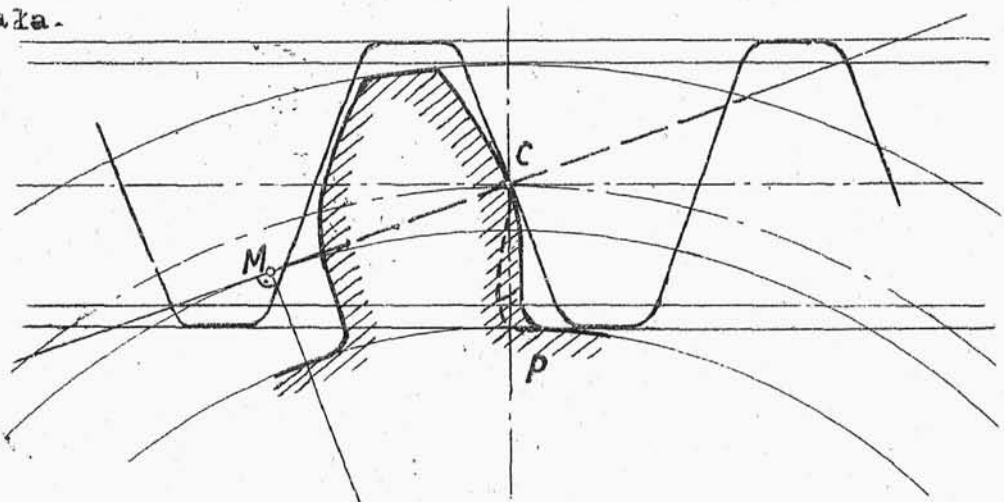


kiej frezarce poziomej zaopatrzonej w podzielnicę.

Koła ewolwentowe wyparły zupełnie inne rodzaje kół zębatach. Nastąpiło to dzięki prostocie obróbki zarówno przy wyrobie pojedynczych sztuk /metoda odwzorowania/ jak i dużych serii / metoda Maag'a i Fellow'a/.

#### §10. Poprawianie zarysu.

Rozpatrzmy obróbkę koła zębatego zębatką, przedstawioną na rys.43, gdzie zarys odniesienia/zarys koła zębatego odniesiony na linię prostą, lub zarys zębatki który będzie obrabiać dane koło/ sięga poniżej rzutu punktu  $M$  na linię środków. Przy obróbce obwiedniowej zębatką nastąpiło by podcięcie zarysu czynnego zęba w według linii  $p$ . Z wypadkiem takim mamy do czynienia w praktyce, gdy ilość zębów koła obrabianego jest zbyt mała.



rys.43.

Dla uniknięcia podcięcia możemy albo skrócić ząb zarysu odniesienia, albo cały zarys przesunąć w kierunku od środka koła obrabianego o pewną wielkość przy jakiej podcięcie nie następuje.

Pierwsze rozwiązanie nie dałoby pożądaných rezultatów, bo przez skrócenie zębatki stracilibyśmy część zarysu. Dlatego w praktyce uciekamy się do drugiego sposobu, odsuwając zębatkę obrabiającą od środka.

Zapoznajmy się teraz dokładnie z koretką zarysu. Oznaczmy przez  $x$  współczynnik przesunięcia /rys.44/ przez który musimy pomnożyć moduł  $m$ , aby po przesunięciu zębatki o odcinek  $m \cdot x$  nie nastąpiło podcięcie.

Wynikiem przesunięcia zębatki będzie: 1/ zwiększenie się promienia wierzchołków koła i promienia podstaw o  $m \cdot x$ , 2/ zwiększenie się szerokości zęba /mierzonej na kole podziałowym/ i zmniejszenie się szerokości wrębu.

Z elementarnych zależności widocznych na rys.44 wynika:

$$D'_i = D_i = m \cdot z$$

$$D'_w = m \cdot (z_1 + 2 + 2 \cdot x)$$

$$D'_z = m \cdot (z_1 - 2,4 + 2 \cdot x)$$

W przypadku normalnej wysokości wierzchołka i podstaw nowe wysokości podstaw i wierzchołka będą:

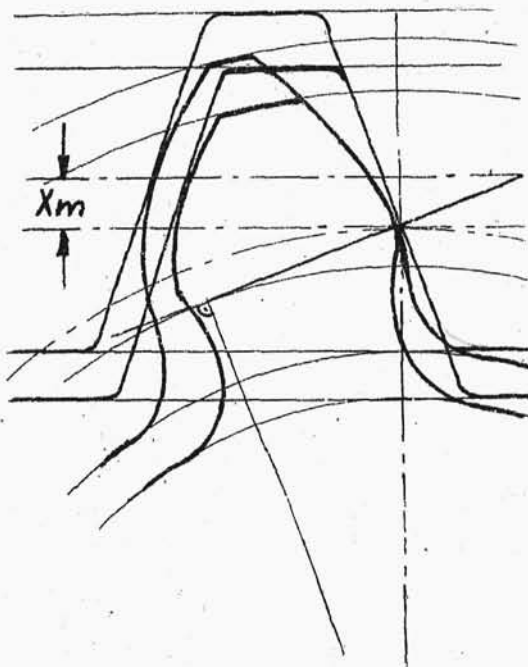
$$h_w = m(1-x) \quad h_p = m(1,2+x) \quad /20/$$

oraz

$$s = (0,5 \cdot \pi + 2 \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot x) \cdot m \quad /21a/$$

$$w = (0,5 \cdot \pi - 2 \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot x) \cdot m \quad /21b/$$

Uwaga: związki te są słuszne dla kół obrabianych starannie bez luzu międzyzębnego.



rys.44.

