

3. Przykład obliczeniowy

W karcie konstrukcyjnej na rys. A/26 podany jest przebieg operacji toczenia koła zamachowego na tokarce karuzelowej KN11 produkcji polskiej. Jest to obrabiarka podobnego typu jak obrabiarka pokazana na rys. A/25 i ma następującą charakterystykę:

- a) średnica stołu — 1100 mm,
b) 16 prędkości obrotowych stołu n

$$5-6,3-8-10-12,5-15,7-19,7-25 \\ 31-40-50-62-78-98-123-155 \text{ obr/min}$$

- c) 12 wielkości posuwów suportów p

$$0,23-0,3-0,47-0,7-0,95-1,4-1,9-2,7-3,8-5,5-7,7-11,1 \text{ mm/obr}$$

- d) przyspieszony przesuw suportu $p_{mj} = 1800 \text{ mm/min}$,
e) przyspieszony przesuw belki suportowej $p_{mj} = 500 \text{ mm/min}$,
f) moc napędu stołu $N_s = 22 \text{ kW}$,
g) maksymalny przekrój warstwy skrawanej
— dla stali $R_m = 50 \div 60 \text{ kG/mm}^2$, $f = 25 \text{ mm}^2$
— dla żeliwa $f = 40 \text{ mm}^2$.

Obliczanie czasów głównych t_g

Zabieg 1. *Toczyć czoło piasty $\varnothing 150$ zgrubnie* — z głowicy rewolwerowej nożem zdzierakiem prostym ($\alpha = 45^\circ$) z płytką z węglików spiekanych H20 — tabl. A-94 poz. 1.

- a) Długość L : $g = 13$, $\alpha = 45^\circ$, $l_d + l_w = 18 \text{ mm}$

$$l = \frac{150-80}{2} = 35 \text{ mm}$$

$$L = 35 + 18 = 53 \text{ mm}$$

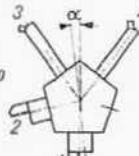
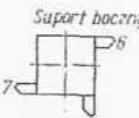
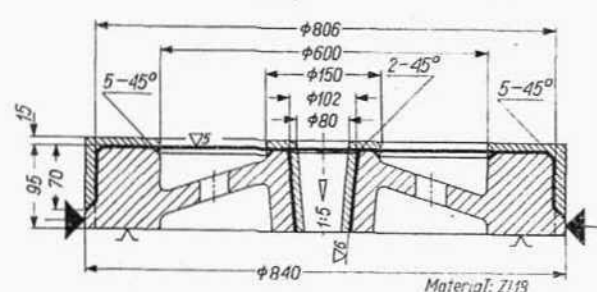
b) Posuw p : dla żeliwa (Zl18) wg tabl. A-83 dla $g = 12$ jest $p = 2,4 \div 2,8$. Z charakterystyki najbliższe $p = 2,7 \text{ mm/obr}$, przekrój $f = gp = 13 \cdot 2,7 = 35 \text{ mm}^2 < 40 \text{ mm}^2$ wskazanych w charakterystyce obrabiarki.

c) Szybkość v : dla noży z ostrzami z węglików spiekanych H20 wg tabl. A-87 przy $g = 15$ i $p = 2,5$ wypada $v = 30,5$, ale dla Zl18 przy powierzchni ze skorupą odlewniczą $K_M = 0,9$ i przy stosunku $\frac{D_1}{D_2} = \frac{80}{150} > 0,5$ dla zdzieraka prostego $K_N = 1,05$, więc $v = 30,5 \cdot 0,9 \cdot 1,05 = 28,8 \text{ m/min}$.

d) Sprawdzenie mocy obrabiarki: $k_s = 6R_m = 6 \cdot 18 = \text{ok. } 110 \text{ kG/mm}^2$
 $N_s = \frac{35 \cdot 110 \cdot 28,8}{4600} = 24,2 \text{ kW} > 22 \text{ kW}$ na obrabiarence, wobec tego koryguje się proporcjonalnie szybkość, która będzie

