



ANGOSTURA - 3 Unidades Francis

Asunto:

A- Comentarios de GE al informe EdF

B- Recomendaciones adicionales de GE

Fecha: 21/12/2018

A) Comentarios de GE sobre el Informe EdF

Con respecto a las conclusiones del informe pericial de EdF sobre las 3 ruedas agrietadas de Angostura (la numeración corresponde a los puntos de la conclusión del informe EdF, RevB con fecha 6/11/2018):

1 / Restringir el rango de operación (propuesta de EdF: $P_{min} = 50\%$)

Comentarios GE:

- Ge está muy a favor de esta recomendación.
- La operación de baja carga en la zona entre paletas de Vortex es efectivamente una causa fundamental de posibles grietas. Por lo tanto, la limitación $P_{min} = 50\%$ permitirá evitar el funcionamiento en la zona de vórtice entre alabes.

2 / Incrementar la capacidad de los compresores.

Comentarios GE:

- Si se aplica el punto 1, no es realmente necesario. Por otro lado, si los grupos continúan operando temporalmente con baja carga, es necesario tener una mayor capacidad de inyección.
- Por otro lado, EdF recomienda realizar la inyección solo a través de la Tapa superior para los 3 grupos (en G2, la inyección fue en las Tapas sup + inf). GE menciona que debemos tener cuidado porque hasta ahora G2 tiene menos grietas que G1, aunque otros factores hacen una conclusión simple sea imposible (mala dirección de la inyección durante un período, diferencias en la realización de 2 rodetes, diferencias en la operación ...). La acción recomendada a continuación (§B, GE2) podría eliminar esta duda.

GE recomienda verificar el pilotaje de la válvula axial porque EdF parece decir que se cierra con una carga muy baja, mientras que GE había pedido mantenerla abierta por debajo de un

3 / Evitar operar a cargas muy bajas.

Comentarios GE:

- GE está muy a favor de esta recomendación.

- Los grupos 1 y 2 se vendieron con 1000 h de operación temporal bajo Pmin, y el Grupo 3 con 500 h bajo Pmin. EdF interpreta esta duración como un total permitido durante la vida útil de los grupos, es decir, unas pocas docenas de horas de operación por año en promedio. GE admite que esta interpretación es segura y limita las tensiones en las turbinas para maximizar su vida útil.
- Colbun interpreta esos 1000h como una duración permitida cada 8000h. Los grupos operan en la práctica en promedio alrededor del 6% del tiempo bajo Qmin, o en un total de 1200 horas desde la puesta en servicio. De ese modo de funcionamiento extendido bajo Qmin es otra causa probable de fisuras y, por lo tanto, debe evitarse.

4 / Martillo entre pases y tratamiento entre pases = "temper-bead"

Comentarios GE:

- GE considera que esta técnica se puede agregar efectivamente al procedimiento de reparación de grietas, particularmente en el caso de que el material de relleno se cambie a martensítico homogéneo (ver punto 5)

5 / Uso de un relleno martensítico homogéneo.

Comentarios GE:

- El procedimiento de recomendación inicial provisto por GE a Colbun para la reparación de grietas propuso un material de relleno tipo austenítico 316L. Eso se justificó por el hecho de que las soldaduras originales del rodete de Angostura están hechas de 316L austenítico, y que las reparaciones hechas de 316L generalmente permiten obtener una mejor reproducibilidad y un resultado más confiable en vista de las condiciones de operación de alcanzable en el sitio.
- Una reparación con material homogéneo martensítico según lo propuesto por EdF, puede dar esperanzas de una mejor resistencia a la fatiga. Por otro lado, GE señala que tal reparación requiere un procedimiento aún más cuidadoso que el austenítico, y presenta un riesgo potencialmente mayor de nuevo agrietamiento en caso de desviación en el modo de operación.

- Con respecto a la resistencia a la cavitación, ya que este fenómeno no se encontró en el análisis de la causa raíz de las grietas, GE considera que la resistencia a la cavitación del material de reparación no es un tema importante.
- **Por lo tanto, GE propone continuar las reparaciones en 316L austenítico.** Sin embargo, si Colbun quiere cambiar a material martensítico, GE puede trabajar con Colbun para desarrollar un procedimiento específico, sabiendo que tendrá que ser particularmente cuidadoso para minimizar cualquier riesgo adicional.

6 / Seguimiento anual de áreas críticas.

Comentario GE:

- GE está de acuerdo con esta propuesta.

7 / Mejora del control no destructivo de las indicaciones.

Comentario GE:

- GE está de acuerdo con esta propuesta.

8 / Tiempo suficiente entre reparaciones y control.

Comentario GE:

- GE está de acuerdo con esta propuesta, e incluso recomienda esperar al menos 48 a 72 horas después de la reparación.

B) Otras recomendaciones de GE

Por lo tanto, GE está a favor de aumentar la potencia de operación continua mínima de los grupos al 50% de la potencia nominal, para limitar el tiempo de exposición a los vórtices entre alabes.

GE también favorable que el tiempo de operación en la zona temporal entre el ralentí y la potencia mínima se reduzca al mínimo necesario para el funcionamiento de la máquina, a fin de limitar la exposición a solicitaciones de baja carga.

Otras recomendaciones:

- GE1 / En caso de dudas sobre la **calidad de la realización de los radios de conexión de alabes/ cinturón** en las zonas de salida del rodete que se agrietan, GE recomienda recuperar

los radios cuando sea necesario. De hecho, las deficiencias geométricas locales que actúan como un estrés pueden ser una causa raíz agravante que se suma a las demandas dinámicas.

- GE2 / Es posible llevar a cabo una campaña de medición de estrés en los rodets prototipo para aclarar completamente la causa raíz de las grietas. Eso también permitiría una definición más precisa de las áreas restringidas de operación. GE puede discutir esta opción con Colbun y, previa solicitud, enviar un procedimiento de prueba que describa dichas medidas.

Santiago, 21/12/2018