

Dane	Obliczenia	Wyniki
<p> <math>N = 4,55 kW</math>  <math>n_1 = 3500 \text{ obr/min}</math>  <math>n_2 = 1750 \text{ obr/min}</math>  <math>N = 4,55 kW</math> </p> <p> <math>0,70 \leq q \leq 1,00</math>  <math>i = 2</math> </p> <p> <math>k = 16</math> </p> <p> <math>a = 37 mm</math>  <math>u = 1,41</math> </p> <p> <math>T_1 = 12,4 Nm</math>  <math>k_H = 8 MPa</math>  <math>d_{w1} = 30,7 mm</math>  <math>u = 1,41</math> </p>	<p><b>1. Obliczenie momentu</b></p> <p>Moment na kole <math>n_1</math> obliczam z zależności:</p> $T_1 = 9550 * \frac{N}{n_1} = 9550 * \frac{4,55 kW}{3500 \text{ obr/min}} = 12,4 Nm$ <p>Moment na kole <math>n_2</math> obliczam z zależności:</p> $T_2 = 9550 * \frac{N}{n_2} = 9550 * \frac{4,55 kW}{1750 \text{ obr/min}} = 24,83 Nm$ <p><b>2. Obliczenie przełożenia</b></p> <p>Przełożenie obliczam z wzoru:</p> $i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{3500}{1750} = 2$ $u = q\sqrt{i} = 1 * \sqrt{2} = 1,41$ <p><b>3. Wstępny dobór parametrów przekładni stałej</b></p> <p><b>3.1. Dobór odległości osi</b></p> $a \approx k\sqrt[3]{T}$ <p><math>k</math> dla skrzynki dwuwalcowej 14÷17 Przyjmuję <math>k = 16</math></p> $a \approx 16 \sqrt[3]{12,4} = 16 * 2,31 = 37,03 mm$ <p>Do dalszych obliczeń przyjmuję <math>a = 37 mm</math></p> <p><b>3.2. Średnica toczna i szerokość zazębienia</b></p> <p>Średnica toczna:</p> $d_{w1} = \frac{2a}{u + 1} = \frac{2 * 37}{1,41 + 1} = \frac{74}{2,41} = 30,7 mm$ <p>Szerokość zazębienia wyznaczam ze wzoru:</p> $b_w = \frac{2000 * T}{k_H * d_{w1}^2} * \frac{u + 1}{u}$ <p>Zakładam <math>k_H = 8 MPa</math></p> $b_w = \frac{2000 * 12,4}{8 * 30,7^2} * \frac{1,41 + 1}{1,41} = 5,62 mm$ <p>Przyjmuję <math>b_1 = b_w = 6 mm, b_2 = 8 mm</math></p>	<p> <math>T_1 = 12,4 Nm</math> </p> <p> <math>T_2 = 24,83 Nm</math> </p> <p> <math>i = 2</math> </p> <p> <math>u = 1,41</math> </p> <p> <math>k = 16</math> </p> <p> <math>a = 37 mm</math> </p> <p> <math>d_{w1} = 30,7 mm</math> </p> <p> <math>b_w = 6 mm</math>  <math>b_1 = 6 mm</math>  <math>b_2 = 8 mm</math> </p>

Dane	Obliczenia	Wyniki
<p> <math>k_f = 140MPa</math>  <math>k_H = 8MPa</math>  <math>u = 2</math> </p> <p> <math>z_1 = 29</math>  <math>z_2 = 41</math>  <math>z_{gr} = 17</math> </p> <p> <math>z_1 = 29</math>  <math>z_2 = 41</math>  <math>a = 37mm</math> </p>	<p><b>3.3. Liczby zębów</b></p> <p>Zakładam <math>k_f = 140MPa</math></p> $z_1 = \frac{k_f}{k_H} * \frac{u + 1}{u} = \frac{140}{8} * \frac{2,41}{1,41} = 17,5 * 1,7092 = 29,911$ <p>Przyjmuję <math>z_1 = 29</math></p> $z_2 = u_{z_1} = 1,41 * 29 = 40,89$ <p>Przyjmuję <math>z_2 = 41</math></p> <p>Sprawdzam poprawność zazębienia z warunków:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>na minimalną graniczną liczbę zębów <math>z_{gr}</math>: <math display="block">z_1 \geq z_{gr} \rightarrow 29 &gt; 17</math> <math display="block">z_2 \geq z_{gr} \rightarrow 41 &gt; 17</math> </li> <li>poszczególne liczby zębów nie powinny być podzielne przez wspólne liczby pierwsze, co zmniejsza zużycie powierzchni zębów</li> </ul> <p>Warunki spełnione, przyjmuję <math>z_1</math> i <math>z_2</math> do dalszych obliczeń</p> <p>Rzeczywisty stosunek liczby zębów oraz średnica toczna koła zębatego obliczanej przekładni wynoszą:</p> $u = \frac{z_1}{z_2} = \frac{29}{41} = 0,7073$ $d_{w_1} = \frac{2az_1}{z_1 + z_2} = \frac{2 * 37 * 29}{29 + 41} = \frac{2146}{70} = 30,65mm$ <p><b>3.4. Wskaźnik zmiany odległości osi <math>\lambda</math></b></p> <p>Wstępnie przyjmuję <math>\lambda = 1,05</math></p> <p><b>3.5. Kąt podziałowej linii zęba</b></p> <p>Przyjmuję <math>\beta = 20^\circ</math></p> <p><b>3.6. Kąt zarysu</b></p> <p>Przyjmuję zarys odniesienia o znormalizowanym kącie <math>\alpha_p = 20^\circ</math> a zatem kąt zarysu zęba na okręgu podziałowym w przekroju normalnym</p> $\alpha_n = \alpha_p = 20^\circ$	<p><math>z_1 = 29</math></p> <p><math>z_2 = 41</math></p> <p><math>d_{w_1} = 30,65mm</math></p> <p><math>\lambda = 1,05</math></p> <p><math>\beta = 20^\circ</math></p> <p><math>\alpha_n = 20^\circ</math></p>

Dane	Obliczenia	Wyniki
<p><math>d_{w_1} = 30,65mm</math>  <math>\lambda = 1,05</math>  <math>z_1 = 29</math></p> <p><math>m_n = 0,95mm</math>  <math>\beta = 20^\circ</math></p> <p><math>m_t = 1,011mm</math>  <math>z_1 = 29</math>  <math>z_2 = 41</math></p> <p><math>a = 37mm</math>  <math>a_d = 35,385mm</math></p> <p><math>\alpha_t = 21,17^\circ</math>  <math>a = 37mm</math>  <math>a_d = 35,385mm</math></p> <p><math>\alpha_{wt} = 26,898^\circ</math>  <math>\alpha_t = 21,17^\circ</math></p>	<p><b>3.7. <u>Moduł podziałowy normalny</u></b></p> $m_n = \frac{d_{w_1}}{\lambda z_1} \cos \beta = \frac{30,65}{1,05 * 29} \cos 20^\circ = 0,95mm$ <p><b>3.8. <u>Moduł podziałowy czołowy</u></b></p> $m_t = \frac{m_n}{\cos \beta} = \frac{0,95}{\cos 20^\circ} = 1,011mm$ <p><b>3.9. <u>Odległość osi zerowa</u></b></p> $a_d = \frac{m_t}{2} (z_1 + z_2) = \frac{1,011}{2} (29 + 41) = 35,385mm$ <p>Dla <math>a_d = 38,22mm</math> rzeczywisty wskaźnik <math>\lambda</math> wynosi:</p> $\lambda = \frac{a}{a_d} = \frac{37}{35,385} = 1,046$ <p><b>3.10. <u>Podziałowy kąt zarysu w przekroju czołowym</u></b></p> $tg \alpha_t = \frac{tg \alpha_n}{\cos \beta} = \frac{tg 20^\circ}{\cos 20^\circ} = 0,387329$ <p>stąd</p> $\alpha_t = 21,17^\circ$ <p><b>3.11. <u>Kąt przyporu czołowy</u></b></p> $\cos \alpha_{wt} = \frac{a_d}{a} \cos \alpha_t = \frac{35,385}{37} \cos 21,17^\circ = 0,892$ <p>zatem</p> $\alpha_{wt} = 26,898^\circ$ <p><b>3.12. <u>Suma współczynników przesunięcia zarysu</u></b></p> <p>Dla zadanej odległości osi <math>a</math> sumę współczynników przesunięcia zarysu <math>\sum x</math> oblicza się z wzoru:</p> $\sum x = x_1 + x_2 = \frac{inv \alpha_{wt} - inv \alpha_t}{2tg \alpha_n} (z_1 + z_2)$ $inv \alpha = tg \alpha - \hat{\alpha}$ $\hat{\alpha} = \frac{\alpha^\circ \cdot \pi}{180^\circ}$ <p><math>inv \alpha_{wt} = inv 26,898^\circ = 0,03782</math></p> <p><math>inv \alpha_t = inv 21,17^\circ = 0,01778</math></p>	<p><math>m_n = 0,95mm</math></p> <p><math>m_t = 1,011mm</math></p> <p><math>a_d = 35,385mm</math></p> <p><math>\lambda = 1,046</math></p> <p><math>\alpha_t = 21,17^\circ</math></p> <p><math>\alpha_{wt} = 26,898^\circ</math></p> <p><math>inv \alpha_{wt} = 0,03782</math>  <math>inv \alpha_t = 0,01778</math></p>

Dane	Obliczenia	Wyniki
$\alpha_n = 20^\circ$ $z_1 = 29$ $z_2 = 41$  $\Sigma x \approx 1.927$	$\text{inv } \alpha_{wt} - \text{inv } \alpha_t = 0,03782 - 0,01778 = 0,02004$ $\Sigma x = x_1 + x_2 = \frac{0,02004}{2 \tan 20^\circ} 70 = 1.927$ <p><b>3.13. <u>Rozdział sumy współczynników przesunięcia zarysu</u></b></p> $\Sigma x = x_1 + x_2$ $x_{\text{sr}} = \frac{x_1 + x_2}{2} = \frac{1.927}{2} = 0,9635$ $x_{\text{sr}} = x_1 = x_2 \approx 0,9635$ <p><b>3.14. <u>Współczynniki wysokości głowy zęba i luzu wierzchołkowego zarysu odniesienia</u></b></p> $h_{aP}^* = 1,00$ $c_P^* = 0,25$ <p><b>4. <u>Obliczenie podstawowych wielkości geometrycznych kół zębatach walcowych</u></b></p> <p><b>4.1. <u>Średnica podziałowa</u></b></p> $d_1 = m_t z_1 = 29,319 \text{ mm}$ $d_2 = m_t z_2 = 41,451 \text{ mm}$ <p><b>4.2. <u>Średnica zasadnicza</u></b></p> $d_{b1} = d_1 \cos \alpha_t = 29,319 \cdot \cos 21,17^\circ = 27,34 \text{ mm}$ $d_{b2} = d_2 \cos \alpha_t = 41,451 \cdot \cos 21,17^\circ = 38,65 \text{ mm}$ <p><b>4.3. <u>Średnica podstaw</u></b></p> $d_{f1} = d_1 - 2h_{f1} = d_1 + 2x_1 m_n - 2h_{fP} = d_1 + 2m_n(x_1 - h_{aP}^* - c_P^*)$ $= 29,319 + 2 \cdot 0,95 \cdot (0,9635 - 1 - 0,25)$ $= 28,77 \text{ mm}$ $d_{f2} = d_2 - 2h_{f2} = d_2 + 2x_2 m_n - 2h_{fP} = d_2 + 2m_n(x_2 - h_{aP}^* - c_P^*)$ $= 41,451 + 2 \cdot 0,95 \cdot (0,9635 - 1 - 0,25)$ $= 40,9 \text{ mm}$	$\text{inv } \alpha_{wt} - \text{inv } \alpha_t = 0,02004$ $\Sigma x \approx 1.927$  $x_{\text{sr}} = 0,9635$ $x_1 = x_2 \approx 0,9635$  $h_{aP}^* = 1,00$ $c_P^* = 0,25$  $d_1 = 29,319 \text{ mm}$ $d_2 = 41,451 \text{ mm}$  $d_{b1} = 27,34 \text{ mm}$ $d_{b2} = 38,65 \text{ mm}$  $d_{f1} = 28,77 \text{ mm}$ $d_{f2} = 40,9 \text{ mm}$
$m_t = 1,011 \text{ mm}$ $z_1 = 29$ $z_2 = 41$  $d_1 = 29,319 \text{ mm}$ $d_2 = 41,451 \text{ mm}$ $\alpha_t = 21,17^\circ$  $d_1 = 29,319 \text{ mm}$ $d_2 = 41,451 \text{ mm}$ $m_n = 0,95 \text{ mm}$ $x_1 = x_2 \approx 0,9635$ $h_{aP}^* = 1,00$ $c_P^* = 0,25$		

