

Zatem droga przesuwu wiórkownika L będzie:

$$L = 6 + 11,5 + 13,5 = 31 \text{ mm}$$

b) posuw wzdłużny wg tabl. G-27 bez zmiany tzn. $p_o = 0,25 \text{ mm/obr.}$

c) szybkość obwodowa wiórkownika wg tabl. G-28. także bez zmiany tzn. $v_o = 105 \text{ m/min.}$

d) prędkość obrotowa n_N wiórkowania pozostaje więc taka sama $n_N = 183 \text{ obr/min.}$

e) posuw minutowy $p_m = 0,25 \cdot 183 = 45 \text{ mm/min.}$ przyjęto z charakterystyki obrabiarki $p_m = 43,7 \text{ mm/min.}$

f) ilość przejść zgrubnych i wykańczających pozostaje dla wiórkownika diagonalnego bez zmiany tzn. $i = 8$

g) czas główny

$$t_g = \frac{31}{43,7} \cdot \frac{36}{53} \cdot 8 = 3,85 \text{ min}$$

Zatem wiórkowanie metodą diagonalną dzięki skróceniu drogi przesuwu roboczego narzędzia z 40 mm na 31 mm wymaga o 20% krótszego czasu głównego niż przy wiórkowaniu metodą wzdłużną. Gdyby kąt ruchu diagonalnego powiększyć maksymalnie do $\omega = 30^\circ$, a kąt skrętu wiórkowania do $\delta = 15^\circ$ to droga przesuwu wiórkowania zmalałaby do $L = 26,5 \text{ mm}$ i czas główny zmalałby o 35%. Wiórkowanie metodą diagonalną daje krótsze czasy główne dzięki zmniejszeniu drogi wiórkowania.



V. Normowanie czasu robót na zaokrąglarkach do kół zębatych

1. Uwagi ogólne

W skrzynkach biegów dla ułatwienia zazębienia się nasuwanych na siebie kół czoła zębów zaokrągla się stosując specjalne do tego celu obrabiarki zwane zaokrąglakami do zębów (rys. G/9).

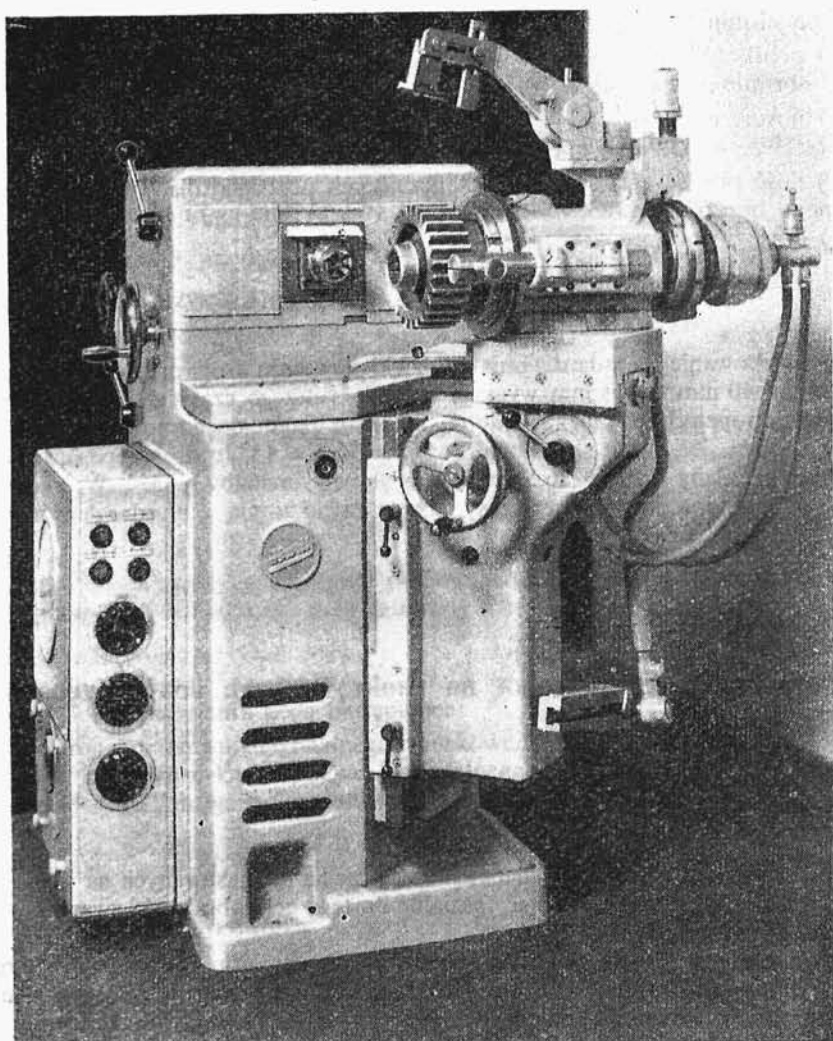
Pracują one w sposób ciągły na jeden obrót przedmiotu. Zależnie od materiału i wielkości modułu, a także i rodzaju narzędzia, obróbkę przeprowadza się w jednym przejściu albo w szeregu po sobie następujących przejściach. Po każdym przejściu ręcznie nastawia się głębokość wysunięcia freza lub stołu do następnego przejścia.

Sposób obliczenia czasu głównego t_g podano w tabl. G-32.

Dla obliczenia tego czasu konieczna jest charakterystyka stosowanej obrabiarki. Wobec braku ogólnie unormowanych warunków skrawania konieczne jest korzystanie z doświadczeń fabrycznych (tabl. G-33÷G-35).

Normatywy czasów przygotowawczo-zakończeniowych t_{pz} podano w tabl. G-36 a czasów pomocniczych t_p na operację — tabl. G-37

Czasy uzupełniające t_u można obliczać jako 12% czasu wykonania t_w .



Rys. G/9. Zaokrąglarka do kół zębatach typ ZK2 firmy „Hurth”, München, NRF

2. Tablice wytycznych i normatywów dla normowania czasu robót wykonywanych na zaokrąglarkach do zębów kół zębatach

Tablica G-32. Wytyczne do obliczania czasów głównych na zaokrąglarkach do zębów

Szkice

Wytyczne robocze

Zaokrąglanie czoła

a) frezem palcowym

b) frezem rurowym (drażonym)

A. Zaokrąglarki o ruchu postępowo-zwrotnym od mimośrodów

$$\text{Czas główny } t_g = \frac{z+z'}{n_s} i$$

z — ilość zębów przedmiotu

z' — dodatkowa ilość zębów

Moduł m	$\leq 2,5$	≤ 4	≤ 6
z'	3	4	5

Prędkość skokowa n_s ruchu postępowo-zwrotnego

frez palcowy	tabl. G-33
frez rurowy	tabl. G-34

Ilość przejść i

frez palcowy	tabl. G-33
frez rurowy	tabl. G-34

B. Zaokrąglarki o ruchu postępowo-zwrotnym od krzywki

$$\text{Czas główny } t_g = \frac{z+1}{n_s} i$$

Prędkość skokowa n_s i ilość przejść i

tablica G-35

Obliczenia pomocnicze dla określenia n_s bez tabl. G-33 ÷ G-35

Wymagana prędkość skokowa $n_s = \frac{n_f p}{\pi m}$ sk. podw./min

p — posuw = 0,3–0,35 mm/obr freza mierzony na średnicy podziałowej przedmiotu

n_f — Prędkość obrotowa freza = $318 \frac{v}{D_f}$ obr/min, gdzie szybkość skrawania $v = 20$ –40 m/min zależnie od materiału obrabianego i freza

Tablica G-36. Czas przygotowawczo-zakończeniowy dla robót na zaokrąglarkach do zębów

Lp.	Czynności	Czas, min
1	Czynności organizacyjne związane z przyjęciem i zdaniem roboty	10
2	Uzbrojenie obrabiarki do pracy na trzpieniu lub w kłach z doбором kół zmianowych	20
3	Dodatek czasu na wymianę krzywki (w zaokrąglarkach z krzywką)	5
4	Dodatek czasu na kontrolę 1-szej sztuki	3

Tablica G-37. Czasy pomocnicze związane z mocowaniem przedmiotu i wykonaniem operacji na zaokrąglarkach do zębów