Określmy ilość zębów, przy której podcięcie jeszcze nie występuje. Ilość tę nazywać będziemy *g r a n i c z n ą* -  $z_g$ .

Wyobraźmy sobie, że mamy do czynienia z zazębieniem granicznym, przy którym nie zachodzi jeszcze podcięcie /rys.45/.

Z trójkąta  $OMC$

otrzymamy:

$$OC = \frac{NC}{\sin \alpha}$$

$$NC = \frac{m}{\sin \alpha}$$

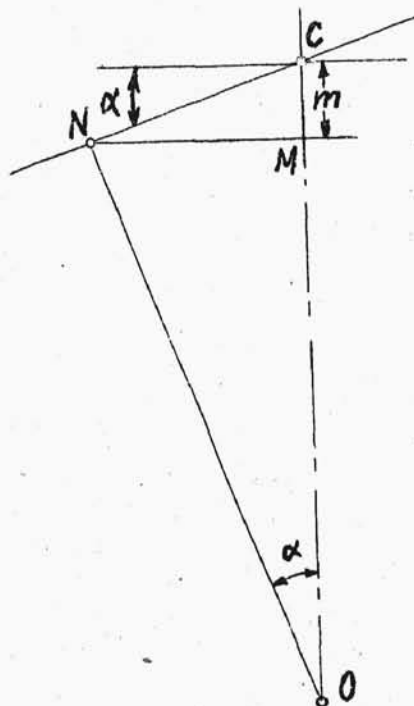
ale

$$OC = \frac{z_g \cdot m}{2}$$

więc

$$z_g = \frac{2}{\sin^2 \alpha} \quad /22/$$

Korzystając z otrzymanego wyniku na teoretyczną ilość graniczną zębów, możemy określić przy każdym założonym kącie  $\alpha$  ilość zębów, przy której



rys.45.

masz podcięcie. W praktyce jednak dopuszczamy lekkie podcięcie zębów i w ten sposób otrzymujemy *o b n i* -

z on ą p r a k t y c z n ą g r a n i c z n ą i l o-  
ś ć z ę b ó w -  $z'_g$

$$z'_g = \frac{5}{6} z_g \quad /23/$$

Przekładnie ewolwentowe nie poprawione buduje się  
do granic określonych p r a k t y c z n ą g r a n i-  
c z n ą i l o ś c i ą z ę b ó w -  $z'_g$ .

Dla najczęściej spotykanych kątów przyporu:

$$\begin{array}{lll} \alpha = 15^\circ & z_g = 30 & z'_g = 25 \\ \alpha = 20^\circ & z_g = 17 & z'_g = 14 \end{array}$$

Zajmiemy się teraz znalezieniem wartości  $x$  o ja-  
ką należy przesunąć zarys, aby nie nastąpiło podcię-  
cie /rys.46/. Założmy, że koło obrabiane  $O$  posiada  
 $z < z'_g$ . Zębtaka w czasie obróbki podcinałaby zarys.

Chcąc uniknąć podcięcia musimy przesunąć zarys o  
 $x.m$ , ograniczając się do linii przyporu

Z  $\Delta N_g N M$  mamy:

$$N_g N = \frac{x.m}{\sin \alpha} = OQ \quad /24/$$

zaś z  $\Delta O_g O Q$

$$OQ_g = \frac{OQ}{\sin \alpha} = \frac{x.m}{\sin^2 \alpha} \quad /25/$$

odcinek:

$$OQ_g = O_g C - OC \quad /26/$$

ale

$$O_g C = R_g \quad /27a/$$

$$O C = R \quad /27b/$$

z drugiej strony: / wzory 26i 27a b /

$$R_g - R = \frac{m}{2} (z_g - z) \quad /28/$$

więc

$$O_g O = \frac{O O}{\sin \alpha} = \frac{x m}{\sin^2 \alpha} = \frac{x}{2} \cdot \frac{2}{\sin^2 \alpha} m = \frac{x \cdot z_g \cdot m}{2} \quad /29/$$

zaś z 28 i 29

$$\frac{x \cdot z_g \cdot m}{2} = \frac{m}{2} (z_g - z) \quad /30/$$

otrzymamy stąd

$$x = \frac{z_g - z}{\frac{2}{\sin^2 \alpha}} = \frac{z_g - z}{z_g} \quad /31/$$

i ostatecznie

$$x = \frac{z'_g - z}{z_g} \quad /32/$$

dopuszczając minimalne podcięcie przy  $z'_g$ .

Dla najczęściej spotykanych kątów przyporu otrzymamy odpowiadające przesunięcia

$$\alpha = 15^\circ \quad x = \frac{25 - z}{30}$$

$$\alpha = 20^\circ \quad x = \frac{14 - z}{17}$$



Rozpatrzmy wypadek, gdy dwa koła  $Z_1$  i  $Z_2$  są tak dobrane, że  $z_1 < z'_2$   $z_2 > z'_1$ , co przedstawione jest na rys.49.

