

Czas pomocniczy t_p – wg tabl. F-10 poz. 1 (długość przesuwu suportu < 200 mm) dla przedmiotu o masie ok. 0,25 kg będzie 0,17 min. Na pomiar kontrolny sprawdzianem szczękowym co 20 sztuk wg tabl. F-11 poz. 3 – 0,20:20 = = ok. 0,01 min. Natomiast czas przygotowawczo-zakończeniowy, wg tabl. F-9 wypadnie:

a) czynności organizacyjne – poz. 1	– 10 min
b) uzbrojenie obrabiarki ze zmianą szczęk narzędziowych – poz. 3 – 12 „	– 12 „
c) kontrola pierwszej sztuki – poz. 5	– 3 „
	<hr/>
razem	25 min

Przeprowadzenie obliczenia bezpośrednio na karcie normowania czasu pracy rys. F/7) dają w wyniku jako normy czasu operację:

$$t_{pz} = 25 \text{ min}, \quad t_f = 0,36 \text{ min}$$

III. Normowanie czasu robót na rolkowych walcarkach do gwintu

1. Uwagi ogólne

Dwurolkowe walcarki do gwintu typu PEE-WEE coraz częściej są wprowadzane do praktyki nawet w warunkach produkcji średnioseryjnej. Do walcarek typu PEE-WEE należy także polska walcarka WGH-80 (Zakład Mechaniczny im. M. Nowotki w Warszawie, Fort Wola).

Oprócz walcarek dwurolkowych wchodzi obecnie w użycie walcarki trójrolkowe pracujące na zasadzie posuwu wzdłużnego za pomocą główek walcowniczych, podobnych do główek gwinciarzskich samootwierających się.

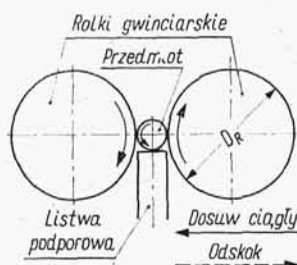
Walcarki płaskie do gwintów o ruchu posuwisto-zwrotnym wobec dużego czasu ustawiania (ok. 4 godzin) mimo wysokiej wydajności znajdują zastosowanie jedynie w warunkach produkcji wielkoseryjnej i masowej.

Aczkolwiek walcarki do gwintów reprezentują pewien rodzaj obróbki plastycznej, to jednak nowoczesny park maszynowy do obróbki skrawaniem nie może się obejść bez tego rodzaju obróbki. Obecnie także rewolwerówki i automaty są uzbrajane w samootwierające się główki walcownicze zamiast główek gwinciarzskich.

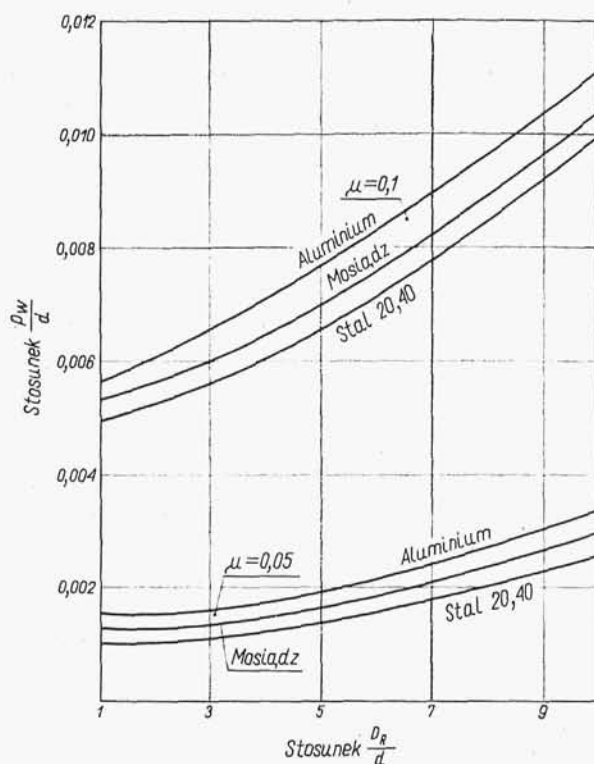
Proces walcowania na walcarkach dwurolkowych polega na tym, że dwie obracające się rolki z gwintem wyciskają plastycznie gwint na przedmiocie znajdującym się między nimi (rys. F/8). Poza ruchem obrotowym o prędkości obrotowej n_R obr/min jedna z rolek wykonuje również ruch dosuwowy w sposób ciągły (od cylindra hydraulicznego lub od krzywki) o szybkości wynoszącej praktycznie w granicach $20 \div 40$ mm/min.

Wielkość szybkości tego posuwu zależy (tabl. F-12) – jak wskazują badania – od stosunku średnicy rolki D_R do średnicy podziałowej gwintu przedmiotu d , a także od stopnia płynności materiału walcowanego i od współczynnika tarcia μ między przedmiotem i rolką (rys. F/9). Na wynik procesu walcowania wpływa ponadto szybkość samego procesu walcowania v m/min. Niestety nie ma dotychczas opracowanych dla celów produkcyjnych technicznych norm warunków walcowania: posuwu i szybkości. Wytwórcy walcarek ograniczają się do podawania wytycznych wydajności ogólnej (rys. F/10 i F/11). Oczywiście w tych warunkach zakłady opra-





Rys. F/8. Schemat ruchu roboczego przy walcowaniu gwintu systemem dwurolkowym



Rys. F/9. Stosunek posuwu wstępnego p_w rolki względem średnicy d pod gwint w zależności od stosunku średnicy rolki D_R do średnicy d przedmiotu

cowują własne normy, jak to podano przykładowo w tabl. F-13. Wyniki badań laboratoryjnych (tabl. F-14) wymagają sprawdzenia w warunkach produkcyjnych, szczególnie jeśli chodzi o szybkość dosuwu wstępnego.

Instrukcje eksploatacyjne walcarek typu PEE-WEE określają dla średniowęgowej stali optymalną szybkość walcowania $v = 16$ m/min. Jednak aby przerwy w płynięciu walcowanego materiału nie trwały zbyt długo, instrukcje te zalecają przyjmowanie prędkości obrotowej przedmiotu w pobliżu 200 obr/min.

