

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»

Кафедра Механіко-машинобудівний факультет  
Технологій машинобудування та матеріалознавства  
(повна назва)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра


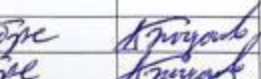
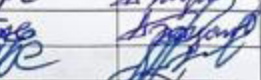
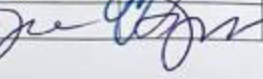


студента Ткача Андрія Юрійовича  
(ПІБ)

академічної групи 131-16-1  
(шифр)

спеціальності 131 Прикладна механіка  
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою Комп'ютерні технології машинобудівного виробництва  
(офіційна назва)

на тему Проект технологічного процесу виготовлення деталі «Вал-шестерня» в умовах серійного виробництва  
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Богданов О.О.	75	добре	
розділів				
Аналітичний	Богданов О.О.	75	добре	
Технологічний	Богданов О.О.	75	добре	
Спеціальний	Богданов О.О.	75	добре	
Рецензент	Бондаренко А.О.	75	добре	
Нормоконтролер	Проців В.В.	75	добре	

Дніпро  
2020

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**

завідувач кафедри

Технологій машинобудування та матеріалознавства

(повна назва)

  
(підпис)

В.В. Проців

(прізвище, ініціали)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 року

**ЗАВДАННЯ**  
на кваліфікаційну роботу  
ступеню бакалавр  
(бакалавр, спеціаліст, магістр)

студенту Ткачу А.Ю. академічної групи 131-16-1  
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 131 Прикладна механіка

за освітньо-професійною програмою \_\_\_\_\_  
Комп'ютерні технології машинобудівного виробництва  
(офіційна назва)

на тему Проект технологічного процесу виготовлення деталі «Вал-шестерня» в умовах серійного виробництва

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

Розділ	Зміст	Термін виконання
Аналітичний	Характеристика об'єкта виробництва; Аналіз технологічності конструкції деталі	04.05.20-18.05.20
Технологічний	Проект технології обробки деталі	18.05.20-01.06.20
Спеціальний	Розробити автоматизований процес токарно-фрезерної обробки деталі з ілюстрованими переходами і описом операцій	01.06.20-14.06.20

Завдання видано   
(підпис керівника)

О.О. Богданов

(прізвище, ініціали)

Дата видачі 04.05.2020

Дата подання до екзаменаційної комісії  
Прийнято до виконання

15.06.2020

  
(підпис студента)

А.Ю. Ткач

(прізвище, ініціали)

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет "Дніпровська політехніка"

ЗАТВЕРДЖУЮ  
завідувач кафедри технології  
машинобудування та матеріалознавства  
професор Проців В.В.  
"\_\_\_" \_\_\_ 20\_\_ р.

Проект технологічного процесу виготовлення деталі  
"Вал-шестерня" в умовах серійного виробництва

ТММ.ОППБ.20.10.ПЗ

№ п/п	Підп. і дата	Взам. інв. №	Інв. № д/дл.	Підп. і дата

Керівник доцент кафедри ТММ  
Богданов О.О.  
"15" 06 2020 р.

Студент групи 131-16-1 ММФ  
Ткач А.Ю.  
"15" 06 2020 р.

## Реферат

Пояснювальна записка: \_\_\_ с, \_\_\_ рис, \_\_\_ табл., \_\_\_ додаток, \_\_\_ джерела.

Тема: Проект технологічного процесу виготовлення деталі «Вал-шестерня» в умовах серійного виробництва.

Ключові слова: деталь, технологія виробництва, токарна операція, фрезерна операція, вал-шестерня.

Об'єкт розроблення у кваліфікаційній роботі – технологічні процеси механічної обробки однієї деталі - «Вал-шестерня».

Метою кваліфікаційної роботи є розробка та удосконалення технологічних процесів обробки деталі з застосуванням універсальних верстатів та верстатів з ЧПК.

Результат роботи – технологічний процес виготовлення деталі «Вал-шестерня» в умовах серійного виробництва з застосуванням сучасного обладнання.

Новизна кваліфікаційної роботи – вибір і обґрунтування варіанту технологічного процесу виготовлення деталі «Вал-шестерня» з використанням сучасних технологій, прогресивного різального інструменту та обладнання.

Практична цінність – рекомендації щодо проектування процесу обробки конкретної деталі в умовах серійного виробництва.

У кваліфікаційній роботі розроблені детальні технологічні операції. Здійснено вибір сучасних багатоцільових верстатів та верстатів з ЧПК, прогресивного ріжучого інструменту. Розроблено автоматизований процес токарно-фрезерної обробки деталі «Вал-шестерня» з використанням пакету FeatureCam 2016.

## Зміст

1	Аналітичний розділ .....
1.1	Вступ .....
1.2	Характеристика об'єкта виробництва .....
1.3	Аналіз технологічності конструкції деталі .....
1.4	Висновки .....
2	Технологічний розділ .....
2.1	Встановлення виробничої програми випуску деталі .....
2.2	Вибір заготівки .....
2.3	Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі .....
2.4	Розрахунок припусків на механічну обробку .....
2.5	Детальна розробка технологічних операцій .....
2.6	Висновки .....
3	Спеціальний розділ .....
3.1	Автоматизований процес виготовлення деталі "Вал-шестерня" на багатоцільовому оброблювальному центрі з ЧПК.....
3.2	Створення моделі і симуляція обробки деталі.....
3.3	Вибір стратегії обробки і устаткування.....

					<b>ТММ.ОПІБ.20.10.ПЗ</b>					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.	Ткач				<b>Пояснювальна записка</b>			Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.	Богданов									
Н.контр.								<b>НТУ «ДП»</b>		
Затвер.										

3.4 Генерування керуючої програми для верстата з ЧПК.....

3.5 Висновки .....

4 Загальні висновки .....

Перелік посилань .....

Додаток А .....

Додаток Б .....

Додаток В .....

Зм.	Арк.	№ докум.	Піліпис.	Лата

ТММ.ОППБ.20.10

Арк.

# 1 Аналітичний розділ

## 1.1 Вступ

Машинобудування є найважливішою галуззю народного господарства, тому що забезпечує технологічні процеси засобами виробництва - машинами і механізмами. Технологія машинобудування, як галузь науки, вивчає закономірності, що діють в процесі виробництва машин, щоб використовувати ці закономірності для забезпечення необхідної якості машин при найменшій їх собівартості.

Технічний прогрес здійснюється не тільки на основі застосування нових науково-технічних досягнень. Він базується і на широкому використанні вже визначилися напрямків в розвитку техніки і характеризується не тільки безперервною появою принципово нових технологічних процесів, але й безперервною заміною існуючих процесів більш точними, продуктивними і економічними.

Ефективність машинобудування повинна підвищуватися за рахунок зміни структури парку металорізального обладнання. Це досягається шляхом збільшення питомої ваги автоматизованого обладнання, оснащених мікропроцесорної та обчислювальної технікою, що дозволяє швидко і ефективно перебудовувати виробництво на випуск нових виробів.

Технологічний процес механічної обробки проектується на основі робочого креслення деталі.

Вибір оптимального варіанту технологічного процесу, тобто процесу, найбільш вигідного для даних конкретних умов, що забезпечує найбільшу продуктивність при найменшій собівартості обробки, вимагає в ряді випадків розрахунку економічної ефективності і порівняння економічних варіантів обробки. Вибір оптимального варіанту в значній мірі залежить від обсягу випуску, виробничих можливостей підприємства і умов проектування.

Зм.	Арк.	№ док.ум.	Піліпис.	Лата

ТММ.ОППБ.20.10

Арк.

Інформаційною основою при розробці технологічних процесів є: технологічний класифікатор об'єкта виробництва, класифікатор технологічних процесів, система позначень технологічних документів, стандарти Єдиної системи технологічної документації, типові технологічні процеси і операції, стандарти і каталоги на засоби технологічного оснащення, нормативи технологічних режимів, матеріальні та трудові нормативи .

