

*Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет  
Факультет машинобудування та транспорту*

*Кафедра ТАМ*

*Дипломний проект*

*на тему:*

***Удосконалення технологічного процесу механічної  
обробки деталі типу “Вісь 120.001”***

**Виконав:** ст. гр. 1ПМ-16сп

Шимко І. О.

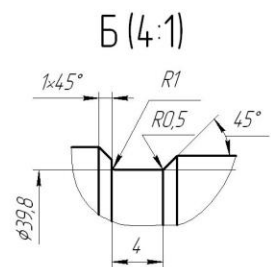
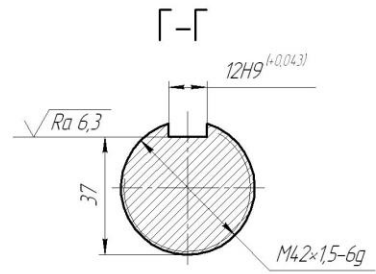
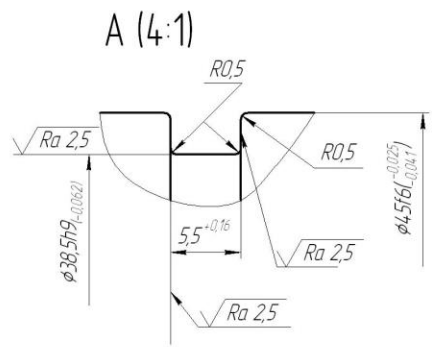
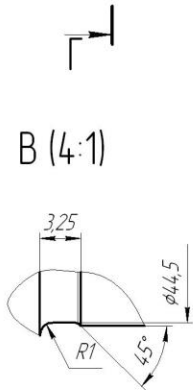
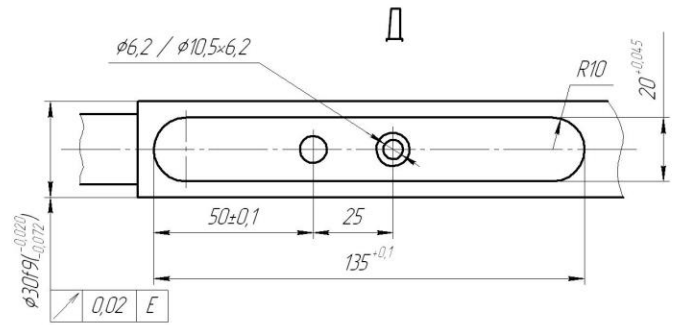
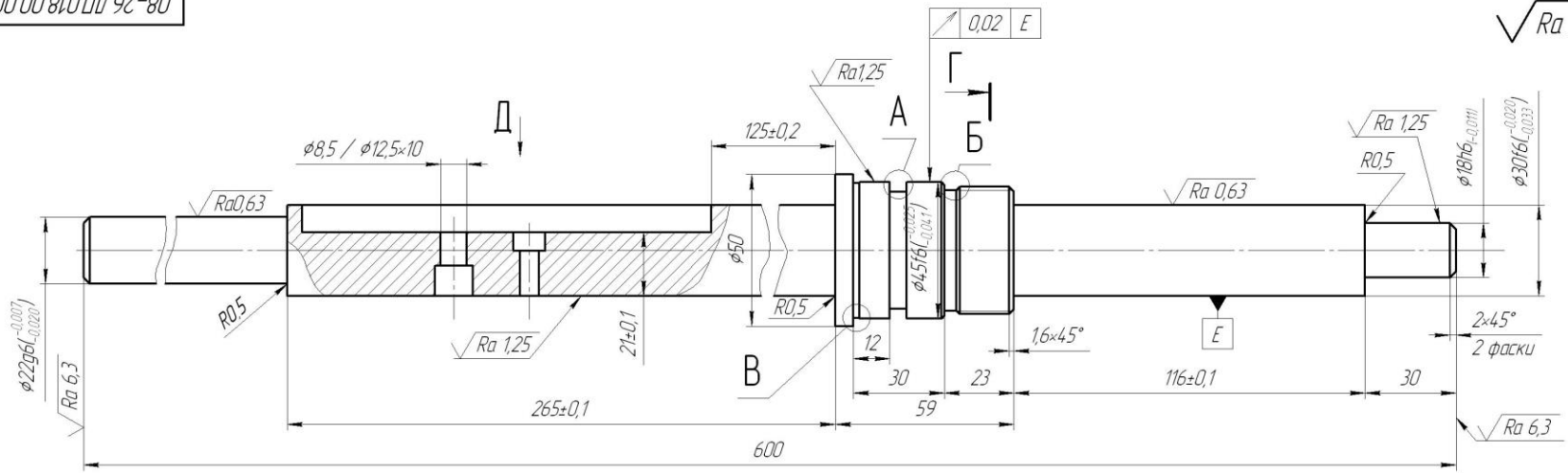
**Керівник:** к.т.н., доц.

Репінський С. В.

*Вінниця ВНТУ 2017*

08-26.ДП.018.00.001

$\sqrt{Ra 3,2}$



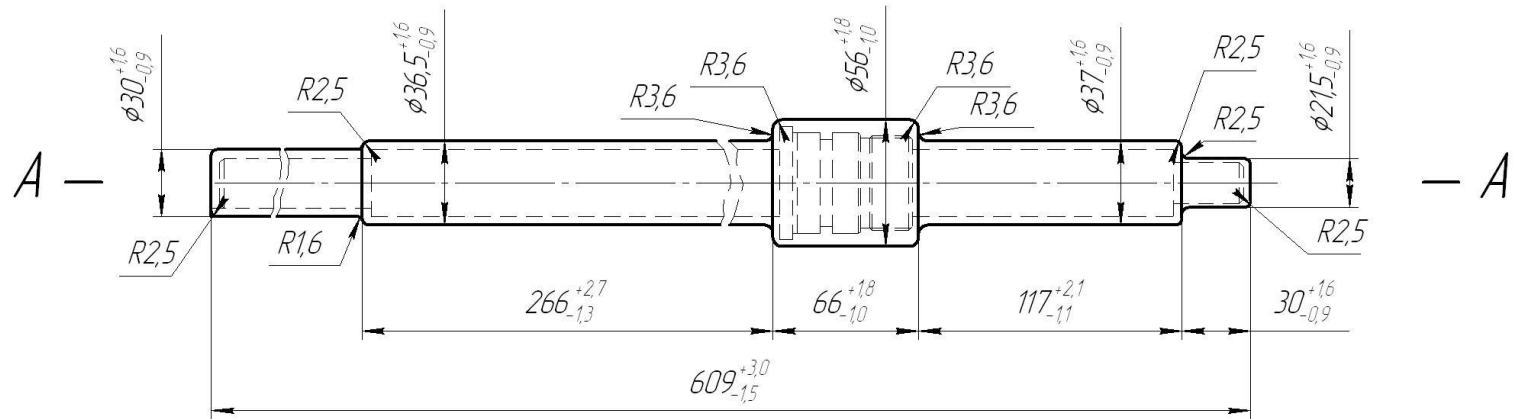
1. HRC3 30.35
2. H14, h14,  $\pm \frac{j14}{Z}$
3. Покрытие Хім. Окс. прм.

