

ME56A – Diseño de Elementos de Máquinas

Prof. Roberto Corvalán P.

Semestre Primavera 2005

Ayudante: Darren Ledermann M.

Fecha: 04 de Octubre, 2005



Auxiliar N° 4 – Rodamientos

P1) ¿Qué clase de rodamientos utilizaría si la aplicación requiere sólo de carga radial y se dispone de poco espacio para montar un rodamiento?

P2) Estime la duración en horas y en número de revoluciones de un rodamiento SKF 6205 que gira a 3000 [RPM] y está sometido a una carga radial constante de 3390.8 [N] y a una carga axial constante de 399.84 [N]. ¿Qué debiera ocurrir con los valores calculados si la carga axial crece hasta 1920 [N]? ¿Si la carga axial vuelve a ser de 399.84 [N] y la carga radial decrece hasta 980 [N]? ¿Qué conclusión podrían obtener de la selección del rodamiento especificado para las aplicaciones deseadas?

P3) Se debe colocar rodamientos a un eje de diámetro 70 [mm] que gira a 450 [RPM]. El eje soporta un peso de 200 [kg] y debido al tipo de aplicación, desprecie cualquier efecto de carga axial. Se desea una vida nominal del rodamiento de al menos 30000 horas. Seleccione el rodamiento apropiado para esta aplicación, cuidando de tomar el rodamiento de menor peso posible que cumpla con la especificación pedida. ¿Este rodamiento soportaría 70000 horas de uso? Si la respuesta es no, ¿que rodamiento sí lo haría?

Problema propuesto: Suponga las mismas condiciones que en P3), pero ahora hay carga axial. Realice el mismo cálculo anterior para situaciones en que la carga axial no afecta los valores X e Y, así como para el caso en que si los afecta (X distinto de 1, Y distinto de 0). La metodología del cálculo es similar.

Solución:

P1) Los rodamientos que más se adecuan a este tipo de solicitudes son los rodamientos radiales de *rodillos*. Estos ocupan poco espacio en el montaje y sólo son capaces de soportar cargas radiales con una gran efectividad.

P2) Para poder resolver este problema, se debe ocupar las siguientes ecuaciones:

$$L = \left(\frac{C}{P}\right)^p, \text{ o bien } L_h = \frac{1000000}{60 \cdot n} \left(\frac{C}{P}\right)^p$$

Por enunciado se utiliza un rodamiento SKF 6205, que posee las siguientes características de carga:

- $C = 1100$ [kg]
- $C_0 = 710$ [kg]
- RPM Max = 12000

Se utilizará el rodamiento a $n = 3000$ RPM. Se deben usar los valores de las cargas en [kg], no en [N] (utilizar $g = 9.8$).

a) Carga radial $F_r = 3390.8$ [N] $\Rightarrow 346$ [kg]
 Carga axial $F_a = 399.84$ [N] $\Rightarrow 40.8$ [kg]

Primero se debe calcular el cuociente F_a / C_0 para el rodamiento especificado:

$$F_a / C_0 = 0.057$$

Teniendo en consideración este valor, se busca el valor de e correspondiente a este cuociente. Si el valor no se encuentra directamente en la tabla, se deberá interpolar para obtener el valor de e exacto. De las tablas, se puede deducir que para $F_a / C_0 = 0.057$, e se encuentra entre 0.24 y 0.27. Por el momento no se realizará la interpolación (que sí será exigida en las evaluaciones). Veremos ahora el cuociente F_a / F_r :

$$F_a / F_r = 0.1179 < e \Rightarrow X = 1, Y = 0$$

Ahora se calcula la carga equivalente sobre el rodamiento con la siguiente fórmula:

$$P = X F_r + Y F_a$$

Reemplazando los valores conocidos, se llega a que $P = 346$ [kg]. El exponente p vale 3, pues se trata de un rodamiento de bolas. Volviendo a la primera ecuación se tiene que $L = (1100 / 346)^3 \Rightarrow L = 32.1329$

De acuerdo con el catálogo de SKF, este valor está expresado en millones de revoluciones, por lo tanto, se tiene que $L = 32$ millones de revoluciones. Si consideramos que la velocidad de giro es de 3000 RPM, es posible pasar este valor a horas, o bien calcularlo con la fórmula alternativa de cálculo de vida del rodamiento. Entonces, se tiene que la vida en horas queda expresada como

$$L_h = 178.5160 \text{ horas.}$$

b) $F_r = 346$ [kg]
 $F_a = 200$ [kg]

