

# **E**

## **Szlifierki**

**Normowanie czasu robót na szlifierkach kłowych do wałków E-I**

**Normowanie czasu robót na szlifierkach bezkłowych do wałków E-II**

**Normowanie czasu robót na szlifierkach do otworów E-III**

**Normowanie czasu robót na szlifierkach do płaszczyzn E-IV**

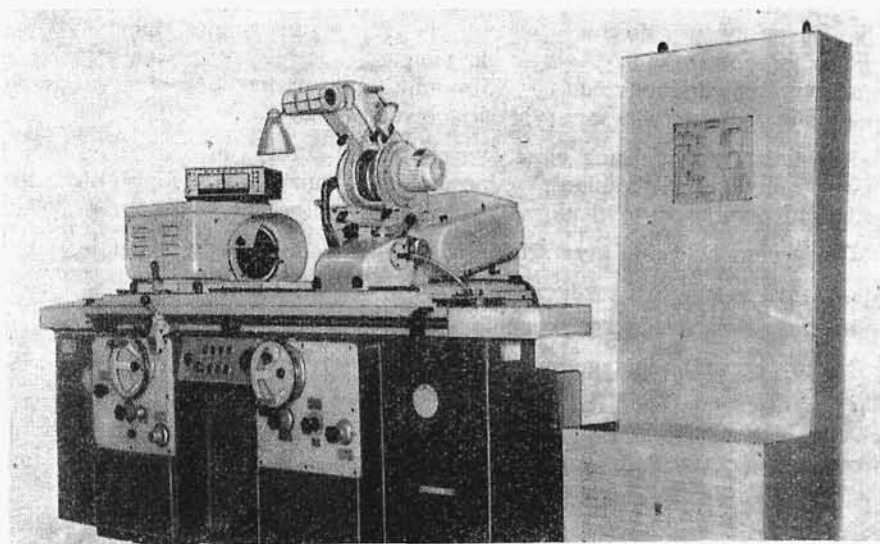


## I. Normowanie czasu robót na szlifierkach kłowych do wałków

### 1. Uwagi ogólne

Szlifierki kłowe do wałków (rys. E/1) stanowią niezbędny asortyment obrabiarkowy przy seryjnej produkcji wyrobów, charakteryzujących się 7–8 klasą dokładności ISA. Wykonanie operacji szlifierskiej o takiej dokładności należy do normalnych wymagań stawianych temu rodzajowi obrabiarek do metali. Szlifowanie wałków jest znacznie ekonomiczniejsze niż ich toczenie z taką dokładnością. Szlifierki są niezastąpione przy obróbce wałków w 5–6 klasie dokładności ISA i osiągają wysokie klasy chropowatości, nawet  $\nabla 11 - \nabla 12$ .

**E**



Rys. E/1. Szlifierka uniwersalna typ SWA-25 produkowana przez Z.M. im. J. Strzelczyka „Jotes” w Łodzi do szlifowania zewnętrznego w kłach (z możliwością szlifowania otworów w uchwycie)

Wykonuje się na nich zasadniczo dwa rodzaje zabiegów:

- a) szlifowanie wzdłużne
- b) szlifowanie wgłębne.

Sposób obliczania czasów głównych dla tych zabiegów podano w tabl. E-1.

Jeśli chodzi o szlifowanie wzdłużne (tabl. E-1 poz. 1), to trzeba koniecznie zwrócić uwagę na to, czy dana szlifierka jest dostosowana do automatycznych dosuwów wgłębnych przy każdym skrajnym położeniu stołu, czy też ten dosuw następuje tylko w położeniu początkowym, czyli raz na jeden podwójny skok. Stosownie do rodzaju tego dosuwu dobiera się odpowiednio warunki dla szlifowania i właściwe wzory obliczeniowe czasów głównych. Natomiast szlifowanie zgrubne i szlifowanie wykańczające wykonuje się zazwyczaj przy dwóch oddzielnych mocowaniach.

Przy szlifowaniu powierzchni cylindrycznych o długości nie przekraczającej  $2/3$  szerokości ściernicy stosuje się znacznie wydajniejsze szlifowanie wgłębne (tabl. E-1 poz. 2). Wtedy jednak szlifowanie wykańczające następuje zaraz po zgrubnym. Zmiana posuwu wgłębnego i prędkości obrotowej odbywa się w czasie przebiegu samego procesu szlifowania. Może to zachodzić przez ręczne sterowanie lub też automatycznie.

Obliczanie ilości przejść roboczych potrzebnych do zdjęcia naddatku materiałowego tylko na podstawie wielkości posuwów czy dosuwów wgłębnych nie jest dla procesu szlifowania zgodne z rzeczywistością. Podatność sprężysta układu *przedmiot-ściernica* powoduje potrzebę dodatkowych przejść wyiskrzających wykonywanych bez wgłębiania ściernicy w materiał. Większa dokładność czy gładkość wymaga większej ilości takich przejść wyiskrzających. Te przejścia uwzględnia się w obliczaniu czasów przy pomocy współczynnika wyiskrzeń  $k$ .

W doborze szybkości obwodowej przedmiotu należy kierować się nie tylko wielkością posuwów i dosuwów wgłębnych, ale i wymaganiami gładkości. Wysookie klasy chropowatości uzyskuje się jedynie przy znacznie zaniżonych szybkościach obwodowych przedmiotu rzędu  $10\div 15$  m/min, mimo że małe dosuwy  $p_g$  i posuwy  $p$  dopuszczają znacznie większe szybkości obwodowe.

Również w przypadkach niesztynnych przedmiotów i niebezpieczeństwa powstawania drgań na obrabiarce wskazane jest obniżanie szybkości obwodowej przedmiotu poniżej wartości normatywnych.

Czasy pomocnicze  $t_p$  przy szlifierkach kłowych do wałków składają się z:

- a) czasu mocowania i zdjęcia przedmiotu — tabl. E-8,
- b) czasu związanego z wykonaniem zabiegu — tabl. E-9.

Normy czasu na przygotowanie obrabiarki do pracy podano w tabl. E-7.

Czasy uzupełniające  $t_u$  dla robót szlifierskich są nieco większe niż przy normalnych obrabiarkach do skrawania metali. Jest to spowodowane potrzebą stosunkowo częstego i czasochłonnego wyrównania ściernicy. Dlatego oblicza się czas  $t_u$  jako  $12\div 15\%$  czasu wykonania  $t_w$ .





Tablica E-4. Szybkości obwodowe przedmiotu  $v_p$  (m/min) przy szlifowaniu zewnętrznym na okrągło w kłach metodą posuwu wzdłużnego (trwałość ściernicy  $T = 30$  do 40 minut)

Szlifowanie zgrubne						
Dosuw względny $p_d$ mm/sk. podw.	Średnica szlifowania $D$ , mm					
	$\leq 20$	$\leq 40$	$\leq 60$	$\leq 100$	$\leq 180$	$> 180$
0,015	14-17	11-17	13-19	15-21	18-25	26-28
0,02	10,5-13	8,5-13	10-14	11,5-16	14-19	15-21
0,03	7-8,5	5,5-8,5	6,5-9	7,5-10,5	9-13	11-14,5
0,04		4-6	5-7	6-9	7-10	8-10,5
0,05		3,5-5	4-5,5	4,5-6,5	5,5-8	6-8,5
Współczynniki poprawkowe materiałowe $K_M$						
Materiał	stal niehartowana		stal hartowana		żeliwo	
$K_M$	1,0		0,9		1,3	
Uwagi: 1) Wyższe szybkości odpowiadają mniejszym posuom wzdłużnym $p:b_s = \text{ok. } 0,5$ , a niższe — dużym posuom wzdłużnym, $p:b_s = 0,7-0,75$ .						
2) W przypadku braku sztywności układu „obrabiarka-przedmiot” szybkości zmniejsza się o 25-40%.						
Szlifowanie wykańczające						
Szlifowany materiał	Średnica szlifowania $D$ , mm					
	$\leq 60$	$\leq 120$		$> 120$		
stal	9-15	12-20		15-25		
żeliwo	12-20	15-25		18-30		
Uwagi: 1) Wyższe szybkości odpowiadają większym średnicom i dużym sztywnościom układu „obrabiarka-przedmiot”.						
2) Niższe szybkości dają wysoka gładkość (wysoka klasę chropowatości).						

