

KATEDRA TECHNOLOGII MASZYN I AUTOMATYZACJI PRODUKCJI

ĆWICZENIE NR 3

TEMAT ĆWICZENIA:

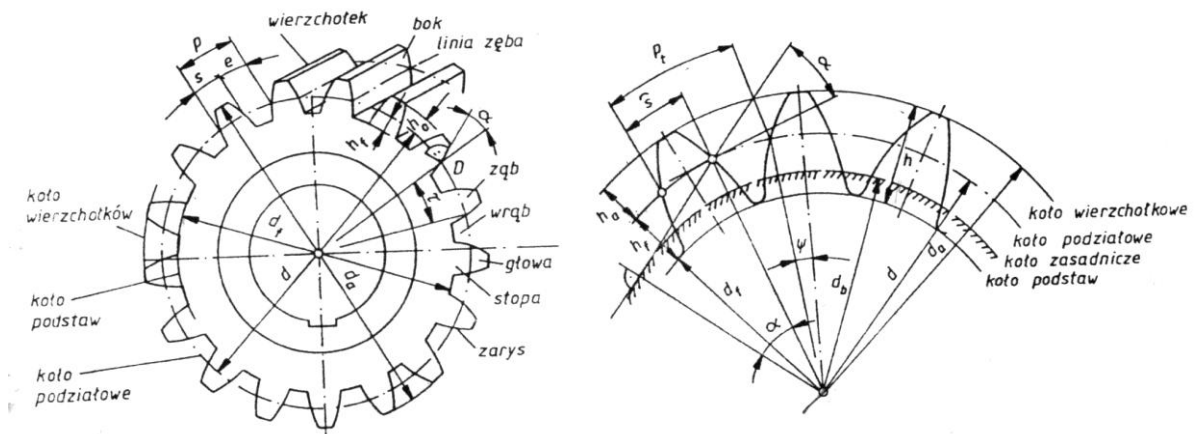
POMIAR KÓŁ ZĘBATYCH WALCOWYCH

ZADANIA DO WYKONANIA:

1. Zidentyfikować koło zębate przeznaczone do pomiaru i określić jego podstawowe parametry
2. Dokonać pomiaru grubości zęba suwmiarką modułową lub optycznym mikrometrem modułowym
3. Dokonać pomiaru grubości metodą przez n zębów mikrometrem talerzykowym

1. Charakterystyka uzębienia

Rys. 1 przedstawia podstawowe wymiary walcowego koła zębatego oraz główne wymiary uzębienia



Rys. 1. Podstawowe wymiary walcowego koła zębatego

Podstawowymi parametrami koła zębatego są:

z - ilość zębów,

m - moduł (znormalizowane moduły podano w tabl. 1),

P_t - podziałka czołowa (mierzona na łuku okręgu podziałowego),

P_b - podziałka zasadnicza (mierzona na łuku okręgu zasadniczego),

d - średnica koła podziałowego,

d_a - średnica koła wierzchołków,

d_f - średnica koła podstaw,

d_b - średnica koła zasadniczego,

h_a - wysokość głowy zęba,

h_f - wysokość stopy zęba,

h - wysokość zęba

α - nominalny kąt zarysu ($\alpha = 20^\circ$ jest kątem znormalizowanym),

s - grubość zęba (teoretyczna),

$e = s$ - szerokość wrębu (teoretyczna),

c luz wierzchołkowy,

l_n - luz międzyzębny normalny,

a - odległość osi kół współpracujących,

x - współczynnik przesunięcia zarysu zęba (współczynnik korekcji),

y - współczynnik wysokości zęba,

k' współczynnik luzu wierzchołkowego.

Tabela 1

Wartości znormalizowanych modułów (wg PN-67/M-88502)

Szeregi modułów [mm]									
1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
0,1	0,11	0,3	0,35	0,1	1,125	3,0	3,5	10,0	11,0
0,12	0,14	0,4	0,45	1,25	1,375	4,0	4,5	12,0	14,0
0,15	0,18	0,5	0,55	1,50	1,75	5,0	5,5	16,0	18,0
0,20	0,22	0,6	0,70	2,0	2,25	6,0	7,0	20,0	22,0
0,25	0,28	0,8	0,90	2,5	2,75	8,0	9,0	25,0	

