

***Факультет машинобудування та транспорту***

***Кафедра технологій та автоматизації машинобудування***

**Бондар Олександр Віталійович**

спеціальність 131 – «Прикладна механіка»

***Удосконалення верстатного пристосування для  
вертикально-свердлильної операції технологічного  
процесу механічної обробки деталі «Корпус 62.19»***

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

**Петров О.В.**

Вінниця ВНТУ – 2019 року

## Мета та задачі роботи

**Метою роботи** є мінімізація величини сили закріплення деталі «Корпус 62.19» 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 «Корпус 62.19»;
- розробити заходи забезпечення умов праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях під час виготовлення деталі «Корпус 62.19».

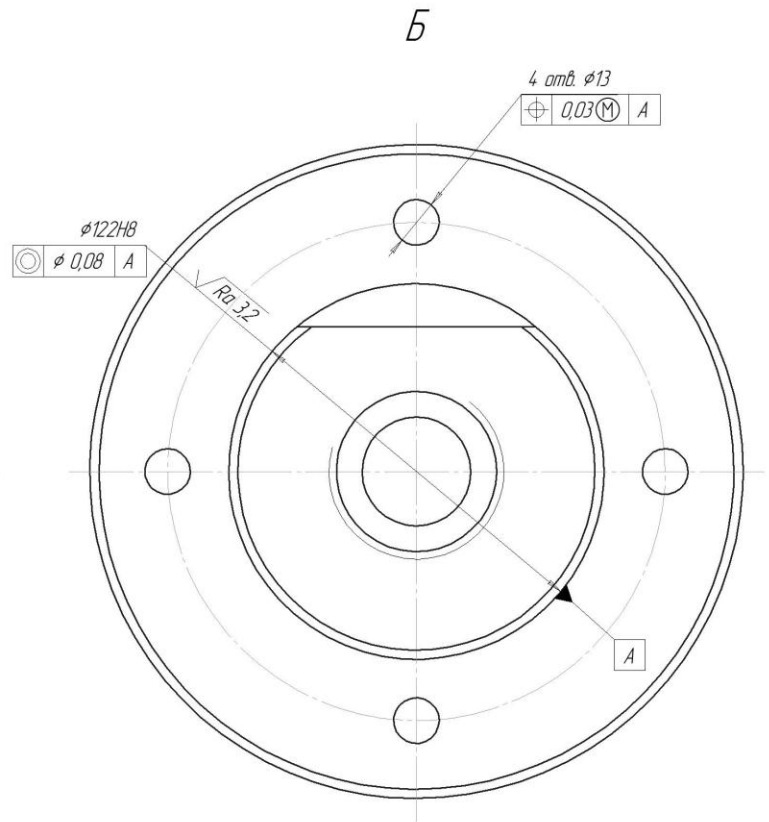
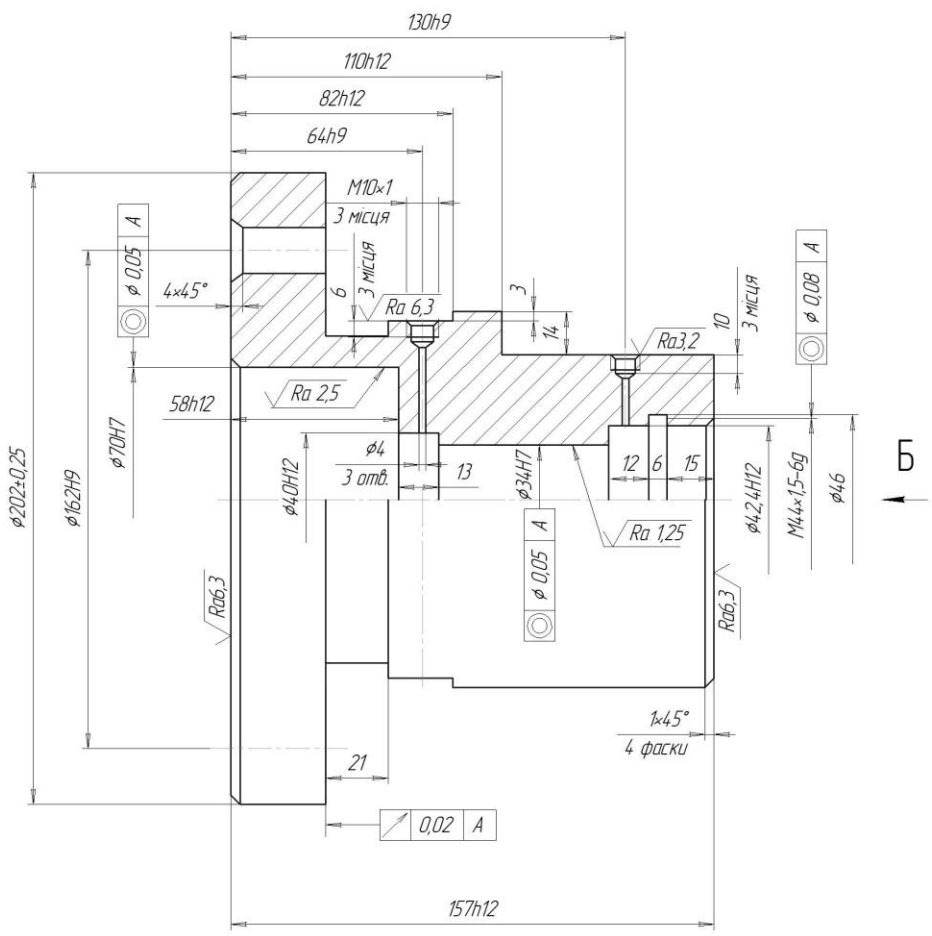
**Об'єкт дослідження** – механічна обробка різанням поверхонь деталі «Корпус 62.19».