Dane	Obliczenia	Wyniki
<p> <math>a = 37mm</math>  <math>a_d = 35,385mm</math>  <math>m_n = 0,95mm</math> </p> <p> <math>y = 1,7</math>  <math>\Sigma x \approx 1.927</math> </p> <p> <math>d_1 = 29,319mm</math>  <math>d_2 = 41,451mm</math>  <math>m_n = 0,95mm</math>  <math>x_1 = x_2</math>  <math>\approx 0,9635</math>  <math>h_{aP}^* = 1,00</math>  <math>k^* = -0,227</math> </p> <p> <math>d_{a1} = 32,67mm</math>  <math>d_{a2} = 44,76mm</math>  <math>d_{b1} = 27,34mm</math>  <math>d_{b2} = 38,65mm</math>  <math>m_n = 0,95mm</math> </p> <p> <math>m_n = 0,95mm</math>  <math>d_{a1} = 32,67mm</math>  <math>d_{a2} = 44,76mm</math>  <math>d_{f1} = 28,77mm</math>  <math>d_{f2} = 40,9mm</math> </p>	<p><b>4.4. Współczynnik przesunięcia odległości osi</b></p> $y = \frac{a - a_d}{m_n} = \frac{a - 0,5(d_1 + d_2)}{m_n} = \frac{37 - 35,385}{0,95} = 1,7$ <p><b>4.5. Współczynnik przesunięcia wyrównawczego</b></p> $k^* = y - \Sigma x = 1,7 - 1.927 = -0,227$ <p><b>4.6. Średnica wierzchołków</b></p> $d_{a1} = d_1 + 2m_n(x_1 + h_{aP}^* + k^*)$ $= 29,203 + 2 * 0,946 * (1,06065 + 1 - 0,227)$ $= 32,67mm$ $d_{a2} = d_2 + 2m_n(x_2 + h_{aP}^* + k^*)$ $= 41,287 + 2 * 0,946 * (1,06065 + 1 - 0,227)$ $= 44,76mm$ <p>Sprawdzam prawidłowość zazębienia z warunku na średnice wierzchołków:</p> $d_{a1} \geq d_{b1} + 2m_n = 27,34 + 2 * 0,95 = 29,24mm$ $32,67mm > 29,24mm$ $d_{a2} \geq d_{b2} + 2m_n = 38,65 + 2 * 0,95 = 40,55mm$ $44,76mm > 40,55mm$ <p>Warunek został spełniony.</p> <p>Sprawdzam prawidłowość zazębienia z warunku na luz wierzchołkowy:</p> $c_1 \geq 0,2m_n \quad 0,2m_n = 0,19$ $c_1 = a - \frac{d_{a1} + d_{f2}}{2} = 37 - \frac{32,67 + 40,9}{2} = 0,215$ $0,215 \geq 0,19$ $c_2 \geq 0,2m_n \quad 0,2m_n = 0,19$ $c_2 = a - \frac{d_{a2} + d_{f1}}{2} = 37 - \frac{44,76 + 28,77}{2} = 0,235$ $0,235 \geq 0,19$ <p>Warunek został spełniony.</p>	<p><math>y = 1,7</math></p> <p><math>k^* = -0,227</math></p> <p><math>d_{a1} = 32,67mm</math></p> <p><math>d_{a2} = 44,76mm</math></p>

Dane	Obliczenia	Wyniki
<p> <math>d_{a1} = 32,67mm</math>  <math>d_{a2} = 44,76mm</math> </p> <p> <math>a = 37mm</math>  <math>\alpha_{wt} = 26,898^\circ</math>  <math>z_2 = 41</math>  <math>d_{Na2} = 44,76mm</math>  <math>d_{b2} = 38,65mm</math>  <math>d_{b1} = 27,34mm</math> </p> <p> <math>z_2 = 41</math>  <math>a = 37mm</math>  <math>\alpha_{wt} = 26,898^\circ</math>  <math>d_{Na1} = 32,67mm</math>  <math>d_{b1} = 27,34mm</math>  <math>d_{b2} = 38,65mm</math> </p> <p> <math>m_t = 1,011mm</math> </p> <p> <math>p_t = 3,18mm</math>  <math>\alpha_t = 21,17^\circ</math> </p> <p> <math>z_1 = 29</math>  <math>d_{Na2} = 44,76mm</math>  <math>d_{b2} = 38,65mm</math>  <math>\alpha_{wt} = 26,898^\circ</math> </p> <p> <math>d_{Na1} = 32,67mm</math>  <math>d_{b1} = 27,34mm</math>  <math>\alpha_{wt} = 26,898^\circ</math> </p>	<p><b>4.7. Średnica czynna okręgu wierzchołków</b></p> $d_{Na1} = d_{Fa1} \approx d_{a1} = 32,67mm$ $d_{Na2} = d_{Fa2} \approx d_{a2} = 44,76mm$ <p><b>4.8. Średnica czynna okręgu podstaw</b></p> $d_{Nf1} = \sqrt{\left(2asina_{wt} - \frac{z_2}{ z_2 } \sqrt{d_{Na2}^2 - d_{b2}^2}\right)^2 + d_{b1}^2}$ $= \sqrt{\left(2 * 37 * \sin 26,898 - \sqrt{44,76^2 - 38,65^2}\right)^2 + 27,34^2}$ $= 29,43mm$ $d_{Nf2} = \frac{z_2}{ z_2 } * \sqrt{\left(2asina_{wt} - \sqrt{d_{Na1}^2 - d_{b1}^2}\right)^2 + d_{b2}^2}$ $= \sqrt{\left(2 * 37 * \sin 26,898 - \sqrt{32,67^2 - 27,34^2}\right)^2 + 38,65^2}$ $= 41,67mm$ <p><b>4.9. Podziałka czołowa</b></p> $p_t = m_t \pi = 1,011 * \pi = 3,18mm$ <p><b>4.10. Podziałka przyporu</b></p> $p_{et} = p_t * \cos \alpha_t = 3,18 * \cos 21,17^\circ = 2,96mm$ <p><b>4.11. Długość wżębienia</b></p> $g_f = 0,5 * \left(\frac{z_1}{ z_1 } * \sqrt{d_{Na2}^2 - d_{b2}^2} - d_{b2} \operatorname{tg} \alpha_{wt}\right)$ $= \frac{1}{2} * \left(1 * \sqrt{44,76^2 - 38,65^2} - 38,65 * \operatorname{tg} 26,898^\circ\right)$ $= 1,48mm$ <p><b>4.12. Długość wyżębienia</b></p> $g_a = 0,5 * \left(\sqrt{d_{Na1}^2 - d_{b1}^2} - d_{b1} \operatorname{tg} \alpha_{wt}\right)$ $= \frac{1}{2} * \left(\sqrt{32,67^2 - 27,34^2} - 27,34 * \operatorname{tg} 26,898^\circ\right)$ $= 2,01mm$	<p> <math>d_{Na1} = 32,67mm</math>  <math>d_{Na2} = 44,76mm</math> </p> <p> <math>d_{Nf1} = 29,43mm</math>  <math>d_{Nf2} = 41,67mm</math> </p> <p> <math>p_t = 3,18mm</math> </p> <p> <math>p_{et} = 2,96mm</math> </p> <p> <math>g_f = 1,48mm</math> </p> <p> <math>g_a = 2,01mm</math> </p>

Dane	Obliczenia	Wyniki
<p><math>g_f = 1,48\text{mm}</math> <math>g_a = 2,01\text{mm},</math></p> <p><math>g_\alpha = 3,49\text{mm}</math> <math>p_{et} = 2,95\text{mm}</math></p> <p><math>b_w = 6\text{mm}</math> <math>\beta = 20^\circ</math> <math>m_n = 0,95\text{mm}</math></p> <p><math>\varepsilon_\alpha = 1,18</math> <math>\varepsilon_\beta = 0,6875</math></p> <p><math>d_{a1} = 32,67\text{mm}</math> <math>d_{a2} = 44,76\text{mm}</math> <math>d_{f1} = 28,77\text{mm}</math> <math>d_{f2} = 40,9\text{mm}</math></p> <p><math>m_t = 1,011\text{mm}</math> <math>x_1 \approx 0,9635</math> <math>\alpha_n = 20^\circ</math></p> <p><math>m_t = 1,011\text{mm}</math> <math>x_2 \approx 0,9635</math> <math>\alpha_n = 20^\circ</math></p> <p><math>d_{a1} = 32,67\text{mm}</math> <math>d_{a2} = 44,76\text{mm}</math> <math>d_{b1} = 27,34\text{mm}</math> <math>d_{b2} = 38,65\text{mm}</math></p>	<p><b>4.13. Długość odcinka przyporu</b></p> $g_\alpha = g_f + g_a = 1,48 + 2,01 = 3,49\text{mm}$ <p><b>4.14. Wskaźnik ząbienia czołowy</b></p> $\varepsilon_\alpha = \frac{g_\alpha}{p_{et}} = \frac{3,49}{2,96} = 1,18$ <p><b>4.15. Wskaźnik ząbienia poskokowy</b></p> $\varepsilon_\beta = \frac{b_w \sin \beta}{m_n \pi} = \frac{6 * \sin 20}{0,95 * \pi} = 0,6875$ <p><b>4.16. Wskaźnik ząbienia całkowity</b></p> $\varepsilon_\gamma = \varepsilon_\alpha + \varepsilon_\beta = 1,18 + 0,6875 = 1,8675$ <p><b>4.17. Wysokość zęba</b></p> $h_1 = 0,5(d_{a1} - d_{f1}) = 0,5 * 3,9 = 1,95\text{mm}$ $h_2 = 0,5(d_{a2} - d_{f2}) = 0,5 * 3,86 = 1,93\text{mm}$ <p><b>4.18. Grubość zęba na walcu podziałowym w przekroju czołowym</b></p> $s_{t1} = m_t \left( \frac{\pi}{2} + 2x_1 \operatorname{tg} \alpha_n \right) = 1,011 * \left( \frac{\pi}{2} + 2 * 0,9635 * \operatorname{tg} 20^\circ \right) = 2,297\text{mm}$ $s_{t2} = m_t \left( \frac{\pi}{2} + 2x_2 \operatorname{tg} \alpha_n \right) = 1,011 * \left( \frac{\pi}{2} + 2 * (0,9635) * \operatorname{tg} 20^\circ \right) = 2,297\text{mm}$ <p><b>4.19. Grubość zęba na walcu wierzchołków w przekroju czołowym</b></p> <p>Kąt zarysu na walcu wierzchołków w przekroju czołowym:</p> $\cos \alpha_{at1} = \frac{d_{b1}}{d_{a1}} = \frac{27,34}{32,67} = 0,8368$ $\alpha_{at1} = 33,19^\circ$ $\cos \alpha_{at2} = \frac{d_{b2}}{d_{a2}} = \frac{38,65}{44,76} = 0,8634$	<p><math>g_\alpha = 3,49\text{mm}</math></p> <p><math>\varepsilon_\alpha = 1,18</math></p> <p><math>\varepsilon_\beta = 0,6875</math></p> <p><math>\varepsilon_\gamma = 1,8675</math></p> <p><math>h_1 = 1,95\text{mm}</math> <math>h_2 = 1,93\text{mm}</math></p> <p><math>s_{t1} = 2,297\text{mm}</math></p> <p><math>s_{t2} = 2,297\text{mm}</math></p> <p><math>\alpha_{at1} = 33,19^\circ</math></p>

