



SOFT BEARINGS VS. HARD BEARINGS

Una decisión crítica en la selección de máquinas balanceadoras

Ing. Evelio Palomino Marín, DrC. (CEIM / CUJAE)- epalomino@ceim.ispjae.edu.cu

Profesor de vibraciones, ruido y diagnóstico mecánico

Generalidades

En la inmensa mayoría de los casos, el *desbalance* se caracteriza por la presencia de altos niveles de vibraciones en los planos radiales del rotor, sin excluir la posibilidad de registrar niveles considerables de vibraciones en los planos axiales, dependiendo del tipo de rotor, de la distribución del propio *desbalance* y de la disposición de los pedestales.

Básicamente, el *desbalance* es un problema cuyo origen radica en la distribución no uniforme de la masa del rotor, la cual se traduce en un corrimiento entre el eje central geométrico del rotor, que generalmente coincide con el eje de rotación y el centro de masas del propio rotor.

De manera que, la corrección del *desbalance* se reduce a adicionar o substraer masa, logrando que la nueva distribución genere fuerzas dinámicas que resulten en equilibrio.

Pero cuidado, la lectura del párrafo anterior puede provocar un sentimiento equivocado en cuanto a la simplicidad de la acción de balancear. En el caso del balanceo de rotores de alta velocidad o rotores flexibles, éste se torna en extremo complicado y muy peligroso, sobre todo si tales rotores se balancean a baja velocidad.

Rotores rígidos

Pueden ser definidos como aquellos rotores que siendo balanceados en dos planos cualesquiera, no cambiarán su comportamiento dinámico con el incremento de velocidad, aún cuando estos alcancen su máxima velocidad de operación.

El balanceo de *rotores rígidos* en máquinas de baja velocidad (*soft bearings*) tendrá que ser ejecutado, tomando la máxima velocidad de operación de estos, como referencia para el cálculo del desbalance residual.

Rotores flexibles

Son aquellos que no satisfacen la definición de los rotores rígidos, debido a que tienden a flexionarse bajo la acción de las fuerzas dinámicas producidas por el *desbalance*. Tal comportamiento puede ser agravado por los cambios en temperatura y carga que puedan tener lugar durante la

operación del rotor. Tal es el caso de los rotores de turbinas de vapor y de gas.

Esto hace que sea imprescindible balancear los *rotores flexibles* en múltiples planos, para lo cual será necesario que durante los trabajos de balanceo, el rotor sea operado en condiciones similares a las de servicio, es decir, por encima –como mínimo– de su primera velocidad crítica, debido a que si los contrapesos de corrección no se colocan exactamente en los planos del *desbalance*, entonces se generarán pares de fuerzas dinámicas que desbalancearán al rotor una vez que este alcance su velocidad de operación. Por ello, no es raro encontrar un *rotor flexible*, que habiendo sido balanceado en máquina a baja velocidad y con tolerancias adecuadas, exhiba un comportamiento tal, que lo inhabilite para ser operado a altas velocidades.

Por otro lado, el balanceo de *rotores flexibles* también tendrá que ser ejecutado, en máquinas donde la rigidez de sus apoyos sea similar a la rigidez de los pedestales de la máquina en la que definitivamente operará el rotor balanceado. **Tal afirmación excluye drásticamente el uso de máquinas balanceadoras de apoyos flexibles (*soft bearings*) para balancear rotores flexibles.**

La respuesta a la afirmación anterior radica en la interpretación correcta del *mapa de velocidades críticas transversales* de un rotor.

Conclusiones

- Los rotores de turbinas operan en condiciones de *rotores flexibles*.
- Los *rotores flexibles* tienen que ser balanceados en máquinas con apoyos rígidos (*hard bearings*).
- Los *rotores flexibles* tienen que ser balanceados a altas velocidades. Esto es, por encima –como mínimo– de la primera velocidad crítica del rotor.
- El objetivo central del balanceo de *rotores flexibles* radica en la necesidad de minimizar la flexión de éste en operación.
- Los *rotores flexibles* tendrán que ser tratados con extremo cuidado al seleccionar sus planos de balanceo y la velocidad de corrección.