W tych warunkach trzeba wybierać jakąś pośrednią szybkość obrotową rolki n_R , obliczoną jako średnia arytmetyczna z obu warunków

$$n_R = \frac{n_v + n_n}{2} \quad [F.1]$$

Prędkość obrotową n_v dla rolki o średnicy D_R mm z warunku szybkości walcowania v oblicza się z zależności

$$n_v = \frac{1000v}{\pi D_R} \quad [F.2]$$

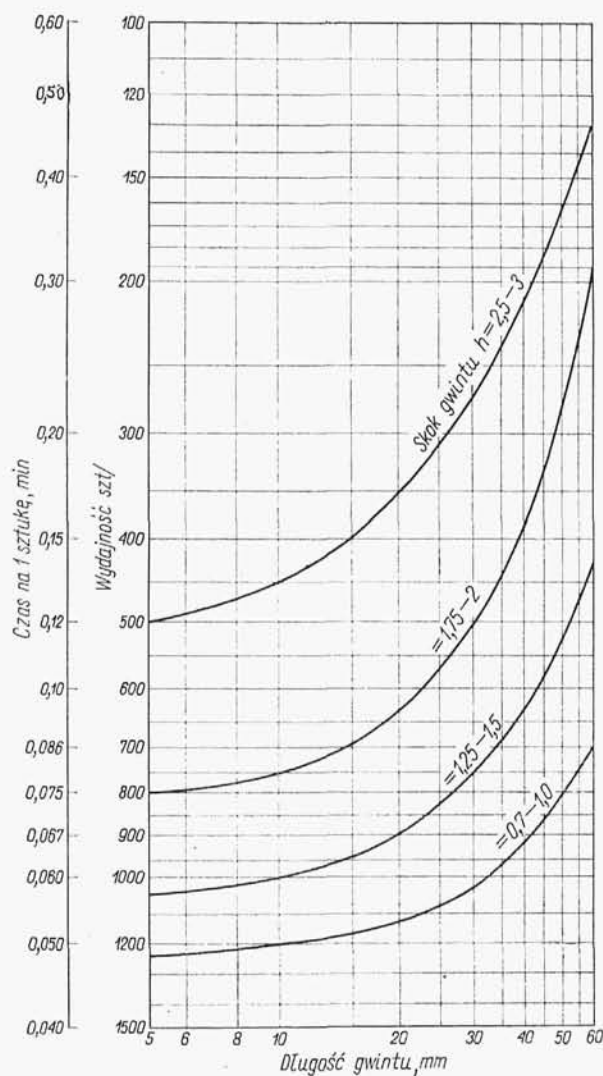
Natomiast prędkość obrotową n_n rolki przy warunku prędkości obrotowej przedmiotu $n = 200$ obr/min określa się wzorem:

$$n_n = 200 \frac{d}{D_R} \quad [F.3]$$

gdzie: d – średnica przedmiotu pod walcowanie gwintów w mm. Walcarki rolkowe produkcji niemieckiej, szwajcarskiej i, polskiej oparte na walcarkach firmy PEE-WEE, mają średnicę rolek D_R w granicach 135÷145 mm, u innych producentów spotyka się $D_R = 100÷200$ mm (np. w walcarkach „Lanhyrol” Landis’a (USA) jest $D_R =$ ok. 180 mm, Steinle No. 1 – $D_R =$ ok. 127 mm).

Podstawiając wartość $v = 16$ m/min w przypadku stali średniowęglowej otrzymamy dla rolek o średnicy $D_R = 140$ mm następujący wzór na prędkość obrotową rolek

$$n_R = 18,25 + 0,71d \quad [F.4]$$



Rys. F/10. Wydajność godzinowa przy walcowaniu gwintu rolkami systemem PEE-WEE w stali $R_m \leq 90$ kG/mm², zależnie od długości i skoku gwintu

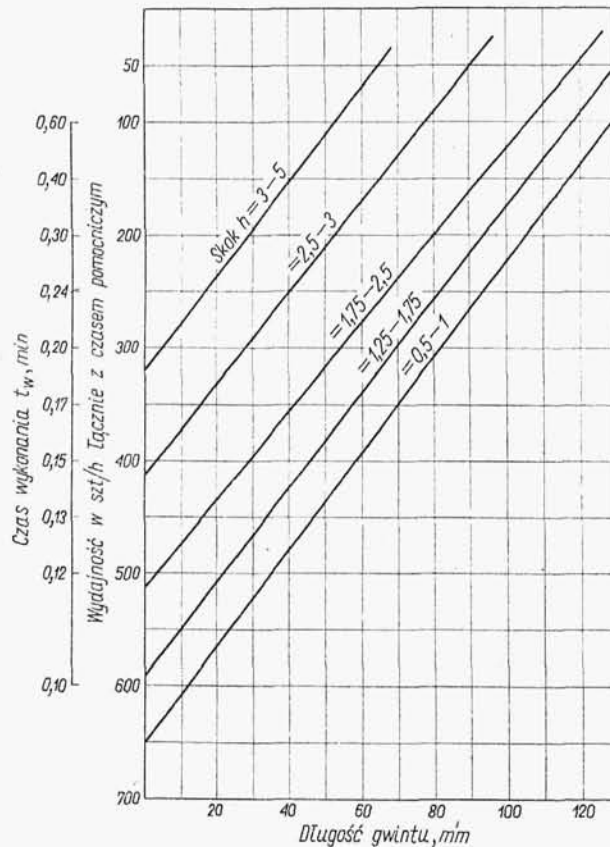
Według powyższych założeń została sporządzona tabl. F-17 norm prędkości obrotowej n_R dla walcarek PEE-WEE.

Czas główny t_g dla procesu wglębnego walcowania gwintu można w przybliżeniu ująć następującą zależnością

$$t_g = 1,1 \frac{(g_g + g_d) d}{n_R p_w D_R} \quad [F.5]$$

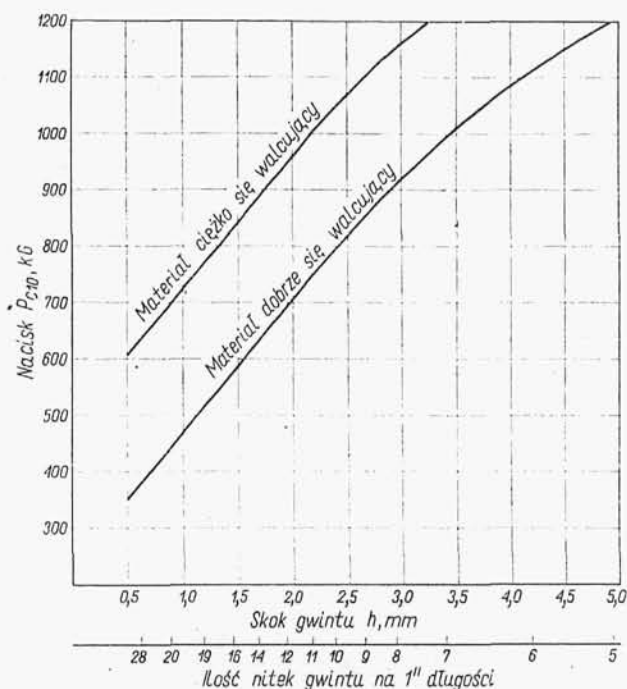
gdzie:

g_g — głębokość gwintu w mm, g_d — dobieg rolki do przedmiotu w mm = 0,2 ÷ 1,0 mm zależnie od dokładności ustawienia suportu z rolką, praktycznie można liczyć $g_d = 0,5$ mm, d — średnica przedmiotu pod walcowanie w mm, 1,1 — współczynnik na walcowanie dogładzające, tzn. na walcowanie bez ruchu dosuwowego.