Moduły szeregu pierwszego są uprzywilejowane

Geometryczne zależności między głównymi parametrami koła zębatego:

moduł $m = \frac{P_t}{\pi}$ ($\pi = 3,14159265$),

podziałka czołowa $p_t = \pi m$

podziałka zasadnicza $p_b = p_t \cos \alpha$,

średnica podziałowa $d = z m$,

wysokość głowy zęba $h_a = m(y+x)$,

dla zębów normalnych $y = 1$,

dla zębów wysokich $y > 1$,

dla zębów niskich $y < 1$,

gdy $x = 0$ koło jest bez korekcji (tzw. koło zerowe),

gdy $x > 0$ zarys zęba jest przesunięty na zewnątrz (koło z korekcją dodatnią),

gdy $x < 0$ zarys zęba jest przesunięty do wewnątrz koła (koło z korekcją ujemną),

średnica wierzchołków $d_a = d + 2h_a = m(z + 2y + 2x)$,

luz wierzchołkowy $c = k'm$.

W konstrukcji kół zębatych bywa stosowany:

współczynnik luzu wierzchołkowego $k' = 0,1 \div 0,3$ (wielkość zalecana $k' = 0,2$),

średnica podstaw $d_f = d - 2(y+k')m + 2xm = m(z - 2y - 2k' + 2x)$,

wysokość stopy zęba $h_f = m(y + k' - x)$,

wysokość zęba $h = h_a + h_f$,

Dla zębów normalnych współczynnik $y = 1$ oraz przy $k' = 0,2$ otrzymuje się :

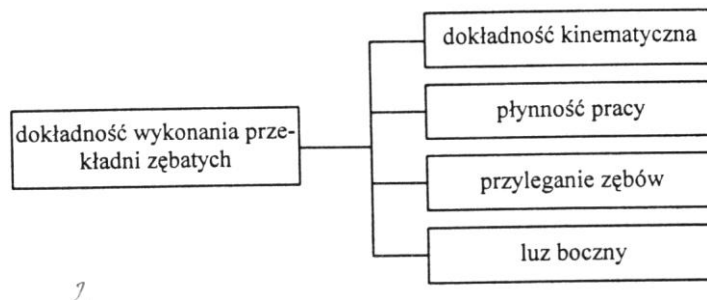
średnica wierzchołków $d_a = m(z + 2 + 2x)$,

średnica podstaw $d_f = m(z - 2,4 + 2x)$.

Ten najprostszy przypadek typu zębów koła pozwala szybko zidentyfikować główne parametry nieznanego koła zębatego, przez pomiar wielkości d_a , d_f , z oraz rozwiązanie przytoczonego układu równań, z którego należy wyznaczyć moduł m , współczynnik korekcji x oraz obliczyć inne parametry jako funkcje $f(m, x)$.

2. Dokładność wykonania kół zębatach (PN-79/M-88522.00, PN-79/M-88522.01, PN-93/M88509.00)

Klasą dokładności kół i przekładni zębatach nazywa się ustalony normą, założony dla określonych kół i przekładni stopień niezgodności zaobserwowanych i teoretycznych wartości parametrów. Odchyłkę jednego z parametrów np. grubości zęba, podziałki, nazywa się odchyłką elementarną. Odchyłką kompleksową natomiast jest odchyłka jednego z parametrów funkcjonalnych, np. odchyłka kinematyczna, odchyłka cykliczna. Za wskaźniki dokładności uważa się odchyłki funkcjonalnych i geometrycznych parametrów koła lub przekładni. Rozróżnia się wskaźniki kompleksowe i elementarne. W celu określenia dokładności wykonania kół zębatach rozpatruje się wiele czynników składowych, przedstawionych na rys. 2. Są to parametry funkcjonalne, w odróżnieniu od parametrów geometryczno-konstrukcyjnych.



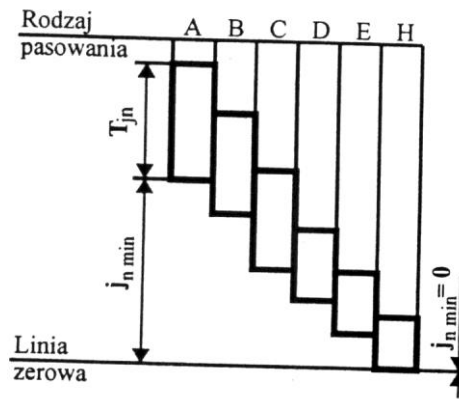
Rys. 2 Parametry funkcjonalne dokładności wykonania kół zębatach

Dokładność kinematyczna jest dokładnością odtaczania kół przy pełnym obrocie. Jest ona ważna w mechanizmach podziałowych obrabiarek, przyrządach pomiarowych, układach nadążnych itp. Można rozpatrywać dokładność kinematyczną przekładni bądź koła zębatego. Określa ją dziewięć wskaźników dokładności wymienionych w normie.