Aby odległość osi  $\alpha$  zosta-

ła niezmienną, należy

tak dobrać powiększenie

średnicy zewnętrznej koła

$Z_1$ , aby równała się zmniej-

szeniu średnicy wewnętrznej

koła  $Z_2$ , czyli:

$$x_1 = -x_2 \quad /33/$$

a podstawiając wartości na

$x_1$  i  $x_2$  otrzymamy, że korek-

ta jest b e z r o z s u -

w a n i a o s i możliwa,

gdy

$$Z_1 + Z_2 \geq 2 \cdot z'_2 \quad /34/$$

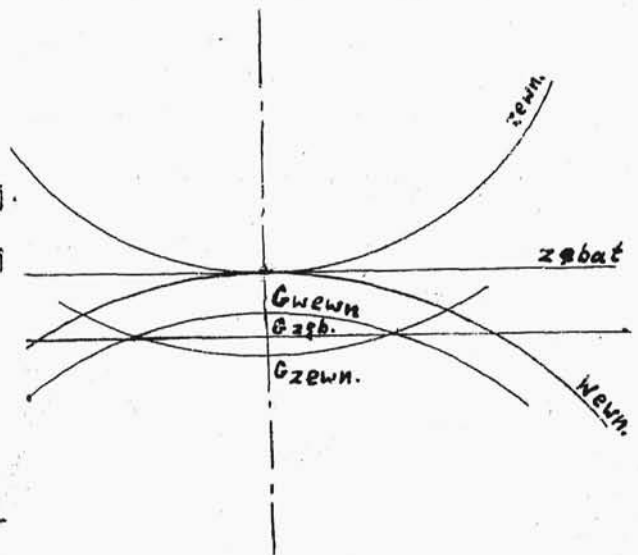
rys.47.

Stawiając na  $z$  wartości, otrzymamy:

$$\alpha = 15^\circ \quad Z_1 + Z_2 \geq 50 \quad \text{w Ameryce} \quad 14^\circ 30'$$

$$\alpha = 20^\circ \quad Z_1 + Z_2 \geq 28$$

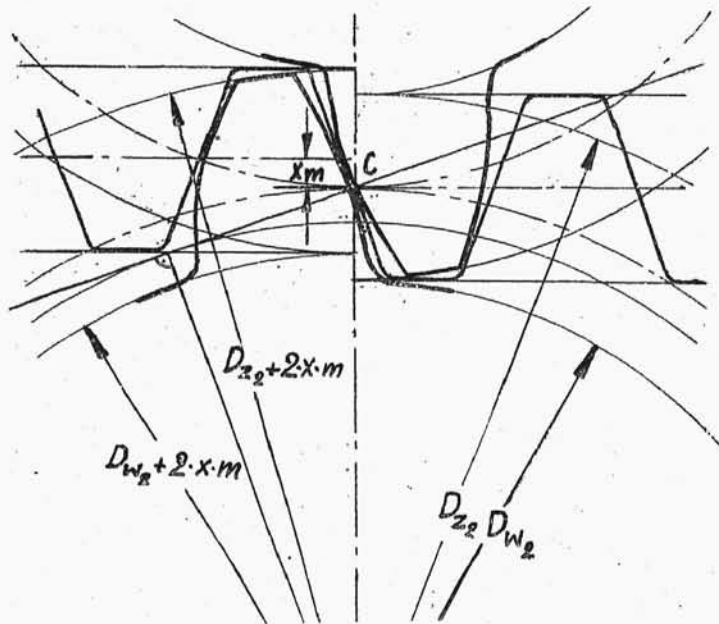
Tak więc w wypadku, gdy warunek powyższy jest spełniony, obliczamy  $x_1$  dla koła 1, a dla koła 2 przyj-



mujemy:

$$x_2 = -x_1$$

Strona prawa rysunku 48 przedstawia ząb przed poprawieniem, lewa po poprawieniu. Poprawienie polega więc na przesunięciu zarysu odniesienia o  $x.m$ . Przesuwając jedno koło o  $x.m$ , drugie zaś o tę samą wielkość, lecz w kierunku przeciwnym ( $-x.m$ ), pozostawiamy taką samą odległość środków kół  $a$ .

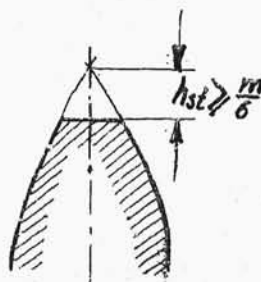


rys.48.

Gdy nie jest spełniony warunek  $z_1 + z_2 \geq 2z_g$  to oczywiście odległość środków nie

$Z_1 + Z_2$	$K$	
	$\alpha = 15^\circ$	$\alpha = 20^\circ$
14		0,175
15		0,151
16	0,360	0,126
17	0,334	0,105
18	0,315	0,086
19	0,289	0,072
20	0,273	0,058
21	0,255	0,045
22	0,238	0,033
23	0,223	0,022
24	0,205	0,016
25	0,190	0,008
26	0,174	0,004
27	0,157	0,001
28	0,137	
29	0,128	
30	0,116	
31	0,105	
32	0,094	
33	0,088	
34	0,075	
35	0,070	
36	0,061	
37	0,052	
38	0,045	
39	0,037	
40	0,034	
41	0,029	
42	0,021	
43	0,014	
44	0,011	
45	0,009	
46	0,007	
47	0,003	
48	0,002	
49	0,001	
50		

Dla  $Z_1 + Z_2$  od 16 do 27  
włącznie przy  $\alpha = 15^\circ$  ko-  
nieczne jest obniżenie  
wierzchołków zębów.



rys.49.

