

Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра технологій та автоматизації машинобудування

Кравчук Владислав Сергійович

спеціальність 131 – «Прикладна механіка»

Технологічна підготовка виробництва деталі
«Втулка 60.08»
з використанням CALS-технологій

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

Вінниця ВНТУ – 2019 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.

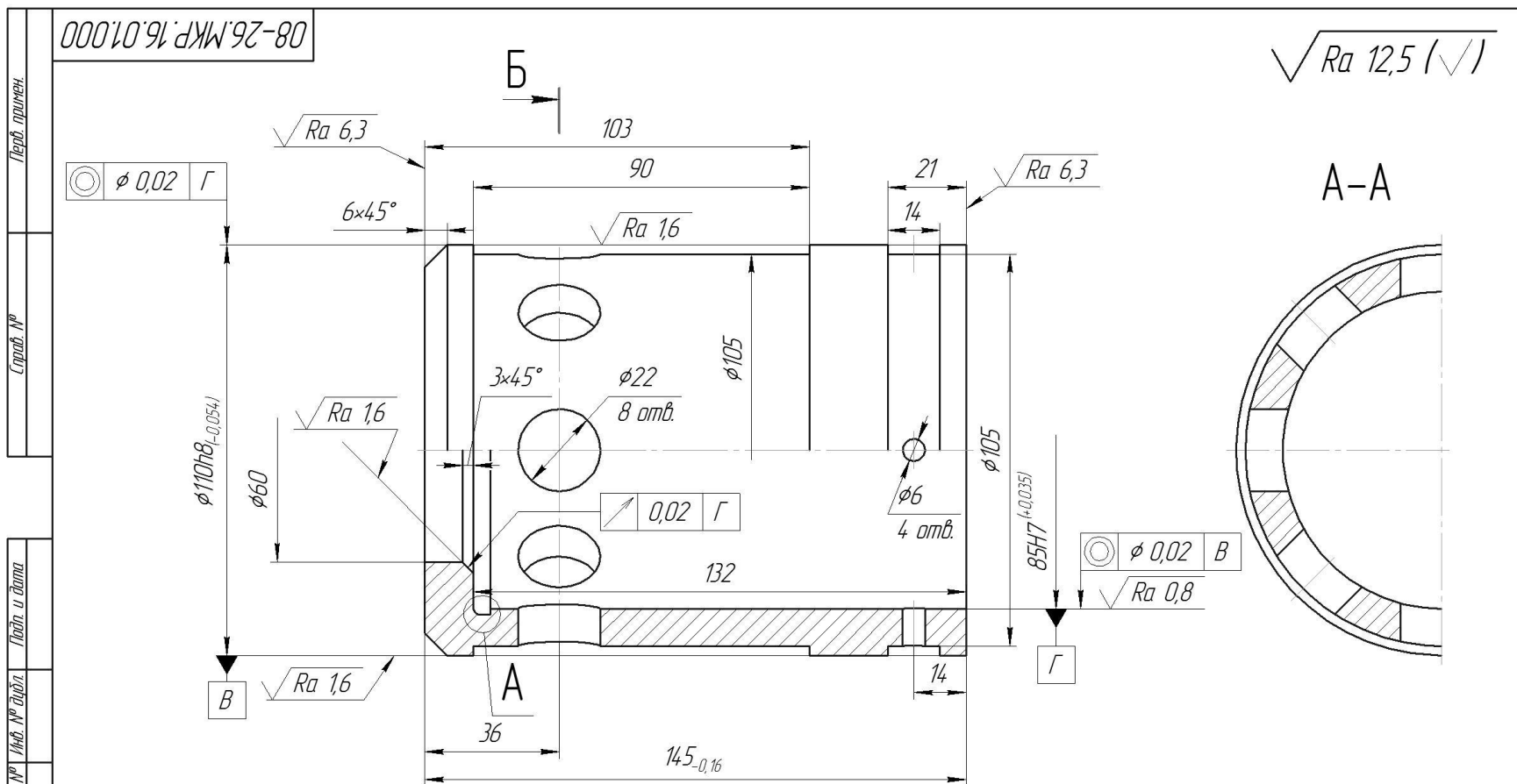
Об'єкт дослідження – процеси та програмні засоби управління технологічною підготовкою виробництва в інтегрованому інформаційному середовищі.

Предмет дослідження – технологічний процес механічної обробки деталі «Втулка 60.08» та методи, технології та програмні засоби систем автоматизації технологічної підготовки промислових виробництв.

