

Na czas przygotowawczo-zakończeniowy t_{pz} złożą się następujące czasy (tabl. G-12):

a) na czynności organizacyjne — poz. 1	— 12 min
b) na uzbrojenie frezarki do pracy na trzpieniu z podpórką — poz. 3	— 20 „
c) na kontrolę pierwszej sztuki — poz. 8	— 3 „
razem	35min

Uwzględniając 12-procentowy dodatek czasu uzupełniającego t_u do czasu wykonania otrzymamy czas jednostkowy $t_j = 1,12(12,6 + 2,2) = 16,6$ min.

III. Normowanie czasu robót na dłutownicach do kół zębatach (typu *Fellowsa* i typu *Maaga*)

1. Uwagi ogólne

Dłutownice do kół zębatach typu *Fellowsa* (rys. G/2) pracujące krążkowymi nożami zębatymi są obok frezarek obwiedniowych szeroko stosowanymi obrabiarzami do wykonania uzębienia w kołach zębatych. Wydajność tego typu dłutownic jest w stosunku do frezowania obwiedniowego znacznie większa. Zaletą wydajności ujawnia się szczególnie przy małych długościach zębów, co widać z rys. G/3.

Normalna wielkość noża krążkowego stosowana na dłutownicach typu *Fellowsa* wyrażana zwykle w calach jest uzależniona od wielkości dłutownicy. Wielkość tę wyznacza średnica wrzeciona narzędziowego, która musi być mniejsza od średnicy podstaw uzębienia narzędzia. Z drugiej strony nie jest wskazane stosowanie większych narzędzi ze względu na wzrost niekorzystnego działania sił zginających na narzędzie i wrzeciono. Na ogół można przyjmować:

noże $1\frac{1}{2}''$ — $2''$	dla dłutownic o module $m \leq 1$
noże $3''$	dla dłutownic o module $m \leq 4$
noże $4''$	dla dłutownic o module $m \leq 6-8$.

Dla dłutownic do zębatek stosuje się noże krążkowe $5''$, a dla dłutownic do uzębienia wewnętrznego — o średnicy mniejszej od połowy średnicy uzębienia w otworze. Przy nacinaniu kół zębatach o małych średnicach D należy unikać zbyt dużych średnic noży krążkowych D_N . Stosunek $\frac{D_N}{D}$ nie powinien być większy od $5 \div 6$, gdyż powstaje wtedy niekorzystny stosunek kątów skreślenia narzędzia i przedmiotu.

Typowymi robotami na dłutownicach obwiedniowych są:

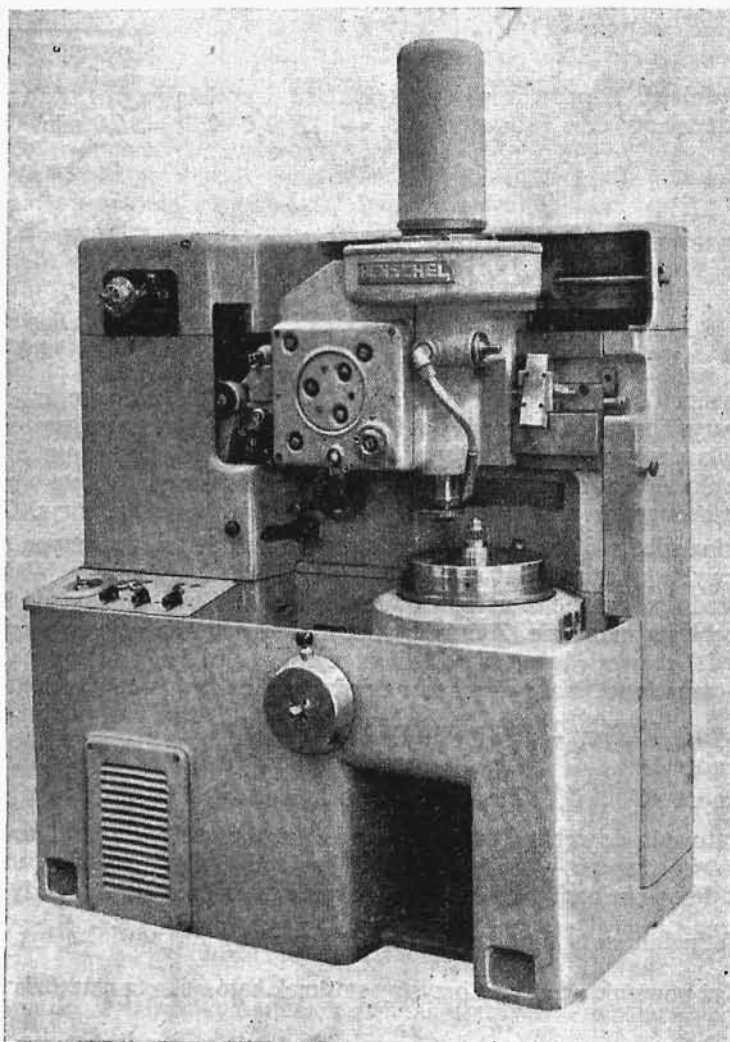
- dłutowanie kół zębatach o zębach prostych,
- dłutowanie kół zębatach o zębach śrubowych.

Sposób obliczenia czasu głównego do zażębienia wewnętrznego i zewnętrznego podano w tabl. G-15.

Porównanie czasu frezowania obwiedniowego i dłutowania podano na rys. G/3.



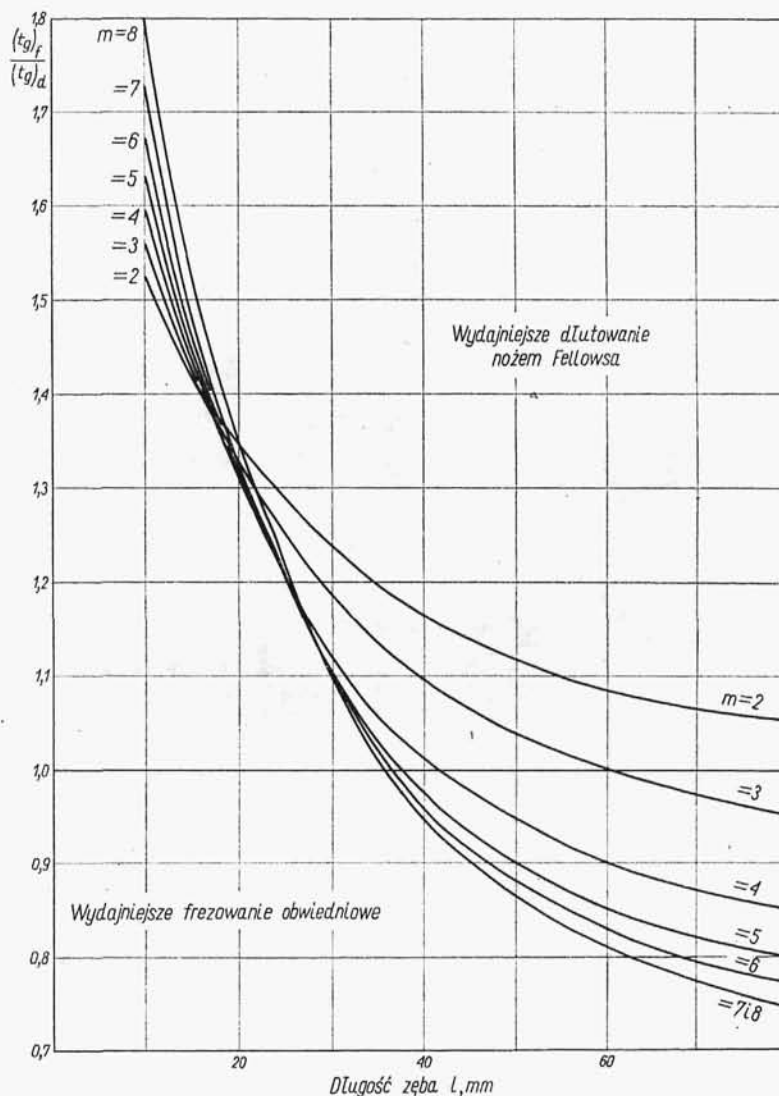
Obróbka w kilku przejściach może być wykonywana w oddzielnych zamocowaniach przedmiotu albo też w jednym zamocowaniu przy zastosowaniu odpowiedniej krzywki sterującej. Obróbka w jednym zamocowaniu odbywa się wtedy przy jednym posuwie obwodowym i tej samej szybkości skokowej. W produkcji