Rys. F/11. Wydajność godzinowa przy walcowaniu gwintu systemem dwurolkowym w stali $R_m = 60-80 \text{ kg/mm}^2$ na walcarkach GWR-80 (NRD) lub WGH-80 (Polska)

Jeżeli przewiduje się automatyczny cykl ruchu suportu z rolką, to wielkość dobiegu g_d dobiera się tak, aby czas dobiegu wystarczył na zmianę przedmiotu. Wytyczne wielkości dosuwu p_w dla walcarek dwurolkowych systemu PEE-WEE o rolkach $D_R = 135 \div 145$ mm podano w tabl. F-15, sporządzonej na podstawie wskaźników wydajności tych maszyn. W rzeczywistości na tych walcarkach nie ustawia się bezpośrednio wielkości posuwu w takich jednostkach, a jedynie gałką ręczną reguluje się szybkość ciągłego dosuwu hydraulicznego suportu z rolką. Przy-



Rys. F/12. Optymalny nacisk P_{c10} rolki walcującej na długości 10 mm gwintu zależnie od skoku gwintu (wg danych wytwórcy walcarki GWR-80 z NRD)

gotowanie walcarki do pracy polega poza ustaleniem rolek gwinciarskich i listwy podporowej na:

- ustawieniu prędkości obrotowej rolek n_R ,
- ustawieniu maksymalnej siły nacisku rolek P_c w kG,
- wyregulowaniu zaworem szybkości dosuwu suportu z rolką do przedmiotu tak, aby ruch dosuwowy skończył się przed upływem czasu walcowania t_g z zapasem na walcowanie doglądające,
- ustawieniu czasu walcowania t_g (w sekundach), określającego tym samym moment automatycznego dosuwu rolek od przedmiotu.

Nacisk P_c powinien być taki, aby umożliwił wciskanie się rolek w materiał przedmiotu, ale zarazem nie był zbyt duży, gdyż wtedy obniża się poważnie żywotność samych rolek. Wykres na rys. F/12 pozwala na określenie optymalnego nacisku P_{c10} w stali na długość 10 mm gwintu.

Dla gwintu o długości l mm ogólny nacisk P_c będzie równy

$$P_c = P_{c10} \frac{l}{10} \text{ kG} \quad [\text{F.6}]$$

Praca wykonawcza na walcarkach uniwersalnych polegać będzie na;

- wprowadzeniu przedmiotu między rolki przy pomocy specjalnej listwy podporowej,
- włączeniu ruchu dosuwu rolki,
- po automatycznym odsunięciu się rolki wyjęcie przedmiotu i odłożenie go na bok.

Czasy pomocnicze związane z tymi czynnościami podano w tabl. F-19.

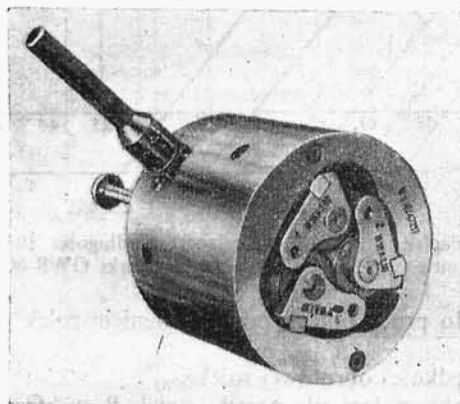
W produkcji wielkoseryjnej spotkać się można z mocowaniem przedmiotu w przyrządzie kłowym ustawionym na miejsce listwy podporowej. W ten sposób można uzyskać większą dokładność współosiowości osi gwintu z osią przedmiotu.

Normatywy czasu przygotowania t_{pz} podane w tabl. F-18 składają się w zasadzie z czasu na czynności organizacyjne i czasu na jedno typowe uzbrojenie maszyny.

Dodatek czasu t_u wobec długiego okresu użytkowania rolek będzie stosunkowo bardzo mały, rzędu 8 % czasu wykonania t_w .

Na walcarkach typu PEE-WEE możliwe jest walcowanie gwintu posuwem podłużnym. Wtedy kąt pochylenia gwintu na rolkach jest mniejszy od kąta pochylenia gwintu na walcowanym przedmiocie. Rolki firmy *Landis Machine Co* (USA) mają 35-procentową korektę kąta.

To zróżnicowanie kąta pochylenia daje w wyniku ruch posuwowy (wkręcania) przedmiotu. Rolki po stronie wejściowej mają nakrój stożkowy na długości 2–3 skoku gwintu, co umożliwia wciągnięcie przedmiotu między rolki.



Rys. F/13. Główna walcownicza trójrolkowa do gwintów firmy G. Wagner (NRF)

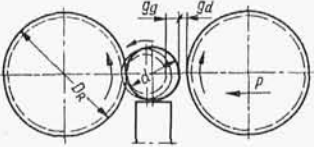
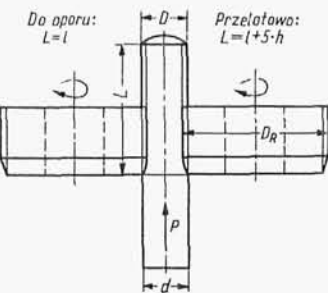
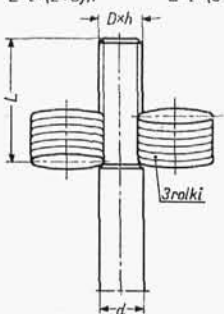
W tabl. F-16 podano wielkości takiego posuwu podłużnego przedmiotu w zależności od skoku gwintu. Wyjmowanie przedmiotu następuje po odsunięciu suportu z rolką.

Czas główny dla walcowania gwintu przy pomocy trójrolkowych główek walcowniczych (rys. F/13) określa się tak, jak dla główek gwinciarskich samootwierających się. Szybkości obwodowe walcowania dla tych główek podano w tabl. F-20.

Czasy przygotowawczo-zakończeniowe t_{pz} i pomocnicze t_p dla trójrolkowych walcarek do gwintu typu *G. Wagnera* (NRF) może określać wg tabl. F-9 i F-10 czyli według normatywów dla zwykłych gwinciarek do gwintu.