## 1.2 Характеристика об'єкта виробництва

Деталь «Вал-шестерня» є силовою деталлю кінематичної передачі редуктора і служить для передачі більшого крутного моменту. Призначення деталі робить її дуже відповідальною, в зв'язку з чим, на деталь встановлені досить жорсткі допуски на розміри, а також допуски розташування поверхонь.

Матеріал деталі сталь 18ХГТ ГОСТ4543-71. Цей матеріал використовується для відповідальних високонавантажених деталей, до яких пред'являються високі вимоги за механічними властивостями. Хімічний склад представлений в таблиці 1.

Таблиця 1

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Cu
не більше (у відсотках)								
0,15 – 0,18	0,17 – 0,37	0,80 – 1,10	0,035	0,035	1,00 – 1,30	0,30	0,20 – 0,30	0,30

Матеріал відноситься до легованих сталей і має наступні фізико-механічні властивості:  $\sigma_{0,2} = 780$  МПа,  $\sigma_b = 980$  МПа,  $\delta = 9\%$ , твердість – 240 – 293 НВ. Сталь задовільно обробляється різанням. Даний вал є цілісною деталлю, і замінити її на збірну конструкцію недоцільно.

Зм.	Арк.	№ док.ум.	Пілпис.	Дата

ТММ.ОППБ.20.10

Арк.



## 2 Технологічний розділ

### 2.1 Встановлення виробничої програми випуску деталі

Тип виробництва попередньо визначається за річним обсягом випуску і масі деталі. На цій стадії проектування, в якості вихідних даних для визначення типу виробництва приймаються маса і річна програма випуску деталі.

Для деталі «Вал-шестерня»:

- маса деталі - 8,4 кг;
- річна програма випуску - 1000 шт.

Попередньо приймається середнє серійне виробництво.

Форма організації виробництва встановлюється відповідно до ГОСТ 14.312-74. Передбачено дві форми організації - групова і потокова, які характеризуються рівнем спеціалізації робочих місць і розташуванням технологічного обладнання.

Основним показником, що характеризує серійне виробництво, є величина партії деталей, одночасно що запускаються у виробництво. Розмір партії визначається за формулою:

$$n = \frac{N \cdot a}{\Phi} \quad (1)$$

де  $a$  - періодичність запуску деталей у виробництво. Визначається в днях. Можливі значення - 3, 6, 12, 24. Для великосерійного виробництва приймаємо, що запас деталей на складі забезпечує роботу складального цеху на 6 днів.

$\Phi$  - число робочих днів у році (254 дня).

Отже для деталі «Вал-шестерня»:

$$n = \frac{1000 \cdot 6}{254} = 23,6 \approx 24 \text{ (шт.)}$$

Розмір партії приймаємо 25 штук, щоб він був кратний річній програмі випуску деталей, яка забезпечується запуском 40 партій.

Такт випуску деталі

Зм.	Арк.	№ доквм.	Піліпис.	Лата

ТММ.ОППБ.20.10

Арк.

$$t_b = \frac{60 \cdot F_d \cdot m}{N} \quad (2)$$

де  $F_d$  – річний дійсний фонд роботи верстата, год; при роботі в одну зміну  $F_d=2030$ год;

$m$  – число змін роботі верстата за добу;

$N$  – річна програма випуску деталей, шт.

$$t_a = \frac{60 \cdot 2030 \cdot 2}{1000} = 243,6 \text{ хв.}$$

## 2.2 Вибір заготівки

Метод виконання заготовки визначається призначенням і конструкцією деталі, матеріалом, технічними вимогами, масштабом і серійністю випуску, а також економічністю виготовлення. Вибрати заготовку - значить встановити спосіб її отримання, намітити припуски на обробку кожної поверхні, розрахувати розміри і вказати допуски на неточність виготовлення.

Вал-шестерня має невелику кількість ступенів з перепадом їх діаметрів, тому дана деталь виготовляється з штучних заготовок. Даний матеріал поставляється крім іншого також у вигляді поковок.

Приймаємо, що заготівлею буде сталева штампована поковка, отримана гарячим об'ємним штампуванням. У цьому випадку форма заготівки в значній мірі наближена до форми готової деталі. Вважаємо, що для прийнятих умов виробництва заготовка буде формуватися в закритих штампах на кривошипних гарячештамповочних пресах. Конфігурація заготівки приведена на рис. 1.

Зм.	Арк.	№ доквм.	Пілпис.	Лата

## 2.6 Висновки

В даному розділі встановлено виробничу програму випуску деталі. Прийнято, що заготівлею буде сталева штампована поковка, отримана гарячим об'ємним штампуванням. Визначено припуски на механічну обробку виходячи з номінального розміру, що визначає положення поверхні, її параметра шорсткості і вихідного індексу. Здійснено детальну розробку технологічних операцій, обрано відповідне обладнання, інструмент, розраховано режими різання. Отримані данні зведено в таблиці.

Зм.	Арк.	№ док.ум.	Піппис.	Лата

ТММ.ОППБ.20.10

Арк.

### 3 Спеціальний розділ

#### 3.1 Автоматизований процес виготовлення деталі "Вал-шестерня" на багатоцільовому оброблювальному центрі з ЧПК

В даному розділі представлений автоматизований процес токарно-фрезерної обробки деталі "Вал-шестерня" (рис.3.1) з ілюстрованими переходами і описом операцій. Як програма для реалізації обробки деталі була обрана система FeatureCam 2016 (компанії AUTODESK) - пакет для підготовки високоефективних керуючих програм для токарно-фрезерних верстатів з ЧПУ, а також КОМПАС-3D для тривимірного моделювання деталі і заготовки.

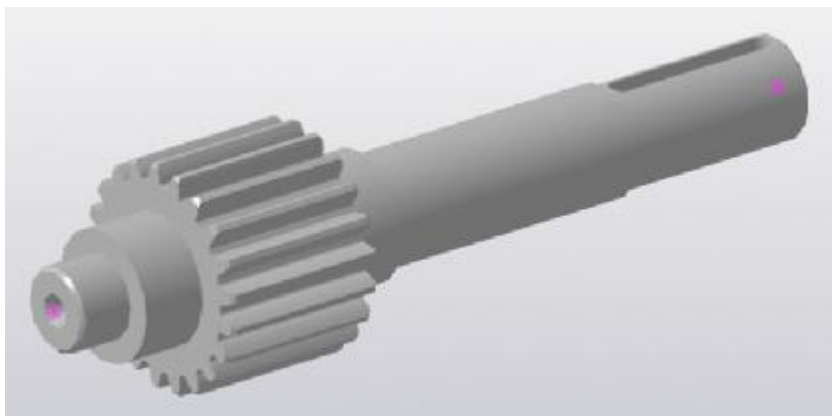


Рис. 3.1. Загальний вид деталі

AUTODESK FeatureCam дозволяє підвищити продуктивність верстатів і, одночасно з цим, досягти найвищої якості при виготовленні деталей і оснастки.

Мета даного розділу - показати приклад одного з можливих варіантів механічної обробки із застосуванням 4-х координатного верстата, а також підвищення ефективності та продуктивності при створенні керуючих програм для верстатів з ЧПУ в умовах серійного виробництва.

Основні переваги пакету FeatureCam 2016:

- Гнучкі стратегії чорнової і чистової обробки;
- Висока швидкість розрахунку керуючих програм;
- Автоматизована оптимізація подач для скорочення часу обробки;

Інтегровані засоби візуалізації обробки;

Зм.	Арк.	№ докум.	Піліпис.	Дата

- Перевірка і виключення зарізів;
- Імпорт твердотільних, поверхневих і фасетних моделей, а також каркасної геометрії в різних форматах: AutoCAD, STL, STEP, IGES, Parasolid;
- Автоматичне розпізнавання типових елементів (отвори, кишені і т.д.) і їх обробка;
- Закриття отворів і пазів для виключення їх обробки;
- Гнучкий механізм кордонів для обмеження зони обробки;
- Генерація карт налагодження для керуючих програм;
- Контроль зіткнень з урахуванням патрона, інструменту, органів верстата і оправлення.

