

2. Tablice wytycznych i normatywów dla normowania czasu robót na wielowrzecionowych automatach tokarskich

Tablica A-161. Wytyczne do obliczania prędkości obrotowej wrzeciona n_w i czasu maszynowego t_m dla operacji wykonywanej na wielowrzecionowym automacie tokarskim

Lp.	Opis etapu obliczeń i tablice pomocnicze	Wzór obliczeniowy i oznaczenia
1	Na podstawie karty procesu obróbki określenie wielkości wymiarowych D i L dla poszczególnych narzędzi	D — średnica obróbki, mm L — długość drogi narzędzia, mm Tabl. A-162 ÷ A-167
2	Wybór posuwu p dla każdego narzędzia, w przypadku wiercenia z przyrządu zwiększającego prędkość obrotową dla skrawania, przeliczenie posuwu p na posuw obliczeniowy p_o	Wg tablic normatywów posuwu wyszczególnionych w tabl. A-162 ÷ A-167 wg rodzaju obróbki p — posuw w mm/obr przedmiotu względem narzędzia p_o — posuw narzędzia w mm/obr wrzeciona $p_o = \frac{p}{q}$ q — współczynnik zmiany prędkości przyrządem wg charakterystyki automatu
3	Ustalenie posuwu p dla poszczególnych suportów wg charakterystyki automatu	Jeśli na suporcie jest jedno narzędzie, to posuw wg normatywów jest posuwem suportu; natomiast w przypadku kilku narzędzi na jednym suporcie posuwem suportu będzie posuw najmniejszy z posuwów wybranych wg normatywów dla poszczególnych narzędzi
4	Obliczanie ilości obrotów n_g wrzeciona potrzebnych na wykonanie zabiegów wg wybranych posuwów p (p_o) dla suportów	Wg tabl. A-162 ÷ A-167 dla poszczególnych rodzajów obrotów. Uwaga: jeżeli w zabiegu obróbkowym na danej pozycji przedmiotu bierze udział suport wzdłużny i poprzeczny, to wyrównuje się pracę suportu mniej obciążonego do n_g suportu limitującego poprzez zmniejszenie posuwu z tym, że dla toczenia $p \geq 0,02$ mm/obr.
5	Wybór zabiegu wg największej ilości obrotów n_g jako limitującego wydajność całej operacji	$(n_g)_{max}$ — ilość obrotów wrzeciona dla zabiegu limitującego
6	Obliczenie udziału pracy u poszczególnych narzędzi względem zabiegu limitującego	$u = \frac{n_g}{(n_g)_{max}}$ Uwaga: etapy 1 ÷ 6 mogą powtarzać się w przypadku rozważania szeregu wariantów rozplanowania i warunków obróbki oraz doboru materiałów na ostrza narzędzia limitującego, jeśli narzędzie limitujące znacznie różni się wartością $(n_g)_{max}$ od najbliższych n_g najbardziej obciążonych narzędzi.
7	Na podstawie ogólnej ilości narzędzi i_N i stopnia zróżnicowania ich obciążenia u określenie (przy stosowanej w zakładzie normie obsługi wielomaszynowej N_o) wielkości podstawowej trwałości T_m dla zespołu narzędzi wg poniższej tablicy	T_m — okres trwałości ostrza narzędzia mierzony czasem pracy maszynowej automatu

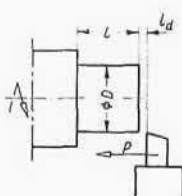
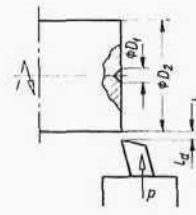
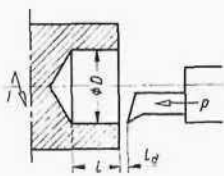
Tablica A-161 (cd.)