Tablica E-5. Warunki szlifowania węgelnego zgrubnego na szlifierkach kłowych do wałków (trwałość ściernicy  $T = \text{ok. } 30$  minut)

Posuwy węgłbne ściernicy				
Szlifowany materiał	Średnica szlifowania $D$ , mm			
	$\leq 30$	$\leq 60$	$\leq 100$	
	Posuw węgłbny $p_w$ , mm/obr			
Wszystkie materiały	0,0025–0,005	0,005–0,01	0,005–0,02	
Szybkości obwodowe przedmiotu				
Posuw węgłbny $p_v$ mm/obr	Średnica szlifowania $D$ , mm			
	$\leq 20$	$\leq 40$	$\leq 60$	$> 60$
	Szybkość $v_p$ , m/min			
0,0025	40	48	55	60
0,005	25	30	34	40
0,0075	20	22	25	30
0,01	16	18	21	24
0,015	12	13,5	15,5	18
0,02	9,5	11	12,5	15
Współczynniki poprawkowe materiałowe $K_M$				
Materiał	Stal niehartowana		Stal hartowana	Żeliwo
$K_M$	1,0		0,9	1,3
Uwaga. Podane szybkości dotyczą sztywnego układu „obrabiarka–przedmiot”, przy nieszywnym układzie szybkości zmniejsza się o 25–40%, nie przekraczając praktycznie wartości $v_p = 20$ m/min.				

Tablica E-6. Warunki szlifowania węgelnego wykańczającego na szlifierkach kłowych do wałków

Posuw wglębny $p_w$ mm/obr	Średnica szlifowania $D$ , mm				
	$\leq 10$	$\leq 29$	$\leq 40$	$\leq 60$	$> 60$
	Szybkość obwodowa $v_p$ , m/min				
0,001	20	25	—	—	—
0,002	15	20	25	30	40
0,003	12	17	20	25	32
0,005	—	14	15	20	25

Uwaga. Podane szybkości dotyczą sztywnego układu „obrabiarka–przedmiot”, przy niesztynnych przedmiotach szybkości zmniejsza się o 25–40%, nie przekraczając praktycznie wartości 15 m/min.

Tablica E-7. Czasy przygotowawczo-zakończeniowe dla robót na szlifierkach kłowych do wałków

Lp.	Czynności przygotowania	Wielkość szlifierki max średnica szlifowania	
		400	600
		Czas, min	
1	Czynności organizacyjne związane z pobraniem i zdaniem roboty	10	12
Uzbrojenie obrabiarki do pracy w:			
2	w kłach	7	8
3	w uchwycie	10	12
Dodatek czasu na:			
4	założenie podtrzymki	3	4
5	ustawienie jednego zespołu obrabiarki pod kątem ze średnią dokładnością	2	2
6	zmianę ściernicy z jej wyrównaniem	10	12
7	ustawienie przyrządu do automatycznego pomiaru średnicy szlifowania	10	10
8	dokładne ustawienie stołu do szlifowania stożka na sprawn-dzian	15	
9	ustawienie obrabiarki do szlifowania tej samej części w drugim mocowaniu	5	6
10	kontrolę 1-szej sztuki	3	

Tablica E-8. Czasy pomocnicze związane z mocowaniem i zdjęciem przedmiotu na szlifierkach kłowych do wałków

Lp.	Sposób mocowania (ręcznie)		Masa przedmiotu w kg do:			
			3	8	16	30
			Czas, min			
1	W kłach		0,45	0,65	0,80	1,00
2	W kłach z podtrzymką		0,50	0,90	1,20	1,60
3	W uchwycie	z ustawianiem	0,75	1,10	1,40	—
4	samocentrującym	bez ustawiania	0,25	0,30	0,40	—
5	Na trzpieniu	zwykłym	0,90	1,10	1,80	2,10
6	o zacisku	szybkim	0,65	0,75	1,05	1,35
Z pomocą dźwigu			Masa przedmiotu w kg do:			
			50	120	300	
			Czas, min			
7	W kłach		1,60	2,50		3,50
8	W kłach z podtrzymką		3,00	4,50		6,50



Tablica E-9. Czasy czynności pomocniczych związanych z zabiegiem

Lp.	Rodzaj zabiegu i czynności dodatkowych		Czas, min
1	Szlifowanie zgrubne wzdłużne	dosuw ręczny	0,20
2		dosuw automatyczny	0,05
3	Dodatek czasu na szlifowanie w 9 klasie ISA z 1 próbnym pomiarem	sprawdżaniem	0,30
4		mikromierzem	0,45
5	Dodatek czasu na szlifowanie w 7-8 klasie ISA z 2 próbnymi pomiarami	sprawdżaniem	0,60
6		mikromierzem	0,90
7	Dodatek czasu na każdy dodatkowy pomiar na długości	sprawdżaniem	0,15
8		mikromierzem	0,25
9	Szlifowanie zgrubne wgłębne	z dosuwem ręcznym	0,15
10		z dosuwem ręcznym tuż przy odsadzeniu	0,30
11	Przesunięcie stołu lub suportu na odległość:	do 100 mm	0,10
12		do 500 mm	0,20
13		do 1000 mm	0,30
14	Wyrównanie ściernicy do dokładnej obróbki <sup>1)</sup>		1,0-1,5
15	Zmiana prędkości obrotowej lub posuwu		0,06
16	Zmiana położenia zderzaków długości skoku stołu		0,10

Uwaga. 1) Normalnie czas na wyrównywanie ściernicy jest uwzględniony w zwiększonym procencie czasu uzupełniającego  $t_u$  i wobec tego można tej czynności nie wykazywać w zestawieniu czasów pomocniczych.

### 3. Przykład obliczeniowy

Przedmiot podany na rys. E/2 ma być szlifowany na  $\varnothing 60$  g 6 na szlifierce kłowej ISMH produkcji polskiej<sup>1)</sup> o następującej charakterystyce:

- a) największa średnica szlifowania – 110 mm,
- b) rozstaw kłó – 600 mm,
- c) wymiary ściernicy:  $250 \times 30 \times 85$  mm,
- d) 12 prędkości obrotowych wrzeciona przedmiotowego  $n_p$ :  
63 – 78 – 93 – 115 – 140 – 170 – 209 – 256 – 309 – 380 – 465 – 560 obr/min,
- e) 8 prędkości ruchu wzdłużnego stołu  $v_s$ :  
0,29 – 0,42 – 0,58 – 0,84 – 1,17 – 1,68 – 2,35 – 3,35 m/min,
- f) 5 samoczynnych wielkości dosuwów wgłębnych ściernicy  $p_g$ :  
0,0025 – 0,005 – 0,0075 – 0,01 – 0,0125 mm/skok podwójny.

Dokładność szlifowania ma być kontrolowana sprawdzianem szczękowym. Obróbka odbędzie się w dwóch mocowaniach na trzpieniu. Masa przedmiotu ok. 0,4 kg.

**Czasy główne**  $t_g$  wg wytycznych tabl. E-1 można określić następująco:

- a) Naddatek  $a$ : dla średnicy  $D = 60$  o długości  $l = 50 < 100$  wypada  $a =$

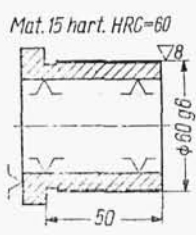
<sup>1)</sup> typ obecnie nie produkowany; nowoczesny odpowiednik szlifierka SWA-10; jako alternatywę przykładu obliczono dalej czas operacji dla szlifierki SWB-25.