### 3.2 Створення моделі і симуляція обробки деталі

На початку створюємо тривимірну твердотільну модель деталі і на підставі розрахованих припусків на механічну обробку створюємо заготовку за допомогою CAD програми КОМПАС-3D v18 (рис. 3.2). Тривимірна модель деталі служить не тільки для кращої візуалізації, але і по ній в кінцевому підсумку проводять порівняння після комп'ютерної обробки. Це дає можливість швидко перевірити місця, де залишився припуск, і де могли виникнути заріз і зіткнення. У свою чергу, це зменшує час витрачається на розрахунок програми для ЧПК.

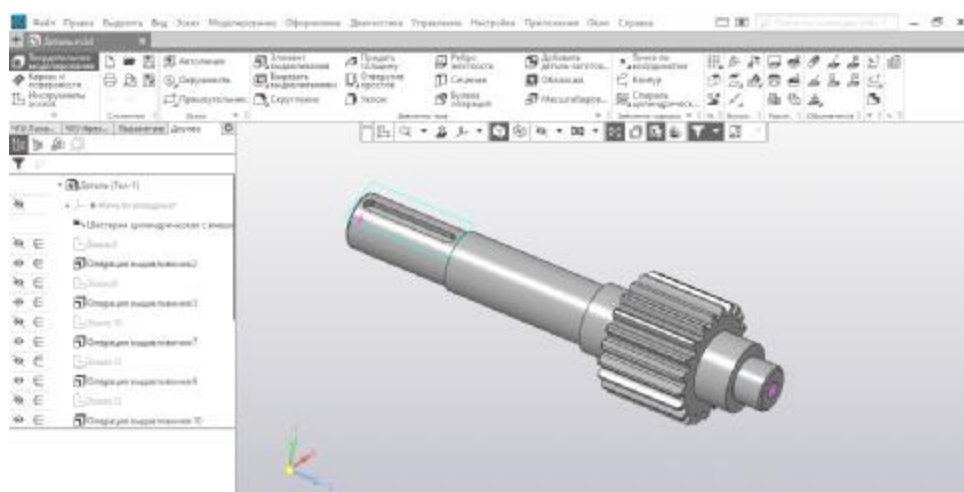


Рис. 3.2. Тривимірна модель деталі "Вал-шестерня" в КОМПАС-3D

Зм.	Арк.	№ докум.	Пілпис.	Дата

```

N10 ;(MULTICUT 500 S)
N20 ;(SYSTEM: SINUMERIK 840D)
N30 ;(POSTPROCESSOR:MULTICUT_VEKT-3D)
N40 ;(DATUM: 29.01.17.011:12:21)
N50 TROFF
N60 G40 G17 G94 G90 G71 G64
N70 ;(----->> MILL )
N80 ;(Name OPER:1 Pattern)
N90 G54
N100 T="1"; T="D8_R4" D8.0 R4.0
N110 M6
N120 STOPRE
N130 DIAMOF
N140 D1
N150 STOPRE
N160 hmllll
N170 M61
N180 SETMS(3)
N190 SPOS[1]=0
N200 TRAORI1
N210 G54
N220 M3=3 S1250
N230 FGROUP (XX, YY, ZZ, B, C)
N240 G0 Z483.
N250 G94 G1 X0 Y0 C=DC(0) B0 F3000. M8
N260
N270 G94 X-120.996 Y-81.702 Z483. B0 C=DC(0)
N280 X-120.996 Y-81.702 Z478. B0 C=DC(0)
N290 X-120.996 Y-81.702 Z438.699 B0 C=DC(0) F30.
N300 X-132.449 Y-79.1 Z434.977 B0 C=DC(0) F300.
N310 X-131.778 Y-79.396 Z435.196 B0 C=DC(0)
.
.
.
.
N68300 X-119.758 Y53.008 Z-46.722 B18. C=DC(-180.)
N68310 X-125.938 Y53.008 Z-27.701 B18. C=DC(-180.) F3000
N68320 TROFF
N68330 M5
N68340 M30

```

Рис. 3.12. Фрагмент керуючої програми для верстата з ЧПК

Зм.	Арк.	№ докум.	Піліпис.	Дата

### 3.5 Висновки

Технічні можливості програм і обладнання на сьогоднішній день дозволяють виключити на 90% можливість появи небажано браку ще на стадії проектування і створення КП для верстатів, що в свою чергу, позитивно відбивається на економічній ефективності.

Також варто додати, що застосування таких обробних центрів дозволяє скоротити значний верстатний парк за рахунок комбінування можливостей різних моделей в одному верстаті.

Зм.	Арк.	№ докум.	Піллис.	Лата

ТММ.ОППБ.20.10

Арк.

#### 4 Загальні висновки.

В аналітичному розділі, виходячи з призначення деталі та умов роботи, зроблено висновок, що вона є відповідальною, в зв'язку з чим, на неї встановлені досить жорсткі допуски на розміри, а також допуски розташування поверхонь. Конфігурація деталі досить технологічна для обробки різанням на токарному верстаті, все поверхні легкодоступні для інструменту.

В технологічному розділі встановлено виробничу програму випуску деталі. Прийнято, що заготівлею буде сталева штампована поковка, отримана гарячим об'ємним штампуванням. Визначено припуски на механічну обробку виходячи з номінального розміру, що визначає положення поверхні, її параметра шорсткості і вихідного індексу. Здійснено детальну розробку технологічних операцій, обрано відповідне обладнання, інструмент, розраховано режими різання. Отримані данні зведено в таблиці.

В спеціальному розділі представлений автоматизований процес токарно-фрезерної обробки деталі "Вал-шестерня" з ілюстрованими переходами і описом операцій. Технічні можливості програм і обладнання на сьогоднішній день дозволяють виключити на 90% можливість появи небажано браку ще на стадії проектування і створення КІ для верстатів, що в свою чергу, позитивно відбивається на економічній ефективності.

Зм.	Арк.	№ докум.	Піппис.	Лата

ТММ.ОППБ.20.10

Арк.



## Перелік посилань

1. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсове проектування з технології машинобудування. - Мінськ .: Вища школа, 1983.
2. ГОСТ 26645-85 Виливки з металів і сплавів. Допуски розмірів, маси і припуски на механічну обробку.
3. Кодування технологічної інформації: Довідковий посібник / Упоряд. С.Г. Пінковський, В.Г. Олійниченко - Дніпропетровськ: НГУ, 2003. - 24 с.
4. Комплектність і правила заповнення бланків технологічних документів: Методичний посібник для самостійної роботи / Упоряд. С.Г. Пінковський, В.І. Холоша, Ю.Г. Кравченко - Дніпропетровськ: НГУ, 2004. - 34 с.
5. Кузнецов В.І., Маслов А.Р., Байков О.М. Оснащення для верстатів з ЧПУ Довідник. - М .: Машинобудування, 1983, 359 с.
6. Марочник сталей і сплавів / Под ред. В.Г. Сорокіна - М.: Машинобудування, 1989. - 638 с.
7. Машинобудівні матеріали. Короткий довідник / За ред. В.М. Раскатова - Москва .: Машинобудування, 1980. - 511 с.
8. Обробка металів різанням. Довідник технолога / Под ред. А.А. Панова. - М .: Машинобудування, 1988. - 736 с.
9. Прогресивні ріжучі інструменти та режими різання металів. Довідник / За ред. В.І. Баранчикова. - М .: Машинобудування, 1990. - 399 с.
10. Руденко П.А., Харламов Ю.О. Проектування і виробництво заготовок в машинобудуванні. Київ .: Вища школа, 1991.
11. Довідковий посібник за призначенням операційних припусків на механічну обробку табличним методом / Упоряд .: С.Г. Пінковський, Ю.Г. Кравченко, В.Г. Олійниченко - Дніпропетровськ: МДАУ, 2002. - 15 с.

