

Reacondicionamiento de poleas mediante procesos de soldadura.

O. H. Rodríguez Pérez.

Centro de Estudios CAD/CAD. Facultad de Ingeniería.
Universidad de Holguín. Oscar Lucero Moya
Ave. XX Aniversario Km 5 ½ Carretera de Guardalavaca. CP 80100
E-mail: hector@cadcam.uho.edu.cu. Teléfono: 481302 Ext. 45

(Recibido el 2 de Julio de 2003; aceptado el 8 de Septiembre de 2003)

Resumen.

En este artículo se analiza una investigación sobre la determinación de las causas de grietas muy peligrosas en las uniones soldadas de las poleas de un yacimiento petrolífero, que tienen como función facilitar el transporte del mineral de níquel para su procesamiento hacia la fábrica. Se realizan los análisis de la composición química de la pieza y la costura soldada, análisis metalográficos y de dureza, inspección visual y controles gammaográficos. Se desarrolla el proyecto de la tecnología para el reacondicionamiento (recuperación) de las poleas y más tarde la ejecución del mismo con el correspondiente control de la calidad.

Palabras claves: Soldadura, recuperación, poleas.

1. Introducción.

En la transportación del mineral del níquel en una de las minas del oriente cubano se emplea una instalación de grandes dimensiones donde la parte principal de estas son las poleas las cuales se encargan de transmitir el movimiento a los carros que transportan mineral. (Fig.1). Las poleas tienen 6 m. de diámetro y un ancho de 1.5 m. con espesores de planchas de 40 mm. Las poleas tienen una sección transversal tal y como se muestra en la Fig. 2 y constan de tres partes: (1) eje

central, (2) cuerpo de la polea y (3) refuerzo. Se puede observar que el refuerzo es soldado al cuerpo mediante una costura circunferencial de una longitud rectificada de 5.4 m, sobre planchas a solape de (40 + 40) mm. En la Fig. 3 se observa la costura soldada del refuerzo al cuerpo marcada con color blanco. Estas costuras comenzaron a presentar grietas peligrosas preferentemente en la zona fundida, aunque en ocasiones se desviaban también hacia la zona de influencia térmica del cuerpo.

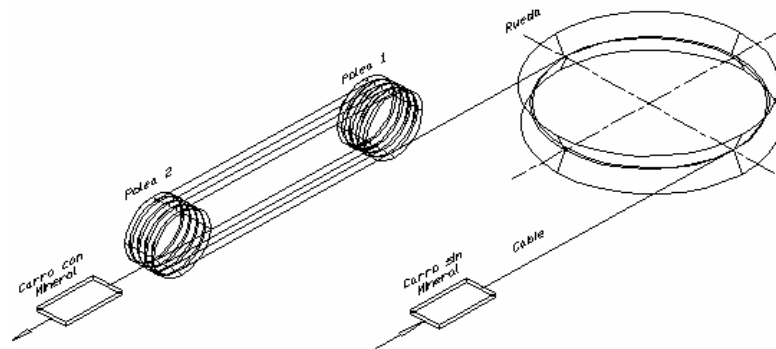


Figura 1.- Instalación para la transportación de mineral.

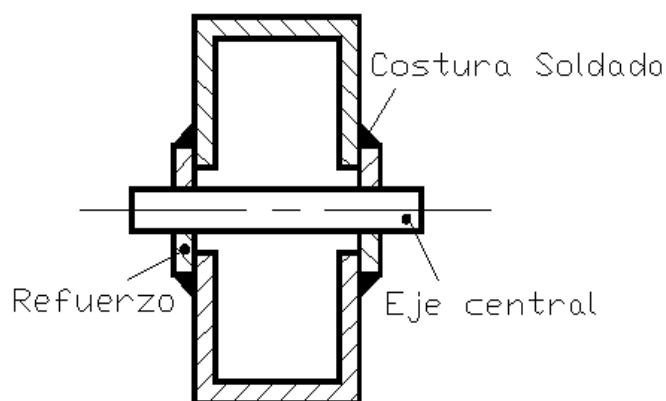


Figura 2.- Sección transversal de la polea.

