

***Факультет машинобудування та транспорту***

***Кафедра технологій та автоматизації машинобудування***

**Пипа Олександр Васильович**

спеціальність 8.05050201 – «Технології машинобудування»

***Удосконалення верстатного пристосування  
для фрезерної операції технологічного процесу  
механічної обробки деталі «Кришка 21.70»***

Науковий керівник: к.т.н., доцент каф. ТАМ

**Петров О.В.**

Вінниця ВНТУ – 2018 року

## Мета та задачі роботи

**Метою роботи** є мінімізація величини сили закріплення деталі «Кришка 21.70» у верстаному пристосуванні під час обробки на операції фрезерування.

Для досягнення поставленої мети потрібно виконати такі завдання:

- визначити тип виробництва та провести аналіз технологічності деталі;
- вибрати спосіб отримання заготовки та розрахувати її основні розміри;
- виконати проектування послідовностей обробки поверхонь заготовки та операційного технологічного процесу виготовлення деталі;
- виконати опис вибору верстатного обладнання;
- визначити режими різання на заданій операції обробки деталі;
- провести розрахунки та проектування верстатного пристосування для закріплення деталі на технологічній операції механічної обробки;
- провести удосконалення параметрів верстатного пристосування на основі аналітичних розрахунків режимів різання та сили закріплення;
- розрахувати основні економічні показники забезпечення виготовлення деталі «Кришка 21.70»;
- розробити заходи забезпечення умов праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях під час виготовлення деталі «Кришка 21.70».

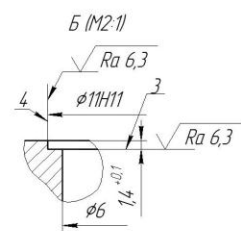
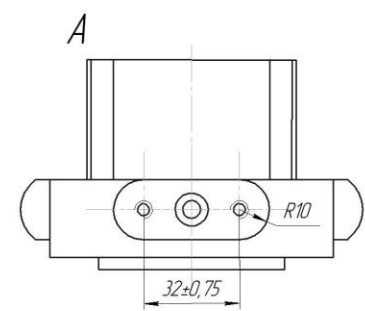
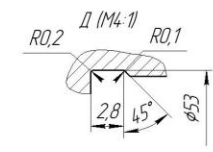
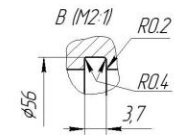
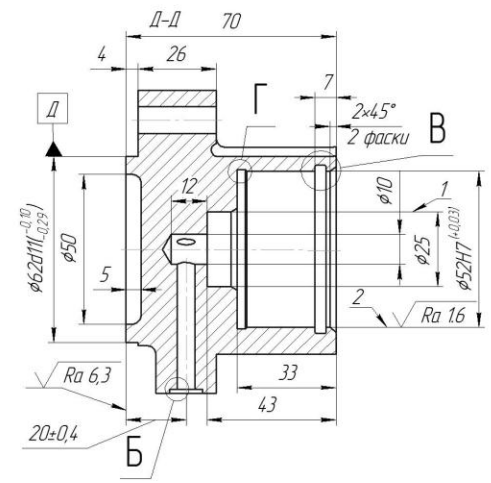
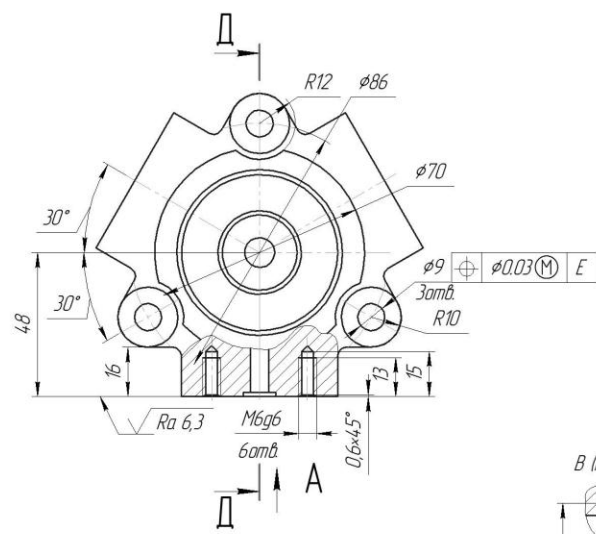
**Об'єкт дослідження** – механічна обробка різанням поверхонь деталі «Кришка 21.70».

**Предмет дослідження** – технологічний процес механічної обробки деталі «Кришка 21.70» та її закріплення у верстатному пристосуванні.

# Деталь “Кришка 21.70”

08-26.МКР.026.01.000

√ Ra 12,5 (√)



- Невказані радіуси 3..5 мм
- На поверхнях 1,2,3,4 риски, забоїни, загусенці та інші механічні пошкодження не допускаються.