				08-26.ДП.018.00.001		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Масштаб
Разработ	Шинкаренко				3,117	1:1
Проб.	Резниченко С.В.					
Контр.						
Нормир.	Сердюк О.В.					
Утв.	Лазарь И.Г.					
				08-26.ДП.018.00.001		
				<b>Вісь 120.001</b>		
				Сталь 40Х ГОСТ 4543-71		
				ВНТУ		
				ст. зр. 1ПМ-16ср		
				Копирвал		
				Формат А2		

Лист № 1  
Лист № 2  
Лист № 3  
Лист № 4  
Лист № 5  
Лист № 6  
Лист № 7  
Лист № 8  
Лист № 9  
Лист № 10  
Лист № 11  
Лист № 12  
Лист № 13  
Лист № 14  
Лист № 15  
Лист № 16  
Лист № 17  
Лист № 18  
Лист № 19  
Лист № 20

08-26.ДП.018.00.001

$\sqrt{Ra\ 20}$



1. Допустиме зміщення по площині роз'єму штампу – не більше 0,3 мм.
2. Невказані нахили зовнішніх поверхонь 5°.
3. Клас точності виготовлення – Т5, ступінь складності – С2, група сталі – М2.
4. Допустимий заусенець до 1,6 мм.
5. А-А – площина роз'єму штамп.

Лист. прорис.	Справ. №	Лист. і дата	Лист. № докл.	Взам. инв. №	Лист. № докл.	Лист. і дата	Лист. № докл.

08-26.ДП.018.00.001					Лист	Масса	Масштаб
Изм	Лист	№ док-м	Подп	Дата		4,95	1:1
Разраб	Шимко І.О.				Лист 1 / Листов 1		
Проб	Регінський С.В.						
Т.контр.					ВНТУ ст. гр. 11М-16сп		
И.контр.	Сердюк О.В.						
Утв.	Козлов Л.Г.				Сталь 40Х ГОСТ4543-71		

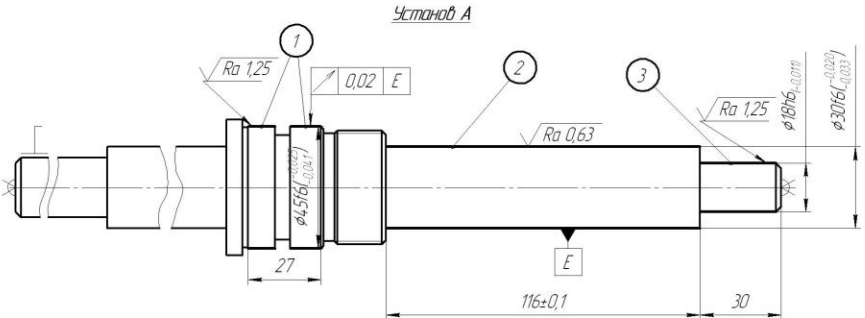
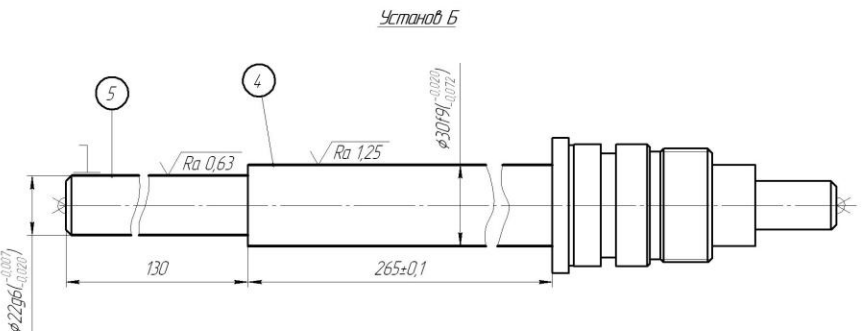
Копирвал

Формат А3

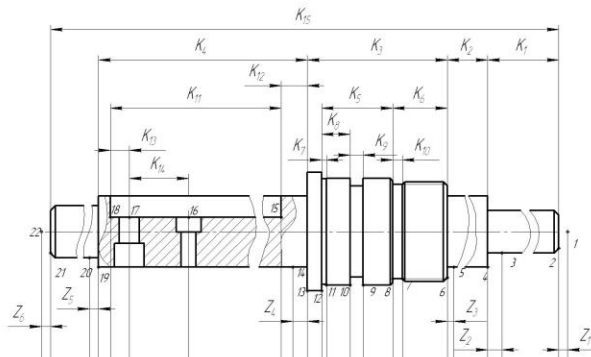
# Маршрут механічної обробки

№ опер.	Назва операції, зміст переходів	Схема установки деталі та ескіз обробки	Обладнання
005	<p><b>Токарно-револьверна</b></p> <p><i>Установка А</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Встановити заготовку</li> <li>2 Точити тарінь 1 однократно</li> <li>3 Центрувати отв 2 за ГОСТ 14.034-74</li> <li>4 Точити пов 3 попередньо</li> <li>5 Точити тарінь 4 остаточно</li> <li>6 Точити пов 5 попередньо</li> <li>7 Точити тарінь 6 остаточно</li> </ol> <p><i>Установка Б</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>8 Точити тарінь 7 однократно</li> <li>9 Центрувати отв 8 за ГОСТ 14.034-74</li> <li>10 Точити пов 9 попередньо</li> <li>11 Точити тарінь 10 остаточно</li> <li>12 Точити пов 11 попередньо</li> <li>13 Точити тарінь 12 остаточно</li> <li>14 Зняти заготовку</li> </ol>		Токарно-револьверний верстат моделі М34.0Г
010	<p><b>Токарна з ЧПК</b></p> <p><i>Установка А</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Встановити заготовку</li> <li>2 Точити пов 1 остаточно, пов 2 попередньо, пов 3 остаточно</li> <li>3 Точити пов 2, 4, 5 остаточно, точити фаски 6, 7, 9 остаточно</li> <li>4 Точити канівку 8 однократно</li> <li>5 Точити канівку 10 однократно</li> <li>6 Точити канівку 11 однократно</li> <li>7 Нарізати різь 12</li> </ol> <p><i>Установка Б</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>8 Точити пов 13, 14, фаску 15 остаточно</li> <li>9 Зняти заготовку</li> </ol>		Токарний верстат з ЧПК моделі 16К.20Ф3
015	<p><b>Фрезерна з ЧПК</b></p> <p><i>Установка А</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Встановити заготовку</li> <li>2 Фрезерувати пов 1 однократно</li> <li>3 Центрувати отв 2, 3</li> <li>4 Свідрити отв 2 наповні</li> <li>5 Свідрити отв 4 наповні</li> <li>6 Цюкати отв 3</li> <li>7 Фрезерувати паз 5</li> </ol> <p><i>Установка Б</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>8 Цюкати отв 6</li> <li>9 Зняти заготовку</li> </ol>		Вертикально-фрезерний верстат моделі БР3РФ3

