

***Факультет машинобудування та транспорту  
Кафедра технологій та автоматизації машинобудування***

Павловський Максим Анатолійович

спеціальність 8.05050201 – «Технології машинобудування»

**Технологічна підготовка виробництва  
деталі “Корпус 34.78”  
з використанням CALS-технологій**

Науковий керівник:  
к.т.н., доц. каф. ТАМ  
Петров О.В.

Вінниця ВНТУ – 2018 року

## Мета та задачі роботи

**Метою роботи** є розробка методів та систем автоматизації технологічної підготовки виробництва на основі інформаційних технологій в галузі автоматизації управління технічними даними промислового виробу, а також подальший розвиток системи методів управління технологічною підготовкою розширених виробництв, яка базується на комплексному використанні функціональних, організаційних та інформаційних моделей ТПВ, аналітичного та імітаційного моделювання, що забезпечує автоматизацію процесів управління .

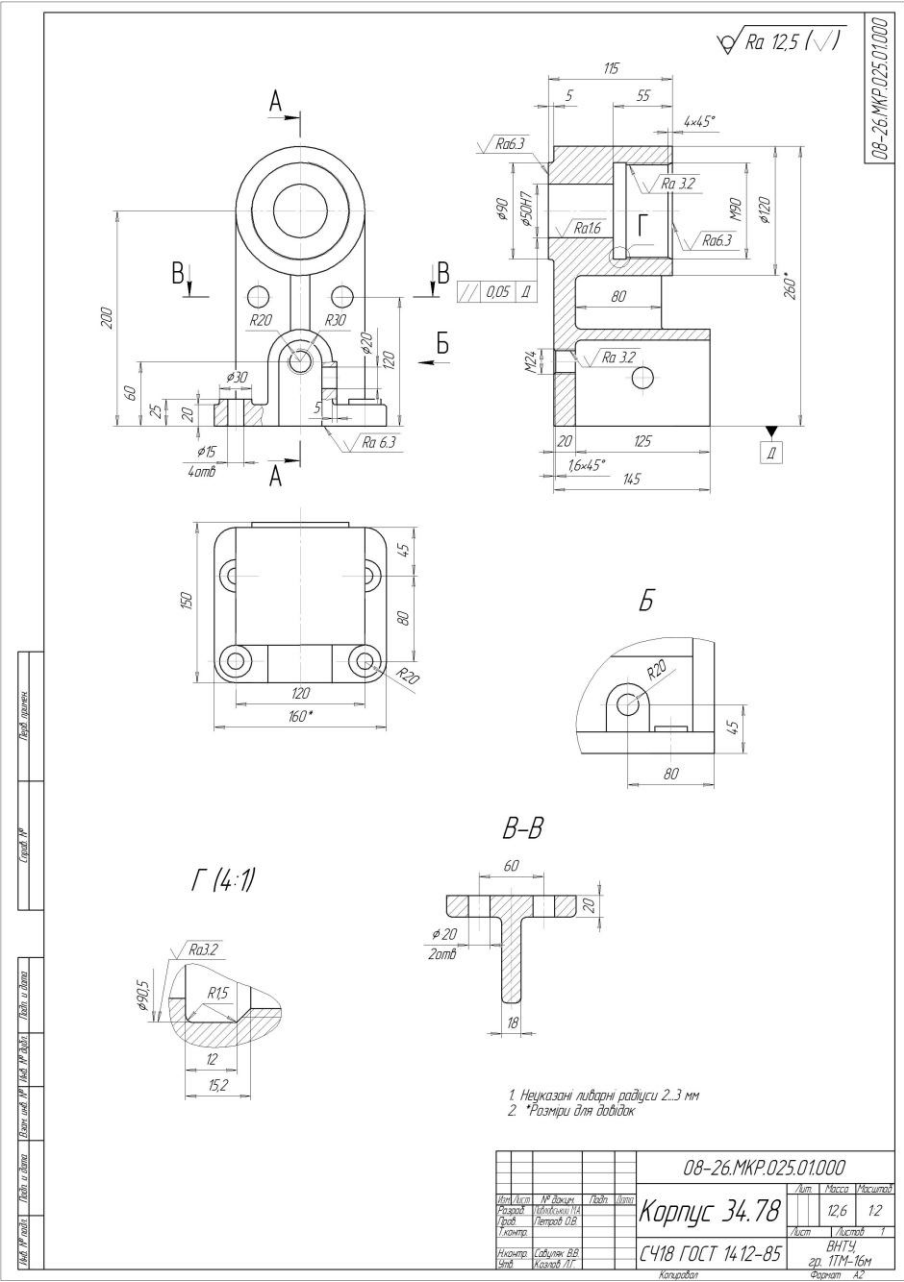
Для досягнення поставленої мети потрібно виконати такі завдання:

- провести огляд службового призначення та умов роботи деталі у вузлі;
- визначити тип виробництва та рівень технологічності заданої деталі;
- спроектувати конструкцію заготовки;
- виконати проектування типових послідовностей обробки поверхонь заготовки та операційного технологічного процесу виготовлення деталі;
- визначити режими різання;
- виконати тривимірну модель деталі у CAD-системі;
- провести аналіз на міцність конструкції деталі у CAD/CAE-системі;
- розробити у CAD/CAM-системі програму обробки деталі на обладнанні з ЧПК;
- виконати нормування технологічних операцій;
- розробити ТП виготовлення деталі у PDM-системі;
- провести розрахунок та аналіз економічної доцільності виготовлення деталі;
- провести аналіз умов праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

**Об'єкт дослідження** – процеси та програмні засоби управління технологічною підготовкою виробництва в інтегрованому інформаційному середовищі.

**Предмет дослідження** – технологічний процес механічної обробки деталі «Корпус 34.78» та методи, технології та програмні засоби систем автоматизації технологічної підготовки промислових виробництв.

# Деталь “Корпус 34.78”



08-26.МКР.025.01.000

Лист № 001 / Вид изглед / Вид и размер / Вид и размер / Вид и размер

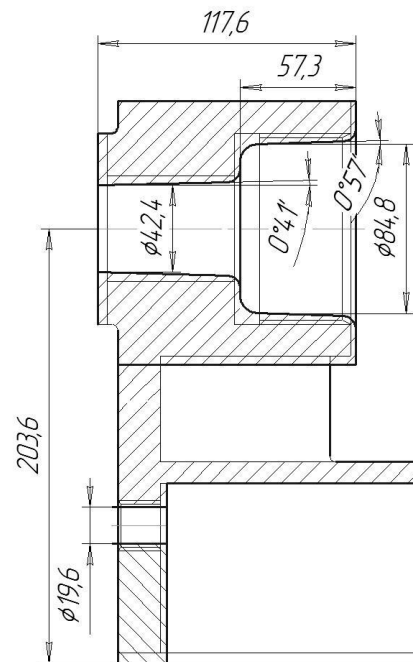
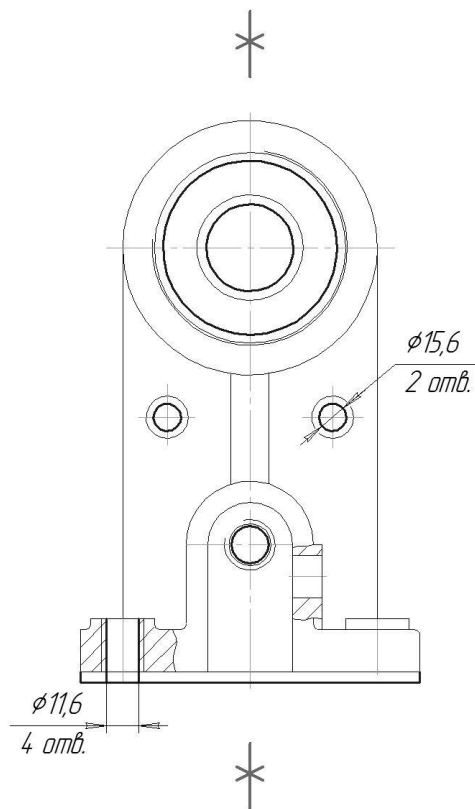
Лист № 001 / Вид изглед / Вид и размер / Вид и размер / Вид и размер