$= 0,35 \div 0,40$ , a uwzględniając dodatkowy zapas na obróbkę cieplną  $0,05$  mm można przyjąć, że  $a = 0,40$  mm.

b) Podział naddatku  $a$ : na szlifowanie zgrubne  $a_z = 0,75 \cdot 0,40 = 0,30$  mm, na szlifowanie wykańczające  $a_w = 0,10$  mm.

c) Długość skoku

$$L_s = 50 - \frac{1}{3} \cdot 30 = 40 \text{ mm}$$

Nazwa części: <i>Tuleja</i>		Nr rys.		Nr części <i>SPI-30. 1</i>		Nr oper. <i>5</i>																			
Nazwa operacji: <i>Szlifowanie zewnętrzne</i>				Stanowisko <i>Szlif. walk. 1SMH</i>																					
Treść operacji				Pomoce <i>Ściernica <math>\varnothing 250 \times 30 \times 85</math> 46 M</i>																					
1 <i>Szlifować zgrubnie na <math>\varnothing 60,1</math></i>				<i>m/min</i> <table><tr><td>2</td><td></td><td>0,42</td><td>12,5</td><td>63</td><td>16</td></tr><tr><td>1</td><td></td><td>0,84</td><td>12,5</td><td>63</td><td>9</td></tr><tr><td>Zabieg</td><td><i>g</i></td><td><i>p<sub>m</sub></i></td><td><i>v<sub>p</sub></i></td><td><i>n<sub>p</sub></i></td><td><i>i</i></td></tr></table>				2		0,42	12,5	63	16	1		0,84	12,5	63	9	Zabieg	<i>g</i>	<i>p<sub>m</sub></i>	<i>v<sub>p</sub></i>	<i>n<sub>p</sub></i>	<i>i</i>
2		0,42	12,5					63	16																
1		0,84	12,5					63	9																
Zabieg	<i>g</i>	<i>p<sub>m</sub></i>	<i>v<sub>p</sub></i>	<i>n<sub>p</sub></i>	<i>i</i>																				
2 <i>Szlifować wykańczająco na <math>\varnothing 60g6</math></i>																									
Uwaga. <i>Szlifować w dwóch mocowaniach</i>																									
																									
Zmiany		Opracował:		Sprawdził:		Zatwierdził:		Ark. 1/1																	
Karta instrukcyjna obróbki																									

Rys. E/2. Karta instrukcyjna obróbki dla operacji szlifowania zewnętrznego na trzpieniu w kłach (do przykładu obliczeniowego)

d) Dosuw wgłębny  $p_g$  (wg tabl. E-2): przy  $D < 60$  i stali hartowanej dosuw  $p_g = 0,02 \div 0,03$  dla przejść zgrubnych, a dla przejść wykańczających  $p_g = 0,005 \div 0,01$ , przyjęto odpowiednio do charakterystyki szlifierki dosuwy  $p_g = 0,02$  mm/sk. podw. i  $p_g = 0,005$  mm/sk. podw.

e) Posuwy wzdłużne  $p$  (wg tabl. E-3): przy ściernicy o szerokości  $b_s = 32$  mm wypada dla przejść zgrubnych  $p = 12 \div 18$  mm/obr, a dla wykańczających  $p = 6 \div 10$  mm/obr. przyjęto wstępnie  $p = 15$  mm/obr, i  $p = 8$  mm/obr; należy prze-liczyć te posuwy na szybkość ruchu stołu i uzgodnić z charakterystyką szlifierki.

f) Szybkość obwodową przedmiotu  $v_p$  (wg tabl. E-4): dla szlifowania zgrubnego przy  $D \leq 60$  i  $p_g = 0,02$  wynosi  $v_p = 10 \div 14$  m/min, ale wobec przyjęcia  $p = 15$  mm  $= 0,5b_s$ , można uwzględniając ponadto współczynnik materiałowy  $K_M =$

= 0,9 wyliczyć  $v_p = 14 \cdot 0,9 = 12,6$  m/min, natomiast dla szlifowania wykańczającego  $v_p = 9 \div 15$  m/min; przyjęto  $v = 12,6$  m/min jak dla szlifowania zgrubnego.

g) Prędkość obrotowa  $n_p = 318 \frac{12,6}{60} = 67$ , przyjęto  $n_p = 63$  obr/min.

h) Szybkość ruchu stołu dla szlifowania zgrubnego będzie równa  $v_s = \frac{63 \cdot 15}{1000} = 0,95$ , przyjęto  $v_s = 0,84$  m/min; dla szlifowania wykańczającego  $v_s = \frac{63 \cdot 8}{1000} = 0,504$  – przyjęto z charakterystyki szlifierki  $v_s = 0,42$  m/min.

i) Ilość przejść  $i$ : przyjmując dla przejść zgrubnych współczynnik wyiskrzeń  $k = 1,2$ , a dla wykańczających  $k = 1,6$  otrzymamy odpowiednio

$$i_z = \frac{0,30}{2 \cdot 0,02} \cdot 1,2 = 9 \text{ przejść oraz } i_w = \frac{0,10}{2 \cdot 0,005} \cdot 1,6 = 16 \text{ przejść}$$

k) Czasy główne  $t_g$ :

$$\text{dla szlifowania zgrubnego } t_g = \frac{2 \cdot 40}{1000 \cdot 0,84} \cdot 9 = 0,85 \text{ min}$$

$$\text{dla szlifowania wykańczającego } t_g = \frac{2 \cdot 40}{1000 \cdot 0,42} \cdot 16 = 3,05 \text{ min}$$

**Czasy pomocnicze**  $t_p$  wg tabl. E-8 i E-9 wyniosą:

a) 2 razy mocowanie przedmiotu o masie mniejszej niż 3 kg na trzpieniu ze zwykłym zaciskiem – tabl. E-8 poz. 5 – 1,80 min

b) na szlifowanie zgrubne ze sterowaniem ręcznym – tabl. E-9 poz. 1 – 0,20 „

c) na szlifowanie wykańczające w 6 klasie ISA wg tabl. E-9 poz. 1

– 0,20 min

wg tabl. E-9 poz. 5 – 0,60 „

dodatek na jeszcze jeden pomiar

próbny dla 6 klasy ISA – 0,30 „

1,10 min

– 1,10 „

razem  $t_p = 3,10$  min

Czas przygotowania  $t_{pz}$  wg danych normatywnych tabl. E-7 można określić następująco:

a) czynności organizacyjne – poz. 1 – 10 min

b) uzbrojenie szlifierki – poz. 2 – 7 „

c) kontrola pierwszej sztuki – poz. 10 – 3 „

razem  $t_{pz} = 20$  min

Wobec tego, że czas wykonania  $t_w = (0,85 + 3,05) + 3,10 = 7,00$  min, więc przy 12-procentowym czasie uzupełniającym  $t_u$  normą czasu jednostkowego  $t_j$  będzie czas

$$t_j = 1,12 \cdot 7,00 = 7,85 \text{ min}$$

Jako alternatywa jest szlifowanie tej tulei na szlifierce produkcyjnej SWB-25 współczesnej polskiej produkcji o następującej charakterystyce:

a) zakres średnic szlifowania –  $3 \div 250$  mm,

b) rozstaw kłów 800 mm,

c) ściernica  $\varnothing 500 \times 63 \times 203$ ,

d) bezstopniowa regulacja prędkości obrotowych wrzeciona przedmiotowego  $n_p = 45 \div 500$  obr/min,

e) bezstopniowa regulacja szybkości stołu  $v_s = 0,2 \div 7$  m/min (najmniejszy przesuw stołu 6 mm)

f) samoczynny dosuw wgłębny ściernicy regulowany bezstopniowo  $p_g = 0,0025 \div 0,025$  mm/skok pojedynczy lub podwójny

g) bezstopniowa regulacja przystanków stołu przy nawrotach od 0 do 15 s ( $0 \div 0,25$  min).