Деталь "Втулка 60.08"

$\sqrt{Ra\ 12,5\ (\checkmark)}$

08-26.МКР.16.01.000



Перв. примен.
Строч. №

Взам. инв. № Инв. № докл.
Падн. и дата

Взам. инв. № Инв. № докл.
Падн. и дата

Инв. № подл.
Падн. и дата

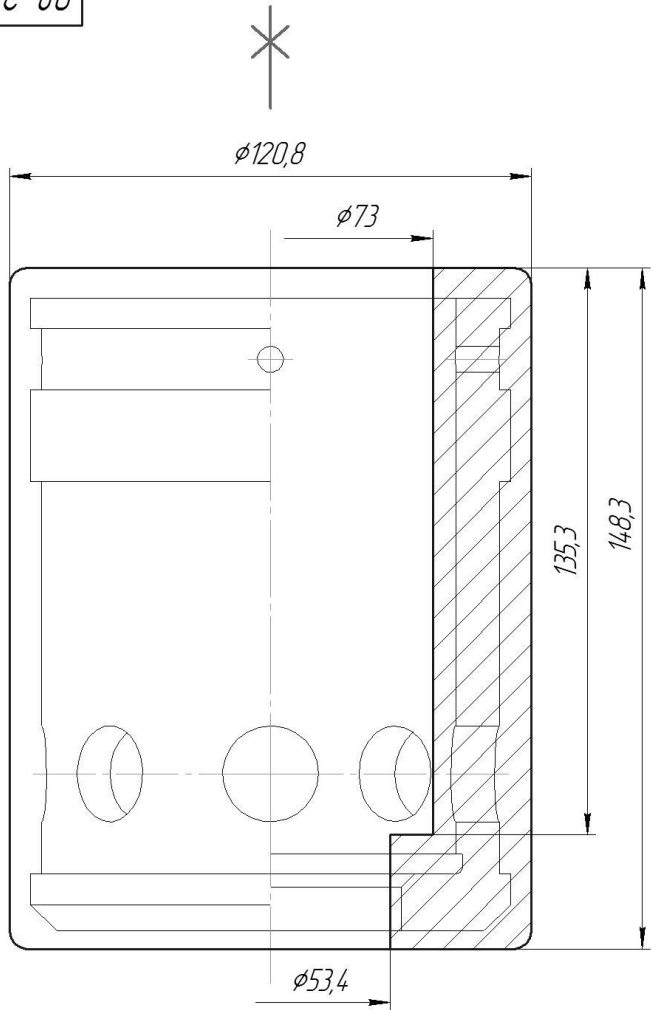
1.Невказані граничні відхилення розмірів Н14; h14; +IT14/2

				08-26.МКР.16.01.000		
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лист	Масса
					Втулка 60.08	3,6
Разраб.	Кравчук В.С.					1:1
Проб.	Петров О.В.					
Т.контр.						
Н.контр.	Савуляк В.В.				Лист	Листов 1
Утв.	Козлов Л.Г.				Сталь 45/1	ВНТУ
					ГОСТ 1050-74	гр. 1ПМ-17М
					Копирвал	Формат А3

Заготовка деталі "Втулка 60.08"

08-26.МКР.16.02.000

✓ Ra 16



1. Точність виливка 11-9-10-11 зм. 1,0 ГОСТ 26645-85.
2. Маса 3,6-6,0-0,5-5,62 ГОСТ 26645-85.
3. Невказані на кресленні радіуси заокруглень 4..6 мм, формувальні нахили 0°29'.

Інв. № деталі	Повн. і дата	Взам. інв. №	Інв. № з'їдл.	Повн. і дата	Стор. №	Пев. примеч.
---------------	--------------	--------------	---------------	--------------	---------	--------------