Lp.	Rodzaj mocowania		Masa przedmiotu, kg			
			1	3	8	20
			Czas, min			
1	Na trzpieniu zacisk śrubowy	Z szybkozmienną podkładką	0,6	0,7	0,9	1,1
2		Ze zwykłą podkładką	0,7	0,9	1,2	1,4
3	Na trzpieniu z podpórką		1,0	1,2	1,5	1,75
4	W kłach		0,6	0,7	0,8	1,0

G

3. Przykład obliczeniowy

Dane jest koło zębata o masie ok. 5 kg ze stali chromowej 20H o module $m = 3,25$ i $z = 56$ zębów. Koło to ma mieć zaokrąglone zęby z jednego czoła. Do wykonania tego zadania służy zaokrąglarka FAR firmy „Reinecker”, pracująca frezem palcowym o następującej charakterystyce:

- a) zakres kół zębatach – $85 \div 400$ mm,

- b) maksymalny moduł $m = 7$
- c) prędkość obrotowa wrzeciona freza $n_f = 1400$ obr/min,
- d) komplet kół zmianowych pozwala na ustawienie 8 szybkości skokowych suportu n_s na minutę:

$$25 - 28 - 32 - 38 - 45 - 50 - 62 - 80$$

- e) krzywkowe sterowanie skoku suportu.

Czas główny t_g w myśl wytycznych tabl. G-33 poz. 2 i tablicy normatywów G-35 można określić następująco:

- a) dla modułu $m \leq 3,5$ (dany jest moduł $m = 3,25$) i stali 20H potrzeba $i = 5$ przejść i prędkość skokową $n_s = 62$ sk. podw./min,

- b) czas główny

$$t_g = \frac{(56+1)}{62} 5 = 4,6 \text{ min}$$

Czas pomocniczy dla przypadku normalnego mocowania przedmiotu o masie ≤ 8 kg na trzpieniu z szybkim zaciskiem pneumatycznym (można przyjąć normatyw czasu jak dla poz. 1 w tabl. G-37) wyniesie $t_p = 0,9$ min.

W takim razie czas jednostkowy przy 12-procentowym dodatku na czas t_u będzie:

$$t_j = 1,12(4,6 + 0,9) = 6,2 \text{ min}$$

Natomiast czas przygotowania t_{pz} wg tabl. G-36 wyniesie:

- | | |
|--|----------|
| a) czynności organizacyjne — poz. 1 | — 10 min |
| b) uzbrojenie obrabiarki normalne — poz. 2 | — 20 „ |
| c) wymiana krzywki — poz. 3 | — 5 „ |
| d) kontrola pierwszej sztuki — poz. 4 | — 3 „ |

razem $t_{pz} = 38 \text{ min}$

VI. Normowanie czasu robót na strugarkach do kół stożkowych o zębach prostych

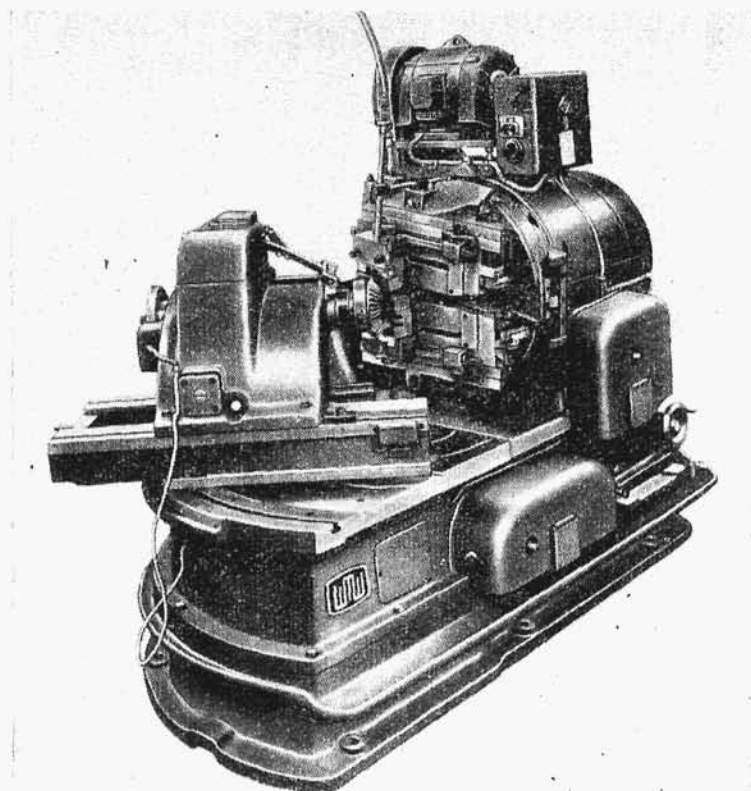
1. Uwagi ogólne

Obróbka obwiedniowa stożkowych kół zębatych o zębach prostych przeprowadzana jest najczęściej metodą *Gleasona* za pomocą dwóch noży roboczych. Typowymi obrabiarkami pracującymi tą metodą są strugarki firmy „Heidenreich & Harbeck” (NRF) oraz strugarki radzieckie model Nr 526. Strugarka przedstawiona na rys. G/10 jest obrabiarką pracującą tą samą metodą.

Strugarki pracujące metodą *Bilgrama* np. strugarki „Reinecker” spotyka się obecnie coraz rzadziej.

Tabl. G-38 ilustruje ogólnie metodę oraz podaje sposób obliczania czasu głównego t_g obróbki.

Obliczanie czasu głównego wychodząc z posuwu obtaczania w mm/skok podwójny narzędzia jest w strugarkach do kół stożkowych czynnością skomplikowaną, wymagającą znajomości całego szeregu dodatkowych parametrów i wielkości np. czasu cofania i podziału przedmiotu. Dlatego praktycznie należy posługiwać się normatywami czasu obróbki w sekundach na 1 ząb wykazywanymi przez wytwórców tych strugarek (tabl. G-39). Na tę wielkość ustawia się przy pomocy kół zmianowych cykliczność ruchu obtaczania. Do obliczenia czasu głównego nie potrzeba więc określać prędkości skokowej n_s noży na minutę.



Rys. G/10. Strugarka do stożkowych kół zębatach typu ZStWK 280×8 firmy Modul, Karl-Marx-Stadt, NRD

Normatywy czasu przygotowania t_{pz} są podane w tabl. G-41, a czasu pomocniczego ręcznego na operację — w tabl. G-42

Należy przyjąć, że czas uzupełniający t_u ze względu na czasochłonną wymianę noży strugarskich jest równy co najmniej 12% czasu wykonania.

2. Tablice wytycznych i normatywów dla normowania czasu na strugarkach do kół stożkowych

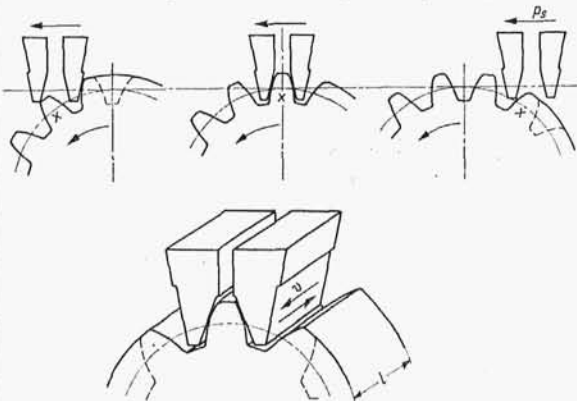
Tablica G-38. Wytyczne do obliczania czasów głównych na strugarkach do kół stożkowych typu Gleasona, Heidenreich & Harbeck

Lp.

Szkice

Wytyczne robocze

1 Struganie kół stożkowych o zębach prostych metodą Gleasona



Czas główny

$$t_g = \frac{t_1 z}{60}, \text{ min}$$

z — ilość zębów obrabianego koła
Czas główny t_1 na 1 ząb, s

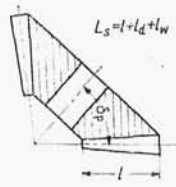
dla małych strugarek — tab. G-39

dla średnich strugarek — tabl. G-40

Ilość przejść i		
Materiał	Przejścia	1 zgr. + 1 wyk.
stal	$m \leq 3$	$m > 3$
żeliwo	$m \leq 16$	$m > 16$

Uwaga. normatywy czasów t_1 określają wytwórcy dla swych strugarek, wielkość t_1 ustawia się kołami zmianowymi

2 Przybliżone określenie czasu t_1 dla przypadku braku normatywów wytwórcy strugarki



Ilość zębów zastępcza $z_z = \frac{z}{\cos \delta_p}$

Posuw obwodowy p_o , mm/sk. podw.

