

3. Przykład obliczeniowy

Karta instrukcyjno-obliczeniowa (rys. A/34) przedstawia sposób zaprojektowania procesu technologicznego części mosiężnej – wykonywanej na automacie rewolwerowym „Skoda” A-20 (Czechosłowacja). Jest to automat systemu „Index” o następującej charakterystyce:

- a) przelot materiału – 20 mm,
- b) maksymalny posuw materiału – 80 mm,
- c) czas wykonania 1 sztuki – od 2,9 do 300 s,
- d) 8 wielkości prędkości obrotowych wrzeciona ustawionych kołami zmianowymi:

522–672–885–1151–1620–2101–2773–3565

- e) redukcja prędkości obrotowych dla operacji toczenia na prędkości obrotowe do gwintowania ustawianych kołami zmianowymi:

1,77:1, 2,35:1, 3,62:1, 3,95:1, 6,09:1, 8,06:1

- f) największa długość toczenia z głowicy rewolwerowej – 60 mm,
- g) największy skok suportów poprzecznych – 35 mm,
- h) dodatkowe 4 prędkości obrotowe n do przyspieszonego wiercenia z głowicy rewolwerowej otworów o maksymalnej średnicy 4 mm:

1730–2770–4327–6925 obr/min ustawianych kołami zmianowymi,

- i) w dodatkowym urządzeniu do frezowania rowka we łbach wkrętów frezem $D_f = 63$ mm można uzyskać przy zastosowaniu kół zmianowych 10 wielkości prędkości obrotowych n (obr/min):

86–107–138–172–219–271–344–437–555–693

Przewiduje się następujący sposób wykonania operacji:

- A. z głowicy rewolwerowej:
 - 1. wysunięcie materiału do zderzaka,
 - 2. nawiercanie i frezowanie,
 - 3. toczenie $\varnothing 10 \times 16$,
 - 4. gwintowanie narzynką M12 $\times 1,5$,
 - 5. wiercenie $\varnothing 3 \times 11$,
 - 6. puste przełączenie głowicy,
- B. z suportu poprzecznego:
 - 1. przedniego – wcinanie kształtowe na $\varnothing 12$ i podcięcia z obu stron łba na $\varnothing 16$,
 - 2. tylnego – radełkowanie wcinowo na $\varnothing 16$,
- C. z suportu górnego – obcinanie,
- D. za pomocą wychylnego ramienia dodatkowego – frezowanie przecięcia $1,5 \times 2,5$ we łbie śruby.

Dokładne rozplanowanie czynności i zabiegów podane jest w arkuszu normowania czasów rys. A/35.

Zanim ustali się możliwy stopień pokrycia pracy suportów, trzeba najpierw określić wielkość podstawowej prędkości obrotowej wrzeciona n_w oraz ilości obrotów wrzeciona przypadających na wykonanie każdego zabiegu. Przy metodzie tradycyjnej stosowanej dotychczas w zakładach prędkość obrotową n_w wrzeciona automatu określa się na podstawie warunków obróbki na wybranym jako zasadniczym zabiegu obróbczym, bez uwzględniania innych zabiegów i warunków wymiany narzędzi.