2. Tablice wytycznych i normatywów dla normowania czasu robót wykonywanych na walcarkach do gwintu zewnętrznego

Tablica F-12. Wytyczne do obliczania czasów głównych na rolkowych walcarkach do gwintu

Lp.	Szkiece	Wytyczne robocze
1	<p>Dwurolkowe walcowanie gwintu wglębnie</p>  <p>$L = g_g + g_d$ d — ϕ materiału pod gwint D_R — ϕ rolki walcującej</p>	<p>Czas główny $t_g = 1,1 \frac{L}{n_R p_w} \cdot \frac{d}{D_R}$</p> <p>Dobieg $g_d = 0,5$ mm (cykl półautomatyczny)</p> <p>Głębokości gwintu g_g, mm</p> <p>metrycznego $g_g = 0,65 h$</p> <p>Whitwortha $g_g = \frac{16,25}{i''}$</p> <p>h — skok gwintu i'' — ilość skoków na 1''</p> <p>Posuw p_w, mm/obr przedmiotu tablica F-15</p> <p>Prędkość obrotowa n_R dla walcarek „Pee-Wee” tabl. F-17</p> <p>średnica rolki $D_R \cong 140$ mm</p>
2	<p>Dwurolkowe walcowanie gwintu podłużnie</p>  <p>Do oporu: $L = l$ Przełotowa: $L = l + 5 \cdot h$</p>	<p>Czas główny $t_g = \frac{L}{n_R p} \cdot \frac{d}{D_R}$</p> <p>Posuw p, mm/obr przedmiotu tablica F-16</p> <p>Prędkość obrotowa n_R dla walcarek „Pee-Wee” tabl. F-17</p> <p>średnica rolki $D_R \cong 140$ mm</p>
3	<p>Walcowanie gwintu główką trójrolkową samootwierającą się</p>  <p>Do oporu: $L = l + (2 + 3)h$ Przełotowa: $L = l + (3 + 5)h$</p> <p>3rolki</p>	<p>Czas główny $t_g = \frac{L}{nh} i$</p> <p>Ilość przejść i</p> <p>$i = 1$ dla materiałów dobrze się walcujących przy $h \leq 2$</p> <p>$i = 2$ dla gorszych warunków walcowania</p> <p>Szybkość obwodowa v, m/min tablica F-20</p> <p>Prędkość obrotowa przedmiotu n</p> <p>$n = 318 \frac{v}{d}$ obr/min</p>

F

Tablica F-13. Czasy trwania procesu walcowania (bez dogładzania) gwintu w stali $R_m = 45-80$ kG/mm² na walcarkach dwurołkowych (średnica rolek $D_R = 135-145$ mm) przy długości gwintu 5-25 mm i przy metodzie wcinowej

Skok gwintu h mm	Prędkość obr. rolki walc. n_R obr/min	Dosuw promienio- wy rolki p_w , mm/obr	Średnica gwintu D , mm							
			5	6	8	10	12	14	16	20
			Czas walcowania t_g , min							
0,8	40	0,018	0,011	0,018	0,025 0,032	0,031 0,041 0,051	0,038 0,050 0,062 0,072	0,045 0,059 0,073 0,088 0,101	0,052 0,067 0,084 0,102 0,117	0,058 0,076 0,092 0,116 0,134
1,0	35	0,020								
1,25	29	0,023								
1,5	25	0,025								
1,75	22	0,027								
2	20	0,029								

Tablica F-14. Optymalne warunki walcowania gwintu systemem wgłębnym dwurołkowym wg badań laboratoryjnych

Materiał walcowany	Szybkość obwodowa rolki v , m/min	Szybkość dosuwu wgłębnego rolki $(p_w)_m$, mm/min
Aluminium	48-60	360-480
Mosiądz	36-45	210-300
Stal niskowęglowa	24-36	120-210
Stal wysokowęglowa	15-21	55-100

Tablica F-15. Posuwy wgłębne p_w (mm/obr przedm.) na uniwersalnych dwurołkowych walcarkach do gwintu typu PEE-WEE

Długość gwintu l , mm	Skok gwintu h , mm						
	1	1,5	2	2,5	3	4	6
10-20	0,04	0,06	0,08	0,10	0,11	0,12	0,13
40	0,03	0,045	0,06	0,05	0,055	0,06	0,065
60	0,025	0,04	0,045	0,04	0,025	0,035	0,035
80	0,02	0,03	0,04	0,025			
100	0,015	0,02	0,025				
120	0,01	0,015	0,015				
Współczynniki poprawkowe materiałowe K_M							
Mosiądz Stal $R_m < 40$ kG/mm ²	dla $h \leq 1$ $K_M = 1,35$ dla $h \geq 1,5$ $K_M = 1,0$			Stal $R_m = 40-60$ kG/mm ² $K_M = 1,0$		Stal $R_m > 60$ kG/mm ² $K_M = 0,8$	

Tablica F-16. Posuwy podłużne p (mm/obr przedmiotu) przy walcowaniu przelotowym gwintu na uniwersalnych dwurołkowych walcarkach do gwintu typu PEE-WEE

Różnica kątów pochylenia zwojów na rolce i przedmiocie	Skok gwintu									
	0,8	1,00	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3	3,5	4
35%	0,28	0,35	0,44	0,52	0,61	0,70	0,87	1,05	1,23	1,40

Tablica F-17. Prędkości obrotowe n_R (obr/min) rolek gwinciarских o średnicy $D_R = 135-145$ mm na uniwersalnych dwurolkowych walcarkach do gwintu typu PEE-WEE

Materiał przedmiotu R_m , kG/mm ²	Średnica gwintu D , mm										
	3	6	10	16	22	27	33	39	45	52	80
Mosiądz, stal $R_m < 60$	28	31	34	40	46	50	56	62	68	75	103
Stal $R_m = 60-80$	20	22	24	28	33	36	40	44	48	53	73
Stal $R_m > 80$	14	14	14	17	20	22	24	26	29	32	44

Tablica F-18. Czasy przygotowawczo-zakończeniowe t_{pz} dla robót na uniwersalnych dwurolkowych walcarkach do gwintu typu PEE-WEE

Lp.	Czynności przygotowawcze	Czas, min
1	Czynności organizacyjne	10
2	Uzbrojenie obrabiarki i ustawienie	20
Dodatek czasu na:		
3	kontrolę 1-szej sztuki	3

Tablica F-19. Czas pomocniczy t_p (min) czynności związanych z założeniem i zdjęciem przedmiotu oraz z włączeniem cyklu pracy

Lp.	Rodzaj cyklu pracy	Średnica przedmiotu D , mm				
		do 10	20	35	50	75
1	półautomatyczny -	0,06	0,08	0,10	0,13	0,14
2	automatyczny	0,04	0,06	0,08	0,11	0,12
3	Dodatek czasu na okresową kontrolę gwintu (co 50 sztuk)	0,01				

Tablica F-20. Szybkości obwodowe v (m/min) przedmiotu przy walcowaniu gwintów trójrolkowymi główkami walcowniczymi

Materiał przedmiotu R_m , kG/mm ²				
mosiądz	stal $R_m < 40$	stal $R_m = 40-55$	stal $R_m = 60-70$	stal $R_m = 80-95$
100-120	80-100	60-80	40-60	15-20
Uwaga. Wartości max — dla skoków gwintu $h < 1$ mm „ min — dla skoków gwintu $h \geq 2$ mm				

Tablica F-21. Czasy przygotowawczo-zakończeniowe t_{pz} dla robót na trójrolkowych walcarkach do gwintu

Lp.	Rodzaj czynności	Czas, min
1	Czynności organizacyjne związane z przyjęciem i oddaniem roboty	10
2	Uzbrojenie obrabiarki do pracy w uchwycie 2-szczękowym ze zmianą rolek w główce walcowniczej	9
Dodatek czasu na:		
3	Pracę w specjalnej oprawce dla przedmiotu	3
4	Kontrolę 1-szej sztuki	3