Dane	Obliczenia	Wyniki
$\alpha_t = 21,17^\circ$ $\alpha_{at1} = 33,19^\circ$ $d_{a1} = 32,67\text{mm}$ $s_{t1} = 2,297\text{mm}$ $d_1 = 29,319\text{mm}$ $\text{inv}\alpha_t = 0,01778$ $\text{inv}\alpha_{at1} = 0,0748$ $\alpha_{at2} = 30,29^\circ$ $d_{a2} = 44,76\text{mm}$ $s_{t2} = 2,297\text{mm}$ $d_2 = 41,451\text{mm}$ $\text{inv}\alpha_t = 0,01778$ $\text{inv}\alpha_{at2} = 0,0554$	$\alpha_{at2} = 30,29^\circ$ $\text{inv}\alpha = \text{tg}\alpha - \hat{\alpha}$ $\hat{\alpha} = \frac{\alpha^\circ \cdot \pi}{180^\circ}$ $\text{inv}\alpha_t = \text{tg}\alpha_t - \frac{\alpha_t \cdot \pi}{180^\circ} = \text{tg}21,17^\circ - \frac{21,17 \cdot \pi}{180^\circ} = 0,01778$ $\text{inv}\alpha_{at1} = \text{tg}\alpha_{at1} - \frac{\alpha_{at1} \cdot \pi}{180^\circ} = \text{tg}33,19^\circ - \frac{33,19 \cdot \pi}{180^\circ} = 0,0748$ $s_{at1} = d_{a1} \left( \frac{s_{t1}}{d_1} + \text{inv}\alpha_t - \text{inv}\alpha_{at1} \right)$ $= 32,67 \cdot \left( \frac{2,297}{29,319} + 0,01778 - 0,0748 \right)$ $= 0,697\text{mm}$ $\text{inv}\alpha_{at2} = \text{tg}\alpha_{at2} - \frac{\alpha_{at2} \cdot \pi}{180^\circ} = \text{tg}30,29^\circ - \frac{30,29 \cdot \pi}{180^\circ} = 0,0554$ $s_{at2} = d_{a2} \left( \frac{s_{t2}}{d_2} + \text{inv}\alpha_t - \text{inv}\alpha_{at2} \right)$ $= 44,76 \cdot \left( \frac{2,297}{41,451} + 0,01778 - 0,0554 \right)$ $= 0,796\text{mm}$ <p><b>4.20. Grubość zęba na walcu wierzchołków w przekroju normalnym</b></p> $\text{tg}\beta_{a1} = \text{tg}\beta \cdot \frac{d_{a1}}{d} = \text{tg}20^\circ \cdot \frac{32,67}{29,319} = 0,4056$ $\beta_{a1} = 22,07^\circ$ $s_{an1} = s_{at1} \cdot \cos\beta_{a1} = 0,697 \cdot \cos 22,07^\circ = 0,6459\text{mm}$ $\text{tg}\beta_{a2} = \text{tg}\beta \cdot \frac{d_{a2}}{d} = \text{tg}20^\circ \cdot \frac{44,76}{41,451} = 0,393$ $\beta_{a2} = 21,46^\circ$ $s_{an2} = s_{at2} \cdot \cos\beta_{a2} = 0,796 \cdot \cos 21,46^\circ = 0,7408\text{mm}$	$\alpha_{at2} = 30,29^\circ$ $\text{inv}\alpha_t = 0,01778$ $\text{inv}\alpha_{at1} = 0,0748$ $s_{at1} = 0,697\text{mm}$ $\text{inv}\alpha_{at2} = 0,0554$ $s_{at2} = 0,796\text{mm}$ $\beta_{a1} = 22,07^\circ$ $s_{an1} = 0,6459\text{mm}$ $\beta_{a2} = 21,46^\circ$ $s_{an2} = 0,7408\text{mm}$



Dane	Obliczenia	Wyniki
$s_{an1} = 0,6459mm$ $s_{an2} = 0,7408mm$	<p>Sprawdzam prawidłowość zazębienia z warunku że koło uzębione zewnętrznie nie może być zaostrzone u wierzchołka:</p> $s_{an} \geq 0,2m_n \quad 0,2m_n = 0,19$ $s_{an1} = 0,6459$ $s_{an2} = 0,7408$ <p>Warunek spełniony.</p>	
$m_t = 1,011mm$ $x_1 \approx 0,9635$ $\alpha_n = 20^\circ$	<p><b>4.21. Szerokość wrębu na walcu podziałowym w przekroju czołowym</b></p> $e_{t1} = m_t \left( \frac{\pi}{2} - 2x_1 tg\alpha_n \right) = 1,011 * \left( \frac{\pi}{2} - 2 * 0,9635 * tg20^\circ \right) = 0,879mm$ $e_{t2} = m_t \left( \frac{\pi}{2} - 2x_2 tg\alpha_n \right) = 1,011 * \left( \frac{\pi}{2} - 2 * 0,9635 * tg20^\circ \right) = 0,879mm$	$e_{t1} = 0,879mm$ $e_{t2} = 0,879mm$
$m_t = 1,011mm$ $x_2 \approx 0,9635$ $\alpha_n = 20^\circ$	<p><b>4.22. Szerokość wrębu na walcu wierzchołków w przekroju czołowym</b></p> $e_{at1} = d_{a1} \left( \frac{e_{t1}}{d_1} - inv\alpha_t + inv\alpha_{at1} \right) = 32,67 * \left( \frac{0,879}{29,319} - 0,01778 + 0,0748 \right) = 2,842mm$	$e_{at1} = 2,842mm$
$d_{a1} = 32,67mm$ $e_{t1} = 0,879mm$ $d_1 = 29,319mm$ $inv\alpha_t = 0,01778$ $inv\alpha_{at1} = 0,0748$	$e_{at2} = d_{a2} \left( \frac{e_{t2}}{d_2} - inv\alpha_t + inv\alpha_{at2} \right) = 44,76 * \left( \frac{0,879}{41,451} - 0,01778 + 0,0554 \right) = 2,633mm$	$e_{at2} = 2,633mm$
$d_{a2} = 44,76mm$ $e_{t2} = 0,879mm$ $d_2 = 41,451mm$ $inv\alpha_t = 0,01778$ $inv\alpha_{at2} = 0,0554$	<p><b>4.23. Szerokość wrębu na walcu wierzchołków w przekroju normalnym</b></p> $e_{an1} = e_{at1} * \cos\beta_{a1} = 2,842 * \cos22,07 = 2,63mm$ $e_{an2} = e_{at2} * \cos\beta_{a2} = 2,633 * \cos21,46 = 2,45mm$	$e_{an1} = 2,63mm$ $e_{an2} = 2,45mm$
$e_{at1} = 2,842mm$ $\beta_{a1} = 22,07^\circ$ $e_{at2} = 2,633mm$ $\beta_{a2} = 21,46^\circ$		

Dane	Obliczenia	Wyniki
<p> <math>T_1 = 12,4 \text{ Nm}</math>  <math>T_2 = 24,83 \text{ Nm}</math>  <math>d_1 = 29,319 \text{ mm}</math>  <math>d_2 = 41,451 \text{ mm}</math> </p> <p> <math>\beta = 20^\circ</math>  <math>\alpha_n = 20^\circ</math> </p> <p> <math>z_1 = 29</math>  <math>z_2 = 41</math>  <math>\beta = 20^\circ</math>  <math>\beta_b = 18,75</math> </p> <p> <math>\alpha_t = 21,17^\circ</math>  <math>\beta_b = 18,75^\circ</math>  <math>\alpha_{wt} = 26,898^\circ</math> </p> <p> <math>d_{a1} = 32,67 \text{ mm}</math>  <math>d_{a2} = 44,76 \text{ mm}</math>  <math>d_{b1} = 27,34 \text{ mm}</math>  <math>d_{b2} = 38,65 \text{ mm}</math>  <math>\varepsilon_\alpha = 1,18</math>  <math>z_1 = 29</math>  <math>z_2 = 41</math> </p> <p> <math>M_1 = 1,0039</math>  <math>\varepsilon_\beta = 0,6875</math> </p>	<p><b>5. Obliczenia wytrzymałościowe przekładni zębatej</b></p> <p><b>5.1. Wyznaczam naprężenie stykowe</b></p> <p>Na materiał zębniaka i koła zębatego przyjmuję stal 20HG. Koła pełne.</p> <p><b>a. Wyznaczam siłę obwodową:</b></p> $F_{t1} = \frac{2 * T_1}{d_1} = \frac{2 * 12400 \text{ N} * \text{mm}}{29,319 \text{ mm}} = 845,87 \text{ N}$ $F_{t2} = \frac{2 * T_2}{d_2} = \frac{2 * 24830 \text{ N} * \text{mm}}{41,451 \text{ mm}} = 1198,041 \text{ N}$ <p><b>b. Geometria zazębienia</b></p> $\beta_b = \arccos \sqrt{1 - (\sin \beta * \cos \alpha_n)^2}$ $\beta_b = \arccos \sqrt{1 - (\sin 20 * \cos 20)^2} = 18,75$ $z_{n1} = \frac{z_1}{\cos^2 \beta_b * \cos \beta} = 34,416$ $z_{n2} = \frac{z_2}{\cos^2 \beta_b * \cos \beta} = 48,657$ $Z_H = \frac{1}{\cos \alpha_t} * \sqrt{\frac{2 \cos \beta_b}{\text{tg} \alpha_{wt}}} = \frac{1}{\cos 21,17} * \sqrt{\frac{2 * \cos 18,75}{\text{tg} 26,898}} = 2,07$ $M_1 = \frac{\text{tg} \alpha_{wt}}{\sqrt{\left( \sqrt{\frac{d_{a1}^2}{d_{b1}^2} - 1 - \frac{2\pi}{z_1}} \right) * \left[ \sqrt{\frac{d_{a2}^2}{d_{b2}^2} - 1 - (\varepsilon_\alpha - 1) * \frac{2\pi}{z_2}} \right] \text{tg} 26,898}}$ $= \frac{\sqrt{\left( \sqrt{\frac{32,67^2}{27,34^2} - 1 - \frac{2\pi}{29}} \right) * \left[ \sqrt{\frac{44,76^2}{38,65^2} - 1 - (1,18 - 1) * \frac{2\pi}{41}} \right]}}{0,507}$ $= \frac{\sqrt{(\sqrt{1,428 - 1 - 0,217}) * (\sqrt{1,341 - 1 - 0,0276})}}{0,507} = \frac{0,507}{\sqrt{0,459 * 0,5563}} = \frac{0,507}{0,505} = 1,0039$ $Z_B = M_1 - \varepsilon_\beta (M_1 - 1) = 1,0039 - 0,6875 * (1,0039 - 1) = 1,0012$	<p> <math>F_{t1} = 845,87 \text{ N}</math> </p> <p> <math>F_{t2} = 1198,041 \text{ N}</math> </p> <p> <math>\beta_b = 18,75</math> </p> <p> <math>z_{n1} = 34,416</math> </p> <p> <math>z_{n2} = 48,657</math> </p> <p> <math>Z_H = 2,07</math> </p> <p> <math>M_1 = 1,0039</math> </p> <p> <math>Z_B = 1,0012</math> </p>