Nazwa części: <i>Wkręt regulacyjny</i>				Nr rys.		Nr części 863/5	Nr oper. 1
Nazwa operacji: <i>Toczenie i frezowanie</i>						Stanowisko <i>Autom. rewolw. A20 „Škoda”</i>	
Lp.	Treść zabiegu	g	p	v	n	Pomoce	
Głowica rewolwerowa:							
1	Wysunąć pręt					<i>Tulejka zaciskowa Ø16</i> <i>Krzywki płaskie:</i> <i>do głowicy rewolwerow.</i> <i>do suportu tylnego</i> <i>do suportu przedniego</i> <i>do suportu górnego</i> <i>do ramienia chwytającego</i> <i>Krzywka bębnowa do</i> <i>ramienia chwytającego</i> <i>Noże oprawkowe:</i> <i>NNRc – 10 × 10 szt. 1</i> <i>NNRe – 10 × 10 „ 1</i> <i>Specjalny kształ-</i> <i>towy „ 1</i> <i>Wiertło NWKa-3 „ 1</i> <i>Nawiertak – 120° „ 1</i> <i>Narzynka NHDa</i> <i>12 × 1,5 „ 1</i> <i>Frez NFe-C „ 1</i> <i>63 × 1,5 „ 1</i> <i>Radelka Ø 19 t = 0,6</i> <i>Koła zmianowe:</i> <i>1. do ruchu wrzeciona</i> <i>z = 55; 70; 85; 25</i> <i>2. do przyspieszenia</i> <i>wiercenia</i> <i>z = 36; 18</i> <i>3. do frezowania</i> <i>Ø 82,5-Ø 65</i> <i>z = 56; 25</i>	
2	Nawiercać i fazować 4/45°		0,19		2101		
3	Toczyć Ø 10 × 16		0,2/0,6	106	2101		
4	Gwintować M12 × 1,5		1,5	40	prawo 1185		
5	Wiercić Ø 3 × 11		0,08	85	2101 6925		
Suport tylny							
6	Radelkować Ø 16		0,04		2101		
Suport przedni							
7	Toczyć kształtowo walcowo na Ø 12/Ø 10		0,03		2101		
Suport górny							
8	Obcinać na długość		0,07/0,1		2101		
Urządzenia do frezowania							
9	Frezować walcowo rowek 1,5 × 2,5		0,09	137	693		
Zmiany	Opracował:	Sprawdził:	Zatwierdził:	Ark.			
Karta instrukcyjna obróbki							

Rys. A/34. Karta instrukcyjna obróbki wypełniana dla operacji tokarskich wykonywanych na jednowrzecionowym automacie rewolwerowym (do przykładu liczbowego)

Takim zabiegiem zasadniczym będzie niewątpliwie zabieg 3: toczenie z $\varnothing 16$ na $\varnothing 10 \times 16$. Wg niego określi się prędkość obrotową n_w wrzeciona dla całej operacji.

Do toczenia podłużnego służą wytyczne podane w tabl. A-132 poz. 1. Według nich, posługując się tabl. A-139 wypada dla mosiądku posuw $p = 0,12 \div 0,22$; uwzględniając, że nie ma specjalnego osłabienia sztywności przedmiotu ($\varnothing 10 \times 16$) przyjmuje się $p = 0,2$ mm/obr.

Według tabl. A-142 dla $p = 0,2$ i $g = 3$ przy mosiądku szybkość $v = 107$ m/min i stąd prędkość obrotowa wrzeciona

$$n = 318 \frac{107}{16} = 2130; \text{ z charakterystyki } n = 2101 \text{ obr/min.}$$

Dla każdego zabiegu obróbkowego (rys. A/34) ilości obrotów wrzeciona n_θ potrzebne na jego wykonanie można określić następująco:

Zabieg 2 (nr 3 w arkuszu normowania czasów). *Nawiercać i fazować $4/45^\circ$* wytyczne z tabl. A-133 poz. 1.

a) Długość L : dobieg $l_d = 0,5$ mm, więc przy $l = 1,5$ będzie $L = 1,5 + 0,5 = 2$ mm.

b) Posuw p (wg tabl. A-145): $p = 0,16 \div 0,22$, przyjęto wartość średnią $p = 0,19$ mm/obr.