$$v = 28,8 \cdot \frac{22}{24,2} = 26,2 \text{ m/min}$$



Nazwa części: <i>Koło zamachowe</i>				Nr rys.		Nr części SK7. 13. 27		Nr oper. 1	
Nazwa operacji: <i>Toczenie</i>						Stanowisko: <i>Tok. karuz. KN11</i>			
Lp.	Treść zabiegu	g	p	v	n	i	Pomoce		
Obróbka z głowicy rewolwerowej:									
1	toczyć czolo piasty $\varnothing 150$ zgrubnie	13	2,7	23,5	50	1	(1)	<i>Noże zdzieraki:</i> <i>NNZa 40 × 40 H20</i> <i>szt. 1</i> <i>NNZb-40 × 40 H20</i> <i>szt. 4</i> <i>Noże oprawkowe:</i> <i>NNRh-12 × 12 H20</i> <i>szt. 2</i> <i>Sprawdzian do</i> <i>otw. stożk.</i> <i>1 : 5 spec.</i>	
2	toczyć czolo piasty $\varnothing 150$ wykańcz. $\nabla 5$	2	0,3	73	155	1	(2)		
3	toczyć otwór stożkowy w piaście zgrubnie	5	0,7	31	123	2	(3)		
4	toczyć otwór stożkowy w piaście wykańcz. $\nabla 6$	1	0,23	44	155	1	(4)		
5	fazować otwór $2/45^\circ$	2	0,23		155		(4)		
6	fazować krawędź zewnętrzną piasty $5/45^\circ$		0,23		155		(1)		
Obróbka z suportu bocznego:									
7	toczyć bok wieńca $\varnothing 840 / \varnothing 600$ zgrubnie	13	2,7	26	10	1	(5)		
8	toczyć bok wieńca $\varnothing 840 / \varnothing 600$ wykańcz. $\nabla 5$	2	0,3	82	31	1	(6)		
9	toczyć zewnątrz wieńca na $\varnothing 806$ zgrubnie	17	1,9	27	10	1	(7)		
10	fazować krawędź zewnętrzną $5/45^\circ \varnothing 806$		0,47		10		(7)		
11	fazować krawędź wewnętrzną $5/45^\circ \varnothing 600$		0,47		10		(7)		
<div><div><p>Suport górny skręcić w prawo o kąt $\alpha = 5^\circ 42'$</p></div><div><p>Suport boczny</p></div><div><p style="text-align: right;">Materiał: Z19</p></div></div>									
Zmiany	Opracował: R.W.	Sprawdził:	Zatwierdził:	Ark. 1/1					
Karta instrukcyjna obróbki									

Rys. A/26. Karta instrukcyjna obróbki wypełniona dla operacji tokarskiej wykonywanej na tokarce karuzelowej (do przykładu liczbowego)

c) Prędkość obrotowa $n = 318 \frac{26,2}{150} = 55$, z charakterystyki $n = 50$ obr/min

f) Czas główny

$$t_g = \frac{53}{50 \cdot 2,7} = 0,4 \text{ min}$$

Zabieg 2. Toczyć czolo piasty $\varnothing 150$ wykańczając na chropowatość $\nabla 5$ w sposób jak w zabiegu 1.

a) Długość L : $g = 2$, $\kappa = 45^\circ$, $l_d + l_w = 4$, $L = 35 + 4 = 39$ mm.

b) Posuw p : dla żeliwa wg tabl. A-85 przy chropowatości $\nabla 5$ wypada $p = 0,3 \div 0,5$; z charakterystyki przyjęto $p = 0,3$ mm/obr.

c) Szybkość v : dla noża z ostrzem z węglików spickanych H20 wg tabl. A-87, przy $g = 2$, i $p = 0,3$ wypada $v = 70$, ale dla Zl18- $K_M = 1,2$, wobec tego przy $K_N = 1,05$ (patrz pkt c zabiegu 1): $v = 70 \cdot 1,2 \cdot 1,05 = 88$ m/min.

d) Prędkość obrotowa $n = 318 \frac{88}{150} = 187$, z charakterystyki, $n = 155$

obr/min

e) Czas główny

$$t_g = \frac{39}{155 \cdot 0,3} = 0,84 \text{ min}$$

Zabieg 3. Toczyć otwór stożkowy zgrubnie w dwóch przejściach wytaczakiem z głowicy rewolwerowej – tabl. A-94 poz. 2.

a) Długość L : $g = 5$, $\kappa = 60^\circ$, $l_d + l_w = 5$, $l = 95$, $L = 95 + 5 = 100$ mm.

b) Posuw p : dla otworów $D < 80$ z tabl. A-12 dla noża-wytaczaka 40×40 przy obróbce żeliwa wypada $p = 0,5 \div 0,7$, przyjęto z charakterystyki $p = 0,70$ mm/obr biorąc pod uwagę, że żeliwo Zl18 jest żeliwem miękkim.