Lp.	Opis etapu obliczeń i tablice pomocnicze	Wzór obliczeniowy i oznaczenia							
8	Charakterystyka obciążenia narzędzi (wariantu)	Norma obsługi wielomaszynowej dla ustawiacza N_o	Ilość narzędzi i_N na automacie						
			6-8	9-16	>16				
			Okres trwałości T_m min						
			I — duże zróżnicowanie; narzędzia słabo obciążone stanowią ponad połowę ogólnej ilości	1	120	150	180		
			2	180	240	300			
			3-4	240	300	360			
			≥ 5	360	480	600			
			II — średnie zróżnicowanie; narzędzia słabo obciążone stanowią mniejszość	1	150	240	300		
			2	240	360	480			
			3-4	300	480	600			
≥ 5	480	720	960						
Uwaga: przy robotach uchwytych operator obsługuje 1-2 automaty i jeśli on sam wymienia i ustawia narzędzia, to okres trwałości T_m przyjmować wg jego normy N_o .									
8	Obliczenie okresu trwałości T dla poszczególnych narzędzi skrawających z wyjątkiem narzędzi do gwintowania i rozwiercania wykafczającego	$T = nT_m$ T — okres trwałości mierzony czasem skrawania w min							
9	Znalezienie z tablic normatywów przy zadanych warunkach obróbki okresowej szybkości skrawania v_{120} dla poszczególnych narzędzi	Wg tablic normatywów wyszczególnionych w wytycznych A-162 ÷ A-167 dla oddzielnych rodzajów obróbki							
10	Określenie skorygowanej szybkości skrawania v_T przy obliczeniowej trwałości T za pomocą współczynników poprawkowych K_T i K_δ wg tablic	$v_T = v_{120} K_T K_\delta$ v_{120} — szybkość skrawania wg normatywów dla automatów przy niezawodnej trwałości $T = 120$ minut K_T — współczynnik poprawkowy do v na zmienioną trwałość T K_δ — współczynnik poprawkowy do v przy wymaganiu trwałości wymiarowej noża							
Współczynnik poprawkowy K_T do szybkości skrawania przy zmienionej trwałości ostrza T									
$T, \text{ min}$	<30	60	90	120	180	140	360	480	720
dla noży SS (prócz wcinania), wiertel	1,25	1,1	1,05	1,0	0,95	0,9	0,85	0,8	0,75
dla noży WSp	1,3	1,15	1,05	1,0	0,9	0,85	0,8	—	—
Dla noży SS wcinających, pogłębiaczy i rozwiertaków zgrubnych	1,4	1,20	1,1	1,0	0,9	0,8	0,75	0,70	0,65

Tablica A-161 (cd.)

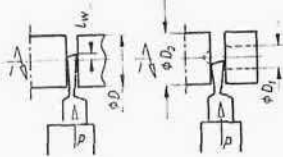
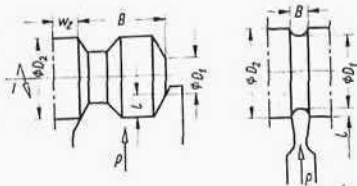
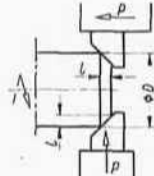
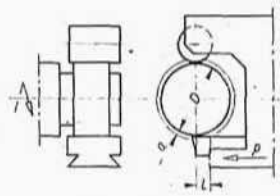
Lp.	Opis etapu obliczeń i tablice pomocnicze	Wzór obliczeniowy i oznaczenia			
Współczynnik poprawkowy K_δ przy wymaganej trwałości wymiarowej noża przez okres T					
Tolerancja obróbki	na średnicy	0,2	0,1	0,05	0,03
w mm	na długości	0,1	0,05	0,025	0,015
Współczynnik $K_\delta^{1)}$ redukcji szybkości skrawania		1,0	0,85	0,75	0,7
¹⁾ wartości orientacyjne; należy je uściślić w drodze prób skrawania i ustalenia kryterium stopienia ściernego h_p dla podstawowych materiałów obrabianych w zakładzie					
11	Obliczenie prędkości obrotowych n dla poszczególnych zabiegów	$n = 318 \frac{v_T}{D}$ D — średnica obróbki, mm			
12	Wybór prędkości obrotowej wrzeciona n_w wg najmniejszej prędkości obrotowej n_{min} z wyliczonych w etapie 11 i jej uściślenie wg charakterystyki automatu	$n_w \leq 1,1 n_{min}$ n_{min} — najmniejsza prędkość obrotowa wrzeciona na minutę (wyliczona)			
13	Przeliczenie szybkości skrawania v_{rz} uzyskiwanej na średnicy obróbki przez poszczególne narzędzia przy prędkości obrotowej wrzeciona n_w , a dla wiertel — z przyrządu wiertarskiego	$v_n = 0,00314 D n_w$ $v_n = 0,00314 D n_w q$ q — współczynnik z etapu 2			
14	Obliczenie maszynowego czasu głównego t_g operacji wg zabiegu wymagającego największej ilości obrotów $(n_g)_{max}$ — patrz etap 5	$t_g = \frac{(n_g)_{max}}{n_w}$			
15	Określenie maszynowego czasu wykonania t_m (= maszynowy czas cyklu t_{cm}) operacji i uściślenie jego wg charakterystyki automatu	$t_m = t_{cm} = 1,1 t_g + t_{pm}$ t_{pm} — maszynowy czas związany z przejściem na następną pozycję obróbkową, określany z charakterystyki automatu, 1,1 — współczynnik ze względu na niejednoczesność zakończenia pracy suportów			