Grupa materiałowa	stal	żeliwo
$m = 2-4$	0,12-0,35	0,25-0,5
$p_o \quad m = 8-10$	0,08-0,2	0,2 -0,4

wyższe wartości dla $z > 60$ i miękkich materiałów

$\text{czas } t_1 = \frac{n_1 60}{n_s \eta}$

$\eta = 0,6-0,7$ — zapas na ruch powrotny i podział

Charakterystyka wymiarowa koła

m_c — moduł czołowy zewnętrzny
 z — ilość zębów
 δ_p — kąt stożka podziałowego w stopniach
 l — długość zęba w mm

Prędkość skokowa noży n_s

$$n_s = 500 \frac{v}{L_s}$$

v — szybkość ruchu noży m/min — tabl. G-39 i G-40
 L_s — długość skoku = $l + l_d + l_w$

moduł m	≤ 5	10	15	20
dobieg i wybieg $l_d + l_w$	10	15	20	25

Ilość skoków podw. n_1 roboczych na 1 ząb

$$n_1 = \frac{\pi m_c k_z}{p_o}$$

Ilość zastępcza zębów z_z	20	30	40	70	100
Współcz. k_z	2,05	2,15	2,2	2,3	2,35

Tablica G-39. Warunki obróbki przy struganiu zębów w kołach stożkowych o zębach prostych na strugarkach do kół stożkowych $m_{max} = 2,5$ i prędkości skokowej $n_s = 237-795$ sk. podw./min

Rodzaj obróbki		stal				żeliwo				
		Szybkość v , m/min								
zgrubnie		18				14				
wykańczająco		20				16				
Czas obróbki jednego zęba t_1 , s										
Obrabiany materiał	Długość l , mm	zgrubnie				wykańczająco				
		Moduł m								
		1	1,5	2	2,5	1	1,5	2	2,5	
Stal 20H, 12HN3	5	2,4	2,9	3,5	4,2	3,5	3,5	4,2	4,2	
	10	6,4	6,4	7,6	9,2	3,5	3,5	4,2	4,2	
	13	7,6	7,6	9,2	11,3	3,5	3,5	4,2	4,2	
	16	11,3	11,3	13,8	13,8	4,2	5,1	5,1	6,4	
	19	13,8	13,8	13,8	16,7	4,2	5,1	5,1	6,4	
	22	13,8	13,8	16,7	29,2	5,1	6,4	6,4	7,6	
Żeliwo $HB = 170-210$ kG/mm ²	5	2,4	2,0	1,64	1,64	2,0	1,64	1,64	1,64	
	10	4,2	4,2	3,5	2,4	2,4	2,0	1,64	1,64	
	13	5,1	5,1	4,2	2,9	2,9	2,4	2,0	1,64	
	16	7,6	6,4	5,1	4,2	2,9	2,4	2,0	1,64	
	19	9,2	7,6	6,4	5,1	3,5	2,9	2,4	2,0	
	22	11,3	9,2	7,6	6,4	4,2	3,5	2,9	2,4	
Prędkość skokowa n_s sk. podw. min										
Użyte stopniowanie prędkości skokowej					237	283	413	517	643	795

Tablica G-40. Warunki obróbki przy struganiu zębów w kołach stożkowych o zębach prostych na strugarkach do kół stożkowych „Heidenreich = Harbeck” typów KH 15/50

Materiał		stal 35		stal 45		stal 20H i 20HN3		żeliwo			
Szybkość v , m/min		30		25		21		18-20			
Prędkość skokowa n_s sk. podw. min											
strugarka 25 KH		60	75	95	118	150	190	235	300		
strugarka 50 KH		37	48	62	84	102	135	175	230		
Czas obróbki jednego zęba t_1 , s											
Obrabiany materiał	Rodzaj obróbki	Moduł m									
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Stal 45 i 40H	na gotowo		30	45	75	105	135				
	na 2 przejścia	zgrubne wykańcz.			42	54	66	78	102	126	138
					30	36	48	60	75	90	105
Stal 20H i 12HN3	na gotowo		46	75	108						
	na 2 przejścia	zgrubne wykańcz.		30	54	78	102	126	156	192	228
				30	36	48	66	84	102	120	144
Żeliwo szare	na gotowo		42	48	60	72	90	96	120	150	180
	na 2 przejścia	zgrubne wykańcz.	30	36	48	66	78				
			24	30	36	48	60				

Tablica G-41. Czasy przygotowawczo-zakończeniowe dla robót na strugarkach do kół stożkowych typu „Heidenreich = Harbeck”

Lp.	Czynności	Wielkość strugarki max moduł		
		6	10	20
		Czas, min		
1	Czynności organizacyjne związane z przyjęciem i zdaniem roboty	12		
2	Uzbrojenie obrabiarki do pracy na trzpieniu lub oprawce	35	45	60
3	Przebrojenie obrabiarki z obróbki zgrubnej na wykańczającą	10	12	15
4	Dodatek na zmianę noży zgrubnych na wykańczające	8	11	15
5	Kontrola 1-szej sztuki	5		

Tablica G-42. Czas pomocniczy na operację przy struganiu na strugarkach do kół stożkowych

Lp.	Sposób zamocowania		Masa przedmiotu w kg do:			
			3	8	16	30
			Czas, min			
1	Na trzpieniu bez ustawiania	w 1-nym przejściu	0,90	1,10	1,30	1,50
2		w 2-ch przejściach	1,05	1,25	1,45	1,60
3	Na trzpieniu z ustawieniem wg zęba	w 1-nym przejściu	1,35	1,70	1,95	2,20

3. Przykład obliczeniowy

Koło zębate z żeliwa ZI22 ma następujące wymiary potrzebne do obliczenia czasu obróbki zębów: $z = 25$ zębów, $m = 3$, długość zęba $l = 25$ mm. Masa przedmiotu 0,8 kg. Mocowanie na trzpieniu. Struganiu nie stawia się wymagań wyższej dokładności.

Struganie zębów ma być przeprowadzone na strugarce do kół stożkowych firmy „Heidenreich & Harbeck” typu 25 KH (moduł max = 6) o charakterystyce przyjętej w normatywach tabl. G-40

Przeprowadzając obróbkę w jednym przejściu na gotowo wypada wg tabl. G-40 dla żeliwa i $m = 3$ czas obróbki na jeden ząb $t_1 = 48$ s.

W takim razie czas główny t_g dla całego koła

$$t_g = \frac{25 \cdot 48}{60} = 20 \text{ min}$$

Uwzględniając czas pomocniczy z tabl. G-42 poz. 1 dla przedmiotu obrabianego w jednym przejściu i masie ≤ 3 kg jako $t_p = 0,90$ min otrzymamy przy $t_u = 12\%$ czasu wykonania czas jednostkowy

$$t_j = 1,12(20 + 0,9) = 23,4 \text{ min}$$

Normą czasu przygotowania (tabl. G-41) będzie:

a) czynności organizacyjne — poz. 1	— 12 min
b) uzbrojenie obrabiarki — poz. 2	— 35 min
c) kontrola pierwszej sztuki poz. 5	— 5 „
razem t_{pz}	52 min

VII. Normowanie czasu robót na frezarkach obwiedniowych do wielowypustów

1. Uwagi ogólne

Wálki wielowypustowe można obrabiać w dwojaki sposób:

- a) przez frezowanie frezem krążkowym metodą podziałową,
- b) przez frezowanie frezem ślimakowym metodą obwiedniową.

Metoda obwiedniowa jest metodą wydajniejszą i dokładniejszą, zapewniającą lepszą współpracę wielowypustowego połączenia między wálkiem i otworem. Jednakże metoda ta wymaga wykonania specjalnych frezów ślimakowych.

