

ВПЛИВ ЗМІЩЕНЬ ТВІРНОГО КОНТУРУ НА ТОВЩИНИ ЗУБІВ ПО КОЛАХ ВЕРШИН ЦИЛІНДРИЧНИХ ПРЯМОЗУБИХ КОЛІС

У монографії [1] наведено формули для діаметра кола вершин $D_{A\lambda}$ і товщини зуба по колу вершин $S_{A\lambda}$ циліндричного евольвентного прямозубого колеса із зовнішніми зубами. Символ λ в нижньому індексі величини позначає її відношення до прямозубого колеса λ ($\lambda=1$ – ведуче, $\lambda=2$ – ведене). Зазначені формули ми можемо подати в такому вигляді:

$$D_{A\lambda} = m \cdot (Z_{\lambda} + 2 \cdot (h_A^* + X_{\lambda} + k_{sh})), \quad (1)$$

$$S_{A\lambda} = D_{A\lambda} \cdot \left(\frac{\pi}{2 \cdot Z_{\lambda}} + \frac{2 \cdot X_{\lambda}}{Z_{\lambda}} \cdot \tan \alpha_0 + \tan \alpha_0 - \alpha_0 - \tan \alpha_{A\lambda} + \alpha_{A\lambda} \right), \quad (2)$$

де Z_{λ} і X_{λ} – число зубів і коефіцієнт зміщення твірного контуру для прямозубого колеса λ ; m – модуль зачеплення; $\alpha_{A\lambda}$ – значення в радіанах кута профілю для точок евольвент на вершинах зубів цього колеса; α_0 – значення в радіанах кута профілю твірного контуру; h_A^* – коефіцієнт висоти головки твірного контуру; k_{sh} – коефіцієнт укорочення головок зубів коліс (за європейською термінологією).

Підставивши у формулу $\cos \alpha_{A\lambda} = D_{B\lambda} / D_{A\lambda}$ вираз (1) для діаметра кола вершин і вираз $D_{B\lambda} = m \cdot Z_{\lambda} \cdot \cos \alpha_0$ для діаметра основного кола [1], ми отримали [2] формулу для кута профілю $\alpha_{A\lambda}$ в наступному вигляді:

$$\alpha_{A\lambda} = \arccos \left(\frac{Z_{\lambda} \cdot \cos \alpha_0}{Z_{\lambda} + 2 \cdot (h_A^* + X_{\lambda} + k_{sh})} \right). \quad (3)$$

Добуток $(X_{\lambda} \cdot m)$ є величиною зміщення твірного контуру для прямозубого колеса λ . Коефіцієнт k_{sh} визначають таким чином [1]:

$$k_{sh} = \frac{a_{w12}}{m} - \frac{Z_1 + Z_2}{2} - X_{\Sigma}, \quad (4)$$

де a_{w12} – міжосьова відстань пари прямозубих коліс; X_{Σ} – коефіцієнт

суми зміщень твірного контуру для цієї пари коліс.

Пара циліндричних евольвентних прямозубих коліс із зовнішнім зачепленням при визначених величинах Z_1 , Z_2 , m , a_{w12} має певні значення кута зачеплення α_w і коефіцієнта X_Σ , які розраховують [1] за формулами:

$$\alpha_w = \arccos\left(\frac{m \cdot (Z_1 + Z_2)}{2 \cdot a_{w12}} \cdot \cos \alpha_0\right), \quad (5)$$

$$X_\Sigma = \frac{(\tan \alpha_w - \alpha_w - \tan \alpha_0 + \alpha_0) \cdot (Z_1 + Z_2)}{2 \cdot \tan \alpha_0}. \quad (6)$$

Коефіцієнти X_1 та X_2 для цих коліс пов'язані між собою так: $X_2 = X_\Sigma - X_1$. Тоді з формул (1)–(6) випливає, що для такої пари прямозубих коліс товщини зубів по колах вершин S_{A1} і S_{A2} можна розглядати як функції від коефіцієнта зміщення X_1 твірного контуру ведучого колеса. При цьому, чим більше значення коефіцієнта X_1 та відповідно менше значення коефіцієнта X_2 , тим меншою буде товщина S_{A1} і більшою буде товщина S_{A2} . Значення коефіцієнтів X_1 та X_2 більше впливають на товщину зубів по колу вершин у того прямозубого колеса пари, в якого число зубів менше. В інтенсивно навантажених прямозубих передачах товщини зубів по колах вершин ведучого та веденого коліс мають бути більшими, ніж $(0,4 \cdot m)$. Під час проектування прямозубої передачі, при виборі значень коефіцієнтів зміщення твірного контуру X_1 та X_2 , обов'язково необхідно перевіряти виконання цієї вимоги із застосуванням формул (1)–(6). Наприклад, у нашій статті [2] зазначену вимогу було враховано при визначенні діапазонів відповідних раціональних значень для коефіцієнтів X_1 та X_2 за критерієм підвищення тривалості роботи прямозубої передачі до досягнення допустимого значення товщини зношеного шару.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Linke H., Borner J., Heb R. Cylindrical Gears. Calculation, Materials, Manufacturing. Munich: Carl Hanser Verlag, 2016. 848 p.
2. Попович О.Г., Шевченко В.Г. Раціональні зміщення твірного контуру коліс циліндричної прямозубої передачі для зменшення зношування зубів. *Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні*. 2024. № 3. С. 48–57.