Dane	Obliczenia	Wyniki
$d_{a1} = 32,67\text{mm}$ $d_{a2} = 44,76\text{mm}$ $d_{b1} = 27,34\text{mm}$ $d_{b2} = 38,65\text{mm}$ $\varepsilon_{\alpha} = 1,18$ $z_1 = 29$ $z_2 = 41$  $M_2 = 0,982$ $\varepsilon_{\beta} = 0,6875$  $\varepsilon_{\alpha} = 1,18$ $\varepsilon_{\beta} = 0,6875$  $\beta = 20^{\circ}$  $z_{n1} = 34,416$ $z_{n2} = 48,657$ $x_1 = x_2$ $= 0,9635$	$M_2 = \frac{\operatorname{tg} \alpha_{wt}}{\sqrt{\left(\sqrt{\frac{d_{a2}^2}{d_{b2}^2} - 1 - \frac{2\pi}{z_2}}\right) * \left[\sqrt{\frac{d_{a1}^2}{d_{b1}^2} - 1 - (\varepsilon_{\alpha} - 1) * \frac{2\pi}{z_1}}\right]}}$ $= \frac{\operatorname{tg} 26,898}{\sqrt{\left(\sqrt{\frac{44,76^2}{38,65^2} - 1 - \frac{2\pi}{41}}\right) * \left[\sqrt{\frac{32,67^2}{27,34^2} - 1 - (1,18 - 1) * \frac{2\pi}{29}}\right]}}$ $= \frac{0,507}{\sqrt{(\sqrt{1,341 - 1 - 0,153}) * (\sqrt{1,428 - 1 - 0,0389})}}$ $= \frac{0,507}{\sqrt{0,433 * 0,6153}} = \frac{0,507}{0,516} = 0,982$ $Z_D = M_2 - \varepsilon_{\beta}(M_2 - 1) = 0,982 - 0,6875 * (0,982 - 1) = 0,994$ <p><i>Ponieważ <math>Z_D &lt; 1</math> przyjmuję <math>Z_D = 1</math></i></p> $Z_{\varepsilon} = \sqrt{\frac{4 - \varepsilon_{\alpha}}{3} * (1 - \varepsilon_{\beta}) + \frac{\varepsilon_{\beta}}{\varepsilon_{\alpha}}}$ $= \sqrt{\frac{4 - 1,18}{3} * (1 - 0,6875) + \frac{0,6875}{1,18}}$ $= \sqrt{0,94 * 0,3125 + 0,5826} = 0,936$ $Z_{\beta} = \sqrt{\cos \beta} = \sqrt{\cos 20} = 0,9397$ <p><i>c. Sprężystość materiałów</i></p> $Z_E = 189,8\sqrt{\text{MPa}}$ <p><i>d. Współczynniki obciążenia</i></p> $K_{AH} = 1$ $q' = 0,4723 + \frac{0,15551}{z_{n1}} + \frac{0,25791}{z_{n2}} - 0,00635x_1 + \frac{-0,11654x_1}{z_{n1}}$ $- 0,00193x_2 - \frac{0,24188x_2}{z_{n2}} + 0,00529x_1^2$ $+ 0,00182x_2^2$	$M_2 = 0,982$  $Z_D = 1$  $Z_{\varepsilon} = 0,936$  $Z_{\beta} = 0,9397$  $Z_E = 189,8\sqrt{\text{MPa}}$  $K_{AH} = 1$

Dane	Obliczenia	Wyniki
<p><math>q' = 0,473211</math></p> <p><math>c'_{th} = 2,11</math>  <math>C_R = 1</math>  <math>C_{BS} = 1</math>  <math>\beta = 20^\circ</math></p> <p><math>F_{t1} = 845,87</math>  <math>F_{t2} = 1198,041</math>  <math>b_w = 6mm</math>  <math>K_{AH} = 1</math></p> <p><math>c' = 1,586</math>  <math>f_{pe} = 5,6\mu m</math>  <math>y_p = 0,42\mu m</math>  <math>w_{m1} = 140,978</math></p> <p><math>f_{f\alpha} = 6\mu m</math>  <math>y_f = 0,45</math></p> <p><math>c' = 1,586</math>  <math>w_{m1} = 140,978</math></p>	$q' = 0,4723 + \frac{0,15551}{34,416} + \frac{0,25791}{48,657} - 0,00635 * 0,9635$ $+ \frac{-0,11654 * 0,9635}{34,416} - 0,00193 * 0,9635$ $- \frac{0,24188 * 0,9635}{48,657} + 0,00529 * 0,9635^2$ $+ 0,00182 * 0,9635^2$ $= 0,4723 + 0,0045 + 0,0053 - 0,0061 - 0,00326$ $- 0,001339 - 0,00479 + 0,00491 + 0,00169$ $= 0,473211$ $c'_{th} = \frac{1}{q'} = \frac{1}{0,473211} = 2,11$ $C_R = 1$ $C_{BS} = 1$ $c' = 0,8c'_{th}C_R C_{BS} \cos\beta = 0,8 * 2,11 * 1 * 1 * \cos 20 = 1,586$ $f_{pe} = 5,6\mu m$ $y_p = 0,075 * f_{pe} = 0,075 * 5,6 = 0,42\mu m$ $w_{m1} = \frac{F_{t1}}{b_w} * K_{AH} = \frac{845,87}{6} * 1 = 140,978$ $B_{p1} = \frac{c'(f_{pe} - y_p)}{w_m} = \frac{1,586 * (5,6 - 0,42)}{140,978} = 0,0582$ $f_{f\alpha} = f_f = 6\mu m$ $y_f = 0,075 * f_{f\alpha} = 0,075 * 6 = 0,45$ $B_{f1} = \frac{c'(f_{f\alpha} - y_f)}{w_{m1}} = \frac{1,586 * (6 - 0,45)}{140,978} = 0,0624$ $B_{k1} = \left  1 - \frac{c'}{w_{m1}} \right  = \left  1 - \frac{1,586}{140,978} \right  = 0,9887$	<p><math>q' = 0,473211</math></p> <p><math>c'_{th} = 2,11</math></p> <p><math>C_R = 1</math></p> <p><math>C_{BS} = 1</math></p> <p><math>c' = 1,586</math></p> <p><math>f_{pe} = 5,6\mu m</math>  <math>y_p = 0,42\mu m</math></p> <p><math>w_{m1} = 140,978</math></p> <p><math>B_{p1} = 0,0582</math></p> <p><math>f_{f\alpha} = 6\mu m</math>  <math>y_f = 0,45</math></p> <p><math>B_{f1} = 0,0624</math></p> <p><math>B_{k1} = 0,9887</math></p>

Dane	Obliczenia	Wyniki
$d_{a1} = 32,67\text{mm}$ $d_{a2} = 44,76\text{mm}$ $d_{f1} = 28,77\text{mm}$ $d_{f2} = 40,9\text{mm}$	$d_{m1} = \frac{d_{a1} + d_{f1}}{2} = \frac{32,67 + 28,77}{2} = 30,72\text{mm}$ $d_{m2} = \frac{d_{a2} + d_{f2}}{2} = \frac{44,76 + 40,9}{2} = 42,83\text{mm}$	$d_{m1} = 30,72\text{mm}$  $d_{m2} = 42,83\text{mm}$
$d_{m1} = 30,72\text{mm}$ $d_{b1} = 27,34\text{mm}$ $d_{m2} = 42,83\text{mm}$ $d_{b2} = 38,65\text{mm}$ $\rho_j$ $= 7,83$	$m_1^* = \frac{\pi}{8} * \frac{d_{m1}^4}{d_{b1}^2} * (1 - q_j^4) * \rho_j = \frac{\pi}{8} * \frac{30,72^4}{27,34^2} * 1 * 7,83 * 10^{-6}$ $= 0,392 * 1\,191,48 * 1 * 7,83 * 10^{-6}$ $= 0,003657 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^3}$	$m_1^*$ $= 0,003657 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^3}$
$* 10^{-6} \frac{\text{kg}}{\text{mm}^3}$ $(1 - q_j^4)$ $= 1$ dla kół pełno – tarczowych	$m_2^* = \frac{\pi}{8} * \frac{d_{m2}^4}{d_{b2}^2} * (1 - q_j^4) * \rho_j = \frac{\pi}{8} * \frac{42,83^4}{38,65^2} * 1 * 7,83 * 10^{-6}$ $= 0,392 * 2\,252,647 * 1 * 7,83 * 10^{-6}$ $= 0,006914 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^3}$	$m_2^*$ $= 0,006914 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^3}$
$m_1^*$ $= 0,003657 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^3}$ $m_2^*$ $= 0,006914 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^3}$	$m_{red} = \frac{m_1^* * m_2^*}{m_1^* + m_2^*} = \frac{0,003657 * 0,006914}{0,003657 + 0,006914} = 0,00239$	$m_{red} = 0,00239$
$c' = 1,586$ $\varepsilon_\alpha = 1,18$	$c_\gamma = c' (0,75\varepsilon_\alpha + 0,25) = 1,586 * (0,75 * 1,18 + 0,25) = 1,80011$	$c_\gamma = 1,80011$
$n_1 =$ $3500 \text{ obr/min}$ $z_1 = 29$ $c_\gamma = 1,80011$ $m_{red} = 0,00239$	$N = \frac{n_1}{\left( \frac{30 * 10^3}{\pi * z_1} * \sqrt{\frac{c_\gamma}{m_{red}}} \right)} = \frac{3500}{\left( \frac{30 * 10^3}{\pi * 29} * \sqrt{\frac{1,80011}{0,00239}} \right)}$ $= \frac{3500}{329,286 * 27,444} = 0,387$	$N = 0,387$
$N = 0,387$ $C_{v1} = 0,32$ $C_{v2} = 0,34$ $C_{v3} = 0,23$ $B_{p1} = 0,0582$ $B_{f1} = 0,0624$ $B_{k1} = 0,9887$	$K_{vH} = N(C_{v1}B_{p1} + C_{v2}B_{f1} + C_{v3}B_{k1}) + 1$ $= 0,387(0,32 * 0,0582 + 0,34 * 0,0624 + 0,23 * 0,9887) + 1 = 1,103$	$K_{vH1} = 1,103$
$f_{H\beta} = 7\mu\text{m}$	$f_{H\beta} = F_\beta = 7\mu\text{m}$ $F_{\beta x} = 0,5 * f_{H\beta} = 0,5 * 7 = 3,5\mu\text{m}$	$f_{H\beta} = 7\mu\text{m}$  $F_{\beta x} = 3,5\mu\text{m}$