Зм.	Арк.	№ док.м.	Піліпис.	Лата

ТММ.ОППБ.20.10

Арк.

	Формат	Позначення	Найменування	Кільк.	Примітки
1					
2			<u>Документація</u>		
3					
4	A4	TMM.ОППБ.20.10.ПЗ	Пояснювальна записка		
5	A4	02070743.01140.00010	Комплект техн. документації		
6					
7					
8			<u>Графічні матеріали</u>		
9					
10	A1	TMM.ОППБ.20.10.01	Вал-шестерня	1	РК
11	A1	TMM.ОППБ.20.10.02	Вал-шестерня заготівка	1	РК
12	A1	TMM.ОППБ.20.10.03	Наладка операція 015	1	РК
13	A1	TMM.ОППБ.20.10.04	Наладка операція 030	1	РК
14	A1	TMM.ОППБ.20.10.05	Наладка операція 055	1	РК
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					

TMM.ОППБ.20.10

Из.	Лист	№ Докум.	Підпис	Дата	Матеріали кваліфікаційної роботи	Літ.	Лист	Листів
Розробн.		Ткач						
Керівн.		Богданов						1
Н.контр.								
Затв.		Проців						

				8	1
	НТУ «ДП»	ТММ.ОППБ.20.10		02070743.01140.00010	
	Вал-шестерня				

«Утверждаю»

Главный инженер ( )

« » \_\_\_\_\_ 2020 г.

# ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Вал-шестерня

СОГЛАСОВАНО:

Метрол. контроль \_\_\_\_\_ ( )

Вед. технолог \_\_\_\_\_ ( )

Н. контроль \_\_\_\_\_ ( )

Акт № \_\_\_\_ от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

Подпись \_\_\_\_\_

Гл. специалист \_\_\_\_\_ ( )

Нач. техбюро \_\_\_\_\_ ( )

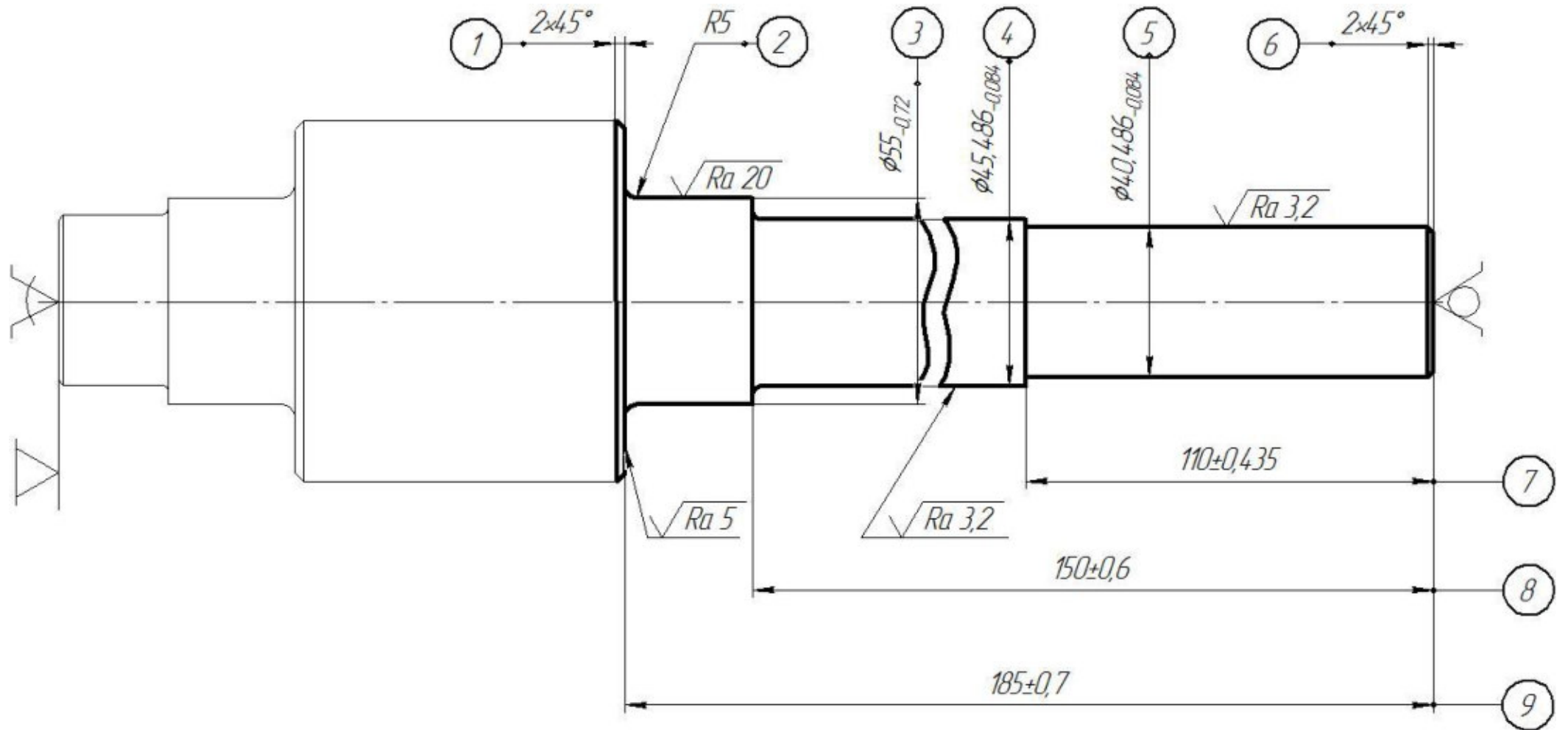
Разработчик \_\_\_\_\_ ( Ткач А.Ю. )

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

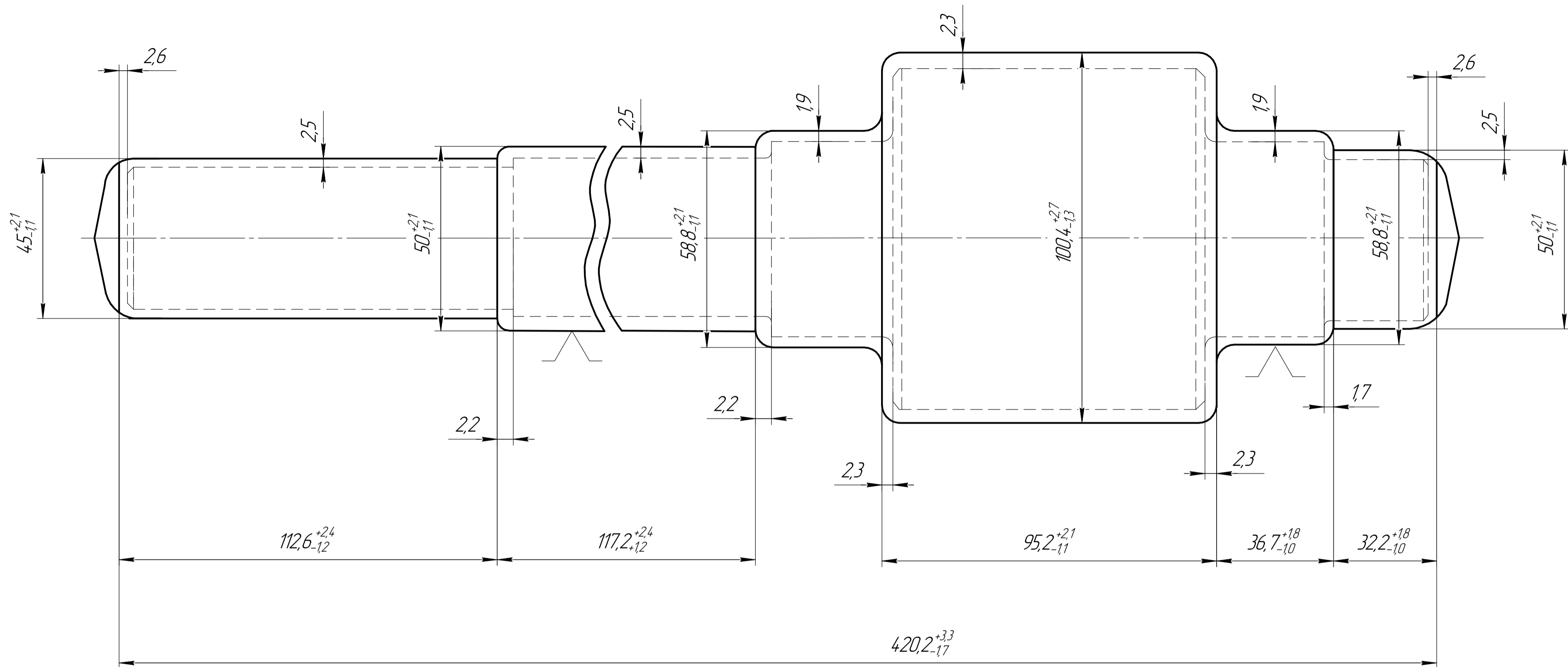
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------	------	------	----------	---------	------

