

**Класичний фаховий коледж
Сумського державного університету**
Циклова комісія 5.05050302 «Технологія обробки матеріалів на верстатах і
автоматичних лініях»

ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ

Інструкції

до виконання практичної роботи №5

«Розробка токарної операції»

Мета: засвоїти методику призначення режимів різання та норм часу за таблицями нормативів. Навчитися оформлювати комплект технологічної документації на токарну операцію.

Прилади і матеріали: аркуші зі стандартними штампами згідно ЄСКД (ГОСТ 2.103-78), інженерний калькулятор, креслярське приладдя.

Завдання:

- 1 Виконати ескіз обробки.
- 2 Вибрати різальний інструмент.
- 3 Призначити режими різання (глибину, подачу, стійкість, швидкість, частоту обертання, силу та потужність різання).
- 4 Порівняти знайдену потужність з потужністю двигуна, зробити висновок про можливість проведення операції.
- 5 Визначити основний час, що витрачається на обробку заданої деталі.
- 6 Визначити норми часу (допоміжний час, штучний та підготовчо-заключний)
- 7 Заповнити операційну карту та карту ескізів.

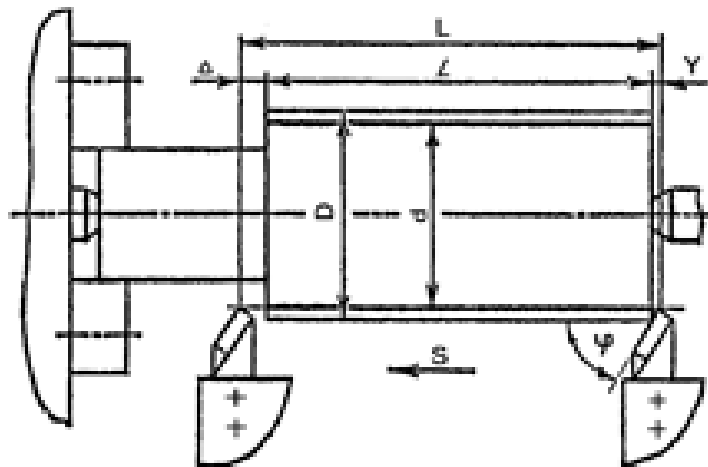


Рисунок 1.1 – Вал

Таблиця 1.1 – Вихідні дані

Варіант	Матеріал заготовки	Заготовка	Якість поверхні	Матеріал		
				D, мм	d, мм	l, мм
1	Сталь 40, $\sigma_B = 650$ МПа, HB217	поковка	Rz 80	95	90	120
2	Сталь 40X, $\sigma_B = 700$ МПа, HB 215	без кірки	Rz 20	81	80	40
3	Сталь 60, $\sigma_B = 670$ МПа, HB 250	поковка	Rz 160	180	172	300
4	Сталь 18ХГТ, $\sigma_B = 880$ МПа, HB 229	поковка	Rz 80	320	310	40
5	Сталь Ст.4, $\sigma_B = 410$ МПа, HB160	поковка	Rz 320	20	16	50
6	Сталь Ст.6, $\sigma_B = 590$ МПа, HB221	без кірки	Ra 2,5	30,5	30	80
7	СЧ 18 HB 229	литво	Rz 80	72	66	30
8	СЧ 30 HB 255	без кірки	Rz 20	91	90	120
9	КЧ 33-8 HB 163	литво	Rz 160	34	30	60
10	КЧ 50-4 HB 241	без кірки	Ra 2,5	40,6	40	70
11	Сілумін $\sigma_B = 210$ МПа	литво	Rz 80	120	114	65
12	Дюралюміній $\sigma_B = 250$ МПа	без кірки	Ra 1,25	101	100	20
13	Латунь ЛЦ25С2 $\sigma_B = 146$ МПа	литво	Rz 160	25	20	35
14	Бр. А10Ж4Н4Л HB 170	литво	Rz 80	82	80	42
15	Бр. А9Ж3Л HB 100	без кірки	Ra 2,5	65,4	65	80
16	Сталь А12, $\sigma_B = 460$ МПа, HB128	без кірки	Ra 1,25	75,1	75	220
17	Сталь 18ХНВА $\sigma_B = 1060$ МПа, 300 HB	прокат	Rz 80	80	70	250
18	Сталь 35ХГСЛ $\sigma_B = 1150$ МПа, HB 336	литво	Rz 160	160	150	380
19	Сталь 20ХГ $\sigma_B = 560$ МПа, HB 165	прокат	Rz 80	70	65	176
20	Сталь 20, $\sigma_B = 660$ МПа, HB 85	без кірки	Rz 20	81	80	325
21	СЧ 18 HB 205	без кірки	Rz 80	130	124	95
22	СЧ 35 HB 260	литво	Rz 160	236	224	420
23	КЧ 35-4 HB 180	без кірки	Rz 20	382	380	65
24	КЧ 30-6 HB 120	без кірки	Rz 80	36	30	100
25	Сталь 60С2А $\sigma_B = 1670$ МПа, HB 290	поковка	Rz 160	68	60	125