Dane	Obliczenia	Wyniki
$F_{\beta x} = 3,5\mu\text{m}$  $c_{\gamma} = 1,80011$ $F_{\beta x} = 3,5\mu\text{m}$ $y_{\beta} = 0,525$ $w_m = 140,978$	$y_{\beta} = 0,15 * F_{\beta x} = 0,15 * 3,5 = 0,525$  $K_{H\beta 1} = 1 + \frac{c_{\gamma}(F_{\beta x} - y_{\beta})}{2w_m} = 1 + \frac{1,80011 * (3,5 - 0,525)}{2 * 140,978} = 1,01899$	$y_{\beta} = 0,525$  $K_{H\beta 1} = 1,01899$
$\varepsilon_{\gamma} = 1,8675$ $c_{\gamma} = 1,80011$ $f_{pe} = 5,6\mu\text{m}$ $y_{\alpha} = y_p = 0,42\mu\text{m}$ $w_m = 140,978$	$K_{H\alpha 1} = \frac{\varepsilon_{\gamma}}{2} * \left( 0,9 + 0,4 * \frac{c_{\gamma}(f_{pe} - y_{\alpha})}{w_m} \right)$ $= \frac{1,8675}{2} * \left( 0,9 + 0,4 * \frac{1,80011 * (5,6 - 0,42)}{140,978} \right)$ $= 0,93375 * (0,9 + 0,4 * 0,066) = 0,865026$ <p><i>Ponieważ <math>K_{H\alpha 1} &lt; 1</math> przyjmuję <math>K_{H\alpha 1} = 1</math></i></p>	$K_{H\alpha 1} = 1$
$F_{t1} = 845,87$ $d_1 = 29,319\text{mm}$ $b_w = 6\text{mm}$ $u = 1,41$ $Z_H = 2,07$ $Z_B = 1,0012$ $Z_{\varepsilon} = 0,936$ $Z_{\beta} = 0,9397$ $Z_E = 189,8\sqrt{\text{MPa}}$ $K_{AH} = 1$ $K_{vH1} = 1,103$ $K_{H\beta 1} = 1,01899$ $K_{H\alpha 1} = 1$	$\sigma_{H1} = \sqrt{\frac{F_{t1}}{d_1 * b_w} * \frac{u + 1}{u} * Z_H * Z_B * Z_{\varepsilon} * Z_{\beta} * Z_E}$ $* \sqrt{K_{AH} * K_{vH1} * K_{H\beta 1} * K_{H\alpha 1}}$ $= \sqrt{\frac{845,87}{29,319 * 6} * \frac{1,41 + 1}{1,41} * 2,07 * 1,0012 * 0,936}$ $* 0,9397 * 189,8 * \sqrt{1 * 1,103 * 1,01899 * 1}$ $= \sqrt{4,8 * 1,71 * 345,98 * 1,06} = 2,86 * 345,98 * 1,06$ $= 1048,87\text{MPa}$	$\sigma_{H1} = 1048,87\text{MPa}$
$F_{t2} = 1198,041$ $b_w = 6\text{mm}$ $K_{AH} = 1$	$w_{m2} = \frac{F_{t2}}{b_w} * K_{AH} = \frac{1198,041}{6} * 1 = 199,6735$	$w_{m2} = 199,6735$
$c' = 1,586$ $f_{pe} = 5,6\mu\text{m}$ $y_p = 0,42\mu\text{m}$ $w_{m2} = 199,6735$	$B_{p2} = \frac{c'(f_{pe} - y_p)}{w_m} = \frac{1,586 * (5,6 - 0,42)}{199,6735} = 0,0411$	$B_{p2} = 0,0411$
$f_{f\alpha} = 6\mu\text{m}$ $y_f = 0,45$ $c' = 1,586$ $w_{m2} = 199,6735$	$B_{f2} = \frac{c'(f_{f\alpha} - y_f)}{w_m} = \frac{1,586 * (6 - 0,45)}{199,6735} = 0,0440$	$B_{f2} = 0,0440$

Dane	Obliczenia	Wyniki
$c' = 1,586$ $w_m = 199,6735$  $N = 0,387$ $C_{v1} = 0,32$ $C_{v2} = 0,34$ $C_{v3} = 0,23$ $B_{p2} = 0,0411$ $B_{f2} = 0,0440$ $B_{k2} = 0,992$	$B_{k2} = \left  1 - \frac{c'}{w_m} \right  = \left  1 - \frac{1,586}{199,6735} \right  = 0,992$  $K_{vH2} = N(C_{v1}B_{p2} + C_{v2}B_{f2} + C_{v3}B_{k2}) + 1$ $= 0,387(0,32 * 0,0411 + 0,34 * 0,0440 + 0,23 * 0,992) + 1 = 1,0991$	$B_{k2} = 0,992$  $K_{vH2} = 1,0991$
$c_\gamma = 1,80011$ $F_{\beta x} = 3,5\mu m$ $y_\beta = 0,525$ $w_{m2} = 199,6735$	$K_{H\beta 2} = 1 + \frac{c_\gamma(F_{\beta x} - y_\beta)}{2w_m} = 1 + \frac{1,80011 * (3,5 - 0,525)}{2 * 199,6735} = 1,0134$	$K_{H\beta 2} = 1,0134$
$\varepsilon_\gamma = 1,8675$ $c_\gamma = 1,80011$ $f_{pe} = 5,6\mu m$ $y_\alpha = y_p$ $= 0,42\mu m$ $w_{m2} = 199,6735$	$K_{H\alpha 2} = \frac{\varepsilon_\gamma}{2} * \left( 0,9 + 0,4 * \frac{c_\gamma(f_{pe} - y_\alpha)}{w_m} \right)$ $= \frac{1,8675}{2} * \left( 0,9 + 0,4 * \frac{1,80011 * (5,6 - 0,42)}{199,6735} \right)$ $= 0,93375 * (0,9 + 0,4 * 0,0467) = 0,85781745$  <p><i>Ponieważ <math>K_{H\alpha 2} &lt; 1</math> przyjmuję <math>K_{H\alpha 2} = 1</math></i></p>	$K_{H\alpha 2} = 1$
$F_{t2} = 1198,041$ $d_2 = 41,451mm$ $b_w = 6mm$ $u = 1,41$ $Z_H = 2,07$ $Z_D = 1$ $Z_\varepsilon = 0,936$ $Z_\beta = 0,9397$ $Z_E = 189,8\sqrt{MPa}$ $K_{AH} = 1$ $K_{vH2} = 1,0991$ $K_{H\beta 2} = 1,0134$ $K_{H\alpha 2} = 1$	$\sigma_{H2} = \sqrt{\frac{F_{t2}}{d_1 * b_w} * \frac{u + 1}{u} * Z_H * Z_D * Z_\varepsilon * Z_\beta * Z_E}$ $* \sqrt{K_{AH} * K_{vH2} * K_{H\beta 2} * K_{H\alpha 2}}$ $= \sqrt{\frac{1198,041}{29,319 * 6} * \frac{1,41 + 1}{1,41} * 2,07 * 1 * 0,936 * 0,9397}$ $* 189,8 * \sqrt{1 * 1,0991 * 1,0134 * 1}$ $= \sqrt{6,81 * 1,71 * 345,56 * 1,055}$ $= 3,41 * 345,56 * 1,06 = 1249,06MPa$	$\sigma_{H2} = 1249,06MPa$
	<p><i>Napężenie stykowe dla zębniaka:</i></p> $\sigma_{H1} = 1048,87MPa$  <p><i>Napężenie stykowe dla koła zębatego:</i></p> $\sigma_{H2} = 1249,06MPa$	