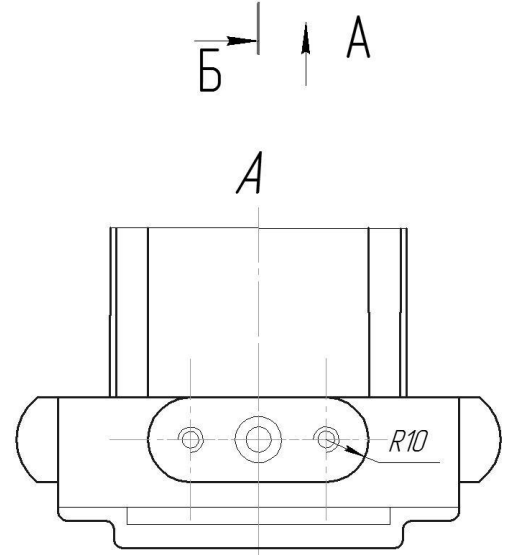
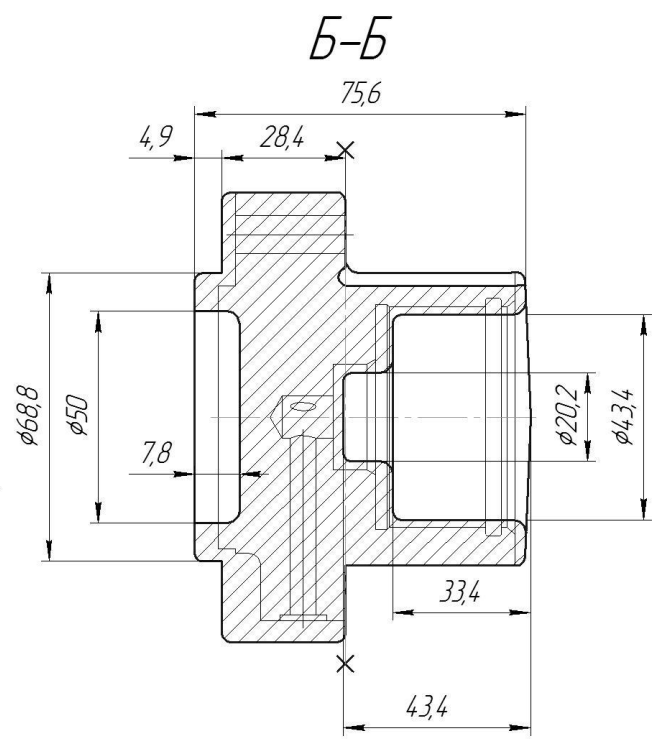
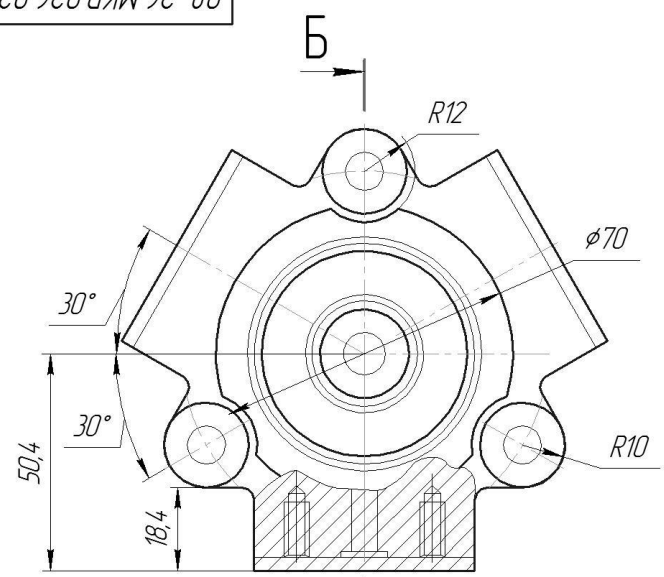
				08-26.МКР.026.01.000		
Лист	№ докум.	Підп.	Лист	Лист	Маса	Масштаб
Разроб.	Ліпа О.В.				1,8	1:1
Проб.	Петров О.В.					
Т.контр.						
Н.контр.	Сабдулак В.В.					
Змі.	Козлов Г.І.					
				Кришка 2170		
				СЧ25 ГОСТ 14.12-85		
				ВНТУ		
				зр. 11М-16М		
				Формат А2		

Лист № докум. 08-26.МКР.026.01.000  
Лист № докум. 08-26.МКР.026.01.000  
Лист № докум. 08-26.МКР.026.01.000  
Лист № докум. 08-26.МКР.026.01.000  
Лист № докум. 08-26.МКР.026.01.000

# Заготовка деталі "Кришка 21.70"

08-26.МКР.026.02.000

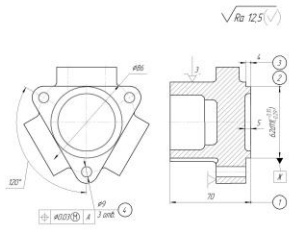
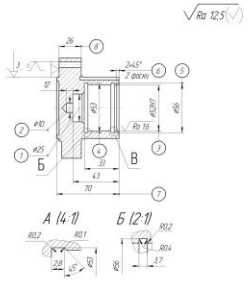
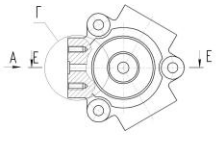
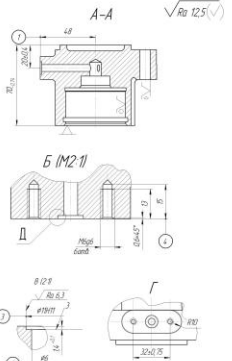
$\sqrt{Ra\ 16}$  (✓)

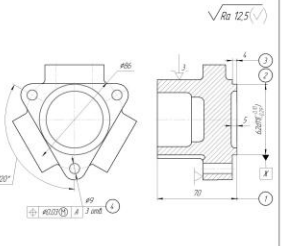
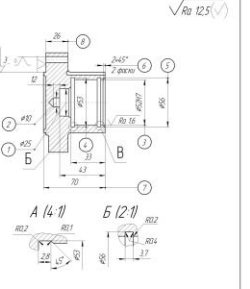
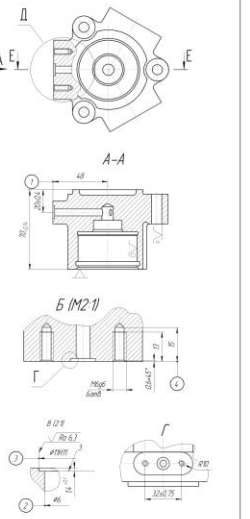


- 1.Точність вилівка 11т-7-10-11 ГОСТ 26645-85
- 2.Маса 2,19-0.29-0.1-1,8 ГОСТ 26645-85
- 3.Невказані ливарні рядіуси 2.6 мм, формувальні нахили 2 - 5°.

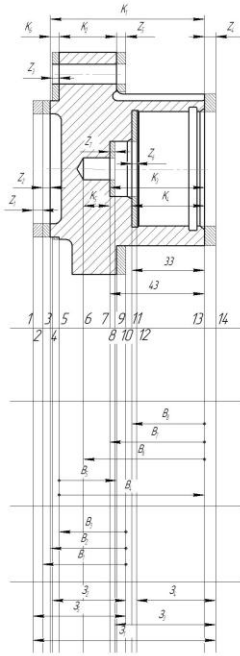
Левб. прамен.  
Справ. №  
Лист. и дата  
Взам. инв. №  
Лист. и дата  
Инв. № подл.