Rys. G/2. Dłutownica do kół zębatach typu Fellowsa firmy „Henschel”, NRF

wielkoseryjnej do obróbki zgrubnej stosowane są specjalne krążkowe noże-zdzieraki obrabiające dna wrębów międzyzębnych na pełną głębokość, pozostawiając zaś naddatki na wykończenie jedynie na bokach zębów.

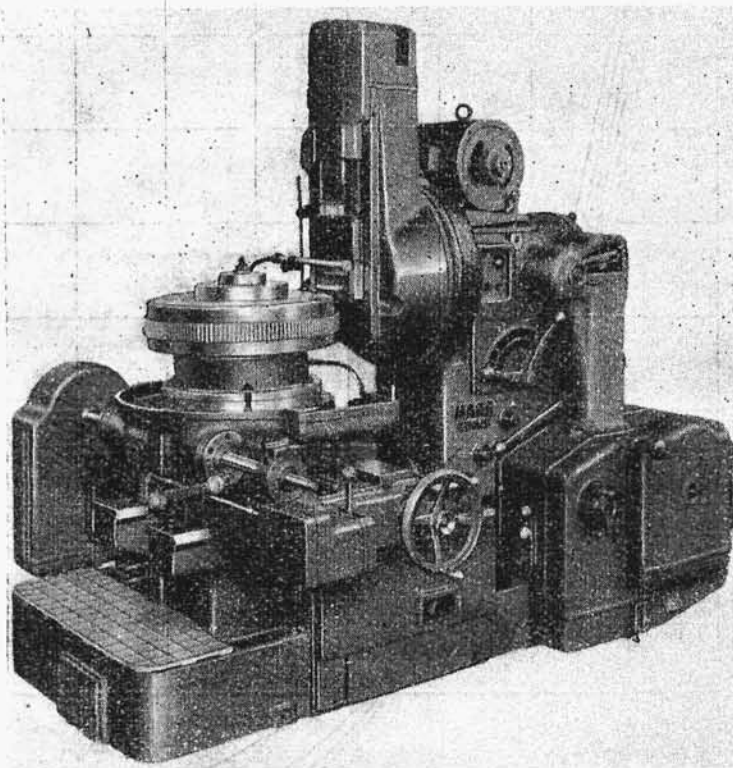
Czasy przygotowawczo-zakończeniowe określa się wg tabl. G-20, a pomocnicze — wg tabl. G-21. W dłutownicach do kół zębatach czynności pomocnicze związane z uruchomieniem zabiegu są typowe i niezależne od ilości przejść. Dlatego czasy tych czynności są ujmowane łącznie z czasami zakładania przedmiotu.



Rys. G/3. Wykres obrazujący stosunek czasu frezowania obwodowego $(t_g)_f$ do czasu dłutowania nożem krążkowym Fellowsa $(t_g)_d$ kół zębatach o różnych wielkościach, przy zachowaniu jednakowych szybkości skrawania; stosunek posuwów obwodniowych dłutowania i frezowania przyjęto jak 1:10

Oprócz dłutownic typu *Fellowsa* spotyka się dłutownice do kół zębatach pracujące nożem zębatkowym metodą *Maaga* lub *Sunderlanda*.

Na rys. G/4 przedstawiono dłutownicę firmy szwajcarskiej *Maaga*. Ze względu na skomplikowany mechanizm pracy oraz gorsze warunki pracy samego narzędzia obrabiarki te nie mają tendencji rozwojowych. Obróbka uzębienia wewnętrznego oczywiście nie jest tu możliwa.



Rys. G/4. Dłutownica zębatkowa do kół zębatach firmy Maag (Zurich, Szwajcaria)

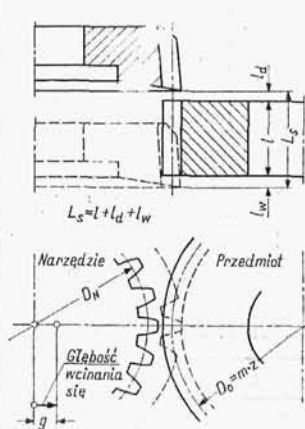
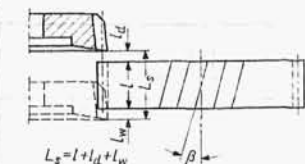
W tabl. G-16 podano sposób obliczania czasu głównego. Trzeba tu zaznaczyć, że przebrojenie maszyny do dłutowania zębów śrubowych nie wymaga specjalnego dodatkowego wyposażenia w przeciwieństwie do dłutownic *Fellowsa*. Ponadto normalnym narzędziem zębatkowym o kącie przyporu 20° można wykonywać uzębienia o innym kącie przyporu, co oczywiście ma szczególne znaczenie w warsztatach remontowych.

Normatywy czasów przygotowawczo-zakończeniowych podano w tabl. G-24, a czasów pomocniczych w tabl. G-25.

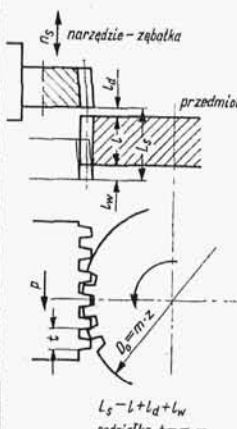
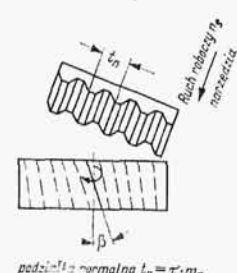
Czas uzupełniający t_u przyjmuje się jako $10 \div 12\%$ czasu wykonania t_w .