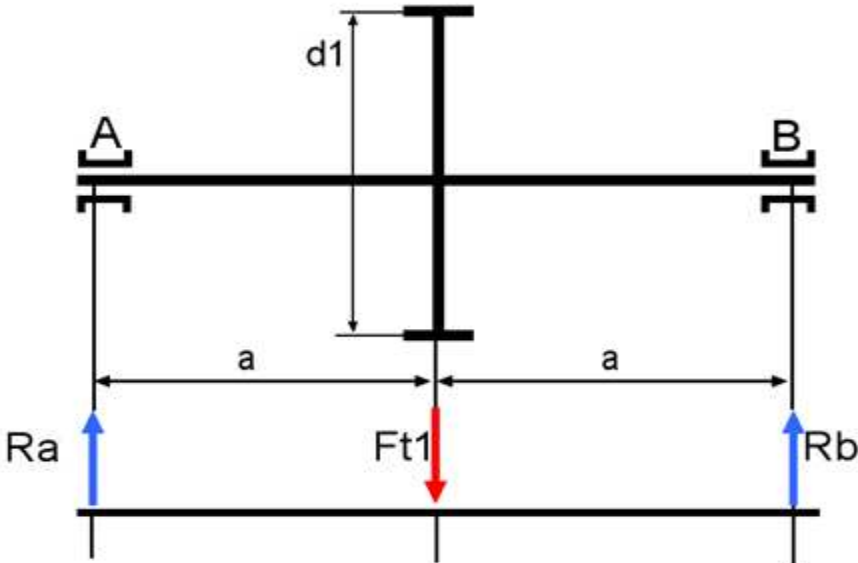
Dane	Obliczenia	Wyniki
<p> <math>S_{Hmin} = 1</math>  <math>\sigma_{Hlim(S)}</math>  <math>= 1500\text{Mpa}</math>  <math>Z_L = 1</math>  <math>Z_V = 1</math>  <math>Z_R = 1</math>  <math>Z_X = 1</math>  <math>Z_W = 1</math> </p> <p> <math>K_{H\beta 1} = 1,01899</math>  <math>h_1 = 1,95\text{mm}</math>  <math>b_w = 6\text{mm}</math> </p>	<p><b>5.2. Wyznaczam dopuszczalne naprężenia stykowe:</b></p> $\sigma_{HP} = \frac{1}{S_{Hmin}} * \sigma_{Hlim(S)} * Z_L * Z_V * Z_R * Z_X * Z_W$ $\sigma_{HP} = \frac{1}{1} * 1500 * 1 * 1 * 1 * 1 * 1 = 1500\text{MPa}$ $\sigma_{HP} = 1500\text{MPa}$ <p><b>5.3. Porównuję wartości naprężeń obliczeniowych z wartościami naprężeń dopuszczalnych</b></p> <p><i>Naprężenie stykowe dla zębnika:</i>  <math>\sigma_{H1} = 1048,87\text{MPa}</math></p> <p><i>Naprężenie stykowe dla koła zębatego:</i>  <math>\sigma_{H2} = 1249,06\text{MPa}</math></p> <p><i>Dopuszczalne naprężenie stykowe:</i>  <math>\sigma_{HP} = 1500\text{MPa}</math>  <math>\sigma_{H1} &lt; \sigma_{HP}</math>  <math>\sigma_{H2} &lt; \sigma_{HP}</math></p> <p><i>Warunek spełniony</i></p> <p><b>5.4. Wyznaczam naprężenie u podstawy zęba</b></p> $Y_{F1} = 1,96$ $Y_{F2} = 1,98$ $Y_{S1} = 2,12$ $Y_{S2} = 2,14$ $Y_{\beta} = 1 - \varepsilon_{\beta} \frac{\beta}{120} = 1 - 0,6875 * \frac{20}{120} = 0,8854$ $K_{AF} = 1$ $K_{vH1} = 1,103$ $K_{vH2} = 1,0991$ $K_{F\beta 1} = K_{H\beta 1} \frac{1}{1 + \frac{h}{b} + \left(\frac{h}{b}\right)^2}$ $\frac{1}{1 + \frac{h_1}{b} + \left(\frac{h_1}{b}\right)^2} = \frac{1}{1 + \frac{1,95}{6} + \left(\frac{1,95}{6}\right)^2} = \frac{1}{1 + 0,325 + 0,105625} = 0,699$ $K_{F\beta 1} = K_{H\beta 1}^{0,699} = 1,01899^{0,699} = 1,0132$	<p><math>\sigma_{HP} = 1500\text{MPa}</math></p> <p><math>Y_{F1} = 1,96</math>  <math>Y_{F2} = 1,98</math>  <math>Y_{S1} = 2,12</math>  <math>Y_{S2} = 2,14</math>  <math>Y_{\beta} = 0,8854</math>  <math>K_{AF} = 1</math>  <math>K_{vH1} = 1,103</math>  <math>K_{vH2} = 1,0991</math>  <math>K_{F\beta 1} = 1,0132</math></p>



Dane	Obliczenia	Wyniki
$K_{H\beta 2} = 1,0134$ $h_2 = 1,93\text{mm}$ $b_w = 6\text{mm}$  $F_{t1} = 845,87$ $b_1 = 6\text{mm}$ $m_n = 0,95\text{mm}$ $Y_{F1} = 1,96$ $Y_{S1} = 2,12$ $Y_{\beta} = 0,8854$ $K_{AF} = 1$ $K_{vH1} = 1,103$ $K_{F\beta 1} = 1,0132$ $K_{F\alpha} = 1$  $F_{t2} = 1198,041$ $b_2 = 7,5\text{mm}$ $m_n = 0,95\text{mm}$ $Y_{F2} = 1,98$ $Y_{S2} = 2,14$ $Y_{\beta} = 0,8854$ $K_{AF} = 1$ $K_{vH2} = 1,0991$ $K_{F\beta 2} = 1,009$ $K_{F\alpha} = 1$	$K_{F\beta 2} = K_{H\beta 2}^{\frac{1}{1 + \frac{h}{b} + \left(\frac{h}{b}\right)^2}}$ $\frac{1}{1 + \frac{h_2}{b} + \left(\frac{h_2}{b}\right)^2} = \frac{1}{1 + \frac{1,93}{6} + \left(\frac{1,93}{6}\right)^2} = \frac{1}{1 + 0,3216 + 0,103} = 0,702$ $K_{F\beta 2} = K_{H\beta 2}^{0,702} = 1,0134^{0,702} = 1,009$ $K_{H\alpha} = K_{F\alpha} = 1$ $\sigma_{F1} = \frac{F_{t1}}{b_1 * m_n} * Y_{F1} * Y_{S1} * Y_{\beta} * K_{AF} * K_{vH1} * K_{F\beta 1} * K_{F\alpha}$ $= \frac{845,87}{6 * 0,95} * 1,96 * 2,12 * 0,8854 * 1 * 1,103 * 1,0132 * 1 = 148,39 * 1,96 * 2,12 * 0,8854 * 1 * 1,103 * 1,0132 * 1 = 610,108\text{MPa}$ $\sigma_{F1} = \frac{F_{t2}}{b_2 * m_n} * Y_{F2} * Y_{S2} * Y_{\beta} * K_{AF} * K_{vH2} * K_{F\beta 2} * K_{F\alpha}$ $= \frac{1198,041}{8 * 0,95} * 1,98 * 2,14 * 0,8854 * 1 * 1,0991 * 1,009 * 1 = 157,63 * 4,16 = 655,74\text{MPa}$ <p><b>5.5. Wyznaczam dopuszczalne naprężenia u podstawy zęba:</b></p> $\sigma_{FP} = \frac{1}{S_{Fmin}} * \sigma_{FE(S)} * Y_{\delta relT} * Y_{RrelT} * Y_X$ $Y_{\delta relT1} = 0,44 * Y_{S1} + 0,12 = 0,44 * 2,12 + 0,12 = 1,0528$ $Y_{\delta relT2} = 0,44 * Y_{S2} + 0,12 = 0,44 * 2,14 + 0,12 = 1,0616$ $\sigma_{FP1} = \frac{1}{S_{Fmin}} * \sigma_{FE(S)} * Y_{\delta relT} * Y_{RrelT1} * Y_X$ $= \frac{1}{1,3} * 920 * 1,0528 * 1 * 1 = 745,06\text{MPa}$	$K_{F\beta 2} = 1,009$  $K_{F\alpha} = 1$  $\sigma_{F1} = 610,108\text{MPa}$  $\sigma_{F2} = 655,74\text{MPa}$
$Y_{S1} = 2,12$ $Y_{S2} = 2,14$  $S_{Fmin} = 1,3$ $\sigma_{FE(S)} = 920\text{MPa}$ $Y_{\delta relT1} = 1,0528$ $Y_{RrelT} = 1$ $Y_X = 1$		$Y_{\delta relT1} = 1,0528$ $Y_{\delta relT2} = 1,0616$  $\sigma_{FP1} = 745,06\text{MPa}$

Dane	Obliczenia	Wyniki
$S_{Fmin} = 1,3$ $\sigma_{FE(S)}$ $= 920MPa$ $Y_{\delta relT2} = 1,0616$ $Y_{RrelT} = 1$ $Y_X = 1$  $M_{s1} = T_1$ $= 12,4 Nm$ $k_{s1} = 130MPa$  $F_{t1} = 845,87N$ $\alpha_t = 21,17^\circ$ $\alpha_{wt} = 26,89^\circ$	$\sigma_{FP2} = \frac{1}{S_{Fmin}} * \sigma_{FE(S)} * Y_{\delta relT} * Y_{RrelT2} * Y_X$ $= \frac{1}{1,3} * 920 * 1,0616 * 1 * 1 = 751,29MPa$ <p><b>5.6. Porównuję wartości naprężeń obliczeniowych z wartościami naprężeń dopuszczalnych</b></p> <p><i>Naprężenie u podstawy zęba dla zębniaka:</i>  <math>\sigma_{F1} = 610,108MPa</math></p> <p><i>Naprężenie u podstawy zęba dla koła zębatego:</i>  <math>\sigma_{F2} = 655,74MPa</math></p> <p><i>Dopuszczalne naprężenia u podstawy zęba dla zębniaka:</i>  <math>\sigma_{FP1} = 745,06MPa</math></p> <p><i>Dopuszczalne naprężenia u podstawy zęba dla koła zębatego:</i>  <math>\sigma_{FP2b} = 751,29MPa</math></p> $\sigma_{F1} < \sigma_{FP1}$ $\sigma_{F2} < \sigma_{FP2b}$ <p><i>Warunek spełniony</i></p> <p><b>6. Obliczenie wałków oraz łożysk przekładni</b></p> <p><b>6.1. Dobór łożysk wałka zębniaka</b></p> <p>Na materiał wałka przyjmuję stal St7</p> <p>a. Obliczam średnicę wału z warunku na skręcanie:</p> $\tau_s = \frac{M_s}{W_o} = \frac{M_{s1}}{\frac{\pi d_{A1}^3}{16}} \leq k_{s1}$ <p>stąd:</p> $d_{A1} \geq \sqrt[3]{\frac{12,4 Nm * 16}{\pi * k_{s1}}} = \sqrt[3]{\frac{198400}{\pi * 130}} = 7,86mm$ <p><i>Przyjmuję średnicę wału zębniaka pod łożyska <math>d_{A1} = 10mm</math></i></p> <p>b. Obliczam siłę osiową <math>F_{a1}</math> i promieniową <math>F_{r1}</math> obciążające łożyska wałka zębniaka</p> $F_{r1} = F_{t1} * \frac{\sin \alpha_{wt}}{\cos \alpha_t} = 845,87N * \frac{\sin 26,89^\circ}{\cos 21,17^\circ} = 845,87N * 0,485$ $= 410,331N$	$\sigma_{FP2b}$ $= 751,29MPa$  $d_{A1} = 10mm$  $F_{r1} = 410,331N$