**Предмет дослідження** – технологічний процес механічної обробки деталі «Корпус 62.19» та її закріплення у верстаному пристосуванні.

# Деталь "Корпус 62.19"

08-26.МКР.002.01.000

$\sqrt{Ra\ 20}$  (✓)



1 Невказані граничні відхилення розмірів: отворів - Н14, валів - h14, решта - ±<sup>1</sup>/IT14.

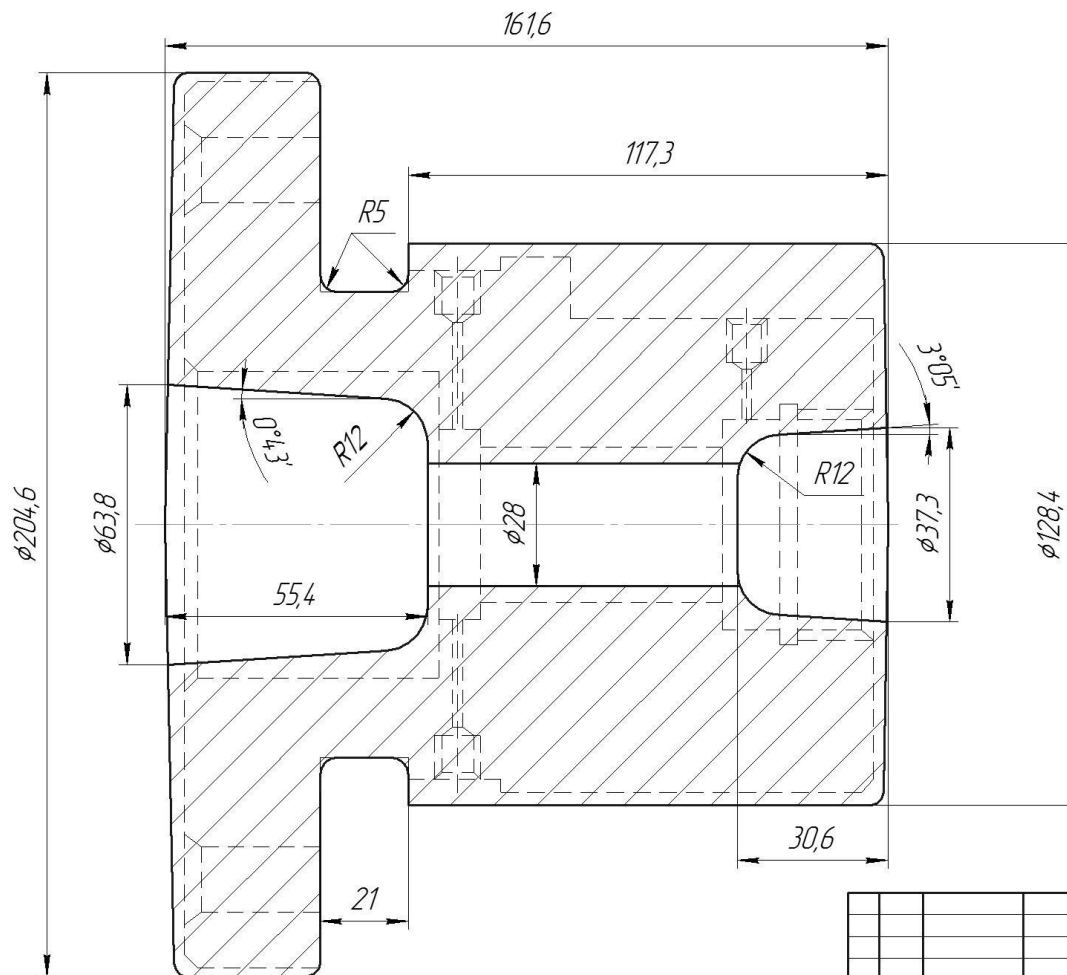
Лист №	Листів у даній деталі	Всього листів у даній деталі	Сторінка №	Корпус 62.19
--------	-----------------------	------------------------------	------------	--------------

08-26.МКР.002.01.000				Лист	Масо	Максимум
<b>Корпус 62.19</b>				Н	9,6	11
Сталь 45Л ГОСТ 977-65				Лист		
Катерибав				ВНТУ, 17М-17М		
Формат А2						

## Заготовка деталі "Корпус 62.19"

08-26.МКР.002.02.000

√ Ra20



- 1) Клас розмірної точності виливка - 9
- 2) Ступінь жолоблення - 6
- 3) Ступінь точності поверхень - 11
- 4) Неказані радіуси заокруглень  $R=3,5\text{мм}$ .
- 5) Допустиме зміщення по площині роз'єму - 1,6мм.
- 6) Неказані допуски радіусів заокруглень - 0,5мм.
- 7) Допустиме відхилення від площинності - 0,8мм.

Лерб. примен.