Płynność pracy należy uwzględnić podczas projektowania skrzyń przekładniowych. Charakteryzuje ją jedenaście wskaźników dokładności wymienionych w normie. Na podstawie wartości tych wskaźników można wnioskować o zdolności przekładni do tłumienia drgań i hałasu. Płynność pracy jest określona dokładnością kinematyczną rozpatrywaną na długości jednej podziałki koła.

Przyleganie zębów należy uwzględnić w projektowaniu elementów zębatach, od których wymaga się dużej wytrzymałości zębów. Jest ono określone sumarycznym śladem przylegania zębów. Jednym z ważnych czynników jest tutaj równoległość osi kół przekładni. Przyleganie zębów charakteryzuje pięć wskaźników dokładności zamieszczonych w normie.

Luz boczny występuje na zębach pracujących od strony nieobciążone. Charakteryzuje go gwarantowany luz boczny, czyli założony najmniejszy normalny luz boczny dla danego pasowania. Luz boczny określa rodzaj pasowania kół współpracujących w przekładni. Charakteryzuje do czternaście wskaźników dokładności zawartych w normie



Rys. 3 Rodzaje pasowań współpracujących kół zębatach; T_{jn} – tolerancja luzu bocznego, $j_{n\min}$ – gwarantowany luz boczny

3. Klasy dokładności i rodzaje pasowań (PN-79/M-88522.01)

Norma przewiduje 12 klas dokładności wykonania kół i przekładni zębatach, przy czym klasa 1 jest najdokładniejsza. Dla klas 3÷12 ustalono wymagania dotyczące dokładności kinematycznej, płynności pracy i przylegania zębów. Wymagania dla klas 1 i 2 będą określone w przyszłości. Dopuszcza się przyjmowanie do kół i przekładni wymagań dotyczących dokładności kinematycznej, płynności pracy i przylegania zębów z różnych klas dokładności z następującymi ograniczeniami:

Wymagania dotyczące płynności pracy mogą być przyjmowane z klasy wyższej co najwyżej o 2 klasy lub niższej o 1 klasę niż wymagania dotyczące dokładności kinematycznej,

Wymagania dotyczące przylegania zębów mogą być przyjmowane z klasy niższej o 1 klasę niż wymagania dotyczące płynności pracy.

Ustalono sześć rodzajów pasowań kół zębatach współpracujących w przekładni: A, B¹, C, D, E, H i osiem rodzajów tolerancji T_{jn} luzu bocznego: x, y, z, a, b, c, d, h, przy czym symbole są uszeregowane w kolejności zmniejszania się luzu bocznego i jego tolerancji.

Tabela 2 Zależność między rodzajem pasowania a klasą dokładności

Rodzaj pasowania	A	B	C	D	E	H
Klasa dokładności według wymagań dotyczących płynności pracy	3÷12	3÷11	3÷9	3÷8	3÷7	3÷7

Rodzajom pasowania H i E odpowiada tolerancja luzu bocznego h, a rodzajom pasowań D, C, B, A odpowiadają kolejno tolerancje luzu bocznego d, c, b, a. Dopuszcza się przyjmowanie innej zależności między rodzajem pasowania a rodzajem tolerancji luzu bocznego, przy czym mogą być wykorzystane również tolerancje x, y, z.

Norma ustala sześć klas dokładności odległości osi oznaczonych od I do VI, w kolejności zmniejszającej się dokładności. Gwarantowany luz boczny w każdym pasowaniu zapewnia się z zachowaniem przewidzianych klas dokładności odległości osi. I tak, w pasowaniach H i E należy zachować II klasę dokładności odległości osi, a w pasowaniach D, C, B, A – odpowiednio klasy III, IV, V, VI. Dopuszcza się przyjmowanie innej zależności między rodzajem pasowania a klasą dokładności osi.