Zabieg 3 (nr 5). *Toczyć $\varnothing 10 \times 16$* – wytyczne w tabl. A-132 poz. 1.

a) Długość L : dobieg $l_d = 1$, więc $L = 16 + 1 = 17$ mm.

b) Posuw $p = 0,2$ mm/obr (patrz uwagi przy doborze n). Ta wielkość spełnia wymagania dla klasy chropowatości $\nabla 4$, co widać z tabl. A-140.

d) Zwolniony powrót przy posuwie $p_f = 3p = 0,6$ mm/obr.

e) Ilość obrotów na powrót

$$n_r = \frac{17}{0,6} = 28,5$$

Zabieg 4 (nr 8). *Gwintować narzynką $M12 \times 1,5$* – wytyczne w tabl. A-134 poz. 1.

a) Długość L : $l_d = 2h = 2 \cdot 1,5 = 3$ mm, $L = 11 + 3 = 14$ mm.

b) Szybkość v (wg tabl. A-149): dla mosiądku $v = 25 \div 50$; w przypadku gwintu drobnozwojowego i średniej wielkości średnicy można przyjąć $v = 40$ m/min.

c) Prędkość obrotowa

$$n_1 = 318 \frac{40}{12} = 1060 \text{ obr/min}$$

d) Redukcja obrotów z toczenia do gwintowania $\frac{2101}{1060} = 2$, najbliższe z charakterystyki 1,77:1 czyli dla gwintowania

$$n_1 = \frac{2101}{1,77} = 1185 \text{ obr/min}$$

e) Ilość obrotów roboczych przedmiotu

$$n_\theta = \frac{14}{1,5} = 9,5$$



Zakład	Wkręt regulacyjny Nazwa części	Ms 58 Ø 16 Material	863/5 Nr części	Support Urządzenie	Nr kolejny	Czynność — zabieg	Długość obróbki L mm	Posuw p mm/obr	Ilość obrotów na zabieg n_d/n_r
Szkice i obliczenia:	Autom. rewolw. A20 „Škoda” Autorrat	1 Nr oper.	Ark. 1/1	rewolwerowy	1	Wysunąć materiał			
					2	Przełączyć głowicę rewolwerową			
					3	Nawiercać i fazować	2	0,19	10,5
					4	Przełączyć głowicę rewolwerową			
					5	Toczyć Ø 10×16	17	0,2	85
					6	powrót	17	0,6	28,5
					7	Przełączyć głowicę rewolwerową			
					8	Gwintować M12×1,5	14	1,5	9,5
					9	powrót	14	1,5	9,5
					10	Przełączyć głowicę rewolwerową			
					11	Wiercić Ø 3×11	12	0,08	150
					12	Przełączyć 2× głowicę rewolwerową			
					13	Dosunąć 27 mm			
					14	Radelkować Ø 16	0,8	0,04	20
					15	Odsunąć			
					16	Dosunąć			
					17	Toczyć kształtowo-wcinowo Ø 12	3,4	0,03	114
					18	Dogładzać (bez posuwu)			
					19	Odsunąć			
					20	Dosunąć			
					21	Obcinać	5,5	0,07	79
					22	Wybieg	1,0	0,1	10
					23	Odsunąć			
					24	Przechylić ramię ku wrzecionu			
					25	zapas			
					26	Dosunąć poosiowo < 30 mm			
					27	Postój do chwili obciążenia			
					28	Zapas po obciążeniu			
					29	Odsunąć poosiowo			
					30	Odcylić ramię ku urządz. frez.			
					31	zapas			
					32	Dosuw do freza			
					33	Frezować (minimum)	3,5	0,6	6
					34	Odsunąć, odrzucić sztukę			
					35	Zapas przed nowym cyklem			
Sprawdził	Skladniki czasu przygot.-zakoncz.	5 gniazd rewolw.	150 min	Przyjęto	ramię chwytające i urządzenie do frezowania				
		3 suporty	90 "	t_p					
		1 urządzenie do frezow.	30 "	270 min					
				t_f 0,22 min					
Opracował:	Skladniki czasu jednostkowego	Podstawowa prędkość obrotowa n	2101 obr/min	Support Urządzenie	rewolw.				
		Czas główny $t_g = \frac{\sum n_s}{n} \cdot 60$	6,05 s	tylny					
		Czas wykonania $t_w = (t_g + t_p) \cdot \frac{100}{100 - i_r}$	10,0 s						
		Czas uzupełniający $t_u = 21\% t_w$	2,3 s						
		Arkusz normowania czasów na automatach krzywkowych							
					przedni				
					górny				
					ramię chwytające				