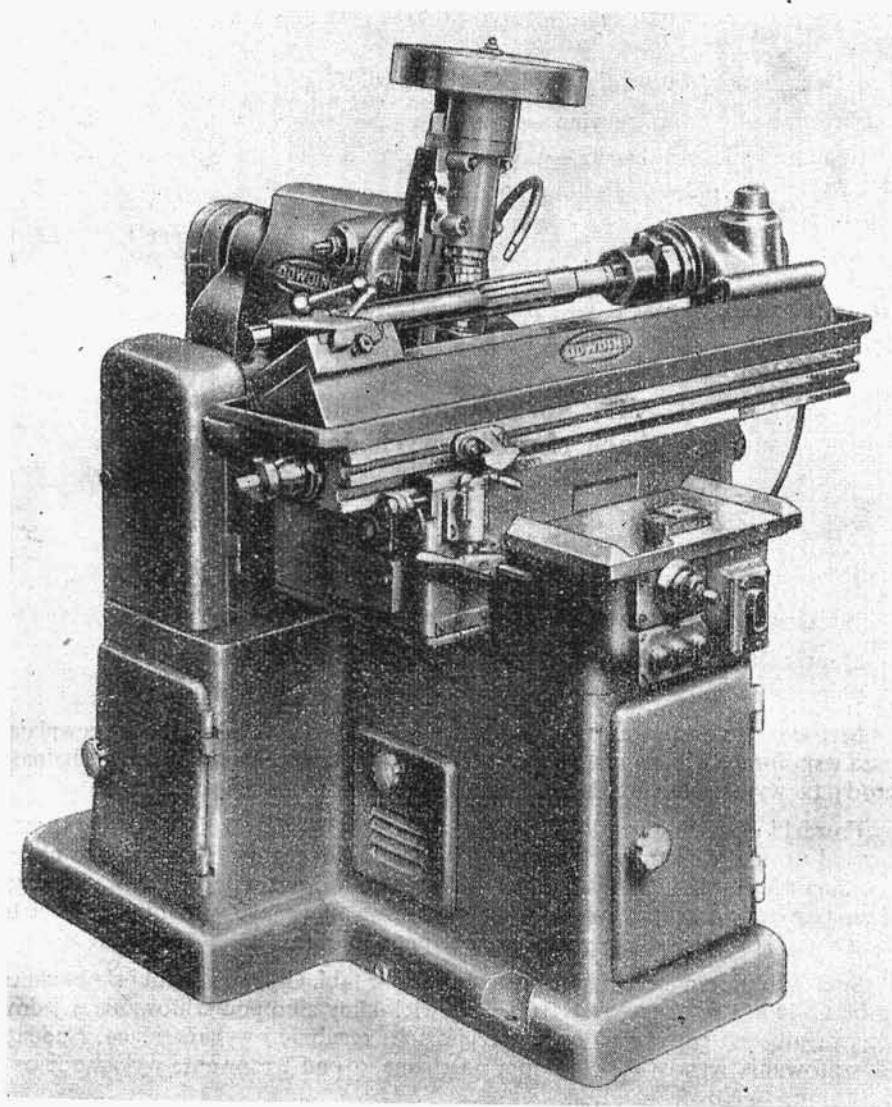
Frezarki obwiedniowe do wieloklinów (rys. G/11) nie różnią się co do sposobu pracy od normalnych frezarek obwiedniowych do kół zębatach. Ze względu na znaczne długości obrabianego wálka są one frezarkami o poziomym mocowaniu przedmiotu. Oczywiście krótkie wálki wielowypustowe mogą być wykonywane i na frezarkach do kół zębatach o pionowej osi przedmiotu.

Sposób obliczania czasu głównego podano w tabl. G-43, a warunki skrawania — w tabl. G-44 i G-45. Zazwyczaj frezuje się wielokliny albo pod szlifowanie w jednym przejściu, albo na gotowo w dwóch przejściach: zgrubnie i wykańczająco. Naddatek pod szlifowanie wynosi $0,1 \div 0,2$ mm na stronę, a pod frezowanie wykańczająco — $0,5 \div 1$ mm.

Normatywy czasów przygotowawczo-zakończeniowych t_{pz} są podane w tablicy G-46, a czasów pomocniczych — w tabl. G-47 i G-48.

Czas uzupełniający t_u należy obliczyć najwyżej jako 10% czasu wykonania t_w . Czasy maszynowe są tak duże, że szereg czynności obsługowych może być pokrytych tymi czasami.





Rys. G/11. Pozioma frezarka obwiedniowa do wieloklinów typ H7 firmy Dowding & Doll Ltd; W. Brytania

2. Tablice wytycznych i normatywów dla normowania czasu robót wykonywanych na frezarkach obwiedniowych do wieloklinów

Tablica G-43. Wytyczne do obliczania czasów głównych na frezarkach obwiedniowych do wieloklinów

Szkice

Wytyczne robocze

czas
główny

$$t_g = \frac{Lz}{n_f p_o w}$$

prędkość
obrotowa $n_f = 318 \frac{v}{D_f}$
freza

Frezowanie obwiedniowe wałków wielowypustowych

a) przelotowo

Dobieg l_d i wybieg l_w

z-łosoć wypustów wałka

$L = l_d + l_w$

b) nieprzelotowo

$L = l_d + l_w$
 $L = l_d + 2\text{mm}$

Głębokość
skrawania
 g
mm

Średnica freza D_f , mm

50 63 80 100 140

Dobieg l_d , mm

1

9

10

12

14

16

2,5

14

16

19

21

25

3

15

17

21

23

27

4

17

20

23

25

30

5

19

23

25

28

34

6

20

24

27

30

36

6,5

21

25

28

31

38

Wybieg $l_w = 2 \div 5$ mm

Posuw p_o , mm/obr przedmiotu

tablica G-44

Szybkość skrawania v , m/min

tablica G-45

Uwaga. Zazwyczaj frezy ślimakowe są jednozwojne tzn. $w = 1$.

Tablica G-44. Posuwy p (mm/obr) przedmiotu przy obwiedniowym frezowaniu wałków wielowypustowych ślimakowymi frezami do wieloklinów

Średnica zewnętrzna wałka wielowypustowego D , mm	Wysokość wypustu h_z , mm	Obrabiany materiał			
		Stale węglowe i chromowe 45, 40H, 38HA		Stale chromowe i chromoniklowe 20H i 12HN3	
		Rodzaj obróbki			
		pod szlifowanie	wykańczająca ²⁾	pod szlifowanie	wykańczająca ²⁾
28	2,5	0,8	0,35	0,75	0,3
32-52	3	1,0-0,45	0,35-0,45	0,9-1,0	0,3 -0,35
60-70	4	1,1-1,3	0,45-0,5	1,0-1,1	0,35-0,45
78-82	5	1,2-1,35	0,45-0,5	1,0-1,1	0,35-0,45
90-100	6	1,3-1,4	0,5- 0,6	1,1-1,2	0,45-0,5
105	6,5	1,4-1,5	0,5 -0,6	1,2-1,3	0,45-0,5

Uwagi: 1) Posuwy ustalone dla obróbki na frezarkach do wałków wielowypustowych mniej sztywnych o mocy $\leq 3,5$ kW; przy obróbce na frezarkach sztywniejszych o mocy $> 3,5$ kW posuwy mogą być zwiększone o 30%.

2) Zazwyczaj frezuje się w 2-ch przejściach: zgrubnie i wykańczająco, posuwy przejścia zgrubnego — jak pod szlifowanie.