Прохідні різці використовуються для обробки зовнішньої поверхні. До них відносяться:

1 Прохідні прямі різці з кутами $\varphi = 45^0; 60^0; \varphi_1 = 10^0; 30^0; 45^0$, використовуються для обробки циліндричної або конусної поверхні.

2 Прохідні упорні різці з кутами $\varphi = 90^0; \varphi_1 = 10^0$, призначаються для обробки зовнішньої поверхні до упору.

3 Прохідні відігнуті різці з кутами $\varphi = \varphi_1 = 45^0$ використовуються як для обробки циліндричної чи конусної поверхні, так і для обробки торцевої по-верхні.

Підрізувальні різці з кутами $\varphi = 90^0; 95^0; 100^0$ та $\varphi_1 = 10^0; 30^0; 15^0$, використовуються для обробки торцевої поверхні деталі.

Відрізувальні різці з кутами $\varphi = 90^0$ та $\varphi_1 = 1^0; 1^030'$ призначені для відрізування деталей та прорізування кільцевих канавок.

Для обробки отворів використовуються розточувальні різці, які діляться на:

1 Розточувальні різці для глухих отворів. $\varphi = 95^0$ та $\varphi_1 = 15^0; 5^0$.

2 Розточувальні різці для наскрізних отворів. $\varphi = 45^0; 60^0; \varphi_1 = 15^0; 30^0$.

Передній кут γ призначається в межах 0^0-30^0 в залежності від матеріалу заготовки і різця. Більші значення рекомендуються для обробки заготовок з пластичних матеріалів швидкорізальними різцями. Задній кут α призначається від 6^0 до 12^0 в залежності від матеріалу заготовки. Більші значення кут α має при обробці пластичних матеріалів. При чистовій обробці куту α дають більші значення ніж при чорновій обробці.

Призначаючи різець, необхідно вказати матеріал різальної частини. Можна використати слідуєчі рекомендації:

- для попередньої обробки чавуну використовують сплави ВК6, ВК8, ВК8М, ВК6М, ТТ8К6;

- для чистової обробки чавуну використовують сплави ВК4, ВК6, ВК6М, ВК4М, ВК3, ВК3М, КНТ16, Силініт-Р;

- для попередньої обробки конструкційних сталей використовуються сплави Т5К10, Т5К12, Т14К8, Т15К6, ТТ7К12, а також сталі Р6М5, Р9 та інші;

- для чистової обробки сталі використовують сплави Т15К6, Т14К8, Т30К4, ТН20, КТН16, ВОК60, Силініт-Р, а також сталі Р9К10, Р9К5, Р10К5Ф та інші;

- для обробки важкооброблюваних матеріалів використовують ТТ7К12, ВК8В, ВК6М, Т5К10, ТТ10К8Б, ВК10-ОМ, ВОК60, ТН20;

- для обробки кольорових сплавів рекомендуються ВК4, ВК6, ВК6М, ВК8, ВОК60, КНТ16, Силініт-Р або Р6М3, Р9К5, Р9К10;

- для обробки алюмінієвих сплавів рекомендується використовувати швидкорізальні сталі.

Таблиця 1 – Подачі для чорнового точіння і розточування швидкорізальними і твердосплавними різцями

Зовнішнє точіння

Діаметр заготовки	Матеріал заготовки					
	Сталь			Чавун і мідні сплави		
	Глибина різання t , мм до					
	3	5	8	3	5	8
До 20	0,3 - 0,4					
20 - 40	0,4 – 0,5	0,3 - 0,4		0,4 - 0,5		
40 – 60	0,5 - 0,9	0,4 - 0,8	0,3 - 0,7	0,6 - 0,9	0,5 - 0,8	0,4 - 0,7
60 – 100	0,6 – 1,2	0,5 – 1,1	0,5 – 0,9	0,8 – 1,4	0,7 – 1,2	0,6 – 1,0
100 – 400	0,8 – 1,3	0,7 – 1,2	0,6 – 1,0	1,0 – 1,5	0,8 – 1,4	0,8 – 1,1