W tej alternatywie przy ściernicy szerokości  $b_s = 63$  mm zmieni się długość skoku:  $L_s = 50 - \frac{1}{3} \cdot 63 = 30$  mm, posuw wzdłużny będzie dla przejść zgrubnych  $p = 30$  mm/obr, a dla wykańczających  $p = 15$  mm/obr. Nie zmieniając prędkości obrotowej przedmiotu  $n = 63$  obr/min szybkości stołu będą: dla przejść zgrubnych  $v_s = \frac{63 \cdot 30}{1000} = 1,9$  m/min, a dla przejść wykańczających  $v_s = \frac{63 \cdot 15}{1000} = 0,95$  m/min.

Z uwagi na to, że szerokość ściernicy  $b_s = 63$  mm jest większa od długości szlifowanej powierzchni, zamiast przejść wyiskrzających wykorzysta się szlifowania jałowe przy nawrotach stołu, stosując przystanki  $t_{yt} = 0,03$  min (2 obroty przedmiotu) przy obu nawrotach. W takim razie ilość przejść bez wyiskrzeń będzie przy zachowaniu innych danych następująca:

$$\text{zgrubnych } i_z = \frac{0,30}{2 \cdot 0,02} = 8 \quad \text{wykańczających } i_w = \frac{0,10}{2 \cdot 0,005} = 10 \text{ przejść}$$

Dla obu zabiegów szlifowania czasy główne wyniosą:

$$\text{dla zgrubnego } t_g = \frac{2 \cdot 30}{1000 \cdot 1,9} \cdot 8 + 2 \cdot 0,03 = 0,31 \text{ min}$$

$$\text{dla wykańczającego } t_g = \frac{2 \cdot 30}{1000 \cdot 0,95} \cdot 10 + 2 \cdot 0,03 = 0,69 \text{ min}$$

Czasy pomocnicze  $t_p$ :

a)  $2 \times$  mocowanie na trzpieniu — tabl. E-8 poz. 6 — 1,30 min

b) związane z zabiegiem zgrubnym — tabl. E-9 poz. 2 — 0,05 min

c, związane z zabiegiem wykańczającym — tabl.

E — 9 poz. 1 — 0,20 min

E — 9 poz. 5 — 0,60 min

E — 9 poz. 3 na dodatkowy pomiar — 0,30 — 1,10 min

razem  $t_p = 2,45$  min

Czas przygotowawczo-zakończeniowy  $t_{pz}$  bez zmiany, a więc  $t_{pz} = 20$  min.

Czas wykonania  $t_w = (0,31 + 0,69) + 2,45 = 3,45$  min. Przyznając czas uzupełniający jako dodatek 12%, normą czasu jednostkowego  $t_j$  będzie

$$t_j = 1,12 \cdot 3,45 = 3,85 \text{ min}$$

## II. Normowanie czasu robót na szlifierkach bezkłowych do wałków

### 1. Uwagi ogólne

Szlifierki bezkłowe do wałków (rys. E/3) należą do najbardziej wydajnych szlifierek do metali. Bez specjalnego przygotowania technicznego można uzyskiwać przelotowość nawet 1000 metrów bieżącego szlifowania w czasie 1 godziny.

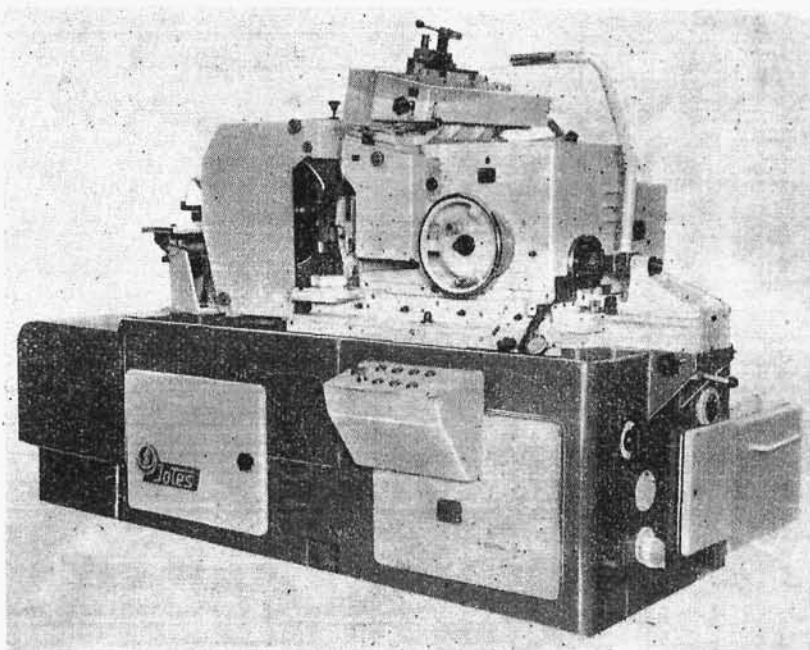
Stosuje się trzy rodzaje operacji szlifierskich:

- a) szlifowanie wzdłużne przelotowe (najczęściej),
- b) szlifowanie wzdłużne do oporu,
- c) szlifowanie wgłębne do oporu.

Sposób obliczania czasów głównych dla tych operacji podano w tabl. E-10. Istotną sprawą wydajności szlifowania wzdłużnego jest dobór ilości przejść  $i$  oraz ustawienie samej tarczy prowadzącej: kąta skreśu  $\alpha$  oraz prędkości obrotowej  $n_t$ .

Krótkie przedmioty z odsadzeniami szlifuje się metodą wgłębną. Przy zastosowaniu tej metody dużo czasu zajmuje okresowe wyrównanie ściernicy, co uwytatnia się w wysokim procencie czasu uzupełniającego  $t_u$ .

Czynności pomocnicze związane z wykonaniem zabiegu są nadzwyczaj proste i niewiele zajmują czasu (patrz tabl. E-17). Czas potrzebny na przygotowanie maszyny określa się wg tabl. E-16. Przy szlifowaniu przelotowym szlifuje się poszczególne przejścia całymi partiami (całą serią) i po każdej takiej partii przedmiotów konieczny jest czas na nowe ustawienie wymiaru szlifowania.



**E**

Rys. E/3. Szlifierka bezkłowa obwodowa do wałków typu SBB-75 produkowana przez Z.M. im. J. Strzelczyka „Jotes” w Łodzi

Wyrównywanie ściernicy na szlifierkach bezkłowych należy do szczególnie pracochłonnych czynności obsługowych i dlatego wskaźniki czasów uzupełniających kształtują się następująco:

- |  |          |
|--|----------|
| a) przy metodzie wzdłużnej dla szlifowania zgrubnego | – 10–12% |
| dla szlifowania wykańczającego                       | – 15–17% |
| b) przy metodzie wgłębnej dla szlifowania zgrubnego  | – 15–17% |
| dla szlifowania wykańczającego                       | – 20–25% |

## 2. Tablice wytycznych i normatywów dla normowania czasu robót wykonywanych na szlifierkach bezkłowych do wałków

Tablica E-10. Wytyczne do obliczania czasów głównych na szlifierkach bezkłowych do wałków

Lp.

