

***Факультет машинобудування та транспорту***

***Кафедра технологій та автоматизації машинобудування***

Гарбуз Євгеній Сергійович

спеціальність 131 – «Прикладна механіка»

***Удосконалення верстатного пристосування  
для фрезерної операції технологічного процесу  
механічної обробки деталі «Кришка 59.48»***

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

Буренніков Юрій Анатолійович

Вінниця ВНТУ – 2018 року

## Мета та задачі роботи

**Метою роботи** є мінімізація величини сили закріплення деталі «Кришка 59.48» 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 59.48»;
- розробити заходи забезпечення умов праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях під час виготовлення деталі «Кришка 59.48».

**Об'єкт дослідження** – механічна обробка різанням поверхонь деталі «Кришка 59.48».

**Предмет дослідження** – технологічний процес механічної обробки деталі «Кришка 59.48» та її закріплення у верстатному пристосуванні.

# Деталь "Корпус 59.48"

08-26.МКР.02.001.001

Перв. примен.

Справ. №

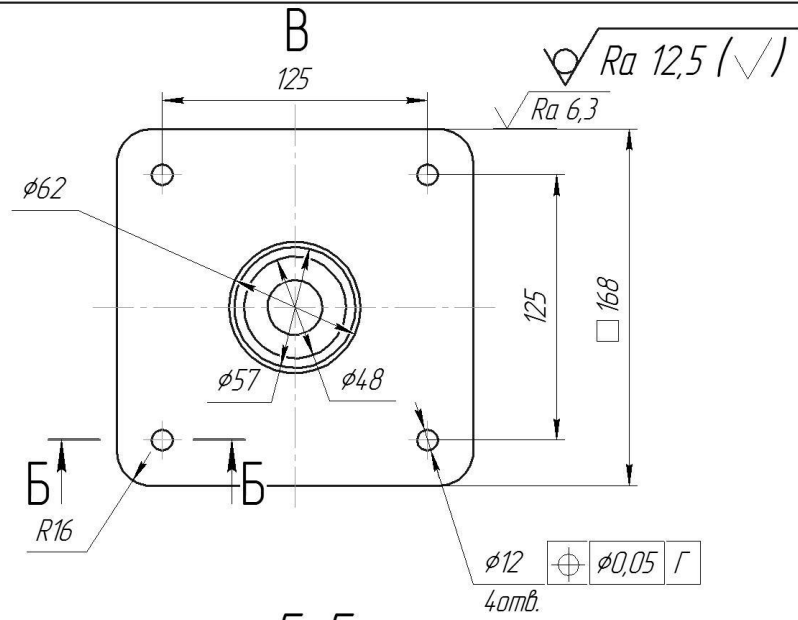
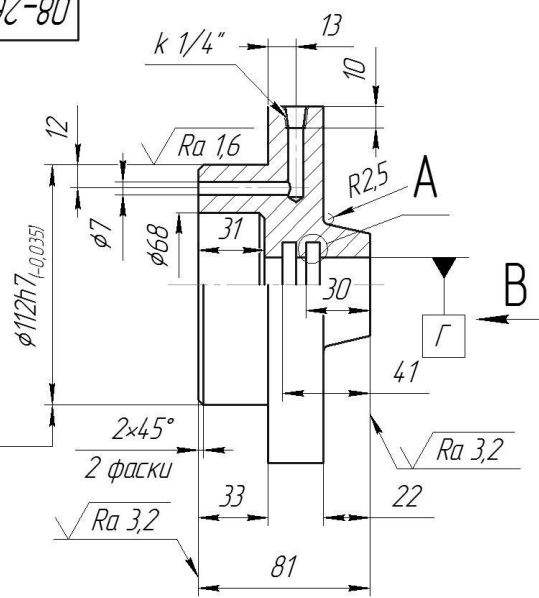
Лист и дата