# Маршрут механічної обробки (продовження)

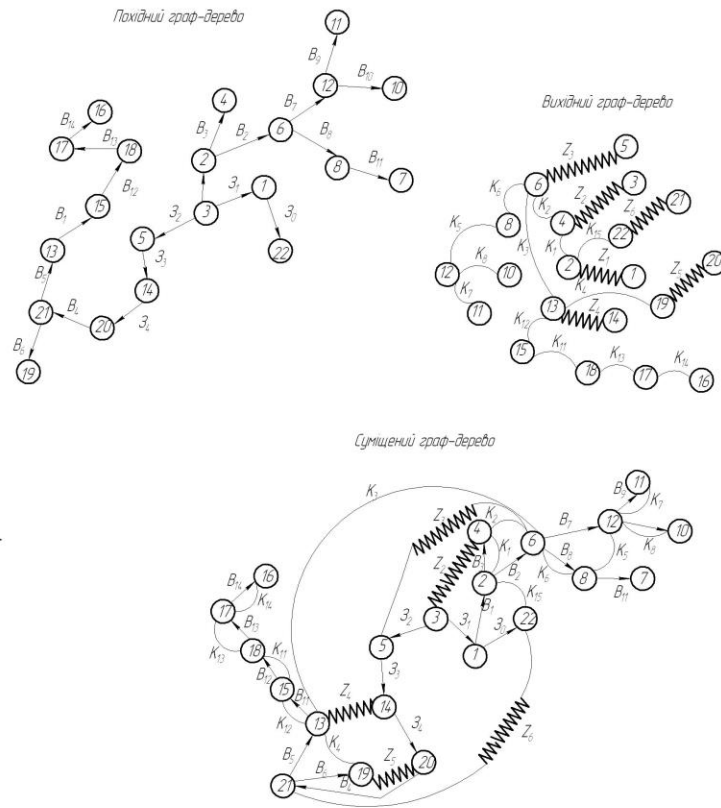
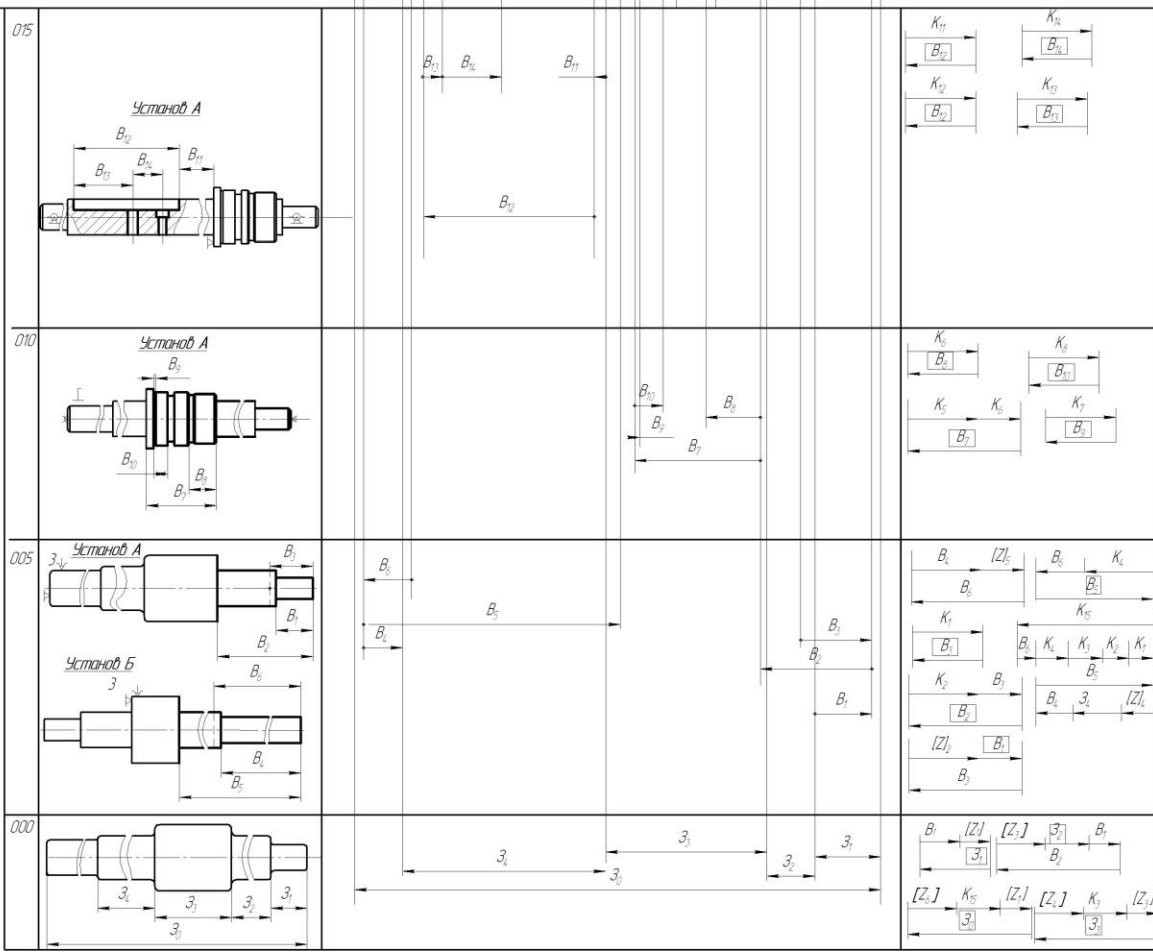
№ опер.	Назва операції, зміст переходів	Схема установки деталі та ескіз обробки	Обладнання
020	<i>Термічна</i>		HRC 30..35
025	<p><b>Круглошліфувальна з ЧПК</b></p> <p><i>Установ А</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити заготовку</li> <li>2. Шліфувати повд 1,2,3 попередньо</li> <li>3. Шліфувати повд 1,2,3 остаточно</li> </ol>  <p><i>Установ Б</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Шліфувати повд 4 остаточно, повд 5 попередньо</li> <li>5. Шліфувати повд 5 остаточно</li> <li>6. Зняти деталь.</li> </ol>	<p style="text-align: center;"><i>Установ А</i></p>  <p style="text-align: center;"><i>Установ Б</i></p>  <p style="text-align: right;">H74, h74, ± <math>\frac{H74}{2}</math></p>	Круглошліфувальний верстат з ЧПК моделі ЗМ151Ф2

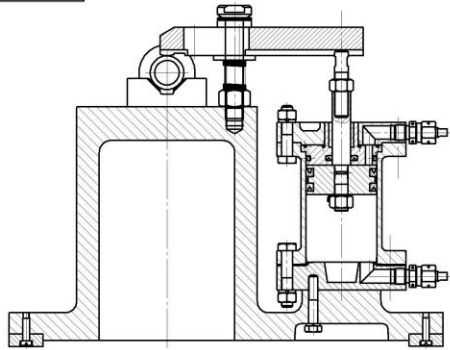
# Розмірний аналіз технологічного процесу