Szkice

Wytyczne robocze

Prędkość obrotowa  
tarczy prowadzącej

$$n_t = 318 \frac{v_p}{D_t}$$

1

$l$  - długość przedmiotu  
 $\alpha$  - kąt skreślenia tarczy prowadzącej

Posuw minutowy  $p_m$  mm/min

$$p_m = \pi D_t n_t \sin \alpha = 1000 v_p \sin \alpha$$

Kąt $\alpha$	1,5°	2,0°	2,5°	3,0°	3,5°
$\sin \alpha$	0,026	0,035	0,044	0,052	0,061

**Szlifowanie przelotowe**

Naddatek  $a$  pod szlifowanie

Średnica $D$ mm	Długość $l$ , mm		
	$\leq 100$	$\leq 500$	$\leq 1000$
	Naddatek na średnicy $a$ , mm		
$\leq 3$	0,12-0,15	0,12-0,15	0,15-0,20
$\leq 10$	0,13-0,18	0,17-0,22	0,20-0,25
$\leq 30$	0,20-0,30	0,23-0,33	0,30-0,40
$\leq 120$	0,30-0,40	0,33-0,45	0,40-0,55

dla przedmiotów hartowanych naddatek większy o 25-50% zależnie od długości  $l$

**Czasy główne**

a) szlifowanie w sposób ciągły

$$t_g = \frac{l}{p_m} i$$

b) szlifowanie ciągle partiami po  $i_{cz}$  sztuk

$$t_g = \frac{l i_{cz} + b_s}{p_m i_{cz}} i$$

**Ilość przejść  $i$**

dla szlifowania zgrubnego  $i_z = \frac{a_z}{2 p_g} + 1$

dla szlifowania wykańczającego  $i_w$  - tabl. E-13

naddatek  $a_z = a - (0,03 \div 0,05)$

**Dosuw wgłębny  $p_g$ , mm/przejście**

dla szlifowania zgrubnego - tabl. E-11

Szybkość obwodowa  $v_p$  m/min i kąt  $\alpha^\circ$

zgrubnie - tabl. E-12 | wykańcz. - tabl. E-13

**Szlifowanie wgłębne (wcinowe)**

$$\text{Czas główny } t_g = \frac{0,5 a}{p_w n_p} k = \frac{0,5 a}{p_w n_t} \frac{D}{D_t} k$$

Posuw wgłębny  $p_w$ , mm/obr

tablica E-14

Szybkość obwodowa  $v_p$ , m/min

tablica E-15

Współczynnik wyiskrzeń  $k = 1,2$

2

Tablica E-11. Dosuw wgłębny  $p_g$  (mm/przejście) i kąt skreślenia tarczy prowadzącej  $\alpha$  przy zgrubnym szlifowaniu bezkłowym metodą przelotową

Parametry szlifowania	Średnica szlifowania $D$ , mm				
	$\leq 5$	$\leq 10$	$\leq 20$	$\leq 45$	$> 45$
Dosuw wgłębny $p_g$ mm/przejście	0,02-0,025	0,025-0,03	0,03-0,05	0,05-0,10	0,10-0,15
Kąt skreślenia tarczy $D < l$ prowadzącej $\alpha^\circ$ $D > l$	3-3,5°	2,5-3,5°	2,5-3,5°	2,5-3,5°	2-3°
	-	-	2-2,5°	2-2,5°	1,5-2°

Tablica E-12. Szybkości obwodowe przedmiotu  $v_p$  (m/min) przy zgrubnym szlifowaniu bezkłowym metodą przelotową ściernicą elektorundową średniomiekką „L” o ziarnistości 46–60 (trwałość  $T = \text{ok. } 30 \text{ min}$ )

Kąt skreślenia tarczy prowadzącej $\alpha$	Głębokość szlifowania $p_g$ , mm/przejście	Średnica szlifowania					
		10	20	40	60	80	100
$3 \frac{1}{2}^\circ$	0,05	54	33	20,5	15	—	—
	0,075	36	21,5	13,5	10	—	—
$2 \frac{1}{2}^\circ$	0,05		47	29	21	17	15
	0,075		31	19	14	11,5	10
	0,10			14	10,5	8,5	7,5
$2^\circ$	0,05		58	36	26	22	19
	0,075		39	24	17,5	14,5	12,5
	0,10			18,5	13	11	9,5
$1,5^\circ$	0,075			32	23,5	19,5	16,5
	0,10			24	17,5	14,5	12,5
	0,125				14	11,5	10
Współczynniki poprawkowe materiałowe $K_M$							
Rodzaj ściernicy		stal niehartowana	stal hartowana	żeliwo			
ściernica średniomiekka „L”		1,0	0,85	1,3			
ściernica średniotwarda „M”		0,9	0,75	—			

Tablica E-13. Warunki szlifowania przy wykańczającym szlifowaniu bezkłowym metodą przelotową ściernicą elektorundową średniomiekką o ziarnistości 46–50

Parametry szlifowania	Średnica szlifowania $D$ , mm			
	$\leq 10$	$\leq 20$	$\leq 50$	$\leq 75$
Szybkość obwodowa przedmiotu $v_p$ , m/min	58	65	50	35
Ilość przejść $i_w$ przy dokładności	9 klasa ISA 7-8 klasa ISA 6 klasa ISA		2 3 4	
Dosuw wgłębny na 1 przejście $p_g$ , mm/przejście	0,0025- -0,005	0,005-0,01		
Kąt skreślenia tarczy prowadzącej $\alpha^\circ$	2°			
Uwaga. W warunkach wysokich wymagań gładkościowych szybkość zmniejszać do ok. $v_p = 20-25$ m/min.				

Tablica E-14. Posuwy wgłębne  $p_w$  (mm/obr) przy bezkłowym szlifowaniu wgłębnym na okrągło

Rodzaj szlifowania	Średnica szlifowania $D$ , mm				
	$\leq 10$	$\leq 20$	$\leq 30$	$\leq 40$	$> 40$
Zgrubnie	0,002 – 0,003	0,002 – 0,0035	0,0025 – 0,0045	0,003 – 0,005	0,0035 – 0,006
Wykańczająco	0,0015 – 0,0025	0,0015 – 0,003	0,002 – 0,0035	0,0025 – 0,004	0,0025 – 0,005



Tablica E-15. Szybkości obwodowe przedmiotu  $v_p$  (m/min) przy bezkłowym szlifowaniu wglębnym na okrągło (trwałość ściernicy  $T = 30-40$  min)

Posuw wglębny $p_w$ , mm/obr	Średnica szlifowania $D$ , mm				
	$\leq 15$	$\leq 30$	$\leq 50$	$\leq 70$	$\leq 100$
Szlifowanie zgrubne					
0,002	13,5	17	20	22	24
0,003	10,5	13	15	16,5	18,5
0,004	8,5	11	12,5	14	15,5
0,006	6,5	8,5	9,5	10,5	12
0,008	5,5	7	8	9	10
0,01	5	6	7	7,5	8,5
Współczynniki poprawkowe materiałowe $K_M$					
Materiał	Stal niehartowana		Stal hartowana		Żeliwo
$K_M$	1,0		0,9		1,3
Szlifowanie wykańczające					
0,0015	15	18	14,5	21	23
0,0025	10,5	13	15	16	17
0,0035	8,5	10,5	11,5	12	13,5

Tablica E-16. Czynności przygotowawczo-zakończeniowe dla robót na szlifierkach bezkłowych

Lp.	Czynności		Czas min
1	Czynności organizacyjne związane z przyjęciem i zdaniem roboty		10
2	Uzbrojenie obrabiarki do szlifowania	przelotowego	20
3		wglębnego z podłużnym oporem	25
4		wglębnego bez wzdłużnego oporu	20
5	Wykonanie próbnego szlifowania ustawczego		4-5
Dodatek czasu na:			
6	zmianę ściernicy lub tarczy prowadzącej		7
7	zmianę ustawienia maszyny na każde dodatkowe przejście		7
8	wyrównanie ściernicy przed przejściem ze szlifowa- nia zgrubnego na wykańczające	$b_s = 100 \text{ mm}$	5
9		$b_s = 200 \text{ mm}$	10
10	kontrolę 1-szej sztuki		3

Tablica E-17. Czasy czynności pomocniczych związanych z wykonaniem zabiegu na szlifierkach bezkłowych

Lp.	Rodzaj szlifowania	Masa przedmiotu w kg do:			
		0,25	1	3	10
		Czas, min			
1	Szlifowanie wgłębne lub wzdłużne do oporu z okresowym sprawdzaniem	0,09	0,12	0,14	0,16
2	Szlifowanie wzdłużne przelotowe	4% czasu $t_g$			



### 3. Przykład obliczeniowy

Hartowany czop tłokowy  $\varnothing 32 \times 100$  ma być szlifowany bezkłowo na wymiar  $\varnothing 32$  h6. Do tej operacji przeznaczona jest szlifierka bezkłowa SASI 200 „Mikrosa” produkcji NRD o następującej charakterystyce:

- a) zakres szlifowania średnic  $10 \div 200$  mm,
- b) średnica tarczy prowadzącej  $D_t = 350$  mm,
- c) 10 wielkości prędkości obrotowych tarczy prowadzącej  $n_t$  ustawianych kołami zmianowymi: 10–13–16–20–26–33–42–53–68–85 obr/min,
- d) ściernica o gabarycie  $\varnothing 600 \times 300$  mm.