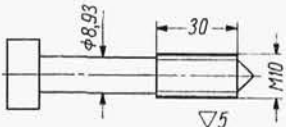
Tablica F-22. Czasy pomocnicze związane z mocowaniem i zdjęciem przedmiotu oraz z przejściem suportu

Lp.	Sposób mocowania	Wielkość przesuwu suportu w mm do:	Masa przedmiotu w kg do:				
			0,5	1	3	5	8
			Czas, min				
1	W uchwycie 2-szczękowym	200	0,17	0,19	0,22	0,24	0,26
2		500	0,23	0,25	0,28	0,30	0,32
3	W oprawce bez zacisku	200	0,15	0,17	0,19	0,20	0,22
4		500	0,21	0,23	0,25	0,26	0,28
5	Dodatkowe cofnięcie suportu i dosunięcie	200	0,11				
6		500	0,14				
7	Dodatek czasu na okresową kontrolę wymiaru gwintu (co 50 sztuk)		0,01				

3. Przykłady obliczeniowe

Przykład 1. Operację przedstawioną w karcie instrukcyjnej na rys. F/14 wykonuje się metodą wglębną na walcarkę dwurolkowej WGH-80 typu PEE-WEE polskiej produkcji. Walcarka ma następującą charakterystykę:

- zakres średnic walcowania – $\varnothing 3\div 85$ mm,
- maksymalna długość gwintu przy metodzie wglębnej – 125 mm,

Nazwa części: <i>Wkręt</i>		Nr rys.		Nr części <i>P71. 10. 51</i>		Nr oper. <i>3</i>				
Mazwa operacji: <i>Walcowanie gwintu</i>				Stanowisko <i>Walc. gwint. WGH-80</i>						
Treść operacji				Pomoce:						
<i>1 Walcować wgłębnie gwint M10×30 (h = 1,5 mm)</i>				<i>NTRa-M10 ∅ 135 15 zwojny</i>						
				<i>Automat zegarowy ustawić na czas t = 5 sek</i>						
				<i>Dosuw suportu p_m ≈ 20 mm/min</i>						
				<table><tr><td><i>1</i></td><td></td><td><i>0,05</i></td><td><i>10,5</i></td><td><i>25</i></td><td></td></tr></table>				<i>1</i>		<i>0,05</i>
<i>1</i>		<i>0,05</i>	<i>10,5</i>	<i>25</i>						
				Zabieg		<i>g</i>	<i>p_w</i>	<i>v</i>	<i>n_R</i>	<i>i</i>
Zmiany		Opracował:		Sprawdził:		Zatwierdził:		Ark. 1/1		
Karta instrukcyjna obróbki										

Rys. F/14. Karta instrukcyjna obróbki dla operacji walcowania gwintu systemem dwurołkowym (do przykładu obliczeniowego)

 c) 4 prędkości obrotowe rolek n_R : 16–25–40–63,

 d) maksymalny nacisk walcowania $P_c = 16\,000$ kG.

Czas główny t_g określa się wg wytycznych tabl. F-12 poz. 1:

 a) głębokość gwintu $g_g = 0,65h = 0,65 \cdot 1,5 = 0,98$ mm,

 b) skok rolki $L = 0,98 + 0,5 = 1,48$ mm,

 c) posuw p_w (wg tabl. F-15): dla $l = 10 \div 20$ $p_w = 0,06$, a dla $l = 40$ $p_w = 0,045$, czyli dla $l = 30$ można przyjąć $p_w = 0,05$ mm/obrót przedmiotu (dla stali 35 o $R_m = 50\text{--}60$ kG/mm² wypada współczynnik $K_M = 1,0$),

 d) prędkość obrotowa rolki n_R (wg tabl. F-17): dla stali $R_m < 60$ kG/mm² i $D = 10$ będzie $n_R = 34$, ale uwzględniając istniejące prędkości wypada przyjąć $n_R = 25$ obr/min (przyjęto n_R najbliższe niższe ze względu na graniczną górną wytrzymałość stali 35 w zakresie $R_m < 60$ kG/mm²),

e) czas główny

$$t_g = 1,1 \cdot \frac{1,48}{25 \cdot 0,05} \cdot \frac{9}{135} = 0,087 \text{ min}$$

 Czas pomocniczy wg tabl. F-19 dla półautomatycznego cyklu pracy i dla $D = 10$ wynosi $t_p = 0,06$ min. Do tego należy dodać czas na okresową kontrolę gwintu wg tabl. F-19 poz. 3 w wysokości 0,01 mm.

Na czas przygotowania t_{pz} złożą się wg tabl. F-18:

a) czynności organizacyjne – poz. 1	10 min
b) uzbrojenie obrabiarki – poz. 2	20 „
c) dodatek na kontrolę pierwszej sztuki – poz. 3	3 „
razem $t_{pz} = 33$ min	

Obliczenia przeprowadzane praktycznie bezpośrednio na karcie normowania czasu operacji (rys. F/15) dają: $t_{pz} = 33$ min, $t_j = 0,16$ min.

Przykład 2. W karcie instrukcyjnej na rys. F/16 pokazano operację walcowania gwintu $M12 \times 1,5$ o długości $l = 45$ mm na trójkowej walcarce do gwintów GWK16 firmy G. Wagner. Walcarka ta ma następującą charakterystykę:

- zakres walcowania od M4 do M16, skok suportu 100 mm,
- 6 wielkości prędkości obrotowych n : 750–1000–1450–2000–2800–4250.

Czas główny t_g oblicza się wg wytycznych tabl. F-12 poz. 3:

- długość gwintowania: $L = 45 + 3 \cdot 1,5 = 49,5$ mm,
- szybkość walcowania v (wg tabl. F-20): dla stali $R_m = 60-70$ kG/mm² (co odpowiada stali 45), $v = 40-60$; uwzględniając uwagę pod tablicą przyjmuje się ostatecznie wartość średnią $v = 50$ m/min,
- prędkość obrotowa n : dla $M12 \times 1,5$ średnica $d = 11$ mm,

$$n = 318 \frac{50}{11} = 1450 \text{ obr/min}$$

- czas główny

$$t_g = \frac{49,5}{1450 \cdot 1,5} = 0,023 \text{ min.}$$

Nazwa części: Kolek gwintowy	Nr rys.	Nr części 733/15	Nr oper. 3											
Nazwa operacji: Walcowanie gwintu		Walc. gwint. GWK 16 „Wagner”												
Treść operacji		Pomoce:												
1 Walcować gwint $M12 \times 1,5$ na dług. 45 mm		3 rolki $h = 1,5$ mm do główki walcowniczej WR-16 f-my G. Wagner												
		<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>1,5</td> <td>50</td> <td>1450</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Zabieg</td> <td>g</td> <td>p</td> <td>v</td> <td>n</td> <td>i</td> </tr> </table>		1	1,5	50	1450	1	Zabieg	g	p	v	n	i
1	1,5	50	1450	1										
Zabieg	g	p	v	n	i									
Zmiany	Opracował:	Sprawdził:	Zatwierdził:											
Ark. 1/1														
Karta instrukcyjna obróbki														

Rys. F/16. Karta instrukcyjna obróbki dla operacji walcowania gwintu na głowicowej walcarce do gwintu (do przykładu obliczeniowego)

Dla przedmiotu o masie ok. 0,1 kg mocowanym w uchwycie przymowym dwuszczkowym przy przesuwie suportu poniżej 200 mm czas pomocniczy wg tabl. F-22 poz. 1 będzie wynosić $t_p = 0,17$ min, dodatek na pomiary (tabl. F-22 poz. 7) – 0,01 min.