Tablica A-162. Wytyczne do obliczania ilości obrotów przedmiotu na wykonanie zabiegów toczenia i wstępnej prędkości obrotowej na wielowrzecionowych automatach tokarskich: toczenie z suportu wzdłużnego lub poprzecznego

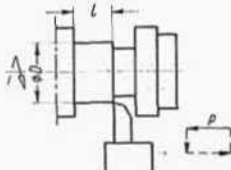
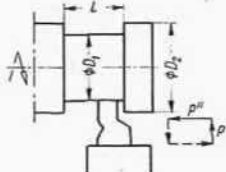
L.p.	Szkie	Wytyczne robocze $n_g = \frac{L}{p} \quad n = 318 \frac{v}{D}$																				
1	 <p>$L = l + l_d$</p>	<p>Toczenie wzdłużne zewnętrzne</p> <p>Dobieg $l_d = 1,5 \div 2,5$ mm</p> <p>Posuw p, mm/obr</p> <p>zgrubny — tabl. A-168</p> <p>wykańczający — tabl. A-169</p> <p>Szybkość skrawania v, m/min</p> <table> <tr> <td>dla:</td><td>ostrza:</td><td>SS</td><td>WSp.</td></tr> <tr> <td>stali i stopów Al — tabl.</td><td></td><td>171</td><td>173</td></tr> <tr> <td>żeliwa i stopów Cu — tabl.</td><td></td><td>172</td><td>173</td></tr> </table> <p>przy obróbce nożem stycznym wielkość v z tablicy:</p> <p>× 1,2 gdy stosunek $g : p > 20$</p> <p>× 1,1 „ „ „ $g : p < 20$</p>	dla:	ostrza:	SS	WSp.	stali i stopów Al — tabl.		171	173	żeliwa i stopów Cu — tabl.		172	173								
dla:	ostrza:	SS	WSp.																			
stali i stopów Al — tabl.		171	173																			
żeliwa i stopów Cu — tabl.		172	173																			
2	 <p>$L = \frac{D_2 - D_1}{2} + l_d$</p> <p>$L = \frac{D_2 - D_1}{2} + l_d + l_w$</p>	<p>Toczenie poprzeczne (planowanie)</p> <p>Dobieg i wybieg $l_d = l_w = 1,5 \div 2,0$ mm</p> <p>Posuw p, mm/obr</p> <p>zgrubny — tabl. A-168</p> <p>wykańczający — tabl. A-170</p> <p>Szybkość skrawania v, m/min</p> <table> <tr> <td>dla:</td><td>ostrza:</td><td>SS</td><td>WSp</td></tr> <tr> <td>stali i stopów Al — tabl.</td><td></td><td>171</td><td>173</td></tr> <tr> <td>żeliwa i stopów Cu — tabl.</td><td></td><td>172</td><td>173</td></tr> </table> <p>współczynnik poprawkowy K_D do v:</p> <table> <tr> <td>Stosunek $D_1 : D_2$</td><td>< 0,1</td><td>0,2–0,5</td><td>> 0,6</td></tr> <tr> <td>K_D</td><td>1,4</td><td>1,30</td><td>1,20</td></tr> </table> <p>przy kącie $\alpha = 60^\circ \quad v \times 1,15$</p>	dla:	ostrza:	SS	WSp	stali i stopów Al — tabl.		171	173	żeliwa i stopów Cu — tabl.		172	173	Stosunek $D_1 : D_2$	< 0,1	0,2–0,5	> 0,6	K_D	1,4	1,30	1,20
dla:	ostrza:	SS	WSp																			
stali i stopów Al — tabl.		171	173																			
