

ME56A – Diseño de Elementos de Máquinas

Prof. Roberto Corvalán P.

Semestre Primavera 2005

Ayudante: Darren Ledermann M.

Fecha: 14 de Noviembre, 2005



Auxiliar N° 6 – Engranajes Cónicos

P1) Considere un sistema de 2 engranajes cónicos rectos para una caja reductora en que se tienen 705 RPM y 3 [HP] en la entrada y se desean 380 RPM en la salida. Los engranajes poseen un ángulo de presión $\phi_t = 20^\circ$ y paso diametral $P = 2$ [dientes/in]. Asuma que $\phi + \phi = 90^\circ$ y que la eficiencia de la transmisión es $\eta = 1$. Determine:

- El número de dientes N_G y N_P que mejor cumple con la relación de velocidades deseada (1 p)
- Los valores de los ángulos ϕ , ϕ (0.5 p)
- La profundidad (altura) de trabajo h_k (0.5 p)
- La tolerancia (holgura) c (0.5 p)
- La cabeza (adendo) del engrane a_g (0.5 p)
- El ancho de cara referido a P (0.5 p)
- El diámetro mayor de cada engrane (0.5 p)
- Análisis sobre el piñón:* Calcule:
 - El radio de paso promedio, r_P (1 p)
 - La velocidad de línea en [ft/min] (0.3 p)
 - Las cargas transmitidas W_t , W_r , W_a , en [lb] (0.7 p)

Solución

a) Relación de Velocidades

$$\frac{N_G}{N_P} = \frac{\omega_P}{\omega_G} \Rightarrow \frac{705}{380} = 1.85526$$

Se debe encontrar la relación de dientes que mejor cumpla con la relación de velocidades y que además satisfaga los números *mínimos* de dientes para el piñón y la corona. Luego de realizar una breve iteración, se determina que el mejor ajuste se da utilizando la siguiente relación:

$$\frac{N_G}{N_P} = \frac{26}{14} = 1.857 \approx 1.855$$

Por lo tanto se determina que el piñón tendrá 14 dientes y la corona 26.

b) Los ángulos se determinan de manera sencilla pues la suma de ambos es 90° .

$$\tan \gamma = \frac{N_P}{N_G} \Rightarrow \gamma = \tan^{-1} \left(\frac{N_P}{N_G} \right) \Rightarrow \gamma = 28.3^\circ$$

$$\tan \Gamma = \frac{N_G}{N_P} \Rightarrow \Gamma = \tan^{-1} \left(\frac{N_G}{N_P} \right) \Rightarrow \Gamma = 90^\circ - 28.3^\circ = 61.7^\circ$$

c) Altura de trabajo: sale directamente de la tabla: (recordar que estos valores son para unidades INGLESAS)

$$h_k = \frac{2}{P} \Rightarrow h_k = \frac{2}{2 \left[\frac{\text{dientes}}{\text{in}} \right]} = 1[\text{in}]$$

d) Holgura c: también sale de la tabla:

$$c = \left(\frac{0.188}{P} \right) + 0.002[\text{in}] \Rightarrow c = 0.096[\text{in}]$$

e) Adendo del Engranaje: Se obtiene de la tabla:

$$a_g = \frac{0.54}{P} + \frac{0.460}{P \cdot (m_{90})^2}$$

La relación equivalente de 90° es precisamente la relación de velocidades cuando los engranajes se encuentran a 90° . Eso si, se debe considerar la nueva relación de velocidades a partir del número de dientes, no a partir de las RPM proyectadas en un comienzo.

$$\Rightarrow 0.336821[in]$$

f) Ancho de Cara F: Se pide el ancho de cara referido al paso diametral, de esta forma se tiene lo siguiente:

$$F = \frac{10}{P} = 5[in]$$

g) Para obtener los diámetros mayores, se usa la misma relación que en engranajes rectos.

$$d = \frac{N}{P} \Rightarrow$$

$$d_G = 26/2 = 13[in]$$

$$d_P = 14/2 = 7[in]$$

h) Recordemos que todos estos análisis son SOBRE EL PIÑÓN

i) Radio medio de paso del piñón: Por simple construcción geométrica, se tiene que en $F/2$ se encuentra el radio medio del piñón respecto del diámetro mayor. También debe recordarse que antes se calculó el diámetro y ahora se requiere el *radio*. El calculo es el siguiente:

$$r_P = d_P - \frac{F}{2} \cdot \cos \Gamma \Rightarrow r_P = 2.31477[in]$$

ii) Velocidad en la línea de paso: se puede obtener por construcción geométrica o bien directamente del Shigley:

$$V = \frac{2 \cdot \pi \cdot r_P \cdot n}{12}$$

La velocidad esta en [ft/min], el radio del piñón en [in] y n en RPM *del piñón*. Con esto, se tiene que

$$V = 854.46 [ft/min]$$

iii) Cargas transmitidas tangencial, axial y radialmente:

Del Shigley, se tiene lo siguiente (recordando siempre que el análisis es SOBRE EL PIÑÓN):

$$W_t = \frac{33000 \cdot H}{V},$$

$$W_r = W_t \cdot \tan \phi \cdot \cos \Gamma$$

$$W_a = W_t \cdot \tan \phi \cdot \sin \Gamma$$

En consecuencia,

$$W_t = 11.58626 \text{ [lbf]}$$

$$W_r = 1.9925 \text{ [lbf]}$$

$$W_a = 3.713 \text{ [lbf]}$$

Darren Ledermann
Noviembre 2005-11-15
dlederma@cec.uchile.cl