2070743.60140.00010 2

2070743.20140.00010 015



										02070743.01140.00010		1	1			
Разраб				НТУ «ДП»		ТММ.ОПБ.20.10							02070743.60143.00010			
Проверил																
Норм																
										Вал-шестерня			10	3	65	020
Наименование операции				Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД			
Круглошлифовальная				18ХГТ		248-293 НВ	кг	8,2	Ø95,4x415			10,3	1			
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		T <sub>о</sub>	T <sub>в</sub>	T <sub>пз</sub>	T <sub>шк</sub>	СОЖ						
ЗБ151				-		1,17	0,41	12	2,34	2-5% эмульсия НГЛ-205						
Р					ПИ	Д или В, мм	L, мм	t	i	S, мм/мин	n, об/мин	V, м/мин				
О 01	1. Установить, закрепить и снять деталь										0,35					
Т 02	292150, Центр 7032-0030 ГОСТ 13214-79 (2); 293120, Хомутик 7107-0037ГОСТ 16488-70;															
03																
О 04	2. Шлифовать, выдержав размеры 1,2										0,16	1,17				
Т 05	284110, Круг ПП 600x25x305 24А40СТ1К1 ГОСТ 2424-83; 414000, Калибр-скоба ПР, НЕ Ø45,135 <sup>-0,033</sup>															
Р 06					-	45	115	0,3	1	40	800	30				
07																
08																
09																
10																
11																
12																
13																
14																



1. Группа II 248..293 HB.
2. Класс точности поковки 3.
3. Степень сложности поковки С2 (ГОСТ 7505-89).
4. Неуказанные радиусы закруглений наружные 0,5 мм.
5. Величина заусенцев, остающихся после отсечки обля до 2 мм.
6. Неуказанные штамповочные уклоны - 7.

7. Допуск смещения штампов 0,5 мм.
8. Остальные технические требования согласно ГОСТ 84 79-70.
9. - база механической обработки.

				ТММ.ОПГБ.20.10.02			
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Вал-шестерня заготовка	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Ткач					10,3	1:1
Проб.	Богданов				Лист	Листов	1
Т.контр.							
Н.контр.							
Утв.							
				18ХГТ ГОСТ 4543-71	НТУ "ДП"		
				Копировал	Формат А2		

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инд. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.

# Операция 030 Зубофрезерная Станок 53А10

Модуль нормальный	<i>m</i>	4
Число зубьев	<i>z</i>	21
Нормальный исходный контур	-	ГОСТ 13775-81
Коэффициент смещения	<i>x</i>	0,44
Степень точности по ГОСТ 1643-81	-	8-B
Постоянная хорда зуба	<i>S<sub>c</sub></i>	6,68
Высота до постоянной хорды	<i>h<sub>c</sub></i>	4,50
Делительный диаметр	<i>d</i>	84
Длина общей нормали	<i>W</i>	31,9
Обозначение чертежа сопряженного колеса	-	46 1613 344