Zależność gwarantowanych luzów bocznych, odpowiadające im dopuszczalne odchyłki odległości osi oraz rodzaje tolerancji podano w tabeli 3.

Tabela 3 Klasy dokładności i odpowiadający im gwarantowany luz boczny, dopuszczalne odchyłki odległości osi oraz rodzaj tolerancji

Nazwa parametru	Klasa dokładności	Rodzaj pasowania						
		-	H	E	D	C	B	A
Gwarantowany luz boczny j_{nmin}	-	-	0	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11
Dopuszczalne odchyłki odległości osi $\pm f_a$	-	0,5IT6 (Ikl.)	0,5IT7 (II kl.)	0,5IT8 (III kl.)	0,5IT9 (IV kl.)	0,5IT10 (V kl.)	0,5IT11 (VI kl.)	
Rodzaj tolerancji	-	-	h	d	c	b	a	

Przykładowo, oznaczenie przekładni walcowej 7 klasy dokładności z pasowaniem kół C i odpowiadającym mu rodzajem tolerancji luzu bocznego c oraz klasą dokładności odległości osi IV jest następujące:

7 – C PN-79/M-88522.01

Klasę dokładności odległości osi i tolerancję luzu bocznego podaje się w oznaczeniu tylko wówczas, gdy są one niezgodne z podanymi w tabeli 3.

CZYNNOŚCI POMIAROWE

1. W celu zidentyfikowania przeznaczonego do pomiarów koła zębatego i określenia jego podstawowych parametrów należy wykonać następujące zadania pomiarowo-obliczeniowe:

- ustalić liczbę zębów z sprawdzonego koła zębatego,
- zmierzyć suwmiarką średnicę wierzchołkową d_a i średnicę koła podstaw. Przy nieparzystej liczbie zębów średnicę wierzchołkową ustala się metodą pośrednią,
- wyznaczyć moduł m oraz współczynnik przesunięcia zarysu x (przy założeniu $y=1$, $k'=0,2$). Przyjąć wartość znormalizowaną modułu,
- sprawdzić dla przyjętego modułu, czy współczynnik wysokości zęba $y = 1$
- obliczyć średnicę podziałową d , wysokość zęba h oraz podziałkę czołową.

2. Pomiar grubości zębów koła zębatego suwmiarką modułową lub optycznym mikrometrem modułowym.

Teoretyczna grubość zęba, mierzona po łuku koła podziałowego w kole o zębach normalnych - zerowych, jest równa szerokości wrębu

$$\hat{s} = \frac{\pi m}{2}$$

Przy przesuniętym zarysie zęba, teoretyczna grubość zęba

$$\hat{s} = (0,5\pi + 2x \operatorname{tg}\alpha)m$$

a szerokość wrębu

$$\hat{e} = \hat{p}_t - \hat{s} = (0,5\pi - 2x \operatorname{tg}\alpha)m$$

Grubość zęba w kole zębatym jest najczęściej sprawdzaną wielkością. Stosuje się różne sposoby pomiaru dla różnych grubości zęba, zależnie od warunków oraz postawionych wymagań technicznych.

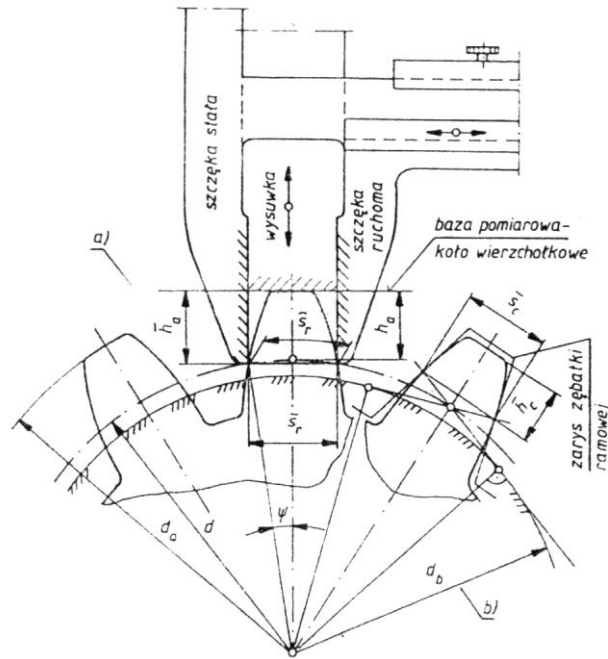
Podstawowym przyrządem do pomiaru grubości zęba jest suwmiarka modułowa lub optyczny mikrometr modułowy. Schemat pomiaru w wariacie, gdy szczęki pomiarowe stykają się z zębem na kole podziałowym, jest przedstawiony na rys. 2. Przyjmując jako linię odniesienia rzeczywiste koło wierzchołków ustala się wysokość pomiarową