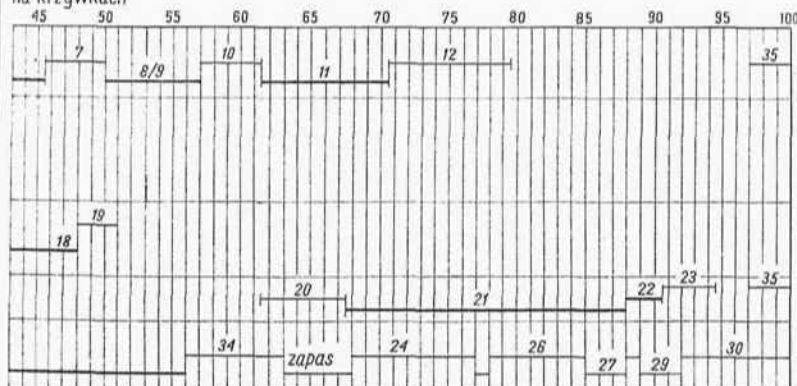
Ilość podziałek

	5	10	15	20	25	30	35	40
1								
2								
3								
4								
5								
6								
13								
14								
15								
16								
17								
30								
32								
33								

Rys. A/35. Karta normowania czasu dla operacji z rys. A/34 dostosowana dla jednowrzecionowych automatów tokarskich

Szybkość skrawania v m/min	Prędkość obrotowa n obr/min	Stosunek prędkości k	Ilość obrotów obliczeniowych n_0	Obroty obliczeniowe n_0		Czas pomocy niepokryte		Ilość podziałek na krzywe i_x	Podziałki na krzywe		Uwagi
				pokryte	niepokryte	t_p s	i_r podziałek		od	do	
						0,5		4,5	0	4,5	
						0,5		4,5	4,5	9	
	2101		10,5		10,5			2,5	9	11,5	
						0,5		4,5	11,5	16	
	2101		85		85			22	16	38	
	2101		28,5		28,5			7,5	38	45,5	
						0,5		4,5	45,5	50	
40	1185	1,77	17		17			4,5	50	54,5	
	2101	1	9,5		9,5			2,5	54,5	57	
						0,5		4,5	57	61,5	
85	9026	0,233	35		35			9,0	61,5	70,5	
						1,0		9,0	70,5	79,5	
								6	0	6	
	2101		20	20				5,5	6	11,5	
								3	11,5	14,5	
								6	10	16	
	2101		114	114				30	16	46	
								2	46	48	
								3	48	51	
								6	61,5	67,5	
	2101		79	52,5	26,5			20,5	67,5	88	
	2101		10	10				2,5	88	90,5	
								4	90,5	94,5	
								9	68	77	
								1	77	78	
								7	78	85	
								3	85	88	
							1	1	88	89	
							3	3	89	92	
							5	10	92	2	
								1	2	3	
								3	3	6	
137	693	3,04	18,5	18,5					6	56	Powiększyć w ramach luzu czasu
								7	56	63	
									97	100	
Razem					212,0	3,5	12	—	—	—	

na krzywkach



f) Ilość obrotów obliczeniowych wg wzoru A.4

$$n_o = 9,5 \cdot \frac{2101}{1185} = 17 \text{ obrotów}$$

g) Powrót z prędkością obrotową toczenia, czyli

$$n_r = \frac{14}{1,5} = 9,5 \text{ obrotów}$$

Zabieg 5 (nr 11). Wiercić metodą przyspieszoną otwór $\varnothing 3 \times 11$ – wytyczne w tabl. A-133 poz. 2a.