Справ. №

Лист. и дата

Взам. шиф. №

Лист. и дата

Лист. и дата

08-26.МКР.002.02.000				Лит.	Масса	Масштаб
Корпус 62.19 (виливок)						1:1
Изм./Лист	№ док.им.	Подп.	Дата	Лист	Листов	1
Разраб.	Бандар О.В.					
Проб.	Петров О.В.					
Т.контр.						
Исполн.	Савиляк В.В.			Сталь 45Л ГОСТ 977-65		
Утв.	Казлоб Л.Г.			ВНТУ, 17М-17М		

Копировал

Формат А3

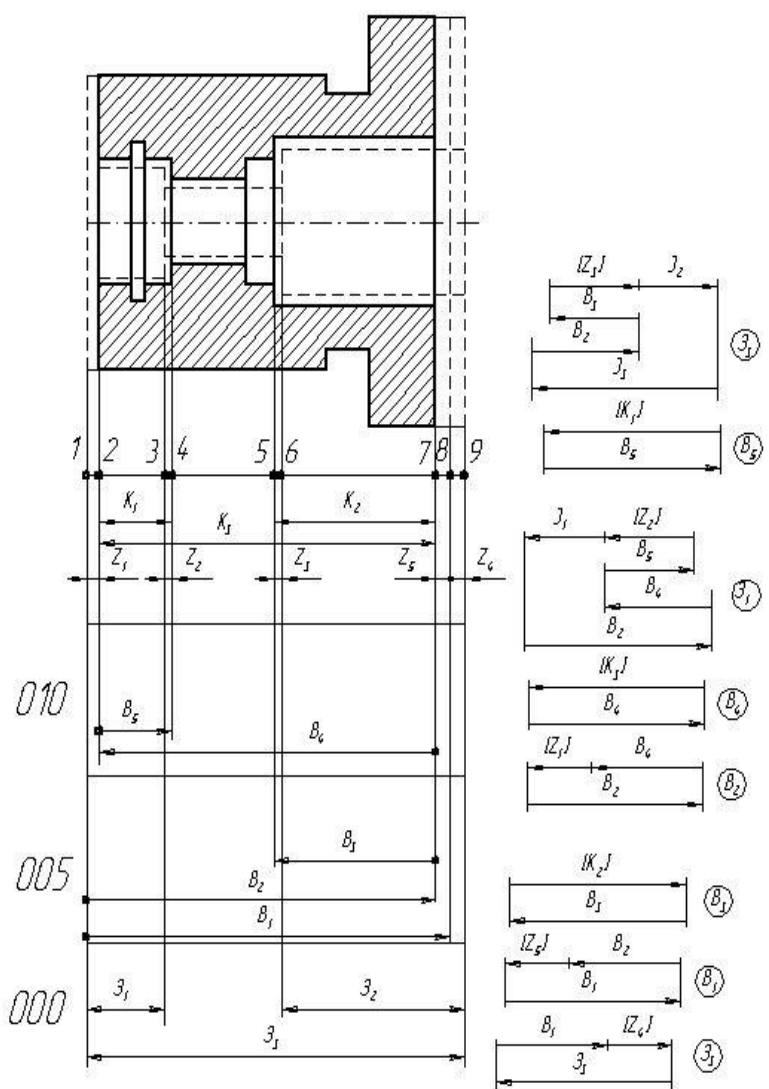
№оп	Найменування операції зміст операції	Схема базування деталі	Обладнання
005	<p>Токарне з ЧПК</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити заготовку</li> <li>2. Точити пов. 1 попередньо</li> <li>3. Точити пов. 1 остаточно</li> <li>4. Точити пов. 2 одноразово</li> <li>5. Розточити пов. 3 попередньо</li> <li>6. Розточити пов. 3 остаточно</li> <li>7. Розточити пов. 3 остаточно</li> <li>8. Точити пов. 5 одноразово</li> <li>9. Розточити пов. 4 одноразово</li> <li>10. Зняти заготовку.</li> </ol>		<p>Токарний верстат з ЧПК мод. 16K20T102</p>
010	<p>Токарне з ЧПК</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити заготовку</li> <li>2. Точити пов. 1 одноразово</li> <li>3. Точити пов. 2 одноразово</li> <li>4. Точити пов. 3 одноразово</li> <li>5. Розточити пов. 4 остаточно</li> <li>6. Розточити пов. 4 попередньо</li> <li>7. Розточити пов. 4 попередньо</li> <li>8. Точити пов. 5 остаточно</li> <li>9. Розточити пов. 4 одноразово</li> <li>10. Нарізати різь - пов. 7 - на пов. 3</li> <li>11. Зняти заготовку.</li> </ol>		<p>Токарний верстат з ЧПК мод. 16K20T102</p>