Czasy przygotowawczo-zakończeniowe określa się wg tabl. F-21.

Karta normowania czasu operacji na rys. F/17 daje zestawienie obliczeń w wyniku których jako normy czasu pracy będą:

$$t_{pz} = 22 \text{ min}, t_j = 0,22 \text{ min}$$

IV. Normowanie czasu robót na frezarkach do gwintów

1. Uwagi ogólne

Frezarki do gwintów są zazwyczaj wykonywane w dwojaki sposób:

- a) jako frezarki do gwintów krótkich,
- b) jako frezarki do gwintów długich.

Frezarki pierwszego rodzaju są szczególnie przydatne przy wykonywaniu gwintów w twardych materiałach, np. w stalach stopowych oraz przy dużych średnicach gwintu, kiedy to nie ma możliwości zastosowania normalnych narzynek, gwintowników czy głowiczek gwinciarskich.

Frezarki drugiego rodzaju do niedawna były szeroko stosowane przy produkcji śrub pociągowych. Aczkolwiek wichrowa metoda nacinania gwintów ograniczyła zakres stosowania tych frezarek, to jednak szeroka ich uniwersalność (frezowanie gwintów o dużym skoku, frezowanie ślimaków jedno i wielozwojnych, frezowanie wieloklinów metodą podziałową lub obwiedniową) czyni je przydatnymi jeszcze w wielu przypadkach.

Oczywiście frezowanie gwintów nie daje całkiem prawidłowego zarysu gwintu i dlatego w przypadkach, gdy wymagana jest wysoka dokładność gwintu po frezowaniu konieczna jest dodatkowa obróbka wykańczająca.

Sposób określania czasu głównego t_g oraz potrzebne tablice normatywów warunków obróbki podaje:

- a) dla frezarek do gwintów krótkich – tabl. F-23 poz. 1,
- b) dla frezarek do gwintów długich przy obróbce frezem krążkowym – tabl. F-23 poz. 2.

Czynności przygotowawcze dla frezarek do gwintów powtarzają się nieomal bez zmiany przy każdej nowej robocie (tabl. F-27 poz. 1, 2 i 5), w pewnych tylko przypadkach dochodzą dodatkowe czynności (poz. 3 i 4).

Czynności pomocnicze dla obu rodzajów frezarek są tak różnorodne, że normatywy czasów ich trwania ujmuje się zupełnie oddzielnie:

- a) dla frezarek do gwintów krótkich – w tabl. F-28,
- b) dla frezarek do gwintów długich – w tabl. F-29.

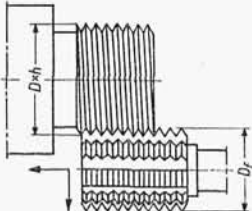
Czas uzupełniający t_u liczy się średnio:

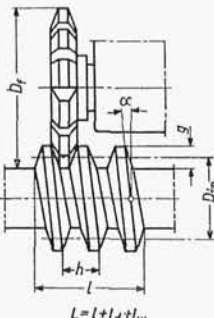
- a) dla frezarek do gwintów krótkich – 12% czasu t_w ,
- b) dla frezarek do gwintów długich ze względu na bardzo długie czasy maszynowe pozwalające na pokrycie szeregu czynności obsługowych – 8% czasu t_w .



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

Tablica F-23. Wytyczne do obliczania czasów głównych na frezarkach do gwintów

Lp.	Szkice	Wytyczne robocze
1		<p>Frezowanie frezem wielokrotnym</p> <p>Czas główny $t_g = \frac{1,2 \pi D}{p_m} = \frac{1,2}{n_p}$</p> <p>Posuw minutowy $p_m = n_f p_z z$ mm/min</p> <p>Posuw p_z mm/ząb i ilość zębów z</p> <p>tablica F-24</p> <p>Szybkość skrawania v, m/min</p> <p>tablica F-25</p> <p>Prędkość obrotowa freza $n_f = 318 \frac{v}{D_f}$ obr/min</p> <p>Prędkość obrotowa przedmiotu $n_p = 0,318 \frac{p_m}{D}$ obr/min</p>

2		<p>Frezowanie frezem pojedynczym (krążkowym)</p> <p>Czas główny</p> <p>przy 1-szym przejściu (w — wielozwojność) $t_g = \frac{L}{n_p h} w$</p> <p>przy i przejściach $t_g = \frac{L}{n_p h} w i + \frac{L}{n_j h} (w i - 1)$</p> <p>$n_j$ — prędkość obrotowa powrotna przedmiotu</p> <p>Dobieg i wybieg, mm</p> <table> <tr> <th>Wielozwojność</th><th>1</th><th>2-3</th><th>4-5</th></tr> <tr> <td>$l_d + l_w$</td><td>0,75h</td><td>1,0h</td><td>1,3h</td></tr> </table> <p>Ilość przejść na głębokość</p> <table> <tr> <td>przy $g \leq 25$ mm</td><td>— 1 przejście</td></tr> <tr> <td>przy $g = 26-40$ mm</td><td>— 2 przejścia</td></tr> </table> <p>Prędkość obrotowa przedmiotu $n_p = 0,318 \frac{p_m}{D_{sr}} \cos \alpha$</p> <p>przy normalnych skokach h $\cos \alpha \approx 1$</p> <p>Posuw minutowy $p_m = n_f p_z z$</p> <p>Prędkość obrotowa freza $n_f = 318 \frac{v}{D_f}$ obr/min</p> <p>Szybkość v, posuw p_z i ilość zębów z</p> <p>tablica F-26</p>	Wielozwojność	1	2-3	4-5	$l_d + l_w$	0,75h	1,0h	1,3h	przy $g \leq 25$ mm	— 1 przejście	przy $g = 26-40$ mm	— 2 przejścia
Wielozwojność	1	2-3	4-5											
$l_d + l_w$	0,75h	1,0h	1,3h											
przy $g \leq 25$ mm	— 1 przejście													
przy $g = 26-40$ mm	— 2 przejścia													

skok h przy ślimakach modułowych $= w \pi m$
 w — wielozwojność
 m — moduł
 Przy $i = 2$ przejścia dobieg i wybieg $l_d + l_w$ przyjmować 0,5 wartości wskazanych w tablicy

skok h przy ślimakach modułowych $= w \pi m$
 w — wielozwojność
 m — moduł
 Przy $i = 2$ przejścia
 dobieg i wybieg $l_d + l_w$
 przyjmować 0,5 wartości
 wskazanych w tablicy