				08-26.МКР.026.02.000			
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Кришка 21.70 (виливок)	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Пили О.В.					2,19	1:1
Проб.	Петров О.В.				Лист	Листов	1
Т.контр.							
И.контр.	Савиляк В.В.			СЧ25 ГОСТ 1412-85	ВНТУ		
Утв.	Козлов Л.Г.				гр. 11М-16м		
				Копирвал	Формат А3		

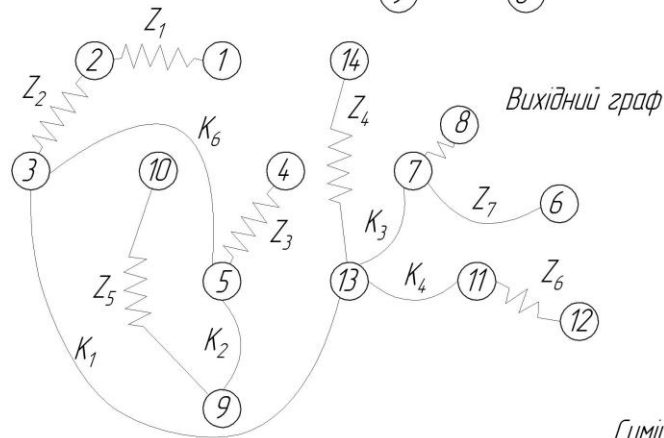
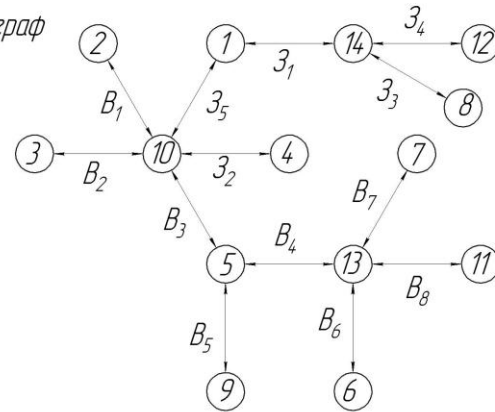
№ п/п	Назва операції: зміст переходу	Схема установки	Обладнання
005	<b>Базовий</b> 1. Встановити та закрити заготовку. 2. Точити поверхні (1), (2) попередня (3) однократно. 3. Точити поверхні (1) остаточно (2) попередня. 4. Точити поверхні (1) остаточно. 5. Центрувати 3 отвори (4). 6. Свердлити 3 отвори (4) $\varnothing 9$ мм. 7. Зняти деталь.	 <i>Неказані графічні відхилення розмір отвору Н9, валу Н9, шліх ІТ6/2</i>	<b>Базовий</b> з ЧПК ПМ-200-30
010	<b>Точарно-револьверний з ЧПК</b> 1. Встановити та закрити заготовку. 2. Розточити поверхню (1) $\varnothing 25$ мм однократно. 3. Просвердлити отвір (2) $\varnothing 10$ мм. 4. Розточити поверхню (3) попередня. 5. Розточити поверхню (3) попередня. 6. Розточити поверхню (3) остаточно в розмір $\varnothing 52Н7$ . 7. Проточити канавку (4) $\varnothing 53$ мм однократно. 8. Проточити канавку(5) $\varnothing 56$ мм однократно. 9. Підготувати тарці (7) та (8) однократно. 10. Проточити 2 фаски (6) в розмір $2 \times 45^\circ$ однократно. 11. Зняти деталь.	 <i>Неказані графічні відхилення розмір отвору Н9, валу Н9, шліх ІТ6/2</i>	<b>Точарно-револьверний з ЧПК</b> ПМ-200-40
015	<b>Горизонтально-фрезерний з ЧПК</b> 1. Встановити та закрити заготовку. 2. Фрезерувати пов. (1) однократно. Підорот стола на $120^\circ$ . 3. Фрезерувати пов. (1) однократно. Підорот стола на $120^\circ$ . 4. Фрезерувати пов. (1) однократно. 5. Центрувати 2 отвори (4) та отвір (2). Підорот стола на $120^\circ$ . 6. Центрувати 2 отвори (4) та отвір (2).		
020	Підорот стола на $120^\circ$ . 7. Центрувати 2 отвори (4) та отвір (2). 8. Свердлити отвір (2) $\varnothing 6$ мм. Підорот стола на $120^\circ$ . 9. Свердлити отвір (2) $\varnothing 6$ мм. Підорот стола на $120^\circ$ . 10. Свердлити отвір (2) $\varnothing 6$ мм. Підорот стола на $120^\circ$ . 11. Свердлити отвори (4) $\varnothing 4$ мм. Підорот стола на $120^\circ$ . 12. Свердлити отвори (4) $\varnothing 4$ мм. Підорот стола на $120^\circ$ . 13. Свердлити отвори (4) $\varnothing 4$ мм. Підорот стола на $120^\circ$ . 14. Нарізати різь в отворах (4). Підорот стола на $120^\circ$ . 15. Нарізати різь в отворах (4). Підорот стола на $120^\circ$ . 16. Нарізати різь в отворах (4). 17. Фрезерувати пов. (3) $\varnothing 11$ мм однократно. Підорот стола на $120^\circ$ . 18. Фрезерувати пов. (3) $\varnothing 11$ мм однократно. Підорот стола на $120^\circ$ . 19. Фрезерувати пов. (3) $\varnothing 11$ мм однократно. 20. Зняти деталь.	 <i>Неказані графічні відхилення розмір отвору Н9, валу Н9, шліх ІТ6/2</i>	<b>Горизонтально-фрезерний з ЧПК</b> ФЖ6045 (з плавильним столом)