c) Szybkość v (tabl. A-87): dla ostrza H20 przy $g = 4$ i $p = 0,8$ wypada $v = 57$; uwzględniając dla Zl18 ze skorupą $K_M = 0,9$ oraz dla $D < 75$ i $\kappa = 60^\circ$, $K_N = 0,8$ będzie $v = 57 \cdot 0,9 \cdot 0,8 = 41,0$ m/min.

d) Prędkość obrotowa $n = 318 \frac{41,0}{90} = 145$; z charakterystyki $n = 123$ obr/min

e) Czas główny

$$t_g = \frac{100}{123 \cdot 0,70} \cdot 2 = 2,32 \text{ min}$$

Zabieg 4. Wytaczać wykańczając otwór stożkowy $\varnothing 102/70$ do chropowatości $\nabla 6$ w sposób jak w zabiegu 3.

a) Długość L : $g = 2$, $\kappa = 60^\circ$, $l_d + l_w = 3$, $2l_p = 2 \cdot 10 = 20$ mm, $L = 95 + 3 + 20 = 118$ mm.

b) Posuw p (tabl. A-85) przy chropowatości $\nabla 6$ w żeliwie $p = 0,15 \div 0,30$; z charakterystyki $p = 0,23$ mm/obr.

c) Szybkość v (tabl. A-87): dla ostrza H20 przy $g = 2$ i $p = 0,2$ wypada $v = 82$, uwzględniając $K_M = 1,2$; (K_N nie uwzględnia się, ponieważ $p = 0,2 < 0,25$ mm/obr), stąd $v = 82 \cdot 1,2 = 98$ m/min.

d) Prędkość obrotowa $n = 318 \frac{98}{90} = 346$, przyjęte maksymalne $n = 155$ obr/min.

e) Czas główny

$$t_g = \frac{118}{155 \cdot 0,23} = 3,30 \text{ min}$$

Zabieg 5. Fazować otwór 2/45 nożem z zabiegu 4, zachowując warunki jak w zabiegu 4.

$$t_g = \frac{2}{155 \cdot 0,23} = 0,06 \text{ min}$$

Zabieg 6. Fazować krawędź zewnętrzną piasty 5/45 nożem-zdzierakiem z zabiegu 1, zachowując warunki jak w zabiegu 4.

$$t_g = \frac{5}{155 \cdot 0,23} = 0,14 \text{ min}$$

Zabieg 7. Toczyć zgrubnie bok wieńca $\varnothing 840/600$ nożem-zdzierakiem prostym z ostrzem H20 z suportu bocznego – tabl. A-94 poz. 1.

a) Długość L : $g = 13$, $\alpha = 45^\circ$, $l_d + l_w = 18$, $l = 120$, $L = 120 + 18 = 138 \text{ mm}$.

b) Posuw p : jak w zabiegu 1 – $p = 2,7 \text{ mm/obr}$.

c) Szybkość v : korzystając z danych punktu c i d zabiegu 1 otrzymamy $v = 26,2 \text{ m/min}$.

d) Prędkość obrotowa $n = 318 \frac{26,2}{840} = 10 \text{ obr/min}$, przyjęto $n = 10 \text{ obr/min}$.

e) Czas główny

$$t_g = \frac{138}{10 \cdot 2,7} = 5,15 \text{ min}$$

Zabieg 8. Toczyć bok wieńca wykańczająco $\varnothing 840/600$ w sposób jak w zabiegu 7.

a) Na podstawie danych podobnego zabiegu 2 będzie: $L = 120 + 4 = 124 \text{ mm}$, $p = 0,3 \text{ mm/obr}$, $v = 88 \text{ m/min}$.

b) Prędkość obrotowa $n = 318 \frac{88}{840} = 33,4$ z charakterystyki $n = 31 \text{ obr/min}$.

c) Czas główny

$$t_g = \frac{124}{31 \cdot 0,3} = 13,35 \text{ min}$$

Zabieg 9. Toczyć zgrubnie powierzchnię cylindryczną wieńca z $\varnothing 840$ na $\varnothing 806$ z suportu bocznego nożem-zdzierakiem prostym lewym z ostrzem z H20 (tabl. A-93).

a) Długość L : $g = 17$, $\alpha = 45^\circ$, $l_d = 2 \text{ mm}$, $l = 70$, $L = 70 + 2 = 72 \text{ mm}$.

