Korekcja zazębienia walcowych kół o zębach skośnych (śrubowych)

W przypadku, gdy nominalna rzeczywista odległość osi „a” („a_r”) różni się znormalizowanej odległości osi „a_w” („$a_{0''}$”), musimy dokonać obliczeń korekcji zazębienia związanej z przesunięciem zarysu kół

W tym przypadku stosujemy korekcję typu P

W pierwszej kolejności wyliczamy graniczną liczbę zębów:

$$z_{g\beta} = y_n \frac{2\cos^3\beta}{\sin^2\alpha_n}$$ →

Dla zębów normalnych y_n = 1 oraz nominalny kąt zarysu $\alpha_n = \alpha$ =20°

$$z'_{g\beta} = \frac{5}{6} z_{g\beta}$$ →

Jest graniczną, praktyczną liczbą zębów

$z_1 > z'_{g\beta}$ ←

Warunek stosowania algorytmu przedstawionego w poniższym przykładzie.

Uwaga!
Jeżeli powyższy warunek nie jest spełniony, to trzeba wykonać obliczenia w oparciu o algorytm przedstawiony na ostatniej stronie tego opracowania

Przykład obliczeniowy

PRZYKŁAD 4.8. W przekładni zębatej o zębach śrubowych: $z_1 = 20$, $z_2 = 47$, $m_n = 5$ mm, $y_n = 1$, $\alpha = 20°$, $\beta = 16°$, dokonać przesunięcia zarysu celem uzyskania rzeczywistej odległości osi $a_w = 175$ mm.

Obliczamy wymiary przekładni w przekroju czołowym

$$m_t = \frac{m_n}{\cos\beta} = \frac{5}{\cos 16°} = 5{,}2 \text{ mm}$$

$$a = \frac{z_1 + z_2}{2} m_t = \frac{20 + 47}{2} \cdot 5{,}2 = 174{,}2 \text{ mm}$$

$$\operatorname{tg}\alpha_t = \frac{\operatorname{tg}\alpha_n}{\cos\beta} = \frac{\operatorname{tg} 20°}{\cos 16°} = 0{,}37864, \quad \text{czyli} \quad \alpha_t = 20°45'$$

$$y_t = y_n \cos\beta = 1 \cdot \cos 16° = 0{,}961$$

Toczny kąt przyporu wyznaczamy ze wzoru (4.44)

$$\cos\alpha_{tw} = \frac{a}{a_w} \cos\alpha_t = \frac{174{,}2}{175} \cdot \cos 20°45' = 0{,}93086$$

czyli $\alpha_{tw} = 21°26'$

Przykład obliczeniowy

Wartość sumy współczynników przesunięcia zarysu obliczamy ze wzoru (4.46) po jego uprzednim przekształceniu

$$\Sigma x = x_{t1} + x_{t2} = \frac{(\mathrm{inv}\alpha_{tw} - \mathrm{inv}\alpha_t)(z_1 + z_2)}{2\mathrm{tg}\alpha_t} =$$

$$= \frac{(0{,}018485 - 0{,}016710) \cdot (20 + 47)}{2 \cdot \mathrm{tg}20°45'} = 0{,}157$$

Podziału sumy współczynników przesunięcia zarysu na koła z_1 i z_2 dokonujemy odwrotnie proporcjonalnie do liczb zębów

$$x_{t1} = \Sigma x \cdot \frac{z_2}{z_1 + z_2} = 0{,}157 \cdot \frac{47}{20 + 47} = 0{,}11$$

$$x_{t2} = \Sigma x - x_{t1} = 0{,}157 - 0{,}11 = 0{,}047$$

Wartości funkcji ewolwentowej „inv” w funkcji kąta odczytujemy z tablicy podanej w dalszej części opracowania”

Uwaga! Suma wsp. przesunięcia zarysu musi być większa od „0”. Jeżeli warunek nie jest spełniony, trzeba wykonać obliczenia współczynników w oparciu o algorytm przedstawiony na ostatniej stronie tego opracowania

Przykład obliczeniowy

Obliczamy pozorną odległość osi

$$a_p = \left(\frac{z_1 + z_2}{2} + \Sigma x\right) m_t = \left(\frac{20 + 47}{2} + 0{,}157\right) \cdot 5{,}2 =$$

$$= 175{,}02 \text{ mm}$$

i współczynnik skrócenia głów

$$k = \frac{a_p - a_w}{m_t} = \frac{175{,}02 - 175}{5{,}2} = 0{,}0038 < 0{,}1$$

Uwaga: powyższe obliczenia są ważne w przypadku, gdy wsp. „k” jest mniejszy od wartości 0.1