№ п/п	Назва операції: зміст переходу	Схема установки	Обладнання
005	<b>Базовий</b> 1. Встановити та закрити заготовку. 2. Точити поверхні (1), (2) попередня (3) однократно. 3. Точити поверхні (1) остаточно (2) попередня. 4. Точити поверхні (1) остаточно. 5. Центрувати 3 отвори (4). 6. Свердлити 3 отвори (4) $\varnothing 9$ мм. 7. Зняти деталь.	 <i>Неказані графічні відхилення розмір отвору Н9, валу Н9, шліх ІТ6/2</i>	<b>Базовий</b> з ЧПК ПМ-200-30
010	<b>Точарно-револьверний з ЧПК</b> 1. Встановити та закрити заготовку. 2. Розточити поверхню (1) $\varnothing 25$ мм однократно. 3. Просвердлити отвір (2) $\varnothing 10$ мм. 4. Розточити поверхню (3) попередня. 5. Розточити поверхню (3) попередня. 6. Розточити поверхню (3) остаточно в розмір $\varnothing 52Н7$ . 7. Проточити канавку (4) $\varnothing 53$ мм однократно. 8. Проточити канавку(5) $\varnothing 56$ мм однократно. 9. Підготувати тарці (7) та (8) однократно. 10. Проточити 2 фаски (6) в розмір $2 \times 45^\circ$ однократно. 11. Зняти деталь.	 <i>Неказані графічні відхилення розмір отвору Н9, валу Н9, шліх ІТ6/2</i>	<b>Точарно-револьверний з ЧПК</b> ПМ-200-40
015	<b>Горизонтально-фрезерний з ЧПК</b> 1. Встановити та закрити заготовку. 2. Фрезерувати пов. (1) однократно. Підорот стола на $120^\circ$ . 3. Фрезерувати пов. (1) однократно. Підорот стола на $120^\circ$ . 4. Фрезерувати пов. (1) однократно. Підорот стола на $120^\circ$ . 5. Центрувати 2 отвори (4) та отвір (2). Підорот стола на $120^\circ$ . 6. Центрувати 2 отвори (4) та отвір (2). Підорот стола на $120^\circ$ . 7. Центрувати 2 отвори (4) та отвір (2). 8. Свердлити отвір (2) $\varnothing 6$ мм. Підорот стола на $120^\circ$ . 9. Свердлити отвір (2) $\varnothing 6$ мм. Підорот стола на $120^\circ$ . 10. Свердлити отвори (4) $\varnothing 4$ мм. Підорот стола на $120^\circ$ . 11. Свердлити отвори (4) $\varnothing 4$ мм. Підорот стола на $120^\circ$ . 12. Свердлити отвори (4) $\varnothing 4$ мм. Підорот стола на $120^\circ$ . 13. Свердлити отвори (4) $\varnothing 4$ мм. Підорот стола на $120^\circ$ . 14. Нарізати різь в отворах (4). Підорот стола на $120^\circ$ . 15. Нарізати різь в отворах (4). Підорот стола на $120^\circ$ . 16. Нарізати різь в отворах (4). 17. Фрезерувати пов. (3) $\varnothing 11$ мм однократно. Підорот стола на $120^\circ$ . 18. Фрезерувати пов. (3) $\varnothing 11$ мм однократно. Підорот стола на $120^\circ$ . 19. Фрезерувати пов. (3) $\varnothing 11$ мм однократно. 20. Зняти деталь.	 <i>Неказані графічні відхилення розмір отвору Н9, валу Н9, шліх ІТ6/2</i>	<b>Горизонтально-фрезерний з ЧПК</b> ФЖ6045 (з плавильним столом)

# Розмірний аналіз ТП



Похідний граф

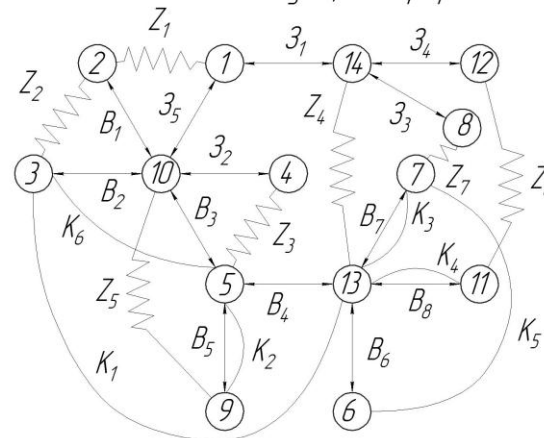


Вихідний граф

Розмірна схема технологічного процесу.

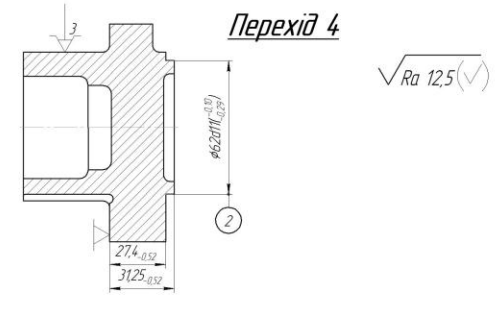
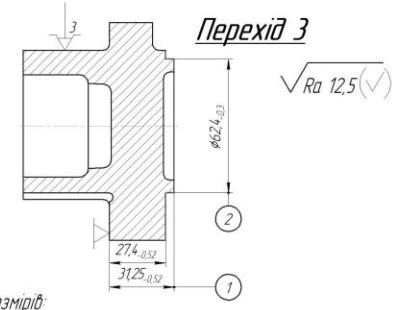
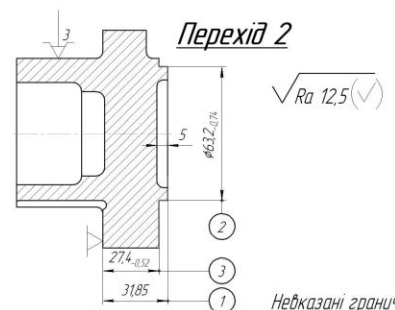
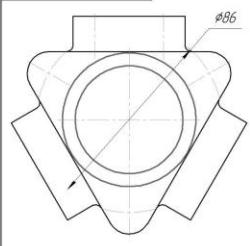
№ п/п	Розрахункові рівняння	Вихідні рівняння	Невідомий розмір
1	$B_1 + K_1 = 0$	$B_1 = K_1$	$B_1$
2	$B_2 + K_2 = 0$	$B_2 = K_2$	$B_2$
3	$B_3 + K_3 = 0$	$B_3 = K_3$	$B_3$
4	$B_4 + K_4 = 0$	$B_4 = K_4$	$B_4$
5	$B_5 + K_5 = 0$	$B_5 = K_5$	$B_5$
6	$B_6 + K_6 = 0$	$B_6 = K_6$	$B_6$
7	$31 - B_1 - Z_1 = 0$	$31 = B_1 + Z_1$	$31$
8	$32 - 31 + B_1 - B_2 + Z_2 = 0$	$32 = 31 - B_1 + B_2 - Z_2$	$32$
9	$33 - 31 + B_1 - B_3 + Z_3 = 0$	$33 = 31 - B_1 + B_3 - Z_3$	$33$