1 Неуказани луборни радиуси 2.3 мм  
2 \*Размери от добивак

				08-26.МКР.025.01.000		
Материал	Формат	Размер	Лист	Масса	Масштаб	
Стал	А4	126	12			
Корпус 34.78						
С418 ГОСТ 14.12-85				ВНТУ ар. ПТМ-16м		
Копиратор				Формат А2		

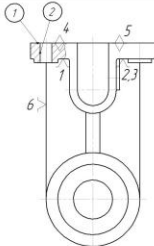
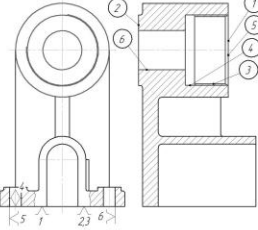
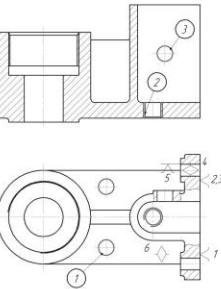
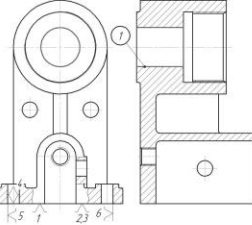
# Заготовка деталі "Корпус 34.78"

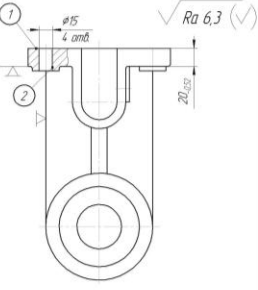
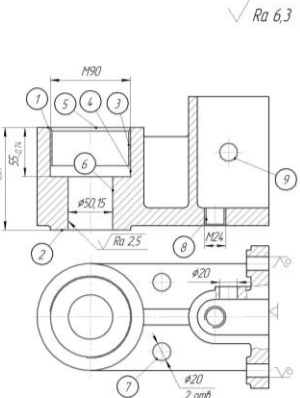
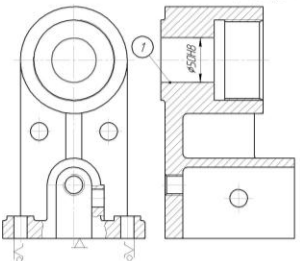
08-26.МКР.025.02.000



1. Точність виливка 10 - 8 - 15 - 11 3м, 1,6 ГОСТ 26645-85.
2. Маса 12,6 - 3,6 - 0,8 - 16,4 ГОСТ 26645-85.
3. Невказані на кресленні радіуси заокруглень 5.6 мм, формувальні нахили  $0^\circ 41'..0^\circ 57'$ .

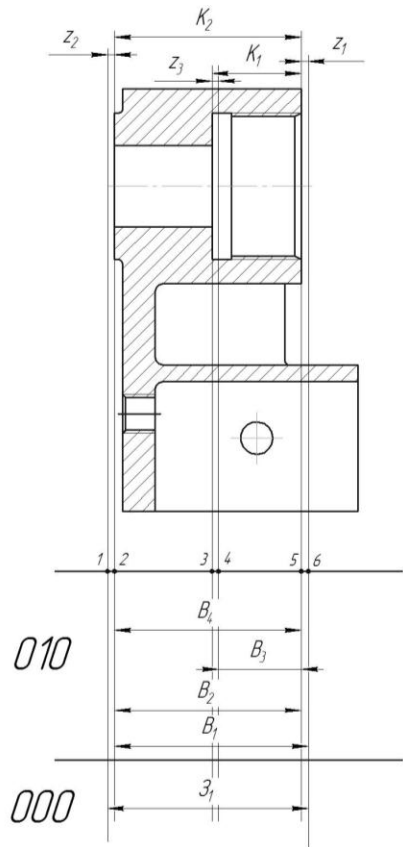
Перв. примеч.				08-26.МКР.025.02.000					
Спроб. №									
Подп. и дата									
Инд. № подл.									
Взам. инд. №									
Подп. и дата									
Инд. № подл.									
				08-26.МКР.025.02.000					
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Корпус 34.78 (виливок)			Лист	Масса	Масштаб
Разработ.	Павловський П.А.							16,4	1:2
Проб.	Петров О.В.						Лист	Листов	1
Т.контр.									
И.контр.	Савуляк В.В.			С418 ГОСТ 1412-85			ВНТУ		
Утв.	Козлов Л.Г.						зр. 1ТМ-16М		
				Копировал			Формат А3		