a) Długość L : $l_d = 1,0$, $L = 11 + 1,0 = 12$ mm.

b) Posuw p (wg tabl. A-145): dla $D = 2 \div 4$ przy obróbce mosiądzu $p = 0,06 - 0,10$; przyjęto wartość średnią $p = 0,08$ mm/obr, ze względu na większą głębokość $l = (3,5 \div 4)D$.

c) Ilość obrotów

$$n_o = \frac{12}{0,08} = 150 \text{ obrotów}$$

d) Szybkość v (wg tabl. A-146): dla $p = 0,09$ i obróbki mosiądzu automatowego $v = 80 \div 100$; dla małej średnicy $D = 3$ mm przyjmuje się wartość graniczną niższą $v = 85$ m/min.

e) Prędkość obrotowa

$$n_1 = 318 \frac{85}{3} = 9000 \text{ obr/min}$$

f) Przy obrotach przedmiotu $n = 2101$ obr/min potrzeba dodatkowej prędkości obrotowej wrzecionka wiertarskiego $9000 - 2101 = 6899$ obr/min; z charakterystyki znajduje się $n = 6925$ obr/min, czyli $n_1 = 6925 + 2101 = 9026$.

g) Ilość obrotów obliczeniowych

$$n_o = 150 \frac{2101}{9026} = 35 \text{ obrotów}$$

Zabieg 6 (nr 14). Radelkować wcinowo $\varnothing 16 \times 5$ – wytyczne w tabl. A-134 poz. 3.

a) Długość L : dobieg $l_d = 0,5$; przy $D = 16$, podziałka radełka $t = 0,6$ mm, czyli głębokość $h_g = 0,3$, a więc $L = 0,3 + 0,5 = 0,8$ mm.

b) Posuw p (wg tabl. A-150): dla wcinania poprzecznego promieniowego w mosiądzu $p = 0,02 \div 0,04$, przy małej szerokości radelkowania 5 mm można przyjąć górną granicę $p = 0,04$ mm/obr.

c) Ilość obrotów

$$n_o = \frac{0,8}{0,04} = 20 \text{ obrotów}$$

Zabieg 7 (nr 17). Toczyć kształtowo wcinowo $\varnothing 12 / \varnothing 10$ – wytyczne w tabl. A-132 poz. 2.

a) Długość L : $l_d = 0,40$ mm, $l = \frac{16-10}{2} = 3$, a więc $L = 3 + 0,4 = 3,4$ mm.

b) Posuw p (wg tabl. A-139): dla mosiądzu $p = 0,02 \div 0,05$; przyjmuje się $p = 0,03$ mm/obr ze względu na dużą szerokość wcinania (ok. 15 mm) w stosunku do najmniejszej średnicy $d = 10$ mm.

c) Ilość obrotów

$$n_g = \frac{3,4}{0,03} = 114 = n_o \text{ obrotów}$$

d) Sprawdzenie na szybkość skrawania: $v = \frac{\pi \cdot 16 \cdot 2101}{1000} = 110 \text{ m/min}$, wg tabl. A-143 dla $p = 0,03$ dopuszczalna szybkość $v = 140 \text{ m/min} >$ od rzeczywistej 110 m/min .

Zabieg 8 (nr 21). *Obcinać* — wytyczne w tabl. A-132 poz.3.

a) Długość L : dobieg i wybieg $l_d + l_w = 1,5$; $l = \frac{10}{2} = 5$, a więc $L = 5 + 1,5 = 6,5 \text{ mm}$.

b) Posuw p (wg tabl. A-139): dla przecinania po wstępnym podcięciu w mosiądzu $p = 0,07 \div 0,12$; przyjęto wartość $p = 0,07 \text{ mm/obr}$, ze względu na wymaganą ogólną chropowatość $\nabla 4$, dla której wg tabl. A-140 posuwy powinny być równe $p = 0,05 \div 0,07 \text{ mm/obr}$.