Суміщений граф

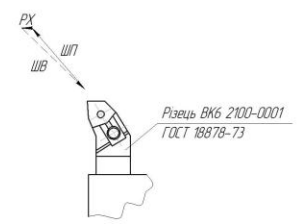
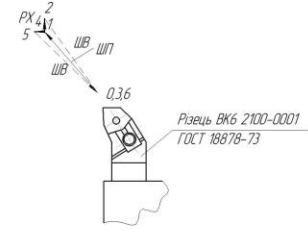
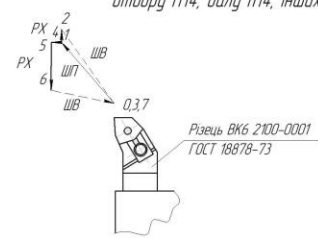


# Карта наладки на операцію 005

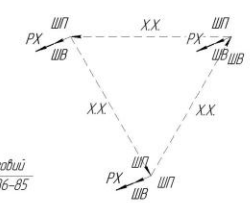
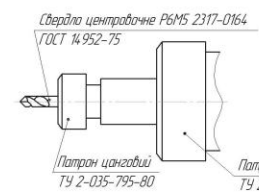
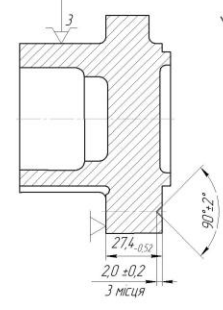
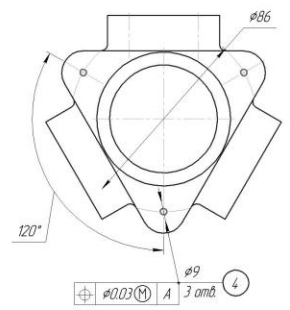
00090920ЖМ92-80



Неказані граничні відхилення розмірів отвору Н14, валу h14, інших IT14/2

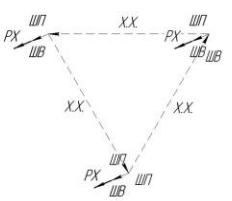
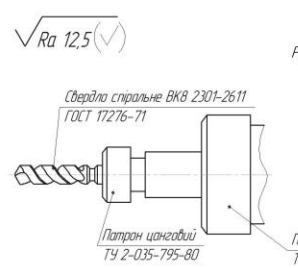
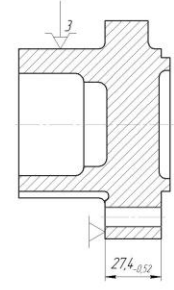
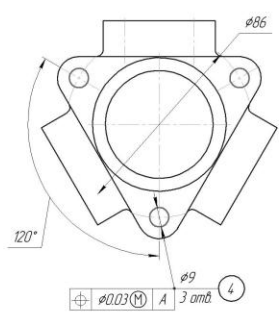


## Перехід 5



Неказані граничні відхилення розмірів отвору Н14, валу h14, інших IT14/2

## Перехід 6



Неказані граничні відхилення розмірів отвору Н14, валу h14, інших IT14/2

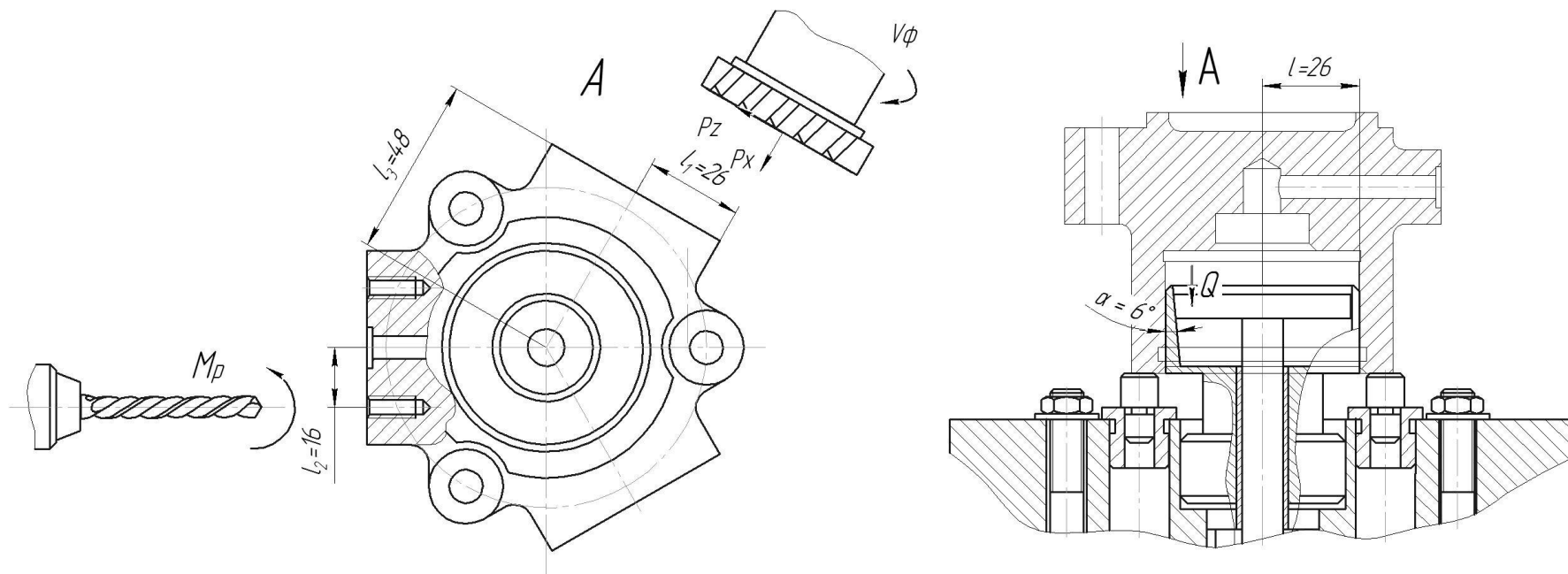
№ операції	№ операції	Встановлювальні	Вимірювальні	Висота	Діаметр	Довжина	Маса	Місцевість
6	Свердлити 3 ств. 4	0,05	4,5	24	500			
5	Центрувати 3 ств. 4	0,05	2,0	24	500			
4	Точити пов. 2 остаточно	0,5	0,21	14,7	500			
3	Точити пов. 1 остаточно та 2 попер.	0,5	1,5	186	6,30			
2	Точити пов. 1 та 2 попер., 3 однокр.	0,5	1,5	186	6,30			
№ операції	№ операції	Встановлювальні	Вимірювальні	Висота	Діаметр	Довжина	Маса	Місцевість
1	Найменування операції	174.20.41.0	Обладнання	5 мм/об	1 мм	1/16	1/16	1/16
								Режими різання

