

Tablica A-160. Określanie szybkości skrawania i prędkości obrotowej wrzeciona na jednowrzecionowych automatach tokarskich metodą obliczeniową narzędzia limitującego

Lp.	Opis etapu obliczeń i tablice pomocnicze	Wzór obliczeniowy i oznaczenia															
1	Oblicza się ilość obrotów $n_o$ wrzeciona dla narzędzia pracującego z prędkością obrotową wrzeciona oraz dla narzędzi do gwintowania — dla wiercenia z przyspieszoną prędkością obrotową (wstępne oszacowanie) — dla rozwiercania obliczeń nie przeprowadza się	$n_o = \frac{L}{p}$ <p><math>L</math> — droga narzędzia, mm <math>p</math> — posuw, mm/obr wg wytycznych w tabl. A-132 ÷ A-136</p> $n_o = \frac{L}{p} \frac{D_w}{D_{max}}$ <p><math>D_w</math> — średnica wiercenia <math>D_{max}</math> — średnica maksymalna toczenia w mm (średnica pręta)</p>															
2	Oblicza się sumę ilości obrotów wrzeciona na wykonanie pracy skrawaniem	$\sum n_o$															
3	Szacuje się udział $u$ pracy narzędzi (zazwyczaj noży), które mogą limitować wydajność obróbki wg wstępnego kryterium	$u = \frac{n_o}{\sum n_o}$															
Uwaga: Z analizy wyłącza się z reguły narzędzia do gwintów i rozwiertarki, których szybkość skrawania jest określona względami technologicznymi, oraz te narzędzia, które z doświadczenia wiadomo, że nie będą limitować prędkości obrotowej wrzeciona.																	
4	Na podstawie ogólnej ilości narzędzi $i_N$ i stopnia zróżnicowania ich obciążenia określa się przy stosowanej w zakładzie normie obsługi wielomaszynowej $N_o$ wielkość podstawowej trwałości $T_m$ dla zespołu narzędzi wg poniższej tablicy	$T_m$ — trwałość mierzona czasem pracy maszynowej automatu															
Charakterystyka obciążenia narzędzi		<table><tr><th colspan="5">Ilość narzędzi <math>i_N</math> na automacie</th></tr><tr><th>do 5</th><th>6–8</th><th>9–16</th><th colspan="2">&gt; 16</th></tr><tr><th colspan="5">okres trwałości <math>T_m</math>, min</th></tr></table>	Ilość narzędzi $i_N$ na automacie					do 5	6–8	9–16	> 16		okres trwałości $T_m$ , min				
Ilość narzędzi $i_N$ na automacie																	
do 5	6–8	9–16	> 16														
okres trwałości $T_m$ , min																	
Wariant I: duże zróżnicowanie; narzędzia słabo obciążone stanowią ponad połowę ogólnej ilości		1	90	120	150	180											
		2	120	180	240	300											
		3–4	180	240	300	360											
		≥ 5	240	360	480	600											
Wariant II: średnie zróżnicowanie; narzędzia słabo obciążone stanowią mniejszość		1	120	150	240	300											
		2	180	240	360	480											
		3–4	240	300	480	600											
		≥ 5	360	480	720	960											

A



## 3. Oszacowane wstępnie udziały pracy narzędzi w zabiegach

nr	3	7	8
$u$	0,24	0,32	0,22

4. Dane o ilości obrotów  $n_o$  na poszczególne zabiegi zawarte w punkcie 1 pozwalają przyjąć, że będzie to wariant I stopnia zróżnicowania narzędzi (duże zróżnicowanie, duży udział narzędzi mało obciążonych). Dla takiego wariantu przy  $i_N = 9$  narzędzi (w zabiegu 2 biorą udział 2 narzędzia: nawiertak i nóż do fazowania) w warunkach normalnej normy obsługi wielomaszynowej  $N_o = 3-4$  zalecany okres trwałości wg punktu 4 tabl. A-160 będzie  $T_m = 300$  min.

5. Dla narzędzi w zabiegach 3, 7, i 8 zalecane trwałości w minutach czasu skrawania będą:

$$T_3 = 0,24 \cdot 300 = 72 \approx 75 \text{ min}$$

$$T_7 = 0,32 \cdot 300 = 96 \approx 90 \text{ min}$$

$$T_8 = 0,22 \cdot 300 = 66 \approx 60 \text{ min}$$

6. Określenie szybkości skrawania  $v_{240}$  dla mosiądzu Ms58:

Dla zabiegu 3: przy  $p = 0,2$  i  $g = 3$  z tabl. A-142  $v = 107$  m/min

Dla zabiegu 7: przy  $p = 0,03$  z tabl. A-143  $v = 140$  „

Dla zabiegu 8: przy  $p = 0,07$  z tabl. A-143  $v = 1,2 \cdot 90 = 108$  m/min

7. Określenie skorygowanej szybkości skrawania  $v_T$  przy zmienionych okresach trwałości  $T$ .

Ponieważ nie są stawiane specjalne warunki trwałości wymiarowej, współczynnik  $K_s = 1,0$ . Współczynniki poprawkowe  $K_T$  dla  $T = 75, 90$  o 60 minut wg tabl. A-160 pkt. 7 są następujące: 1,25; 1,2; 1,3.

