

**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 №6

«Розробка свердлувальної 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.

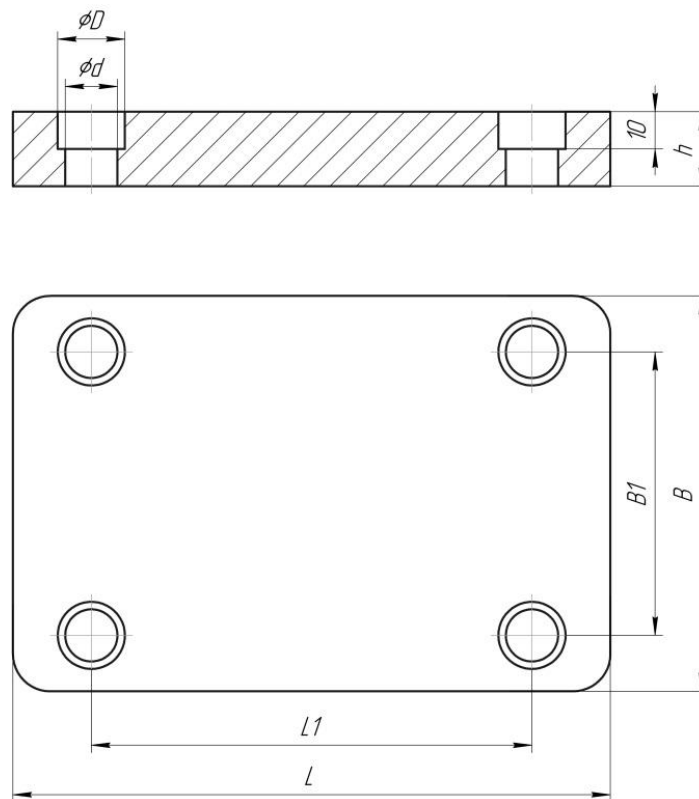


Рисунок 2.1 – Плита

Таблиця 2.1 – Вихідні дані

№	D	d	B	B1	L	L1	h	Матеріал	Стадії обробки	Шорсткість
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	20Н10	16	100	70	140	100	16	Сталь 60 $\sigma_b = 677$ МПа, HB 202	Свердління Розсвердлювання Зенкерування	Ra=6,3
2	16Н9	12	102	72	150	112	20	СЧ 35 HB 240	Свердління Розсвердлювання Розвертання	Ra=3,2
3	18Н10	14	112	82	160	122	14	Дюралюміній $\sigma_b=392$ МПа	Свердління Розсвердлювання Зенкерування	Ra=6,3
4	20Н9	16	98	68	150	108	18	Латунь ЛЦ40Мц3А $\sigma_b = 441$ МПа HB 115	Свердління Розсвердлювання Розвертання	Ra=3,2
5	16Н10	12	94	64	160	114	24	Бр. А10ЖЗМц28-1-1 $\sigma_b = 490$ МПа HB 120	Свердління Розсвердлювання Зенкерування	Ra=6,3
6	12 Н9	8	108	78	164	118	14	Сталь 45Х $\sigma_b = 1030$ МПа HB 229	Свердління Розсвердлювання Розвертання	Ra=3,2
7	20Н10	16	112	82	164	122	16	КЧ 63-2 HB 269	Свердління Розсвердлювання Зенкерування	Ra=6,3
8	18Н9	14	100	70	150	110	20	Сілумін $\sigma_b = 353$ МПа	Свердління Розсвердлювання Розвертання	Ra=3,2

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
9	24Н10	20	98	68	150	108	14	Латунь ЛЖС58-1-1 $\sigma_b = 440$ МПа НВ 130	Свердління Розсвердлювання Зенкерування	Ra=6,3
10	16Н9	12	112	82	160	122	22	Бр. А11Ж6Н6 $\sigma_b = 587$ МПа НВ 250	Свердління Розсвердлювання Розвертання	Ra=3,2
11	18Н10	14	106	76	150	118	18	Сталь 65Г $\sigma_b = 736$ МПа НВ 220	Свердління Розсвердлювання Зенкерування	Ra=6,3
12	14Н9	10	100	70	160	116	20	СЧ 18 НВ 200	Свердління Розсвердлювання Розвертання	Ra=3,2
13	18Н10	14	106	76	160	116	18	Сілумін $\sigma_b = 220$ МПа НВ 65	Свердління Розсвердлювання Зенкерування	Ra=6,3
14	24Н9	20	112	82	170	134	24	Дюралюміній $\sigma_b = 420$ МПа НВ 115	Свердління Розсвердлювання Розвертання	Ra=3,2
15	16Н10	12	98	68	160	120	14	Бр. А9ЖЗЛ $\sigma_b = 392$ МПа НВ 100	Свердління Розсвердлювання Зенкерування	Ra=6,3
16	16Н9	12	100	70	154	114	18	Сталь 35Х $\sigma_b = 912$ МПа НВ 197	Свердління Розсвердлювання Розвертання	Ra=3,2