08-26.МКР.026.06.000

Карта налагодження на операцію 010				Лист 1		Листів 11	
Лист	№ операції	Висота	Діаметр	Лист	Листів	Лист	Листів
1	010	5	9	1	11	1	11
ВНТЧ, гр. 174-16м							
Формат А1							

Свердло Р6М5 2317-0164 ГОСТ 14.952-75

## Розрахункова схема визначення сили закріплення



$$M_p = M_{np};$$

$$Q = \frac{K \cdot M_p / l}{\eta \cdot (\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{np}) + \operatorname{tg} \varphi_1)}$$

$$Q = \frac{2.59 \cdot 8.08 / 0.026}{0.9 \cdot (\operatorname{tg}(6 + 11) + \operatorname{tg} 5.5)} = 2225 \text{ (H)}$$

де  $Q$  – сила на штоці циліндра;

$\eta$  – коефіцієнт корисної дії;

$\alpha$  – кут скосу клина;

$\varphi_{np}$  і  $\varphi_1$  – кути тертя;

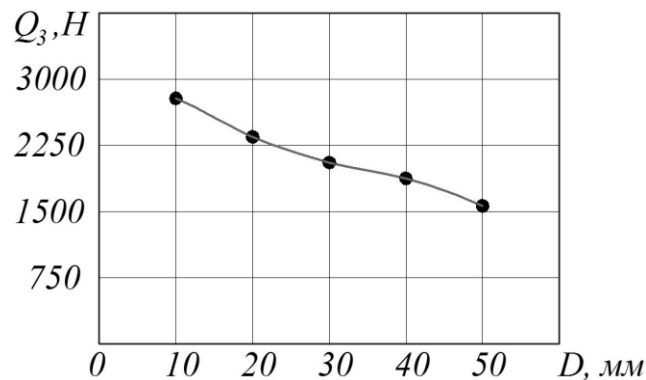
$K$  – коефіцієнт запасу.



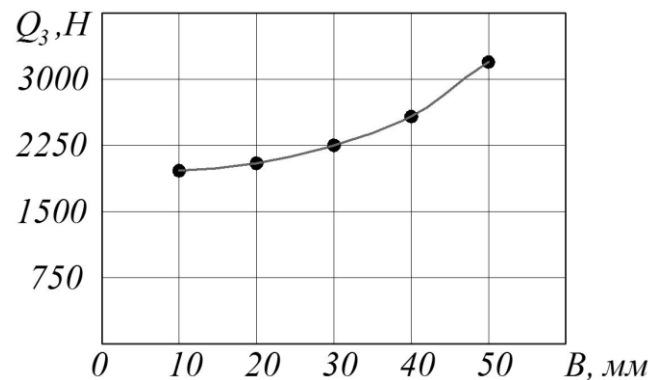
# Дослідження залежності сили закріплення від параметрів режимів різання

Діапазон досліджуваних параметрів режимів різання:

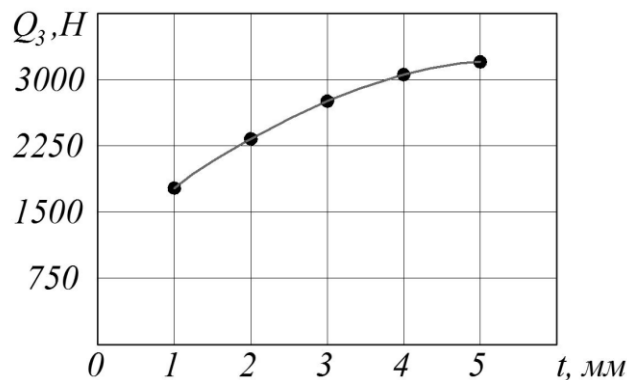
діаметра фрези  $D = 10 \dots 50$  мм; - ширина різання  $B = 10 \dots 50$  мм; глибина різання  $t = 1 \dots 5$  мм; подача  $S_z = 0,01 \dots 0,05$  мм.



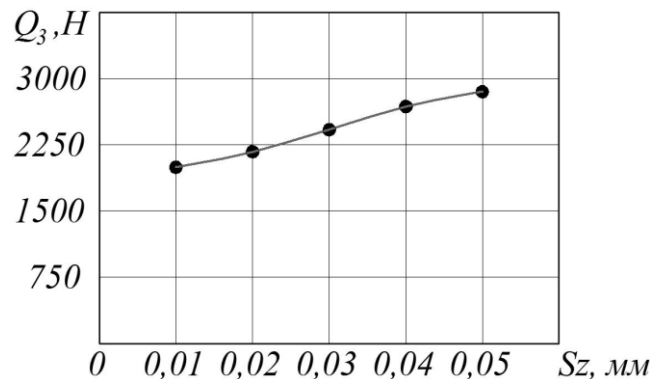
Залежність сили закріплення від ширини різання