Взам. инв. №

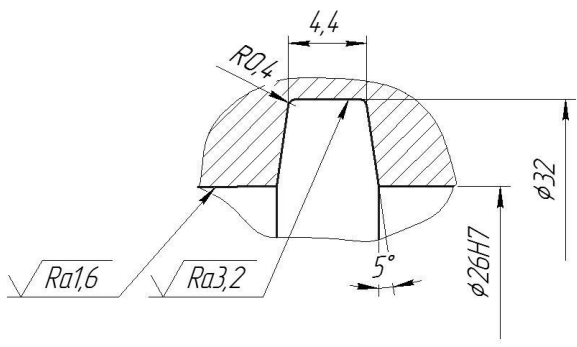
Инв. №

Лист и дата

Инв. №



A(4:1)



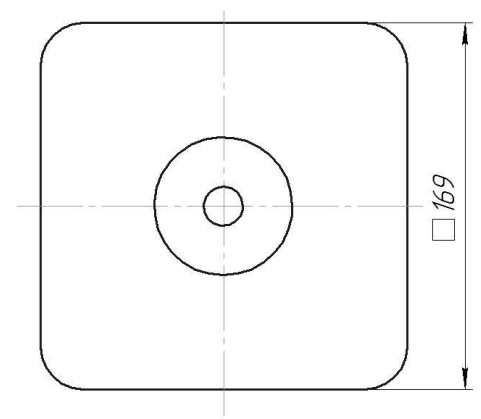
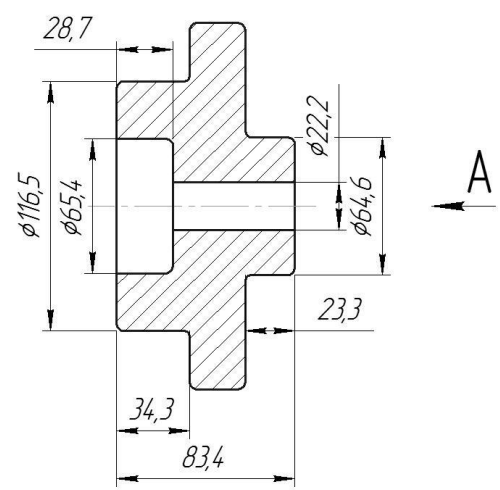
- Невказані граничні відхилення розмірів Н14; н14;  $\pm T14/2$
- Невказані радіуси 2...3мм
- \*Розмір для довідок

				08-26.МКР.02.001.001			
Изм./Лист	№ док.им.	Подп.	Дата	Кришка 59.48	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Гардиз Е.С.					6,7	1:1
Проб.	Буренников Ю.А.				Лист	Листов	1
Г.контр.					СЧ15 ГОСТ 14 12-79		
Н.контр.	Савчуляк В.В.				ВНТУ		
Утв.	Козлов Л.Г.				гр. 1ПМ-16м		
				Копировал	Формат А3		

# Заготовка деталі "Кришка 59.48"

08-26.МКР.02.002.000

✓ Ra 50 (✓)



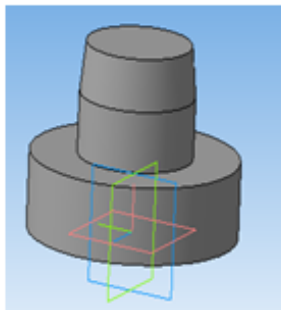
1. Точність вилівка 10 - 6 - 15 - 10 Зм 1,8 ГОСТ 26645-85
2. Маса 6,7 - 0,4 - 1,0 - 7,7 ГОСТ 26645-85
3. Не вказані радіуси 3.4 мм
4. Формувальні нахили 3°03' ГОСТ 26645-85

Перв. примеч.
Строч. №
Подп. и дата
Инд. № дроб.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инд. № подл.

