

FRACTURAS DE PERNOS DE BRIDA DE MOLIENDA

La aparición de fracturas de pernos que fijan las bridas en las camisas de molienda es un acontecimiento frecuente en la mayoría de las plantas de azúcar y alcohol. Se trata de una situación incómoda, que demanda muchas horas de interrupción de la molienda para corregir el problema.

El laboratorio de ensayos y análisis de materiales de Welding recibe constantemente pernos de brida fracturados, principalmente durante la cosecha, para realizar análisis de laboratorio. Y esto nos permitió notar que son varias las no conformidades que tienen relación con la causa raíz de las fallas. En una secuencia lógica, desde su fabricación hasta la falla, enumeramos los principales problemas relacionados con la falla de estos tornillos: a) Falta de información técnica en el proyecto; b) Fabricantes no capacitados; c) Proceso de compra deficiente; d) Ensamblado inadecuado; e) Problemas de sellado; f) Problemas operativos.



Foto 1: Perno fracturado debido al surgimiento de grietas en áreas de corrosión generadas por problemas de sellado.

Con respecto al **proyecto**, es común encontrar dibujos de pernos que mencionan solo sus dimensiones, tipo de material, clase de resistencia y acabado. Sin embargo, hay información que es muy importante en la especificación técnica de estos pernos. Como ejemplo podemos citar que se deben definir las propiedades de límite de resistencia, flujo, alargamiento y reducción de área a ser verificadas en el ensayo de tracción, dureza de superficie y de núcleo, resistencia al impacto, informar que la rosca obligatoriamente debe ser hecha por laminación y solamente después del tratamiento térmico final del perno, y que el nivel máximo de decarburación de los filetes de rosca debe obedecer a la clase 2/3 H1 de la norma ISO 898-1:1998. Además, el acabado superficial de la región entre la cabeza y la rosca debe rectificarse con una rugosidad inferior a 2,8

$\mu\text{m Ra}$. La falta de cumplimiento de algunas de estas recomendaciones técnicas provocó muchas fallas, como pernos que no fueron tratados térmicamente de forma correcta y se han vuelto frágiles (bajo alargamiento y resistencia al impacto), tornillos con acabado sufrible y roscas mecanizadas en lugar de laminadas, que facilitan fracturas por fatiga, etc.



Foto 2: Superficie típica de fractura por fatiga, que corresponde a la gran mayoría de las fracturas de pernos de brida.

La fabricación y suministro de estos pernos por **proveedores no capacitados**, es decir, empresas que no tienen suficientes recursos tecnológicos para fabricar los pernos como recomienda la norma, es algo que debe evitarse desde el principio. Es decir, para que una empresa participe en una cotización debe demostrar que puede cumplir con los requisitos técnicos de compra. Sin embargo, la falla también puede ser del comprador, que no está ejecutando correctamente el **proceso de compra**, y realiza la compra solamente usando la información que consta en el dibujo. Para tal situación, Welding recomienda la utilización de su Especificación Técnica de Producto ETP 150-04, que aborda todos los requisitos necesarios para una buena compra técnica.



Foto 3: Perno sin uso, fabricado con buen acabado y obedeciendo a buenas prácticas de diseño.



Foto 4: Perno nuevo, con problemas de acabado como ausencia de radio de concordancia y marcas de entrada de Herramienta.

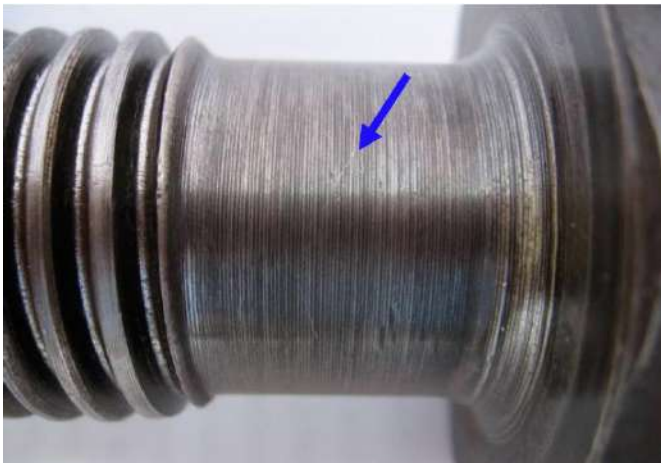


Foto 5: detalle del mal acabado de mecanizado de un perno nuevo, en una región crítica que debería estar rectificada.



Foto 6: detalle de región donde se perciben fallas de mecanizado y rajaduras profundas que pueden provocar grietas de fatiga.

Con respecto al **ensamblado** del perno, la falta de información técnica también ha sido la razón de muchas fallas. Una buena situación de ensamblado implica un buen diseño de la brida, donde se define una discreta inclinación (ángulo de 30°) en su lado de contacto con la camisa para posibilitar un buen ajuste, un canal para alojamiento de anillo *o'ring* buscando un buen sellado

contra la entrada de caldo - evitando así la corrosión -, control de intensidad de par (seguir recomendación del proyecto), definición de la secuencia de apriete con par escalonado (20%, 50% y finalmente 100%) y siempre alternando a 180°. La falta de estos cuidados ha sido motivo de fracturas causadas por exceso de apriete (par superior a lo recomendado) y fracturas por fatiga con grietas iniciadas en picaduras de corrosión generadas por infiltración de caldo. Cabe destacar que a menudo la causa de la corrosión de los pernos también puede estar asociada a **problemas en el sellado de los cojinetes**, hecho que también puede comprometer la vida útil del eje de molienda.



Foto 7: Perno protegido con pintura epoxi y con sello de silicona, después del uso en 3 cosechas, en perfecto estado de conservación.

Problemas operativos de la molienda pueden ser causa de fracturas de estos pernos. Esto normalmente ocurre cuando hay una oscilación muy diferenciada entre los cojinetes, haciendo que la inclinación del rodillo superior permita que la brida tenga contacto con residuos, o incluso con el rodillo inferior, forzando los pernos y facilitando su ruptura. Las holguras axiales excesivas de los ejes de molienda también pueden facilitar la rotura de estos pernos al forzar las bridas.

La reutilización de los pernos después del uso en una cosecha es un tema que merece ser discutido, pues algunos fabricantes no la recomiendan, justificando que el perno no debe ser apretado más de una vez. Sin embargo, Welding no ve motivos para tal temor si el perno presenta una superficie en buen estado de conservación, y está libre de grietas y otras no conformidades visuales. Como garantía para reutilización recomendamos, también, que uno de los pernos ya usados sea sacrificado para realización de un ensayo de tracción, verificando si este no sufrió sobrecarga que lo deformase plásticamente, o sea, si su límite de flujo no fue excedido.

Otras recomendaciones de Welding son: proteger la región entre la cabeza y la rosca aplicando pintura con *primer* epoxi (ver Foto 7), y aplicar sellado con silicona no acética en cada perno, en las regiones entre la camisa y la brida y entre la cabeza hexagonal y la brida.