Залежність сили закріплення від глибини різання



Залежність сили закріплення від діаметра фрези

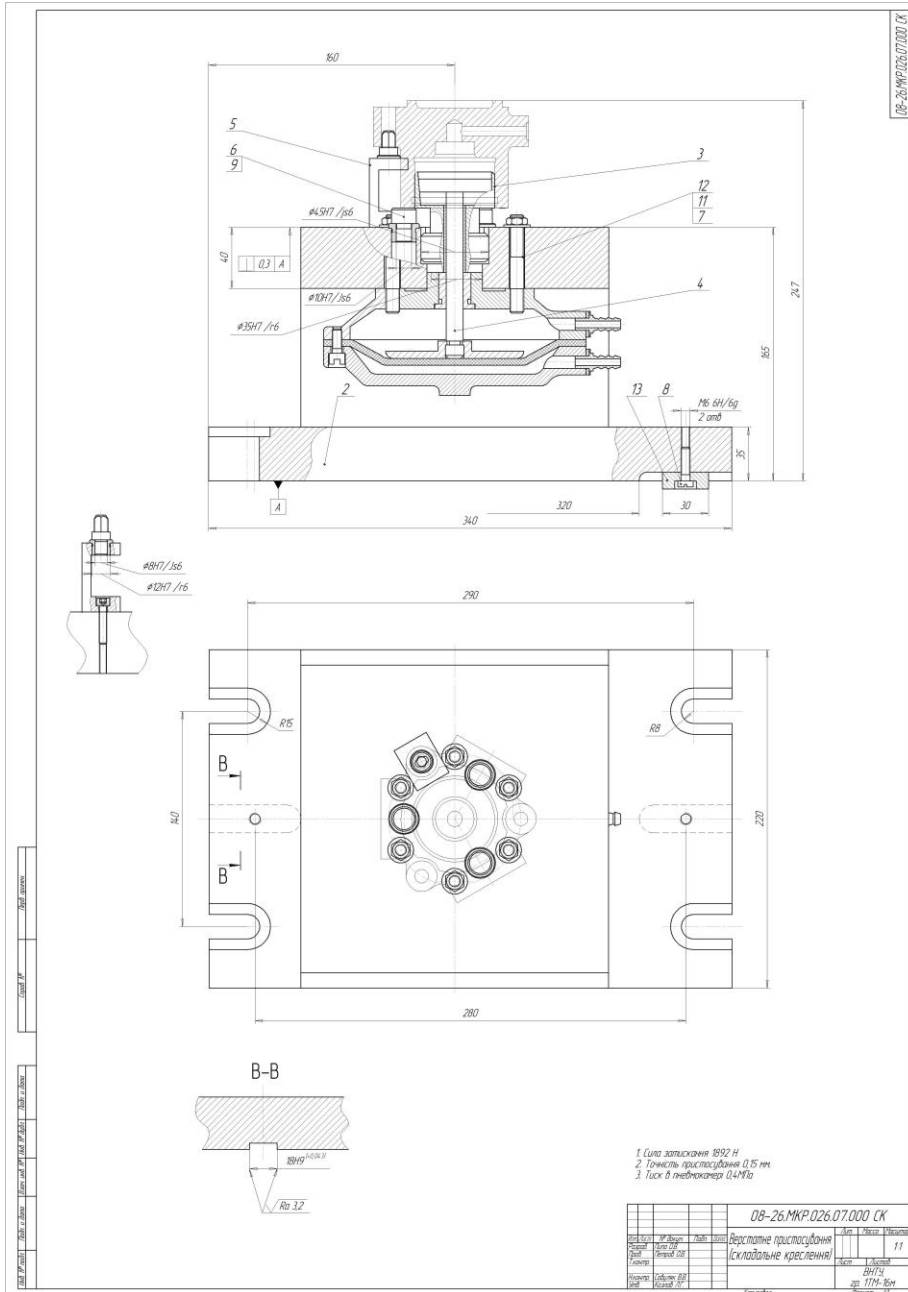


Залежність сили закріплення від подачі

Рекомендовані параметрів режимів різання:

діаметра фрези  $D = 20 \dots 50$  мм; ширина різання  $B = 10 \dots 30$  мм; глибина різання  $t = 1 \dots 2$  мм; подача  $S_z = 0,01 \dots 0,025$  мм.

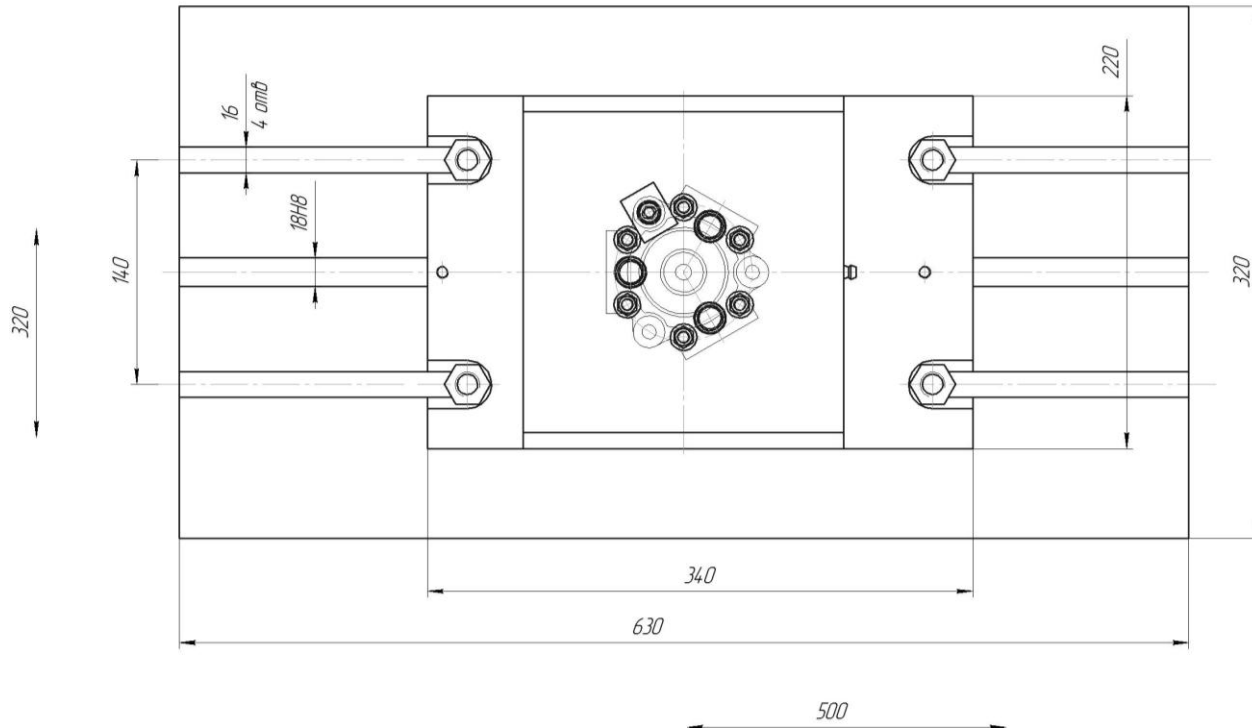
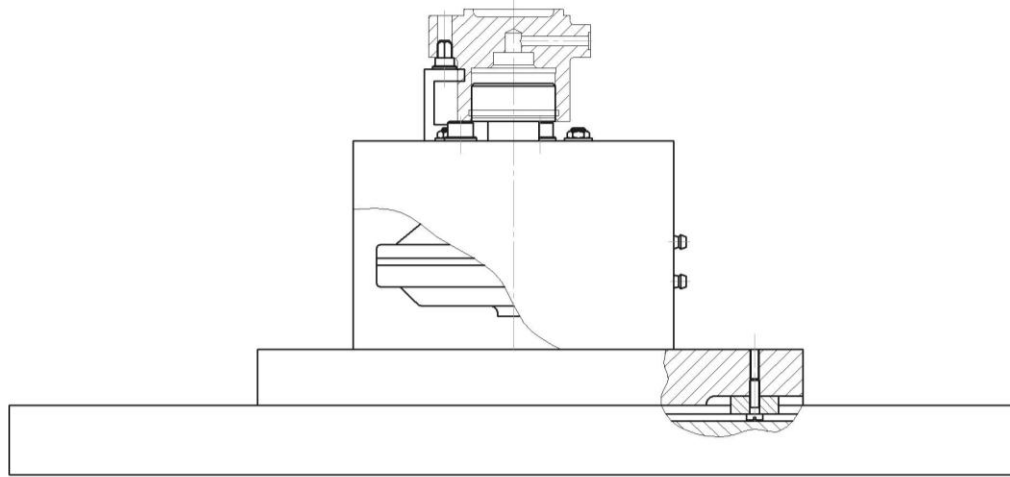
# Верстатне пристосування