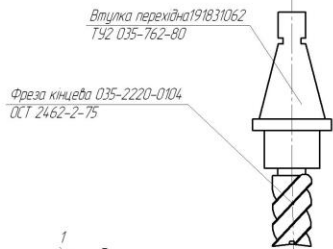
Розміри заготовки та технологічні розміри	$Z_1$	$Z_2$	$Z_3$	$Z_4$	$Z_5$	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	$B_5$	$B_6$	$B_7$	$B_8$	$B_9$	$B_{10}$	$B_{11}$	$B_{12}$	$B_{13}$	$B_{14}$	
Попередні значення допусків, мм	1,6	0,4	0,6	0,6	1,0	0,4	0,22	0,4	1,0	1,6	1,0	0,4	0,8	0,2	0,4	0,4	0,1	0,2	0,4	
Квалітет точності	H14	$\pm \frac{IT14}{2}$	$\pm \frac{IT14}{2}$	$\pm \frac{IT14}{2}$	$\pm \frac{IT14}{2}$	$\pm \frac{IT14}{2}$	$\pm \frac{IT14}{2}$	$\pm \frac{IT14}{2}$	$\pm \frac{IT14}{2}$	$\pm \frac{IT14}{2}$	$\pm \frac{IT14}{2}$	$\pm \frac{IT14}{2}$	$\pm \frac{IT14}{2}$	$\pm \frac{IT14}{2}$	$\pm \frac{IT14}{2}$	$\pm \frac{IT14}{2}$	$\pm \frac{IT14}{2}$	$\pm \frac{IT14}{2}$	$\pm \frac{IT14}{2}$	$\pm \frac{IT14}{2}$
Остаточні значення допусків, мм	1,6	0,4	0,6	0,6	1,0	0,4	0,22	0,4	1,0	1,6	1,0	0,4	0,8	0,2	0,4	0,4	0,1	0,2	0,4	
Номинальні розміри, мм	603,2	30	115,19	61,62	264,6	29,2	14,58	30	128,4	395,2	129,8	53,2	23	4	12	125	135	50	25	

Припуск, мм	$Z_1$	$Z_2$	$Z_3$	$Z_4$	$Z_5$	$Z_6$
Граничні розміри, мм	$Z_{\text{min}}$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
	$Z_{\text{max}}$	1,2	1,2	1,62	4	4,55

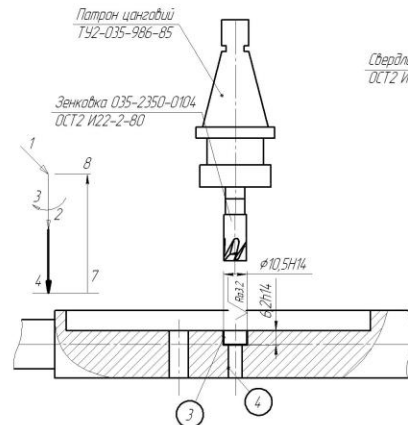




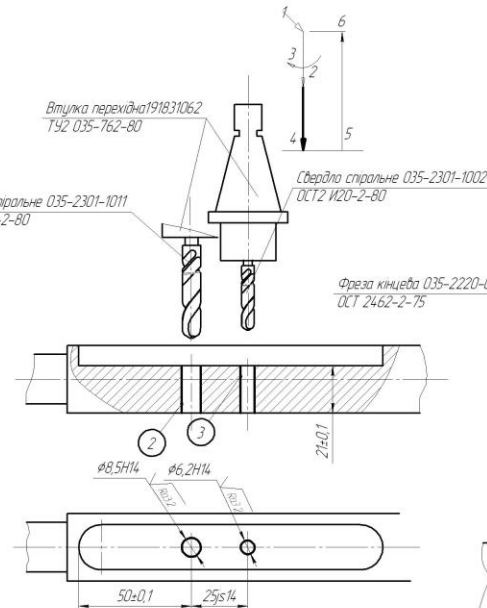
Перехід 2



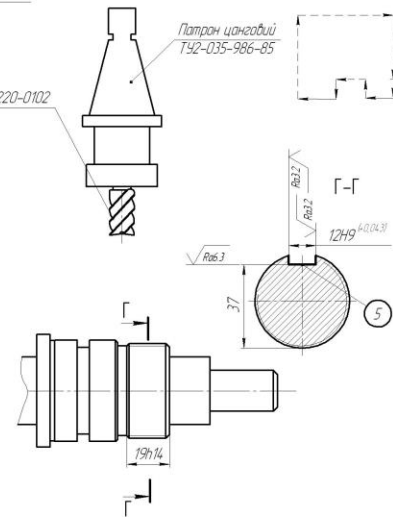
Перехід 6



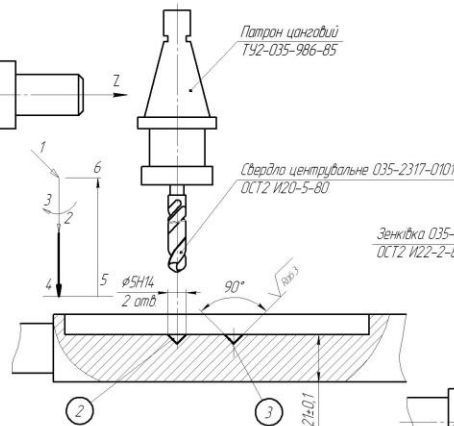
Перехід 4, 5



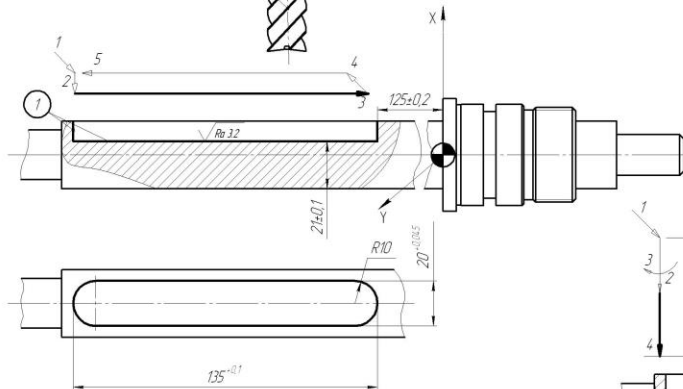
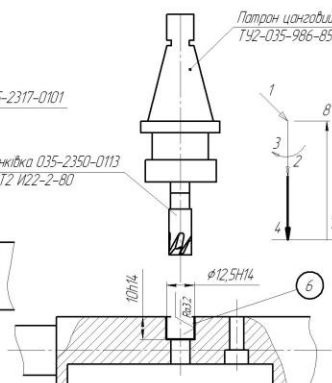
Перехід 7



Перехід 3



Перехід 8



1015	8	Щекувати отвір 6	6,28	2	160	0,23
		Установ Б				
	7	Фрезерувати паз 5	15,07	2,1	400	0,038
	6	Щекувати отвір 4	5,28	2,15	160	0,21
	5	Свердлити отвір 3 напрахид	15,57	3,1	800	0,06
1015	4	Свердлити отвір 2 напрахид	13,35	4,25	500	0,21
	3	Центрувати отвір 2,3	15,57	1,5	800	0,06
	2	Фрезерувати поверхню 1 однократно	12,56	4,5	200	0,038
		Установ А				
1015	Фрезерна з ЧПК		6Р13РФ3	V	I	S
	Найменування операції		Обладнання	Режими різання		