b) Posuw p : przez porównanie z zabiegiem 1 uwzględniając wzrost głębokości g z 13 na 17 mm przyjęto zmniejszony najbliższy w charakterystyce posuw $p = 1,9 \text{ mm/obr}$, ($f = 17 \cdot 1,9 = 32,3 \text{ mm}^2 < f_{dop} = 40 \text{ mm}^2$).

c) Szybkość v : (tabl. A-87) dla ostrza z H20 przy $g = 15$ i $p = 2 \text{ mm/obr}$ wypada $v = 32$, uwzględniając dla ZI18 z powierzchnią surową współczynnik materiałowy $K_M = 0,9$ będzie $v = 32 \cdot 0,9 = 29 \text{ m/min}$.

d) Sprawdzając moc obrabiarki otrzymamy

$$N_s = \frac{32,3 \cdot 110 \cdot 29}{4\,600} = 22,4 \text{ kW}$$

(czyli wartość mocy możliwa do przyjęcia).

e) Prędkość obrotowa $n = 318 \frac{29}{810} = 11,4$, przyjęto $n = 10$ obr/min.

f) Czas główny

$$t_g = \frac{72}{10 \cdot 1,9} = 3,80 \text{ min}$$

Zabieg 10. Fazować krawędź zewnętrzną wieńca $5/45^\circ$ z zewnątrz nożem-zdzierakiem lewym.

a) Warunki obróbki jak w zabiegu 10 zmniejszając jedynie posuw do $p = 0,47$ mm/obr dla uzyskania większej gładkości.

b) Czas główny

$$t_g = \frac{5}{10 \cdot 0,47} = 1,07 \text{ min}$$

Zabieg 11. Fazować bok wieńca od wewnątrz nożem-zdzierakiem prawym.

a) Przyjmuje się warunki: $p = 0,47$ mm/obr i $n = 10$ obr/min z poprzedniego zabiegu.

b) Czas główny

$$t_g = \frac{5}{10 \cdot 0,47} = 1,07 \text{ min}$$

Ustalenie czasów pomocniczych t_p

Zabieg 1:

a) mocować na stole szczękami, masa ok. 400 kg (tabl. A-100 poz. 4)	– 7,70 min
b) zmienić z $n = 10$ na $n = 50$ (tabl. A-102 poz. 2)	– 0,03 „
c) zmienić posuw z $p = 0,25$ na $p = 2,7$ (tabl. A-102 poz. 4) (każdy suport ma niezależną skrzynkę posuwów)	– 0,07 „
d) czynności związane z przejściem (tabl. A-101 poz. 4)	– 0,56 „
e) cofnięcie suportu ok. 100 mm poziomo (tabl. A-101 poz. 30)	– 0,13 „
	<hr/> razem 8,49 min

Zabieg 2:

a) obrócić głowicę rewolwerową (tabl. A-102 poz. 7)	– 0,12 min
b) zmienić posuw na $p = 0,3$ i prędkość obrotową na $n = 155$ obr./min.	– 0,10 „
c) czynności związane z przejściem przy obróbce wg skali (tabl. A-101 poz. 2)	– 0,24 „
d) cofnięcie suportu do góry ok. 200 mm (tabl. A-101 poz. 27)	– 0,11 „
	<hr/> razem 0,59 min



Zabieg 3:

a) obrócić głowicę rewolwerową, zmienić posuw na $p = 0,7$ i prędkość obrotową na $n = 123$ obr/min.	— 0,22 min
b) czynności związane z przejściem przy obróbce wg skali — do pierwszego przejścia bez pomiaru (tabl. A-101 poz. 2)	— 0,24 „
— do drugiego przejścia ze wstępnym pomiarem (tabl. A-101 poz. 4)	— 0,56 „
c) dwukrotne cofnięcie suportu do góry ok. 200 mm (tabl. A-101 poz. 27)	— 0,22 „
	<hr/> razem 1,24 min

Zabieg 4:

a) obrócić głowicę rewolwerową, zmienić posuw na $p = 0,23$ i prędkość obrotową na $n = 155$ obr/min.	— 0,22 min
b) czynności związane z przejściem przy obróbce dokładnego otworu w 9 klasie ISA (tabl. A-101 poz. 19)	— 0,98 „
c) cofnięcie suportu do góry ok. 100 mm — (tabl. A-101 poz. 26)	— 0,08 „
d) sprawdzenie otworu sprawdzianem trzpieniowym (tabl. A-103 poz. 7)	— 0,15 „
	<hr/> razem 1,43 min

