

Практичне заняття

Тема: проектний розрахунок конічної зубчастої передачі

Задача № 1

Провести проектний розрахунок конічної зубчастої передачі. В якості вихідних даних використати:

- крутний момент на ведучому валу: $T_1 = 65,749$ Нм;
- передаточне число: $u = 2,5$;
- допустиме контактне напруження: $\sigma_{HP} = 433,545$ МПа.

Розв'язання

1) Вибираємо значення коефіцієнту K_d

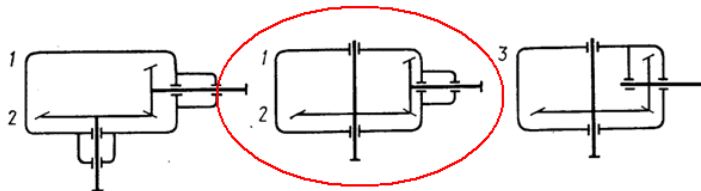
$K_d = 1000 \text{ МПа}^{1/3}$ – для сталевих коліс;
 $K_d = 825 \text{ МПа}^{1/3}$ – для чавунних коліс;

2) Задається величина коефіцієнту K_{be} із діапазону 0,25...0,30. Вибираємо 0,28.

3) Розраховується коефіцієнт K_{bd}

$$K_{bd} = K_{be} u / (2 - K_{be}) = 0,28 \cdot 2,5 / (2 - 0,28) = 0,407.$$

4) Із довідкової літератури вибирається коефіцієнт $K_{H\beta}$



- 1 - опори валів - підшипники кулькові;
 2 - опори валів - підшипники роликові;
 3 - опори валів - підшипники кулькові або роликові.

Значення коефіцієнта $K_{H\beta}$ для конічних передач

Схема і тип опор рис.10.6	K_{bd}									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
при $HV_1 \leq 350$ або $HV_2 < 350$										
1	1,033	1,071	1,114	1,155	1,200	1,243	-	-	-	-
2	1,020	1,041	1,065	1,088	1,101	1,133	1,157	1,180	-	-
3	1,008	1,014	1,024	1,032	1,043	1,055	1,067	1,078	1,092	1,108
при $HV_1 > 350$ або $HV_2 > 350$										
1	1,061	1,135	1,218	1,308	1,396	1,478	-	-	-	-
2	1,041	1,084	1,127	1,172	1,218	1,263	1,312	1,355	-	-
3	1,012	1,025	1,041	1,057	1,076	1,094	1,115	1,137	1,161	1,188

$$K_{H\beta} = 1,088 + \frac{(0,407 - 0,4)(1,101 - 1,088)}{0,5 - 0,4} = 1,089.$$

5) Визначимо зовнішній дільний діаметр зубчатого колеса конічної передачі

$$d_{e2} = K_d \sqrt[3]{\frac{T_1 K_{H\beta} u^2}{K_{be}(1 - K_{be}) \sigma_{HP}^2}} = 1000 \sqrt[3]{\frac{65,749 \cdot 1,089 \cdot 2,5^2}{0,28 \cdot (1 - 0,28) \cdot 433,545^2}} = 227,719 \text{ мм.}$$

6) Задамося кількістю зубців на шестірні $z_1 = 22$. Їх кількість має бути більша чи рівна 17.

7) Розраховуємо кількість зубців на зубчатому колесі $z_2 = uz_1 = 2,5 \cdot 22 = 55$.

8) Обчислюємо зовнішній коловий модуль передачі та узгоджуємо його із нормативним значенням

$$m'_e = \frac{d_{e2}}{z_2} = \frac{227,657}{55} = 4,139; \quad m_e = 4.$$

1 ряд	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10	12	16
2 ряд	1,75	2,25	2,75	3,5	4,5	5,5	7,0	9,0	11	14	18
Примітка: Перевагу надавати першому ряду.											

Вибираємо найближче значення.

9) Визначаємо кути при вершинах дільних конусів

$$\delta_1 = \arctg \frac{z_1}{z_2} = \arctg \frac{22}{55} = 0,381 = 21,801^\circ;$$

$$\delta_2 = \arctg \frac{z_2}{z_1} = \arctg \frac{55}{22} = 1,190 = 68,199^\circ.$$

10) Обчислюємо зовнішні дільні діаметри шестірні та зубчатого колеса

$$d_{e1} = m_e z_1 = 4 \cdot 22 = 88,$$

$$d_{e2} = m_e z_2 = 4 \cdot 55 = 220.$$

11) Розрахуємо зовнішні діаметри кіл вершин зубців, мм:

$$d_{ae1} = d_{e1} + 2m_e \cos \delta_1 = 88 + 2 \cdot 4 \cdot \cos 21,801^0 = 95,428;$$

$$d_{ae2} = d_{e2} + 2m_e \cos \delta_2 = 220 + 2 \cdot 4 \cdot \cos 68,199^0 = 222,971.$$

12) Розрахуємо зовнішні діаметри кіл западин зубців, мм:

$$d_{fe1} = d_{e1} - 2,4m_e \cos \delta_1 = 88 - 2,4 \cdot 4 \cdot \cos 21,801^0 = 79,087;$$

$$d_{fe2} = d_{e2} - 2,4m_e \cos \delta_2 = 220 - 2,4 \cdot 4 \cdot \cos 68,199^0 = 216,435.$$

13) Зовнішня конусна відстань визначається за формулою, мм:

$$R_e = \frac{m_e}{2} \sqrt{z_1^2 + z_2^2} = \frac{4}{2} \sqrt{22^2 + 55^2} = 118,474.$$

14) Визначимо ширину вінця зубчатих коліс, мм

$$b = K_{be} R_e = 0,28 \cdot 118,474 \approx 33.$$

15) Середня конусна відстань дорівнює, мм

$$R = R_e - 0,5b = 118,474 - 0,5 \cdot 33 = 101,974.$$

16) Визначаємо середній коловий модуль, мм

$$m = m_e R / R_e = 4 \cdot 101,974 / 118,474 = 3,443.$$

17) Розрахуємо середні ділильні діаметри шестірні та зубчатого колеса, мм

$$d_1 = mz_1 = 3,443 \cdot 22 = 75,744 \text{ мм};$$

$$d_2 = mz_2 = 3,443 \cdot 55 = 189,36 \text{ мм}.$$

18) Запишемо формули для визначення числа зубців еквівалентних коліс

$$z_{v1} = z_1 \frac{\sqrt{1+u^2}}{u} = 22 \frac{\sqrt{1+2,5^2}}{2,5} = 23,695;$$

$$z_{v2} = z_2 \frac{\sqrt{1+u^2}}{u} = 55 \frac{\sqrt{1+2,5^2}}{2,5} = 59,237.$$