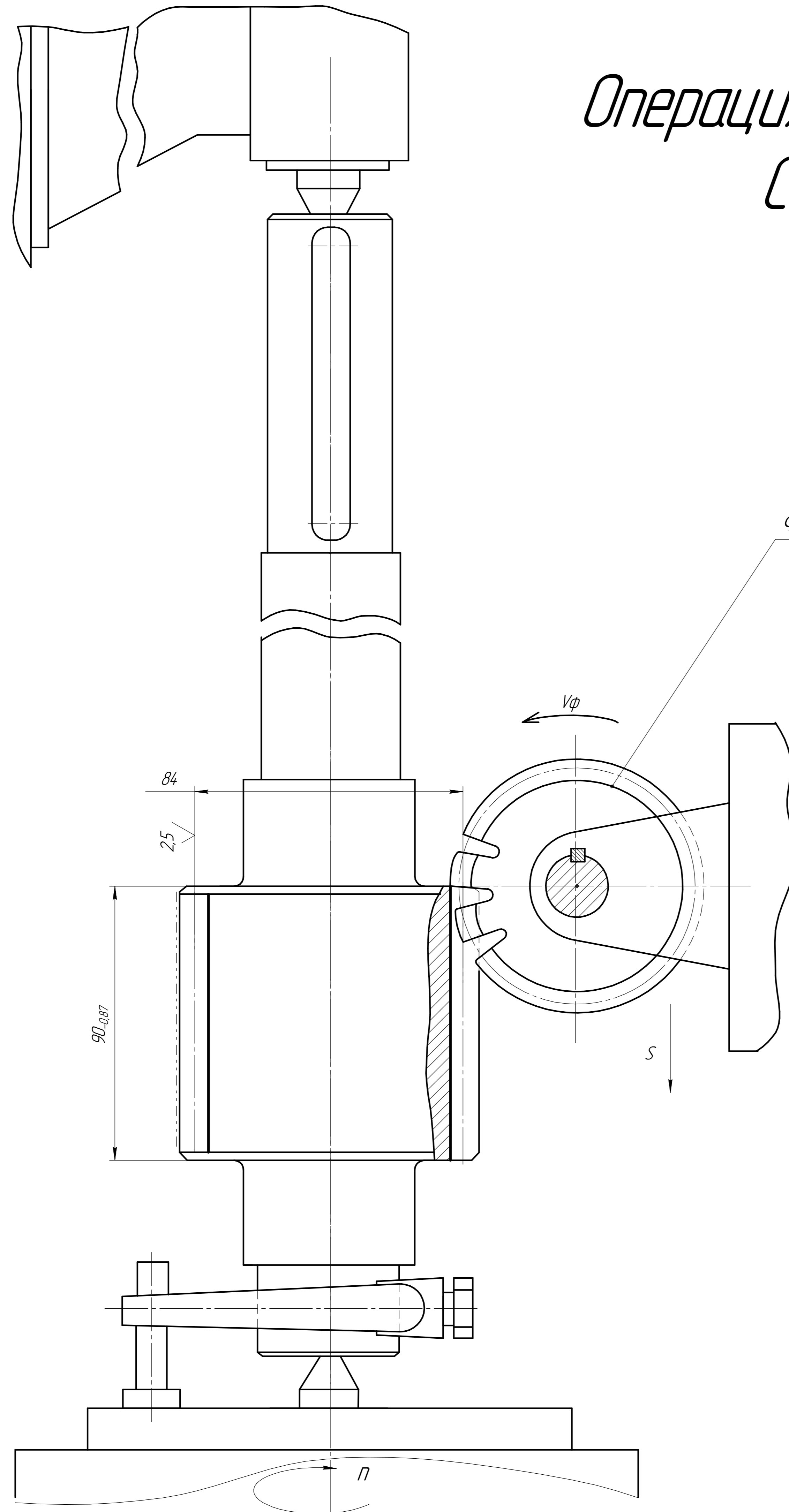
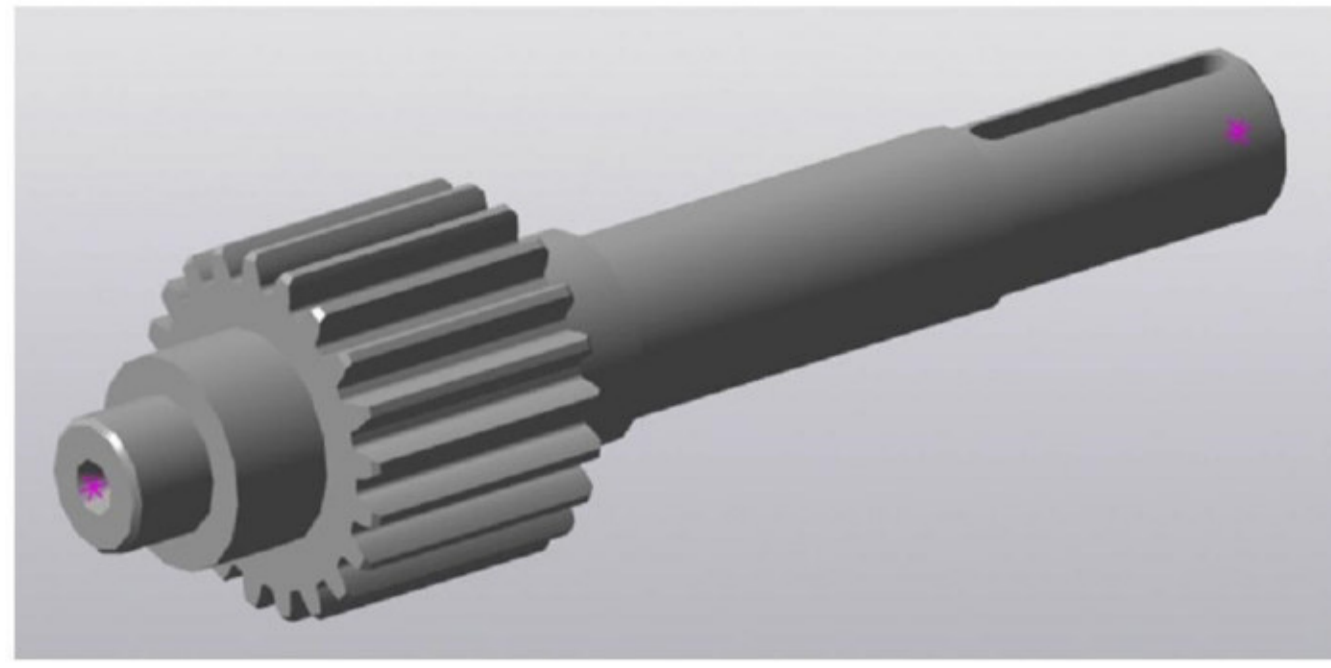


Таблица режимов резания и норм времени

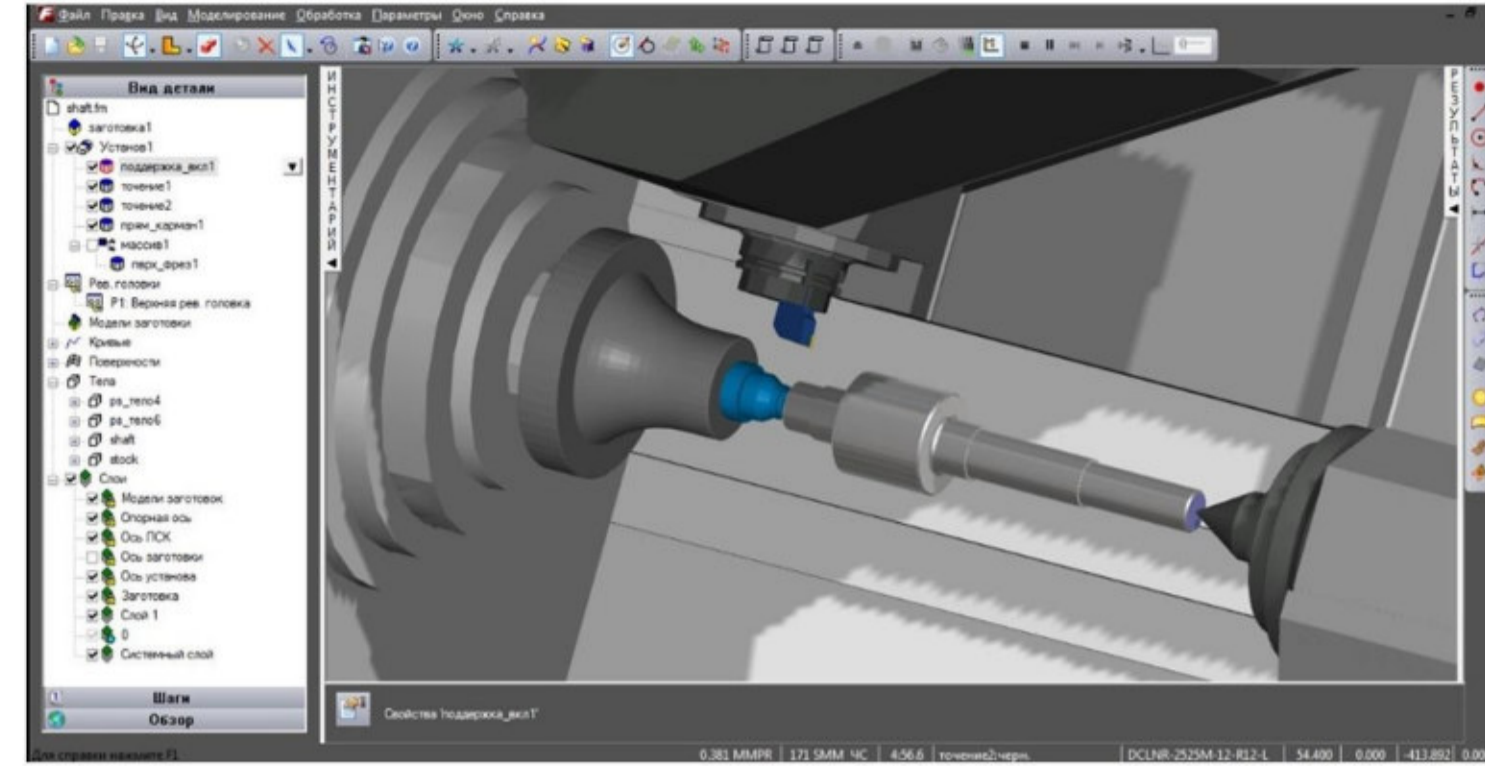
Режущий инструмент	<i>V<sub>m</sub></i> , м/мин	<i>S<sub>с</sub></i> , мм/об	<i>n</i> , об/мин	<i>t<sub>0</sub></i> , мин	<i>T<sub>шт</sub></i> , мин
Фреза червячная 90,Р6М5 <i>m</i> =4	24	0,1	200	4,11	5,28