Tablica G-45. Szybkości skrawania v (m/min) przy obwiedniowym frezowaniu wałków wielowypustowych ślimakowymi frezami do wieloklinów ze stali szybko tnącej SW18 (trwałość $T = 600$ min)

Wysokość wypustu h_z , mm	Ilość wypustów z	Posuw p , mm/obr przedmiotu					
		0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	2,0
3	6	39,5	32	28	25	22,5	—
	8	44	36	31	28	25,5	—
	10	48,5	39	33,5	30	27,5	—
	16	56,5	46	40	35,5	32,5	—
4	6	27,5	22,5	19,5	17,5	16	—
	8	30,5	25	21,5	19,5	17,5	×
	10	33,5	27	23,5	21	19	—
	16	39,5	32	27,5	25	22,5	—
5	6	20,5	17	14,5	13	12	10,5
	8	23	18,5	16	14,5	13	11,5
	10	25,5	20,5	17,5	15,5	14,5	12,5
	16	29,5	24	21	18,5	17	15
6	6	16	13,5	11,5	10,5	9,5	8
	8	18	15	13	11,5	10,5	9
	10	20	16	14	12,5	11,5	10
	16	23,5	19	16,5	14,5	13,5	12
6,5	6	13	12	10,5	9,5	8,5	7,5
	8	16,5	13,5	11,5	10,5	9,5	8,5
	10	18	14,5	12,5	11	10	9
	16	21	17	15	13,5	12	10,5
Współczynniki poprawkowe materiałowe K_M							
Materiał	Stale węglowe			Stale stopowe R_m , kG/mm ²			
	35	45	55	75-95	> 95		
K_M	1,15	1,0	0,85	0,65	0,45		

Uwaga. Przy frezowaniu wielowypustów z podcięciami szybkości skrawania zmniejsza się o 15%.

Tablica G-46. Czasy przygotowawczo-zakończeniowe dla robót na frezarkach do wieloklinów

Lp.	Rodzaj czynności przygotowawczych	Czas, min
1	Czynności organizacyjne związane z przyjęciem i zdaniem roboty	12
2	Uzbrojenie obrabiarki do pracy w kłach lub w uchwycie z podparciem	20
Dodatek czasu na:		
3	Założenie podtrzymki	4
4	Próbną sztukę serii	czas $t_g + 3$
5	Kontrolę 1-szej sztuki	5

Tablica G-47. Czasy pomocnicze mocowania i zdjęcia wałków na frezarkach do wieloklinów

Lp.	Sposób mocowania	Masa przedmiotu w kg do:			
		3	8	16	30
		Czas, min			
1	W kłach z zabierakiem	0,70	1,00	1,30	1,60
2	W uchwycie z podparciem kłem	0,50	0,60	0,75	0,85
3	Dodatek na ustawienie położenia profilu przedmiotu względem narzędzia	0,30	0,35	0,40	0,45

Tablica G-48. Czasy pomocnicze związane z wykonaniem zabiegu na frezarkach do wieloklinów

Lp.	Rodzaj zabiegu i dodatkowych czynności pomocniczych	Czas, min
1	Frezowanie obwiedniowe wałka wielowypustowego (bez czasu ruchu powrotnego)	0,25
2	Przesuw ręczny na odległość	do 200 mm
3		do 500 mm
4		do 1000 mm
5	Włączenie mechanicznego ruchu powrotnego	0,03
6	Dodatek czasu na pomiar mikromierzem (w dwóch miejscach na długości)	0,50

3. Przykład obliczeniowy

Walek wg rys. G/12 ma mieć wyfrezowane obwiedniowo rowki wieloklinowe. Do tej operacji przewiduje się radziecką frezarkę do wieloklinów, model 5617 o następującej charakterystyce:

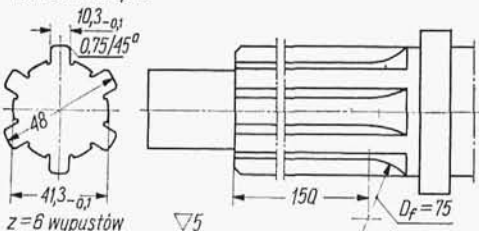
- a) rozstaw kłów — 400 mm
- b) maksymalna długość frezowania — 350 mm,
- c) 6 wielkości prędkości obrotowych freza n_f nastawianych kołami zmianowymi:

88—109—136—176—219—275 obr/min

- d) 7 wielkości posuwów p_o nastawianych kołami zmianowymi:

0,167—0,25—0,5—0,75—1,5—2 mm/obr przedmiotu

- e) moc napędu $N_s = 2,2$ kW.

Nazwa części: <i>Walek</i>	Nr rys.	Nr części <i>62. 13. 15</i>	Nr oper. <i>3</i>												
Nazwa operacji: <i>Frezowanie wieloklina</i>	Stanowisko <i>Frez. obw. do wieloklin. „5617”</i>														
Treść operacji: <i>Frezować wieloklin pod szlifowanie</i>	Pomoce: <i>Frez ślimakowy Ø 75 do wieloklinów specj.</i>														
<div>Mat. 38HA ulepsz.</div> <div></div> <div><table><tr><td><i>1</i></td><td><i>3,4</i></td><td><i>0,25</i></td><td><i>20,7</i></td><td><i>88</i></td><td><i>1</i></td></tr><tr><td>Zabieg</td><td><i>g</i></td><td><i>p_o</i></td><td><i>v</i></td><td><i>n</i></td><td><i>i</i></td></tr></table></div>				<i>1</i>	<i>3,4</i>	<i>0,25</i>	<i>20,7</i>	<i>88</i>	<i>1</i>	Zabieg	<i>g</i>	<i>p_o</i>	<i>v</i>	<i>n</i>	<i>i</i>
<i>1</i>	<i>3,4</i>	<i>0,25</i>	<i>20,7</i>	<i>88</i>	<i>1</i>										
Zabieg	<i>g</i>	<i>p_o</i>	<i>v</i>	<i>n</i>	<i>i</i>										
Zmiany	Opracował:	Sprawdził:	Zatwierdził:	Ark. 1/1											
Karta instrukcyjna obróbki															

Rys. G/12. Karta instrukcyjna obróbki dla operacji frezowania obwiedniowego wałka wielowypustowego (do przykładu obliczeniowego)

Jak wynika z rysunku, jest to frezowanie wielowypustu frezem ślimakowym jednozwojnym o średnicy $D_f = 75$ mm pod szlifowanie. Głębokość frezowania wynosi ok. 3,4 mm.

Posługując się wytycznymi tabl. G-43 określamy następująco czas główny t_g tej operacji:

- a) Długość L : dla frezowania nieprzelotowego o wymiarze $l' = 150$ mm

$L = l' + l_d$, a więc przy $l_d = 21$ mm (posługując się tabelą w tabl. G-43 dla $D_f = 80$ i $g = 3$) otrzymamy $L = 150 + 21 = 171$ mm.

b) Posuw p_o (wg tabl. G-44): dla stali chromowej ulepszonej 38HA (o $R_{m\ min} = 95$ kG/mm²) i wysokości wypustu $h_z = 3$ mm posuw pod szlifowanie wynosi $p_o = 1,0 \div 1,1$ mm/obr, przyjęto stosownie do charakterystyki $p_o = 1$ mm/obr (użyta frezarka ma moc $N_o = 2,2$ kW, a więc należy do słabszych frezarek $< 3,5$ kW, czyli posuwu zwiększać nie można).

c) Szybkość v (wg tabl. G-45): dla $p_o = 1$ i wypustu $h_z = 3 \div 4$ otrzymamy przy $z = 6$ wypustach szybkość w granicach $28 \div 19,5$ m/min, dla głębokości frezowania $g = 3,4$ wypadnie przyjąć $v = \text{ok. } 24$ m/min, a uwzględniając dla stali stopowej $R_m > 95$ kG/mm² współczynnik materiałowy $K_M = 0,45$ otrzymamy szybkość $v = 24 \cdot 0,45 = 10,8$ m/min.

d) Prędkość obrotowa freza $n_f = 318 \frac{10,8}{75} = 46$ obr/min, ponieważ najniższa prędkość obrotowa freza wynosi 88 obr/min, więc podwyższając $\frac{88}{46} = 1,9$ razy szybkość skrawania należy odpowiednio zmniejszyć posuw.

e) Skorygowanie posuwu p_o : nie znając zależności $v = f(p_o)$ można orientacyjnie skorygować posuw p_o posługując się bezpośrednio danymi tabl. G-45, w tym celu znajduje się w pozycji poziomej charakteryzującej zmienność v i p_o taki stosunek szybkości, aby odpowiadał on wymaganej zmianie, np. dla $h_z = 5$ i $z = 6$ stosunkowi szybkości $\frac{20,5}{10,5} = 1,95$ odpowiada stosunek posuwów $\frac{0,5}{2} = 0,25$ a zatem w analizowanym przypadku przy powiększonej szybkości 1,9 razy trzeba posuw zmniejszyć 4 razy, czyli $\frac{1,0}{4} = 0,25$ mm/obr i taki jest w charakterystyce obrabiarki.