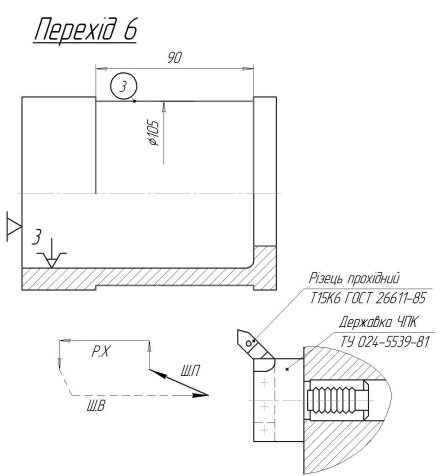
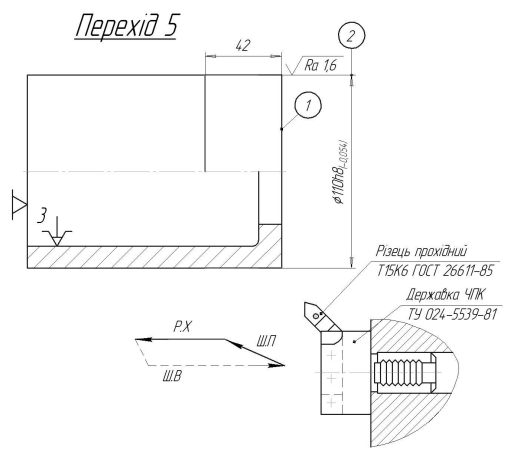
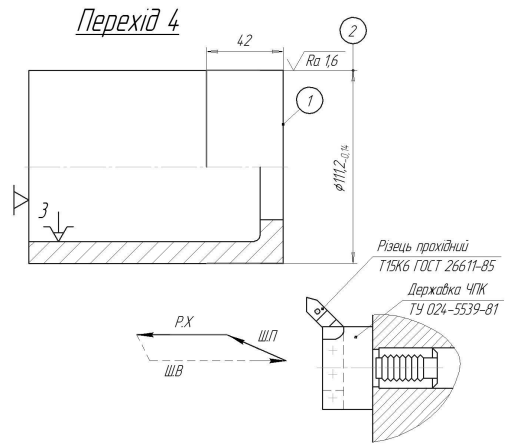
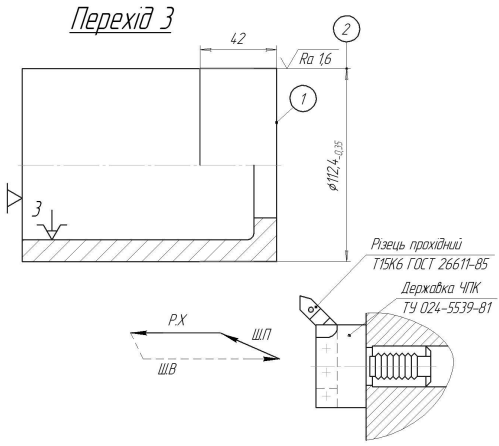
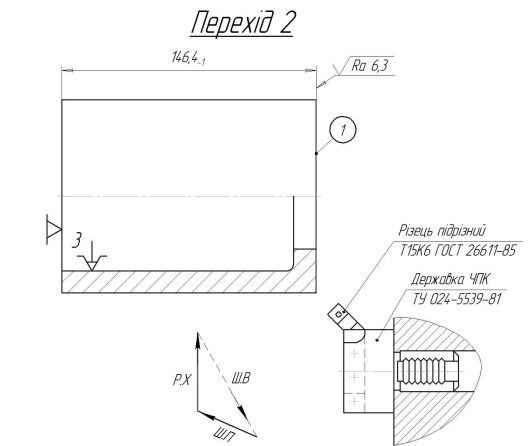
				08-26.МКР.16.02.000					
Ім'я/Лист	№ док.им.	Повн.	Дата	Втулка 60.08 (виливок)		Лит.	Маса	Масштаб	
Розроб.	Кравчук В.С.						5,62	1:2	
Проб.	Петров О.В.					Лист	Листов	1	
Т.контр.				Сталь 45Л ГОСТ 1050-74		ВНТУ, гр. ППМ-17М			
Н.контр.	Сабіляк В.В.			Копирвал			Формат А3		
Утв.	Козлов Л.Г.								

Технологічний процес механічної обробки деталі “Втулка 60.08”

№ операції	Назва операції та зміст переходів	Операційний ескіз	Тип і модель обладнання
005	<p><u>Токарно-револьверна з ЧПК</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити і закріпити заготовку. 2. Точити торець ① однакратно. 3. Точити пов. ② попередньо. 4. Точити пов. ② попередньо. 5. Точити пов. ② остаточна. 6. Точити пов. ③ однакратно 7. Точити пов. ④ однакратно. 8. Точити фаску ⑤ однакратно 9. Центрувати 8 отв. ⑥. 10. Свердлити 8 отв. ⑥. 11. Зняти деталь. 		HAAS ST-10
010	<p><u>Токарно-револьверна з ЧПК</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити і закріпити заготовку. 2. Точити торець ① однакратно. 3. Точити пов. ② попередньо. 4. Точити пов. ② попередньо. 5. Точити пов. ② остаточна. 6. Точити пов. ③ однакратно. 7. Точити пов. ④ попередньо. 8. Точити пов. ④ попередньо. 9. Точити пов. ④ остаточна. 10. Точити канавку ⑤ 11. Точити фаску ⑥. 12. Центрувати 4 отв. ⑦. 13. Свердлити 4 отв. ⑦. 14. Зняти деталь. 		HAAS ST-10
015	<p><u>Внутрішньошліфувальна</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити і закріпити заготовку. 2. Шліфувати пов. ① 3. Зняти деталь. 		ЗК227В

Карта наладки на операцію 015 (лист 1)

08-26.МКР.16.04.000



10	Свердлити отвір 1	10	0,2	20,4	135
9	Центрувати отвір 1	2,0	0,2	15,1	128
8	Точити фаску 5	1,5	0,15	61,3	224
7	Точити поверхню 4 однократно	1,6	0,25	92,2	234
6	Точити поверхню 3 однократно	5	0,25	92,2	234
5	Точити поверхню 2 остаточно	1,5	0,15	75,2	182
4	Точити поверхню 2 попередньо	1,2	0,25	81,3	192
3	Точити поверхню 2 попередньо	1,3	0,25	82,4	196
2	Точити торець 1	1,4	0,25	90,1	204