№ операції	Назва операції та зміст переходів	Ескіз та схема базування	Обладнання
005	<p><u>Вертикально-фрезерна з ЧПК</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити і закріпити заготовку.</li> <li>2. Фрезерувати пов. ① попередньо.</li> <li>3. Фрезерувати пов. ① астаточно.</li> <li>4. Центрувати отвори ②.</li> <li>5. Свердлити отвори ②.</li> <li>6. Зенкерувати отвори ②.</li> <li>7. Зняти деталь.</li> </ol>		<p>6Р13РФ3 спец. прист.</p>
010	<p><u>Комбінована</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити і закріпити заготовку.</li> <li>2. Фрезерувати тарці ① та ② однократно.</li> <li>3. Розточити пов. ③ та ④ однократно.</li> <li>4. Розточити фаску ⑤.</li> <li>5. Нарізати різь на пов. ③.</li> <li>6. Розточити пов. ⑥ попередньо.</li> <li>7. Розточити пов. ⑥ попередньо.</li> <li>8. Розточити пов. ⑥ астаточно.</li> <li>9. Зняти деталь.</li> </ol>		<p>6904ПМФ3 спец. прист.</p>
015	<p><u>Свердильна з ЧПК</u></p> <p style="text-align: center;">Установ 1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити і закріпити заготовку.</li> <li>2. Центрувати 2 отв. ①.</li> <li>3. Свердлити 2 отв. ①.</li> <li>4. Центрувати отв. ②.</li> <li>5. Свердлити отв. ②.</li> <li>6. Нарізати різь в отв. ②.</li> </ol> <p style="text-align: center;">Установ 2</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>7. Центрувати отв. ③.</li> <li>8. Свердлити отв. ③.</li> <li>9. Зняти деталь.</li> </ol>		<p>2Р135Ф2</p>
020	<p><u>Внутрішньошліфувальна</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити і закріпити заготовку.</li> <li>2. Шліфувати пов. ①.</li> <li>3. Зняти деталь.</li> </ol>		<p>ЗК227В спец. прист.</p>

№ операції	Назва операції та зміст переходів	Операційний ескіз	Обладнання
005	<p><u>Комбінована</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити і закріпити заготовку.</li> <li>2. Фрезерувати пов. ① попередньо.</li> <li>3. Фрезерувати пов. ① астаточно.</li> <li>4. Центрувати отвори ②.</li> <li>5. Свердлити отвори ②.</li> <li>6. Зенкерувати отвори ②.</li> <li>7. Зняти деталь.</li> </ol>		<p>6Р13РФ3 спец. прист.</p>
010	<p><u>Комбінована</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити і закріпити заготовку.</li> <li>2. Фрезерувати тарці ① та ② однократно.</li> <li>3. Розточити пов. ③ та ④ однократно.</li> <li>4. Розточити фаску ⑤.</li> <li>5. Нарізати різь на пов. ③.</li> <li>6. Розточити пов. ⑥ попередньо.</li> <li>7. Розточити пов. ⑥ попередньо.</li> <li>8. Розточити пов. ⑥ астаточно.</li> <li>9. Центрувати 2 отв. ⑦.</li> <li>11. Свердлити 2 отв. ⑦.</li> <li>12. Центрувати отв. ⑧.</li> <li>13. Свердлити отв. ⑧.</li> <li>14. Нарізати різь в отв. ⑧.</li> <li>15. Центрувати отв. ⑨.</li> <li>16. Свердлити отв. ⑨.</li> <li>17. Зняти деталь.</li> </ol>		<p>ЛТ260МФ3 спец. прист.</p>
015	<p><u>Внутрішньошліфувальна</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити і закріпити заготовку.</li> <li>2. Шліфувати пов. ①.</li> <li>3. Зняти деталь.</li> </ol>		<p>ЗК227В спец. прист.</p>