f) Czas główny

$$t_g = \frac{171 \cdot 6}{88 \cdot 0,25 \cdot 1} = 46,7 \text{ min}$$

Na czas pomocniczy t_p złożą się następujące czynności:

a) zamocowanie w kłach z zabierakiem przedmiotu o masie ok. 5 kg — tabl. G-47 poz. 1	1,00 min
b) czynności związane z zabiegiem — tabl. G-48 poz. 1	0,25 „
c) przesuw ręczny powrotny stołu na odległość < 200 mm — tabl. G-48 poz. 2	0,10 „
razem	1,35 min

Czas przygotowania t_{pz} (tabl. G-46) będzie zawierał:

a) czynności organizacyjne — poz. 1	12 min
b) uzbrojenie obrabiarki — poz. 2	20 „
c) kontrolę pierwszej sztuki — poz. 5	5 „
razem	37 min

Przyjmując 10-procentowy wskaźnik czasu uzupełniającego t_u , czas jednostkowy t_j dla danej operacji wypadnie

$$t_j = 1,10(46,7 + 1,35) = 58 \text{ min}$$

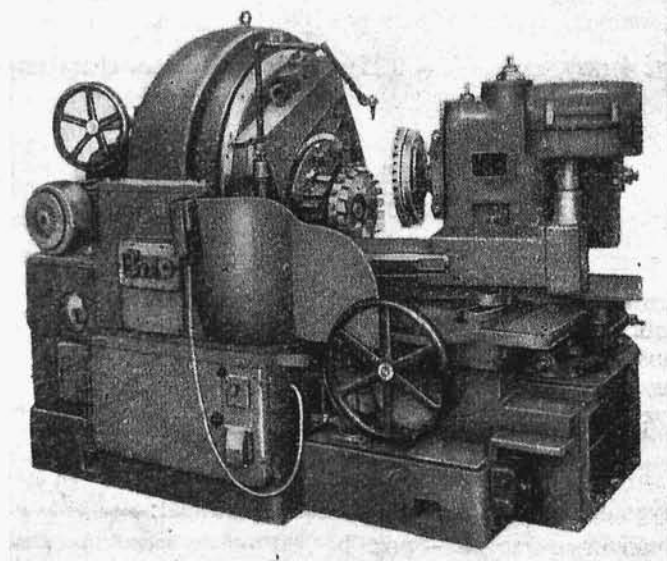
VIII. Normowanie czasu robót na frezarkach do kół stożkowych o zębach łukowych

1. Uwagi ogólne

Do obróbki uzębienia na kołach stożkowych o zębach łukowych stosuje się wiele metod, zależnie od konstrukcji narzędzia i obrabiarki, przyjętej przez wytwórcę danego typu obrabiarki. W związku z tym sposób obliczania czasu cyklu maszynowego obróbki (obrabarki te pracują z reguły w cyklu półautomatycznym) zależy od specyficznych ruchów wykonywanych przez narzędzie (czołową głowicę nożową) i obrabiany przedmiot. Dlatego też normowanie czasu obróbki na frezarkach do kół stożkowych o zębach łukowych musi opierać się o instrukcje ściśle związane z daną metodą obróbki.

W Polsce obróbkę zębów łukowych przeprowadza się zasadniczo:

a) *metodą Gleasona* (rys. G/13), stosując głowicę o ostrzach umieszczonych na jednej średnicy; obróbka każdego wrębu przez ruch jednoczesny wcinania i od-taczania odbywa się w cyklu przerywanym: po obróbce jednego wrębu następuje cofnięcie głowicy i podział o podziałkę na obrabianym kole stożkowym; zazwyczaj obróbkę realizuje się w dwóch oddzielnych operacjach; zgrubnie i wykańczająco, stosując oddzielne głowice; w obróbce wykańczającej możliwe są 4 warianty konstrukcyjne narzędzia, opłacalne zależnie od typu produkcji.

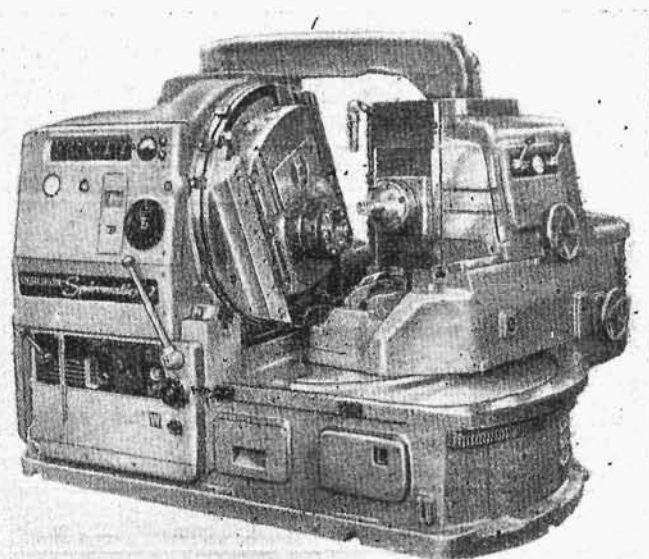


Rys. G/13. Frezarka do kół stożkowych o zębach łukowych pracująca metodą Gleasona model ZFWKK 460 x 10 firmy Modul, Karl-Marx-Stadt, NRD

b) *metodą Oerlikona* (rys. G/14), stosując głowicę o ostrzach rozmieszczonych grupami po oddzielnych spiralach; obróbka realizuje się całkowicie w cyklu ciągłym: na jeden obrót głowicy obrabiane koło przekręca się o kąt odpowiadający tyłu zębom, ile grup ostrzy jest na głowicy; każda grupa ostrzy składa się z 3-ch noży:

zdzierającego oraz dwóch wykańczających jednostronnych, a więc obróbka zgrubna i wykańczająca jest wykonywana w tej samej operacji.

W metodzie Oerlikowa są możliwe dwa warianty wykonania cyklu: jednofazowo, gdzie ruch wcinowy i odtaczania realizuje się jednocześnie (metoda mniej wydajna, ale nie ma ograniczeń dla stosunku liczby zębów $z_2:z_1$ pary współpracujących kół stożkowych) oraz dwufazowe automatycznie, gdzie najpierw odbywa się ruch wcinania bez odtaczania, a potem ruch odtaczania przy pełnej głębokości ostrza we wręcie międzyzębnym (metoda wydajniejsza, ale stosunek liczb zębów $z_2:z_1$, współpracującej pary kół > 3).



Rys. G/14. Frezarka do kół stożkowych o zębach lukowych firmy Oerlikon model Spiromatic No 2

Metodą Gleasona pracują poza obrabiarkami tej firmy (modele 106, 108, 116, 118) także obrabiarki radzieckie model 525 i 528S, a także obrabiarki z NRD model ZFWKK 460 \times 10. Natomiast metodę Oerlikona stosują wyłącznie obrabiarki tej firmy.

Wytyczne obliczenia czasu cyklu maszynowego t_{cm} podano w tabl. G-49, a normatywy warunków skrawania i czasów — w tabl. G-50, G-51.

Czas postoju obrabiarki z powodu obsługi technicznej (wymiana narzędzia) trzeba liczyć $t_{ot} = 5\%$ czasu maszynowego t_{cm} , a z przyczyn obsługi organizacyjnej i potrzeb fizjologicznych operatora $t_{oo} + t_f = 10\%$ czasu wykonania t_w . Czas wykonania t_w jest sumą czasu cyklu maszynowego t_{cm} i czasu pomocniczego t_p związanego z zamocowaniem i zdjęciem obrabianego przedmiotu i uruchomieniem cyklu maszynowego (tabl. G-52).

Czas przygotowawczo-zakończyowy t_{pz} przy ustawianiu obrabiarki wg instrukcji można przyjąć jako minimum $t_{pz} = 60$ min. W tym mieści się obróbka próbnych sztuk i kontrola.