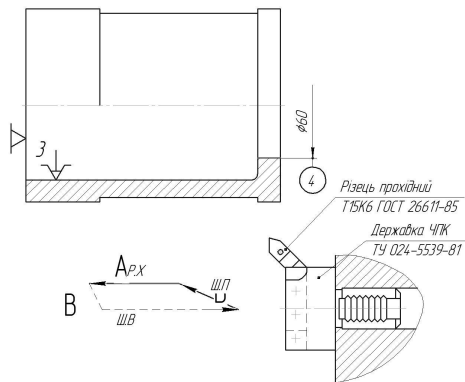
№ операції	№ пер.	HAAS ST-10	l, мм	S, мм/об	V, м/хв	f, мм/об	n, об/хв
Режими різання							
08-26.МКР.16.04.000							
Карта наладки на операцію 015							
№ операції	№ вим.	Габр.	Штук.	Дат.	Маса	Матеріал	
Розроб.	Автори	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.	Висл.
Проєкт.	Проєкт.	Проєкт.	Проєкт.	Проєкт.	Проєкт.	Проєкт.	Проєкт.
Норматив	Соборняк В.В.	Козуб В.В.	Козуб В.В.	Козуб В.В.	Козуб В.В.	Козуб В.В.	Козуб В.В.
Штук.	Штук.	Штук.	Штук.	Штук.	Штук.	Штук.	Штук.

Лист 1 з 1
Лист 2 з 2
Лист 3 з 3
Лист 4 з 4
Лист 5 з 5
Лист 6 з 6
Лист 7 з 7
Лист 8 з 8
Лист 9 з 9
Лист 10 з 10

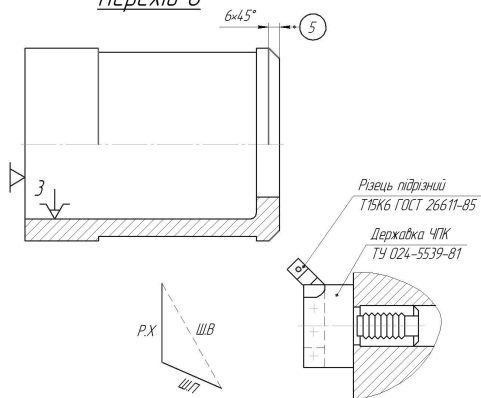
Карта наладки на операцію 015 (лист 2)

08-26.МКР.16.04.000

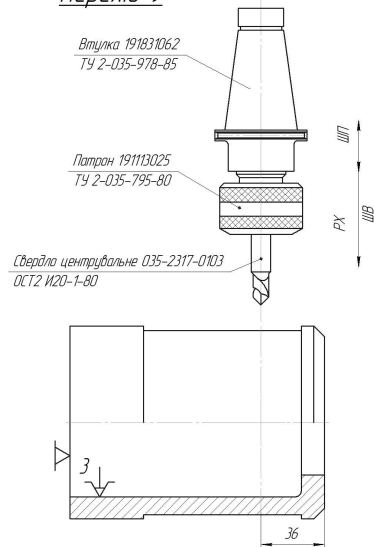
Перехід 7



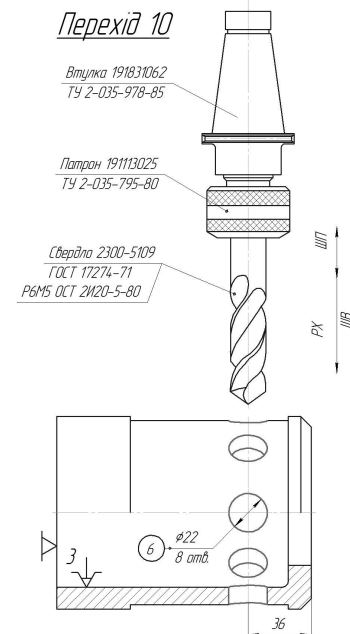
Перехід 8



Перехід 9

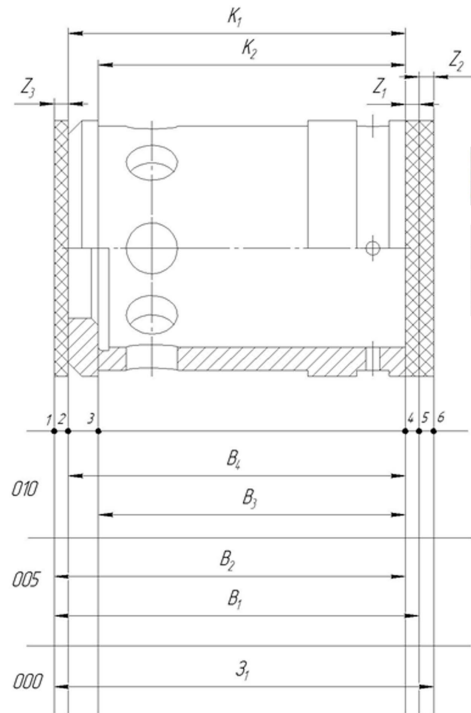


Перехід 10



08-26.МКР.16.04.000

Розмірний аналіз ТП



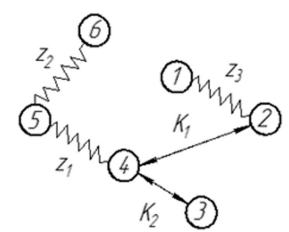
Попередні значення допусків

Розміри заготовки	З1	В1	В2	В3	В4	В3	В4
Попередні значення допусків	10	10	0,4	10	0,15	10	0,15