Obrabiany materiał R_m, HB w kg/mm^2	Skok gwintu			
	0,25–1,25	1,5–2	2,5–4	4,5–6
stal stopowa $R_m > 110$	0,005–0,015	0,007–0,005	0,01–0,02	0,012–0,025
stal stopowa $R_m = 85–110$	0,01 –0,030	0,015–0,035	0,02–0,04	0,025–0,045
stal węglowa $R_m = 60–85$ mosiądz	0,015–0,045	0,02 –0,055	0,03–0,06	0,04 –0,07
stal węglowa $R_m < 60$ żeliwo $HB > 180$ stopy Al, twarde stopy	0,02 –0,06	0,03 –0,07	0,04–0,08	0,05 –0,09
żeliwo $HB \leq 180$	0,025–0,07	0,04 –0,085	0,05–0,10	0,06 –0,12

Ilość zębów z							
Średnica freza D_f, mm	10–18	20–32	40	50	63	80	100
Ilość zębów z	6	8	10	12	14	16	18

Uwaga. Wyższe wartości odpowiadają frezowaniu gwintów mało dokładnych z dokładnością max 3 klasy, niższe – gwintom dokładnym w 2-klasie dokładności.

Skok gwintu h , mm do	Posuw p_z , mm/ząb					
	do 0,02	0,03	0,05	0,08	0,1	0,12
1	38	34	29	22,5	19	17,5
2	30	26,5	22,5	17,5	15	13,5
3	26	23	19,5	15	13	11,5
4	23	20,5	17,5	13,5	11,5	10,5
6	20	17,5	15	11,5	10	9

Współczynniki poprawkowe materiałowe K_M

Materiał	Stopy Al	Mosiądz	Brąz średnio twardy	Brąz twardy żeliwo $HB < 200 \text{ kg/mm}^2$	Stale		Stale twarde i stopowe oraz żeliwa twarde
					miękka	średnia	
K_M	5	2,5	1,3	1	1,3	1	0,65

Uwaga. Przy frezowaniu gwintów wewnętrznych szybkości zmniejszać o 20–25%.

Tablica F-26. Warunki skrawania przy frezowaniu gwintów trapezowych i użebienia ślimaków pojedynczymi frezami krążnikowymi ze stali szybko tnącej SW7Mo

Posuw p_z , mm/ząb							
3 klasa dokładności gwintu — obróbka małodokładna	0,03–0,05	2 klasa dokładności gwintu — obróbka dokładniejsza	0,01–0,03				
Ilość zębów z^2) u frezów do gwintów							
Skok gwintu h mm (przy 1 zwojności)		1–8	9–16	18–26			
Średnica D_f , mm		70	80	100			
Ilość zębów z	ścinowych	32	34	38			
	zataczanych	16	18	20			
Ilość zębów z^2) u frezów do ślimaków							
Moduł m	1–1,5	1,75–2,5	3	3,5–4	4,5–5,5	6–8	9–15
D_f (mm)	50	63	70	80	90	100	120
z	14	12	12	12	12	12	10
Szybkość skrawania v , m/min ($T = \text{ok. } 240 \text{ min}$ dla $D_f = 80 \text{ mm}$)							
Materiał obrabiany	stale węglowe			stale stopowe			
	miękkie	twarde		$R_m \leq 70 \text{ kG/mm}^2$		$R_m = 75\text{--}90 \text{ kG/mm}^2$	
szybkość v	25–28	21–25		18–21		14–18	
Uwagi: 1) Niższe wartości posuwów dla większych głębokości skrawania, a wyższe — dla małych głębokości. 2) Podane wielkości D_f i z nie są wielkościami ogólnie unormowanymi i należy je sprawdzać w każdym analizowanym przypadku.							

Uwagi: 1) Niższe wartości posuwów dla większych głębokości skrawania, a wyższe — dla małych głębokości.
 2) Podane wielkości D_f i z nie są wielkościami ogólnie unormowanymi i należy je sprawdzać w każdym analizowanym przypadku.

Tablica F-27. Czasy przygotowawczo-zakończeniowe dla robót na frezarkach do gwintów

Lp.	Czynności	Czas min
1	Czynności organizacyjne związane z przyjęciem i zakończeniem roboty	10
2	Uzbrojenie i ustawienie frezarki łącznie z ustawieniem narzędzia	30
Dodatek czasu na:		
3	Założenie przyrządu do wewnętrznego frezowania na frezarkach do krótkich gwintów	10
4	Założenie podtrzymki na frezarkach do długich gwintów	5
5	Kontrolę 1-szej sztuki	4

Tablica F-28. Czasy pomocnicze związane z wykonaniem operacji na frezarkach do gwintów krótkich

Lp.	Sposób pracy obrabiarki	Sposób zamocowania przedmiotu	Masa przedmiotu kg do:		
			3	8	20
			Czas, min		
1	Cykl półautomatyczny	w uchwycie lub oprawce, w kłach ¹⁾	0,20	0,30	0,40
2		w oprawce z podparciem kłem ¹⁾	0,45	0,60	0,75
3	Cykl ręczny (z dosuwem i odsuwem narzędzia)	w uchwycie lub oprawce, w kłach ¹⁾ gwint zewnętrzny	0,45	0,55	0,70
4		w uchwycie lub oprawce, w kłach ¹⁾ gwint wewnętrzny	0,60	0,65	0,80
5		w oprawce ¹⁾ z podparciem kłem	0,70	0,85	1,00
6	Dodatek czasu przy posiadaniu tylko 1-go kompletu	zabieraków	0,10	0,15	0,25
7		oprawek-trzpieni	0,30	0,45	0,60
8	Dodatek czasu przy ustawianiu z pomocą czujnika		0,5		

Uwaga: 1) Dotyczy przypadku posiadania dwóch kompletów zabieraków czy oprawek, trzpieni, kiedy zakładanie ich na przedmiot może być na przemian pokryte czasem maszynowym obróbki.

Tablica F-29. Czasy pomocnicze związane z wykonaniem operacji na frezarkach do długich gwintów pracujących frezami krążkowymi

Lp.	Czynności		Masa przedmiotu w kg do:			
			3	8	20	50
			Czas, min			
1	w kłach		0,4	0,6	0,85	1,75
2	Mocowanie i zdjęcie	w uchwycie z podparciem kłem	0,35	0,45	0,60	—
3		na trzpieniu	0,8	1,20	2,0	—
4	Czas dosuwu freza do pracy i odsuwu przy ruchu powrotnym	ręcznym	0,25			
5		mechanicznym	0,28			
6	Dodatek czasu na podziałowy obrót wrzeciona przy pomocy tarczy z zatrząskiem		0,50			
7	Ręczny przesuw powrotny suportu frezarskiego na odległość	200 mm	0,10			
8		500 mm	0,15			
9		1000 mm	0,25			
10		1500 mm	0,35			
11	Zmiana wielkości czy kierunku posuwu lub obrotów		0,10			

F

3. Przykład obliczeniowy

Dla operacji frezowania gwintu na śrubie przedstawionej na rys. F/18 należy określić normy czasu przygotowania t_{pz} i czasu jednostkowego t_j .