c) Sprawdzenie szybkości skrawania: w zabiegu 7 pkt d podano dla $D = 16$, $v = 110 \text{ m/min}$; z tabl. A-143 w przypadku przecinania dla $p = 0,07$ zalecana jest $v = 1,2 \cdot 90 = 108 \text{ m/min}$, równa mniej więcej rzeczywistej.

d) Rozbicie obcinania na 2 odcinki: pierwszy $L = 5,5 \text{ mm}$ z posuwem $p = 0,07 \text{ mm/obr}$, a drugi $L = 1 \text{ mm}$ (wybieg) z posuwem powiększonym 1,3 razy, czyli $p = 0,07 \cdot 1,3 = 0,1 \text{ mm/obr}$.

e) Ilość obrotów

$$n_g = \frac{5,5}{0,07} + \frac{1}{0,1} = 79 + 10 = 89 = n_o \text{ obrotów}$$

Zabieg 9 (nr 33). *Frezować rowek* — wytyczne w tabl. A-135 poz. 4.

a) Długość L : dobieg $l_d = 1$, $L = 2,5 + 1 = 3,5 \text{ mm}$.

b) Posuw p (wg tabl. A-152): dla mosiądzu $p = 0,4 \div 0,8 \text{ mm/obr}$ przyjęto $p = 0,6 \text{ mm/obr}$.

c) Szybkość skrawania v (wg tabl. A-152): dla mosiądzu $v = 200 \div 250 \text{ m/min}$, przyjęto $v = 220 \text{ m/min}$.

d) Prędkość obrotowa freza $n = 318 \frac{200}{63} = 1110 \text{ obr/min}$; najbliższe z charakterystyki: $n_1 = 693 \text{ obr/min}$, czyli $v = 137 \text{ m/min}$.

e) Ilość obrotów

$$n_g = \frac{3,5}{0,6} = 6 \text{ obrotów}$$

f) Ilość obrotów obliczeniowych

$$n_o = 6 \frac{2101}{693} = 18,5 \text{ obrotów}$$

W praktyce nie wykorzystuje się pełnej wydajności freza przy frezowaniu rowków pod wkrętaki. Zwykle czas frezowania jest znacznie wydłużony i trwa on do zamknięcia pełnego cyklu obrotu krzywki bębnowej od przesuwu poosiowego ramienia i krzywki płaskiej do wychylania tego ramienia. Tak też postąpiono ostatecznie w przykładzie, co widać z harmonogramu na rys. A/35 i podziału podziałek na krzywce. Takie przedłużenie czasu frezowania daje znaczne zwiększenie trwałości freza.

Po obliczeniu ilości obrotów n_o dla poszczególnych zabiegów analizuje się, jakie zabiegi obróbkowe będą całkowicie pokryte czasem pracy z głowicy rewolwerowej, a jakie tylko częściowo. Na podstawie takiej analizy wynika, że radełkowanie będzie odbywać się w czasie nawiercania, toczenie profilowe wcinowe da się „zmieścić” w czasie toczenia $\varnothing 10 \times 16$, a obcinanie można w 66% pokryć czasem wiercenia i ewentualnie czasem końcowego okresu wykręcania narzynki.

W rezultacie niepokrytymi ilościami obrotów obliczeniowych potrzebnych do zabiegów obróbkowych będą:

a) nawiercanie (nr 3)	— 10,5 obrotów
b) toczenie $\varnothing 10 \times 16$ (nr 5)	— 85,0 „
powrót (nr 6)	— 28,5 „
c) gwintowanie M12 \times 1,5 (nr 8)	— 17,0 „
powrót (nr 9)	— 9,5 „
d) wiercenie $\varnothing 3 \times 11$ (nr 11)	— 35,0 „
e) obcinanie $\frac{1}{3}$ 79 (nr 21)	— 26,5 „

razem $n_o = \frac{212,0 \text{ obrotów}}{\text{obliczeniowych}}$

co odpowiada czasowi głównemu wg wzoru [A.5]

$$t_g = \frac{212}{2101} 60 = 6,05 \text{ s}$$

Przybliżony czas wykonania t_w wg wzoru A.6b będzie

$$t_w = 2t_g = 2 \cdot 6,05 = 12,1 \text{ s}$$

Znajomość tego czasu ułatwi dobór ilości podziałek w tabl. A-158 w tych przypadkach, gdy ta ilość jest uzależniona od czasu wykonania t_w .