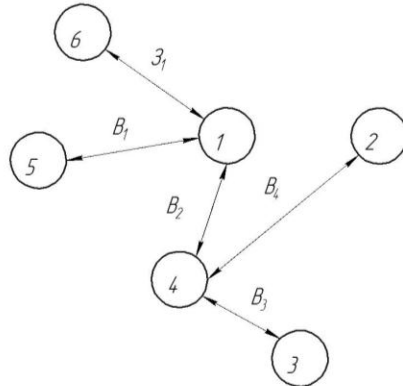


## Розмірний аналіз ТП

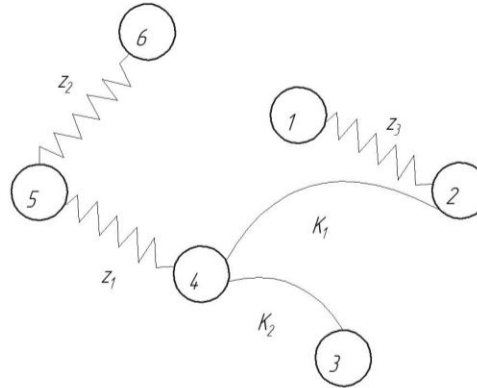


Розмірна схема  
технологічного процесу.

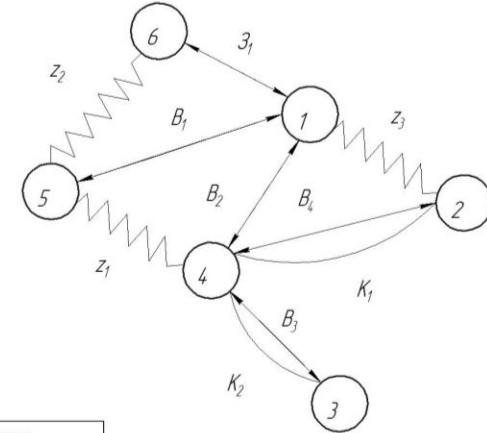
Похідний граф



Вихідний граф



Суміщений граф



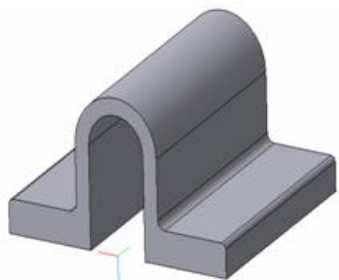
Розрахункове рівняння	Вихідне рівняння	Розмір, що визначається
$V_4 - K_1 = 0$	$V_4 = K_1$	$V_4$
$V_3 - K_2 = 0$	$V_3 = K_2$	$V_3$
$V_4 + Z_3 - B_2 = 0$	$Z_3 = B_2 - V_4$	$B_2$
$Z_2 + B_2 - B_1 = 0$	$Z_2 = B_1 - B_2$	$B_1$
$Z_2 + B_1 - Z_1 = 0$	$Z_2 = Z_1 - B_1$	$Z_1$

Розмір	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_4$	$Z_1$
Допуск, мм	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62

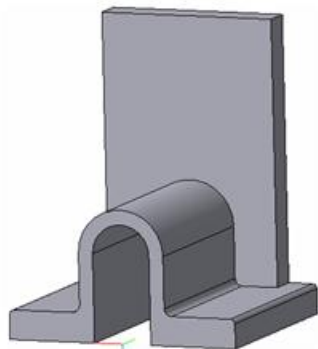
Припуски	$Z_1$	$Z_2$	$Z_3$
$Z_{\min}$	1,5	1,0	0,8

## Тривимірна модель деталі «Корпус 34.78»

Крок 1. Побудова основи



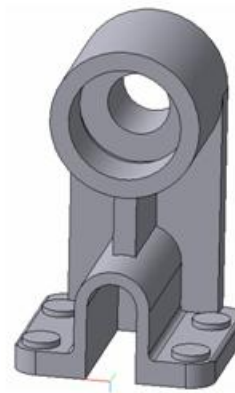
Крок 2. Операція видавлювання стінки



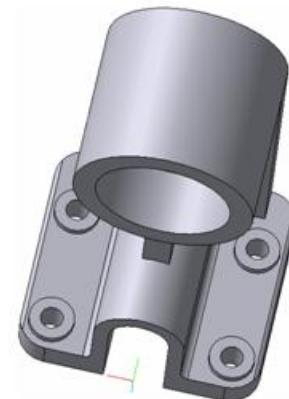
Крок 3. Побудова циліндричної частини



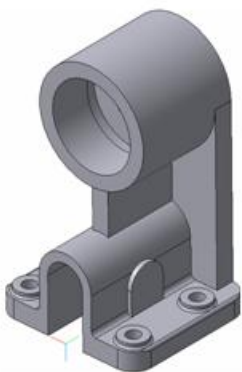
Крок 4. Побудова ребра жорсткості та 4-х виступів