2. Tablice wytycznych i normatywów dla normowania czasu robót wykonywanych na dłutownicach do kół zębatach typu Fellowa

Tablica G-15. Wytyczne do obliczania czasów głównych na dłutownicach do kół zębatach pracujących nożami krążkowymi (typu Fellowa)

Lp.	Szkice	Wytyczne robocze																																																					
		czas główny	$t_g = \frac{g}{p_w n_s} + \frac{\pi D_o}{p_o n_s} i$	prędkość skokowa	$n_s = 500 \frac{v}{L_s}$																																																		
1	 <p>Uwaga. Jeśli posuwy na dłutownicy są wyrażone przez n_o ilości skoków noża na 1 jego obrót, to sprawdzić p_o wg wzoru $n_o = \frac{\pi D_N}{p_o}$</p>	Dłutowanie obwiedniowe kół zębatach o zębatach prostych Dobieg l_d i wybieg l_w <table> <tr> <td>długość l</td><td>25</td><td>50</td><td>75</td><td>100</td><td>125</td></tr> <tr> <td>$l_d + l_w$</td><td>5</td><td>8,5</td><td>12</td><td>15,5</td><td>19</td></tr> </table> $(l_d + l_w)_{\min} = 3 \text{ mm}$ Ilość przejść i nożem-wykańczakiem <table> <tr> <th>Obrabiany materiał</th><th>1 przejście na gotowo</th><th>2 przejścia</th><th>3 przejścia</th></tr> <tr> <td>miękka stal</td><td>$m \leq 3$</td><td>$m \leq 5$</td><td>$m > 6$</td></tr> <tr> <td>żeliwo</td><td>$m \leq 2,5$</td><td>$m \leq 5$</td><td>$m > 5$</td></tr> <tr> <td>stal średniej twardości</td><td>$m \leq 2$</td><td>$m \leq 4$</td><td>$m > 4$</td></tr> <tr> <td>stal twarda</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> Ilość przejść i nożem-zdzierakiem <table> <tr> <td>i</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr> <tr> <td>m</td><td>≤ 3</td><td>≤ 6</td><td>≤ 10</td></tr> </table> Głębokość wcinania się g <table> <tr> <th>Ilość przejść i</th><th>1 przejście na gotowo</th><th>1 przejście zgrubne</th><th>2 przejścia zgrubne</th><th>3 przejścia zgrubne</th></tr> <tr> <td>g</td><td>2,2 m</td><td>2,2 m—0,5</td><td>1,4 m</td><td>1,1 m</td></tr> </table> Posuw obwodowy p_o , mm/sk. podw. tablica G-17 Posuw głęboki p_w , mm/sk. podw. $p \cong (0,1 \div 0,2) p_o$ lub z charakterystyki maszyny Średnia szybkość v , m/min dla stali — tabl. G-18 dla żeliwa — tabl. G-19				długość l	25	50	75	100	125	$l_d + l_w$	5	8,5	12	15,5	19	Obrabiany materiał	1 przejście na gotowo	2 przejścia	3 przejścia	miękka stal	$m \leq 3$	$m \leq 5$	$m > 6$	żeliwo	$m \leq 2,5$	$m \leq 5$	$m > 5$	stal średniej twardości	$m \leq 2$	$m \leq 4$	$m > 4$	stal twarda				i	1	2	3	m	≤ 3	≤ 6	≤ 10	Ilość przejść i	1 przejście na gotowo	1 przejście zgrubne	2 przejścia zgrubne	3 przejścia zgrubne	g	2,2 m	2,2 m—0,5	1,4 m	1,1 m
długość l	25	50	75	100	125																																																		
$l_d + l_w$	5	8,5	12	15,5	19																																																		
Obrabiany materiał	1 przejście na gotowo	2 przejścia	3 przejścia																																																				
miękka stal	$m \leq 3$	$m \leq 5$	$m > 6$																																																				
żeliwo	$m \leq 2,5$	$m \leq 5$	$m > 5$																																																				
stal średniej twardości	$m \leq 2$	$m \leq 4$	$m > 4$																																																				
stal twarda																																																							
i	1	2	3																																																				
m	≤ 3	≤ 6	≤ 10																																																				
Ilość przejść i	1 przejście na gotowo	1 przejście zgrubne	2 przejścia zgrubne	3 przejścia zgrubne																																																			
g	2,2 m	2,2 m—0,5	1,4 m	1,1 m																																																			
2		Dłutowanie obwiedniowe kół zębatach o zębatach śrubowych Sposób określenia $l_d + l_w$ oraz ilość przejść i — jak w poz. 1 biorąc pod uwagę moduł normalny Posuwy p_o i p_w — jak w poz. 1 Szybkości v — jak w poz. 1 Współczynnik poprawkowy do szybkości k_β <table> <tr> <td>Pochylenie linii śrubowej β</td><td>15°</td><td>30°</td><td>45°</td></tr> <tr> <td>Współczynnik k_β</td><td>0,95</td><td>0,85</td><td>0,70</td></tr> </table>				Pochylenie linii śrubowej β	15°	30°	45°	Współczynnik k_β	0,95	0,85	0,70																																										
Pochylenie linii śrubowej β	15°	30°	45°																																																				
Współczynnik k_β	0,95	0,85	0,70																																																				

Tablica G-16. Wytyczne do obliczania czasów głównych na dłutownicach do kół zębatach pracujących nożami krążkowymi (typu Maaga lub Sunderlanda)

Lp.	Szkice	Wytyczne robocze																																
		czas główny $t_g = (z+z') \frac{n_z}{n_s} + t' z$ Prędkość skokowa $n_s = 500 \frac{v}{L_s}$																																
1	 <p>$L_s = l + L_d + L_w$ podziałka $t = \pi \cdot m$</p>	<p>Dobieg l_d i wybieg l_w</p> <p>$l_d + l_w = 15 \div 20 \text{ mm}$ górna wartość przy dużych $n_s > 100$</p> <p>Ilość przejść i</p> <table><tr><th>Obrabiany materiał</th><th>stal</th><th>żeliwo</th></tr><tr><td>Obróbka na gotowo</td><td>$m \leq 3$</td><td>$m \leq 4$</td></tr><tr><td>1 przejście zgrubne</td><td rowspan="2">$m = 3,5 \div 8$</td><td rowspan="2">$m = 4,5 \div 9$</td></tr><tr><td>1 „ wykańcz.</td></tr><tr><td>2 przejścia zgrubne¹⁾</td><td rowspan="2">$m = 9 \div 12$</td><td rowspan="2">$m = 10 \div 12$</td></tr><tr><td>1 „ wykańcz.</td></tr></table> <p>¹⁾ zazwyczaj 1 przejście zgrubne wykonuje się przez frezowanie</p> <p>Posuw n_z ilość sk. podw./podziałkę</p> <p>tablica G-22</p> <p>Średnia szybkość v, m/min</p> <p>tablica G-23</p> <p>Dodatkowa ilość zębów z'</p> <table><tr><th>z</th><th>≤ 11</th><th>12-18</th><th>19-36</th><th>37-80</th><th>81-120</th><th>121-172</th><th>173-220</th><th>> 220</th></tr><tr><th>z'</th><td>2,5</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9,5</td></tr></table> <p>Czas ruchu jałowego t', min/ząb</p> <p>0,05 ÷ 0,10 min; wielkość stała dla danej obrabiarki</p>	Obrabiany materiał	stal	żeliwo	Obróbka na gotowo	$m \leq 3$	$m \leq 4$	1 przejście zgrubne	$m = 3,5 \div 8$	$m = 4,5 \div 9$	1 „ wykańcz.	2 przejścia zgrubne ¹⁾	$m = 9 \div 12$	$m = 10 \div 12$	1 „ wykańcz.	z	≤ 11	12-18	19-36	37-80	81-120	121-172	173-220	> 220	z'	2,5	3	4	5	6	7	8	9,5
Obrabiany materiał	stal	żeliwo																																
Obróbka na gotowo	$m \leq 3$	$m \leq 4$																																
1 przejście zgrubne	$m = 3,5 \div 8$	$m = 4,5 \div 9$																																
1 „ wykańcz.																																		
2 przejścia zgrubne ¹⁾	$m = 9 \div 12$	$m = 10 \div 12$																																
1 „ wykańcz.																																		
z	≤ 11	12-18	19-36	37-80	81-120	121-172	173-220	> 220																										
z'	2,5	3	4	5	6	7	8	9,5																										
2	 <p>podziałka normalna $t_n = \pi \cdot m_n$</p>	<p>Dłutowanie kół zębatach o zębatach śrubowych</p> <p>Sposób obliczeń t_g jak w poz. 1 biorąc pod uwagę moduł normalny m_n oraz długość l wzdłuż zęba</p>																																