Изд. № 001/01  
Лист № 01/01  
Всего листов № 1  
Лист № 01/01  
Листы и детали

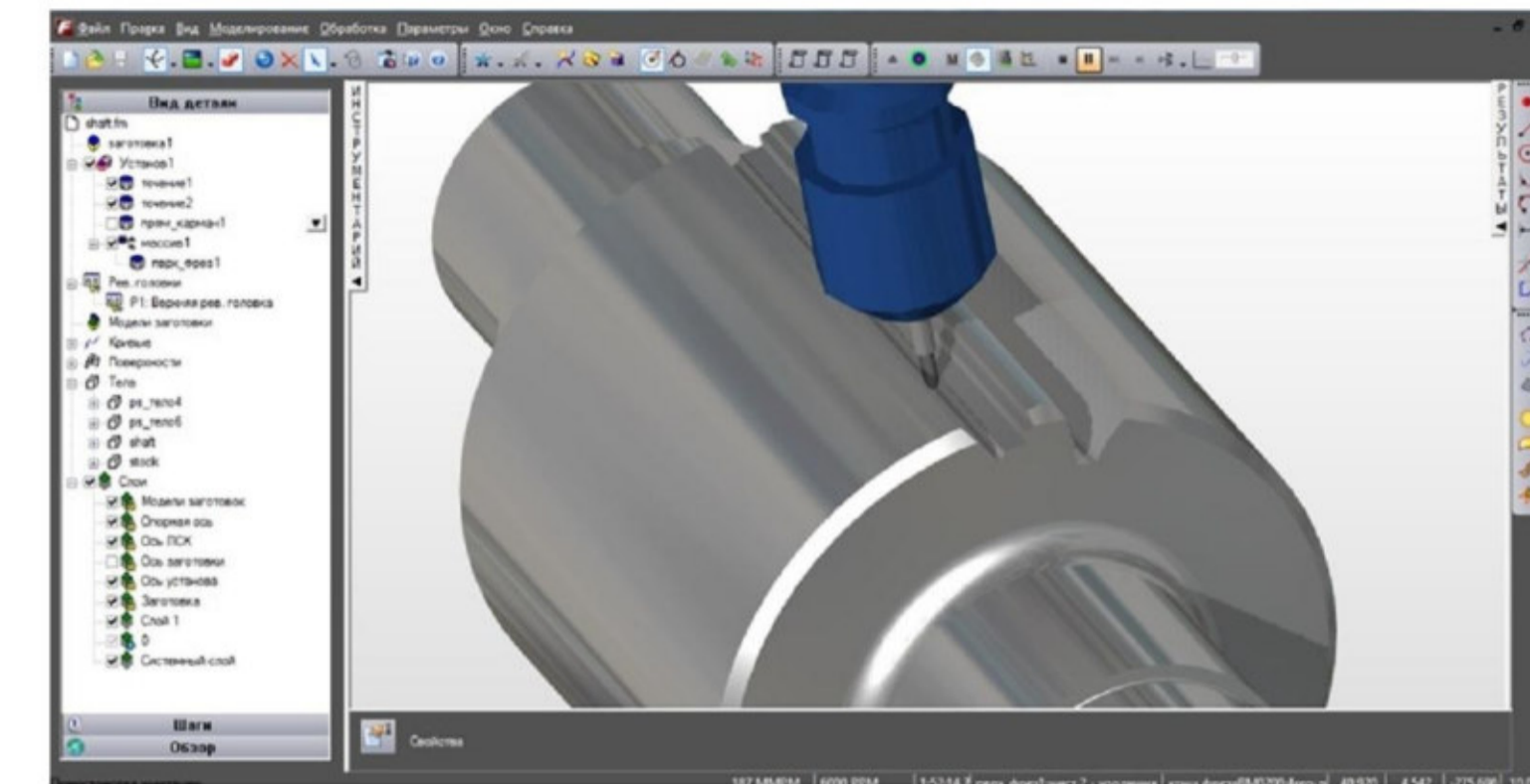
# Автоматизований процес виготовлення деталі "Вал-шестерня" на багатопільовому оброблювальному центрі з ЧПК



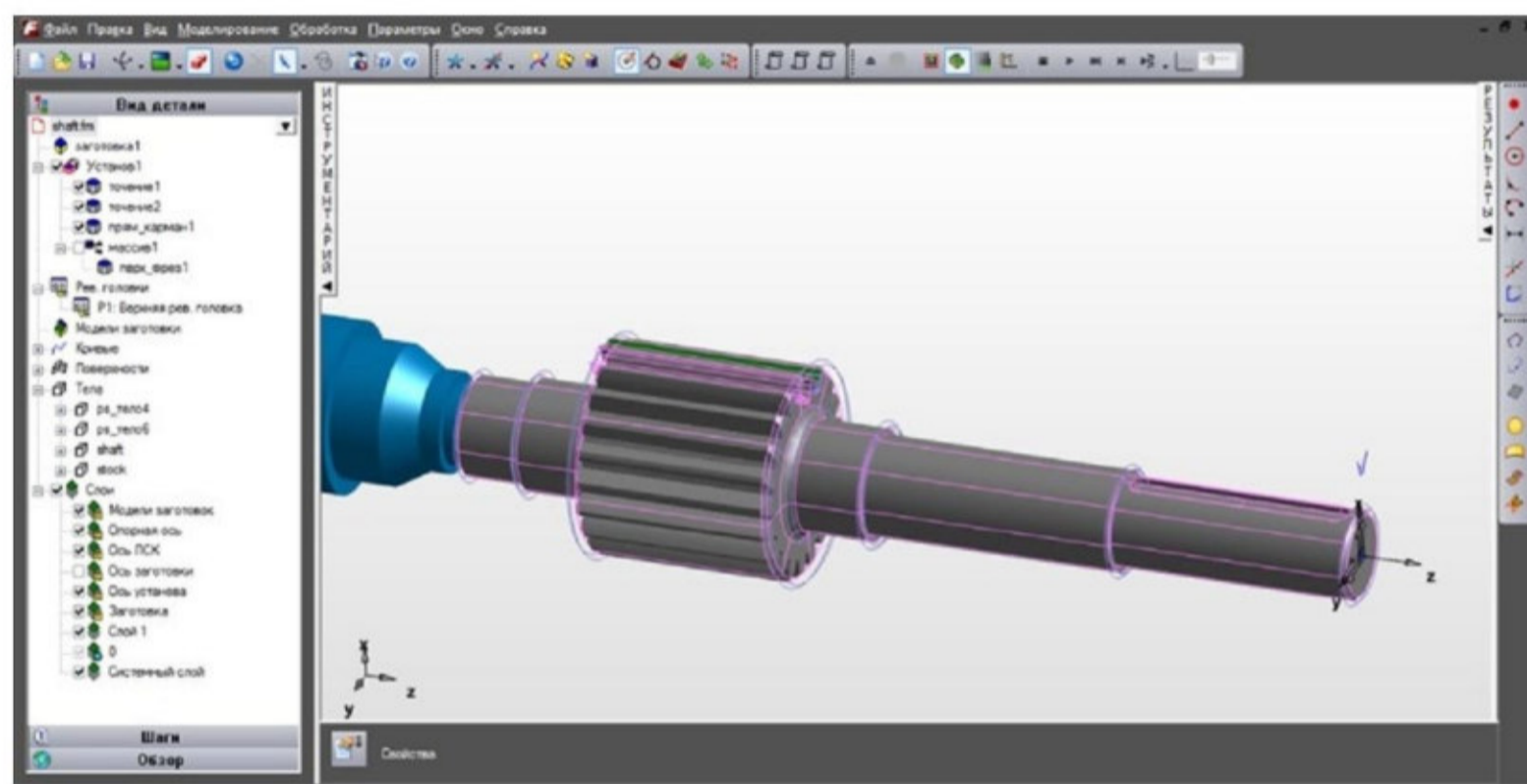
Модель твердотільної деталі "Вал-шестерня"