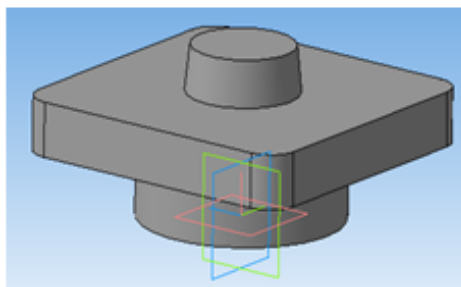
				08-26.МКР.02.002.000			
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Кришка 59.48 (вилівок)	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Гарбуз Е.С.					7,7	1:2
Проб.	Биреняков Ю.А.				Лист	Листов	1
Т.контр.				СЧ 15 ГОСТ 14.12-85	ВНТУ гр. ІПМ-13сп		
И.контр.	Савуляк В.В.			Копировал	Формат А3		
Утв.	Козлов Л.Г.						

## Тривимірна модель деталі «Кришка 59.48»

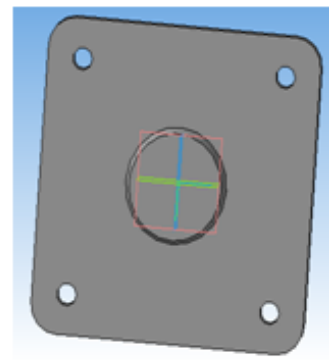
Крок 1. Побудова основи тривимірної моделі



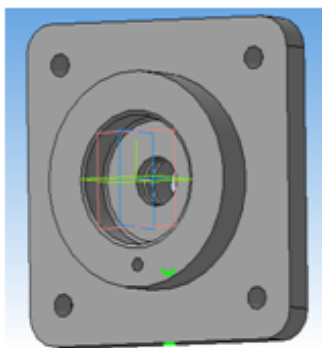
Крок 2. Операція видавлювання на 168 мм



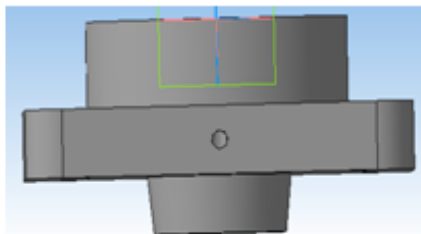
Крок 3. видавлювання 4-х наскрізних отворів



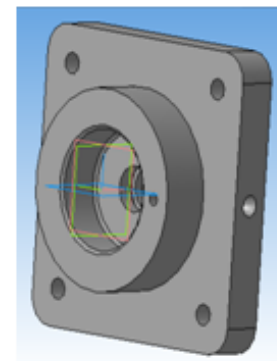
Крок 4. видавлювання ступінчастого наскрізного отвору



Крок 5. видавлювання отвору для подачі стиснутого повітря



Крок 6. Загальний вид тривимірної моделі деталі «Кришка 59.48»