Niepokrytymi czasami pomocniczymi $(t_p)_m$ wyrażonymi w sekundach będą wg tabl. A-158:

a) podanie materiału i zacisk (poz. 1)	— 0,5 s
b) 6 razy obrót głowicy (poz. 2): $6 \times 0,5$	— 3,0 s
razem $(t_p)_m$	3,5 s

Czasy te zostały wykazane w odpowiedniej rubryce na rys. A/35.

Czynnościami pomocniczymi niepokrytymi pracą z głowicy rewolwerowej będą ruchy dodatkowego ramienia wychylnego (przenoszącego przedmiot do frezowania) wykonywane przy przedmiocie i w jego pobliżu, nie pozwalające na żadne inne czynności z głowicy rewolwerowej (patrz rys. A/35):

- chwila postoju ramienia po obciążeniu — (tabl. A-158 poz. 36) 1 podziałka
- odsunięcie poosiowe ramienia od wrzeciona dla ominięcia suportu górnego (tabl. A-158 poz. 36) 3 „
- wchylenie ramienia z przedmiotem ku urządzeniu — wystarczy dla pracy z głowicy już tylko częściowe wychylenie ramienia i dla-

tego bierze się 50% wartości normatywu (tabl. A-158 poz. 32): $\frac{1}{2} 10$ podziałek

- zapas przed rozpoczęciem nowego cyklu na krzywce rewolwerowej wynoszący zwykle 3 podziałki

razem $i_r = 12$ podziałek

W takim razie dokładna wielkość czasu wykonania t_w w myśl wzoru [A.7a] będzie

$$t_w = (6,05 + 3,5) \frac{100}{100 - 12} = 10,9 \text{ s}$$

Z charakterystyki automatu A20 najbliższy nastawny kołami zmianowymi czas wykonania wynosi $t_w = 10,97 \text{ s}$, czyli 0,183 min.

Temu czasowi odpowiada w myśl wzoru [A.9]

$$n_p = \frac{2101}{60} 10,97 = 384 \text{ obrotów wrzeciona}$$

Znaczy to, że na wykonanie jednego przedmiotu potrzeba 384 obrotów wrzeciona.

Posługując się wzorem [A.10a] bez trudności udaje się przeliczyć ilości n_o na ilości podziałek, jak to widać w rubryce „ i_x ” na rys. A/35. Podobnie wzorem [A.11a] przelicza się czasy $(t_p)_m$ wyrażone w sekundach.

Na koniec pozostaje wypisanie ilości podziałek i_x na wszystkie inne pokryte czynności pomocnicze korzystając z orientacyjnych danych tabl. A-158. W ten sposób otrzymuje się wszystkie dane do sporządzania harmonogramu współpracy wszystkich suportów i ramienia chwytającego (rys. A/35) oraz na podstawie jego uzyskania sposobu rozmieszczenia podziałek na poszczególnych krzywkach. Konstruktor pomocy warsztatowych mając taki wypełniony przez normistę arkusz normowania czasów ogranicza się wtedy do zaprojektowania samych krzywek posługując się odpowiednimi szablonami krzywizn.