$$h_a = 0,5(d_a - d \cos\psi)$$

gdzie kąt ψ wyrażony w radianach (1 rad odpowiada 3438') dany jest wzorem

$$\psi = \frac{\pi + 4x \operatorname{tg}\alpha}{2z}$$

Ustawioną na wysokość pomiarową h_a wysuwkę suwmiarki modułowej opieramy na wierzchołku zęba, mierząc rzeczywistą grubość zęba s_r określoną rozstawieniem szczęk mierniczych suwmiarki. Jest to tzw. podziałowa grubość zęba, mierzona wzdłuż cięciwy łuku koła podziałowego.



Rys. 4. Wielkości charakterystyczne pomiarów grubości zęba: a) pomiar pośredni rzeczywistej grubości zęba s_r za pomocą suwmiarki modułowej, b) pomiar grubości zęba na stałej cięciwie

Prawidłowość wykonywanego pomiaru sprawdza się przez obserwację szczeliny między stykającymi się końcówkami mierniczymi suwmiarki modułowej z zębem. Pomiaru należy dokonać na kilku zębach w celu dokonania oceny prawidłowości nacięcia uzębienia lub stwierdzenia nierówności zużywania się zębów w czasie pracy. Stąd można ustalić wartość rzeczywistej odchyłki nierównomierności grubości zębów. Rzeczywista grubość zęba określoną wzdłuż łuku koła podziałowego można obliczyć ze wzoru:

$$\bar{s}_r = d \operatorname{arc} \sin \frac{\bar{s}_r}{d}$$

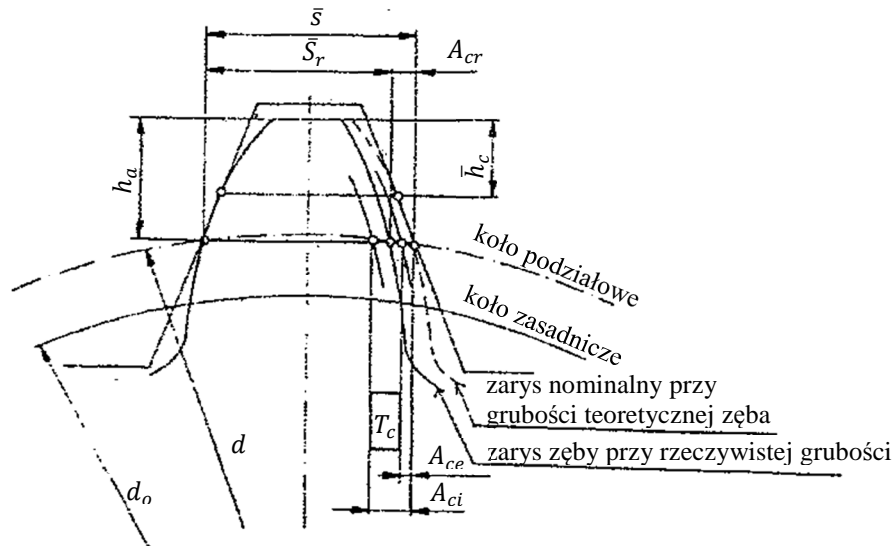
gdzie $\operatorname{arc} \sin \frac{\bar{s}_r}{d}$ jest kątem w radianach, którego sinus wynosi $\frac{\bar{s}_r}{d}$.

Odchyłka grubości zęba (wzdłuż cięciwy) A_{cr} , jest to różnica rzeczywistej i nominalnej grubości zęba (rys. 5).

$$A_{cr} = \bar{s}_r - \bar{s}$$

Długość cięciwy s można wyliczyć z zależności

$$\bar{s} = d \sin \psi = z m \sin \psi$$



Rys. 5. Położenie pola tolerancji T_c grubości zęba, jako jeden ze wskaźników luzu międzyzębnego, A_{ce} - dopuszczalna odchyłka górna, A_{ci} - dopuszczalna odchyłka dolna, A_{cr} - rzeczywista odchyłka grubości zęba na cięciu.