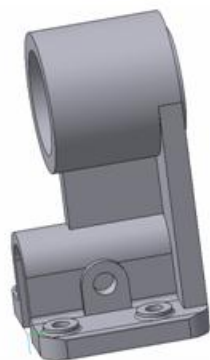
Крок 5. Вирізання 4-х отворів у виступах



Крок 6. Побудова бобики



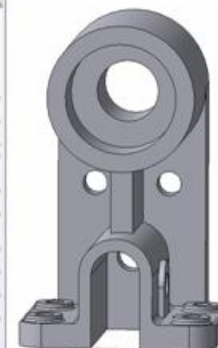
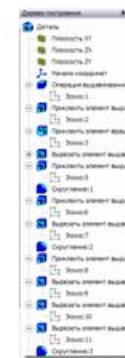
Крок 7. Вирізання отвору у бобишці



Крок 8. Вирізання 3-х отворів на стінці



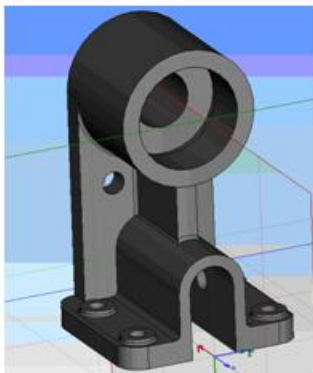
Крок 9. Тривимірна модель деталі «Корпус 34.78»



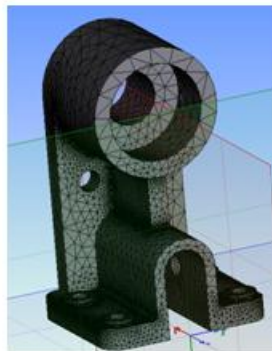


## Аналіз на міцність деталі “Корпус 34.78”

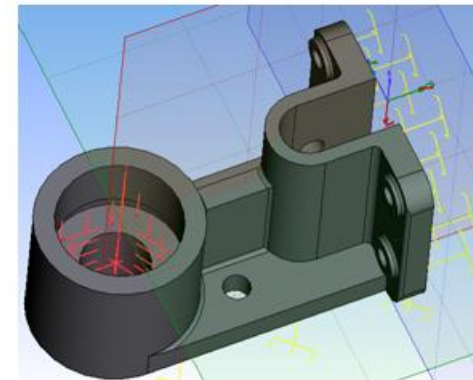
Крок 1. Імпорт деталі у CAD/CAE-систему



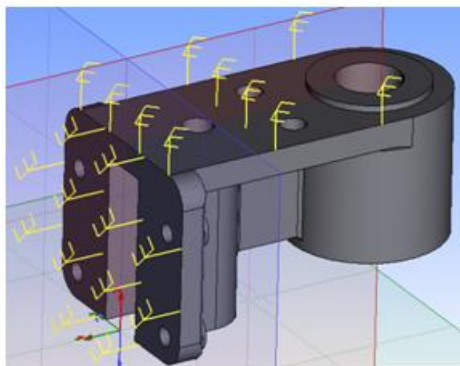
Крок 2. Формування сітки та вибір матеріалу