Nadadek na szlifowanie wg danych tabl. E-10 przy  $D \leq 120$  i  $l \leq 100$  będzie  $a = 0,30 \div 0,40$  mm, a uwzględniając obróbkę cieplną przedmiotu przez powiększenie nadatku o 25% można ostatecznie przyjąć  $a = 0,30 + 0,25 \cdot 0,30 = \text{ok. } 0,40$  mm. Podział tego nadatku na przejścia zgrubne i wykańczające będzie:  $a_z = 0,40 - 0,05 = 0,35$  mm,  $a_w = 0,05$  mm.

Obliczanie czasów głównych szlifowania wykonywanego w sposób ciągły dla przejść zgrubnych i wykańczających posługując się wytycznymi tabl. E-10 da następujące wyniki:

- a) Warunki szlifowania zgrubnego (wg tabl. E-11): dla  $D \leq 45$  dosuw  $p_g = 0,05 \div 0,10$  mm/przejście, przyjęto  $p_g = 0,075$  mm/przejście oraz kąt skreśu tarczy prowadzącej przy  $D < l$  jako  $\alpha = 3^\circ$ .

- b) Ilość przejść  $i$ : zgrubnych  $i_z = \frac{0,35}{2 \cdot 0,075} + 1 = 2,3 + 1 = \text{ok. } 3$  przejścia, a wykańczających dla 6 klasy ISA wg tabl. E-13  $i_w = 4$  przejścia.

- c) Szybkość obwodowa  $v_p$  (wg tabl. E-12): dla  $D = 20 \div 40$  i  $p_g = 0,075$  wypada przy  $\alpha = 2,5^\circ$  szybkość  $v_p = 31 \div 19$  m/min, a przy  $\alpha = 3,5^\circ$   $v_p = 33 \div 20,5$  m/min, średnio dla  $D = 32$  mm i  $\alpha = 3^\circ$  można przyjąć  $v_p = 26$  m/min; przy użyciu ściernicy typu 46L i uwzględnieniu współczynnika materiałowego  $K_M = 0,85$  dla stali hartowanej otrzymamy ostatecznie  $v_p = 26 \cdot 0,85 = 22$  m/min.

- d) Warunki szlifowania wykańczającego (wg tabl. E-13): dla  $D \leq 50$  będzie  $v_p = 50$  m/min oraz kąt skreśu  $\alpha = 2^\circ$ .

- e) Prędkości obrotowe  $n_t$  tarczy prowadzącej o średnicy  $D_t = 350$  mm: dla przejść zgrubnych  $n_t = 318 \frac{22}{350} = 20$  obr/min i takie są w charakterystyce szlifierki, natomiast dla przejść wykańczających  $n_t = 318 \frac{50}{350} = 45,5$  obr/min, przyjęte  $n_t = 42$  obr/min.

- f) Posuwy minutowe przedmiotu  $p_m$  przy przyjętych wartościach  $\alpha$  i  $n_t$ : dla przejść zgrubnych  $p_m = \pi \cdot 350 \cdot 20 \cdot 0,052 = 1150$  mm/min, a dla przejść wykańczających  $p_m = \pi \cdot 350 \cdot 45,5 \cdot 0,035 = 1750$  mm/min.

- g) Czasy główne  $t_g$

$$\text{dla szlifowania zgrubnego } t_g = \frac{100}{1150} 3 = 0,26 \text{ min,}$$

$$\text{dla szlifowania wykańczającego } t_g = \frac{100}{1750} 4 = 0,23 \text{ min}$$

Uwzględniając dla szlifowania wzdłużnego przelotowego wykonywanego w sposób ciągły czas pomocniczy  $t_p$  jako 4% czasu głównego  $t_g$  (wg normatywu w tabl. E-17 poz. 2) oraz wskaźniki czasów uzupełniających 12% dla przejść zgrubnych i 15% dla przejść wykańczających czas jednostkowy  $t_j$  wypadnie następująco:  $t_j = 1,04 \cdot 0,26 \cdot 1,12 + 1,04 \cdot 0,23 \cdot 1,15 = 0,303 + 0,275 = 0,578 = \text{ok. } 0,6 \text{ min.}$

Czas przygotowania  $t_{pz}$  wg normatywów tabl. E-16 wynosi:

a) czynności organizacyjne — poz. 1	— 10 min
b) uzbrojenie obrabiarki do szlifowania przelotowego — poz. 2	— 20 „
c) dodatek na przejścia dodatkowe powyżej jednego — poz. 7:6	— 42 „
przejść po 7 min	— 3 „
d) kontrola pierwszej sztuki — poz. 10	— 3 „

razem czas  $t_{pz} = 75 \text{ min}$

### III. Normowanie czasu robót na szlifierkach do otworów

#### 1. Uwagi ogólne

Szlifierki do otworów (rys. E/4) znajdują zastosowanie głównie wtedy, gdy nie można zastosować rozwiertaków, czy to wskutek wielkości i ukształtowania otworu, czy też wskutek dużych twardości obrabianego materiału, co odnosi się do elementów hartowanych.

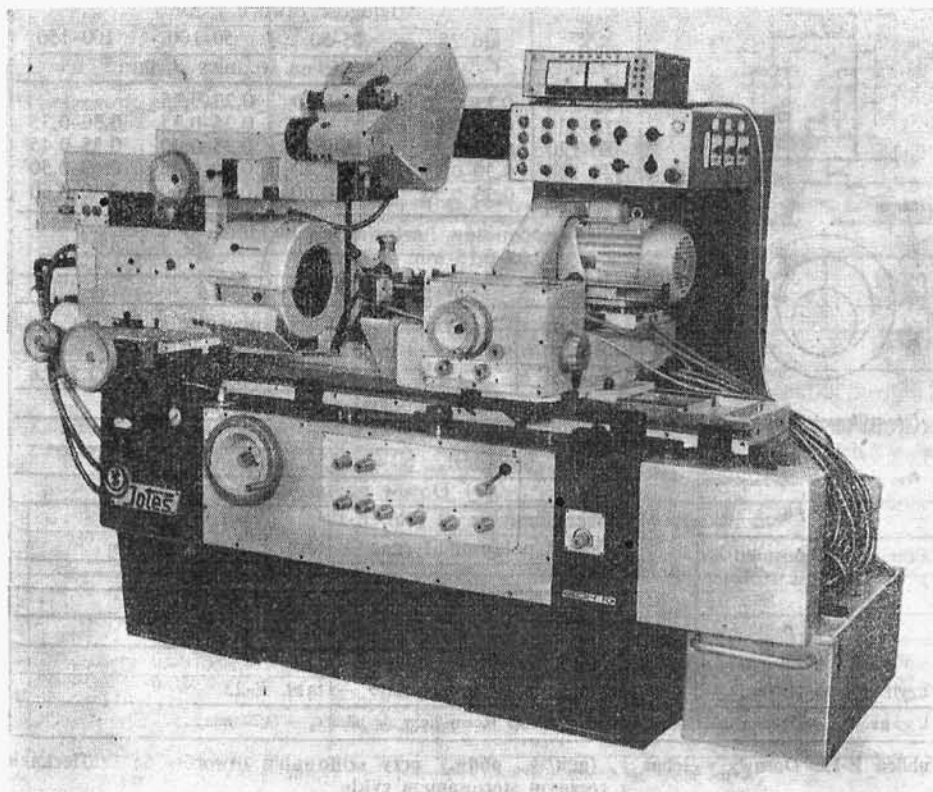
Rozróżnia się dwa rodzaje szlifierek: normalne i półautomatyczne. W normalnych szlifierkach dostawienie ściernicy do przedmiotu i przebieg szlifowania i wyrównywania ściernicy wymaga stałego nadzoru ze strony robotnika i odpowiedniego sterowania. Szlifierkami półautomatycznymi są także szlifierki, gdzie czynności pomocnicze prowadzą się do założenia i zdjęcia przedmiotu oraz do włączenia cyklu roboczego. Kontrola wymiaru, wyrównywanie ściernicy i przejście ze szlifowania zgrubnego na wykańczające następuje automatycznie. Po wykonaniu otworu na żądany wymiar szlifierka automatycznie zatrzymuje się.