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
17	22Н10	18	110	80	162	122	22	КЧ 37-12 НВ 163	Свердління Розсвердлювання Зенкерування	Ra=6,3
18	20Н9	16	120	90	172	132	16	СЧ 10 НВ 170	Свердління Розсвердлювання Розвертання	Ra=3,2
19	24Н10	20	94	64	156	116	24	Бр. А11Ж6Н6 $\sigma_b = 587$ МПа НВ 250	Свердління Розсвердлювання Зенкерування	Ra=6,3
20	18 Н9	14	106	76	160	118	20	Сталь Ст. 6 $\sigma_b = 610$ МПа НВ190	Свердління Розсвердлювання Розвертання	Ra=3,2

Таблиця 2.2 – Подачі для свердління і розсвердлювання отворів, мм/об

Діаметр свердла D , мм	Сталь				Чавуни, мідні та алюмінієві сплави	
	HB<160	160 - 240	240 - 300	HB>300	HB<170	HB>170
2 – 4	0,09-0,13	0,08-0,10	0,06-0,07	0,04-0,06	0,12-0,18	0,09-0,12
4 – 6	0,13-0,19	0,10-0,15	0,07-0,11	0,06-0,09	0,18-0,27	0,12-0,18
6 – 8	0,19-0,26	0,15-0,20	0,11-0,14	0,09-0,12	0,27-0,36	0,18-0,24
8 – 10	0,26-0,32	0,20-0,25	0,14-0,17	0,12-0,15	0,36-0,45	0,24-0,31
10 – 12	0,32-0,36	0,25-0,28	0,17-0,20	0,15-0,17	0,45-0,55	0,31-0,35
12 – 16	0,36-0,43	0,28-0,33	0,20-0,23	0,17-0,20	0,55-0,66	0,35-0,41
16 – 20	0,43-0,49	0,33-0,38	0,23-0,27	0,20-0,23	0,66-0,76	0,41-0,47
20 – 25	0,49-0,58	0,38-0,43	0,27-0,32	0,23-0,26	0,76-0,89	0,47-0,54
25 – 30	0,58-0,62	0,43-0,48	0,32-0,35	0,26-0,29	0,89-0,96	0,54-0,60
30 – 40	0,62-0,78	0,48-0,58	0,35-0,42	0,29-0,35	0,96-1,19	0,60-0,71
40 – 50	0,78-0,89	0,58-0,66	0,42-0,48	0,35-0,40	1,19-1,36	0,71-0,81

Примітка: 1. При відношенні глибини отвору до діаметра $L/D = 3 - 5$ вводити коефіцієнт $K_{Is} = 0,9$; при $L/D = 5 - 7$ $K_{Is} = 0,8$; при $L/D = 7 - 10$ $K_{Is} = 0,75$.

2. Для обробки отворів з якітетом точності H11, під наступне розвертування чи під нарізування різьби вводити коефіцієнт $K_{os} = 0,5$.

3. При середній жорсткості системи ВПД вводити коефіцієнт $K_{жс} = 0,75$; при малій жорсткості $K_{жс} = 0,5$.

4. Для свердл оснащених твердим сплавом вводити коефіцієнт $K_{Is} = 0,6$.

5. Для розсвердлювання наскрізних отворів подачі можна збільшувати в 2 рази порівняно зі свердлінням.