Tablica G-17. Posuwy obwodowe p_o (mm/sk. podw.) i wglębne p_w (mm/sk. podw.) przy dłutowaniu kół zębatych nożami Fellowsa

Obróbka zgrubna									
Obrabiany materiał	Moduł m								
	2	2,5	3	4	5	6	7	8	10
	Ilość przejść zgrubnych								
	1			2					3
Dłutownice do $m = 6$ i mocy $N_s \leq 1,5$ kW									
stal $R_m \leq 75$ kG/mm ²	0,35	0,5	0,45-0,5	0,2 -0,4	0,15-0,25	0,1 -0,15			
stale stopowe	0,30	0,5	0,4 -0,45	0,15-0,35	0,13-0,20	0,08-0,13			
żeliwo szare	0,40	0,5	0,5	0,5	0,15-0,35	0,15-0,20			
Dłutownice do $m = 5-8$ i mocy $N_s \leq 2,5$ kW									
stal $R_m \leq 75$ kG/mm ²				0,4 -0,5	0,3 -0,5	0,2 -0,4	0,15-0,2		
stale stopowe				0,35-0,45	0,25-0,45	0,15-0,35	0,13-0,15		
żeliwo szare				0,5	0,35-0,5	0,25-0,45	0,15-0,30		
Dłutownice do $m = 6-10$ i mocy $N_s \leq 5$ kW									
stal $R_m \leq 75$ kG/mm ²						0,3-0,5	0,2- 0,5	0,15-0,5	0,15-0,25
stale stopowe						0,25-0,45	0,15-0,45	0,13-0,45	0,13-0,25
żeliwo szare					0,4-0,5	0,3-0,5	0,25-0,5	0,15-0,35	
Obróbka wykańczająca (1 przejście)									
Materiał	Nadadek materiałowy					Posuw obwodowy p_o mm/sk. podw.			
stal	0,5-0,8 mm					0,25-0,30			
żeliwo						0,35			
Posuw wglębny (poprzeczny) $p_w = (0,1-0,2) p_o$ (zależnie od samej charakterystyki dłutownicy)									
Obróbka na gotowo									
Moduł	stal $R_m \leq 75$ kG/mm ²			stale stopowe			żeliwo		
1	0,2			0,15			0,2		
2	0,25			0,2			0,25		
3	0,25			0,25			0,30		
Uwagi: 1) Większe posuwy z wielkości granicznych odpowiadają większej liczbie nacinanych zębów. 3) Posuw pod wiórkowanie jak dla obróbki wykańczającej.									

Tablica G-20. Czasy przygotowawczo-zakończeniowe dla robót na dłutownicach do kół zębatach typu *Fellowsa*

Lp.	Czynności przygotowawcze	Wielkość dłutownicy max moduł	
		6	12
		Czas, min	
1	Czynności organizacyjne związane z przyjęciem i zdaniem roboty	12	
2	Uzbrojenie obrabiarki do pracy na trzpieniu lub w przyrządzie	20	25
Dodatek czasu na:			
3	Zmianę tulei prowadzącej	5	6
4	Zmianę kopiału prowadzącego	4	5
5	Zmianę wysokości ruchu noża nad stołem	6	8
6	Kontrolę 1-szej sztuki	5	

Tablica G-21. Czasy pomocnicze związane z mocowaniem i zdjęciem przedmiotu oraz wykonaniem zabiegu na dłutownicy typu *Fellowsa*

Lp.	Sposób pracy		Masa przedmiotu, kg			
			3	8	16	30
			Czas, min			
1	Na trzpieniu z zaciskiem śrubą	bez ustawiania	0,65	0,80	0,95	1,15
2	Na trzpieniu z masą zaciskową		0,50	0,65	0,80	—
3	W przyrządzie z zaciskiem	1 śrubą	—	0,85	1,05	1,25
4		2 śrubami	—	1,51	1,40	1,60
5	Dodatek na mocowanie każdego dodatkowego przedmiotu		0,30	0,40	0,50	—
6	Dodatek na ustawianie zęba względem noża	1 przedmiotu	0,25	0,35	0,50	0,70
7		każdego następnego	0,10			—



Tablica G-22. Ilość skoków podwójnych n_z narzędzia na jedną podziałkę przy dłutowaniu kół zębatach nożami zębatkowymi metodą *Maaga* lub *Sunderlanda*

Obróbka zgrubna								
Obrabiany materiał	Moduł m	Ilość nacinanych zębów z						
		10	25	40	70	120	180	> 200
		Ilość skoków n_z na jedną podziałkę przy długości zęba $l = 100$ mm						
Stal $R_m < 75$ kG/mm ² , żeliwo szare	3	31	23	20	16	13	10	8
	5	35	26	22	18	15	12	10
	8	39	29	25	20	17	14	11
	12	43	32	27	22	19	16	—
Stale stopowe	3	39	29	25	20	16	13	10
	5	44	32	28	23	19	15	13
	8	49	36	31	25	21	18	14
	12	54	40	34	28	24	20	—
Współczynnik poprawkowy K_l na ilość n_z ze względu na długość zęba l :								
Dł. nacinanego zęba l w mm do:		25	50	75	100	200	300	
Współczynnik K_l		0,75	0,85	0,9	1,0	1,1	1,2	
Obróbka wykańczająca lub na gotowo (maks. błąd zarysu 0,001 mm)								
Obrabiany materiał	m	Ilość nacinanych zębów z						
		10	15	25	40	70	120	> 180
		Ilość skoków n_z na jedną podziałkę						
wszystkie materiały	3	24	18	13	10	8	6	5
	5	31	23	17	12	10	7	6
	8	39	30	21	15	12	9	7
	12	50	38	26	19	14	11	9

Tablica G-23. Szybkości v (m/min) przy dłutowaniu kół zębatach nożami zębatkowymi ze stali szybko tnącej SW18 na dłutownicach typu *Maaga* lub *Sunderlanda*

Ilość nacinanych zębów z	Nacinany moduł m do:					
	3	4	6	8	10	12
	Średnia szybkość v m/min przy skoku $L_s = 100$ mm					
10	19	17,5	16	15	14	13,5
25	16,5	15,5	14	13	12,5	12
40	15	14	12,5	12	11	10,5
70	14,5	13,5	12	11	10,5	10
120	13,5	12,5	11	10,5	10	9,5
> 180	12,5	11,5	10,5	10	9	8,5
Współczynnik poprawkowy K_M ze względu na obrabiany materiał i długość skoku L_s						
Obrabiany materiał	Długość skoku suportu L_s w mm					
	25	50	75	100	175	300
	Współczynnik K_M					
Stal 45	1,30	1,15	1,05	1,0	0,9	0,8
Stal 40H	1,00	0,85	0,80	0,75	0,65	0,6
Stal 12HN3	0,90	0,80	0,75	0,70	0,60	0,55
Żeliwo Zl18-Zl22	1,15	1,05	0,95	0,90	0,80	0,70
						0,65

