

## FRACTURA DE EJES DE MOLIENDA

Los ejes de molienda de caña de azúcar son considerados componentes estratégicos dentro del sistema de molienda, porque su eventual falla genera perjuicios significativos debido al alto costo de reemplazo y a costos derivados del tiempo de parada para el reemplazo, además de pérdidas de extracción debido al *bypass* del sector afectado.



Foto 1 - Eje de molienda fracturado por fatiga durante la cosecha.

Sin embargo, Welding evaluó que, en casi todos los casos de análisis de falla de ejes fracturados que pasan por su laboratorio, rara vez se llegó a tal situación por haber alcanzado la vida útil prevista. Esa falla siempre está asociada a situaciones adversas, impuestas a los ejes debido a fallas de mantenimiento o de material. Podemos contar con los dedos los ejes fabricados con material adecuado que fallaron sin sufrir reparaciones de soldadura, sin tener corrosión intensa en regiones críticas como la de sellado - que facilita la aparición de grietas - o sin haber iniciado la cosecha ya con presencia de grietas, debido a la falta de inspección preventiva o a reparaciones con soldaduras mal ejecutadas.



Foto 2 - El aspecto de la superficie de fractura de prácticamente todos los ejes averiados indica la propagación de grietas por fatiga y el sobredimensionamiento del eje, es decir, el área tomada por la propagación de grietas es mucho mayor que la de la fractura final catastrófica.

Por lo tanto, podemos afirmar con seguridad que, si no existen adversidades operativas extremas y los mantenimientos

preventivos y correctivos son realizados de manera adecuada, la vida útil de los ejes de molienda podría ser extremadamente grande, ya que este componente es sobredimensionado y su límite de fatiga es muy superior a los esfuerzos a los que estará sometido en operación normal.

Sin embargo, rajaduras profundas, superficies ásperas resultantes de corrosión, grietas, aristas afiladas, entre otros, son concentradores de tensión que, sumados a desalineaciones del conjunto que siempre están presentes, dañan la vida de la fatiga del eje. Como el propio nombre ya lo dice, estos concentradores de tensión aumentan la tensión de forma localizada en esos puntos, donde muchas veces se supera en exceso la tensión soportada por el material, formando grietas. Después de su aparición, estas grietas pasan a propagarse en condiciones operativas normales, pudiendo fracturar el eje durante la cosecha o exigir que sea desecado o reacondicionado por soldadura en la baja temporada.



Foto 3 - Eje sin la camisa, con corrosión intensa y formación de grietas en la región de sellado.

Welding defiende el concepto de que, si se respectivos algunos parámetros técnicos, difícilmente un eje de molienda sufrirá fracturas en condiciones operativas de trabajo. Estos parámetros se pueden resumir en lo siguiente:

1. Adquirir la materia prima adecuada, utilizando la especificación técnica para realizar la compra. Para eso, Welding ofrece gratuitamente la ETP 100-01 "Eje de acero al carbono forjado para molienda", para que cualquier interesado la utilidad en procesos de compra.

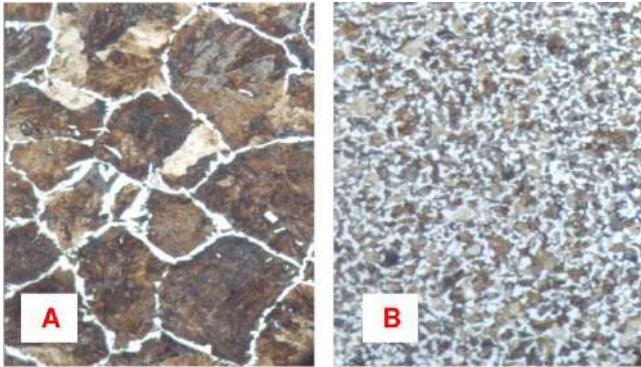


Foto 4 - Microestructuras de acero SAE 1045 sin y con tratamiento térmico. (A): Acero forjado en bruto (grueso y frágil). (B): InCLUSO acero con un tratamiento térmico adecuado, más tenaz y dúctil, con una calidad extremadamente superior con respecto a la resistencia a propagación de grietas.