015	<p>Свердильна з ЧПК</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити заготовку</li> <li>2. Центрувати 4 отв. 1</li> <li>3. Свердлити 4 отв. 1 попередньо</li> <li>4. Розвердлити 4 отв. 1 остаточно</li> <li>5. Зенкувати фаску 2 у 4-х отв. 1</li> <li>6. Зняти заготовку.</li> </ol>		<p>Фрезерно-свердильно-розточувальний верстат мод. 6540PФ3</p>
020	<p>Багатоінструментальна з ЧПК Установ А</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити заготовку</li> <li>2. Фрезерувати пов. 1 попередньо</li> <li>3. Фрезерувати пов. 1 остаточно</li> <li>4. Центрувати отв. 2</li> <li>5. Свердлити отв. 2</li> <li>6. Свердлити отв. 3</li> <li>7. Зенкувати фаску 4</li> <li>8. Нарізати різь пов. 5 отв. 2</li> <li>9. Фрезерувати пов. 6 попередньо</li> <li>10. Фрезерувати пов. 6 остаточно</li> <li>11. Центрувати отв. 7</li> <li>12. Свердлити отв. 7</li> <li>13. Свердлити отв. 8</li> <li>14. Зенкувати фаску 9</li> <li>15. Нарізати різь пов. 10 отв. 7</li> </ol> <p>Установ Б</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фрезерувати пов. 1 попередньо</li> <li>2. Фрезерувати пов. 1 остаточно</li> <li>3. Центрувати отв. 2</li> <li>4. Свердлити отв. 2</li> <li>5. Зенкувати фаску 3</li> <li>6. Нарізати різь пов. 4</li> <li>7. Зняти деталь</li> </ol>		<p>Фрезерний вертикальний верстат з ЧПК мод. ГФ2171МФ3</p>

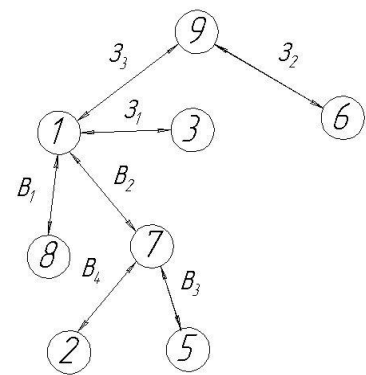
# Модернізований ТП механічної обробки деталі "Корпус 62.19"

№ п.п	Назва операції: зміст переходу	Операційні ескізи	Обладна- ння
005	<p><u>Токарна з ЧПК</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити деталь.</li> <li>2. Точити пов. 1 одноразово</li> <li>3. Точити пов. 3 попередньо</li> <li>4. Точити пов. 3 попередньо</li> <li>5. Точити пов. 3 остаточно, 2,4 одноразово</li> <li>6. Розточити пов. 5,6 одноразово</li> <li>7. Розточити пов. 7 попередньо</li> <li>8. Розточити пов. 7 попередньо</li> <li>9. Розвернути пов. 7 остаточно</li> <li>10. Розточити пов. 8 одноразово</li> <li>11. Нарізати різь 9 на пов. 5</li> <li>12. Зняти заготовку.</li> </ol>		<p>Токарно-револьверний верстат з ЧПК мод. 1П4.20ПФ.30</p>
010	<p><u>Комбінована з ЧПК</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити деталь.</li> <li>2. Точити пов. 1 попередньо</li> <li>3. Точити пов. 1 остаточно</li> <li>4. Точити пов. 2, 3 одноразово</li> <li>5. Розточити пов. 4 попередньо</li> <li>6. Розточити пов. 4 остаточно</li> <li>7. Точити пов. 5 одноразово</li> <li>8. Точити пов. 6 одноразово</li> <li>9. Точити пов. 6 одноразово</li> <li>10. Центрувати 4 пов. 7</li> <li>11. Свердлити 4 пов. 7 попередньо</li> <li>12. Розсвердлити 4 пов. 7 остаточно</li> <li>13. Зенкувати 4 пов. 8</li> <li>14. Зняти заготовку.</li> </ol>		<p>Багатоцільовий токарний напівавтомат з ЧПК мод. 1П4.20ПФ.40</p>
015	<p><u>Багатоцільова з ЧПК</u></p> <p>Установ 1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити деталь.</li> <li>2. Фрезерувати пов. 1 попередньо</li> <li>3. Фрезерувати пов. 1 остаточно</li> <li>4. Центрувати пов. 2</li> <li>5. Свердлити пов. 2</li> <li>6. Зенкувати пов. 3</li> <li>7. Свердлити пов. 4</li> <li>8. Нарізати різь 5 на пов. 2</li> <li>9. Фрезерувати пов. 6 попередньо</li> <li>10. Фрезерувати пов. 6 остаточно</li> <li>11. Центрувати пов. 7</li> <li>12. Свердлити пов. 7</li> <li>13. Зенкувати пов. 8</li> <li>14. Свердлити пов. 9</li> <li>15. Нарізати різь 10 на пов. 7</li> </ol> <p>Установ 2</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фрезерувати пов. 11 попередньо</li> <li>2. Фрезерувати пов. 11 остаточно</li> <li>3. Центрувати пов. 12</li> <li>4. Свердлити пов. 12</li> <li>5. Зенкувати пов. 13</li> <li>6. Свердлити пов. 14</li> <li>7. Нарізати різь 15 на пов. 12</li> <li>8. Зняти заготовку.</li> </ol>		<p>Багатоцільовий фрезерно-свердильно-розточувальний верстат мод. ЛФ.260МФ3</p>