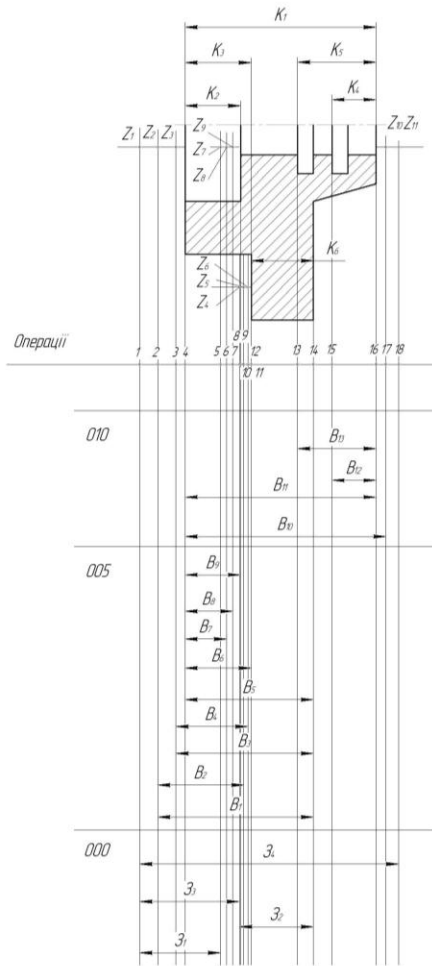


№ операції	Назва операції та зміст переходів	Операційний ескіз	Обладнання
005	<p><u>Комбінована з ЧПК</u></p> <p>1. Точити торець 1, поверхню 2 і торець 3 попередньо згідно ескізу.                  2. Точити поверхню 5 та торець 7 попередньо згідно ескізу.                  3. Розточити поверхню 8 попередньо у розмір <math>\phi 25</math>.                  4. Точити канавку 10 згідно з ескізом.                  5. Центрувати отвір 9 і 4 отвори 11.                  6. Свердлити отвір 9 згідно з ескізом.                  7. Свердлити 4 отвори 11 згідно з ескізом.                  8. Точити торець 1, поверхню 2 і торець 3 попередньо, фаску 6 остаточно згідно з ескізом.                  9. Точити поверхню 5, торець 7 і фаску 6 остаточно згідно з ескізом.                  10. Розвертати поверхню 8 однократно у розмір <math>\phi 26</math>.</p>		160НТ
010	<p><u>Вертикально-свердлильна з ЧПК</u></p> <p>1. Фрезерувати поверхню 1 однократно відповідно до ескізу.                  2. Цекувати 4 отвори 2 згідно з ескізом.</p>		2P135Ф2
015	<p><u>Вертикально-свердлильна з ЧПК</u></p> <p>1. Центрувати отв. 2 згідно з ескізом.                  2. Свердлити отв. 2 згідно з ескізом.                  3. Нарізати різь на отв. 2 відповідно до ескізу.</p>		2P135Ф2

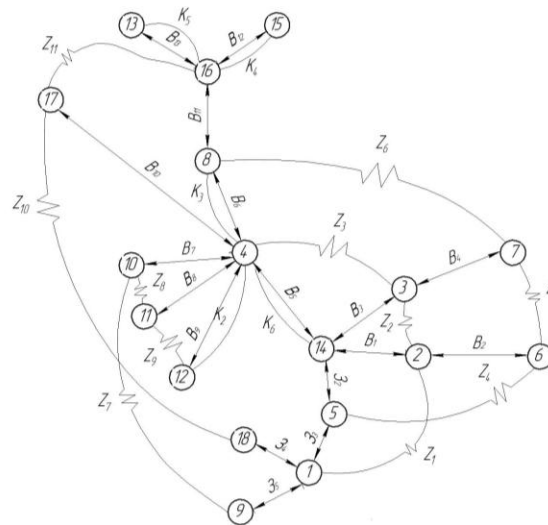
№ операції	Назва операції та зміст переходів	Операційний ескіз	Обладнання
005	<p><u>Токарна з ЧПК</u></p> <p>1. Точити поверхню 2 і торець 1 попередньо, попередньо.                  2. Точити поверхню 2 і торець 1 остаточно.                  3. Точити торець 4 однократно і зняти фаску 3                  4. Розточувати поверхню 5 і торець 7 остаточно, зняти фаску 3                  5. Розточувати поверхню 8 попередньо, попередньо.                  6. Розточувати поверхню 8 остаточно.</p>		16K20Ф3
010	<p><u>Токарна з ЧПК</u></p> <p>1. Підрізати торець 1 однократно.                  2. Точити поверхню 2 остаточно.                  3. Підрізати торець 3 однократно.                  4. Точити канавку 4 однократно.</p>		16K20Ф3
015	<p><u>Свердлильно-фрезерна з ЧПК</u></p> <p>1. Фрезерувати поверхню 1.                  2. Центрувати отв. 2.                  3. Свердлити отв. 2.                  4. Нарізати різь.</p>		2348АМФ2
020	<p><u>Свердлильна з ЧПК</u></p> <p>1. Центрувати отв. 1.                  3. Свердлити отв. 1.                  4. Центрувати 4 отв. 2.                  5. Свердлити 4 отв. 2.</p>		2Н135Ф2