Крок 3. Визначення навантаження



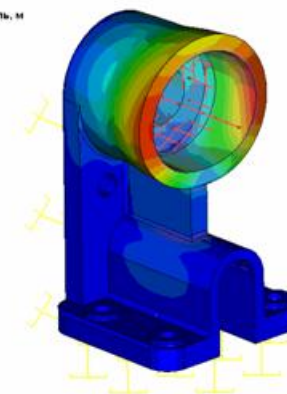
Крок 4. Визначення закріплення



Крок 5. Результат розрахунку

Задача: "Задача\_0"  
Переміщення, модуль, м

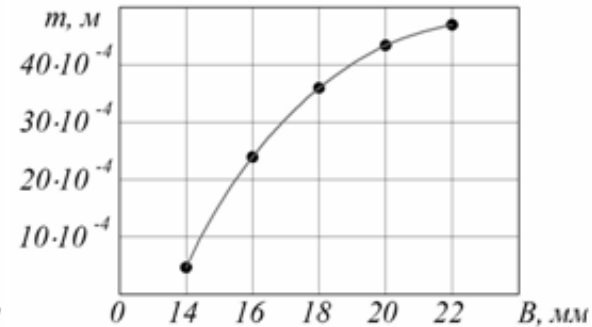
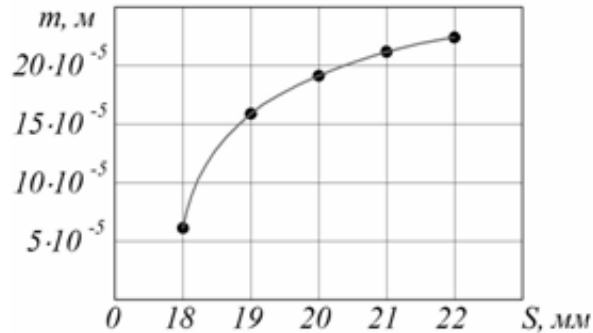
7.291E-005
6.379E-005
5.466E-005
4.557E-005
3.645E-005
2.734E-005
1.823E-005
9.114E-006
0



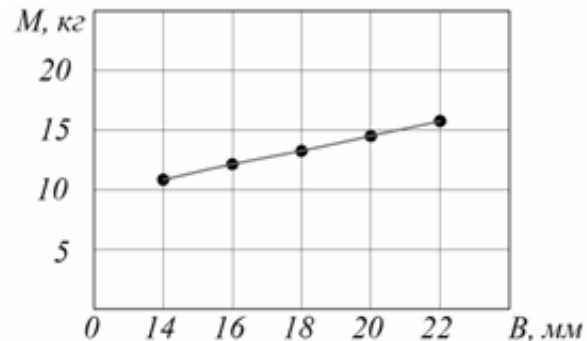
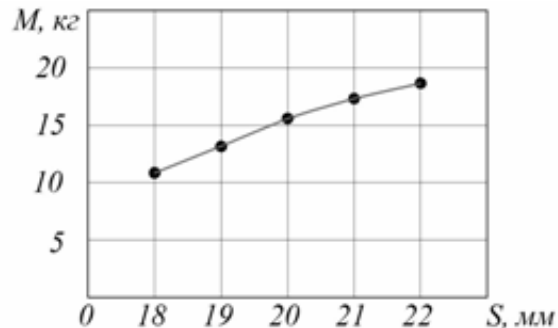
## Дослідження міцності деталі

Діапазон досліджуваних конструктивних параметрів деталі:

- ширина стінки  $S = 18 \dots 22$  мм;
- ширина ребра жорсткості  $B = 14 \dots 22$  мм.



Залежності величини деформації деталі  $m$  від її конструктивних параметрів



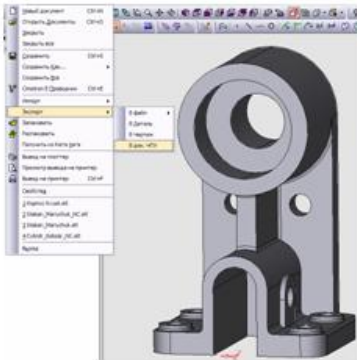
Залежності маси деталі від її конструктивних параметрів

**Рекомендовані конструктивні параметри деталі:**

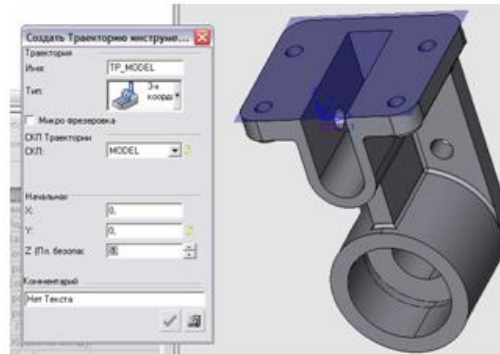
- ширина стінки  $S = 21$  мм,
- ширина ребра жорсткості  $B = 20$  мм