Las grietas que surgen en las poleas se convierten en peligrosas por su longitud, profundidad y velocidad de crecimiento de las mismas, por esta razón la fábrica solicitó los servicios para el desarrollo de una investigación al Grupo Científico de Fabricación y Recuperación de Piezas de la Universidad de Holguín (Cuba), el mismo elaboró el diseño de la investigación con los siguientes objetivos de trabajo:

- Determinación de las causas del surgimiento de las grietas en la zona fundida y de influencia térmica.
- Proyecto y ejecución de la tecnología para el reacondicionamiento de las poleas.

Las etapas que garantizan el cumplimiento de los objetivos propuestos, son las siguientes:

- Determinación de las causas del surgimiento de las grietas.
- Proyecto de la tecnología.
- Ejecución de la reparación y control de la calidad.

2. Determinación de las causas de las grietas.

En la **determinación de las causas de las grietas** se realizan pruebas de defectoscopia, análisis químicos, metalográficos y de dureza.

En la **defectosopia** que se realizan a las costuras soldadas y según los datos estadísticos obtenidos desde el inicio del surgimiento de las primeras grietas se obtiene como resultado de manera graficada que la longitud total agrietada en una de las partes fue del 75 % de la longitud total de la costura (4050 mm.) y la velocidad crítica de crecimiento fue de 27 mm/día, tal y como se observa en las figuras 4 y 5.

Se detecta también un **insuficiente llenado** del material depositado en las costuras de filete lo cual se determinó por la medición del área de resistencia de la

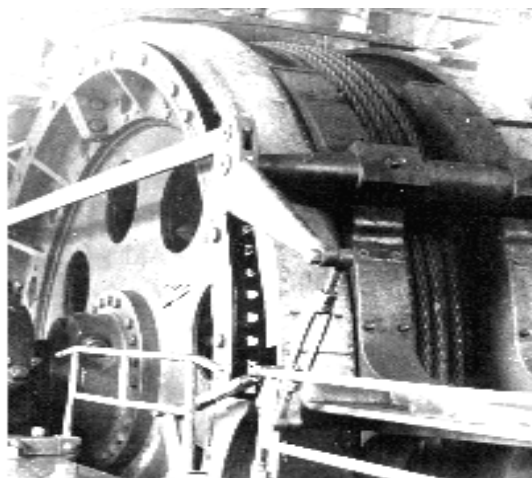


Figura 3. Costura soldada del refuerzo al cuerpo.

unión soldada, estas mediciones se realizaron en 12 posiciones diferentes espaciadas uniformemente en la circunferencia de la polea, esto afecta de manera considerable la resistencia mecánica de la unión soldada. Los resultados obtenidos con estas mediciones indican que el valor de la resistencia mecánica de las costuras soldadas se encuentran entre el 50 y 80 % menor que la resistencia requerida por diseño.

Estos bajos valores obtenidos de estas mediciones debido a la insuficiente deposición del material de aporte durante la fabricación de las poleas más las grandes cargas combinadas ocasionan el surgimiento de las grietas.

Las grietas tienen formas quebradas y en ocasiones se introducen en el material base o pieza, aunque de las observaciones visuales se nota una mayor oxidación en la zona de la costura lo que hace pensar que esta sea el origen de las mismas

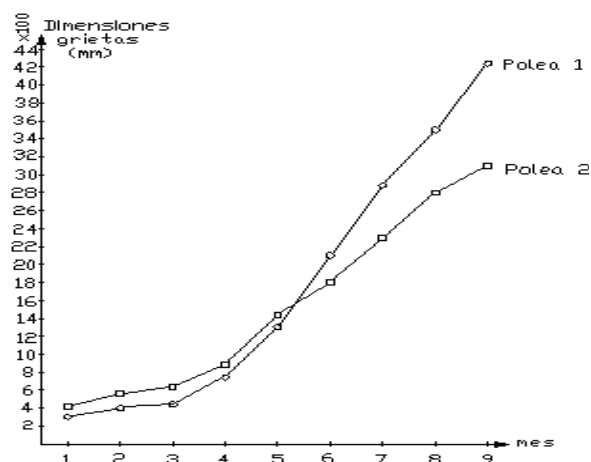


Figura 4.- Magnitud del crecimiento de las grietas.