# Розмірний аналіз ТП

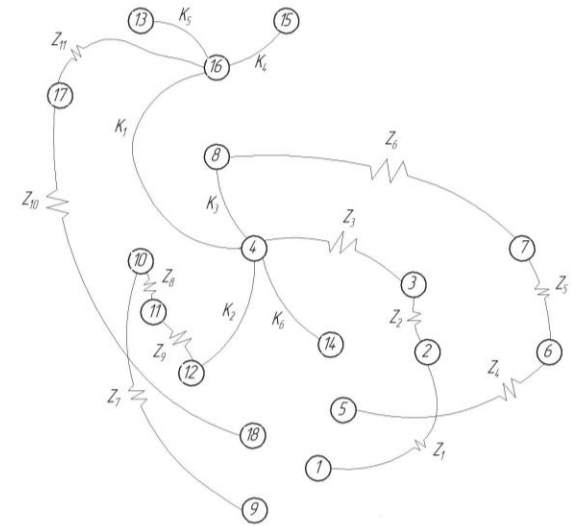


Розмірна схема технологічного процесу.

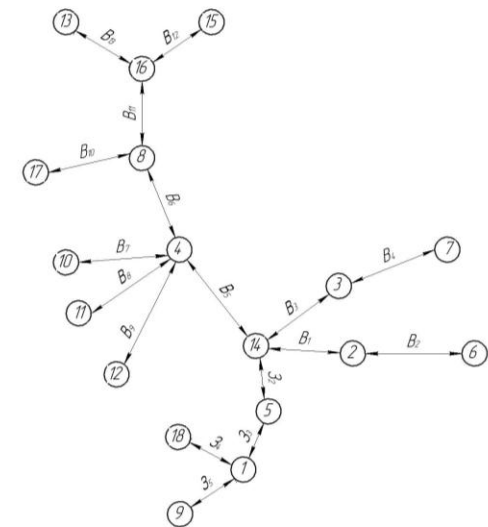


Суміщений граф

№ рівняння	Розрахункове рівняння	Вихідне рівняння	Розмір, що визначається
1	$-K_1 + B_{12} = 0$	$K_4 = B_{12}$	$B_{12}$
2	$-K_2 + B_{13} = 0$	$K_5 = B_{13}$	$B_{13}$
3	$-K_3 + B_6 = 0$	$K_5 = B_6$	$B_6$
4	$-K_4 + B_9 = 0$	$K_5 = B_9$	$B_9$
5	$-K_1 + B_{11} = 0$	$K_1 = B_{11}$	$B_{11}$
6	$B_5 - B_6 - K_6 = 0$	$B_5 = B_6 + K_6$	$B_5$
7	$-Z_{11} + B_{10} - B_{11} = 0$	$Z_{11} = B_{10} - B_{11}$	$B_{10}$
8	$-Z_9 + B_9 - B_8 = 0$	$Z_9 = B_9 - B_8$	$B_8$
9	$-Z_8 + B_8 - B_7 = 0$	$Z_8 = B_8 - B_7$	$B_7$
10	$-Z_3 + B_3 - B_2 = 0$	$Z_3 = B_3 - B_2$	$B_3$
11	$-Z_2 + B_1 - B_3 = 0$	$Z_2 = B_1 - B_3$	$B_1$
12	$-Z_6 - B_4 + B_5 - B_2 + B_3 = 0$	$Z_6 = B_5 - B_4 + B_3 - B_2$	$B_4$
13	$-Z_5 + B_1 - B_2 - B_3 + B_4 = 0$	$Z_5 = B_1 - B_2 - B_3 + B_4$	$B_2$
14	$-Z_4 + B_2 - B_1 + 3_2 = 0$	$Z_4 = B_2 - B_1 + 3_2$	$3_2$
15	$-Z_1 + 3_1 - B_1 + 3_3 = 0$	$Z_1 = 3_1 - B_1 + 3_3$	$3_1$
16	$3_2 + 3_1 - B_1 + B_2 - Z_7 = 0$	$Z_7 = 3_2 + 3_1 - B_1 + B_2$	$3_1$
17	$-Z_{10} - B_{10} + B_5 - 3_3 + 3_4 = 0$	$Z_{10} = 3_1 - B_{10} + B_5 - 3_3$	$3_4$