Tablica G-49. Wytyczne robocze do doboru warunków obróbki i obliczania czasu cyklu maszynowego na frezarkach do kół stożkowych o zębach łukowych

Szkice

Wytyczne

1. Frezowanie metodą Gleasona

Czas cyklu
operacji

$$t_{cm} = z \frac{t_1}{60} \text{ min}$$

gdzie: z — liczba zębów na przedmiocie, t_1 — czas obróbki 1 zęba w s. z charakterystyki frezarki zależnie od modułu, rodzaju koła stożkowego i materiału jak tabl. G-50

Obliczeniowe oszacowanie czasu obróbki t_1 jednego zęba

a) obróbka zgrubna

$$t_1 = \frac{2,2H}{z_N p_z n_f} 60 + 3 \text{ s.}$$

gdzie H — droga wcinania:
dla koła talerzowego

$$H = (2y + 0,2) \text{ m mm}$$

dla koła małego (zębnika):

$$H = 0,8 (2y + 0,2) \text{ m mm}$$

y — współczynnik wysokości zęba $0,7 \div 1,0$

z_N — ilość ostrzy na głowicy wg tablicy

Wielkość głowicy	D_f	3,5'' 89 mm	6'' 152 mm	7,5'' 190 mm	9'' 229 mm	12'' 305 mm
Moduł	m_{max}	3	5	6	7,5	10
Ilość ostrzy	zgr.	8	12(16)	20	16(24)	20(32)
	wyk.	8	12	12	16	16(20)

Posuw wcinowy $p_z = 0,05 \div 0,10 \text{ mm/ostrze}$

Prędkość obrotowa głowicy

$$n_f = 318 \frac{v}{D_f} \text{ obr/min}$$

gdzie: v — szybkość skrawania z tabl. G-50, D_f — średnia średnica podziałowa ostrzy na głowicy

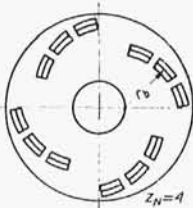
b) obróbka wykańczająca ostrzami dwustronnymi

$$t_1 = \left(\frac{l_t}{t_o} + 2,2 \right) \frac{3 \cdot n_t}{z_N \cdot n_f} 60 + 3 \text{ s.}$$

gdzie $\frac{l_t}{t_o}$ i n_t wg tablicy dalej

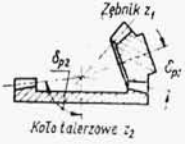
Ilość położeń obwiedniowych n_t i wielkość względna l_t/t_o skoku l_t ruchu odtaczania względem podziałki t_o

Tablica G-49 (cd.)

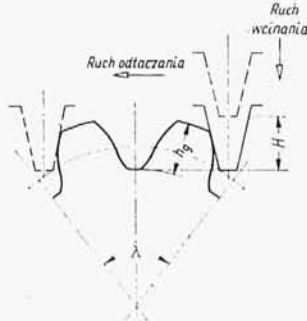
Szkice		Wytyczne							
z_{zast}		15	20	30	40	60	100	≥ 150	
Moduł m		Ilość położeń obwiedniowych n_t							
	2	14	12	10	8	6	5	4	
	4	21	17	13	11	12	6	5	
	6	26	21	16	14	11	8	7	
	8	30	24	19	15	12	9	8	
	10	33	27	21	17	13	10	9	
	12	38	31	23	19	15	11	10	
z	8	10	15	20	30	40	60	100	≥ 150
l_i/t_o	1,6	1,8	2,0	2,05	2,15	2,20	2,30	2,35	2,40
Uwaga: zastępcza ilość zębów $z_{zast} = z : \cos \delta_p$ ($\delta_p = 1/2$ kąta stożka podziałowego koła).									
2. Frezowanie metodą Oerlikona									
									
a) metoda jednofazowa wcinowo-obwiedniowa Czas cyklu maszynowego t_{cm}									
— oszacowanie przybliżone dla koła talerzowego									
$t_{cm} = (1,2H + 6,2) \frac{r_b}{1000} \cdot \frac{z_2}{z_N} + 0,3 \text{ min}$									
gdzie: H — droga wcinania w mm jak poz. 1 z_2 — liczba zębów w kole talerzowym z_N — liczba grup ostrzy w głowicy wg tablicy niżej									
Wielkość głowicy		4-44	5-62	5-78	5-98	6-110	7-125		
Zakres m		2-6	3-9	4-12	5-13	5-13	6-13		
Liczba grup ostrzy z_N		4	5	5	5	6	7		
Średni promień rozmieszczenia ostrzy, mm r_b		44	62	78	98	101	125		
Uwaga: w głowicach uniwersalnych $z_N = 1$, $r_b = 36-128$ mm									



Tablica G-49 (cd.)

Szkice	Wytyczne
	<p>Dla koła małego (zębnika) gdy $z_2 : z_1 > 3$</p> $t_{cm} = \left(\frac{3}{5} \div \frac{3}{4} \right) (t_{cm})_2$
	<p>— obliczenie dokładniejsze z warunków obróbki</p> $t_{cm} = \frac{L_\lambda \cdot 60}{n_f p_\lambda} + 0,3 \text{ min}$ <p>gdzie L_λ — droga odtaczania w stopniach kątowych: 25–30° dla zębnika 30–36° dla koła talerzowego</p> <p>p_λ — posuw odtaczania w minutowych stopniach kątowych na 1 obrót głowicy</p> <p>— dla głowicy normalnej:</p> $p_\lambda = (0,3 \div 0,6) z_N$ <p>gdzie 0,3 dla małej liczby z (np. zębnika), a 0,6 dla dużej liczby z (np. koła talerzowego)</p> <p>— dla głowicy uniwersalnej: w stopniach minutowych</p> $p_\lambda = 1 \div 1,5' / 1 \text{ obrót głowicy}$
	<p>Prędkość obrotowa głowicy n_f</p> $n_f = 318 \frac{v}{D_f} \text{ obr/min}$ <p>gdzie v — szybkość skrawania z tabl. G-51</p>
	<p>Określenie zastępczej średnicy odniesienia D_f dla szybkości skrawania</p>
	<p>A) gdy osie pary kół (zębnika i koła talerzowego) przecinają się w jednym punkcie</p> $D_f = 2r_b \left(1 + \frac{z_N}{z_p} \right)$ <p>gdzie z_p — liczba zębów koła odtaczanego</p> <p>przy $\delta_{p1} + \delta_{p2} = 90^\circ$ $z_p = \sqrt{z_1^2 + z_2^2}$</p> <p>$\delta = \delta_{p1} + \delta_{p2} \neq 90^\circ$ $z_p = \sqrt{z_1^2 \left(1 + \left(\frac{z_2 + z_1 \cos \delta}{\sin \delta} \right)^2 \right)}$</p> <p>$\delta_p$ — 1/2 kąta podziałowego stożka koła zębatego</p> <p>B) gdy osie pary kół nie przecinają się (są skośne)</p> $D_f = 2(r_b + e \operatorname{tg} \beta)$ <p>gdzie: e — ustawienie mimośrodowe głowicy w mm β — kąt spirali linii zęba (zazwyczaj w granicach 30–45°)</p>

Tablica G-49 (cd.)