Розточування отворів

Діаметр круглого перерізу різця	Виліт різця	Матеріал заготовки					
		Сталь			Чавун і мідні сплави		
		Глибина різання <i>t</i> , мм до					
		2	3	5	2	3	5
10	50	0,08			0,1- 0,15		
12	60	0,10	0,08		0,12 - 0,2	0,12 - 0,18	
16	80	0,1 - 0,2	0,15	0,1	0,2 - 0,3	0,15 - 0,25	0,1- 0,18
20	100	0,2 - 0,3	0,15 - 0,25	0,12	0,3 - 0,4	0,25 – 0,35	0,1-0,25
25	125	0,25- 0,5	0,12 – 0,3	0,12- 0,2	0,4 – 0,6	0,3 – 0,5	0,2-0,35
30	150	0,4 – 0,7	0,2 – 0,5	0,12- 0,3	0,5 – 0,8	0,4 – 0,6	0,25-0,4
40	200		0,25 – 0,6	0,15– 0,4		0,6 – 0,8	0,3 – 0,8

Примітка:

1 Подачі для зовнішньої обробки приведені для різців з перерізом державки від 16 x 25 мм до 25 x 25 мм. Для інших різців подачу необхідно корегувати у відповідності до розмірів перерізу різця.

2 Для обробки жаростійких сталей і сплавів подачі більше 1 мм/об не призначати.

3 Для випадків обробки з ударами значення подачі необхідно зменшувати, помноживши табличне значення на коефіцієнт 0,75 – 0,85.

4 Для обробки гартованих сталей вводити поправочні коефіцієнти: 0,8 – для сталі з HRC 44 – 56 і 0,5 – для сталі з HRC 57 – 62.

5 При чорновій обробці алюмінієвих сплавів приймати: для точіння зовнішньої поверхні $s = 0,7 - 1,0$ мм/об, для розточування отворів $s = 0,6 - 0,8$ мм/об. При чистовій обробці алюмінієвих сплавів приймати: для точіння зовнішньої поверхні $s = 0,15 - 0,25$ мм/об, для розточування отворів $s = 0,1 - 0,15$ мм/об.

Таблиця 2 – Подачі, мм/об, для відрізування і прорізування канавок

Діаметр обробки	Ширина різця	Матеріал заготовки	
		Сталь	Чавун, мідні та алюмінієві сплави
До 20	3	0,06-0,08	0,11 - 0,14
20 – 40	3 – 4	0.10-0.12	0.16 - 0.19
40 – 60	4 – 5	0.13-0.16	0.20 – 0.24
60 – 100	5 – 8	0.16-0.23	0.24 – 0.32
100-150	6 – 10	0.18-0.26	0.30 – 0.40
> 150	10 - 15	0.28-0.36	0.40 – 0.55

Примітка:

- 1 Для відрізування суцільного матеріалу діаметром більше 60 мм при наближенні різця до 0,5 радіуса подачу необхідно зменшувати на 40 – 50%.
- 2 Для гартованої конструкційної сталі подачу слід зменшувати на 30% при HRC < 50 і на 50% при HRC > 50.
- 3 При роботі різцями, встановленими в револьверній головці слід ввести коефіцієнт на подачу 0,8.

Таблиця 3 – Подачі, мм/об, для чистового точіння

Параметр шорсткості поверхні, мкм		Радіус біля вершини різця r, мм					
Ra	Rz	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4
0,63		0,07	0,10	0,12	0,14	0,15	0,17
1.25		0.10	0.13	0.165	0.19	0.23	0,23
2.5		0.144	0.20	0.246	0.29	0,32	0,35
	20	0.25	0.33	0.42	0.49	0,55	0,60
	40	0.35	0.51	0.63	0.72	0,80	0,87

Примітка:

- 1 Подачі приведені для обробки сталей з $\sigma_b = 700 - 900$ МПа і чавуну; для сталей з $\sigma_b = 500 - 700$ МПа вводити коефіцієнт $K_s = 0,45$; для сталей з $\sigma_b = 900 - 1100$ МПа вводити коефіцієнт $K_s = 1,25$.
- 2 Для різців з перерізом державки до 12 x 20 мм радіус біля вершини різця рекомендується 0,5 мм; до 30 x 30 мм - 1,0 мм; до 30 x 45 мм – 2,0 мм.