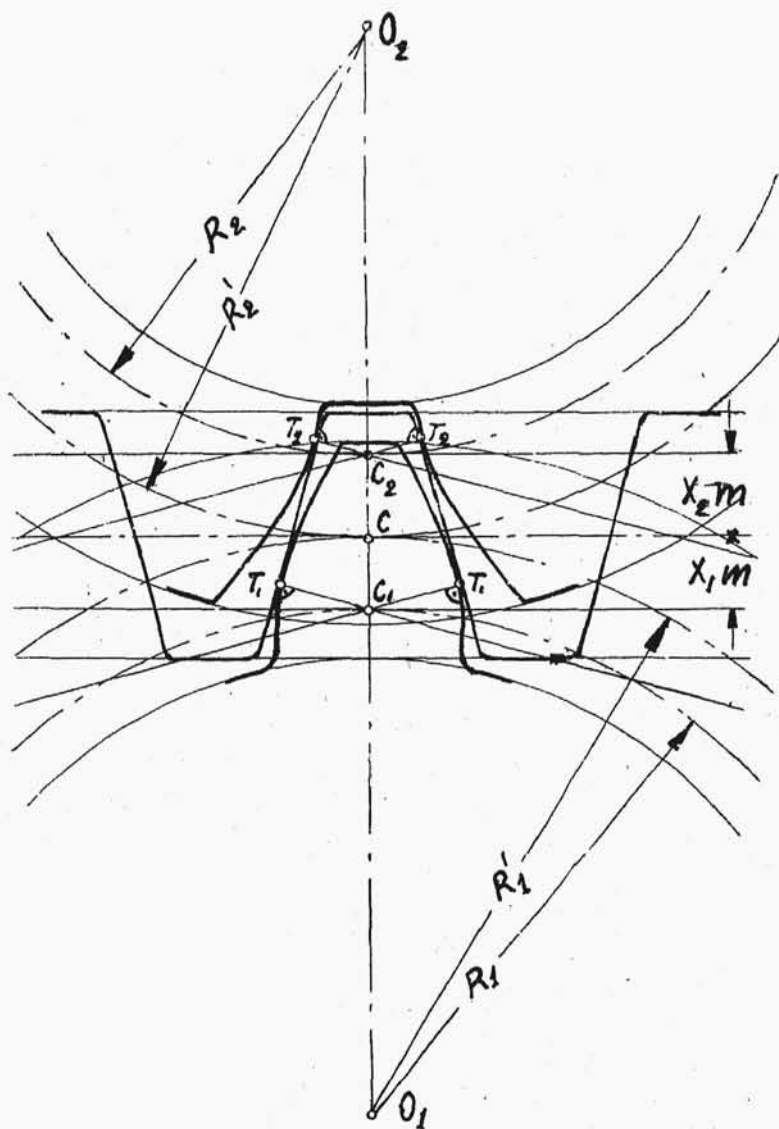
może być utrzymana i koła będą musiały być rozsunięte.

Przesunięcie zarysu ograniczone jest w pierwszym rzędzie ostrością zęba przy wierzchołku /rys.49/. Ze względu na to trzeba pamiętać, aby po przesunięciu

$h \geq \frac{m}{6}$ . Ograniczenie to wynika ze względów wytrzymałościowych zęba, w obawie przed wykruszeniem się wierzchołka.

Zbadajmy teraz nierozpatrzone dotychczas wypadek gdy  $z_1 < z'_1$   $z_2 < z'_2$  t. j.  $z_1 + z_2 < 2z'_2$ , zatem wypadek dla którego początkowa odległość osi  $a_0 = 0,5 \cdot m \cdot (z_1 + z_2)$  nie będzie mogła być zachowana.

Zbadajmy, jaką powinna być wartość nowej odległości osi. Zarys koła  $O_1$  jest przesunięty o  $m x_1$ , zaś koła  $O_2$  przesunięty jest o  $m x_2$ . Zauważamy, iż zarysy kół  $O_1$  i  $O_2$  są styczne do zarysu odniesienia lecz wzajemnie nie stykają się. /rys.50/ Nie możemy tak rozsunięte dobrze z sobą współpracować. Dlatego więc w praktyce osi takich kół zsuwa się o powstały luz.



rys.50.

Odległość między osiami wynosiłaby oczywiście

$$\alpha_t = \alpha_0 + (x_1 + x_2) \cdot m \quad /35/$$

/takie przesunięcie założyliśmy/.

Odległość ta jest odległością t e o r e t y c z -  
n ą , bo należy teraz koła zsunąć, aby usunąć powstały  
luz. Zbliżamy je proporcjonalnie do współczynnika  $K$ ,  
zależnego od  $z_1 + z_2$  i kąta przyporu  $\alpha$  /spółczynniki po-  
daje tablica na str.61/. Nowa otrzymana odległość jest  
r z e c z y w i s t ą konieczną odległością osi .

Rzeczywista odległość osi wyrazi się wzorem:

$$\alpha = \frac{m}{2} (z_1 + z_2) + (x_1 + x_2) \cdot m - k \cdot m \quad /36/$$

$$\alpha = \frac{m}{2} (z_1 + z_2 + 2x_1 + 2x_2 - 2k) \quad /36a/$$

W praktyce mamy często odległość osi ściśle okre-  
śloną. Ponieważ w wielkościach przesunięć zarysu istnie-  
je pewna swoboda, możemy tak dobrać wielkości  $x_1$  i  $x_2$ , aby  
przesunięcie nie nastąpiło, a odległość osi była zacho-  
wana.

Oznaczamy /rys.51/

$\alpha_0$  - odległość osi, gdyby zarysy nie były poprawiane

$\alpha_t$  - odległość osi, przed zsunięciem zarysów. *konstytym*

$\alpha$  - odległość rzeczywista osi.