żeliwa i stopów Cu — tabl.		172	173																			
Stosunek $D_1 : D_2$	< 0,1	0,2–0,5	> 0,6																			
K_D	1,4	1,30	1,20																			
3	 <p>$L = l + l_d$</p>	<p>Toczenie wzdłużne wewnętrzne (wytaczanie)</p> <p>Dobieg $l_d = 1,5 \div 2,5$ mm</p> <p>Posuw p, mm/obr</p> <p>zgrubny — tabl. A-168 z uwagą 2) i 3)</p> <p>wykańczający — tabl. A-169 jak dla $\nabla 6$</p> <p>Szybkość skrawania v, m/min</p> <table> <tr> <td>dla:</td><td>ostrza:</td><td>SS</td><td>WSp</td></tr> <tr> <td>stali i stopów Al — tabl.</td><td></td><td>171</td><td>173</td></tr> <tr> <td>żeliwa i stopów Cu — tabl.</td><td></td><td>172</td><td>173</td></tr> </table> <p>ze współczynnikiem $K_o = 0,8$ dla obróbki otworu</p> <p>przy kącie $\alpha = 60^\circ \quad v \times 1,15$</p>	dla:	ostrza:	SS	WSp	stali i stopów Al — tabl.		171	173	żeliwa i stopów Cu — tabl.		172	173								
dla:	ostrza:	SS	WSp																			
stali i stopów Al — tabl.		171	173																			
żeliwa i stopów Cu — tabl.		172	173																			

A

Tablica A-162 (cd.)

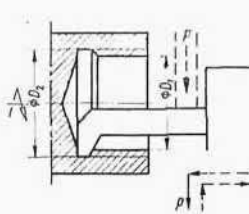
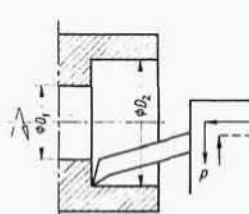
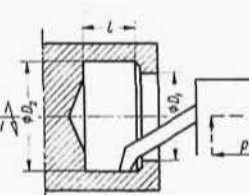
Lp.	Szkice	Wytyczne robocze $n_g = \frac{L}{p} n = 318 \frac{v}{D}$
4	 $L = \frac{D}{2} + l_d + l_w \text{ lub}$ $L = \frac{D_2 - D_1}{2} + l_d + l_w$	<p>Przecinanie</p> <p>Dobieg i wybieg $l_d + l_w = 2,5 \div 4,5 \text{ mm}$</p> <p>Posuw p, mm/obr.</p> <p>tabl. A-174 z uwagą 5)</p> <p>Szybkość skrawania v, m/min</p> <p>tabl. A-176 z uwagą 2)</p>
5	 $L = \frac{D_2 - D_1}{2} + l_d$	<p>Wcinanie kształtowe (podtaczanie)</p> <p>Dobieg $l_d = 1 \div 1,5 \text{ mm}$</p> <p>Posuw p, mm/obr</p> <p>tabl. A-174 z uwagami 1) ÷ 4)</p> <p>Szybkość skrawania v, m/min</p> <p>Tabl. A-176 z uwagą 3)</p>
6	 $L = l + l_d$ $L = l' + l_d$	<p>Fazowanie (z suportu wzdłużnego lub poprzecznego)</p> <p>Dobieg $l_d = 1 \text{ mm}$</p> <p>Posuw $p = 0,08 \div 0,12 \text{ mm/obr}$, zależnie od twardości materiału obrabianego</p> <p>Szybkość skrawania v, m/min — wg prędkości obrotowej n_w dla zabiegu limitującego</p>
7	 $L = \sqrt{2aD} + 1$ <p>gdzie $a = 0,2 \div 0,4 \text{ mm}$</p>	<p>Toczenie poprzeczne styczne wykańczające</p> <p>Dobieg i wybieg $l_d + l_w = 2 \div 3 \text{ mm}$</p> <p>Posuw p, mm/obr — tabl. A-175</p> <p>Szybkość skrawania v, m/min tabl. A-176</p>