Вихідний граф



Похідний граф



# Алгоритм розрахунку сили закріплення та параметрів приводу пристосування

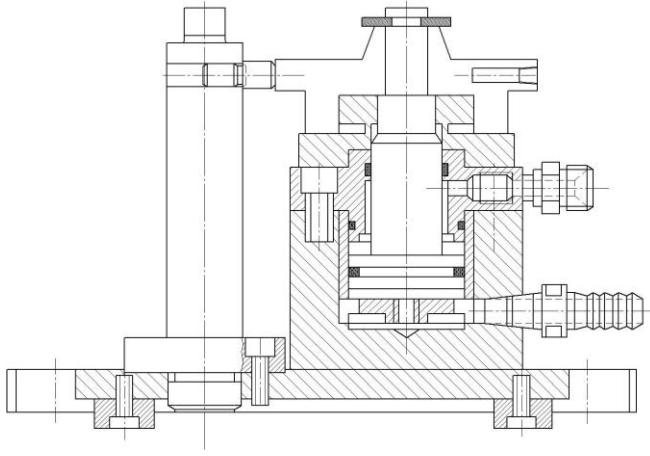


Схема закріплення деталі «Кришка 59.48»

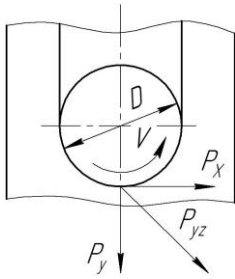
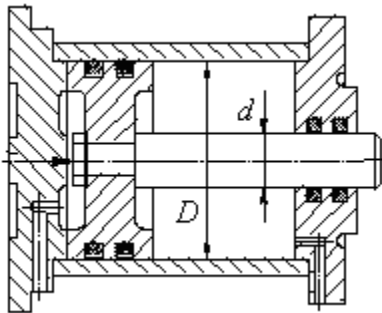


Схема різання



Сила різання:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \text{ Kmp}$$

Коефіцієнти:

$C_p = 30$ ;  $x = 0,95$ ;  $u = 1,1$ ;  $y = 0,8$ ;  $w = 0,1$ ;  
 $q = 1,1$ ,  $Kmp = 0,87$ .

$$P_y = P_z \cdot 0,4, (H) \quad P_x = P_z \cdot 0,55, (H)$$

Сила закріплення:

$$Q_3 = \frac{k \cdot P_x - k \cdot P_y}{2 \cdot f}; (H) \quad P_B = Q_3$$

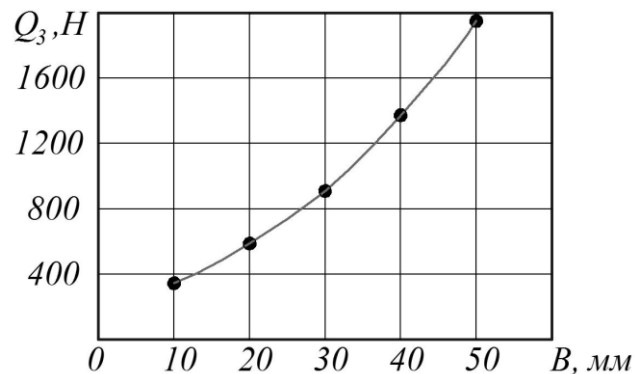
Розрахунок діаметра  
пневмоциліндра

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot P_B}{\pi \cdot p \cdot \eta}}; (мм)$$

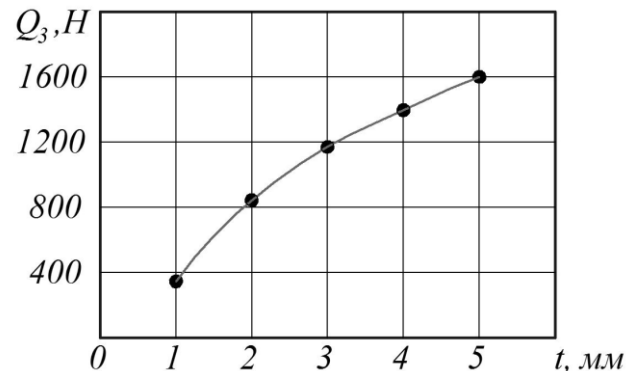
# Дослідження залежності сили закріплення від параметрів режимів різання