# Розробка програми обробки деталі на верстаті з ЧПК

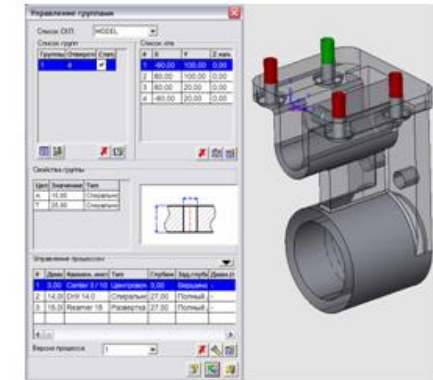
Крок 1. Вибір вихідної тривимірної моделі деталі «Корпус 34.78»



Крок 2. Вибір положення площі координат



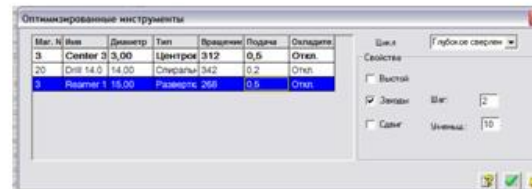
Крок 3. Проектування послідовності обробки отворів



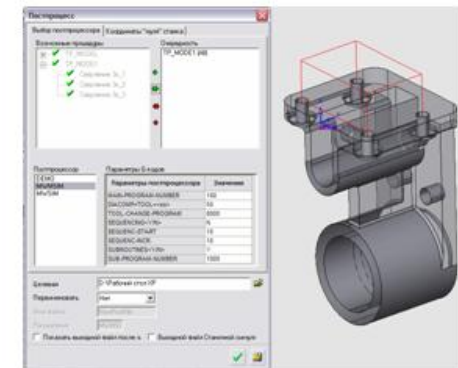
Крок 4. Вибір інструментів для обробки



Крок 5. Вибір послідовності, параметрів та траєкторії руху інструментів



Крок 6. Вибір постпроцесора, проектування та збереження програми обробки





## **Наукова новизна одержаних результатів:**

Отримав подальший розвиток метод зменшення деформації поверхні виробу за рахунок введення та удосконалення конструктивних елементів на основі комплексного використання аналітичного та імітаційного моделювання у CAD/CAE-системі.

## **Практичне значення одержаних результатів:**

- 1. Розроблено заготовку деталі «Корпус 34.78» та технологічний процес механічної обробки її виготовлення, який за умови програми випуску обсягом 2500 шт на рік забезпечує термін окупності вкладених коштів протягом 1,39 років.
- 2. На базі CALS-технологій розроблено інформаційну модель управління технологічною підготовкою виробництва деталі «Корпус 34.78», що здатна функціонувати у інтегрованому інформаційному середовищі.
- 3. Розроблено керуючу програму обробки деталі «Корпус 34.78» на верстаті з ЧПК.

## ВИСНОВКИ

Отже в результаті виконання магістерської кваліфікаційної роботи визначено, що деталь «Корпус 34.78» є технологічною, а тип виробництва деталі – середньосерійний. На основі розрахованих техніко-економічних показників способів отримання заготовки деталі «Корпус 34.78» 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.

Проведено технологічну підготовку виробництва деталі «Корпус 34.78» на основі застосування CAD-системи КОМПАС V15, CAD/CADE-системи T-Flex v15, CAD/CAM-системи Cimatron E7 та PDM-системи АВТОПРОЕКТ 9.4, що дозволило отримати інтегровану інформаційну модель виробу. Проведено удосконалення міцності деталі «Корпус 34.78» за рахунок використання її інформаційної моделі.

В магістерській кваліфікаційній роботі розраховані основні економічні показники забезпечення виготовлення деталі «Корпус 34.78», що дозволило забезпечити економічний ефект від реалізації вкладених інвестиції з періодом окупності 1,39 років. Розроблено заходи забезпечення умов праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях під час виготовлення деталі «Корпус 34.78».