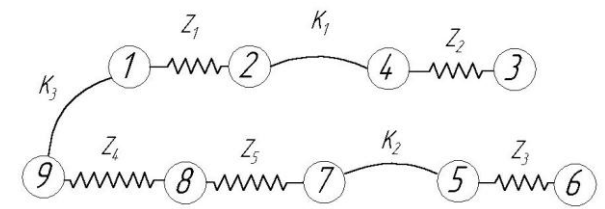
# Розмірний аналіз ТП



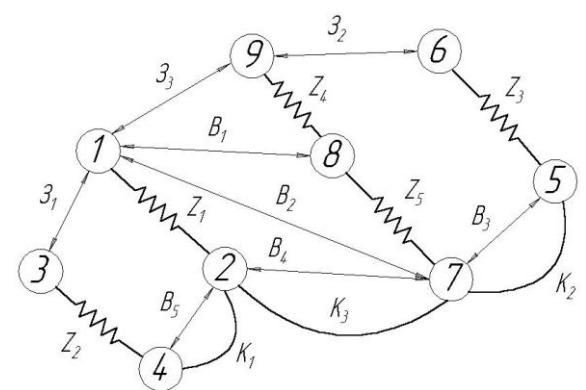
Розмірна схема технологічного процесу



Похідний граф



Вихідний граф



Суміщений граф

Розміри заготовки, технологічні розміри

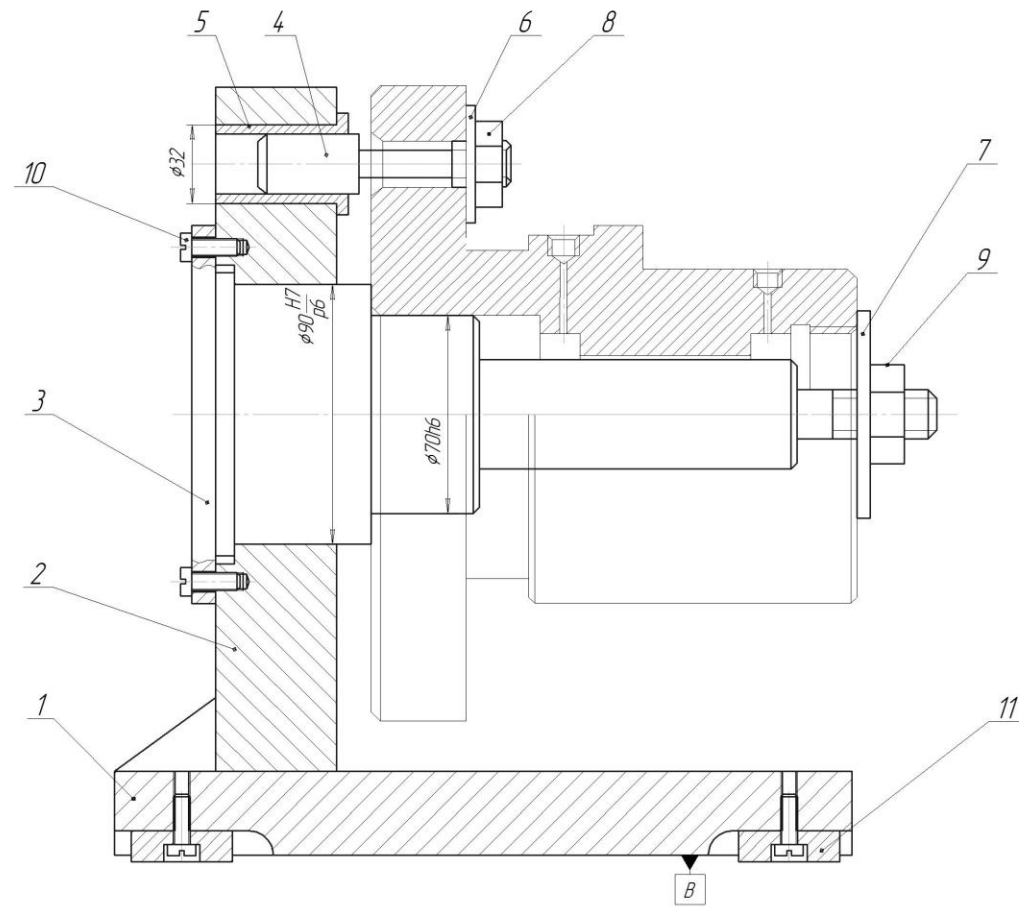
Розміри заготовки, технологічні розміри	$z_1$	$z_2$	$z_3$	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	$B_5$
Попереднє значення допусків розмірів, мм	0,62	0,74	1,0	0,4	0,63	0,3	0,4	0,25
Квалітет точності	14	14	14	13	13	12	12	12
Остаточні значення допусків розмірів, мм	0,62	0,74	1,0	0,4	0,63	0,3	0,4	0,25
Номинальні розміри, мм	32,65	56,8	162	160	159,3	58	157	33

Розрахункові значення припусків

Припуски, мм		$Z_1$	$Z_2$	$Z_3$	$Z_4$	$Z_5$
Граничні розміри, мм	$Z_{min}$	1,67	2,24	2,23	1,0	0,07
	$Z_{max}$	1,9	2,4	2,6	1,37	0,3