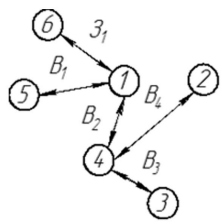
Рівняння для розрахунку розмірних технологічних ланцюгів

Розрахункове рівняння	Вихідне рівняння	Розмір що визначається
1	2	3
$B_4 - K_1 \leq 0$	$B_4 - K_1$	B_4
$B_3 - K_2 \leq 0$	$B_3 - K_2$	B_3
$B_2 - Z_1 \leq 0$	$B_2 - Z_1$	B_2
$Z_2 - B_1 \leq 0$	$Z_2 - B_1$	Z_2
$Z_3 - B_4 \leq 0$	$Z_3 - B_4$	Z_3

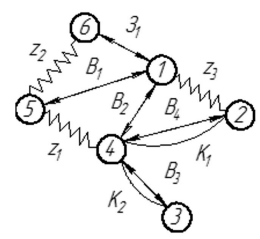
Похідний граф-дерево



Вихідний граф-дерево

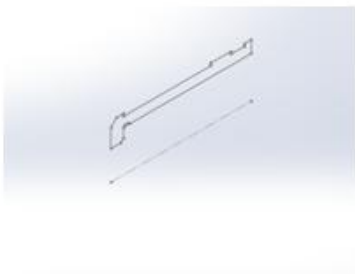


Суміщене граф-дерево



Розробка тривимірної моделі деталі «Втулка 60.08»

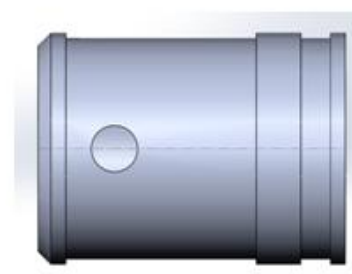
Крок 1. Створення ескізу профілю для операції «Обернена бобишка» на 360 градусів



Крок 2. Операція «Обернена бобишка» на 360 градусів



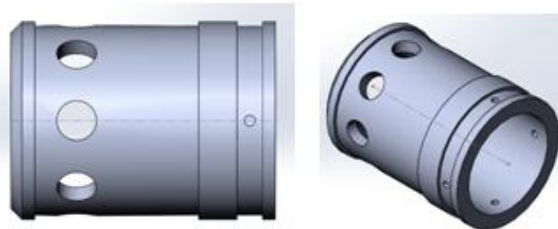
Крок 3. Витягування одного наскрізного отвору Ø22 мм



Крок 4. Круговий масив для 7-ми отворів Ø22 мм



Крок 5. Витягування одного наскрізного отвору Ø6 мм

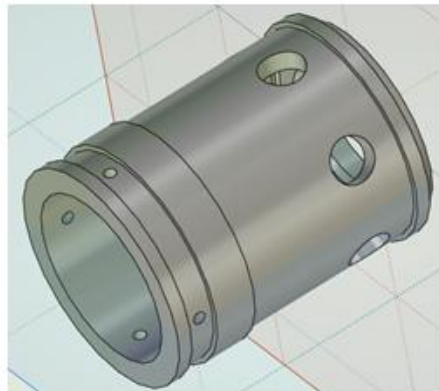


Крок 6. Тривимірна модель деталі «Втулка 60.08»

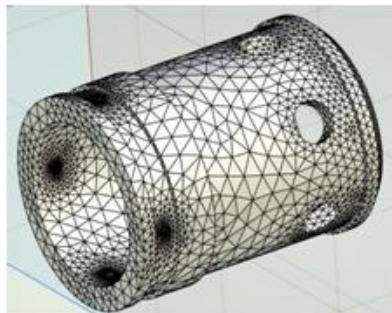


Аналіз на міцність деталі “Втулка 60.08”