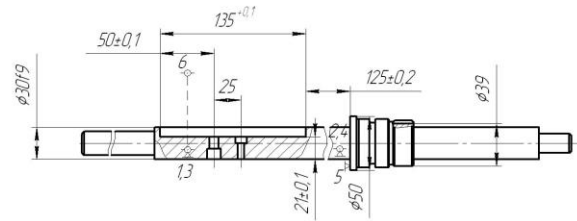
08-26 ДП 018 00.300

Карта налагоджень

Лист	11	Листов	1
Відомості	ВНТУ		
Масштаб	ст. ар. 1:100-1:100		
Склад	Чертеж А1		

Лист 11 з 11  
Лист 12 з 12  
Лист 13 з 13  
Лист 14 з 14  
Лист 15 з 15  
Лист 16 з 16  
Лист 17 з 17  
Лист 18 з 18  
Лист 19 з 19  
Лист 20 з 20  
Лист 21 з 21  
Лист 22 з 22  
Лист 23 з 23  
Лист 24 з 24  
Лист 25 з 25  
Лист 26 з 26  
Лист 27 з 27  
Лист 28 з 28  
Лист 29 з 29  
Лист 30 з 30

# Оптимальний варіант схеми базування



Визначимо похибки базування

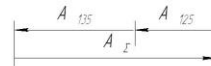
- Розмір  $125 \pm 0,2$ :



ТБ - технологічна база  
ВБ - вимірвальна база

$E_{\delta 125 \pm 0,2} = 0$  - вимірвальна база співпадає з технологічною

- Розмір  $135^{+0,1}$ :



$E_{\delta 135} = T_{125} = 400 \text{ мкм} > T_{135}$  ( $T_{135} = 100 \text{ мкм}$ ) - точність розміру не досягається.

- Розмір  $50 \pm 0,1$ :



C - розмір налагодження

$E_{\delta 50} = T_{135} + C$ ;  $C = 0$ .

$E_{\delta 50} = T_{135} = 100 \text{ мкм} < T_{50}$  ( $T_{50} = 200 \text{ мкм}$ ) - точність розміру досягається.

- Розмір 25:



$E_{\delta 25} = T_{135} + T_{50} = 100 + 200 = 300 \text{ мкм} < T_{25}$  ( $T_{25} = 520 \text{ мкм}$ ) - точність розміру досягається.

- Розмір  $21 \pm 0,1$ :

$E_{\delta 21} = T_{30} \times 0,5(1/\sin \alpha - 1) = 62 \times 0,5(1/0,707 - 1) = 12,8 \text{ мкм}$

$T_{21} = 200 \text{ мкм} > E_{\delta 21}$  ( $200 \text{ мкм} > 12,8 \text{ мкм}$ ) - точність розміру досягається.

- Розмір 39:

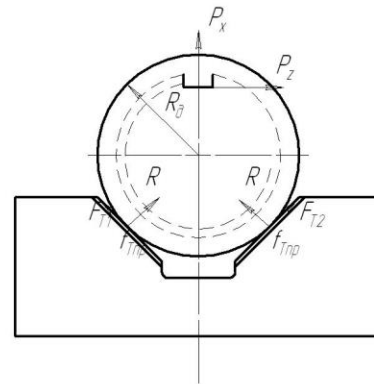
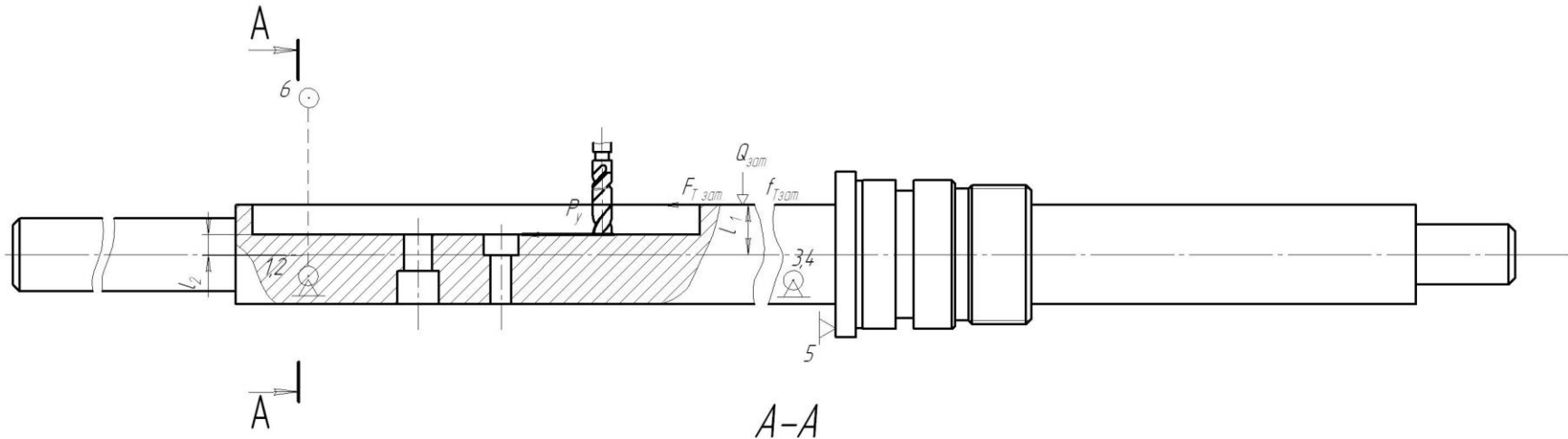
$E_{\delta 39} = T_{30} \times 0,5(1/\sin \alpha - 1) = 16 \times 0,5(1/0,707 - 1) = 3,3 \text{ мкм}$

$T_{39} = 620 \text{ мкм} > E_{\delta 39}$  ( $620 \text{ мкм} > 3,3 \text{ мкм}$ ) - точність розміру досягається.

Даний варіант схеми базування забезпечує найбільш якісне отримання розмірів оброблюваних поверхонь згідно вимог креслення



# Розрахункова схема визначення сили закріплення



$$Q_{зат.} - 2R \cos 45^\circ = 0$$

$$\Sigma F_T = f_T (Q_{зат.} + 2R)$$

Умова надійності закріплення:

$$P_y < \Sigma F_T, \text{ тобто } P_y < 0.6Q$$

зат.