$z_1, z_2$  - ilości zębów kół

$$a_0 = \frac{m}{2} \cdot (z_1 + z_2)$$

$$a_t = a_0 + (x_1 + x_2) \cdot m$$

oznaczamy:

$$a_t = a_0 \cdot (1 + B_t)$$

/37/

więc

$$B_t = \frac{a_t - a_0}{a_0} = \frac{2 \cdot (x_1 + x_2)}{z_1 + z_2}$$

/38/

analogicznie oznaczamy:

$$\alpha = \alpha_0 \cdot (1 + B)$$

/39/

więc:

$$B = \frac{\alpha - \alpha_0}{\alpha_0}$$

/40/

przyjmujemy empiryczne wartości:

$$/41/ \quad \alpha = 20^\circ \quad x = \frac{B_t}{B} = \sqrt[4]{1 + 13 \cdot B_t} = \sqrt{1 + 7 \cdot B}$$

$$/41a/ \quad \alpha = 15^\circ \quad x = \frac{B_t}{B} = \sqrt[4]{1 + 26 \cdot B_t} = \sqrt{1 + 13 \cdot B}$$

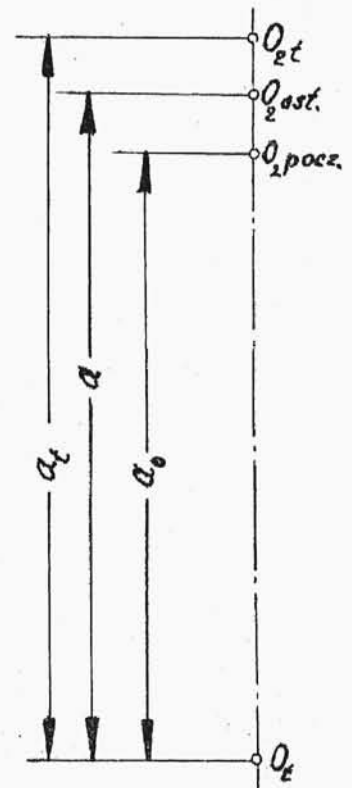
Mając założone  $\alpha$  m z znamy  $B$  ze

wzoru: 40  $B_t$  ze wzoru 41, więc

$x_1 + x_2$  ze wzoru 38, możemy

tak dobrać  $x_1$  i  $x_2$ , aby tym warunkom

stało się zadość.



rys.51.

Dla jaśniejszego przedstawienia tej sprawy, rozpatrzmy kilka przykładów.

Przykład I.

Zazębienie ewolwentowe zewnętrzne z poprawieniem zarysów zębów i zmianą odległości osi.

Dane: ilość zębów  $Z_1 = 8$   $Z_2 = 12$   
moduł  $m = 5$  mm

Kąt przyporu wyjściowy /narzędzia/:  $\alpha_o = 15^\circ$

Obliczone: podziałka  $t = \pi \cdot m = 15,70$  mm

Przyjmujemy, że koła są starannie obrobione,

a więc:  $g + s = t$   $g = s = 0,5 \cdot t$   
grubość zęba wyjściowa  $g = 0,5 \cdot t = 7,85$  mm  
szerokość wrębu wyjściowa  $s = 0,5 \cdot t = 7,85$  mm  
wysokość wierzchołka wyjściowa  $h_w = m = 5$  mm  
" podstawy wyjściowa  $h_p = 1,2 \cdot m = 6$  mm  
średnice podziałowe  $D_1 = m \cdot Z_1 = 40$  mm  
 $D_2 = m \cdot Z_2 = 60$  mm

Spółczynniki przesunięcia zarysów:

$$x_1 = \frac{25 - Z_1}{30} = 0,567 \quad x_2 = \frac{25 - Z_2}{30} = 0,433$$

Spółczynnik zbliżenia osi kół, wg. tab. Nr. IV/

dla  $\alpha_o = 15^\circ$   $Z_1 + Z_2 = 20$  wynosi  $k = 0,273$

Odległość osi wyjściowa  $a_o = 0,5 \cdot m \cdot (Z_1 + Z_2) = 50$  mm

Odległość osi teoretyczna  $a_t = a_0 + m \cdot (x_1 + x_2) = 55 \text{ mm}$

" " rzeczywista  $a = a_t - m \cdot k = 53,64 \text{ mm}$

Teoretyczna wysokość wierzchołków zębów wyniesie:

$$h_{w_1} = m \cdot (1 + x_1) = 7,83 \text{ mm} \quad h_{w_2} = m \cdot (1 + x_2) = 7,17 \text{ mm}$$

Wysokość podstaw zębów wyniesie:

$$h_{p_1} = m \cdot (1,2 - x_1) = 3,16 \text{ mm} \quad h_{p_2} = m \cdot (1,2 - x_2) = 3,83 \text{ mm}$$

Chcąc utrzymać luz wierzchołkowy  $L = 0,2 \text{ mm}$  . należałoby obniżyć wysokość teoretyczną  $h_w$  wierzchołków zębów o  $m \cdot k \text{ mm}$ .