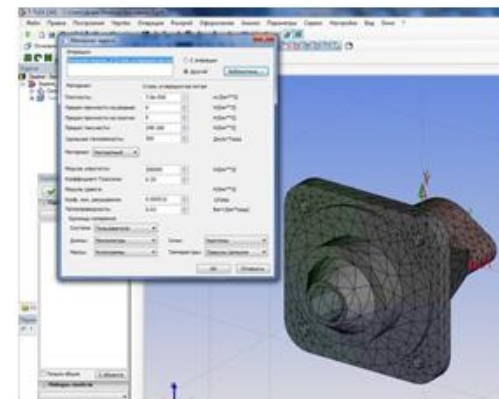
Крок 1. Імпорт деталі у CAD/CAE-систему



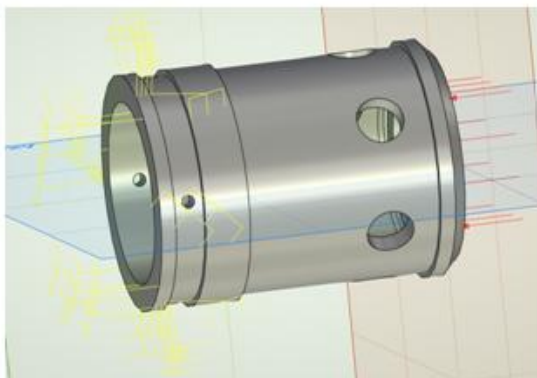
Крок 2. Формування сітки



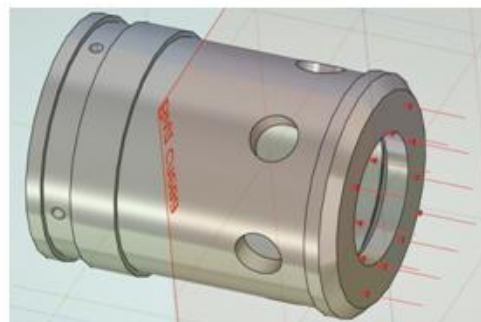
Крок 3. Вибір матеріалу



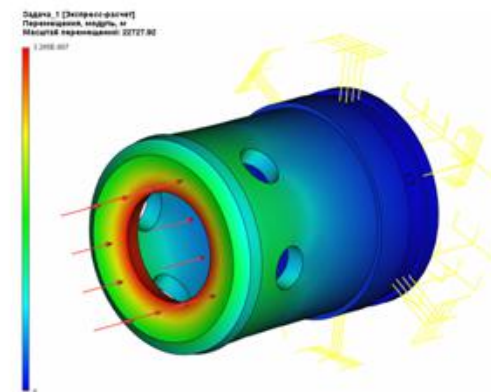
Крок 4. Визначення закріплення



Крок 5. Визначення навантаження



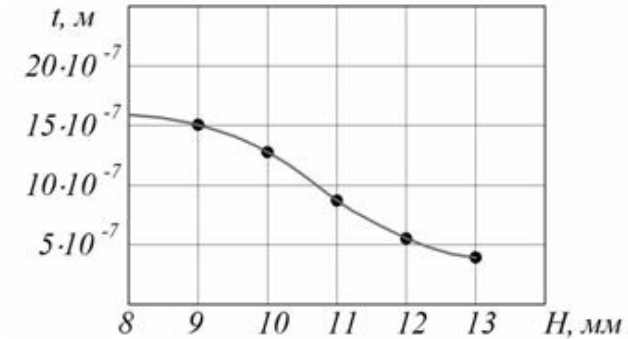
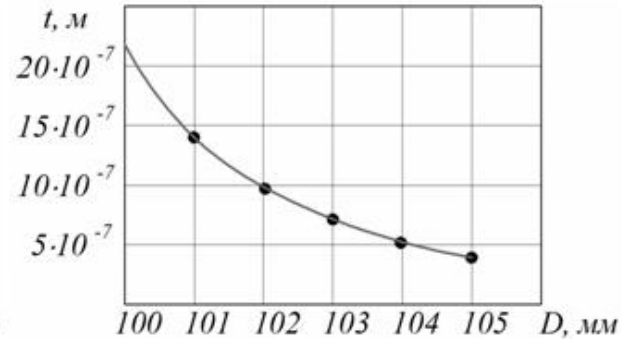
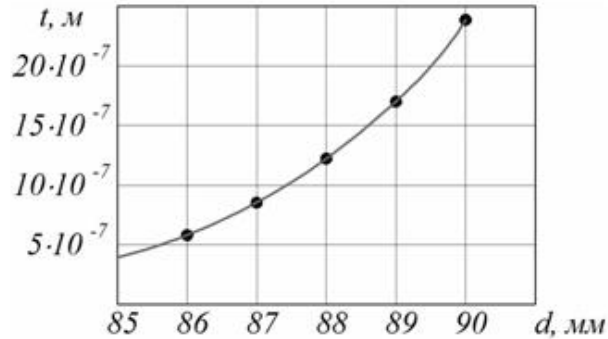
Крок 6. Результат розрахунку



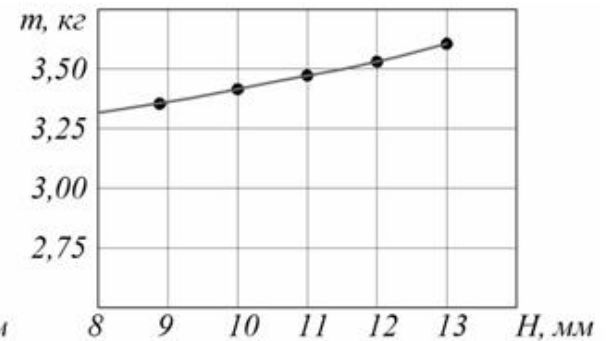
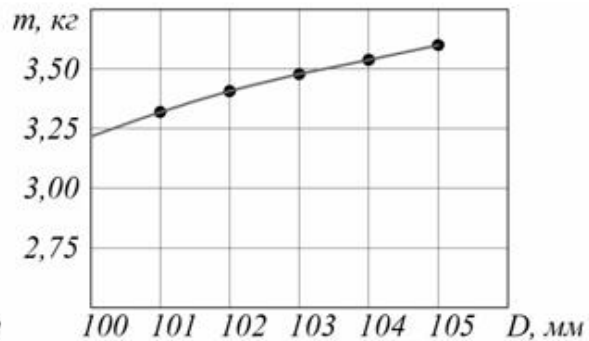
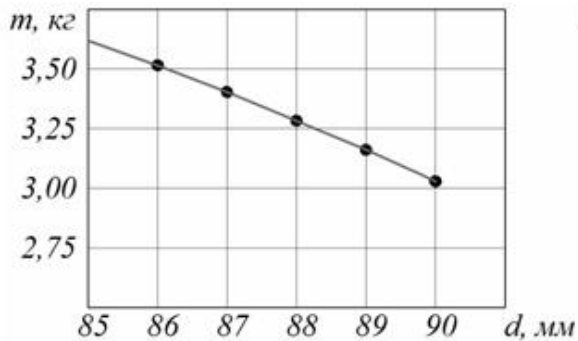
Дослідження міцності деталі