Діапазон досліджуваних параметрів режимів різання:

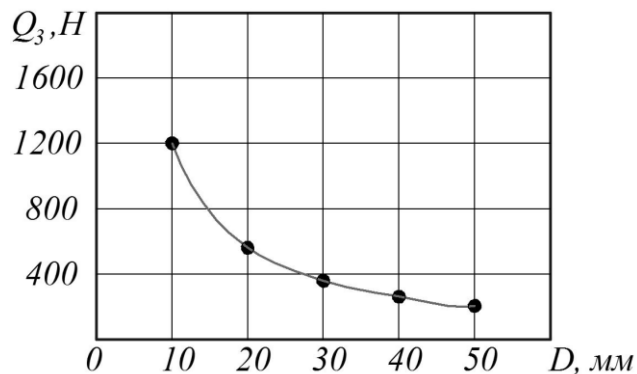
діаметра фрези  $D = 10 \dots 50$  мм; - ширина різання  $B = 10 \dots 50$  мм; глибина різання  $t = 1 \dots 5$  мм; подача  $S_z = 0,01 \dots 0,05$  мм.



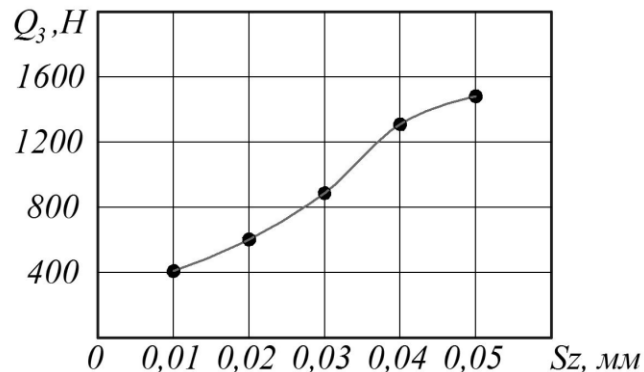
Залежність сили закріплення від ширини різання