Przyjmujemy zmniejszony luz wierzchołkowy  $L = 0,1 \text{ mm}$  lub  $0,05 \text{ mm}$  . tak iż wysokość rzeczywista wierzchołków zębów wyniesie:

$$h'_w = 4,5 \text{ mm}$$

Srednice wierzchołków zębów wyniosą:

$$D'_{w_1} = D_1 + 2h'_w = 49 \text{ mm}.$$

$$D'_{w_2} = D_2 + 2h'_w = 69 \text{ mm}.$$

Srednice podstaw zębów wyniosą:

$$D_{p_1} = D_1 - 2 \cdot h_{p_1} = 33,68 \text{ mm}$$

$$D_{p_2} = D_2 - 2 \cdot h_{p_2} = 52,34 \text{ mm}$$

Srednice kół przełożenia:

$$D'_1 = 2 \cdot a \cdot \frac{z_1}{z_1 + z_2} = 42,91 \text{ mm}$$

$$D'_2 = 2 \cdot a \cdot \frac{z_2}{z_1 + z_2} = 64,37 \text{ mm}$$

Srednice kół zasadniczych:

$$D_{z_1} = D_1 \cdot \cos \alpha_0 = 38,6 \quad \text{mm}$$

$$D_{z_2} = D_2 \cdot \cos \alpha_0 = 57,9 \quad \text{mm}$$

Rzeczywisty kąt przyporu znajdziemy z zależności:

$$\cos \alpha = \frac{D_1 + D_2}{2a} \cdot \cos \alpha_0 = 0,902 \quad \alpha = 25,5^\circ$$

Znalezione wykreślnie: odcinek przyporu:  $l =$  mm

Obliczone: łuk przyporu:  $t = \frac{l}{\cos \alpha} =$  mm.

$$\text{liczba przyporu: } \varepsilon = \frac{t}{t} =$$

1/Można byłoby jeszcze obliczyć rzeczywistą grubość zęba  $g'$  i szerokość wrębu  $s'$ , mierzone na obwodzie koła podziałowego, wg. wzoru:

$$g'_1 = g + 2 \cdot m \cdot x_1 \cdot \tan \alpha \quad s'_1 = s + 2 \cdot m \cdot x_1 \cdot \tan \alpha$$

$$g'_2 = g + 2 \cdot m \cdot x_2 \cdot \tan \alpha \quad s'_2 = s + 2 \cdot m \cdot x_2 \cdot \tan \alpha$$

Przykład 2.

$$z_1 = 9 \quad z_2 = 12 \quad \alpha = 20^\circ \quad m = 10 \quad \text{mm}$$

$$x_1 = \frac{14-9}{17} = 0,294$$

$$x_2 = \frac{14-12}{17} = 0,118$$

$z_1 + z_2 = 9 + 12 = 21$  z tablic znajdujemy, że  $k \approx 0,045$

$$D'_{w_1} = 10 \cdot (9 + 2 + 2 \cdot 0,294) = 115,9 \quad \text{mm}$$

$$D'_{u_2} = 10 \cdot (12 + 2 + 2 \cdot 0,118) = 142,3 \text{ mm}$$

$$\alpha = m \cdot \left( \frac{z_1 + z_2}{2} + x_1 + x_2 - k \right) =$$

$$= 10 \cdot \left( \frac{9+12}{2} + 0,294 + 0,118 + 0,045 \right) = 109,6 \text{ mm}$$

Przykład 3.

$z_1 = 9$     $z_2 = 12$     $\alpha = 20^\circ$     $m = 10 \text{ mm}$    żądamy, aby odległość osi po poprawieniu  $\alpha = 110 \text{ mm}$ .

$$\alpha_0 = \frac{m}{2} \cdot (z_1 + z_2) = \frac{10}{2} \cdot (9 + 12) = 105 \text{ mm}$$

$$B = \frac{\alpha - \alpha_0}{\alpha_0} = \frac{110 - 105}{105} = 0,0476$$

$$\frac{B_t}{B} = \sqrt{1 + 7 \cdot 0,0476} = 1,154$$

$$B_t = B \cdot 1,154 = 0,0476 \cdot 1,154 = 0,055$$

$$B_t = \frac{2 \cdot (x_1 + x_2)}{z_1 + z_2}$$

stąd

$$x_1 + x_2 = \frac{0,055}{2} \cdot (9 + 12) = 0,578$$

$$x_1 \geq 0,294$$

$$x_2 \geq 0,188$$

Dobieramy teraz tak  $\chi_1$  i  $\chi_2$ , by spełniło dwa ostatnie warunki i  $\chi_1 + \chi_2 = 0,578$

Przykład 4.

Założmy, że mamy koło o ilości zębów  $Z_1 = 14$   $\alpha = 20^\circ$  i  $m = 10 \text{ mm}$  które ma współpracować z kołami o ilościach zębów,  $Z_2' = 28$ ,  $Z_2'' = 29$  oraz  $Z_2''' = 30$ . Te trzy koła są na wspólnej osi. Odległość  $\alpha$  jest jednakowa dla wszystkich kół. Jedno z kół obieramy za normalne, a inne poprawiamy, dostosowując do obranego.

Obieramy

$$\chi_1 = 0 \quad \chi_2''' = 0$$

$$\alpha_1' = \frac{14+28}{2} \cdot 10 = 210 \quad \text{mm}$$

$$\alpha_1'' = \frac{14+29}{2} \cdot 10 = 215 \quad \text{mm}$$

$$\alpha_1''' = \alpha = \frac{14+30}{2} \cdot 10 = 220 \quad \text{mm}$$

Będziemy stąd mieli dla zespołu I

$$B' = \frac{220-210}{210} = 0,0476$$

$$\chi_2' = \frac{B_1'}{B'} = \sqrt{1 + 7 \cdot 0,0476} = 1,154$$

$$B_2' = 1,154 \cdot 0,0476 = 0,055$$

zaś dla zespołu II

$$B'' = \frac{220 - 215}{215} = 0,0232$$

$$\mathcal{R}'' = \sqrt{1 + 7 \cdot 0,0232} = 1,078$$

$$B_t'' = 1,078 \cdot 0,0232 = 0,025$$

stąd

$$x_2' = 1,155 \quad x_2'' = 0,538$$

Przykład 5. Układ planetarny.