$$K_{зат.} P_y = 0.6Q_{зат.1}$$

$$K_{зат.} P_z l_2 = 2R f_{Tnp} R_d + Q_{зат.} f_{Tзат.} l_1$$

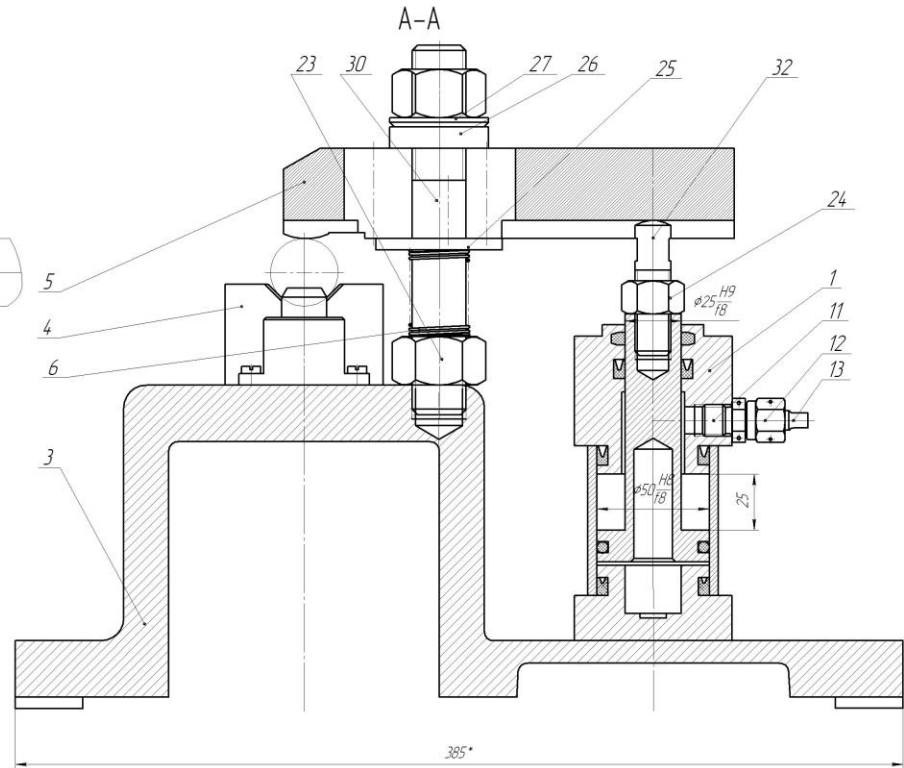
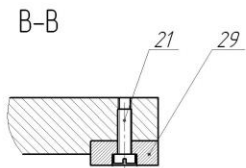
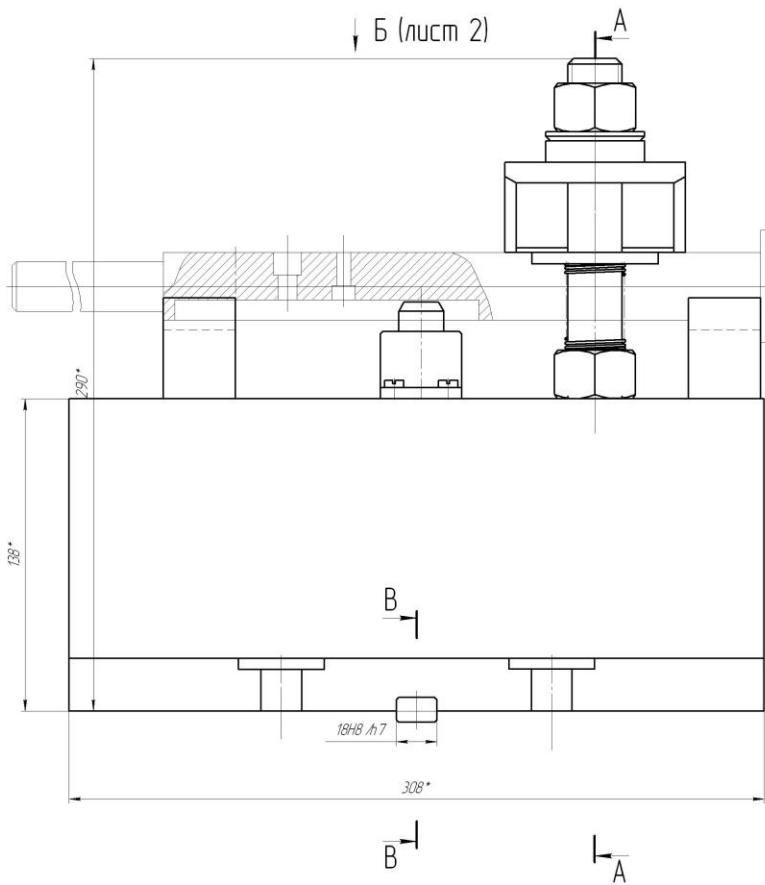
Звідки:

$$Q_{зат.1} = \frac{K_{зат.} P_y}{0.6} = \frac{2.54 \times 832}{0.6} \approx 3522 \text{ (H)}$$

$$Q_{зат.2} = \frac{K_{зат.} P_z l_2}{2 \times 0.707 \times f_{Tnp} R_d + f_{Tзат.} \times l_1} = \frac{3.74 \times 534 \times 20.5}{2 \times 0.707 \times 0.25 \times 15 + 0.25 \times 15} = \frac{63367.92}{5.3 + 3.75} = \frac{63367.92}{9.05} \approx 7001.98 \text{ (H)} \sim 7002 \text{ (H)}$$

Прийнята сила закріплення:

$$Q_{зат. np} = 7002 \text{ H}$$



Технічна характеристика

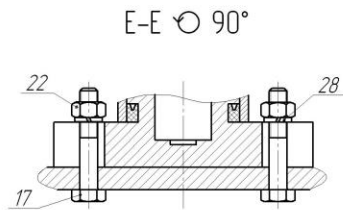
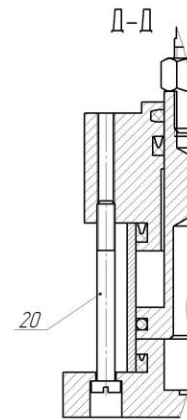
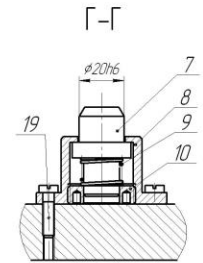
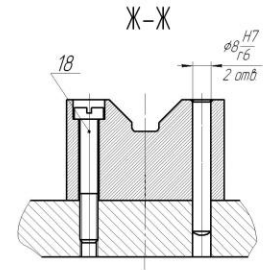
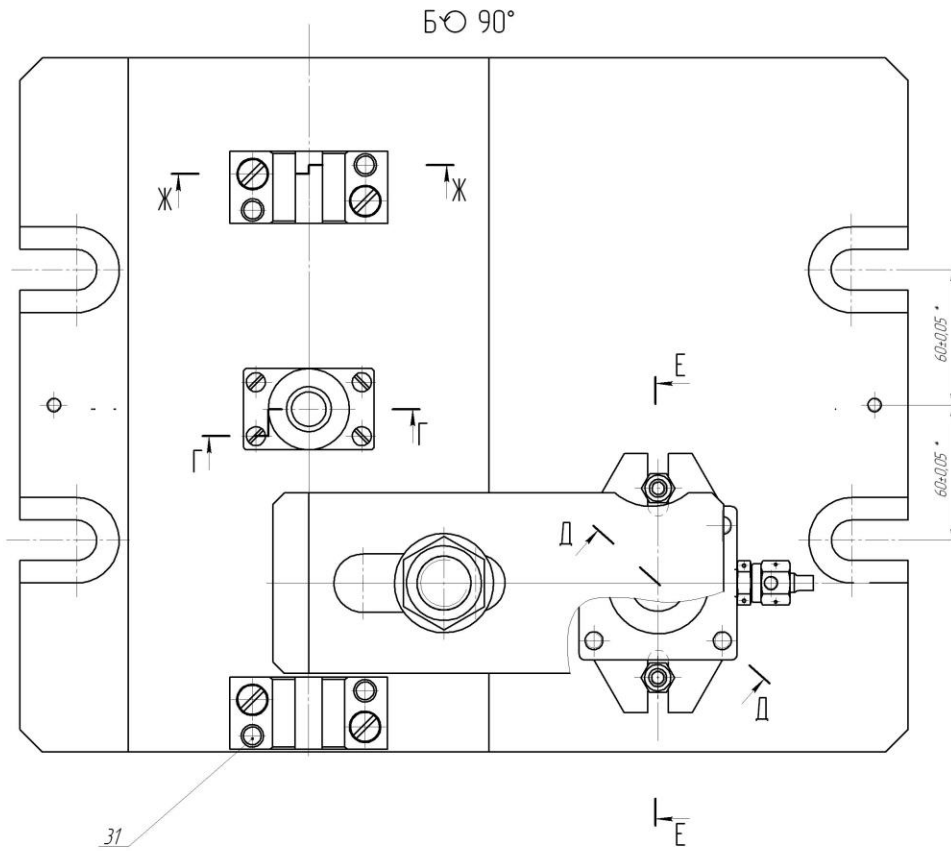
- 1. Зусилля зажиму Н Н ..... 70002
- 2. Хід штока І, мм ..... 25