Tablica A-163. Wytyczne do obliczania ilości obrotów przedmiotu na wykonanie zabiegów toczenia i wstępnej prędkości obrotowej na wielowrzecionowych automatach tokarskich: toczenie z pomocą przyrządu suwakowego

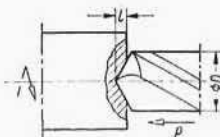
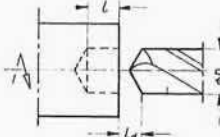
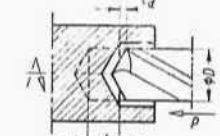
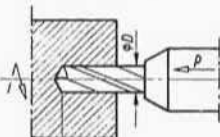
Lp.	Szkice	Wytyczne robocze $n_g = \frac{L}{p}$ $n = 318 \frac{v}{D}$												
1	<p>Toczenie zewnętrzne wzdłużne za kołnierzem (dosuw z suportu poprzecznego, posuw z suportu wzdłużnego)</p>  <p>$L = l + l_d$</p>	<p>Dobieg $l_d = 0,8 \text{ mm}$</p> <p>Posuw p, mm/obr. — wg tabl. A-169</p> <p>Szybkość skrawania v, m/min</p> <table><tr><td>dla:</td><td>ostrza:</td><td>SS</td><td>WSp</td></tr><tr><td>Stali i stopów Al — tabl.</td><td></td><td>171</td><td>173</td></tr><tr><td>żeliwa i stopów Cu — tabl.</td><td></td><td>172</td><td>173</td></tr></table>	dla:	ostrza:	SS	WSp	Stali i stopów Al — tabl.		171	173	żeliwa i stopów Cu — tabl.		172	173
dla:	ostrza:	SS	WSp											
Stali i stopów Al — tabl.		171	173											
żeliwa i stopów Cu — tabl.		172	173											
2	<p>Toczenie zewnętrzne wzdłużne z wcinaniem (wcinanie z suportu poprzecznego, toczenie wzdłużne z suportu wzdłużnego lub poprzecznego)</p>  <p>$L = l + \frac{D_2 - D_1}{2} + l_d$</p>	<p>Dobieg $l_d = 1,5 \text{ mm}$</p> <p>Posuw p, mm/obr</p> <p>wcinający p' — tabl. A-174 wzdłużny p'' — tabl. A-169</p> <p>Szybkość skrawania v, m/min</p> <p>a) dla wcinania — tabl. A-176 b) dla tocz. wzdłużnego — tabl. A-171/172 wybrać v mniejsze z a) i b)</p>												

A

Tablica A-163 (cd.)