Zakładamy, że  $z_1 = 8$ ,  $z_2 = 36$ ,  $z_3 = 80$ ,  $\alpha = 20^\circ$   $m = 10$  mm

/rys.52/.

$$z_1 + 2 \cdot z_2 = z_3$$

Zarys przesuwamy o

$$x = \frac{14 - 8}{17} = 0,353$$

$\alpha = \alpha_0$  nie zmieniamy odległości środków, ponieważ

$$z_1 + z_2 = 8 + 36 = 44 > 2 \cdot z_3'$$

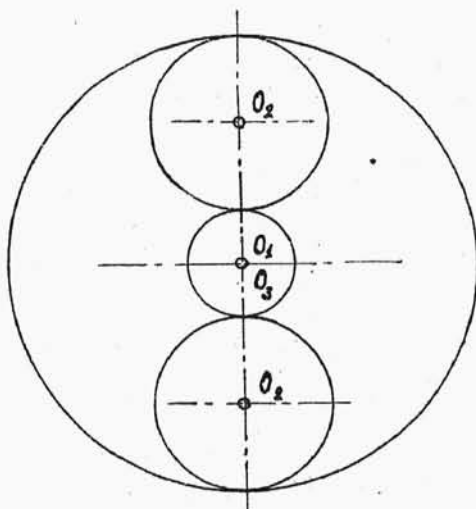
Na tej podstawie możemy przyjąć

$$x_2 = -x_1$$

i przesunąć zarys koła 0

ku środkowi, w kole wewnętrznym musimy również przyjąć

$$x_2 = x_3 = -x_1$$



rys.52.

Obliczamy

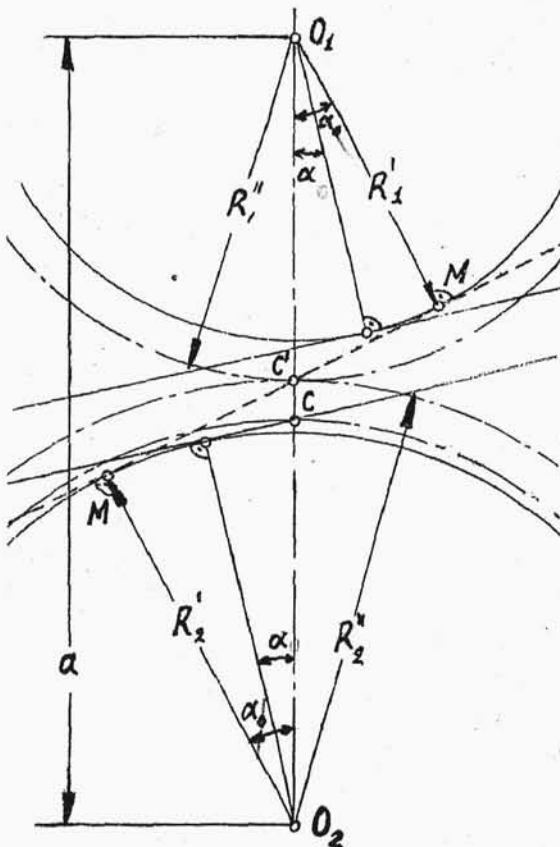
$$a_0 = 220 \text{ mm}$$

$$D_{w_1} = 107,9 \text{ mm}$$

$$D_{w_2} = 372,9 \text{ mm}$$

$$D_{w_3} = 773 \text{ mm}$$

Rozpatrzmy teraz wpływ rozsunięcia zarysu na linię przyporu. Przy korekcie zęba bez rozsuwania osi, linia przyporu nie ulegała zmianie, bo koła zasadnicze nie były zmienione i zęby stykały się na linii środków w tym samym punkcie C.



rys.53.

Przy korekcie z rozsunięciem osi sprawa ta będzie przedstawiała się inaczej, bo wprowadzcie koła zasadnicze zostaną niezmienione, ale środki osi ich rozsunięto, więc zęby współpracujące stykać się będą nie w punkcie C, lecz w punkcie C' /rys.53/. Na podstawie tego, co powiedziano o linii

przyporu na str.33 , widzimy, że nową linią przyporu będzie prosta  $MM$  tworząca z poziomem kąt  $\alpha$  , będący r z e c z y w i s t y m kątem przyporu. Wielkości kół podziałowych ulegną też oczywiście zmianie i n o w e k o ł a p o d z i a ł o w e będą  $R'_1, R'_2$  jako koła przechodzące przez punkt  $C$  .

Uwaga. Pamiętać należy, że o kształcie zarysu decydować będzie oczywiście pierwotny kąt przyporu  $\alpha_0$  .

Z elementarnych zależności otrzymamy:

$$\cos \alpha = \frac{R'_1 + R'_2}{\alpha} \quad /42/$$

gdzie:  $\alpha$  - nowa odległość osi

$$R'_1 = R_1 \cdot \cos \alpha_0 \quad R'_2 = R_2 \cdot \cos \alpha_0 \quad /43/$$

czyli

$$\cos \alpha = \frac{R_1 + R_2}{\alpha} \cdot \cos \alpha_0 \quad /44/$$

ale

$$R_1 + R_2 = \alpha_0$$

więc

$$\cos \alpha = \frac{\alpha_0}{\alpha} \cdot \cos \alpha_0 \quad /45/$$

Jak z otrzymanego wzoru wynika, kąt przyporu przy zmianie odległości osi zwiększa się, co jest dogodne ze względu na odcinek przyporu /zwiększa się/, ale po-

ciąga za sobą zwiększenie nacisków międzyzębnych.