Se repite la metodología anterior.

$$F_a / C_0 = 0.2817 \Rightarrow e \text{ está entre } [0.37, 0.44]$$

Viendo el cuociente entre las fuerzas,

$$F_a / F_r = 0.5780 > e \Rightarrow X = 0.56, Y = 1$$

Calculando la carga equivalente,

$$P = 0.56 F_r + 1 F_a = 393.76 \text{ [kg]}$$

Reemplazando en las ecuaciones de vida del rodamiento se obtienen los siguientes valores.

$$L = 32.1329 \text{ millones de revoluciones}$$
$$L_h = 178.5160 \text{ horas.}$$

c) $F_r = 100$ [kg]
 $F_a = 40.8$ [kg]

Se repite la metodología anterior.

$$F_a / C_0 = 0.057 \Rightarrow e \text{ está entre } [0.24, 0.27]$$

Viendo el cuociente entre las fuerzas,

$$F_a / F_r = 0.4080 > e \Rightarrow X = 0.56, Y = 1$$

Calculando la carga equivalente,

$$P = 0.56 F_r + 1 F_a = 96.8 \text{ [kg]}$$

Reemplazando en las ecuaciones de vida del rodamiento se obtienen los siguientes valores.

$$L = 1467.4117 \text{ millones de revoluciones}$$
$$L_h = 8152.2873 \text{ horas.}$$

d) Si se consideran las horas de uso que servirá el rodamiento especificado, claramente se observa que el rodamiento ha sido mal seleccionado, pues vidas del orden de las 100 horas son sencillamente inaceptables. Para el caso c) este valor, si bien es más digno que en los casos a) y b), de todas maneras no es suficientemente satisfactorio \Rightarrow se recomienda cambiar de rodamiento especificado.

P3) Para el eje especificado, se debe utilizar un rodamiento acorde a las dimensiones del eje (no se pueden usar rodamientos de otro tamaño que el especificado), por lo tanto se debe observar los rodamientos que posean un diámetro interno de 70 [mm]. Se debe considerar además una vida de más de 30000 horas a una velocidad de giro de 450 RPM. En la ecuación de vida nominal del rodamiento se tiene entonces lo siguiente:

$$L_h = 30000 \leq \frac{1000000}{60 \cdot 450} \left(\frac{C}{P} \right)^p$$

Por tratarse de rodamientos de bolas, el exponente $p = 3$. De la ecuación anterior debe despejarse entonces el cociente C/P . Despejando y reemplazando todos los valores, se llega a lo siguiente:

$$C/P > 9.3217$$

Por enunciado, se desprecia la carga axial, por lo tanto, se puede inferir directamente que $X = 1$, $Y = 0$. (En estricto rigor debieran calcularse todos los parámetros para llegar a esta conclusión. Esto será exigido en las evaluaciones). Por lo tanto, se tiene que la carga dinámica equivalente es igual a F_r . El eje soporta una carga de 200 [kg], pero si dividimos esa carga entre los dos rodamientos a utilizar, entonces la carga utilizada en el cálculo será la mitad de la carga total sobre el eje, es decir $F_r = 100$ [kg].

Consideremos el rodamiento más pequeño de la serie de 70 [mm]. Para este rodamiento,

$$C = 950 \text{ [kg]} \Rightarrow C/P = 9.5 > 9.3217$$

Debido a este cálculo, se sabe que el rodamiento tendrá una vida nominal superior a las 30000 horas. Por ende, el rodamiento a seleccionar será el SKF 61814.

Si rehiciéramos el cálculo para 70000 horas, se tiene que el factor C/P debiera ser mayor a 12.3639, lo cual claramente no se cumple para este rodamiento. Si se pasa al rodamiento siguiente en términos de dimensiones, con $C = 2200$, se tiene un valor C/P de 22, que si cumple con creces con lo requerido, siendo seleccionado en ese caso el rodamiento SKF 16014.

*Darren Ledermann M.
Cualquier error o duda, por favor escribir a
dlederma@cec.uchile.cl
04/10/2005*