Kąt ψ jest to rzeczywisty kąt środkowy odpowiadający połowie grubości zęba na okręgu podziałowym. Wielkości teoretyczne h_a oraz s można wyznaczyć w oparciu o tabl. 4.

Tablica 4. Koła zębate. Pomiary za pomocą suwmiarki modułowej. Wysokość i cięwiwa pomiarowa zęba normalnego, zerowego dla $m = 1$.

Liczba zębów z	\bar{h}_a	\bar{s}'	Liczba zębów z	\bar{h}_a	\bar{s}'
10	1,0615	1,5643	30	1,0206	1,5700
11	0559	5654	33	0192	5701
12	0513	5663	34	0182	5702
13	0473	5669	35	0176	5702
14	0440	5674	36	0171	5703
15	1,0411	1,5679	38	1,0162	1,5703
16	0385	5682	40	0154	5704
17	0363	5685	42	0146	5704
18	0342	5688	44	0141	5704
19	0324	5690	45	0137	5704
20	1,0308	1,5692	46	1,0134	1,5705
21	0293	5693	58	0128	5706
22	0281	5694	50	0123	5707
23	0268	5695	55	0112	5707
24	0257	5696	60	0103	5708
25	1,0246	1,5697	70	1,0088	1,5708
26	0237	5697	80	0077	5708
27	0228	5698	97	0064	5708
28	0221	5699	127	0048	5708
29	0212	5700	135	0045	5708
			zębatka	1,0000	1,5708

Uwaga. Dla $m \neq 1$ należy wartość \bar{h}_a i \bar{s}' pomnożyć przez ten moduł: $\bar{h}_a = \bar{h}_a * m$;

$$\bar{s}' = \bar{s}' * m, \text{ mm}$$

Grubość zęba jest wielkością mierzoną bezpośrednio. Maksymalną i minimalną odchyłkę grubości zęba określa się z zależności:

$$E_{\bar{s}_{sr}} = \bar{s}_{cr\max} - \bar{s}$$

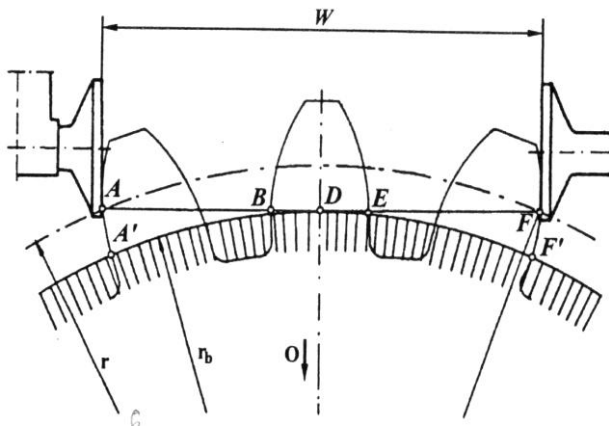
$$E_{\bar{s}_{sr}} = \bar{s}_{cr\max} - \bar{s}$$

$$T_{cr} = E_{\bar{s}_{sr}} - E_{\bar{s}_{ir}}$$

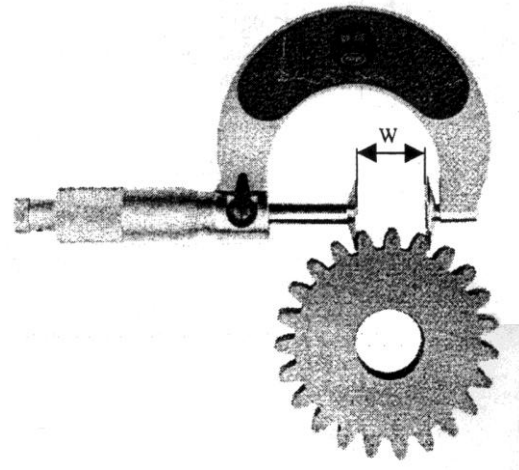
gdzie: T_{cr} – tolerancja rzeczywista grubości zęba, $E_{\bar{s}_{ir}}, E_{\bar{s}_{sr}}$ – rzeczywista dolna i górna odchyłka grubości zęba mierzonej po cięciwie walca podziałowego, \bar{s}_c – nominalna grubość zęba mierzona po cięciwie walca podziałowego, $\bar{s}_{cr\max}, \bar{s}_{cr\min}$ – maksymalna i minimalna grubość zęba mierzona po cięciwie walca podziałowego

3. Pomiar grubości zęba obejmujący n zębów

Pomiar jest oparty na zasadzie powstawania ewolwenty, a więc odtaczania odcinka AF (rys. 6); punkty A i F wykreślają ewolwenty. Odcinek AF jest wielkością pomiarową W stałą, styczną do koła zasadniczego o promieniu r_b . Jest to pomiar bezodniesieniowy.