Таблиця 2.3 – Подачі для зенкерування отворів, мм/об

Матеріал заготовки	Діаметр зенкера D , мм							
	<15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-60	60-80
Сталь	0,5-0,6	0,6-0,7	0,7-0,9	0,8-1,0	0,9-1,2	1,0-1,3	1,1-1,3	1,2-1,5
Чавун, HB<200 і мідні сплави	0,7-0,9	0,9-1,1	1,0-1,2	1,1-1,3	1,2-1,7	1,6-2,0	1,8-2,2	2,0-2,4
Чавун, HB>200	0,5-0,6	0,6-0,7	0,7-0,8	0,8-0,9	0,9-1,2	1,2-1,4	1,3-1,5	1,4-1,5

Примітка: 1. Для зенкерування глухих отворів подачу більше 0,3 – 0,6 мм/об не призначати.

2. Для обробки отворів з точністю по 9 – 11 якітетах або під нарізування різьби вводити коефіцієнт $K_{os} = 0,7$.

Таблиця 2.4 – Подачі для розвертання отворів, мм/об

Чорнове розвертання отворів розвертками із швидкорізальної сталі

Матеріал заготовки	Діаметр розвертки D , мм									
	<10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-50	50-60	60-80
Сталь	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	2,0
Чавун, HB<200 і мідні сплави	2,2	2,4	2,6	2,7	3,1	3,2	3,4	3,8	4,3	5,0
Чавун, HB>200	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4	2,6	2,7	3,1	3,4	3,8

Примітка: 1. Для чистового розвертування з точністю по 9 – 11 квалітетах і шорсткістю поверхні $Ra = 3,2 - 6,3$ мкм вводити коефіцієнт $K_{os} = 0,8$; для чистового розвертування з точністю по 7 квалітету і шорсткістю поверхні $Ra = 0,4 - 0,8$ мкм вводити коефіцієнт $K_{os} = 0,7$

2. Для твердосплавних розверток вводити коефіцієнт $K_{is} = 0,7$.

3. Для розвертування глухих отворів подачу більше 0,2 – 0,5 мм/об не призначати.

Таблиця 2.5 – Стійкість свердел, зенкерів, розверток T , хв

Інструмент	Матеріал заготовки	Матеріал інструменту	Діаметр інструмента, мм до							
			5	10	20	30	40	50	60	80
Сверла	Сталь	P6M5	15	25	45	50	70	90	110	-
		Твердий сплав	8	15	20	25	35	45	-	-
	Чавун, мідні та алюмін. сплави	P6M5	20	35	60	75	105	140	170	-
		Твердий сплав	15	25	45	50	70	90	-	
Зенкери	-	-	-	-	30	40	50	60	80	100
Розвертки	Сталь	P6M5	-	25	40	80	80	120	120	120
		Твердий сплав	-	20	30	50	80	90	110	140
	Чавун, мідні та алюмін. сплави	P6M5	-	-	60	120	70	180	180	180
		Твердий сплав	-	-	45	75	20	135	165	210

Примітка:

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

де K_1 – коефіцієнт, що враховує властивості матеріалу заготовки,

K_2 – враховує стійкість інструменту,

K_3 – враховує відношення довжини отвору до діаметра.

1. Для інструментів зі швидкорізальної сталі підвищеної продуктивності вводити коефіцієнт 1,2; для інструментів з інструментальної сталі 9ХС вводити коефіцієнт 0,6.

2. Для твердосплавних свердел і зенкерів при обробці сталі та чавуну швидкість різання збільшувати в 2,5 – 3 рази; при обробці твердосплавними зенкерами алюмінієвих сплавів швидкість різання збільшувати в 1,5 – 2 рази.

3. Для свердел з подвійним загостренням при обробці сталі та чавуну вводити коефіцієнт 1,2.

4. При зенкеруванні сталей і чавунних заготовок з ливарною кіркою вводити коефіцієнт 0,75.

5. При обробці чавуну із застосуванням мастильно-охолоджуючих рідин вводити коефіцієнт 1,2; при обробці алюмінієвих сплавів без охолодження вводити коефіцієнт 0,8.