Szkice	Wytyczne	
	<p>b) metoda dwufazowa : wcinanie i potem ruch obwiedniowy dla $z_2 : z_1 > 3$</p> $t_{cm} = t_{gw} + t_{go} + t_{pm1} + t_{pm2} \text{ min}$	
	<p>Czas wcinania</p> $t_{gw} = \frac{Hz}{p_z z_N n_f} \text{ min}$ <p>gdzie p_z — posuw wcinowy w mm/ostrze: 0,05–0,10 dla stali $R_m > 207 \text{ kG/mm}^2$ 0,10–0,20 dla stali $R_m \leq 207 \text{ kG/mm}^2$ żeliwa, brązu H — droga wcinania jak w poz. 1.</p> <p>Czas odtaczania</p> $t_{go} = \frac{L_\lambda}{n_f p_\lambda} 60$ <p>gdzie L_λ — jak dla metody jednofazowej wcinowo-obwiedniowej</p>	
	<p>Czas jałowy przy wcinaniu $t_{pm1} = 0,10\text{--}0,20 \text{ min}$</p> <p>Czas biegu jałowego bębna odtaczania $t_{pm2} = (0,0075 \div 0,01) L_\lambda$</p>	<p>Posuw odtaczania p_λ w stopniach minutowych/1obróót głowicy</p> <p>dla małego koła $p_\lambda = 5 \frac{z_N}{z_1}$</p> <p>dla koła talerzowego $p_\lambda = 42 \frac{z_N}{z_2}$ ale $p_\lambda < 1,3 z_N$</p>
	<p>Prędkość obrotowa n_f głowicy</p> $n_f = 318 \frac{v}{D_f}$ <p>v — szybkość skrawania z tabl. G-51 podwyższone o 20%</p> <p>D_f — zastępcza średnica odniesienia szybkości — jak dla metody jednofazowej wcinowo-obwiedniowej</p>	

Tablica G-50. Szybkość skrawania v (m/min), czas maszynowy t_1 (s) obróbki jednego zęba na frezarkach do kół stożkowych o zębach łukowych modelu 525 i 528 (ZSRR)

Obróbka	Obrabiane koło	Głowica frezowa	Szybkość v m/min	Model	Moduł zęba m									
					czas t_1 , s									
					2	3	4	5	6	7	8	10		
Zgrubna	Koło talerzowe	zgrubna z ostrzami dwustronnymi	35 ÷ 45	525	—	20	25	32	40	50	63	63		
	528			—	19	24	30	30	38	60	60			
	525				25	32	40	50	63	100	126			
	528				24	30	38	38	60	96	120			
Wykańczająca $\nabla 5-\nabla 7$	Koło talerzowe	wykańczająca z ostrzami dwustronnymi	50 ÷ 55	525	20	15	20	25	32	32	40	40		
				528	19	19	19	24	30	30	38	38		
				525	20	20	20	25	32	32	40	40		
	Koło małe (zębnik)	z ostrzami jednostronnymi		528	19	19	19	24	30	30	38	38		
		z ostrzem jednostronnym		525	20	20	25	32	40	40	50	50		
				528	19	19	24	30	38	38	48	48		
Współczynniki poprawkowe materiałowe														
Materiał	35	45	50	35H 40H	12HN4A 20HNM 12HGT 12HN3 20H	30HGT	18HNWA 5HNM 6HNM							
HB kG/mm ²	<187	<207	<229	<229	<229	<207	<229	<229	<207	<229	<285			
Współczynnik K_{Me}	1,1	1,0	0,9	1,0	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,6			
Współczynnik K_{Mf}	0,9	1,0	1,2	1,0	1,2	1,3	1,5	1,5	1,5	1,5	—			

Uwagi: 1) dla zębika o $z < 10$ czas t_1 zmniejszyć o 10%
2) dolne wartości v dla głowicy $\varnothing 6''$, a górne dla głowicy $\varnothing 9-12''$
3) długość zębów $l = (5 \div 8) m$
4) wartości czasu t_1 ujęte w ramkach dotyczą operacji w dwóch przebiegach.

Uwagi: 1) dla zębika o $z < 10$ czas t_1 zmniejszyć o 10%
 2) dolne wartości v dla głowicy $\varnothing 6''$, a górne dla głowicy $\varnothing 9-12''$
 3) długość zębów $l = (5 \div 8) m$
 4) wartości czasu t_1 ujęte w ramkach dotyczą operacji w dwóch przejściach.

Tablica G-51. Szybkości skrawania v (m/min) przy frezowaniu kół stożkowych o uzębieniu łukowym metodą Oerlikona (Trwałość $T = 6 \div 12$ h)

Materiał	Żeliwo	35 45	Stale stopowe Cr—Ni do ulepszenia cieplnego	Stale do nawęglania	Brąz
v m/min	15–25	20–30	15–35	30–40	25–50
Uwaga. górne wartości stosować przy obróbce kół talerzowych i głowicach dużych $D_f > 200$ mm, dolne — przy obróbce kół małych (zębników) i małych głowicach $D_f \leq 125$ mm.					

Tablica G-52. Czas pomocniczy t_p (min) związany z mocowaniem i zdjęciem przedmiotu oraz z za biegiem na frezarce do kół stożkowych o zębach łukowych

Lp.	Sposób mocowania		Ustawienie przedmiotu	Masa koła, kG					
				1	3	5	8	12	20
				Czas, min					
1	W oprawce z mocowa- niem	zwykłym	dowolne	0,70	0,75	0,80	0,90	0,95	1,05
2		szybko- sprawnym		0,55	0,60	0,65	0,70	0,80	0,90
3		zwykłym	określone położenie	1,00	1,05	1,15	1,30	1,40	1,55
4		szybko- sprawnym		0,80	0,90	1,00	1,10	1,25	1,40
5	W tulei zaciskowej			0,45	0,50	0,60	—	—	—

3. Przykład obliczeniowy

Para kół stożkowych o zębach łukowych o masie $G_2 = 8$ kg i $G_1 = 4$ kg ma liczbę zębów $z_2/z_1 = 39/10$, moduł średni 6, profil skorygowany $\gamma = 0,8$, kąt skrzyżowania osi $\delta = 90^\circ$. Materiał: stal węglowa 45. Frezowanie uzębienia wykonuje się głowicą Oerlikona TC5-62 na frezarce Spiromatic No 2 o prędkościach obrotowych: $n_f = 14 - 17 - 20 - 24 - 28 - 34 - 40 - 48$ obr/min. zmienianych dalej kołami zmianowymi $\times 2 \times 4$ i $\times 8$, i 30 posuwach odtaczania $p_\lambda = 0,17 \div 20,2$ minut kątowych na 1 obrót głowicy.

Obróbkę przewiduje się metodą dwufazową: wcinanie i odtaczanie. Mocowanie w oprawce ze zwykłym zaciskiem śrubowym.

Wg wytycznych w tabl. G-49 dla metody Oerlikona dwufazowej (wariant b):

Przedmiot obrabiany	Koło tarczowe $z_2 = 39$ $m = 6$	Koło małe $z_1 = 10$
a) droga wcinania $H = (2 \cdot 0,8 + 0,2) \cdot 6$	11	8,9
b) posuw wcinowy stali 45 o $R_m < 207 \text{ kG/mm}^2$		0,15
c) średnica obliczeniowa pracy ostrzy $D_f = 2 \cdot 62 \left(1 + \frac{5}{16}\right) = 163 \text{ mm}$ gdzie $z_p = \sqrt{10^2 + 39^2} = 16$		
d) szybkość skrawania v m/min wg tabl. G-51 dla stali 45 $v = 20 \div 30$ m/min, wybierając szybkość skrawania dla $D_f = 163$ średnio z zakresu $v = 25$ m/min		
e) prędkość obrotowa będzie $n_f = 318 \frac{25}{163} = 49 \text{ min/obr}$ z charakterystyki $n_f = 48 \text{ obr/min}$		
f) czas wcinania	$\frac{11 \cdot 39}{0,15 \cdot 5 \cdot 48} = 11,9 \text{ min}$	$\frac{8,9 \cdot 10}{0,15 \cdot 5 \cdot 48} = 2,50 \text{ min}$
g) posuwy odtaczania p_λ	$42 \frac{5}{39} = 5,4' \text{ obr}$ $< 1,3 \cdot 5 = 6,5' \text{ obr}$ 35°	$5 \cdot \frac{5}{10} = 2,5' \text{ obr}$ 30°
h) droga odtaczania L_λ		
i) czas odtaczania	$\frac{35 \cdot 60}{48 \cdot 5,4} = 8,10 \text{ min}$	$\frac{30 \cdot 60}{48 \cdot 2,5} = 15,00 \text{ min}$
j) czasy pomocnicze maszynowe t_{pm1} t_{pm2}	0,20 min 0,35 min	0,10 min 0,30 min
k) razem czas cyklu maszynowego t_{cm}	20,55 min	17,90 min
l) czas pomocniczy związany z zabiegiem wg tabl. G-52 poz. 1:	0,90 min	0,80 min
m) czas wykonania t_w	21,45 min	18,70 min
n) czasy uzupełniające: $t_{or} = 5\% t_{cm}$ $t_{oo} + t_f = 10\% t_w$	1,03 min 2,15 min	0,90 min 1,87 min
o) czas jednostkowy t_j przyjęto	24,63 min 25 min	21,47 min 22 min