Rys. 6. Pomiar grubości zęba przez n zębów



Rys. 7. Widok pomiaru przez n zębów

Wielkość pomiarową W oblicza się na podstawie rys. 6.

$$W = (n-1) \cdot p_z + s_b$$

gdzie : n – liczba zębów objęta pomiarem, p_z – podziałka zasadnicza, s_b – grubość zęba na kole zasadniczym.

$$W = m \cdot \cos \alpha \cdot [(n-0,5) \cdot \pi + z \cdot \text{inv} \alpha] \pm 2 \cdot x \cdot m \cdot \sin \alpha$$

gdzie $p_z = p_t \cos \alpha = \pi \cdot m \cdot \cos \alpha$

$$s_b = 2 \cdot r \left(\frac{S_k}{d} + \text{inv} \alpha \right)$$

$$S_k = (\pi/2 + 2 \cdot x \cdot \text{tg} \alpha) \cdot m$$

Liczbę zębów n objętych pomiarem w przypadku ogólnym, gdy $x \neq 0$, oblicza się z zależności:

$$AD^2 + OD^2 = OA^2$$

Po podstawieniu:

$$AD = W/2, \quad OD = r_b = \frac{z \cdot m}{2 \cdot \cos \alpha}, \quad OA = r_b + x \cdot m$$

oraz wykorzystaniu wzoru na W otrzymujemy:

$$n = \frac{1}{\pi} \left[\sqrt{\left(\frac{z + 2x}{\cos \alpha} \right)^2 - z^2} - z \cdot \operatorname{inv} \alpha - 2x \cdot \operatorname{tg} \alpha \right] + 0,5$$

Dla kół normalnych ($x=0, y=1$)

$$n = \frac{z \cdot \alpha}{180} + 0,5 \quad (\text{tabela 5})$$

W przypadku zębów modyfikowanych należy zwracać uwagę, żeby styk końcówek pomiarowych przyrządu występował na niemodyfikowanej części zarysu.

Analiza pomiaru

Odchyłki długości zmierzonej od wymiaru teoretycznego występują wzdłuż promienia tworzącego ewolwentę r_b , a więc prostopadle do zarysu zęba. W tabeli 5 podano wartości teoretyczne W dla zębów zerowych. Można więc zapisać:

$$E_{cr} = \frac{\Delta W}{\cos \alpha}$$

gdzie: $\Delta W = W_{zm} - W$, W_{zm} – zmierzona wartość przez n zębów, W – obliczona wartość
Odchyłki długości zmierzonej przy pomiarze przez n zębów oblicz się następująco:

$$\begin{aligned} - \text{odchyłka dolna} & \quad E_{cir} = \frac{W_{zm, \min} - W}{\cos \alpha} \\ - \text{odchyłka górna} & \quad E_{csr} = \frac{W_{zm, \max} - W}{\cos \alpha} \end{aligned}$$

Dla $\alpha = 20^\circ$

$$\begin{aligned} E_{cir} &= 1,064 \cdot \Delta W_{\min} \\ E_{csr} &= 1,064 \cdot \Delta W_{\max} \end{aligned}$$

Błąd metody pomiarowej. Niepewność pomiaru wyznacza się z zależności $E_{cr} = F(W_{zm})$ przy założeniu, że α i x są stałe.