Таблиця 2.8 – Швидкість різання для розвертання отворів

Квалітет точності	Шорсткість поверхні	Сталь	Чавун	Алюмінієві сплави
6 - 9	Ra = 1,25– 0,8 <i>мкм</i> Ra = 2,5 – 1,6 <i>мкм</i> Ra = 5 – 3,2 <i>мкм</i>	2 - 4 4 - 7 6 - 9	7 - 11	8 – 12 15 – 20 25 - 50
10 - 11	Ra = 2,5 – 1,6 <i>мкм</i> Ra = 5 – 3,2 <i>мкм</i> Ra = 10 – 6,3 <i>мкм</i>	5 - 8 8 - 11 12 - 16	12 - 16	

Примітка:

1. При розвертанні поліпшених і в'язких сталей приймати менші значення швидкості різання.

2. При обробці чавуну твердосплавними розвертками приймати швидкість різання 20 -30 *м/хв*.

Коефіцієнти K₁, K₂, K₃
Коефіцієнт K₁ для свердління і зенкерування

Матеріал інструменту	Марка сталі													
	Вуглецеві конструкційні сталі				Сталі: 15X, 20X, 30X, 38XA, 40X		45Г2, 50Г		12XH23A	20XHM	40XHMA	30XГТ	35XГС	
	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	1,3	1,0	0,85	0,65	0,85	0,7	0,6	0,5	0,7	0,7	0,5	0,9	0,6	0,45
	1,3	1,0	0,85	0,65	0,9	0,75	0,7	0,6	0,8	0,8	0,6	0,9	0,7	0,55
Чавун при твердості НВ						Алюмінієві сплави								
Сірий			Ковкий			(σ _в в МПа)				100- 200	200- 300	300- 400		
143- 207	НВ 163- 229	170- 241	235- 295	120- 140	130- 170								207- 229	265- 285
1,2 1,0 0,9 0,7			1,3 1,15 0,8 0,6			Сілумін і ливарні сплави Дюралюміній				1,2	1,0	1,3	1,2	

Коефіцієнт K₂

Матеріал інструменту	K ₂ при стійкості інструменту Т в хв					
	До 15	30	60	100	150	200
Р6М5	1,5	1,25	1,15	1,0	0,9	0,8
Твердий сплав	1,6	1,4	1,2	1,0	0,85	0,75

Коефіцієнт K₃

Відношення довжини отвору до діаметра	До 5	8	10
K ₃	1,0	0,8	0,7

Таблиця 2.7 – Швидкість різання для розсвердлювання отворів

Діаметр після обробки D в мм	Діаметр до обробки d в мм	Сталь					Чавун				Алюмінієві сплави		
		V _{табл} при S в мм/об до											
		0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	0,2	0,3	0,5	0,8	0,3	0,5	0,8
30	10	40	33	30	24	20	37	32	28	22	132	78	60
	15	43	35	31	25	22	39	33	29	23	140	81	65
	20	46	38	33	27	23	41	35	30	24	160	90	70
40	15	38	31	27	22	19		32	29	22	95	72	57
	20	42	35	30	25	21		34	30	23	105	80	63
	30	49	40	35	28	24	36	31	25	120	93	72	
50	20	37	31	27	22	19	31	26	21	90	72	57	
	30	41	34	29	23	20	32	28	22	100	78	60	
	40	47	38	33	27	23	34	30	24	112	90	70	
30	32		28	23	19	27	21	95	75	57			
40	35		30	24	21	28	22	105	82	63			
60	50		39	33	25	24		30	24	120	95	72	

Примітка:

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

1. Для розсвердлювання отворів твердосплавними свердлами швидкість різання збільшувати в 2 рази.
2. Коефіцієнти K_1 , K_2 та K_3 вибирати з таблиці 3.6 як для свердління.

Таблиця 2.9 – Потужність різання при свердлінні, розсвердлюванні і зенкеруванні

Для свердління
$$N_{різ} = N_{табл} \cdot K_N \cdot \frac{n}{1000}, \text{ кВт}$$

Для розсвердлювання та зенкерування
$$N_{різ} = N_{табл} \cdot K_N \cdot \frac{V}{100}, \text{ кВт}$$

де $N_{табл}$ – умовне табличне значення потужності різання,

K_N – коефіцієнт, який враховує властивості матеріалу заготовки

$K_N = K_p$, n – число обертів інструменту за хвилину, V – швидкість різання в м/хв.