# Верстатне пристосування

08-26.МКР.002.09.000 СК



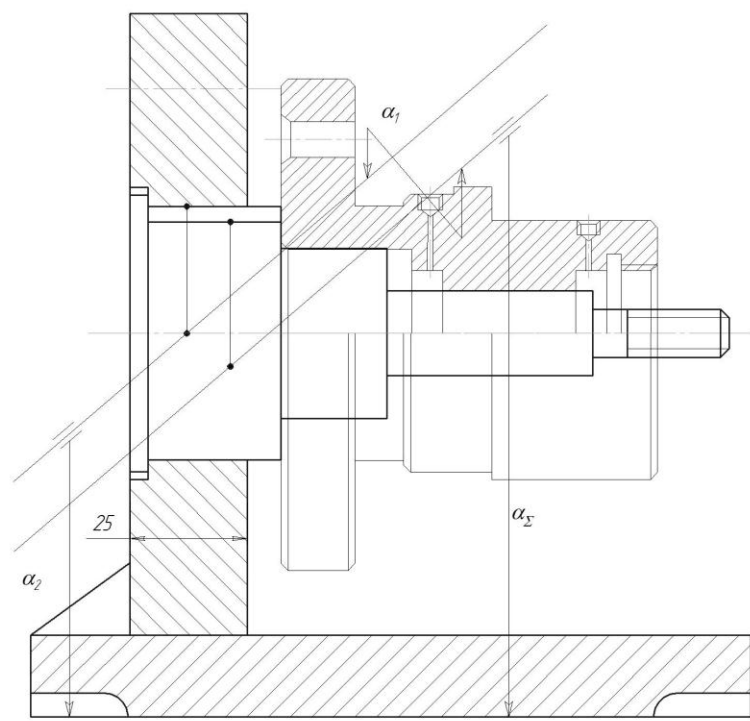
Лист № докум.   
 Сторінка №   
 Назва докум.   
 Дата та дата   
 Розроб. або   
 Перев.   
 Лист № докум.   
 Сторінка №

				<b>08-26.МКР.002.09.000 СК</b>			
Мат. Лист	№ докум.	Лист	Дата	Пристосування верстатне (складальні креслення)	Лист	Масо	Масштаб
Розроб.	60-Вар О.В.				у		1:1
Проб.	Петраш О.В.				Лист 1	Листів 1	
Нантра	Сабунж В.В.			ВНТУ, гр. ІПМ-17М			
Чиб.	Козлов Л.Г.			Формат А2			
				Копіювал			



# Розмірна схема пристосування

08-26.МКР.002.08.000

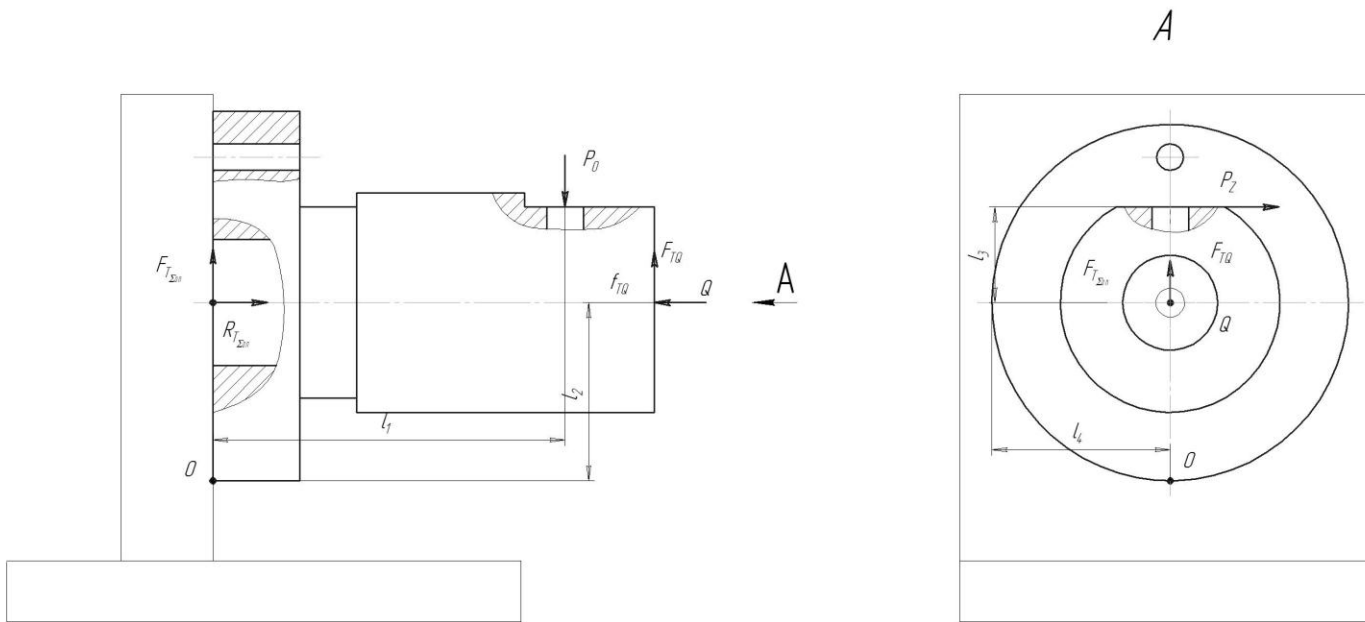


Перш друкує  
Сторінка №  
Листів у ділянці  
Листів у ділянці  
Листів у ділянці  
Листів у ділянці  
Листів у ділянці

				<i>08-26.МКР.002.08.000</i>			
Мат. Лист	№ докум.	Лист	Листа	<i>Схема розмірна верстатного пристосування</i>	Лист	Масо	Масштаб
Розроб.	Бондар О.В.				4		
Проб.	Петров О.В.			Лист	1	Листів	1
Технік				ВНТУ, зр. ППМ-17М			
Начальн.	Сабуняк В.В.			Формат А2			
Сімб.	Козлов Л.			Копіювати			

# Розрахункова схема визначення сил закріплення

08-26.МКР.002.06.000



Сила різання під час свердління  $F = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$ , [Н]