$$\delta E_{cr} = \pm \left(\frac{\partial E_{cr}}{\partial W} \cdot \delta W_{zm} \right)$$

gdzie

$$\frac{\partial E_{cr}}{\partial W_{zm}} = \frac{1}{\cos \alpha}$$

Tabel 5 Wartości pomiarowe grubości zęba przez n zębów dla $\alpha=20^{\circ}$, $m_0=1$, $x=0$

z	n	W'	z	n	W'	z	n	W	z	n	W'
6	2	4,5122	26	4	10,6966	46	6	16,8800	66	8	23,0653
7		4,5262	27		10,7106	47		16,8950	67		23,0793
8		4,5402	28		10,7246	48		16,9090	68		23,0933
9		4,5542	29		10,7386	49		16,9230	69	9	26,0595
10		4,5682	30		10,7526	50		16,9370	70		26,0735
11		4,5823	31		10,7666	51		19,9031	71		26,0875
12		4,5963	32	10,7806	52	19,9171	72	26,1015			
13		4,6103	33	10,7946	53	19,9311	73	26,1155			
14		4,6243	34	5	13,7608	54	7	19,9451	74		26,1295
15		4,6386	35		13,7748	55		19,9592	75	26,1435	
16		7,6044	36		13,7888	56		19,9732	76	26,1575	
17		7,6184	37		13,8028	57		19,9872	77	26,1715	
18		7,6324	38		13,8168	58		20,0012	78	10	29,1377
19		7,6464	39		13,8308	59		20,0152	79		29,1517
20		7,6604	40	13,8448	60	22,9813	80	29,1657			
21	7,6744	41	13,8588	61	22,9953	81	29,1797				
22	7,6884	42	13,8728	62	23,0093	82	29,1937				
23	7,7025	43	6	16,8390	63	8	23,0233	83	29,2077		
24	7,7165	44		16,8530	64		23,0373	84	29,2217		
25	10,6826	45		16,8670	65		23,0513	85	29,2357		

Oznaczenia: z – liczba zębów w kole, n – liczba zębów objętych pomiarem, W' – wartość pomiarowa dla $m = 1$, dla innego modułu $W = W' \cdot m$

TABELE POMIAROWE

1. Wykonać pomiary, zapisując wyniki w tabeli 1.
2. Zestawienie wyników obliczeń zamieścić w tabeli 2.
3. Obliczenia dołączyć na osobnych kartkach.
4. Opracować protokół i wnioski.

Tabela 1. Wyniki pomiarów

Lp.	Średnica koła wierzchołków	Średnica koła podstaw	Grubość zęba	Grubość zęba obejmująca n zębów
	d_a	d_f	s_r	W
	mm			
1				
2				
3				
4				
5				
Średnia				

Tabela 2. Zestawienie wyników

Nazwa	Oznaczenie	Jednostka	Wartość
Liczba zębów	z	-	
Średnica koła wierzchołków	d_a	mm	
Średnica koła podstaw	d_f	mm	
Moduł	m	mm	
Współczynnik przesunięcia zarysu zęba (współczynnik korekcji)	x	-	
Średnica podziałowa	d	mm	
Podziałka czołowa	p_t	mm	

Tabela 2. Zestawienie wyników cd.

Nazwa	Oznaczenie	Jednostka	Wartość
Teoretyczna grubość zęba	\hat{s}	mm	
Teoretyczna grubość zęba przy przesuniętym zarysie zęba	\hat{s}	mm	
Szerokość wrębu	\hat{e}	mm	
Wysokość głowy zęba	h_a	mm	
Teoretyczna wysokość głowy zęba	\bar{h}_a	mm	
Kąt	ψ	rad	
Rzeczywista grubość zęba	\hat{s}_r	mm	
Długość cięciwy	\bar{s}	mm	
Teoretyczna długość cięciwy	\bar{s}'	mm	
Grubość zęba zmierzona	\bar{s}_r	mm	
Odchyłka grubości zęba	A_{cr}	mm	
Maksymalna odchyłka grubości zęba	$E_{\bar{s}sr_{max}}$	mm	
Minimalna odchyłka grubości zęba	$E_{\bar{s}sr_{min}}$	mm	
Tolerancja rzeczywista grubości zęba	T_{cr}	mm	
Wielkość pomiarowa obliczona	W	mm	
Wielkość obejmująca n zębów zmierzona	W_{zm}	mm	
Odchyłka wielkości W	ΔW	mm	
Liczba zębów objęta pomiarem	n	-	
Odchyłka długości zmierzonej od wymiaru teoretycznego	E_{cr}	mm	
Odchyłka dolna długości zmierzonej	E_{cir}	mm	
Odchyłka górna długości zmierzonej	E_{csr}	mm	
Błąd metody pomiarowej	δE_{cr}	mm	