Швидкість різання для токарної обробки

$$V = V_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \quad \text{м/хв},$$

де K_1 – коефіцієнт, що враховує властивості матеріалу заготовки,

K_2 – враховує властивості матеріалу різця,

K_3 – враховує вид обробки.

Таблиця 4 – Швидкість різання для токарної обробки

Точіння зовнішньої поверхні та розточування отворів

Глибина різання, s в мм/об до		V _{табл} в м/хв для матеріалу заготовки										
		Сталь			Чавун сірий			Чавун ковкий			Мідні та алюмінієві сплави	
		Матеріал інструменту										
		Твердий сплав										P6M5
		Кут різця в плані φ										
		45	60	90	45	60	90	45	60	90	45-90	45-90
до 1	0,2	160	160	160	105	105	105	120	120	120	530	225
	0,3	150	150	150	100	100	100	115	115	115	460	190
	0,4	135	135	135	93	93	93	110	110	110	400	170
	0,5	130	130	130	88	88	88	105	105	105	360	155
	0,6	125	125	125	84	84	84	97	97	97	330	140
	0,8	120	120	120	80	80	80	93	93	93	290	125
2,5	0,2	150	150	140	100	96	92	120	110	110	460	190
	0,3	135	125	120	88	84	80	105	98	94	380	160
	0,4	125	120	115	80	77	74	95	89	87	335	145
	0,5	115	110	105	75	72	70	89	84	82	300	130
	0,6	110	105	100	72	68	65	85	79	77	270	115
	0,8	100	95	93	66	62	60	78	72	70	240	105
5	0,2	150	140	125	100	92	80	110	108	93	410	170
	0,3	130	125	105	85	77	70	100	95	80	340	145
	0,4	120	115	95	77	70	63	90	85	74	305	125
	0,5	110	100	90	70	65	58	84	79	68	270	110
	0,6	100	95	85	65	60	54	78	73	64	245	100
	0,8	90	85	75	60	56	48	69	66	52	215	90

Відрізування і прорізування канавок

Матеріал заготовки	Матеріал різця	Подача s в мм/об							
		0,06	0,08	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5
Сталь	Швидкорі - зальна сталь	44	40	36	30	28	23	20	18
	Твердий сплав	-	110	100	85	77	65	57	52
Чавун сірий		-	115	105	90	80	68	62	56
Чавун ковкий		-	105	97	82	73	62	56	50
Мідні та алюмінієві сплави	Швидкорі - зальна сталь	-	-	160	130	120	107	92	83

Примітка:

При обробці сірого чавуну із застосуванням емульсії швидкість різання можна підвищити на 15 – 20%.

Таблиця 5 – Поправні коефіцієнти K_1 , K_2 , K_3

Коефіцієнт K_1 для обробки сталі

Матеріал інструменту	Матеріал заготовки															
	Вуглецеві конструкційні сталі				Сталі: 15Х, 20Х, 30Х, 38ХА, 40Х				45Г2, 50Г		12ХН23А	20ХНМ	40ХНМА	30ХГТ	35ХГС	
	Твердість НВ															
	< 156	156- 207	207- 269	269- 302	< 207	207- 255	> 255	< 241	> 241	179- 255	156- 207	197- 269	179- 255	170- 241	269- 321	
Р6М5 Твердий сплав	1,55	1,0	0,65	0,65	1,0	0,6	0,5	0,7	0,5	0,6	0,8	0,5	0,6	0,5	0,35	
	1,35	1,0	0,75	0,7	1,1	0,8	0,7	0,8	0,6	0,7	0,9	0,7	0,8	0,7	0,5	
Умови обробки	Чавун при твердості НВ								Алюмінієві сплави							
	Сірий				Ковкий				(σ _в в МПа)							
	143- 207	163- 229	170- 241	235- 295	120- 140	130- 170	207- 229	265- 285				100- 200	200- 300	300- 400		
Без кірки	1,2	1,0	0,9	0,7	1,3	1,0	0,65	0,45	Сілумін і ливарні сплави Дюралюміній			1,2	1,0 1,5	1,2		
По кірці	1,0	0,8	0,7	0,6	0,85	0,7	0,55	0,40								

Коефіцієнт K_2

Стійкість різця, в хв.	Матеріал заготовки								
	Сталь				Чавун			Алюмінієві сплави	
	Матеріал різця								
	Р6М5	T15K6	T30K4	T5K10	ВК3 ВК2	ВК4 ВК6	ВК8	Р6М5	ВК4 ВК6
30	1,2	1,7	1,5	1,1	1,5	1,3	1,1	1,3	1,5
60	1,1	1,5	1,2	0,9	1,3	1,15	0,9	1,1	1,2
90	1,0	1,2	1,0	0,8	1,2	1,0	0,85	1,0	1,0