Сила зкріплення деталі  $Q_3 = \frac{K_{3АП} \cdot F \cdot l_1}{l_2}$ , [Н]

				08-26.МКР.002.06.000			
Вім. лист	№ докум.	Лист	Штук	Схема розрахункова визначення сили закріплення			
Розроб	Бондар О.В.						
Проб.	Петров О.В.			Лист	1	Листів	1
Технік				ВНТУ			
Інженер	Сабунук В.В.			гр. 11М-17М			
Змін.	Козуб Л.Г.			Формат А2			

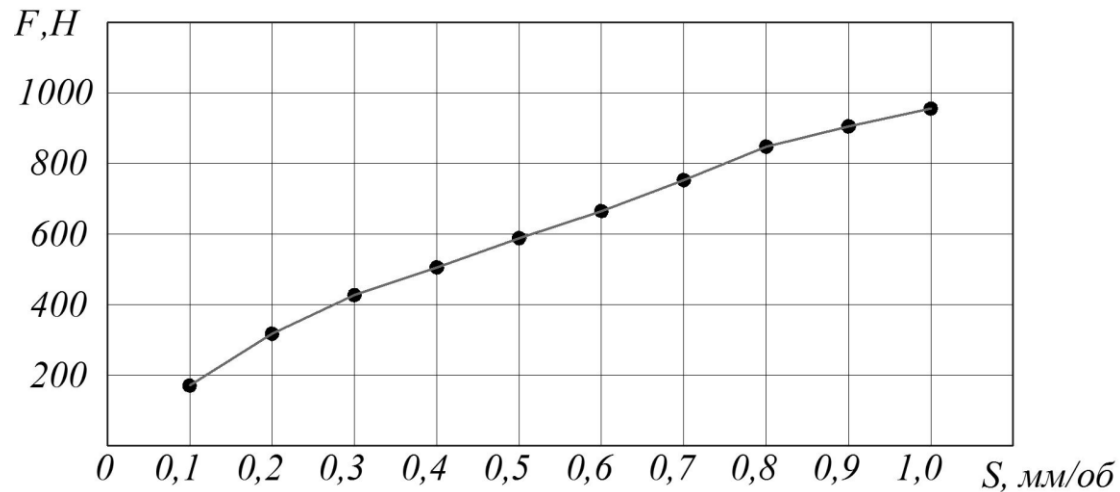
Копіювати

Сторінка № Перш. примірник

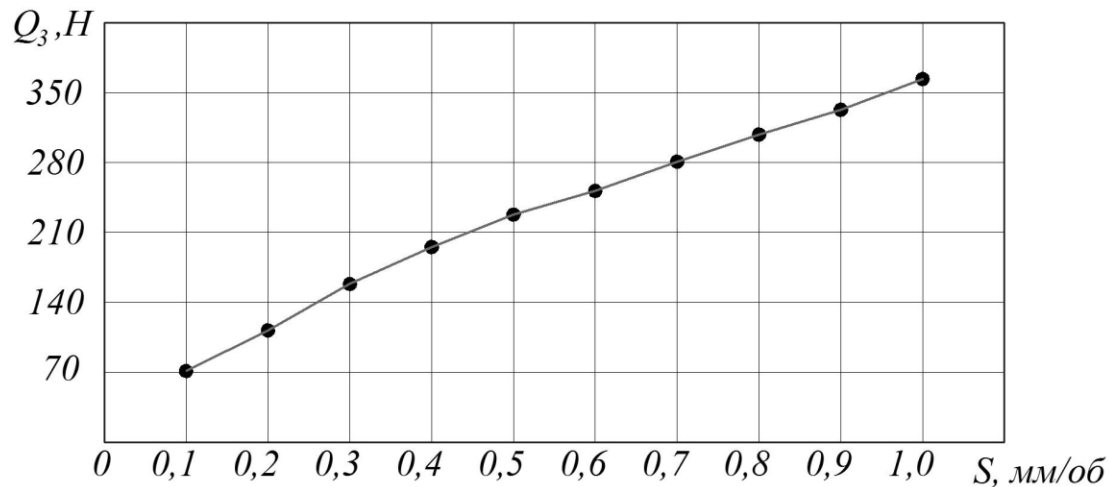
Лист № 1  
Листів 1  
Вим. лист № 1  
№ докум. 08-26.МКР.002.06.000  
Лист № 1  
Листів 1  
Лист № 1  
Листів 1

## Дослідження залежності сили закріплення від параметрів режимів різання

Діапазон досліджуваних параметрів режимів різання: подача  $S = 0,1 \dots 1,0$  мм/об.