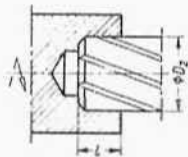
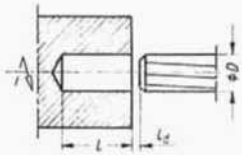
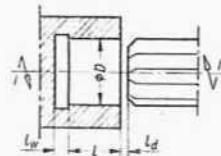
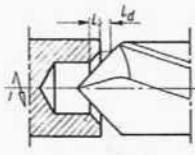
Lp.	Szkice	Wytyczne robocze $n_g = \frac{L}{p}$ $n = 318 \frac{v}{D}$
3	<p>Toczenie wcinające wewnętrzne (dosuw z suportu wzdłużnego, posuw z suportu poprzecznego lub wzdłużnego)</p>  $L = \frac{D_2 - D_1}{2} + l_d$	<p>Dobieg $l_d = 1 \text{ mm}$</p> <p>Posuw $p = 0,02 \div 0,04 \text{ mm/obr}$ zależnie od sztywności noża i twardości materiału obrabianego</p> <p>Szybkość skrawania $v \text{ m/min}$ wg prędkości obrotowej n_w dla zabiegu limitującego</p>
4	<p>Planowanie czoła wewnątrz otworu z suportu wzdłużnego</p>  $L = \frac{D_2 - D_1}{2} + l_d$	<p>Dobieg $l_d = 1,5 \text{ mm}$</p> <p>Posuw $p \text{ mm/obr}$ — tabl. A-170</p> <p>Szybkość skrawania $v \text{ m/min}$ — wg prędkości obrotowej n_w wrzeciona dla zabiegu limitującego</p>
5	<p>Toczenie wewnętrzne wzdłużne z wcinaniem (posuw wzdłużny od suportu wzdłużnego, wcinanie sterowane suportem poprzecznym)</p> 	<p>Dobieg $l_d = 1,5 \text{ mm}$</p> <p>Posuw $p, \text{ mm/obr}$</p> <p>wcinający — $0,02 \div 0,04$ wzdłużny — tabl. A-169 jak dla $\nabla 6$</p> <p>Szybkość skrawania $v \text{ m/min}$ — wg prędkości obrotowej n_w dla zabiegu limitującego</p>

Tablica A-164. Wytyczne do obliczania ilości obrotów przedmiotu na wykonanie zabiegów wiertarskich i wstępnej prędkości obrotowej na wielowrzecionowych automatach tokarskich

Lp.	Szkice	Wytyczne robocze $n_g = \frac{L}{p}$ $n = 318 \frac{v}{D}$																																
1	 <p>$L = l + l_d$</p>	<p>Nawiercanie</p> <p>Dobieg $l_d = 2 \div 2,5$ mm</p> <p>Posuw p, mm/obr — tabl. A-177 wg średnicy wiertła D</p> <p>Szybkość skrawania v m/min — wg prędkości obrotowej n_w dla zabiegu limitującego</p>																																
2	<p>a) bez wcinania się</p>  <p>$L = l + l_d$</p> <p>b) z wcinaniem się</p>  <p>$L = l + l_d$</p> <p>Uwaga: przy otworach przelotowych drogę L wydłużyć o szerokość B noża-przecinaka</p>	<p>Wiercenie z suportu wzdłużnego</p> <p>Dobieg l_d, mm:</p> <p>bez wcinania się — $2 \div 2,5$ mm</p> <p>z wcinaniem się:</p> <table><tr><td>D</td><td>3</td><td>5</td><td>8</td><td>12</td><td>16</td><td>20</td><td>25</td><td>35</td></tr><tr><td>l_d</td><td>3</td><td>3,5</td><td>4,5</td><td>6</td><td>7,5</td><td>8,5</td><td>10</td><td>13</td></tr></table> <p>Posuw p, mm/obr — tabl. A-177</p> <p>Szybkość skrawania v, m/min</p> <p>wg tabl. A-178</p> <p>Współczynnik poprawkowy K_L dla głębokich otworów</p> <table><tr><td>$l : D$</td><td>≤ 2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>8</td></tr><tr><td>K_L</td><td>1,0</td><td>0,9</td><td>0,8</td><td>0,7</td><td>0,65</td><td>0,6</td></tr></table> <p>jeśli $n < 0,5 n_w$ prędkości obrotowej dla zabiegu limitującego, to zastosować wiercenie przyspieszone</p>	D	3	5	8	12	16	20	25	35	l_d	3	3,5	4,5	6	7,5	8,5	10	13	$l : D$	≤ 2	3	4	5	6	8	K_L	1,0	0,9	0,8	0,7	0,65	0,6
D	3	5	8	12	16	20	25	35																										
l_d	3	3,5	4,5	6	7,5	8,5	10	13																										
$l : D$	≤ 2	3	4	5	6	8																												
K_L	1,0	0,9	0,8	0,7	0,65	0,6																												
3		<p>Wiercenie przyspieszone z przyrządu wiertarskiego</p> <p>Dobieg l_d, mm — jak poz. 2</p> <p>Posuw p, mm/obr — tabl. A-177</p> <p>Szybkość skrawania v, m/min</p> <p>jak poz. 2</p> <p>prędkość obrotowa n wrzeciona wiertarskiego związana z prędkością obrotową n_w wrzeciona przedmiotowego — patrz charakterystyka automatu</p> <p>$n : n_w = 2 \div 3,5$</p>																																
Uwaga: jeśli wiercenie połączone jest z toczeniem wzdłużnym o małym posuwie lub mniejszej drodze skrawania L sprawdzić, czy możliwe jest stosowanie przyrządu wiertarskiego z dodatkowym położeniem dźwigniowym dającym niezależny większy posuw i ew. dłuższy przesuw wiertła niż skok suportu																																		