W zasadzie szlifierki do otworów — jak wskazuje sama nazwa — są przeznaczone do szlifowania wewnętrznych powierzchni cylindrycznych. Sposób obliczenia czasu głównego podano w tabl. E-18.

Jednakże nowoczesne szlifierki typu normalnego umożliwiają zarówno szlifowanie zewnętrzne, jak i szlifowanie poprzeczne powierzchni czołowych. Oczywiście procesy te przebiegają mniej wydajnie niż na szlifierkach przeznaczonych specjalnie do szlifowania zewnętrznego na okrągło czy płaszczyzn.

Na szlifierkach do otworów — w przeciwieństwie do szlifierek do wałków — z zasady następuje dobór gabarytu ściernicy do wielkości szlifowanego otworu. Dlatego dokładne techniczne normowanie czasu operacji wymaga znajomości konkretnych wymiarów stosowanych ściernic w analizowanych przypadkach.

Poza tym sam sposób obliczania czasów głównych nie odbiega od stosowanego na szlifierkach kłowych do wałków. Trzeba tylko pamiętać, że szlifowanie zgrubne i wykańczające odbywa się zwykle w jednym zamocowaniu. Czasy pomocnicze związane ze zmianą warunków szlifowania mogą być częściowo lub nawet całkowicie pokryte przez czas maszynowy szlifowania, gdyż zmiany te można dokonywać w czasie trwania samego procesu szlifowania, szczególnie jeśli chodzi o zmienianie szybkości ruchu wzdłużnego stołu.



Rys. E/4. Szlifierka półautomatyczna do otworów typu SOH-10 produkowana przez Z.M. im J. Strzelczyka „Jotes” w Łodzi

Normatywy czasów pomocniczych są podane dla czynności:

- a) mocowania i zdjęcia przedmiotu w tabl. E-25,
- b) związanych z wykonaniem zabiegu w tabl. E-26.

W tabl. E-24 podano normy czasu na czynności przygotowania szlifierki do wykonania operacji.

Czas uzupełniający  $t_n$  – podobnie jak na szlifierkach kłowych do wałków – stanowi średnio  $12 \div 15\%$  czasu wykonania.





Tablica E-22. Dosuwy wgłębne  $p_g$  (mm/sk. podw.) przy szlifowaniu otworów na szlifierkach półautomatycznych

Średnica szlifowania $D$ , mm					
<20	<40	<70	<100	<200	> 200
Szlifowanie zgrubne					
0,002–0,0025	0,0025–0,003	0,0025–0,004	0,0025–0,005	0,003–0,005	0,004–0,006
Szlifowanie wykańczające					
0,0015–0,0025					
Uwaga. Większe dosuwy dotyczą sztywniejszych wrzecion i mniejszej dokładności otworu.					

Tablica E-23. Szybkości obwodowe przedmiotu  $v_p$  (m/min) przy szlifowaniu otworów na półautomatycznych szlifierkach do otworów za pomocą ściernic elektrokorundowych średniomiękkich „K” o ziarnistości 36–46 (trwałość  $T = 10$  min)

Dosuw $p_g$ mm/sk. podw.	Średnica szlifowania $D$ , mm					
	<20	<40	<70	<100	<200	> 200
Szlifowanie zgrubne <sup>1)</sup>						
0,002	35	43	60	70	—	—
0,0025	29	36	50	58	82	—
0,003	24	29	41	47	67	84
0,0035	—	26	36	42	60	75
0,004	—	—	33	37,5	53	67
0,005	—	—	27	30,5	43	54
Współczynniki poprawkowe materiałowe $K_M$						
Materiał	Stal niehartowana		Stal hartowana		Żeliwo	
$K_M$	1,0		0,9		1,3	
Szlifowanie wykańczające						
Szybkości te same co przy szlifowaniu zgrubnym						
Uwaga. <sup>1)</sup> Szybkości podane są dla stosunku posuwu wzdłużnego do szerokości ściernicy $p:b_s = 0,5$ , dla posuwów o stosunku $p:b_s = 0,7$ szybkości zmniejszyć o 25% ( $K_p = 0,75$ ).						

Tablica E-24. Czasy przygotowawczo-zakończeniowe dla robót na szlifierkach do otworów

Lp.	Czynności przygotowawcze	Wielkość szlifierki max średnica otworu		
		100	300	500
		Czas, min		
1	Czynności organizacyjne związane z przyjęciem i zdaniem roboty	10		12
Uzbrojenie obrabiarki do pracy w:				
2	uchwycie normalnym	8	10	12
3	specjalnym przyrządzie	9	11	13
4	zakładanym na stole	—	15	18
5	specjalnym przyrządzie do szlifowania otworów kół zębatych	16	—	—
Dodatek czasu na:				
6	zmiianę ściernicy	2	2	3
7	ustawienie przyrządu do automatycznego mierzenia otworu	10		
8	ustawienie zespołu obrabiarki pod kątem — zależnie od dokładności	1–2		
9	ustawienie urządzenia do szlifowania czołowego	2		
10	kontrolę 1-szej sztuki	3		

Tablica E-25. Dosuwy wgłębne  $p_p$  (mm/skok. podw.) przy szlifowaniu otworów na szlifierkach do otworów

Lp.	Sposób mocowania	Masa przedmiotu w kg do:				
		3	8	16	30	
		Czas, min				
1	W uchwycie samocentrującym	bez centrowania	0,30	0,40	0,50	0,60
2		z wycentrowaniem	0,90	1,25	1,60	—
3	W uchwycie pneumatycznym do- stosowanym do koła zębatego	walcowego	0,35	0,45	0,60	0,70
4		stożkowego	0,25	0,35	0,40	0,50
5	W przyrządzie na stole		—	—	1,60	2,20

Tablica E-26. Czasy pomocnicze związane z wykonaniem zabiegu obróbkowego na szlifierkach do otworów

Lp.	Rodzaj zabiegu i czynności dodatkowych	Wielkość szlifierki max średnica otworu mm			
		100	300	500	
		Czas, min			
1	Szlifowanie w cyklu półautomatycznym niezależnie od dokładności na szlifierkach — półautomatach	0,20	0,25	0,30	
2	Szlifowanie zgrubne powierzchni	cylindrycznej	0,30	0,40	0,45
3		czołowej	0,25	0,30	0,35
4	Szlifowanie otworu w 9 klasie ISA na:	sprawdzian	0,75	0,85	0,95
5		średnicówkę	0,95	1,05	1,15
6	Szlifowanie otworu w 7-8 klasie ISA na:	sprawdzian	1,20	1,35	1,45
7		średnicówkę	1,55	1,70	1,80
8	Szlifowanie czoła na głębokościomierz mikrometryczny	0,70	0,80	0,85	
Dodatek czasu na:					
9	Zmianę długości skoku zderzakami	0,10		0,15	
10	Zmianę wielkości posuwu, prędkości obrotowej, względnie dosuwu (mogą być pokryte czasem maszynowym)	0,05			

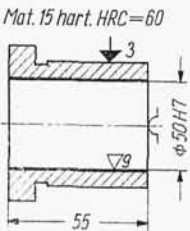




## 3. Przykład obliczeniowy

Tuleja przedstawiona na rys. E/5 jest szlifowana wewnątrz na  $\varnothing 50$  H7. Wykonanie tej operacji przewiduje się na polskiej szlifierce do otworów SOA-100<sup>1)</sup> o następującej charakterystyce:

- zakres szlifowanych otworów  $D = 12 \div 100$  mm,
- 4 prędkości obrotowe przedmiotu  $n_p$ : 130–210–350–580 obr/min,
- beźstopniowa regulacja szybkości stołu  $v_s$  w granicach 0–8 m/min,
- samoczynnie włączane poprzeczne dosuwy ściernicy  $p_g$ : 0,001–0,002–0,003–0,004–0,005 mm/skok podwójny,
- wymiary ściernicy: średnica w zakresie 10–80 mm, szerokość  $b_s$  max 50 mm.