Skorygowane szybkości  $v_T$  będą:

dla zabiegu 3:  $v_{75} = 0,85 \cdot 107 \cdot 1,25 \cdot 1,0 = 123$  m/min

dla zabiegu 7:  $v_{90} = 0,85 \cdot 140 \cdot 1,2 \cdot 1,0 = 143$  m/min

dla zabiegu 8:  $v_{60} = 0,85 \cdot 108 \cdot 1,3 \cdot 1,0 = 120$  m/min

8. Obliczenie prędkości obrotowych  $n$  przy skorygowanych szybkościach skrawania  $v_T$ :

dla zabiegu 3:  $v_{75} = 123$  m/min  $D = 16$  mm  $n = 2440$  obr/min

dla zabiegu 7:  $v_{90} = 143$  m/min  $D = 16$  mm  $n = 2850$  obr/min

dla zabiegu 8:  $v_{60} = 120$  m/min  $D = 10$  mm  $n = 3820$  obr/min

9. Wybór prędkości obrotowej wrzeciona  $n_w$ .

Przy najmniejszej prędkości  $n = 2440$  obr/min wyznaczonej przez zabieg 3 z charakterystyki automatu „Škoda” A-20 najbliższe stopnie prędkości obrotowej są: 2101 i 2773 obr/min. Ponieważ wybór wyższej prędkości  $n = 2773$  obr/min powoduje przekroczenie wartości dopuszczalnej 1,1  $n_{min} = 1,1 \cdot 2440 = 2680$  obr/min, trzeba w danym przypadku wybrać jednak niższy stopień obrotów tj.  $n_w = 2101$  obr/min.

W tym przypadku wynik zastosowania obliczeniowej metody wyboru prędkości obrotowej wrzeciona  $n_w$  sprowadził się ostatecznie do wyboru prędkości obrotowej wrzeciona  $n_w = 2101$  obr/min wyznaczonej także metodą tradycyjną. Oszacowany jako zasadniczy zabieg 3 okazał się zabiegiem limitującym przy obu metodach podejścia. Jednakże wg metody tradycyjnej wypadła dla tego zabiegu prędkość



obrotowa  $n = 2130$  obr/min, a wg obliczeniowej metody narzędzia limitującego  $n = 2440$  obr/min, czyli o ok. 15% wyższa. Jedynie wskutek dużego ilorazu stopniowania prędkości obrotowych na automacie „Škoda” A-20 wynoszącego ok.  $\varphi = 1,3$  nie można było wybrać najbliższego wyższego stopnia  $n = 2773$  obr/min, a trzeba było zdecydować się na niższy stopień  $n = 2101$  obr/min, który właśnie został przyjęty przy zastosowaniu metody tradycyjnej. Zastosowanie noża w zabiegu 3 ze stali szybko tnącej wanadowej SK10V pozwoliłoby zwiększyć szybkość skrawania o ok. 10% i wtedy prędkością obrotową wrzeciona byłoby  $n_w = 2773$  obr/min. Wydajność automatu wzrosłaby o 30%, co jest silnym argumentem za zastosowaniem stali szybko tnącej wymienionego gatunku mimo, że wymaga ona starannej obróbki cieplnej.

Podana metoda obliczeniowa wg wytycznych tabl. A-160 eliminuje subiektywizm w ocenie zabiegu podstawowego, co ma miejsce w metodzie tradycyjnej. Takie ujednolicenie podejścia pozwala na głębszą analizę możliwości racjonalizacji zabiegów limitujących i prowadzi w istocie rzeczy do zwiększenia wydajności automatów.

Po określeniu podstawowej prędkości obrotowej  $n_w$  dalsze obliczenia przebiegają jak przy metodzie tradycyjnej.

## VIII. Normowanie czasu robót wykonywanych na wielowrzecionowych automatach tokarskich

### 1. Uwagi ogólne i metodyczne

W wieloseryjnej i masowej produkcji wielowrzecionowe automaty tokarskie reprezentują obrabiarki do toczenia o najwyższym stopniu koncentracji obróbki. Wielowrzecionowość i wielonarzędziowość stanowią o wysokiej ich wydajności. W przeciwieństwie do jednowrzecionowych automatów tokarskich nie wymagają na ogół wykonywania do każdej operacji specjalnych krzywek sterujących; krzywki bębnowe i tarczowe są na ogół uniwersalne, wymagają tylko odpowiedniego ustawienia i regulacji dźwigni przełożeńowych. Silna budowa korpusu obrabiarki, prowadnic i suportów sprzyja stosowaniu wysokowydajnych parametrów obróbki.

Wielowrzecionowe automaty tokarskie przystosowane są głównie do pracy z prętą (rys. A/36). Średnice prześwitu wrzeciona wynoszą od 10 do 70 mm. Inną wersją tej odmiany są wielowrzecionowe uchwyty automatyczne (rys. A/37), gdzie roboty z pręta zastąpiono robotami na półfabrykatkach, mocowanych w uchwytach na wrzecionach. Występują automaty w wersji 4, 5, 6 i 8 wrzecion, z tym że coraz częściej produkuje się automaty 6-cio i 8-mio-wrzecionowe ze względu na ich szerszy zakres możliwości obróbkowych. Dla większości obrabianych przedmiotów wystarcza właśnie 5÷6 wrzecion. Pozwalają też na taki podział roboty na wrzecionach, by w jednym cyklu były wykonywane dwa oddzielne równoległe procesy obróbkowe (tzw. systemem 2-potokowym).

Dokładność toczenia osiąga się normalnie w klasie 11–12 ISA, a chropowatość w klasie  $\nabla 5$ – $\nabla 6$ . Staranne przygotowanie i specjalne noże styczne z rolką podtrzymującą polepszają dokładność i gładkość obróbki o 1÷2 klasy.

Roboty uchwyty mogą być wykonywane: automatycznie z zasobników dzięki urządzeniom podającym i zaciskowym, albo z ręcznym zakładaniem półfabrykatu. Procesy obróbkowe nie różnią się w tym przypadku względem robót z pręta, ale możliwości obróbkowe są mniejsze: odpada jedno wrzeciono jako