A

Tablica A-164 (cd.)

Lp.	Szkice	Wytyczne robocze $n_g = \frac{L}{p} \quad n = 318 \frac{v}{D}$
4	 <p>$L = l + l_d$</p>	<p>Pogłębianie otworu stopniowego</p> <p>Dobieg $l_d = 2 \div 3$ mm</p> <p>Posuw $p = 0,2 \div 0,4$ mm/obr zależnie od twardości materiału obrabianego i różnicy średnic D_2 i D_1</p> <p>Szybkość skrawania v, m/min — tabl. A-181</p>
5	 <p>$L = l + l_d$</p>	<p>Rozwiercanie zgrubne</p> <p>Dobieg $l_d = 2 \div 3$ mm</p> <p>Posuw p, mm/obr — tabl. A-179</p> <p>Szybkość skrawania v, m/min tabl. A-181</p> <p>jeśli prędkość obrotowa rozwiertaka $n < 0,4 n_w$ wrzeczona przedmiotowego dla zabiegów toczenia zewnętrznego, rozważyć możliwość zastosowania przyrządu o niezależnych obrotach i posuwie</p>
6	 <p>$L = l + l_d$</p>	<p>Rozwiercanie wykańczające</p> <p>Dobieg $l_d = 2 \div 3$ mm</p> <p>Posuw p, mm/obr — tabl. A-180</p> <p>Szybkość skrawania v, m/min tabl. A-182</p> <p>jeśli prędkość obrotowa rozwiertaka $n < 0,4 n_w$ wrzeczona przedmiotowego dla zabiegów toczenia zewnętrznego, sprawdzić możliwość zastosowania przyrządu do rozwiercania o zmniejszonych prędkościach obrotowych (ew. o zwiększonym posuwie).</p>
7	 <p>$L = l + l_d$</p>	<p>Fazowanie otworu wiertłem</p> <p>Dobieg $l_d = 1,5$</p> <p>Posuw $p = 0,2 \div 0,3$ mm/obr zależnie od twardości materiału obrabianego*)</p> <p>Szybkość skrawania v m/min — wg prędkości obrotowej n_w dla narzędzia, z którym jest łączone wiertło</p>

*) zabieg wykonywany zazwyczaj łącznie z toczeniem zewnętrznym, które wyznacza posuw p .