Технічні вимоги

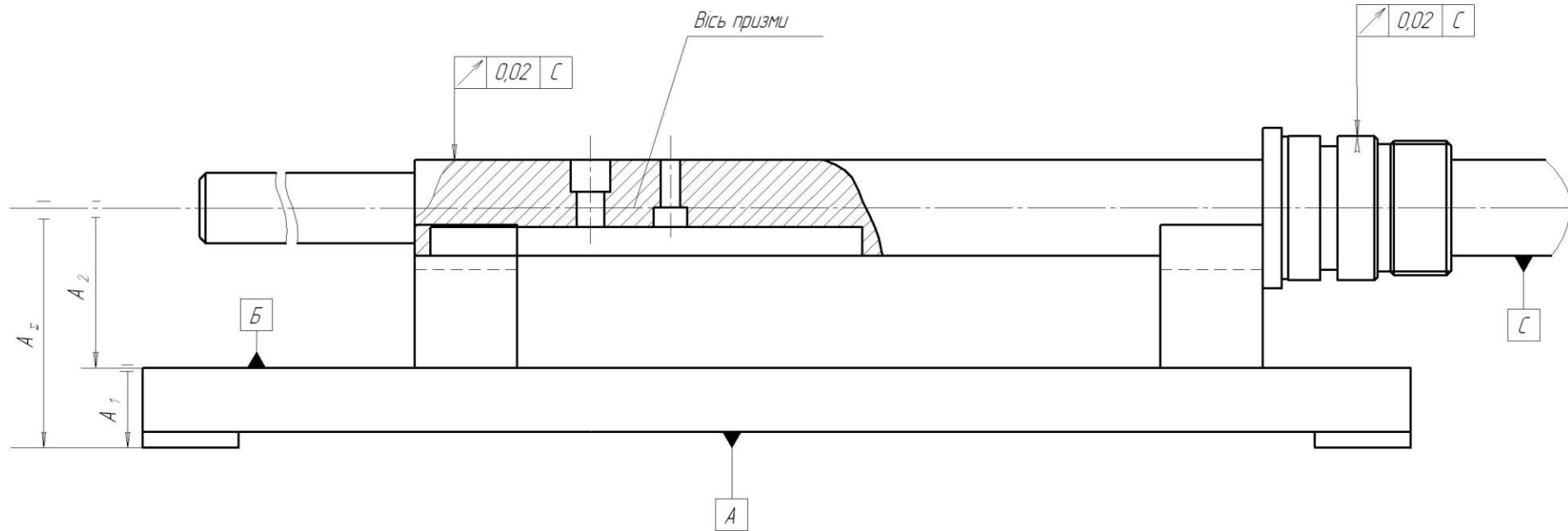
- 1. \* Розміри для довідок
- 2. Шток гідролінійера повинен рухатись плавно, без заїдань і перекосів
- 3. Точність пристосування  $E_{10} = 0,076$  мм

				08-26 ДП018.01.000 СК		
Розроб	Шкода Д	Львів	Львів	Пристосування верстатів для механічної обробки деталей на операції ДБ		
Проєкт	РП/КМ/М/С			Складальне креслення		
Лист				Лист	1	Листів 1
Начальник	Сарадин ДВ			ВНТУ		
Менеджер	Козарко ДІ			ст зр ПМ-16сп		
				Формат А1		

Листодоб



# Розмірний розрахунок пристосування на точність



Розрахункова похибка пристосування

$$E_{пр} \leq T - K_{пр} \times \sqrt{(K_{п1} \times E_{б})^2 + E_{з}^2 + E_{у}^2 + E_{и}^2 + E_{н}^2 + (K_{п2} \times W)^2} = 0,076 \text{ мм}$$

$T$  - допуск виконуємого розміру

$E_{б}$  - похибка базування

$E_{з}$  - похибка закріплення

$E_{и}$  - похибка установки

$E_{н}$  - похибка зношення

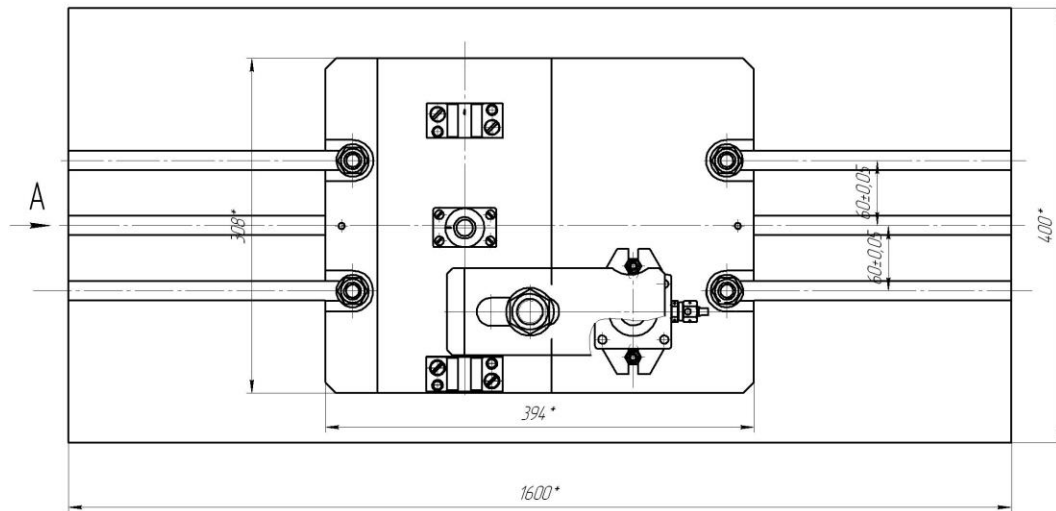
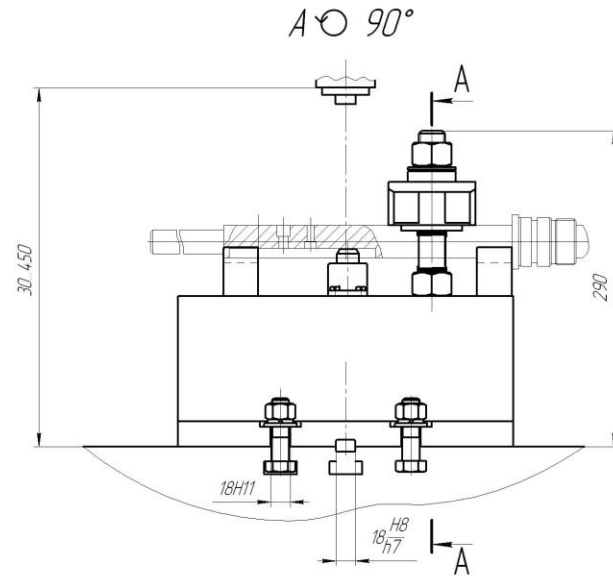
$E_{л}$  - похибка від перекосу (або зміщення) інструменту