2. Fabricar el eje utilizando buenas prácticas de diseño, sobre todo considerando la mecánica de la fractura, con regiones de transición suaves, ausencia de aristas afiladas y buen acabado de mecanizado (baja rugosidad).
3. Velar por el sistema de sellado de las mangas, pues si éste es eficiente reducirá la incidencia de riesgos y de corrosión en esta región, evitando de este modo la necesidad de recuperación por soldadura.
4. No montar rodillos con holgura excesiva y hacer el ajuste adecuado de las chavetas, evitando así grietas en los canales de alojamiento de las chavetas.
5. Al final de la cosecha, realizar inspecciones preventivas mediante análisis visual, dimensional y por ensayos no destructivos (partículas magnéticas, ultrasonido y líquidos penetrantes), empleando mano de obra especializada.
6. Se debe tener especial cuidado con los ejes que no tendrán las camisas retiradas (renovación del mecanizado). En este caso, es necesario realizar inspección por ultrasonido utilizando transductor angular para detección de eventuales grietas localizadas en regiones debajo de la camisa. Este ensayo es esencial y exige mano de obra especializada.

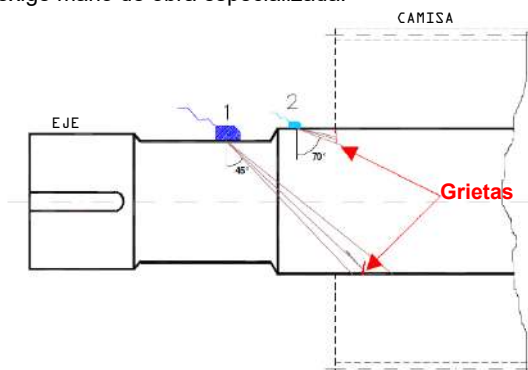


Figura 1 - Representación típica del posicionamiento de los cabezales de ultrasonido para la detección de grietas en el eje con la camisa ensamblada.

7. En caso de detección de grietas durante la inspección preventiva, éstas deberán eliminarse mediante mecanizado o esmerilado localizado (en su caso por ranurado), y las cavidades resultantes deberán

inspeccionarse mediante ensayo de partículas magnéticas fluorescentes para confirmar la eliminación de las grietas.

8. Cavidades o regiones que necesiten soldadura deben ser recuperadas utilizando el procedimiento adecuado que, invariablemente, implica los parámetros a continuación:
  - a) Procedimiento y soldadores calificados.
  - b) Consumibles suministrados por fabricantes idóneos y manipulados conforme recomendaciones de las normas pertinentes.
  - c) Calentamiento previo y posterior para alivio de tensiones ejecutados mediante sistema resistivo, con aislamiento térmico eficiente.
  - d) Verificación, durante el proceso de recuperación, del cumplimiento de los parámetros especificados en el Procedimiento de Soldadura.
  - e) Inspección por partículas magnéticas fluorescentes y ultrasonido después del mecanizado de las regiones recuperadas. Realizar también una inspección visual y dimensional de estas regiones.

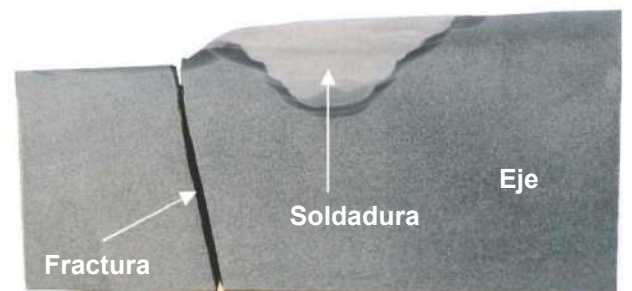
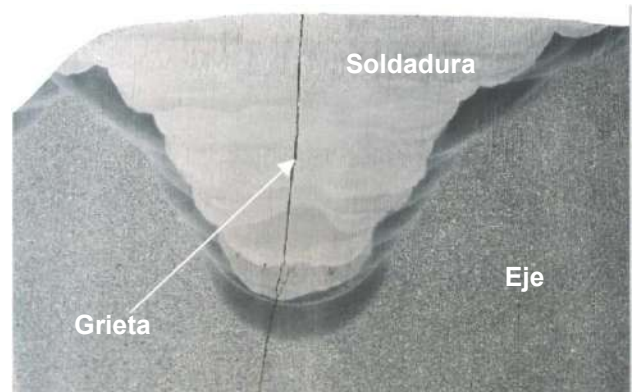


Foto 5 - Corte transversal de eje recuperado por soldadura deficiente, con grieta iniciada en la soldadura y, en otra posición, fractura iniciada en la ZTA.

Los temas técnicos de este boletín fueron correlacionados con los ejes de molienda, sin embargo, se sabe que, en las fábricas de azúcar y alcohol, varios otros componentes de gran tamaño son fabricados usando el mismo material. Como es el caso de ejes de muelas, ejes de mesas alimentadoras, ejes de campanas, entre otros. Por lo tanto, las recomendaciones aquí citadas deben extenderse a todos estos componentes.