Promienie nowych kół podziałowych wyrażą się wzorami:

$$R_1'' = a \frac{z_1}{z_1 + z_2}$$

$$R_2'' = a \frac{z_2}{z_1 + z_2}$$

W rozpatrywanych wypadkach korekty zarysu mieliśmy do czynienia z kołami o małej ilości zębów, ale o trzymane wzory mają charakter ogólny i pozwalają na poprawienie zarysu nawet w wypadku, gdy ilość zębów koła poprawionego jest większa od granicznej ilości zębów.

Narzędzie obrabiające w takim wypadku należy w myśl wzoru przesunąć o  $-X$ , a zatem do obrabianego koła przysunąć.

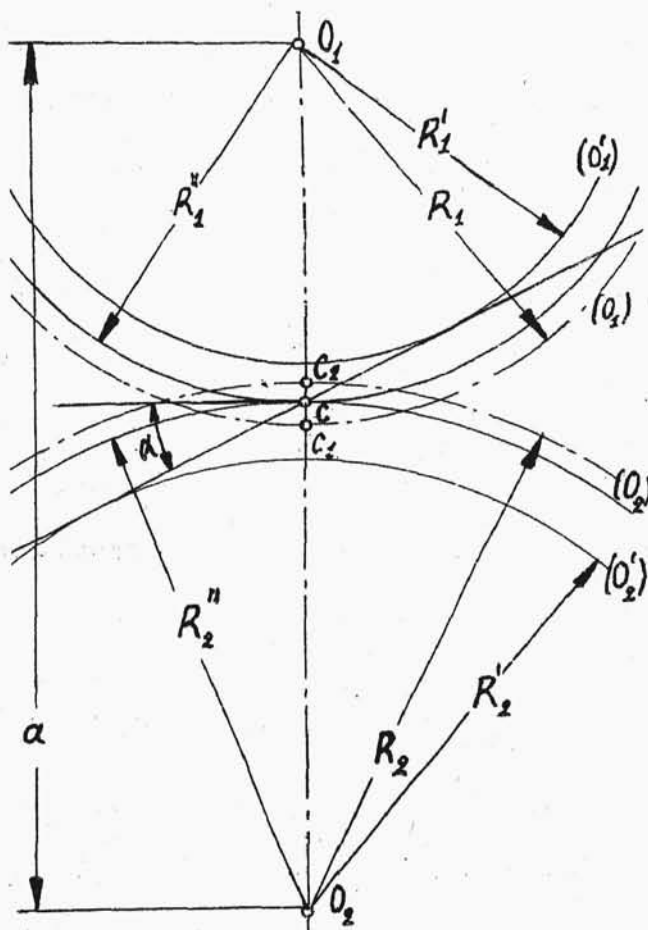
Jeżeli mamy wypadek /rys.54/, że poprawiamy zarysy obu kół, których  $z_1 > z_2'$  i  $z_2 > z_1'$ , to pierwotna ich odległość osi  $O_0$  nie mogłaby być zachowana i aby koła te mogły współpracować, należy je zsunąć. Zmienia się zatem podobnie jak w wypadku korekty kół z rozsuwaniem osi średnice podziałowe, a co zatem idzie i przełożenie.

Uwzględniając znak przesunięcia wszystkie elementy

poprawiania takiego zarysu określone są wzorami wypro-  
wadzonymi dla wypadku, gdy  $z_1 + z_2 < 2 \cdot z'_3$

Wynikiem po-  
prawienia zarysów  
takich kół będzie  
zmniejszenie kąta  
przyporu, a co za-  
tem idzie i nacis-  
ków. Pociągnie to  
jednak za sobą  
zmniejszenie dłu-  
gości linii przypo-  
ru.

Na zakończenie  
należy zwrócić uwa-  
gę, że wskutek od-  
powiedniego dobra-  
nia przesunięcia



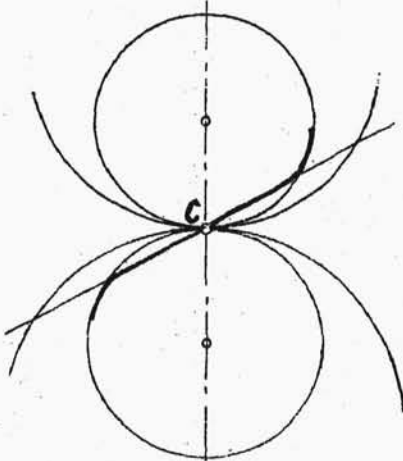
rys.54.

można tak wykonać współpracujące koła, aby zęby obu  
kół miały jednakową grubość przy podstawie, co daje ma-  
ksymalną wytrzymałość zespołu. *Tabelle prof Schuebel (Präge)*

Przy małych ilościach zębów długość linii przyporu

wypada zbyt krótka. Poprawiając zarysy poznanymi metodami długość linii przyporu zwiększamy zbyt nieznacznie.

Rozwiązanie pozwalające na uniknięcie podcięcia zarysu i jednocześnie wydłużenie linii przyporu przedstawione jest na rys.55.



rys.55.

stawione jest na rys.55.

Zarysy takiego zazębienia utworzone są w części odpowiadającej linii przyporu prostej ewolwentami, zaś w częściach linii przyporu uzupełnionych okręgami kół

krzywymi cyklicznymi. Zarysy

takie nazywają się m i e s z a n y m i , a wykonuje się je frezami modułowymi metodą podziałową.

Projektując przekładnię zębatą należy dobrać takie przesunięcie, aby zespół posiadał pod każdym względem optymalne warunki pracy. Umożliwiają to odpowiednie tablice i wykresy określające dla danych warunków optymalne przesunięcie i określają odległość osi po poprawieniu.