Lp.	Czynności przygotowawcze	Wielkość dłutownicy max. modułu	
		6	12
		Czas, min	
1	Czynności organizacyjne związane z przyjęciem i zdaniem roboty	12	
2	na trzpieniu zęby proste	25	30
3	uzbrojenie zęby skośne	30	40
4	obrabiarki w przyrządzie zęby proste	30	35
5	do pracy zęby skośne	35	45
Dodatek czasu na :			
6	Zmianę narzędzia-zębarki łącznie ze zmianą warunków obróbki	5	7
7	Skreślenie głowki suwaka o kąt	5	6
8	Kontrolę 1-szej sztuki zależnie od dokładności	5-10	

Lp.	Sposób pracy	Masa przedmiotu w kg do:			
		3	8	16	30
		Czas, min			
1	Na trzpieniu z zaciskiem śrubą	0,75	0,90	1,05	1,20
2	Na trzpieniu z masą zaciskową ustawienie przedmiotu dowolne	0,60	0,75	0,95	—
3	W przyrządzie z zaciskiem 2 śrubami	—	1,25	1,40	1,60
4	Dodatek na mocowanie każdego dodatkowego przedmiotu	0,25	0,35	0,45	
5	Dodatek na ustawienie przedmiotu 1-go przedmiotu	0,25	0,35	0,50	0,70
	narzędzia-zębatki każdego następnego	0,10			—

Koło zębate o $z = 34$ zębach, module $m = 4$ i szerokości wieńca $l = 25$ mm wykonane ze stali 45 zostało wstępnie wyfrezowane z pozostałością nadmiaru 0,5 mm na wykańczające dłutowanie na dłutownicy SOO firmy „Lorenz” o następującej charakterystyce:

- 161–206–328–362–418–532 sk. podw./min,

G

- c) 9 wielkości szybkości posuwu obwodowego n_o :
 570–705–1060–1210–1290–1475–1800–2220–2765 sk. podw./obrót noża,
 d) posuw wgłębny $p_w = 0,03$ mm/sk. podw.,
 e) nominalna wielkość noża krążkowego $D_N = 3''$,
 f) moc napędu $N_s = 1,5$ kW.

Należy określić normy czasu dla dłutowania przy jednoczesnej obróbce 2 szt. Masa jednego koła ok. 3,5 kg.

Do wykonania operacji przewiduje się krążkowy nóż-wykańczak o średnicy podziałowej $D_N = 76$ ($m = 4$, $z_N = 19$ zębów).

Obliczenie czasu głównego t_g posługując się wytycznymi tabl. G-15 będzie następujące:

- a) Posuw p_o (wg tabl. G-17): dla obróbki wykańczającej w stali $p_o = 0,25 \div \div 0,30$, ze względu na małą ilość zębów przyjmuje się mniejszą wartość $p_o = 0,25$ mm/sk. podw., co przy narzędziu $D_N = 76$ mm daje posuw skokowy $n_o = \frac{\pi \cdot 76}{0,25} = 955$, przyjęto z charakterystyki $n_o = 1060$ sk. podw./1 obrót noża, czyli

$$p_o = 0,25 \frac{1060}{955} = 0,275 \text{ mm/sk. podw.}$$

- b) Szybkość v : dla obróbki wykańczającej wg tabl. G-18 $v = 30$ m/min (współczynnik materiałowy dla stali 45: $K_M = 1,0$).

- c) Długość skoku L_s : dla $l = 2 \times 25 = 50$ mm dobieg i wybieg

$$l_d + l_w = 8,5 \text{ mm czyli } L_s = 50 + 8,5 = 58,5 \text{ mm.}$$

- d) Prędkość skokowa $n_s = 500 \frac{30}{58,5} = 256$, przyjęto z charakterystyki $n_s = 206$ sk. podw./min.

- e) Czas główny

$$t_g = \frac{0,5}{0,03 \cdot 206} + \frac{\pi \cdot 4 \cdot 34}{0,275 \cdot 206} 1 = 7,63 \text{ min}$$

Czas pomocniczy t_p wg danych tabl. G-21 będzie się składał z czasu na:

a) pracę na trzpieniu bez ustawiania przedmiotu o masie < 8 kg –	
poz. 1	– 0,8 min
b) zamocowanie drugiego przedmiotu – poz. 5	– 0,4 „
c) ustawianie pierwszego przedmiotu wg zęba – poz. 6	– 0,35 „
d) ustawienie drugiego przedmiotu wg zęba – poz. 7	– 0,10 „
	<hr/>
	razem 1,65 min

Posługując się tabl. G-20 czas przygotowania t_{pz} można określić następująco:

a) czynności organizacyjne – poz. 1	– 12 min
b) uzbrojenie obrabiarki – poz. 2	– 20 „
c) kontrola pierwszej sztuki – poz. 6	– 5 „
	<hr/>

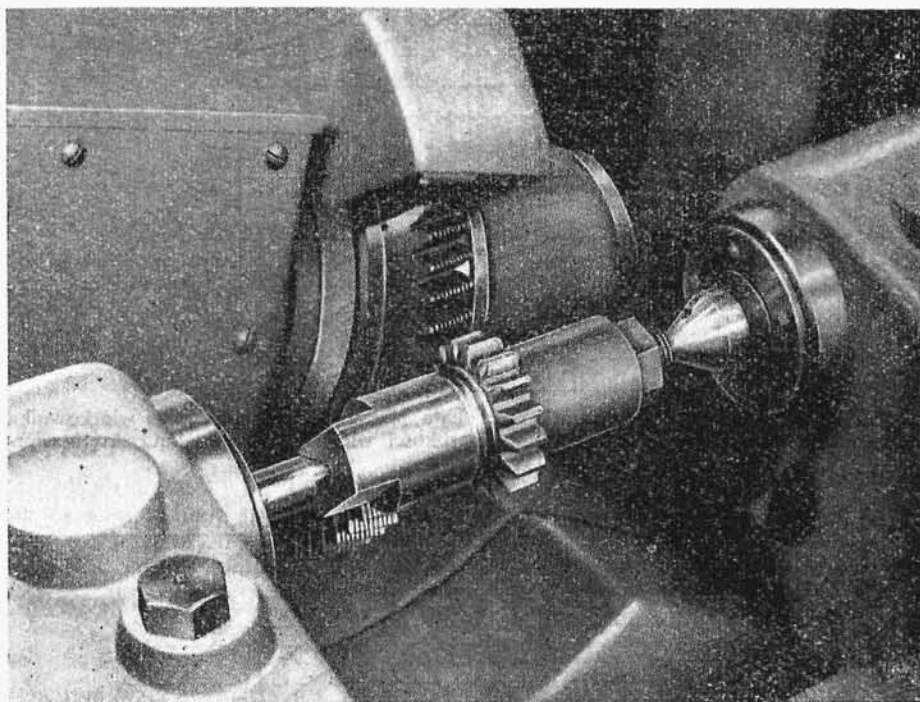
razem $t_{pz} = 37$ min

Czas wykonania dla dwóch sztuk: $t_w = 7,63 + 1,65 = 9,28$ min, czyli na 1 sztukę będzie $t_w = 4,64$ min; stosując 10-procentowy wskaźnik czasu uzupełniającego normę czasu jednostkowego t_j można ustalić jako $t_j = 1,1 \cdot 4,64 = 5,1$ min.