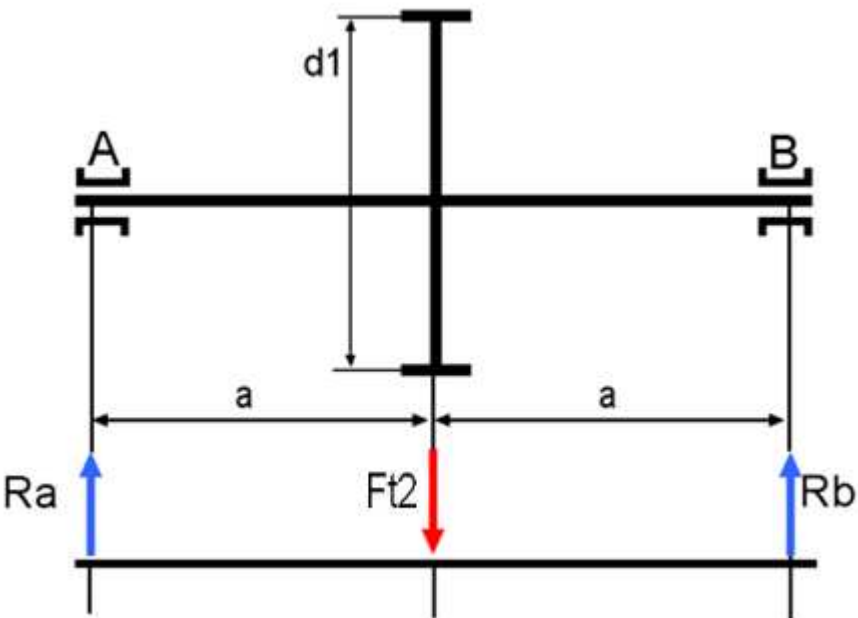
Dane	Obliczenia	Wyniki
<p><math>F_{t1} = 845,87N</math></p> <p><math>L_{h1} = 16000</math>  <math>n_1 = 3500 \text{ obr/min}</math>  <math>F_{r1} = 410,331N</math></p> <p><math>F_{a1} = 307,871N</math>  <math>F_{r1} = 410,331N</math></p> <p><math>e = 0,60</math></p> <p><math>X_1 = 0,44</math>  <math>Y_1 = 1,19</math>  <math>F_{a1} = 307,871N</math>  <math>F_{r1} = 410,331N</math></p> <p><math>F_1 = 546,91N</math>  <math>L_{h1} = 16000</math>  <math>n_1 = 3500 \text{ obr/min}</math></p>	<p><math>F_{a1} = F_{t1} * \operatorname{tg}\beta = 845,87N * \operatorname{tg}20 = 307,871N</math></p> <p>Dla przekładni zębatach żądana trwałość łożyska w godzinach wynosi 12500-20000h. Przyjmuję <math>L_h = 16000</math></p> $L_{h1} = \frac{16660}{n_1} * \left(\frac{C_1}{F_1}\right)^3 = \frac{16660}{n_1} * \frac{C_1^3}{F_1^3}$ $C_{w1} = \sqrt[3]{\frac{L_{h1} * n_1 * F_{r1}^3}{16660}} = \sqrt[3]{\frac{16000 * 3500 * 410,331^3}{16660}} = 6146,65N$ <p>Z katalogu dobieram wstępnie łożysko kulkowe 7000C w układzie Tandem dla którego <math>C = 8650N</math> oraz <math>C_o = 5000N</math></p> $\frac{F_{a1}}{F_{r1}} = \frac{307,871}{410,331} = 0,75$ $\frac{F_{a1}}{F_{r1}} > e$ <p>c. Obliczam obciążenie zastępcze łożysk dla wałka zębniaka</p> $F_1 = X_1 * F_{r1} + Y_1 * F_{a1} = 0,44 * 410,331 + 1,19 * 307,871 = 546,91N$ <p>Wymagana nośność łożyska:</p> $C_1 = \sqrt[3]{\frac{L_{h1} * n_1 * F_1^3}{16660}} = \sqrt[3]{\frac{16000 * 3500 * 546,91^3}{16660}} = 8192,57N$ <p>Przyjmuję łożysko kulkowe 7000C w układzie Tandem.  Wymiary łożyska:  Średnica wew.: 10mm  Średnicazew.: 26mm  Szerokość : 2x8mm=16mm  <math>r_{min} = 0,3mm</math></p> <p>Do łożysk dobieram simmering o wymiarach:  Średnica wew.: 10mm  Średnicazew.: 22mm  Szerokość: 7mm</p>	<p><math>F_{a1} = 307,871N</math></p> <p><math>C_{w1} = 6146,65N</math></p> <p><math>F_1 = 546,91N</math></p> <p><math>C_1 = 8192,57N</math></p>

Dane	Obliczenia	Wyniki
<p><math>l_{obl} = 2a</math> <math>= 34mm</math> <math>a = 17mm</math></p> <p><math>a = 17mm</math> <math>F_{t1} = 845,87N</math></p> <p><math>F_{t1} = 845,87N</math> <math>R_b = 422,935N</math></p>	<p><b>6.2. Obliczanie średnic czopów wałka zębnika</b></p> <p>a. Obliczam wymaganą długość wałka zębnika: szerokość luzu montażowego: <math>2 \times 4mm</math> szerokość łożyska: <math>16mm \times 2</math> szerokość simmeringu: <math>7mm</math> szerokość segera: <math>2mm \times 2</math> (wstępnie) szerokość zębnika: <math>6mm</math> <math>2 * (16 + 2 + 4) + 7 + 6 = 57mm</math> Powiększam długość wałka o <math>2 \times 1mm</math> sfazowania na końcach wałka oraz odstęp między uszcz. a łożyskiem oraz grubość ścianki (<math>2 \times 2mm</math>). Wstępnie przyjmuję całkowitą obliczeniową długość wałka zębnika <math>l_1 = 63mm</math> Długość wałka do obliczenia reakcji na podporach (odejmuję szerokość uszcz., sfazowania i os. między łożyskiem a uszcz. i grubość ścianki oraz <math>0,5</math> szerokości łożysk, ponieważ przyjmuję, że reakcje będą występowały w połowie szerokości łożysk): <math>63 - 2 - 7 - 4 - 16 = 34mm</math></p> <p>b. Obliczam momenty zginające wałek zębnika.</p>  <p>Zapisuję warunki równowagi: <math>\sum F_{iy} = 0 \quad -R_a + F_{t1} - R_b = 0</math> <math>\sum M_{ia} = 0 \quad -F_{t1} * a + R_b * 2a = 0</math></p> $-845,87 * 17 + R_b * 2 * 17 = 0$ $-14379,79 = -R_b * 34$ $R_b = \frac{14379,79}{34} = 422,935N$ $-R_a + F_{t1} - R_b = 0$ $-R_a + 845,87 - 422,935 = 0$ $R_a = 845,87 - 422,935 = 422,935N$	<p><math>l_1 = 63mm</math></p> <p><math>l_{obl} = 2a</math> <math>= 34mm</math></p> <p><math>R_b = 422,935N</math></p> <p><math>R_a = 422,935N</math></p>

Dane	Obliczenia	Wyniki
<p> <math>M_{s1} = T_1</math>  <math>= 12,4 Nm</math>  <math>M_{ga} = 0</math>  <math>M_g = 10,57 Nm</math>  <math>M_{gb} = 0</math> </p> <p> <math>k_{gj} = 65 MPa</math>  <math>M_{za} = M_{zb}</math>  <math>= 10,67 Nm</math> </p> <p> <math>k_{gj} = 65 MPa</math>  <math>M_z = 15,02 Nm</math> </p>	<p> <math>M_{ga} = R_a * 0m = 0</math>  <math>M_g = R_a * 0,017m = 422,935 * 0,017m = 7,19 Nm</math>  <math>M_{gb} = -R_a * 0,05m + F_{t1} * 0,025m + R_b * 0m = 0</math> </p> <p>c. Obliczam momenty zastępcze:</p> $M_z = \sqrt{M_g^2 + \frac{\alpha}{2} * M_s^2}$ <p>gdzie <math>\alpha</math> dla stali St0S <math>\alpha = \frac{k_{gj}}{k_{sj}} = \frac{65}{44} \approx 1,53</math></p> $M_{za} = \sqrt{M_{ga}^2 + \frac{\alpha}{2} * M_s^2} = \sqrt{0 + \frac{1,53}{2} * 12,4^2} = 10,84 Nm$ $M_z = \sqrt{M_g^2 + \frac{\alpha}{2} * M_s^2} = \sqrt{7,19^2 + \frac{1,53}{2} * 12,4^2} = 13,01 Nm$ $M_{zb} = \sqrt{M_{gb}^2 + \frac{\alpha}{2} * M_s^2} = \sqrt{0 + \frac{1,53}{2} * 12,4^2} = 10,84 Nm$ <p>d. Obliczam minimalne średnice czopów pod łożyska i zębnik:</p> <p>I. Średnice czopów pod łożyska:</p> $d_{1a} = d_{2a}$ $d_{1a} \geq \sqrt[3]{\frac{10 * M_{za}}{k_{gj}}} = \sqrt[3]{\frac{10 * 10,84}{130000000}} = 0,00941m = 9,41mm$ <p>We wcześniejszych obliczeniach do doboru łożysk przyjąłem 10mm a więc jest to poprawna średnica.</p> <p>II. Średnica czopa pod zębnik:</p> $d_{1cz} \geq \sqrt[3]{\frac{10 * M_{za}}{k_{gj}}} = \sqrt[3]{\frac{10 * 13,01}{130000000}} = 0,01000m = 10,00mm$ <p>Ponieważ z doboru łożysk do wałka zębniaka wynika, że łożysko powinno opierać się na karbie wałka o średnicy min 12,6mm i średnica ta jest większa od minimalnej wymaganej pod czop zębniaka, przyjmuję średnicę wałka pod czop zębniaka <math>d_{1cz} = 13mm</math></p>	<p> <math>M_{ga} = 0</math>  <math>M_g = 7,19 Nm</math>  <math>M_{gb} = 0</math> </p> <p> <math>M_{za} = 10,84 Nm</math> </p> <p> <math>M_z = 13,01 Nm</math> </p> <p> <math>M_{zb} = 10,84 Nm</math> </p> <p> <math>d_{1a} = d_{1b}</math>  <math>= 10mm</math> </p> <p> <math>d_{1cz} = 13mm</math> </p>

Dane	Obliczenia	Wyniki
<p><math>l_1 = 87mm</math> <math>l_{dod} = 18mm</math></p> <p><math>M_{s1} = T_1</math> <math>= 12,4 Nm</math> <math>d_{B1} = 13mm</math> <math>k_{c1} = 175MPa</math> <math>b = h = 5mm</math></p> <p><math>M_{s2} = T_2</math> <math>= 24,83 Nm</math> <math>k_{s2} = 130MPa</math></p>	<p><b>6.3. Obliczam całkowitą długość wałka zębika:</b></p> $l_{całk} = l_1 + l_{dod}$ <p>Przyjmuję dodatkową długość wałka zębika (długość wałka wychodzącego poza obudowę) <math>l_{dod} = 17mm</math></p> $l_{całk} = 63 + 17 = 80mm$ <p><b>6.4. Dobór pierścieni osadczych SEGERA do wałka zębika.</b></p> <p>Dobieram pierścienie z „Katalogu segerów zewnętrznych DIN 471” Seger 12 Średnica karbu pod pierścień: 11mm Wysokość pierścienia: 1,8mm Minimalna szerokość karbu pod pierścień: 1,1mm Szerokość pierścienia: 1mm</p> <p><b>6.5. Obliczanie długości wpustu na wałku zębika</b></p> <p>Na materiał wpustu przyjmuję stal St7</p> $F_{w1} = \frac{2M_{s1}}{d_{B1}} = \frac{2 * 0,0124kNm}{0,013mm} = 1,908kN = 1908N$ $k_{o1} = 0,8 * k_c = 0,8 * 175 = 140$ $t_1 \approx 0,5h = 0,5 * 5 = 2,5$ $l_{0A} \geq \frac{F}{t_1 * k_o} = \frac{1908}{2,5 * 140} = 5,45mm$ <p>Przyjmuję długość wpustu <math>l_{0A} = 6mm</math></p> <p><b>6.6. Dobór łożysk wałka koła zębatego</b></p> <p>Na materiał wałka przyjmuję stal St7</p> <p>a. Obliczam średnicę wału z warunku na skręcanie:</p> $\tau_s = \frac{M_s}{W_o} = \frac{M_{s2}}{\frac{\pi d_{A2}^3}{16}} \leq k_{s2}$ <p>stąd:</p> $d_{A2} \geq \sqrt[3]{\frac{24,83Nm * 16}{\pi * k_{s2}}} = \sqrt[3]{\frac{397280}{\pi * 130}} = 9,90mm$ <p>Przyjmuję średnicę wału koła zębatego pod łożyska <math>d_{A2} = 12mm</math></p>	<p><math>l_{dod} = 17mm</math></p> <p><math>l_{całk} = 80mm</math></p> <p><math>l_{0A} = 6mm</math></p>