$w$  - економічна точність при обробці

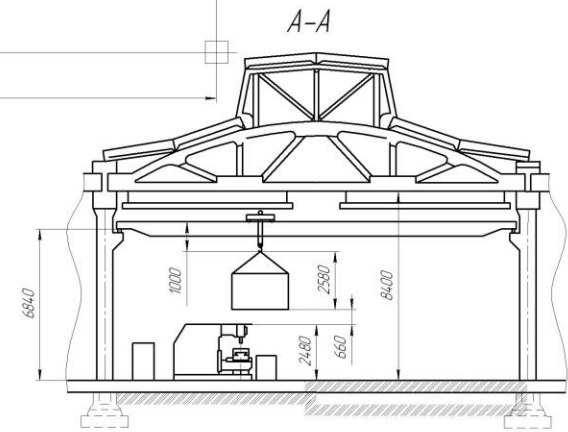
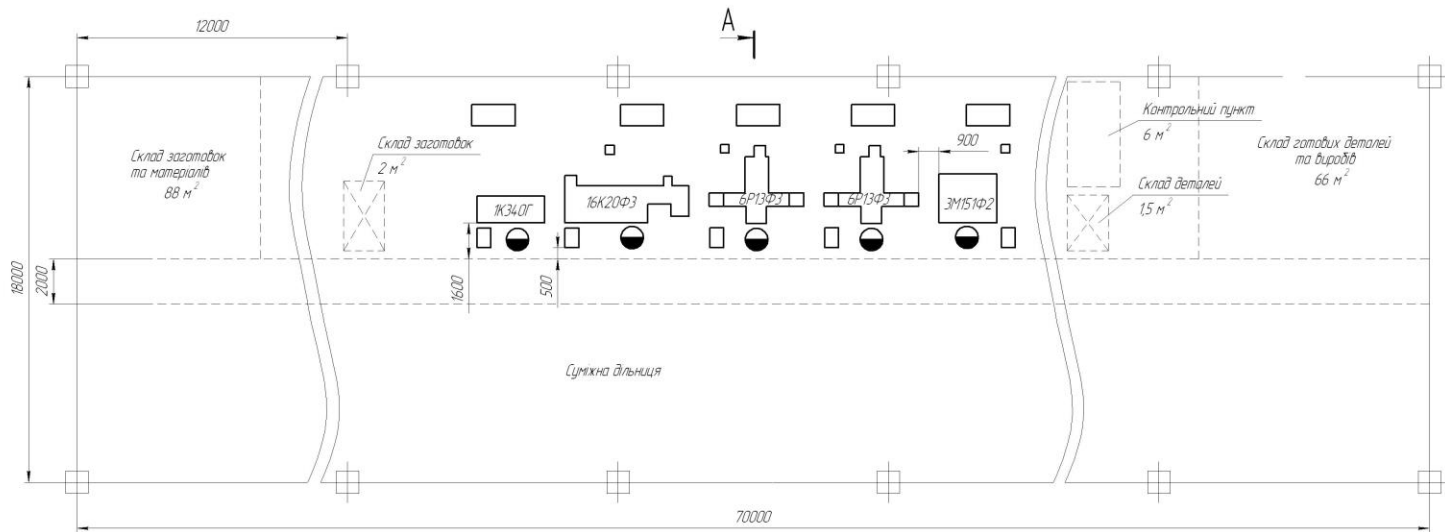
$$A_z = A_1 + A_2$$

$$0,02 = 0,01 + 0,01 \quad (\text{розміри в мм})$$

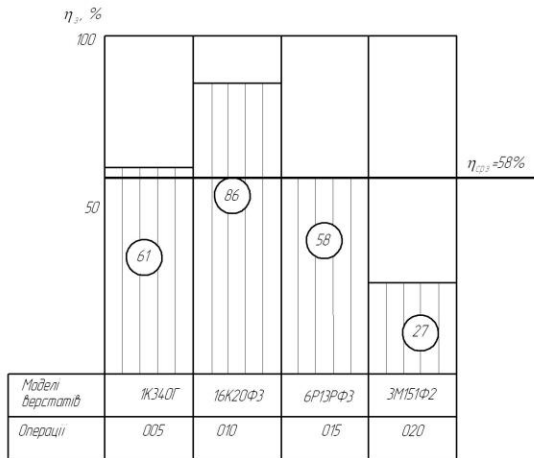
# Монтаж пристосування на верстаті



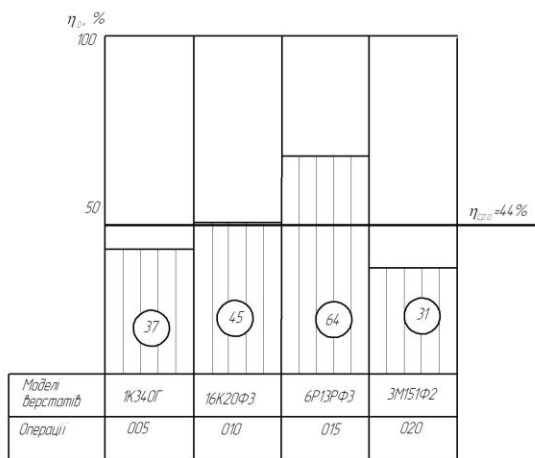
1 \*Разміри для довідок  
2 H14, h14, ±IT<sub>7</sub><sup>14</sup>



Графік завантаження обладнання



Графік використання обладнання за основним часом



1. Площа дільниці, м<sup>2</sup> загальна 125  
виробнича 125
2. Кількість працюючих чол основних робітників допоміжних 7  
ІТР 2  
службовця 1  
МДП 1
3. Кількість обладнання, шт 5
4. Транспортні засоби, шт 1  
кран мостовий G=10 т електровоз 1

08-26 ДП 018.00.800 ВЗ				Лист	Кресло	1/1
План дільниці механічної обробки				Лист	Кресло	1/1
Відомий	ІР	Відомий	Лист	Кресло	1/1	
Вироб	Швейко ІО					
Головний	Розенфельд СР					
Начальник	Бердан ОВ					
Завод	Бердан ІІ					
Копія				Ст. за ПМ-16ср		
Формат А1				Формат А1		

## Техніко-економічні показники спроектованого технологічного процесу та ділянки механічної обробки

Показники	По базовому варіанту	По розробленому технологічному процесу
Маса деталі, кг	3,117	3,117
Маса заготовки, кг	11,3	4,95
Коефіцієнт використання матеріалу заготовки	0,28	0,63
Середній розряд робітників	5	3,5
Кількість верстатів, шт.	5	5
Площа, зайнята верстатами, м <sup>2</sup>	150	125
Кількість основних робітників, чол.	10	7
Кількість працюючих на ділянці, чол.	18	13
Капітальні вкладення, грн.	-	501997,32
Собівартість деталі, грн.	268,7	204,63
Прибуток за рік, грн./рік	-	216021,5
Дисконтований дохід, грн.	-	216477,63
Внутрішня норма дохідності	-	0,2
Індекс продуктивності	-	1,43
Термін окупності капітальних вкладень, років	-	2,17

*Доповідь закінчено!*

*Дякую за увагу!*