IV. Normowanie czasu robót na wiórkarkach krążkowych do kół zębatach

1. Uwagi ogólne

Wiórkowanie zębów w kołach zębatych (rys. G/5) na wiórkownicach należy do najwydajniejszej metody obróbki wykańczającej, dającej zarazem wysoką klasę dokładności 7–8 wg DIN i chropowatości ∇ 6–8. Najczęściej stosowanym narzędziem jest wiórkownik krążkowy, wykonywany ze stali szybko tnącej SW18, hartowanej na $HRC = 62 \div 65$ kG/mm² lub stali szybko tnącej SW7Mo o twardości $HRC = 62,5 \div 64,5$ kG/mm². Tym narzędziem obrabia się zasadniczo stale węglowe i stopowe w stanie normalizowanym, a także ulepszonym cieplnie do $HRC = 40$ kG/mm². Zakres wiórkowanych modułów nie przekracza w Polsce $m = 2 \div 6$.

**G**

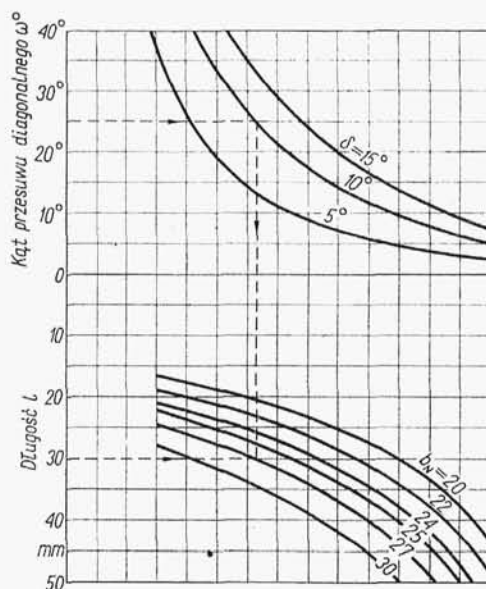
Rys. G/5. Wiórkownik i wiórkowany przedmiot w kłach

Znane są trzy metody wiórkowania:

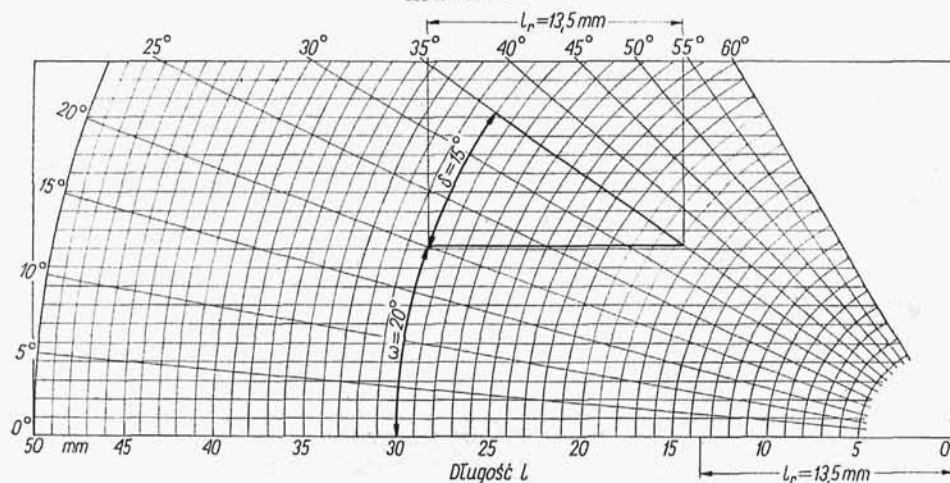
- wiórkowanie wzdłużne: przesuw wiórkowania jest zgodny z osią przedmiotu; metoda uniwersalna, konwencjonalna: jednym wiórkownikiem o określonej szerokości b_N można obrabiać koła o różnej szerokości l , ale wiórkownik pracuje nieznacznie szerokością, co prowadzi do szybszego jego tępienia; droga przesuwu wiórkownika L jest większa od długości obrabianego zęba,
- wiórkowanie diagonalne: przesuw wiórkownika jest pod kątem ω do osi obrotu przedmiotu; metoda nowoczesna, ale szerokość koła zębatego l (zazwyczaj $l < 50$ mm) jest uzależniona od szerokości wiórkownika b_N i kąta przekątnego

przesuwu ω (rys. G/6), wiórkownik pracuje większą szerokością i zużywa się równomiernie; droga przesuwu wiórkownika L jest krótsza niż przy metodzie wzdłużnej, co wynika z faktu, że droga skrawania l_r na przedmiocie jest krótsza od długości zęba l (rys. G/7);

— wiórkowanie poprzeczne (styczne): przesuw wiórkownika prostopadły do osi przedmiotu; metoda obróbki w jednym przejściu i wysokowydajna, ale wiórkownik musi być szerszy do szerokości koła zębatego i wymaga specjalnego ostrzenia.



Rys. G/6. Nomogram do określania wielkości kąta przesuwu diagonalnego ω wiórkownika w zależności od długości l zęba przedmiotu, szerokości wiórkownika b_N i kąta skreśu wiórkownika δ



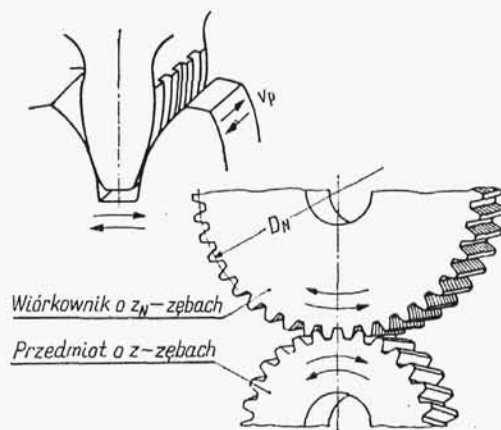
Rys. G/7. Nomogram do określania drogi skrawania l_r wiórkownika przy metodzie wiórkowania diagonalnego (l — długość zęba przedmiotu w mm, ω — kąt przesuwu przekątnego wiórkownika, δ — kąt skreśu osi wiórkownika względem osi przedmiotu)

Z wymienionych metod, tylko dwie metody: wiórkowanie wzdłużne i diagonalne znajdują produkcyjne zastosowanie w Polsce.

Szybkością skrawania jest tu nie szybkość obwodowa v_o wiórkownika, a względna szybkość poślizgu między zębami obu współpracujących kół: wiórkownika i przedmiotu (rys. G/8), związane ze sobą zależnością

$$v_p = v_o \frac{\sin \delta}{\cos \beta} \quad [G.2]$$

gdzie δ – kąt skreśtu osi przedmiotu i wiórkownika niezbędny dla utworzenia procesu skrawania tj. ruchu poślizgu między zębami (optymalna wartość $\delta = 10 \div 15^\circ$), a β – kąt pochylenia linii zębów na przedmiocie względem osi przedmiotu ($\beta = 0$ dla koła o zębach prostych). Jednakże praktycznie w doborze parametrów obróbki posługuje się pojęciem szybkości obwodowej v_o , gdyż ona jest ograniczona dynamiką procesu wiórkowania.