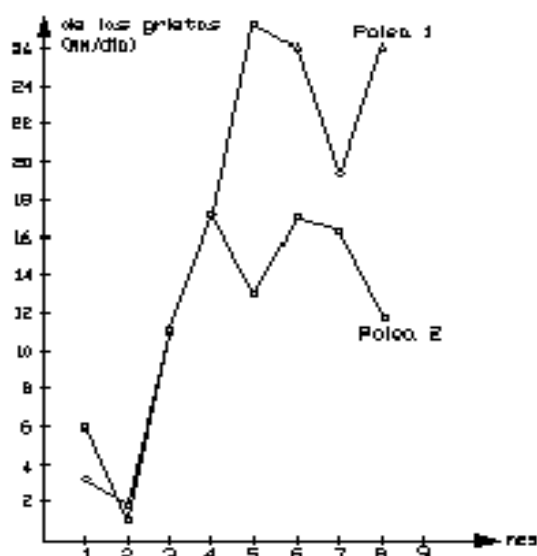


Figura 5. Velocidad promedio del crecimiento de la grieta.

En los análisis químicos correspondientes se llega a la conclusión de que el material corresponde con un acero de bajo contenido de carbono con valores de este elemento en el rango de 0.2 - 0.25 %, manteniéndose el resto de los elementos en los rangos normalizados.

Los análisis metalográficos y de dureza demuestran que el material tiene una estructura metalográfica equilibrada de perlita y ferrita con durezas que oscilan en el rango de 142 -153 HB.

Estos resultados (análisis químicos, metalográficos y de dureza) descartan la posibilidad de que el surgimiento de las grietas tengan su origen en problemas metalúrgicos.

Después de las investigaciones realizadas se tienen las siguientes causas de las grietas:

a) Insuficiente llenado del bisel de la costura de filete, a lo cual se suma de manera negativa el estado tensional complejo que tiene la instalación y en particular los refuerzos soldados.

b) Ausencia del precalentamiento de las piezas. Aunque no existen problemas metalúrgicos, el espesor de la pieza requiere del mismo en los aceros de construcción (aceros de bajo contenido de carbono), sobre todo cuando se sueldan grandes espesores que originan altas tensiones de contracción de los cordones de soldadura [1] [2].

c) Ausencia del secado previo en hornos de los electrodos con revestimientos básicos seleccionados. En las radiografías obtenidas se muestran grupos de poros a una distancia aproximadamente igual y en general en el lugar donde existen grietas, lo cual hace considerar estos como un factor que favorece el origen de las mismas [3].

d) Inadecuada terminación de la costura, pues se depositó convexa y para estos casos debe ser cóncava con un radio de acuerdo de aproximadamente 2.5-3 mm en la plancha superior (Figura. 6) [4].

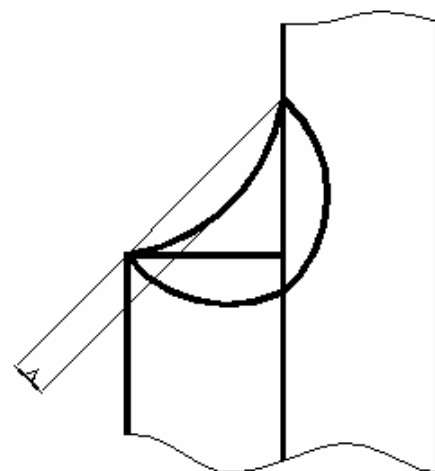


Figura 6.-Forma cóncava de la costura.

3. Tecnología de recuperación de las poleas.

En el proyecto y desarrollo de la tecnología para la reparación de las poleas se efectuaron los cálculos de temperatura mínima de precalentamiento y otros factores tecnológicos, tales como:

- Diámetro de los electrodos a utilizar.
- Número de cordones.
- Parámetros energéticos (intensidad de corriente eléctrica, tensión eléctrica, etc.).
- Consumo de electrodos, etc.

En el diseño de la tecnología se tienen en cuenta algunos aspectos, entre los más importantes:

- Se selecciona el proceso de soldadura manual por arco eléctrico debido al poco acceso para máquinas automáticas y lo complejo de la reparación.
- Las grietas se eliminan en toda su longitud con electrodo de corte con arco-aire y posteriormente se pule con disco abrasivo hasta el brillo metálico.

