento de distensión [2]. Cabe señalar que, a diferencia de otros métodos, esta técnica prescinde tanto del uso de equipos específicos como de operadores altamente calificados. Asimismo, a partir de este método es posible medir

desplazamientos residuales con un error absoluto mucho menor que aquellos que corresponden a las técnicas tradicionales [3,4].

El propósito de este trabajo consistió en determinar y evaluar las TR inherentes a una placa laminada de aluminio AA 6082-T6 en estado de suministro, usando el mencionado método de indentas. Cabe señalar que esta aleación, relativamente nueva, ha sido escogida debido a que los estudios inherentes a la misma son escasos. Los resultados obtenidos revelan que las componentes normales son compresivas y mayores a las tangenciales. Un detallado análisis de estos resultados fue posible empleando la herramienta gráfica denominada círculo de Möhr. Finalmente, el empleo de esta herramienta hizo posible detectar que la dirección asociada a la componente principal de la TR más compresiva se halla muy cercana a la dirección original de laminado del material evaluado.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Como fuera mencionado, en este trabajo se evaluó una aleación de aluminio laminada AA 6082-T6 en estado de suministro. Esta aleación, de mediana resistencia mecánica, es utilizada principalmente en la construcción de maquinaria industrial, armamento, blindaje e ingeniería en general. Además, entre sus principales características es posible destacar su muy buena resistencia a la corrosión. [5].

Las dimensiones de la muestra evaluada fueron 30 x 30 x 4 mm. El método de medición previamente mencionado consiste, en líneas generales, en realizar una distribución de indentas sobre la superficie a evaluar, para luego medir, antes y después de un tratamiento térmico de distensión (573 K, 80 minutos), las coordenadas de dichas indentas usando la MMU mostrada en la Fig. 1 (GSIP MMU-314). En este trabajo, dicha distribución se llevó a cabo usando un dispositivo indentador que se integra a la MMU [3].

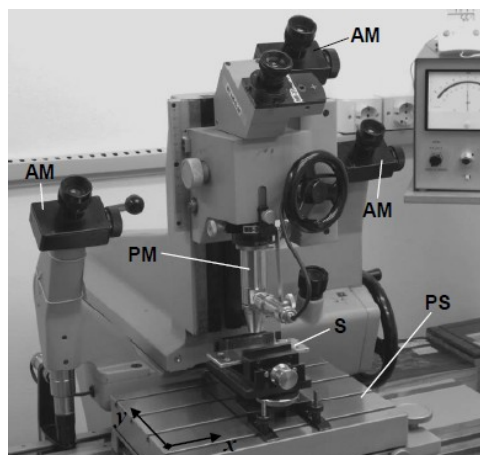


Figura 1. Máquina de medir GSIP MU-314: (PM) microscopio de precisión, (AM) microscopios auxiliares, (PS) banco de precisión.

A partir de la medición de las mencionadas coordenadas es posible obtener las componentes normales de la deformación residual en tres direcciones [6]. Dos de estas (inherentes a ε_x y ε_y) son perpendiculares entre sí. La restante (inherente a ε_{45}) corresponde a la bisectriz de las anteriores. Luego, la componente tangencial de la deformación residual γ_{xy} pudo ser obtenida a través de estas tres componentes normales. Finalmente, a partir de las deformaciones obtenidas, fue posible determinar el estado doble de tensiones de la cara estudiada de la muestra, el cual queda representado por las componentes normales σ_x y σ_y , y además, por la componente tangencial τ_{xy} [6].

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente trabajo se llevaron a cabo tres mediciones de distancias entre indentas antes y tres después del tratamiento de distensión de la muestra, lo que dio lugar a nueve valores diferentes para cada una de las componentes de la tensión residual evaluadas. Empleando métodos estadísticos, los valores medios obtenidos fueron: $\sigma_x = -43.44$ MPa, $\sigma_y = -32.94$ MPa y $\tau_{xy} = 2,05$ MPa, con dispersiones de 1.15 MPa, 2.39 MPa y 1,06 MPa, respectivamente. Estos últimos indican que la probabilidad de encontrar la totalidad de los valores dentro del rango de dispersión es de 66%. A su vez, el error absoluto propio del presente método es de ± 0.9 MPa, el cual es muy bajo considerando los valores de las componentes normales obtenidas (error relativo cercano al 2%). En cambio, este error puede considerarse muy elevado para la componente tangencial (error relativo mayor al 80%). Sin embargo, debe tomarse en cuenta que el error inherente a los métodos de medición tradicionales es del orden de ± 25 MPa.