Rys. G/8. Ruchy poślizgu międzyzębnego przy współpracy tocznej zębów wiórkownika i przedmiotu

Wiórkowniki wykonuje się w dość dużej rozpiętości średnic $D_N = 80 \div 250$ mm, najczęściej jednak spotyka się $D_N \approx 170$ mm (7"). Szerokość wiórkownika b_N jest mała rzędu $20 \div 25$ mm niezależnie od przedmiotu. Ale przy metodzie diagonalnej – jak już wspomniano – szerokość wiórkownika b_N określa się w zależności od szerokości przedmiotu l i kąt przekątnego przesuwu ω wg wzoru

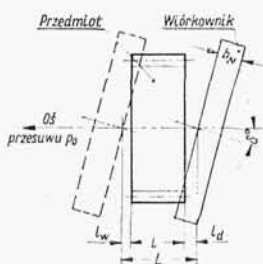
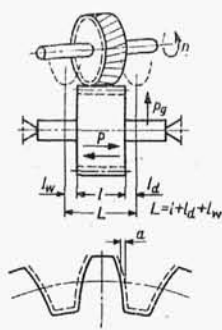
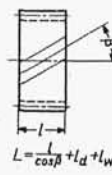
$$b_N = l \frac{\sin \omega}{\sin(\omega + \delta)} + 5 \quad \text{mm} \quad [G.3]$$

Na tym wzorze oparty jest nomogram na rys. G/6. Optymalna wartość kąt $\omega = 20 \div 25^\circ$. Gdy szerokość przedmiotu $L < b_N$, to kąt przesuwu przekątnego $\omega = 90 - \delta$ (δ – kąt skreśtu osi wiórkownika i przedmiotu) i wiórkowanie diagonalne nabiera cech wiórkowania poprzecznego (stycznego) i celowe jest wtedy przejść na tę metodę wiórkowania zachowując szybkość obwodową wiórkownika v_o , a redukując posuw wzdłużny p_o (mm/obr. przedmiotu) do połowy. Ale metoda ta w Polsce nie jest wypróbowana.

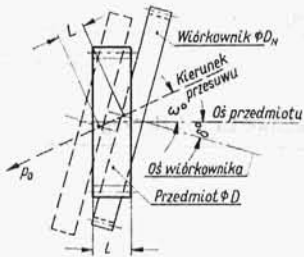
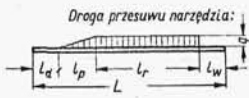
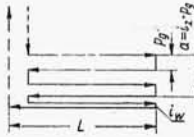
Sposoby obliczania czasu głównego podano w formie wytycznych w tabl. G-26, a stosowane warunki obróbki – w tabl. G-27 do G-29. Czynności przygotowawcze i manipulacyjne nie są skomplikowane. Normatywy czasu dla tych czynności podano w tabl. G-30 i G-31. Czasy uzupełniające t_u można przyjmować jako $10 \div 12\%$ czasu wykonania. Możliwe jest stosowanie obsługi dwu i trzy-maszynowej.

2. Tablice wytycznych i normatywów dla normowania czasu robót wykonywanych na wiórkarkach krążkowych do kół zębatych

Tablica G-26. Wytyczne do obliczania czasów głównych na wiórkarkach do kół zębatych

Szkice	Wytyczne robocze
1. Wiórkowanie metodą wzdłużną	
	<p>a) kół zębatych o zębach prostych</p> $\text{czas główny } t_g = \frac{L}{p_o n_N} \cdot \frac{z}{z_N} i$
	Dobieg i wybieg $l_d + l_w = 10 \text{ mm}$
	Posuw wzdłużny p_o , mm/obr koła
	tablica G-27
	Prędkość obrotowa wiórkownika n_N
<p>a) Koło o zębach prostych</p> 	$n_N = 318 \frac{v_o}{D_N}$ <p>Średnica wiórkownika $D_N \cong 127 - 228 \text{ mm}$ przeciętnie $D_N \cong 170 \text{ mm}$ (7')</p>
	Szybkość obwodowa v_o , m/min
	tablica G-28
	Ilość przejść i
	$i = \frac{1,4 a}{p_g} + (2 \div 6)$ <p>a — naddatek pod wiórkowanie w mm p_g — dosuw wgłębny w mm/przejście (dodatek 2÷6 na wygładzenie zależnie od modułu i klasy dokładności) Wielkości a i p_g — w tabl. G-29</p>
<p>b) Koło o zębach śrubowych</p> 	<p>b) kół zębatych o zębach śrubowych Obliczenia czasu t_g jak w poz. a.</p>
	<p>Uwaga. Jeśli posuwy wzdłużne są podane w charakterystyce wiórkarki w p_m mm/min, to iloczyn $p_n = p_m$</p>

Tablica G-26 (cd.)

Szkice	Wytyczne robocze										
2. Wiórkowanie metodą diagonalną											
	Czas główny $t_g = \frac{L}{p_o n_N} \frac{z}{z_N} i$										
	Dobieg i wybieg $l_d + l_w = 2m$, ale ≥ 6 mm										
	Droga wcinania się l_p :										
	$l_p \approx \frac{\sqrt{1,4 am (z_N + z)}}{\sin (\delta + \omega)}$										
	Droga robocza l_r :										
<p>Kąty optymalne:</p> <ul style="list-style-type: none">— skreśu osi wiórkownika $\delta = 10-15^\circ$— przesuwu diagonalnego $\omega = 20-25^\circ$	a) gdy $l > b_N$										
	$l_r = \sqrt{l^2 + (b'_N)^2} - 2l b'_N \cos \omega$										
	gdzie czynna szerokość wiórkownika										
	$b'_N = l \frac{\sin \omega}{\sin (\delta + \omega)}$										
	b) gdy $l < b_N$										
	$l_r = l \sin \delta$										
Kąt	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	
sinus	0,09	0,17	0,26	0,34	0,42	0,50	0,57	0,64	0,71	0,76	
cosinus				0,94	0,91	0,87	0,82				
											
Posuw wzdłużny p_o , mm/obr przedmiotu											
tabl. G-27											
Szybkość obwodowa v_o , m/min											
tabl. G-28											
											
Prędkość obrotowa wiórkownika											
$n_N = 318 \frac{v_o}{D_N}$											
Posuw minutowy przesuwu											
$p_m = p_o n_N \frac{D_N}{D}$											
Ilość przejść i											
a) przy stałym dosuwie wgłębnym p_g											
$i = \frac{1,40 a}{p_g} + i_w$											
b) przy zmiennym dosuwie wgłębnym p_g											
$i = i_z + i_w$											
wielkości a, p_g, i_z ; — tabl. G-29											
Wartość i zaokrąglać do liczby parzystej.											
Ilość przejść wykańczających i_w											
Klasa dokładności koła wg DIN	6	7	8								
moduł m	i_w										
5-6	6	4	2								
3-4	5	3									
2	4	2									

Tablica G-27. Posuwy wzdłużne p_o (mm/obr przedmiotu) przy wiórkowaniu metodą wzdłużną i diagonalną

Klasa chropowatości	Ilość zębów z na przedmiocie				
	12	17	25	40	100
	Posuw p_o , mm/obr.				
$\nabla 8$	0,10–0,15	0,15–0,20	0,20–0,25	0,25–0,30	0,35–0,40
$\nabla 7-8$	0,15–0,20	0,20–0,25	0,25–0,30	0,35–0,40	0,50–0,60

Uwaga: większe wartości dotyczą większych modułów $m = 5 \div 6$, a mniejsze — małych modułów $m = 2 \div 3$