Do wykonania zadanej operacji przewiduje się radziecką frezarkę do długich gwintów „model 561” o następującej charakterystyce:

- maksymalna średnica przedmiotu – 200 mm,
- maksymalna długość przedmiotu – 1500 mm,
- najmniejszy skok gwintu – 1 mm, największy moduł $m = 15$,
- 5 wielkości prędkości obrotowych freza n_f obr/min:

$$54,5 - 78 - 116 - 167 - 247$$

e) każdej prędkości obrotowej freza n_f odpowiada 32 wielkości prędkości obrotowych wrzeciona przedmiotowego n_p obr/min:

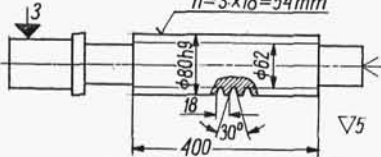
$$\text{przy } n_f = 54,5 \text{ obr/min:}$$

$$0,014 - 0,016 - 0,018 - 0,021 - 0,024 - 0,028 - 0,032 - 0,037$$

$$0,042 - 0,048 - 0,055 - 0,063 - 0,075 - 0,087 - 0,1 - 0,115$$

0,135–0,157–0,176–0,206–0,234–0,273–0,32–0,37
 0,42–0,48–0,55–0,63–0,75–0,87–1,0–1,15

natomiast przy $n_f = 78–116–167–247$ obr/min posuw są odpowiednio większe
 1,43–2,13–3,07–4,53 razy

Nazwa części: Śruba specjalna	Nr rys.	Nr części	Nr oper. 3				
Nazwa operacji: Frezowanie gwintu	Stanowisko Frez. do gwintów mod. „561”						
Treść operacji		Pomoce:					
<p>Materiał: 45</p> <p>Gwint trapez. 3 zwojny $h = 3 \times 18 = 54 \text{ mm}$</p>  <p>3</p> <p>80</p> <p>68</p> <p>18</p> <p>30°</p> <p>400</p> <p>V5</p>		<p>Frez krążkowy do gwintów trapez. 30° skok 18 mm ($D_f = 100 \text{ mm}$)</p>					
		I	0,252	78	3		
		Zabieg	g	n_p	v	n_f	i
Zmiany	Opracował:	Sprawdził:	Zatwierdził:	Ark. 1/1			
Karta instrukcyjna obróbki							

Rys. F/18. Karta instrukcyjna obróbki dla operacji frezowania gwintu na frezarce do długich gwintów (do przykładu obliczeniowego)

f) szybkie przesuw suportu frezarskiego odpowiednio do prędkości obrotowej freza przy nieruchomym przedmiocie p_f mm/min:

przy $n_f = 54,5–78–116–167–247$ obr/min

$p_f = 690–990–1775–2120–3140$ mm/min

g) przyspieszone prędkości obrotowe wrzeciona przedmiotowego n_j

przy $n_f = 54,5–78–116–167–247$ obr/min

$n_j = 13,5–19,5–34,7–41,5–61,5$ obr/min

h) zakres średnic frezów $D_f = 60 \div 120$ mm.

Frezowanie gwintu na śrubie wymaga użycia tarczy podziałowej do uzyskania trzyzwojowego gwintu ($w = 3$). Obliczenie czasu głównego t_g przebiegać będzie wg wytycznych w tabl. F-23 poz. 2:

a) długość L : $l_d + l_w = 1,0h = 54$ mm, $L = 400 + 54 = 454$ mm,

b) posuw p_z wg tabl. F-26 dla dokładniejszej obróbki na gotowo wyniesie $0,01 \div 0,03$ mm/ząb, przyjęto średnią wartość $p_z = 0,02$ mm/ząb,

c) dla gwintu jednozwojowego o skoku $h = 18$ mm frez ścinowy ma $D_f = 100$ mm i $z = 28$ zębów,

d) szybkość v : dla stali 45 (średniotwardej) wg tabl. F-26 jest $v = 21 \div 25$, przyjęto wartość średnią $v = 23$ m/min,

e) prędkość obrotowa freza: $n_f = 318 \frac{23}{100} = 73$, z charakterystyki najbliższe $n_f = 78$ obr/min,

f) posuw minutowy $p_m = 78 \cdot 0,02 \cdot 38 = 59$ mm/min,

g) wpływ kąta pochylenia α linii śrubowej można pominąć ($\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{\pi D_{sr}} = \frac{54}{3,14 \cdot 71} = 0,242$ czyli $\alpha = 13^\circ 40'$, dla którego $\cos \alpha = 0,973$),

h) prędkość obrotowa przedmiotu $n_p = 0,318 \frac{59}{71} = 0,264$, najbliższe z charakterystyki przy $n_f = 78$ będzie $0,176 \cdot 1,43 = 0,252$ obr/min.

i) prędkość obrotowa przedmiotu przy powrocie: $n_j = 19,5$ obr/min (przy $n_f = 78$ obr/min),

k) czas główny

$$t_g = \frac{454}{0,252 \cdot 54} 3 + \frac{454}{19,5 \cdot 54} 2 = 100 + 0,86 = 100,86 \text{ min}$$

Na czas pomocniczy t_p (tabl. F-29) składają się:

a) mocowanie w uchwycie z podparciem kłem (masa przedmiotu ok. 20 kg) — poz. 2	— 0,60 min
b) trzykrotny dosuw i odsuw freza — poz. 5: $3 \times 0,28$ min	— 0,84 „
c) dwukrotny obrót tarczą podziałową — poz. 6: $2 \times 0,5$ min	— 1,00 „
d) ręczny przesuw suportu frezarskiego — poz. 8	— 0,15 „
e) sześciokrotna zmiana kierunku i wielkości obrotów przedmiotu —	— 0,60 „
poz. 11: $6 \times 0,10$ min	— 0,60 „
	razem 3,19 min

Natomiast czas przygotowawczo-zakończeniowy t_{pz} zgodnie z tabl. F-27 wyniesie

a) czynności organizacyjne — poz. 1	— 10 min
b) uzbrojenie obrabiarki — poz. 2	— 30 „
c) kontrola pierwszej sztuki poz. 5	— 4 „
	razem 44 min

Uwzględniając 8% czasu uzupełniającego t_u wypadnie czas jednostkowy $t_f = (100,86 + 3,19) 1,08 = 112,5$ min.

Zatem jako normy czasu pracy dla analizowanej operacji można przyjąć:

$$t_{pz} = 45 \text{ min}, \quad t_f = 112 \text{ min}$$