El electrodo seleccionado fue el E 7018 según la AWS con revestimiento básico y que garantiza la resistencia mecánica de la unión y puede soldar en todas las posiciones, estos deben ser secados a temperaturas de 200° C durante 2 h, teniéndose en cuenta la elevada humedad relativa del lugar donde se desarrolla el trabajo

la cual es aproximadamente de 90 %. Los electrodos no deben permanecer más de 30 minutos después de secados fuera del horno, debido a sus características higroscópicas. Esto puede dar lugar a la absorción de dicha humedad y originar poros y posibles grietas en las uniones soldadas, la temperatura de precalentamiento calculada debe ser de 150° C y se debe aumentar en 50° C en el lugar del cierre de los cordones circunferenciales con el objetivo de disminuir los magnitudes de las tensiones de contracción [5] [6], estos se deben depositar con dos operarios de manera tal que los cordones se encuentren en caliente y así compensar las tensiones de contracción

En el acabado a las costuras soldadas se le debe dar la forma cóncava, pues con esto se aumentan las propiedades mecánicas y la durabilidad de las mismas (Fig. 6). El control de la calidad se realizó mediante examen visual, líquidos penetrantes y rayos gamma.

Además a cada operario se le asignó una sigla con el objetivo de marcar las uniones soldadas por cada uno, debido a que la reparación se realizó con 12 operarios y duró 21 días en jornadas de 24 horas y por lo tanto es necesario este tipo de control para responsabilizarlos con los resultados posteriores.

El efectuar la reparación en el tiempo y con la calidad requerida le reportó a la fábrica evitar pérdidas económicas considerables. La alta fiabilidad del trabajo permitió asegurar una estabilidad en la producción y una disminución de los ciclos de reparación y mantenimiento de la instalación promoviendo todo esto ahorros económicos adicionales.

4. Conclusiones.

- Los resultados de los análisis químicos, metalográficos y de dureza descartan la posibilidad de que el surgimiento de las grietas tengan su origen en problemas metalúrgicos.
- Insuficiente llenado del bisel de la costura de filete, a lo cual se suma de manera negativa el estado tensional complejo soportan los refuerzos soldados.
- Ausencia del precalentamiento de las piezas, porque aunque no existen problemas metalúrgicos,

el espesor de la pieza requiere del mismo en los aceros de construcción (aceros de bajo contenido de carbono), sobre todo cuando se sueldan con diámetros de electrodos para espesores grandes.

- Ausencia del secado previo en hornos de los electrodos seleccionados debido que al ser de revestimientos básicos necesitan este tipo de tratamiento. En las radiografías obtenidas se muestran grupos de poros a una distancia aproximadamente igual y en general en el lugar donde existen grietas, lo cual hace considerar estos un factor que favorezca el origen de las mismas.
- Inadecuada terminación de la costura, pues se depositó convexa y para estos casos debe ser cóncava, con un radio de acuerdo de aproximadamente 2.5-3 mm.
- Se considera adecuada la tecnología de soldadura aplicada debido a los resultados obtenidos pues la instalación ha trabajado sin problemas durante un largo periodo de tiempo y aún se encuentran en buen estado las costuras soldadas.

5. Bibliografía.

1. ASM Handbook Committee: Welding Handbook. 8ed. Vol.6. 734p. ASM Handbook Committee, EUA, 1971.
2. AWS: Welding Handbook. Metals and their weldability. EUA, 1966.
3. Rodríguez Pérez, Héctor: Metalurgia de la Soldadura. Editorial Pueblo y Educación. Habana. Cuba. 1996.
4. Conferencia Magistral "Tensiones y deformaciones en las uniones soldadas" A. Lukhianov. CUBA. 1991.
5. D.J.Cottrell y D.L.Stanley. Precalentamiento y tratamiento térmico posterior. Welding and metal fabrication. Abril 1986. EUA.
6. N. Nurioka, H. Zuzuki y otros. "Determination of necessary preheating temperature in Steel welding" Welding Journal. Junio 1983. EUA

Reconditioning of pulleys by welding process.

Abstract.

In this article are presented the causes of highly dangerous cracks in pulleys' welding joining. Several analyses regarding the chemical composition and the welded seam, as well as metallographic and hardness analysis, together with visual inspection and gammagraphic controls are carried out. The project of technology for reconditioning (recovery) of pulleys is carried out with the corresponding quality control.

Key words: Welding, reconditioning, pulleys.