Czas uzupełniający t_u wg tabl. A-159 będzie:

- | | |
|--|-------------|
| a) czynności obsługi organizacyjnej — poz. 1 | 5,00% t_w |
| b) potrzeby fizjologiczne — poz. 2 | 3,0 „ „ |
| c) zakładanie prętów: ilość prętów długości 2,5 m zużywanych na 1 godzinę wynosi | |

$$\frac{3600}{t_w} \cdot \frac{l_1}{2500} = \frac{3600}{10,97} \cdot \frac{35}{2500} = 4,6 \text{ pręta/h}$$

- | | |
|---|---------------------|
| czyli wg normatywów w poz. 4–5 | 4,0 „ „ |
| d) regulacja narzędzi — poz. 11 | 0,9 „ „ |
| e) wymiana stępionych narzędzi: | |
| 3 noże (poz. 13) — $3 \times 2\%$ | 6,0 „ „ |
| 1 wiertło — poz. 14 | 0,7 „ „ |
| 1 narzędzie do gwintowania — poz. 16 | 0,3 „ „ |
| 1 rolka wygniatająca — poz. 17 | 0,2 „ „ |
| 3 narzędzia słabo obciążone (nóż do fazowania, nawiertak, frez) — | |
| poz. 18: $3 \times 0,2\%$ | 0,6 „ „ |
| | razem 20,70% t_w |
| | przyjęto 210% t_w |

Na czas przygotowawczo-zakończeniowy złożą się (tabl. A-155) następujące czasy składowe:

- a) czynności organizacyjne i przygotowanie obrabiarki — poz. 1 — 3 45 min

b) założenie:	
– dwóch noży do toczenia z głowicy (poz. 4): 2×20 min	40 min
– wiertła i nawiertaka (poz. 6): 2×6 min	12 „
– dwóch noży do toczenia z suportów poprzecznych (poz. 5): 2×10 min	20 „
– urządzenia do frezowania – poz. 10	30 „
– rolki do radełkowania – poz. 11	6 „
– narzynki – poz. 13	10 „
c) kontrola pierwszych sztuk – poz. 16	15 „
	<hr/>
	razem 178 min

Posługując się uproszczoną metodą otrzymamy, że czas t_{pz} równa się:

$$\begin{array}{l}
 5 \text{ gniazd głowicy rewolwerowej} \\
 3 \text{ suporty} \\
 1 \text{ urządzenie do frezowania} \\
 \hline
 \text{razem 9 pozycji} \times 30 = 270 \text{ min}
 \end{array}$$

Opierając się na doświadczeniach naszych warsztatów, nie wyspecjalizowanych w korzystaniu z automatów krzywkowych, można przekonać się, że bliższa rzeczywistości byłaby norma czasowa, $t_{pz} = 270$ min. W tych warunkach normatywy w tabl. A-155 należałoby powiększyć o 50%.

W wyniku tak przeprowadzonych obliczeń bezpośrednio na karcie normowania czasów (rys. A/35) wypadają dla operacji podanej w karcie instrukcyjnej (rys. A/34) następujące normy czasowe:

$$t_{pz} = 270 \text{ min}, \quad t_j = 0,22 \text{ min}$$

Dla ilustracji właściwości obliczeniowej metody narzędzia limitującego w określaniu prędkości obrotowej wrzeczona na jednowrzecionowym automacie tokarskim, rozwiązany przykład obliczeniowy na karcie normowania A/35, rozpatrzy się wykorzystując wytyczne robocze, zawarte w tabl. A-160.

1. Obliczenie ilości obrotów n_o na zabieg.

Przeprowadza się je jak w dotychczasowej metodzie z tym, że dla wrzeczona z przyspieszoną prędkością obrotową (zabieg 5) trzeba zastosować wstępne oszacowanie:

$$(n_o)_s = \frac{12}{0,08} \cdot \frac{3}{16} = 28 \text{ obrotów}$$

Dla wykonywanych zabiegów (patrz rys. A/34 i A/35) wartości n_o będą następujące

nr zabiegu	2	3	4	5	6	7	8	9
n_o	10,5	85	9,5	28	20	114	79	6

2. Suma ilości obrotów wrzeczona na wszystkie zabiegi

$$\sum n_o = 352$$