Por otra parte, es importante destacar que los valores que alcanzan las componentes de la tensión residual se modificarán en la medida que se altere la orientación de la dirección evaluada. A partir de esto, es posible expresar las componentes asociadas a una dirección arbitraria θ , en función de las componentes inherentes a los ejes ortogonales de referencia x e y [6]. Estos valores pueden ser representados en forma grafica por medio de un trazado conocido como círculo de Mohr. La Fig. 2 muestra el círculo obtenido para

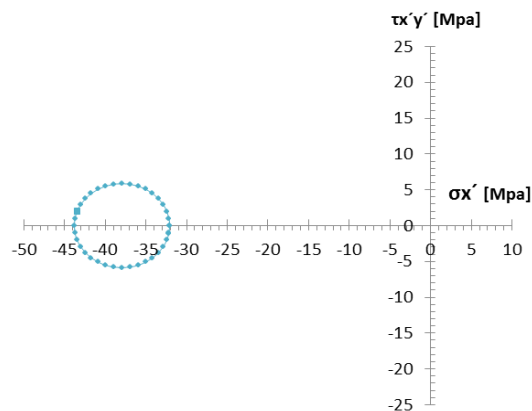


Figura 2. Círculo de Mohr correspondiente a la muestra de aluminio AA 6082-T6.



el presente caso. En dicho círculo, las componentes de compresión máxima y mínima son -43.54 MPa y -32.34 MPa, respectivamente. Cabe mencionar que dichos valores se encuentran en direcciones apenas desviadas respecto de los ejes x e y de referencia. A su vez, el valor de la componente tangencial máxima resultó ser de 5.87 MPa, lo cual implica una reducción del error de medición en comparación con la componente tangencial asociada a los ejes de referencia. Finalmente, como era esperado, la dirección asociada a la componente principal más compresiva se halla muy cerca (10.22° en sentido anti-horario) de la dirección de referencia x , la cual corresponde a la dirección de laminado del material original. La dirección de referencia x se encuentra remarcada en dicho círculo de Möhr.

4. CONCLUSIONES

El presente método de medición de indentas resultó ser muy útil para determinar, con gran precisión, las componentes y el tensor de tensión residual generado en el proceso de fabricación del material evaluado. Las componentes tangenciales obtenidas se hallaron en un entorno muy reducido, alrededor de cero. En cuanto a las componentes normales, las mismas mostraron ser mayores que las tangenciales, y además, de carácter compresivo. Vale aclarar que la dirección principal inherente a la componente normal más compresiva coincide prácticamente con la dirección del eje x , esto se debe a que, en esta dirección, se efectuó el laminado del material. A pesar de que la diferencia entre tensiones normales máximas y mínimas resultó ser muy pequeña, la sensibilidad del método de medición propuesto en este trabajo permitió detectarla. Finalmente, es importante destacar que los valores obtenidos para las componentes normales son pequeños en comparación con los valores máximos admisibles del material, y además, dichas componentes normales resultaron ser compresivas, lo cual siempre es beneficioso ante sollicitaciones de servicio que corresponden a fatiga y/o desgaste.

REFERENCIAS:

- [1] Wyatt J.E. and Berry J.T. (2006), "A new technique for the determination of superficial residual stresses associated with machining and other manufacturing processes"; *J. Mater. Process. Technol.* 171, 132-140.
- [2] Díaz F.V., Bolmaro R.E., Girini E.F. y Bianchini H. (2007), "Determinación de tensiones residuales inducidas por maquinado"; *Anales SAM/CONAMET 2007*, pág. 1581-1586.
- [3] Díaz F.V., Bolmaro R.E., Guidobono A.P.M. and Girini E.F. (2010), "Determination of residual stresses in high speed milled aluminum alloys using a method of indent pairs", *Exp. Mech.* 50, 205-215.
- [4] Díaz F.V., Mammana C.A., Guidobono A.P.M. and Bolmaro R.E. (2011), "Analysis of residual strain and Stress distributions in high speed milled specimens using and indentation methods"; *Int. J. Eng. Appl. Sci.* 7, 40-46.
- [5] Muñoz A., Mier J.L., Torres P. y Toledano M. (2011), "Caracterización del comportamiento termo mecánico de aleaciones soldadas 6082-T6"; *Anales de Mecánica de la Fractura*, pág. 767-772.
- [6] J.M. Gere (2001), "Mechanics of Materials", 5th edn; Brooks/Cole, Pacific Grove, CA.