Залежність сили закріплення від глибини різання



Залежність сили закріплення від діаметра фрези



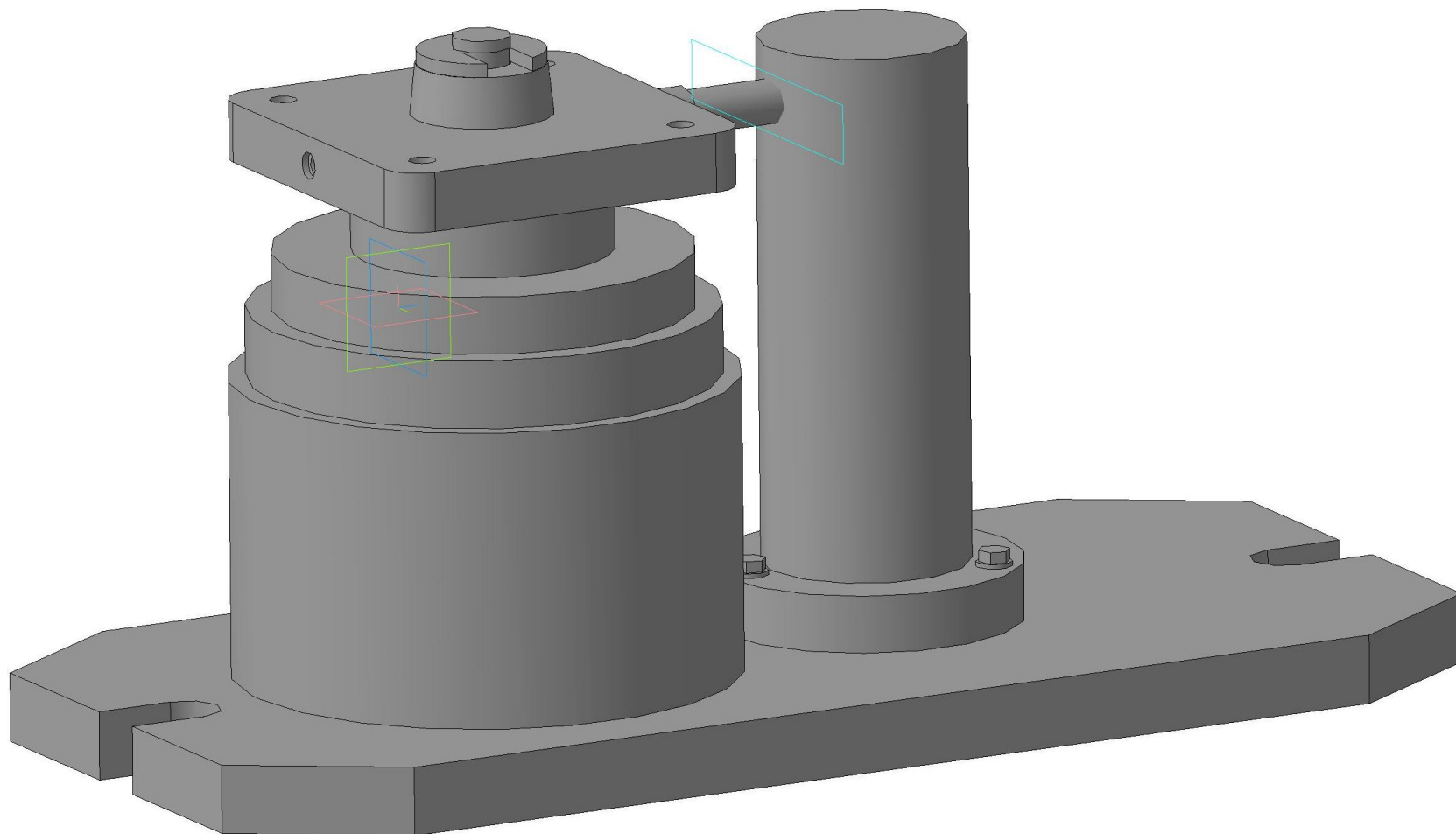
Залежність сили закріплення від подачі

Рекомендовані параметрів режимів різання:

діаметра фрези  $D = 20 \dots 50$  мм; ширина різання  $B = 10 \dots 30$  мм; глибина різання  $t = 1 \dots 2,5$  мм; подача  $S_z = 0,01 \dots 0,03$  мм.



# Тривимірна модель верстатного пристосування



## **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 59.48» та технологічний процес механічної обробки її виготовлення, який за умови програми випуску обсягом 4600 шт на рік забезпечує термін окупності вкладених коштів до 4-х років.

2. Розроблено алгоритм розрахунку сили закріплення деталі «Кришка 59.48» у верстатному пристосуванні, що дозволяє вибрати необхідне значення параметрів силового приводу для забезпечення закріплення деталі.

3. Розроблено верстатне пристосування, що забезпечує закріплення деталі «Кришка 59.48» на фрезерній операції.

## ВИСНОВКИ

В результаті виконання магістерської кваліфікаційної роботи визначено деталь «Кришка 59.48» є технологічною, а тип виробництва деталі - середньосерійний. На основі розрахованих техніко-економічних показників способів отримання заготовки деталі «Кришка 59.48» визначення, що найраціональнішим є спосіб лиття 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 59.48» 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 59.48». Проведено удосконалення параметрів силового приводу затискного пристрою верстатного пристосування на основі визначеного алгоритму розрахунків режимів різання та сили закріплення.

В магістерській кваліфікаційній роботі розраховані основні економічні показники забезпечення виготовлення деталі «Кришка 59.48», що дозволило забезпечити економічний ефект від реалізації вкладених інвестиції з періодом окупності 3,16 років. Розроблено заходи забезпечення умов праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях під час виготовлення деталі «Кришка 59.48».