Tablica G-28. Szybkości obwodowe v_o (m/min) wiórkownika krążkowego

Materiał obrabiany	St 5 35	St6 45	30H, 40H 15H, 20H 50HN 15HN 14HG, 20HG 15HGM, 18HGM 18HGT	55 Stale stopowe ulepszane HRC < 40	Żeliwo szare
Szybkość v , m/min	140	130	105	80	110

Współczynnik poprawkowy ze względu na kąty β i δ

Kąt skrzyżowania δ	Kąt pochylenia linii zębów β				
	0	10–20°	20–25°	25–30°	35°
	Współczynnik K_p				
5–10°	1,1	1,05	1,0	0,95	0,95
15°	1,0	0,95	0,9	0,85	0,8

Tablica G-29. Posuwy promieniowe p_g (mm/przejście) przy wiórkowaniu metodą wzdłużną i diagonalną

Metoda stałego posuwu		Metoda zmiennego posuwu dla klasy 6–7 wg DIN					
Klasa dokładności koła zębatego wg DIN	p_g	m	2	3	4	5	6
		naddatek a	0,10	0,12	0,15	0,17	0,20
6	0,02–0,025	1	0,045	0,055	0,065	0,070	0,075
		2	0,045	0,055	0,065	0,060	0,075
7	0,04–0,05	p_g 3	0,03	0,035	0,05	0,050	0,065
		4	0,015	0,020	0,020	0,035	0,050
8	0,05–0,07	5				0,025	0,025

Uwaga: dla żeliwa p_g większe o 50%

Uwaga: zmniejszając naddatek a o 30%, ilość przejść można zredukować do 3÷4; dla dokładności klasy 8 ilość przejść i_z mniejsza o jedno; stosować przy twardości stali $HB \leq 229 \text{ kg/mm}^2$.

Tablica G-30. Czasy przygotowawczo-zakończeniowe dla robót na wiórkarkach krążkowych

Lp.	Czynność	Czas, min
1	Czynności organizacyjne związane z przyjęciem i zdaniem roboty	10
2	Uzbrojenie obrabiarki	15
3	Kontrola 1-szej sztuki	5

Tablica G-31. Czasy czynności pomocniczych związanych z wykonaniem operacji na wiórkownicach krążkowych

Lp.	Sposób mocowania	Masa przedmiotu, kg		
		3	8	20
		Czas, min		
1	W kłach na trzpieniu	0,70	0,85	1,10
2	W kłach	0,40	0,55	0,80

3. Przykład obliczeniowy

Obróbce wykańczającej w średniej klasie dokładności (7 wg DIN) metodą wiórkowania ma być poddane koło zębate o zębach prostych o następujących wymiarach: $z = 36$, $m = 3$, $l = 30$ mm, klasa chropowatości $\nabla 8$.

Materiał przedmiotu: stal chromowa 40H. masa: ok. 3,5 kg.

Naddatek na wiórkowanie $a = 0,12$ mm na stronę zęba.

Do wykonania tej operacji przewidziana jest radziecka wiórkarka „Komso-molec” typ „5718” o następującej charakterystyce:

- a) zakres średnic przedmiotu: $30 \div 200$ mm,
- b) zakres modułów: $m = 1,5 \div 6$,
- c) zakres średnic wiórkownika $D_N = 130 \div 188$ mm,
- d) 6 wielkości prędkości obrotowych wiórkownika n_N :

95–121–152–183–230–292 obr/min

- e) wielkości posuwów wzdłużnych stołu p_m :

43,7–57,5–67,5–75–82,7–96–112–123–137–160–211 mm/min

- f) wielkości dosuwów pionowych stołu p_g :

0,02–0,04–0,06–0,08 mm/podwójny skok stołu

Przewiduje się dla modułu $m = 3$ wiórkownik o średnicy podziałowej $D_N = 164,61$ i $z_N = 53$ zębach.

Obliczenie czasu głównego t_g wg wytycznych tabl. G-26 da następujące wyniki:

- długość $L = 30 + 10 = 40$ mm,
- szybkość obwodowa v_o (wg tabl. G-28): dla stali 40H będzie $v = 105$ m/min,
- prędkość obrotowa $n_N = 318 \frac{105}{164,61} = 204$, przyjęto $n_N = 183$ obr/min,
- posuw p (wg tabl. G-27): dla ∇ 8 $z = 36$, $p = 0,25 \div 0,30$ mm/obr dla modułu $m = 3$ przyjęto wstępnie $p_o = 0,25$ mm/obr,
- posuw minutowy stołu $p_m = 0,25 \cdot 183 = 46$, przyjęto z charakterystyki $p_m = 43,7$ mm/min,
- ilość przejść i (wg tabl. G-27): dla klasy 7 dosuw wgłębny $p_g = 0,04 \div 0,05$, dla modułu $m = 3$ przyjęto $p_g = 0,04$ mm/przejście, zatem $i = \frac{1,4 \cdot 0,12}{0,04} + 3 = 4,2 + 3 = 7,2$, przyjęto $i = 8$,
- czas główny

$$t_g = \frac{40}{43,7} \cdot \frac{36}{53} 8 = 4,95 \text{ min}$$

Czas pomocniczy wg tabl. G-31 dla przedmiotu o masie < 8 kg przy mocowaniu na trzpieniu w kłach wynosi $t_p = 0,85$ min, a zatem czas jednostkowy t_j przy $t_u = 10\%$ t_w wyniesie:

$$t_j = 1,1 (4,95 + 0,85) = 6,4 \text{ min}$$

Przewidując wszystkie czynności podane w tabl. G-30 można przyjąć normę czasu przygotowania jako $t_{pz} = 30$ minut.

Jeśli obliczony przykład rozważyć dla przypadku wiórkowania metodą diagonalną, to posługując się wytycznymi z tabl. G-26 dla tej metody kolejne wyniki obliczeń nowego wariantu będą następujące:

a) Droga przesuwu diagonalnego wiórkownika L : dobieg i wybieg $l_d + l_w = 6$ mm; przyjmując kąt przesuwu diagonalnego $\omega = 25^\circ$ i kąt skreślenia osi wiórkownika $\delta = 10^\circ$, droga wcinania l_p wg podanego wzoru wyniesie

$$l_p = \frac{\sqrt{1,4 \cdot 0,12 \cdot 3 (36 + 53)}}{\sin(10^\circ + 25^\circ)} = 11,5 \text{ mm}$$

czynna szerokość wiórkownika b'_N przy $\delta = 10^\circ$ i $\omega = 25^\circ$ dla długości zęba $l = 30$ mm będzie

$$b'_N = 30 \frac{\sin 25^\circ}{\sin(25^\circ + 10^\circ)} = 22 \text{ mm}$$

Pełna szerokość wiórkownika $b'_N = b'_N + 5 \text{ mm} = 27 \text{ mm}$. Taki sam wynik można otrzymać bezpośrednio z wykresu na rys. G/6 dla $l = 30$, $\omega = 25^\circ$ i $\delta = 10^\circ$; ponieważ $(l = 30) > (b_N = 27)$, więc stosując właściwy wzór obliczeniowy podany w wytycznych droga właściwego skrawania l_r wypadnie

$$l_r = \sqrt{30^2 + 22^2 - 2 \cdot 30 \cdot 22 \cdot \cos 25^\circ} = 13,5 \text{ mm}$$

(taki sam wynik można znaleźć posługując się nomogramem na rys. G/7).