Zabieg 5:

a) czynności związane z przejściem przy obróbce wg skali	— 0,24 min
b) cofnąć suport do góry ok. 100 mm	— 0,08 „
	<hr/> razem 0,32 min

Zabieg 6:

a) obrócić głowicę rewolwerową o 2 gniazda: $2 \times 0,12$ min	— 0,24 min
b) obniżyć suport ok. 100 mm	— 0,08 „
c) czynności związane z przejściem przy obróbce wg skali	— 0,24 „
d) cofnąć suport do góry	— 0,08 „
	<hr/> razem 0,64 min

Zabieg 7:

a) obrócić imak 4-nożowy (tabl. A-102 poz. 6)	— 0,10 min
b) zmienić posuw z $p = 0,47$ na $p = 2,7$	— 0,07 „
c) czynności związane z zabiegiem przy obróbce wg skali (tabl. A-101 poz. 2)	— 0,24 „
d) cofnąć poziomo suport boczny ok. 130 mm (tabl. A-101 poz. 39)	— 0,13 „
	<hr/> razem 0,54 min

Zabieg 8:

a) obrócić imak 4-nożowy, zmienić posuw na $p = 0,3$ i prędkość obrotową na $n = 31$ obr/min.	— 0,20 min
b) czynności związane z zabiegiem przy obróbce wg skali	— 0,24 „
c) cofnąć poziomo suport boczny	— 0,13 „
	<hr/> razem 0,57 min

Zabieg 9:

a) obrócić imak 4-nożowy, zmienić posuw na $p = 1,9$	— 0,20 min
i prędkość obrotową na $n = 10$ obr/min.	— 0,24 „
b) czynności związane z zabiegiem przy obróbce wg skali	— 0,24 „
c) cofnąć pionowo suport boczny ok. 100 mm (tabl. A-101 poz. 34)	— 0,15 „
	<hr/>
	razem 0,59 min

Zabieg 10:

a) zmienić posuw na $p = 0,47$	— 0,07 min
b) czynności związane z zabiegiem przy obróbce wg skali	— 0,24 „
c) cofnąć pionowo suport boczny ok. 100 mm (tabl. A-101 poz. 34)	— 0,15 „
	<hr/>
	razem 0,46 min

Zabieg 11:

a) obrócić imak 4-nożowy o 90°	— 0,10 min
b) czynności związane z zabiegiem przy obróbce wg skali	— 0,24 „
	<hr/>
	razem 0,34 min

Łącznie czasy pomocnicze wynoszą $\Sigma t_p = 15,21$ min.

Obliczenie czasów przygotowawczo-zakończeniowych t_{pz} — tabl. A-99

a) czynności organizacyjne (poz. 1)	— 12 min
b) uzbrojenie do pracy na stole ze szczękami (poz. 2)	— 15 „
c) dodatek na 6 dalszych narzędzi z ustawieniem (poz. 7)	— 30 „
d) ustawienie zderzaka dla suportu górnego (poz. 8)	— 2 „
e) dokładne ustawienie suportu górnego pod kątem (poz. 9)	— 2 „
f) kontrola pierwszej sztuki (poz. 5)	— 5 „
g) pójście do rozdzielni robót (poz. 13)	— 4 „
	<hr/>
	razem 70 min

Ostatecznie — jak widać z zestawienia obliczeń na karcie normowania czasu operacji (rys. A/27a i A/27b) — normami czasu pracy dla analizowanej operacji będą

$$t_{pz} = 70 \text{ min}, \quad t_j = 54 \text{ min}$$

VI. Normowanie czasu robót na tokarkach rewolwerowych**1. Uwagi ogólne**

Tokarki rewolwerowe w warunkach produkcji średnioseryjnej przy wielozabiegowych operacjach przewyższają zwykłe tokarki produkcyjne dużą sprawnością zmian narzędzi do poszczególnych zabiegów oraz faktem, że przy pracach z głowicy rewolwerowej nie ma potrzeby każdorazowego ustawiania narzędzi na wymiar obróbki. Jednakże korzyści te ujawniają się tylko przy właściwym wyposażeniu rewolwerówek w oprawki narzędziowe i odpowiednio opracowanym procesie technologicznym operacji.