Діаметр отвору в мм	$N_{табл}$ для свердління при s в мм/об												
	Сталь							Чавун					
	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,6
4	0,09							0,05	0,08				
6	0,2	0,27						0,12	0,16	0,2			
8	0,35	0,49	0,6					0,22	0,3	0,4	0,5		
10	0,55	0,75	0,9					0,34	0,47	0,6	0,8	1,0	
12	0,8	1,1	1,4	1,9				0,49	0,66	0,8	1,2	1,5	
16	1,4	1,95	2,4	3,4	4,3			0,86	1,2	1,5	2,1	2,6	3,6
20	2,2	3,0	3,8	5,3	6,7	8,0		1,4	1,85	2,3	3,3	4,1	5,6
25	3,5	4,7	5,9	8,3	10,5	12,4	14	2,1	2,9	3,6	5,1	6,4	8,8
32	5,7	7,8	9,9	13,5	17,2	20,5	24	3,4	4,75	5,9	8,2	10,5	14

Діаметр отвору	N _{табл} для свердління алюмінієвих сплавів при s в мм/об									
	0,06	0,1	0,16	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
4	0,03	0,04	0,06	0,08						
6	0,06	0,09	0,13	0,16	0,21					
8	0,1	0,15	0,22	0,27	0,35	0,44				
10	0,16	0,23	0,3	0,4	0,53	0,66	0,9			
12	0,22	0,33	0,43	0,54	0,75	0,92	1,25			
16	0,37	0,54	0,73	0,9	1,25	1,6	2,1	2,6		
20	0,55	0,8	1,1	1,4	1,9	2,3	3,1	3,9		
25	0,8	1,2	1,7	2,0	2,8	2,5	4,7	5,8	6,9	
32	1,3	1,9	2,7	3,2	4,3	5,4	7,3	9,1	10,5	12,5
Подача s, мм/об	N _{табл} для розсвердлювання при різниці діаметрів D – d в мм до									
	10	15	20	30		10	15	20	30	
	Сталь					Чавун				
0,3	4,0	4,6	7,0	10,6		3,3	4,1	6,6	7,4	
0,4	4,6	5,3	8,0	12,5		3,7	5,0	7,5	8,6	
0,5	5,3	6,2	9,4	14,5		4,2	5,6	8,6	9,8	
0,6	6,1	7,1	10,6	16,6		5,0	6,3	9,7	11,2	
0,7	7,0	8,1	12,5	19,1		5,6	7,2	11,3	12,8	
0,85	8,0	9,4	14,5	21,8		6,5	8,6	12,9	14,4	
1,0	9,3	10,9	16,8	24,9		7,4	9,8	14,6	16,6	

Поправочний коефіцієнт K_p для свердління і зенкерування

Сталь						Чавун				Сілумін		Дюралюміній		
HB до										σ_B , МПа, до				
156	207	229	269	302	321	229	269	302	321	100	200	300	400	500
0,75	0,9	1,0	1,2	1,25	1,3	1,0	1,1	1,25	1,3	0,8	1,0	1,1	1,25	1,5

Поправочний коефіцієнт K_p для розсвердлювання

Сталь, σ_b до						Чавун сірий, HB до		
420	530	670	830	1050	>1050	164	220	>220
0,6	0,7	0,85	1,0	1,2	1,4	0,85	1,0	1,2

Таблиця 2.10 – Врізування та перебіг при свердлінні, зенкеруванні і розвертанні

Операція	Величина врізування та перебігу інструментів діаметром (мм)										
	2,5	6	10	16	20	25	32	40	50	60	80
Обробка наскрізних отворів свердлами: - з нормальним загостренням - з подвійним загостренням	2	3	5 6	6 8	8 10	10 12	12 15	15 18			
Свердління глухих отворів	1,5	2	4	6	7	9	11	14			
Розсвердлювання при глибині різання: 5 10 15 20								6 9 12 14	7 10 13 15	7 10 13 15	7 10 13 15
Зенкерування отворів: - наскрізних - глухих				3 2	4 2	5 2	5 2	6 3	6 3	8 4	8 4
Обробка наскрізних отворів розвертками з кутами: - $\varphi = 15^0$ (обробка сталі) - $\varphi = 5^0$ (обробка чавуну)		8 10	10 12	12 15	14 17	16 20	18 22	20 25	24 28	26 32	28 34
Розвертування глухих отворів		2	3	3	3	3	4	4	4	5	5