Діапазон досліджуваних параметрів:

- внутрішній діаметр $d = 85 \dots 90$ мм;
- зовнішній діаметр $D = 100 \dots 105$ мм;
- ширина буртика $H = 8 \dots 13$ мм.



Залежності величини деформації деталі t від її конструктивних параметрів

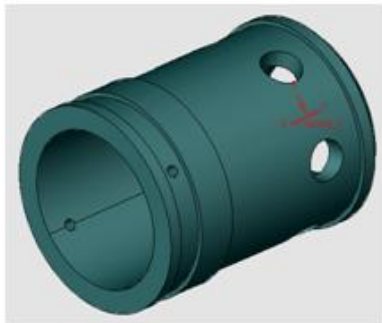


Залежності маси деталі від її конструктивних параметрів

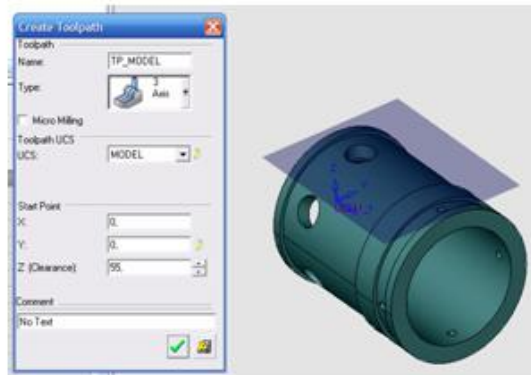
Рекомендовані конструктивні параметри деталі: $d = 87$ мм, $D = 103$ мм, $H = 11$ мм

Розробка програми обробки деталі «Втулка 60.08» на верстаті з ЧПК

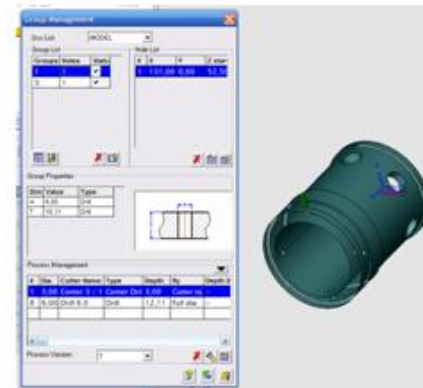
Крок 1. Вибір вихідної тривимірної моделі деталі «Втулка 16.08»