Коефіцієнт K_3

Розточування			Обробка канавок і відрізування			
D	>75	<75	d/D	1.0-0.8	0.7-0.5	0.4-0
K ₃	1.1	0.85	K ₃	1,0	1,2	1,3
			D і d – найбільший і найменший діаметри обробки			

Потужність різання для токарної обробки (κBm)

$$N_{рез} = N_{табл} \frac{V}{100} k_4;$$

де $N_{табл}$ – умовна розрахункова потужність; V – швидкість різання, м/хв.;

K_4 – коефіцієнт, який враховує властивості матеріалу заготовки.

Таблиця 6 – Потужність різання $N_{табл}$ при точінні прохідними, відрізними та розточувальними різцями

S, мм/об	t, мм										
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10.0
	$N_{табл}, \kappa Bm$										
0.06	0.25	0.5	0.75	1.0	1.25	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0
0.08	0.27	0.55	0.8	1.1	1.3	1.6	2.2	2.7	3.2	4.3	5.4
0.1	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.3	3.0	3.6	4.7	5.8
0.12	0.35	0.7	1.1	1.4	1.8	2.1	2.8	3.5	4.2	5.6	7.1
0.16	0.4	0.8	1.4	1.6	2.1	2.5	3.4	4.2	5.1	6.4	8.4
0.2	0.5	0.9	1.5	1.8	2.5	3.0	4.0	4.9	5.9	7.8	9.8
0.25	0.6	1.2	1.8	2.4	2.9	3.5	4.7	5.8	7.0	9.3	11.6
0.3	0.7	1.3	2.0	2.6	3.3	4.0	5.3	6.7	8.0	10.6	13.6
0.4	0.8	1.7	2.5	3.4	4.2	5.0	6.6	8.3	10.0	13.2	16.6
0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	4.5	5.9	7.8	9.8	12.0	15.6	19.5
0.6	1.1	2.2	3.4	4.5	5.6	6.7	8.9	11.0	13.4	17.8	22.3
0.8	1.4	2.8	4.2	5.6	6.9	8.3	11.0	14.0	16.6	22.5	27.7
1.0	1.6	3.3	5.0	6.6	8.2	10.0	13.2	16.5	19.7	26.0	33.0
1.2	1.9	3.8	5.6	7.5	9.4	11.0	15.0	19.0	22.6	30.2	37.8

Примітка:

Для відрізувальних та канавочних різців $N_{табл}$ приймати для глибини різання 1 мм і множити на ширину різця та на додатковий коефіцієнт 1,3.

Коефіцієнт K_4

Матеріал різця	Матеріал заготовки										
	Сталь							Чавун		Алюмінієві сплави	
	HB, до										
	156	207	229	269	285	302	321	229	241	295	-
Р6М5	0.75	0.9	1.0	1.15	1.2	1.3	1.4	0.45	0.5	0.55	0.3
Твердий сплав	0.6	0.7	0.75	0.8	0.8	0.85	0.9				

Таблиця 7 – Паспортні дані токарно-гвинторізних верстатів

Характеристика верстатів	16Б16П	16К20	16К25
Найбільший діаметр оброблюваної поверхні	320 мм	400 мм	500 мм
Найбільший переріз різця	25 x 25 мм	25 x 25 мм	25 x 25 мм
Відстань між центрами	1000 мм	2000 мм	2000 мм
Потужність електродвигуна	6,3 кВт	10 кВт	6,3 кВт
Коефіцієнт корисної дії	0, 7	0,75	0, 75
Число обертів шпинделя (об/хв)	20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000.	12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600	12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600
Поздовжні подачі (мм/об)	0,05; 0,06; 0,08; 0,1; 0,12; 0,15; 0,17; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 2,0; 2,4; 2,8	0,05; 0,075; 0,08; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 2,0; 2,4; 2,8	0,05; 0,075; 0,08; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 2,0; 2,4; 2,8
Поперечні подачі (мм/об)	0,025; 0,05; 0,06; 0,07; 0,08; 0,1; 0,12; 0,15; 0,17; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4	0,025; 0,05; 0,06; 0,07; 0,08; 0,1; 0,12; 0,15; 0,17; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4	0,025; 0,05; 0,06; 0,07; 0,08; 0,1; 0,12; 0,15; 0,17; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4