Nazwa części: <i>Tuleja</i>		Nr rys.	Nr części <i>SP 1-30. 1</i>		Nr oper. <i>4</i>																															
Nazwa operacji: <i>Szlifowanie otworu</i>			Stanowisko <i>Szlif. otw. SOA-100</i>																																	
Treść operacji:			Pomoce <i>Ściernica <math>\varnothing 40 \times 32</math> 60 K</i>																																	
<i>1</i>	<i>Szlifować zgrubnie na <math>\varnothing 49,9</math></i>	<i>w jednym zamocowaniu</i>	<table><tr><td colspan="6"><i>m/min</i></td></tr><tr><td><i>2</i></td><td></td><td><i>1,43</i></td><td><i>20</i></td><td><i>130</i></td><td><i>16</i></td></tr><tr><td><i>1</i></td><td></td><td><i>2,6</i></td><td><i>20</i></td><td><i>130</i></td><td><i>39</i></td></tr><tr><td>Zabieg</td><td><i>g</i></td><td><i>p<sub>m</sub></i></td><td><i>v<sub>p</sub></i></td><td><i>n<sub>p</sub></i></td><td><i>i</i></td></tr><tr><td colspan="6"></td></tr></table>				<i>m/min</i>						<i>2</i>		<i>1,43</i>	<i>20</i>	<i>130</i>	<i>16</i>	<i>1</i>		<i>2,6</i>	<i>20</i>	<i>130</i>	<i>39</i>	Zabieg	<i>g</i>	<i>p<sub>m</sub></i>	<i>v<sub>p</sub></i>	<i>n<sub>p</sub></i>	<i>i</i>						
<i>m/min</i>																																				
<i>2</i>		<i>1,43</i>					<i>20</i>	<i>130</i>	<i>16</i>																											
<i>1</i>		<i>2,6</i>					<i>20</i>	<i>130</i>	<i>39</i>																											
Zabieg	<i>g</i>	<i>p<sub>m</sub></i>					<i>v<sub>p</sub></i>	<i>n<sub>p</sub></i>	<i>i</i>																											
<i>2</i>	<i>Szlifować wykańczająco na <math>\varnothing 50H7</math></i>																																			
																																				
Zmiany			Opracował:		Sprawdził:																															
					Zatwierdził:																															
					Ark. 1/1																															
Karta instrukcyjna obróbki																																				

Rys. E/5. Karta instrukcyjna obróbki szlifowania otworu w uchwycie na szlifierce do otworów (do przykładu obliczeniowego)

Szlifowanie otworu odbywa się w jednym zamocowaniu ściernicą  $\varnothing 40 \times 32$  mm przy użyciu sprawdzianu tłoczkowego  $\varnothing 50$  H7. Masa przedmiotu ok. 0,4 kg. Nadatek  $a$  pod szlifowanie wg danych tabl. E-18 dla  $D = 18 \div 50$  i  $l = 50 \div 100$  będzie równy 0,25–0,35 mm powiększony o 0,05 mm na obróbkę cieplną można przyjąć obliczeniowy zapas  $a = 0,40$  mm, z czego na przejścia zgrubne  $a_z = 0,30$  mm, a na przejścia wykańczające  $a_w = 0,10$  mm.

<sup>1)</sup> Obecnie produkowana jako SOC-100 z beźstopniową zmianą prędkości obrotowej wrzeczona przedmiotowego  $n_p = 60 \div 680$  obr/min.



W myśl wytycznych tabl. E-18 obliczenie czasu głównego  $t_g$  będzie przebiegało następująco:

a) Długość skoku stołu  $L_s = l = 55$  mm.

b) Dosuw wgłębny  $p_g$  (wg tabl. E-19): dla  $D \leq 70$  w stali hartowanej przy przejściach zgrubnych wyniesie  $p_g = 0,0075 \div 0,01$  mm/skok podw., a przy przejściach wykańczających  $p_g = 0,003 \div 0,005$  mm/skok podw.; wobec niezróżnicowania przejść zgrubnych i wykańczających przyjmuje się jeden automatycznie włączany dosuw  $p_g = 0,005$  mm/skok podwójny.

c) Posuw wzdłużny  $p$  (wg tabl. E-20): dla  $D \leq 50$  przy szlifowaniu zgrubnym i stosunku  $D:l = 50:55 = \text{ok. } 1$  wypada  $p = 20 \div 24$  mm/obr, przyjęto średnio  $p = 22$  mm/obr., a przy szlifowaniu wykańczającym w stali  $p = 10 \div 15$  mm/obr, przyjęto ze względu na wyższe wymagania gładkościowe bliżej dolnej granicy  $p = 11$  mm/obr.

d) Szybkość obwodowa przedmiotu  $v_p$  (wg tabl. E-21): dla  $D \leq 70$  i  $p_g = 0,005$  otrzymamy  $v_p = 26,5$  m/min, jeśli jednak uwzględnimy, że stosunek posuwu wzdłużnego do szerokości ściernicy jest równy  $22:33 = 0,67$ , wówczas szybkość tę wypada zmniejszyć współczynnikiem  $k_p = 0,75$ , a przy uwzględnieniu dla stali hartowanej współczynnika materiałowego  $K_M = 0,9$  otrzymamy  $v_p = 26,5 \cdot 0,75 \cdot 0,9 = 18$  m/min; tę szybkość przyjmuje się także i dla przejść wykańczających, mimo że wobec zmniejszonego posuwu wzdłużnego mogłaby być wg tabl. E-21 szybkość  $v_p$  w granicach  $20 \div 30$  m/min, ale ta zaniżona szybkość umożliwia uzyskanie wyższej gładkości bardzo pożądaną dla otworu tego przedmiotu.

e) Prędkość obrotową przedmiotu  $n_p = 318 \frac{18}{50} = 115$ , przyjęto z charakterystyki  $n_p = 130$  obr/min, i wobec zwiększonych prędkości obrotowych  $130:115 = 1,13$  razy zmniejsza się uprzednio przyjęty posuw wzdłużny proporcjonalnie z  $p = 22$  na  $p = 20$  mm/obr.

f) Szybkość ruchu stołu  $v_s$ :

$$\text{dla szlifowania zgrubnego } v_s = \frac{130 \cdot 20}{1000} = 2,6 \text{ m/min,}$$

$$\text{dla szlifowania wykańczającego } v_s = \frac{130 \cdot 11}{1000} = 1,43 \text{ m/min}$$

wyliczone szybkości mogą być przyjęte, gdyż szlifierka ma bezstopniową regulację szybkości ruchu stołu w granicach  $0 \div 8$  m/min.

g) Współczynniki wyiskrzeń  $k$ : wg tabl. E-18 przyjmuje się dla szlifowania zgrubnego  $k = 1,3$ , a dla szlifowania wykańczającego  $k = 1,6$ .

h) Ilość przejść  $i$ :

$$\text{zgrubnych } i_z = \frac{0,30 \cdot 1,3}{2 \cdot 0,005} = 39,$$

$$\text{wykańczających } i_w = \frac{0,10 \cdot 1,6}{2 \cdot 0,005} = 16$$

i) Czasy główne  $t_g$ :

$$\text{dla przejść zgrubnych } t_g = \frac{2 \cdot 55 \cdot 39}{130 \cdot 20} = 1,65 \text{ min,}$$

$$\text{dla przejść wykańczających } t_g = \frac{2 \cdot 55 \cdot 16}{130 \cdot 11} = 1,23 \text{ min}$$