Формат	Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
				Документация		
A1			08-26.МКР.026.07.000 СК	Складальне креслення		
				Складальні одиниці		
		1	08-26.МКР.026.07.100 СК	Пневмокамера	1	
				Деталі		
		2	08-26.МКР.026.07.001	Корпус	1	
		3	08-26.МКР.026.07.002	Оправка	1	
		4	08-26.МКР.026.07.003	Шток	1	
		5	08-26.МКР.026.07.004	Упор		
				Стандартні вироби		
		6		Втулка 7630-0125 ГОСТ 12214-66	4	
		7		Гайка М10х1,0ГОСТ11371-78	6	
		8		Гвинт 7000-0012 ГОСТ 17773-72*	2	
		9		Опора 7034-0266 ГОСТ 13440-68*	3	
		10		Палець зрізаний 7030-1265 ГОСТ 17775-72	1	
			<b>08-26.МКР.026.07.000</b>			
Изм./Лист	№ док-м	Подп.	Дата	Верстатне пристосування (складальне креслення) ВНТУ, гр. 1ТМ-16м Формат А4		
Разработ.	Липа О.В.					
Проб.	Петров О.В.					
Н.контр.	Сабуляк В.В.					
Утв.	Козлов Л.Г.					

Калибратор

# Монтаж верстатного пристосування на верстаті



## **Наукова новизна одержаних результатів:**

Отримав подальший розвиток метод визначення залежності сили закріплення деталі у верстаному пристосуванні від параметрів режимів різання на технологічній операції її механічної обробки, що дозволяє забезпечувати удосконалення верстатного пристосування на основі мінімізації параметрів силового приводу затискного пристрою.

## **Практичне значення одержаних результатів:**

- 1. Розроблено заготовку деталі «Кришка 21.70» та технологічний процес механічної обробки її виготовлення, який за умови програми випуску обсягом 4000 шт на рік забезпечує термін окупності вкладених коштів 2,22 років.
- 2. Розроблено алгоритм розрахунку сили закріплення деталі «Кришка 21.70» у верстатному пристосуванні, що дозволяє вибрати необхідне значення параметрів силового приводу для забезпечення закріплення деталі.
- 3. Розроблено верстатне пристосування, що забезпечує закріплення деталі «Кришка 21.70» на фрезерній операції.

## ВИСНОВКИ

Отже в результаті виконання магістерської кваліфікаційної роботи визначено деталь «Кришка 21.70» є технологічною, а тип виробництва деталі – середньо серійний. Вибрано спосіб отримання заготовки деталі «Кришка 21.70» литтям в піщано-глинисті форми. Виконано проектування послідовностей обробки поверхонь заготовки та операційного технологічного процесу виготовлення деталі з отриманням технологічних карт. Для фрезерної операції механічної обробки деталі «Кришка 21.70» виконано вибір верстатного обладнання та визначено режими різання.

Для удосконалення верстатного пристосування виконано розрахунки та проектування конструкції верстатного пристосування для закріплення деталі на фрезерній механічній обробки деталі «Кришка 21.70». Проведено удосконалення параметрів силового приводу затискного пристрої верстатного пристосування на основі визначеного алгоритму розрахунків режимів різання та сили закріплення, а також рекомендовано режими різання у діапазонах значень – діаметра фрези  $D = 20 \dots 50$  мм, ширина різання  $B = 10 \dots 30$  мм; глибина різання  $t = 1 \dots 2$  мм, подача  $S_z = 0,01 \dots 0,025$  мм, що забезпечує величину сили закріплення до 2225 Н, та дозволяє використовувати у конструкції верстатного пристосування пневмокамеру діаметром 135 мм.

В магістерській кваліфікаційній роботі розраховані основні економічні показники забезпечення виготовлення деталі «Кришка 21.70», що дозволило забезпечити економічний ефект від реалізації вкладених інвестиції з періодом окупності 2,22 років. Розроблено заходи забезпечення умов праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях під час виготовлення деталі «Кришка 21.70».