Przykład obliczeniowy

Wyliczamy wymiary kół uzyskane po korekcji

luz wierzchołkowy wynosi

$$c = c^* m_n$$

$$d_1 = m_t z_1$$

$$d_{a1} = m_t(z_1 + 2y_t + 2x_{t1})$$

$$d_{f1} = m_t(z_1 - 2y_t + 2x_{t1}) - 2c$$

$$d_2 = m_t z_2$$

$$d_{a2} = m_t(z_2 + 2y_t + 2x_{t2})$$

$$d_{f2} = m_t(z_2 - 2y_t + 2x_{t2}) - 2c$$

Uwaga!
W obliczeniach względną wartość luzu wierzchołkowego „c*” przyjmujemy zazwyczaj 0.25

Wymiary kół zębatych:

$d_1 = 104$ mm, $d_{a1} = 115{,}14$ mm, $d_{f1} = 93{,}14$ mm

$d_2 = 244{,}4$ mm, $d_{a2} = 254{,}89$ mm, $d_{f2} = 232{,}89$ mm

Ostatnim etapem obliczeń po wykonaniu korekcji jest wyliczenie całkowitego wskaźnika zazębienia przekładni

$$\varepsilon_\gamma = \varepsilon_\alpha + \varepsilon_\beta$$

$$\varepsilon_\alpha = z_1 C_1 + z_2 C_2 - C_3$$

Uwaga!

Wartość ε_α musi mieścić się w przedziale (1.4 do 1.98)

$$C_1 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\left(1+\frac{2h_{a1}}{d_1}\right)^2\left(1+\frac{\mathrm{tg}^2\alpha_n}{\cos^2\beta}\right)-1}$$

$$C_2 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\left(1+\frac{2h_{a2}}{d_2}\right)^2\left(1+\frac{\mathrm{tg}^2\alpha_n}{\cos^2\beta}\right)-1}$$

$$h_{a1} = m_t(y_t + x_{t1})$$

$$h_{a2} = m_t(y_t + x_{t2})$$

$$C_3 = \frac{a}{\pi m_t}\mathrm{tg}\alpha_t$$

$$\varepsilon_\beta = \frac{b}{m_n}\frac{\sin\beta}{\pi}$$

Warunek $\varepsilon_\beta \geqslant 1$

Funkcja ewolwenta

Odczytywana z tablicy lub z kalkulatora online

TABLICA 4.2. Wartości funkcji ewolwentowej invα

Stopnie	Minuty					
	0	10	20	30	40	50
6	0,0003845	0,0004175	0,0004524	0,0004892	0,0005280	0,0005687
7	0,0006115	0,0006564	0,0007035	0,0007528	0,0008044	0,0008582
8	0,0009145	0,0009732	0,0010343	0,0010980	0,0011643	0,0012332
9	0,0013048	0,0013792	0,0014563	0,0015363	0,0016193	0,0017051
10	0,0017941	0,0018860	0,0019812	0,0020795	0,0021810	0,0022859
11	0,0023941	0,0025057	0,0026208	0,0027394	0,0028616	0,0029875
12	0,0031171	0,0032504	0,0033875	0,0035285	0,0036735	0,0038224
13	0,0039754	0,0041325	0,0042938	0,0044593	0,0046291	0,0048033
14	0,0049819	0,0051650	0,0053526	0,0055448	0,0057417	0,0059434
15	0,0061498	0,0063611	0,0065773	0,0067985	0,0070248	0,0072561
16	0,007493	0,007735	0,007982	0,008234	0,008492	0,008756
17	0,009025	0,009299	0,009580	0,009866	0,010158	0,010456
18	0,010760	0,011071	0,011387	0,011709	0,012038	0,012373
19	0,012715	0,013063	0,013418	0,013779	0,014148	0,014523
20	0,014904	0,015293	0,015689	0,016092	0,016502	0,016920
21	0,017345	0,017777	0,018217	0,018665	0,019120	0,019583
22	0,020054	0,020533	0,021019	0,021514	0,022018	0,022529
23	0,023049	0,023577	0,024114	0,024660	0,025214	0,025778
24	0,026350	0,026931	0,027521	0,028121	0,028729	0,029348
25	0,029975	0,030613	0,031260	0,031917	0,032583	0,033260
26	0,033947	0,034644	0,035352	0,036069	0,036798	0,037537
27	0,038287	0,039047	0,039819	0,040602	0,041395	0,042201
28	0,043017	0,043845	0,044685	0,045537	0,046400	0,047276
29	0,048164	0,049063	0,049976	0,050901	0,051838	0,052788
30	0,053751	0,054728	0,055717	0,056720	0,057736	0,058765

https://planetcalc.com/993/



Dokładność obliczeń max. 4 miejsca po przecinku

Algorytm wyboru i toku obliczeń korekcji zazębienia

Alternatywnie sumę współczynników przesunięcia zarysu można policzyć z poniższej zależności

$$\Sigma x = \frac{(\mathrm{inv}\alpha_{tw} - \mathrm{inv}\alpha_t)(z_1 + z_2)}{2\mathrm{tg}\alpha_t}$$