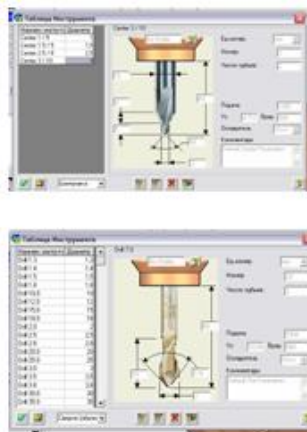
Крок 2. Вибір положення площі координат



Крок 3. Проектування послідовності обробки отворів



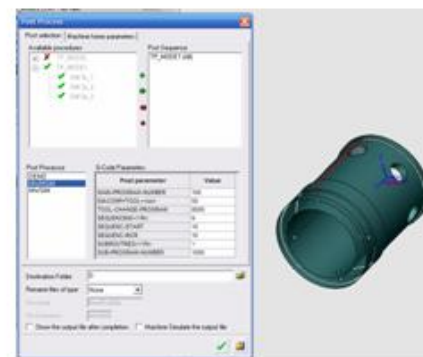
Крок 4. Вибір інструментів для обробки



Крок 5. Вибір послідовності, параметрів та траєкторії руху інструментів

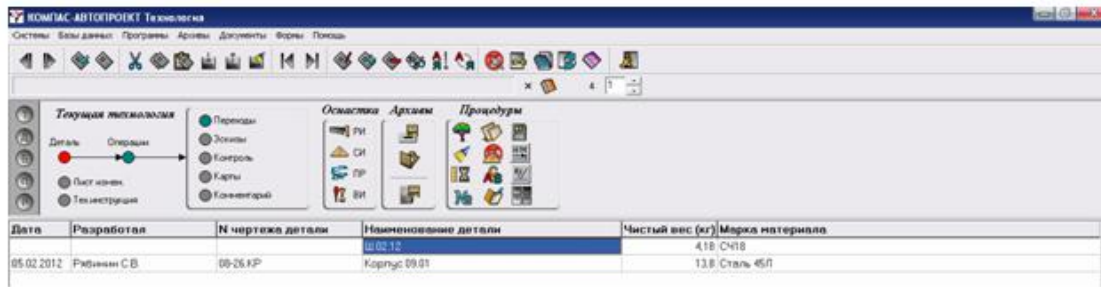


Крок 6. Вибір постпроцесора, проектування та збереження програми обробки

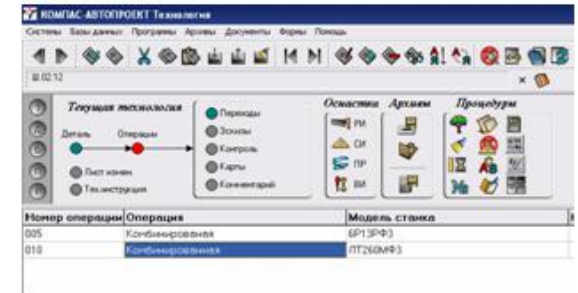


Проектування ТП механічної обробки деталі середовищі Автопроект

Крок 1. Реєстрація деталі у модулі АВТОПРОЕКТ-СПЕЦИФІКАЦІЯ



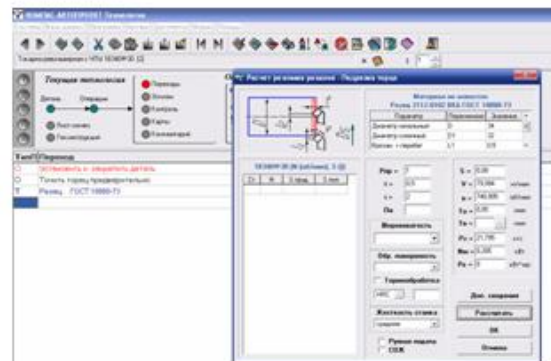
Крок 2. Розробка операцій ТП механічної обробки



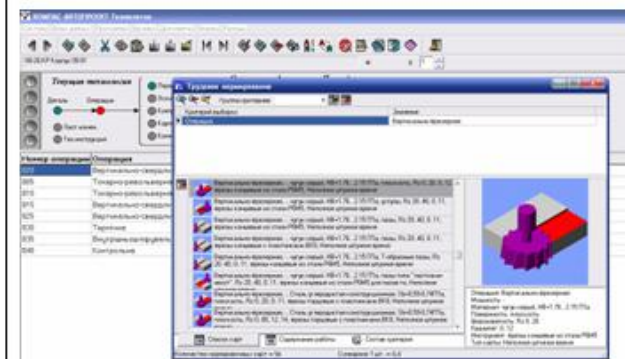
Крок 3. Розробка переходів операцій ТП механічної обробки



Крок 4. Розрахунок режимів різання на



Крок 5. Розрахунок норм часу



Наукова новизна одержаних результатів:

Отримав подальший розвиток метод підвищення міцності виробу за рахунок введення та удосконалення конструктивних елементів на основі комплексного використання аналітичного та імітаційного моделювання.

Практичне значення одержаних результатів:

- 1. Розроблено заготовку деталі «Втулка 60.08» та технологічний процес механічної обробки її виготовлення, який за умови програми випуску обсягом 2500 шт на рік забезпечує термін окупності вкладених коштів протягом 3,89 років.
- 2. На базі CALS-технологій розроблено інформаційну модель управління технологічною підготовкою виробництва деталі «Втулка 60.08», що здатна функціонувати у інтегрованому інформаційному середовищі.
- 3. Розроблено керуючу програму обробки деталі «Втулка 60.08» на верстаті з ЧПК.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання магістерської кваліфікаційної роботи визначено, що деталь «Втулка 60.08» є технологічною, а тип виробництва деталі – середньосерійний. На основі розрахованих техніко-економічних показників способів отримання заготовки деталі «Втулка 60.08» визначення, що найраціональнішим є спосіб лиття в оболонковій формі. Виконано проектування послідовностей обробки поверхонь заготовки та операційного технологічного процесу виготовлення деталі з отриманням технологічних карт.

Проведено технологічну підготовку виробництва деталі «Втулка 60.08» на основі застосування CAD-систем Solid Works 2016 та КОМПАС V15, CAD/CAE-системи T-Flex, CAD/CAM-системи Cimatron та PDM-системи АВТОПРОЕКТ, що дозволило отримати інтегровану інформаційну модель виробу. Проведено удосконалення міцності деталі «Втулка 60.08» за рахунок використання її інформаційної моделі.

В магістерській кваліфікаційній роботі розраховані основні економічні показники забезпечення виготовлення деталі «Втулка 60.08», що дозволило забезпечити економічний ефект від реалізації вкладених інвестиції з періодом окупності 3,89 років. Розроблено заходи забезпечення умов праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях під час виготовлення деталі «Втулка 60.08».