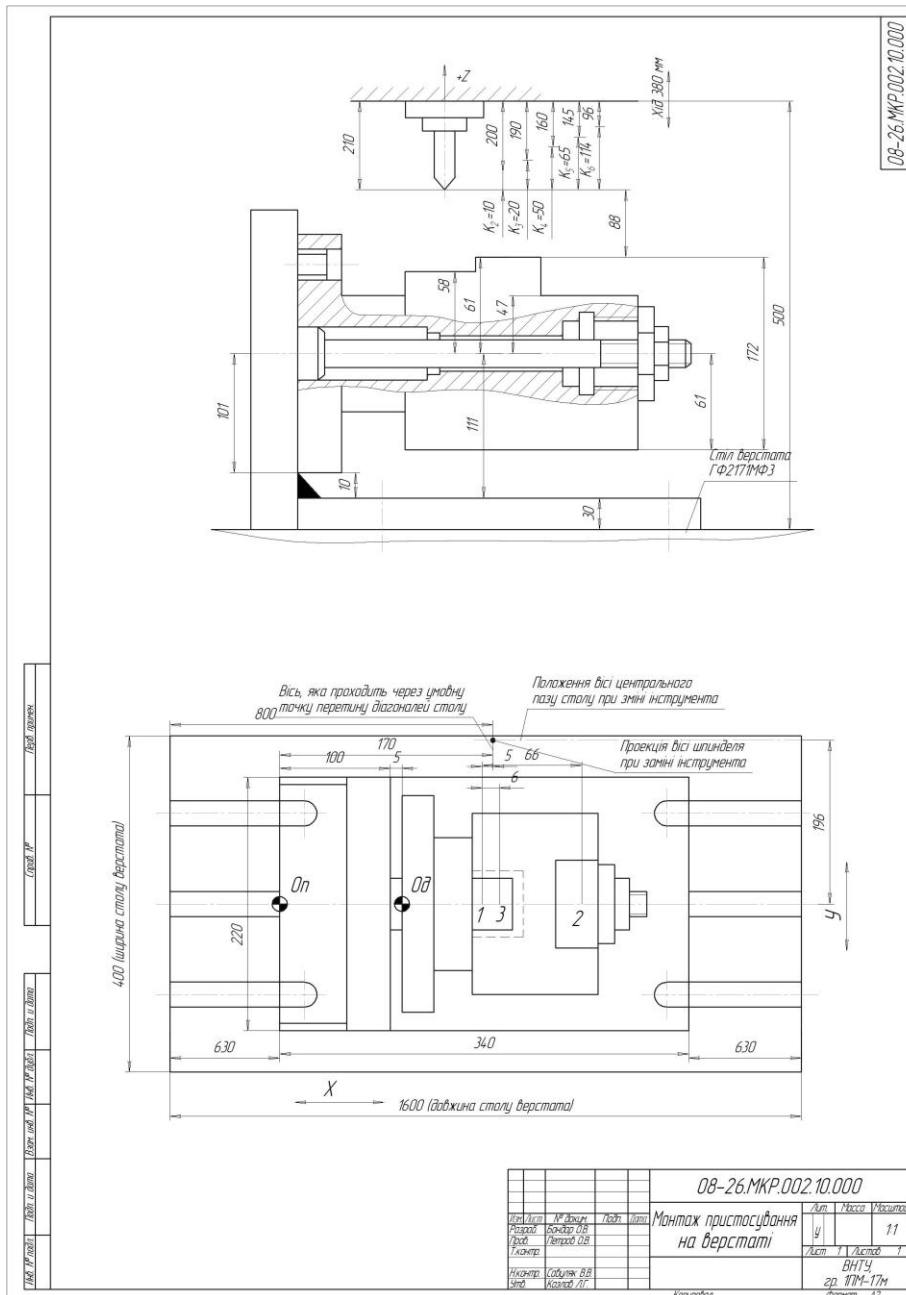
Залежність сили різання від подачі



Залежність сили закріплення від подачі

Рекомендовані параметрів режимів різання: подача  $S = 0,4 \dots 0,7$  мм/об.

# Монтаж верстатного пристосування на верстаті



### Наукова новизна одержаних результатів:

Отримав подальший розвиток метод визначення залежності сили закріплення деталі у верстаному пристосуванні від значення подачі свердла на вертикально-свердлильній операції механічної обробки, що дозволяє забезпечувати удосконалення верстатного пристосування на основі мінімізації сили закріплення гвинтового затискного пристрою

### Практичне значення одержаних результатів:

- 1. Розроблено заготовку деталі «Корпус 62.19» та технологічний процес механічної обробки її виготовлення, який за умови програми випуску обсягом 4500 шт на рік забезпечує термін окупності вкладених коштів 3,16 років.
- 2. Розроблено алгоритм розрахунку сили закріплення деталі «Корпус 62.19» у верстатному пристосуванні, що дозволяє вибрати необхідне значення параметрів силового приводу для забезпечення закріплення деталі.
- 3. Розроблено верстатне пристосування, що забезпечує закріплення деталі «Корпус 62.19» на вертикально-свердлильній операції.

## ВИСНОВКИ

Отже в результаті виконання магістерської кваліфікаційної роботи визначено деталь «Корпус 62.19» є технологічною, а тип виробництва деталі – середньосерійний. Вибрано спосіб отримання заготовки деталі «Корпус 62.19» литтям в піщано-глинисті форми. Виконано проектування послідовностей обробки поверхонь заготовки та операційного технологічного процесу виготовлення деталі. Для фрезерної операції механічної обробки деталі «Корпус 62.19» 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 «Корпус 62.19». Проведено удосконалення параметрів силового приводу затискного пристрої верстатного пристосування на основі визначеного алгоритму розрахунків режимів різання та сили закріплення, а також рекомендовано значення подача свердла у діапазоні  $S = 0,4 \dots 0,7$  мм/об, що забезпечує величину сили різання до 800Н та сили закріплення до 300 Н, що дозволяє використовувати у конструкції верстатного пристосування гвинтовий затискач діаметром 20 мм.

В магістерській кваліфікаційні роботі розраховані основні економічні показники забезпечення виготовлення деталі «Корпус 62.19», 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 «Корпус 62.19»