Dane	Obliczenia	Wyniki
<p><math>F_{t2}</math> = 1198,041N <math>\alpha_t = 21,17^\circ</math> <math>\alpha_{wt} = 26,89^\circ</math></p> <p><math>F_{t2}</math> = 1198,041N</p> <p><math>L_{h2} = 16000</math> <math>n_1 =</math> 1750 obr/min <math>F_{r2} = 581,05N</math></p> <p><math>F_{a2} = 436,051N</math> <math>F_{r2} = 581,05N</math></p> <p><math>e = 0,50</math></p> <p><math>X_1 = 0,44</math> <math>Y_1 = 1,12</math> <math>F_{a2} = 436,051N</math> <math>F_{r2} = 581,05N</math></p> <p><math>F_2 = 744,039N</math> <math>L_{h2} = 16000</math> <math>n_1 =</math> 1750 obr/min</p>	<p>b. Obliczam siłę osiową <math>F_{a2}</math> i promieniową <math>F_{r2}</math> obciążające łożyska wałka zębniaka</p> $F_{r2} = F_{t2} * \frac{\sin \alpha_{wt}}{\cos \alpha_t} = 1198,041N * \frac{\sin 26,89}{\cos 21,17} = 1198,041N * 0,485 = 581,05N$ $F_{a2} = F_{t2} * \operatorname{tg} \beta = 1198,041N * \operatorname{tg} 20 = 436,05N$ <p>Dla przekładni zębatych żądana trwałość łożyska w godzinach wynosi 12500-20000h. Przyjmuję <math>L_h = 16000</math></p> $L_{h2} = \frac{16660}{n_2} * \left(\frac{C_1}{F_1}\right)^3 = \frac{16660}{n_2} * \frac{C_2^3}{F_{r2}^3}$ $C_{w2} = \sqrt[3]{\frac{L_{h2} * n_2 * F_{r2}^3}{16660}} = \sqrt[3]{\frac{16000 * 1750 * 581,05^3}{16660}} = 6908,35N$ <p>Z katalogu dobieram wstępnie łożysko kulkowe 7001A w układzie Tandem dla którego <math>C = 9400N</math> oraz <math>C_o = 5950N</math></p> $\frac{F_{a1}}{F_{r1}} = \frac{436,051}{581,05} = 0,75$ $\frac{F_{a1}}{F_{r1}} > e$ <p>a. Obliczam obciążenie zastępcze łożysk dla wałka zębniaka</p> $F_2 = X_2 * F_{r2} + Y_2 * F_{a2} = 0,44 * 581,05 + 1,12 * 436,051 = 744,039N$ <p>Wymagana nośność łożyska:</p> $C_2 = \sqrt[3]{\frac{L_{h1} * n_1 * F_1^3}{16660}} = \sqrt[3]{\frac{16000 * 1750 * 744,039^3}{16660}} = 8846,2N$ <p>Przyjmuję łożysko kulkowe 7001A w układzie Tandem. Wymiary łożyska: Średnica wew.: 12mm Średnica zew.: 28mm Szerokość: 2x8mm <math>r_{min} = 0,3mm</math></p>	<p><math>F_{r2} = 581,05N</math></p> <p><math>F_{a2} = 436,051N</math></p> <p><math>C_{w2} = 6908,35N</math></p> <p><math>F_2 = 744,039N</math></p> <p><math>C_2 = 8846,2N</math></p>

Dane	Obliczenia	Wyniki
	<p>Do łożysk dobieram simmering o wymiarach:  Średnica wew.: 12 mm  Średnica zew.: 24 mm  Szerokość: 7 mm</p> <p><b>6.7. Obliczanie średnic czopów wałka koła zębatego</b></p> <p>b. Obliczam wymaganą długość wałka zębniaka:  szerokość luzu montażowego: 2x3mm  szerokość łożyska: 16mm x2  szerokość simmeringu: 7mm  szerokość segera: 2mm x2 (wstępnie)  szerokość zębniaka: 8mm</p> $2 * (16 + 2 + 3) + 7 + 8 = 57mm$ <p>Powiększam długość wałka o 2x1mm sfazowania na końcach wałka oraz odstęp między uszcz. a łożyskiem oraz grubość ścianki(2x2mm). Wstępnie przyjmuję całkowitą obliczeniową długość wałka zębniaka <math>l_2 = 63mm</math></p> <p>Długość wałka do obliczenia reakcji na podporach (odejmuję szerokość uszcz., sfazowania i osiet. między łożyskiem a uszcz. i grubość ścianki oraz 0,5 szerokości łożysk, ponieważ przyjmuję, że reakcje będą występowały w połowie szerokości łożysk):  <math>63 - 2 - 7 - 4 - 16 = 34mm</math></p> <p>b. Obliczam momenty zginające wałek zębniaka.</p>  <p>Zapisuję warunki równowagi:  <math>\sum F_{iy} = 0 \quad -R_a + F_{t2} - R_b = 0</math>  <math>\sum M_{ia} = 0 \quad -F_{t2} * a + R_b * 2a = 0</math></p>	<p><math>l_2 = 63mm</math></p> <p><math>l_{obl} = 2a</math>  <math>= 34mm</math></p>



Dane	Obliczenia	Wyniki
$l_{obl} = 2a$ $= 34mm$ $a = 17mm$ $F_{t2}$ $= 1198,041N$  $F_{t2}$ $= 1198,041N$ $R_b = 599,0205N$	$-1198,041 * 17 + R_b * 2 * 17 = 0$ $-20366,697 = -R_b * 34$ $R_b = \frac{20366,697}{34} = 599,0205N$  $-R_a + F_{t1} - R_b = 0$ $-R_a + 1198,041 - 599,0205 = 0$ $R_a = 1198,041 - 599,0205 = 599,0205N$  $M_{ga} = R_a * 0m = 0$ $M_g = R_a * 0,017m = 599,0205 * 0,017m = 10,18Nm$ $M_{gb} = -R_a * 0,052m + F_{t1} * 0,026m + R_b * 0m = 0$	$R_b = 599,0205N$  $R_a = 599,0205N$  $M_{ga} = 0$ $M_g = 10,18Nm$ $M_{gb} = 0$
$M_{s2} = T_2$ $= 24,83 Nm$ $M_{ga} = 0$ $M_g = 15,57Nm$ $M_{gb} = 0$	<p>e. Obliczam momenty zastępcze:</p> $M_z = \sqrt{M_g^2 + \frac{\alpha}{2} * M_s^2}$ <p>gdzie <math>\alpha</math> dla stali St7 <math>\alpha = \frac{k_{gj}}{k_{sj}} = \frac{130}{85} \approx 1,53</math></p> $M_{za} = \sqrt{M_{ga}^2 + \frac{\alpha}{2} * M_s^2} = \sqrt{0 + \frac{1,53}{2} * 24,83^2} = 21,72Nm$ $M_z = \sqrt{M_g^2 + \frac{\alpha}{2} * M_s^2} = \sqrt{15,57^2 + \frac{1,53}{2} * 24,83^2} = 26,72Nm$ $M_{zb} = \sqrt{M_{gb}^2 + \frac{\alpha}{2} * M_s^2} = \sqrt{0 + \frac{1,53}{2} * 24,83^2} = 21,72Nm$	$M_{za} = 21,72Nm$  $M_z = 26,72Nm$  $M_{zb} = 21,72Nm$
$k_{gj} = 65MPa$ $M_{za} = M_{zb}$ $= 21,36Nm$	<p>f. Obliczam minimalne średnice czopów pod łożyska i zębnik:</p> <p>I. Średnice czopów pod łożyska:</p> $d_{1a} = d_{2a}$ $d_{1a} \geq \sqrt[3]{\frac{10 * M_{za}}{k_{gj}}} = \sqrt[3]{\frac{10 * 21,72}{130000000}} = 0,01187m = 11,87mm$ <p>We wcześniejszych obliczeniach do doboru łożysk przyjąłem 12mm a więc jest to poprawna średnica.</p>	$d_{2a} = d_{2b}$ $= 12mm$

Dane	Obliczenia	Wyniki
<p><math>k_{gj} = 65MPa</math> <math>M_z = 26,43Nm</math></p> <p><math>l_1 = 85mm</math> <math>l_{dod} = 18mm</math></p> <p><math>M_{s2} = T_2</math> <math>= 24,83 Nm</math> <math>d_{zcz} = 14mm</math> <math>k_{c1} = 175MPa</math> <math>b = h = 5mm</math></p>	<p>II. Średnica czopa pod koło zębate:</p> $d_{zcz} \geq \sqrt[3]{\frac{10 * M_{za}}{k_{gj}}} = \sqrt[3]{\frac{10 * 26,72}{130000000}} = 0,01271m = 12,71mm$ <p>Z doboru łożysk do wałka koła zębatego wynika, że łożysko powinno opierać się na karbie wałka o średnicy 14,5mm i średnica ta jest większa od minimalnej wymaganej pod czop koła zębatego, przyjmuję więc średnicę wałka pod czop koła zębatego <math>d_{zcz} = 15mm</math></p> <p><b>6.8. Obliczam całkowitą długość wałka koła zębatego:</b></p> $l_{całk} = l_1 + l_{dod}$ <p>Przyjmuję dodatkową długość wałka koła zębatego (długość wałka wychodzącego poza obudowę) <math>l_{dod} = 17mm</math></p> $l_{całk} = 63 + 17 = 80mm$ <p><b>6.9. Dobór pierścieni osadczycy SEGERA do wałka koła zębatego</b></p> <p>Dobieram pierścienie z „Katalogu segerów zewnętrznych DIN 471” Seger 15 Średnica karbu pod pierścień: 13,8mm Wysokość pierścienia: 2,2mm Minimalna szerokość karbu pod pierścień: 1,1mm Szerokość pierścienia: 1mm</p> <p><b>6.10. Obliczanie długości wpustu na wałku koła zębatego</b></p> <p>Na materiał wpustu przyjmuję stal 55</p> $F_{w1} = \frac{2M_{s1}}{d_{B1}} = \frac{2 * 0,02483kNm}{0,015m} = 3,310kN = 3310N$ $k_{o1} = 0,8 * k_c = 0,8 * 225 = 180$ $t_1 \approx 0,5h = 0,5 * 5 = 2,5$ $l_{0A} \geq \frac{F}{t_1 * k_o} = \frac{3310}{2,5 * 180} = 7,35mm$ <p>Przyjmuję długość wpustu <math>l_{0B} = 8mm</math></p>	<p><math>d_{zcz} = 15mm</math></p> <p><math>l_{dod} = 17mm</math></p> <p><math>l_{całk} = 80mm</math></p> <p><math>l_{0B} = 8mm</math></p>