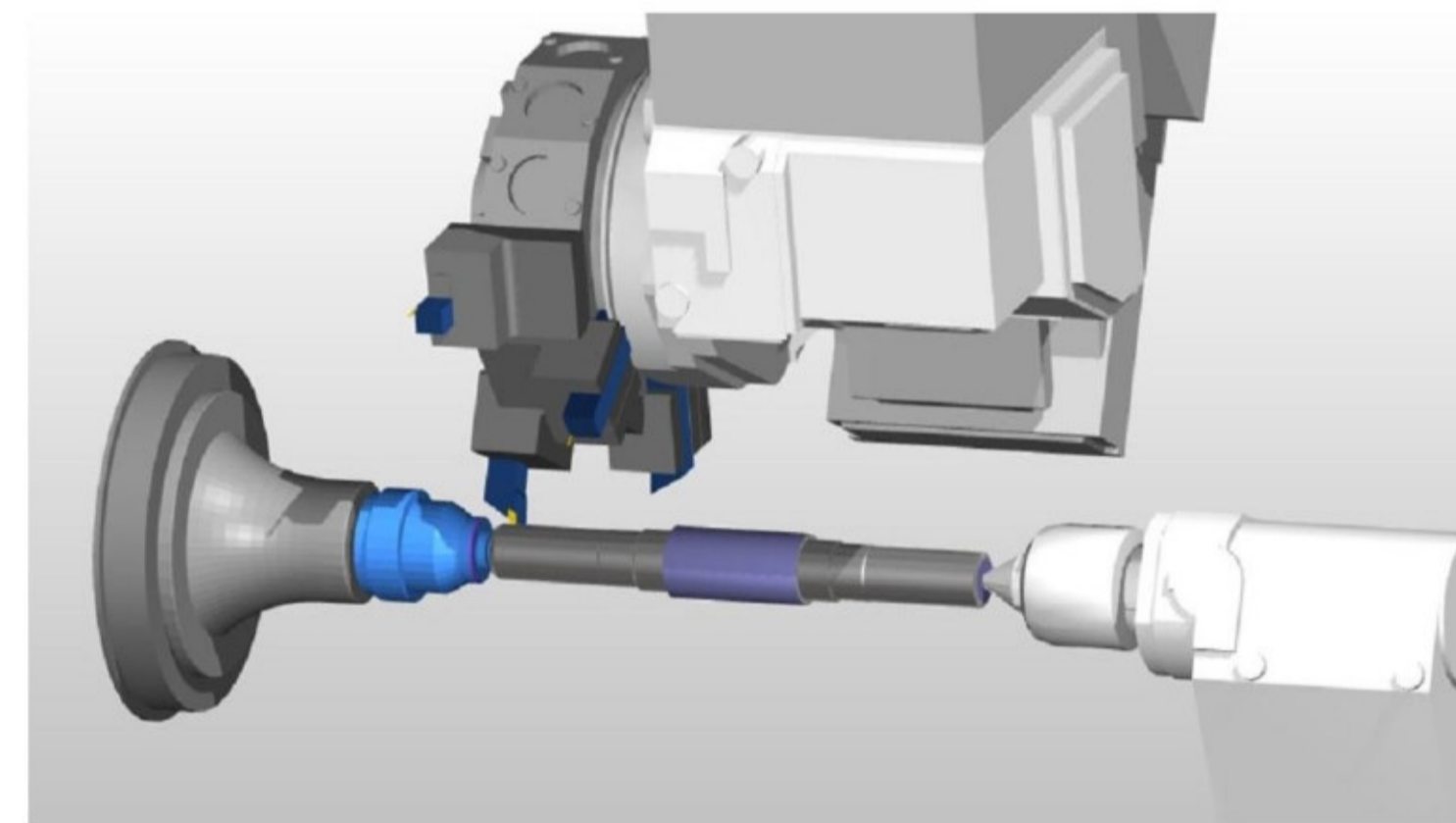
Токарна чорнова обробка валу з лівого боку



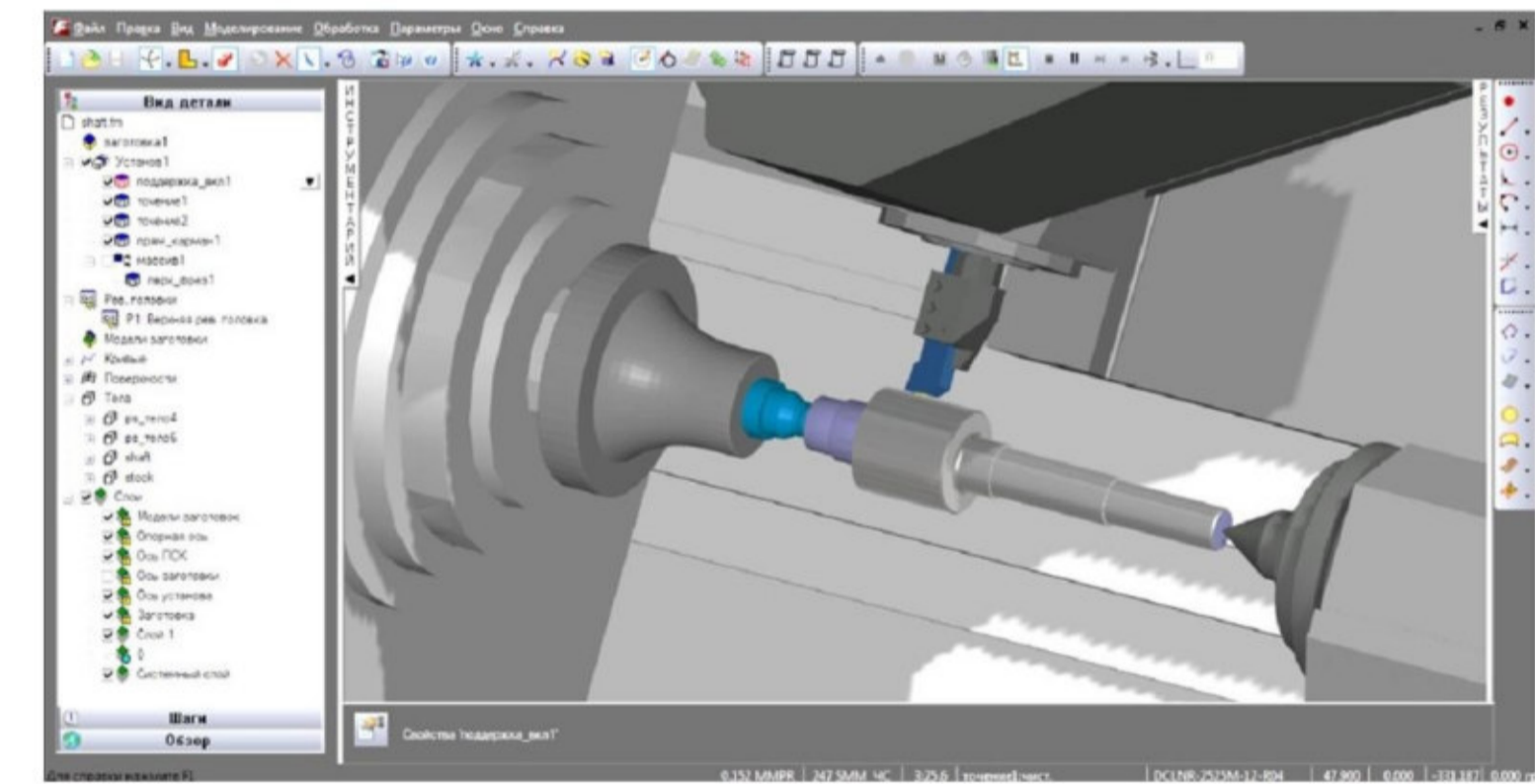
Чистове фрезерування зубчастого вінця



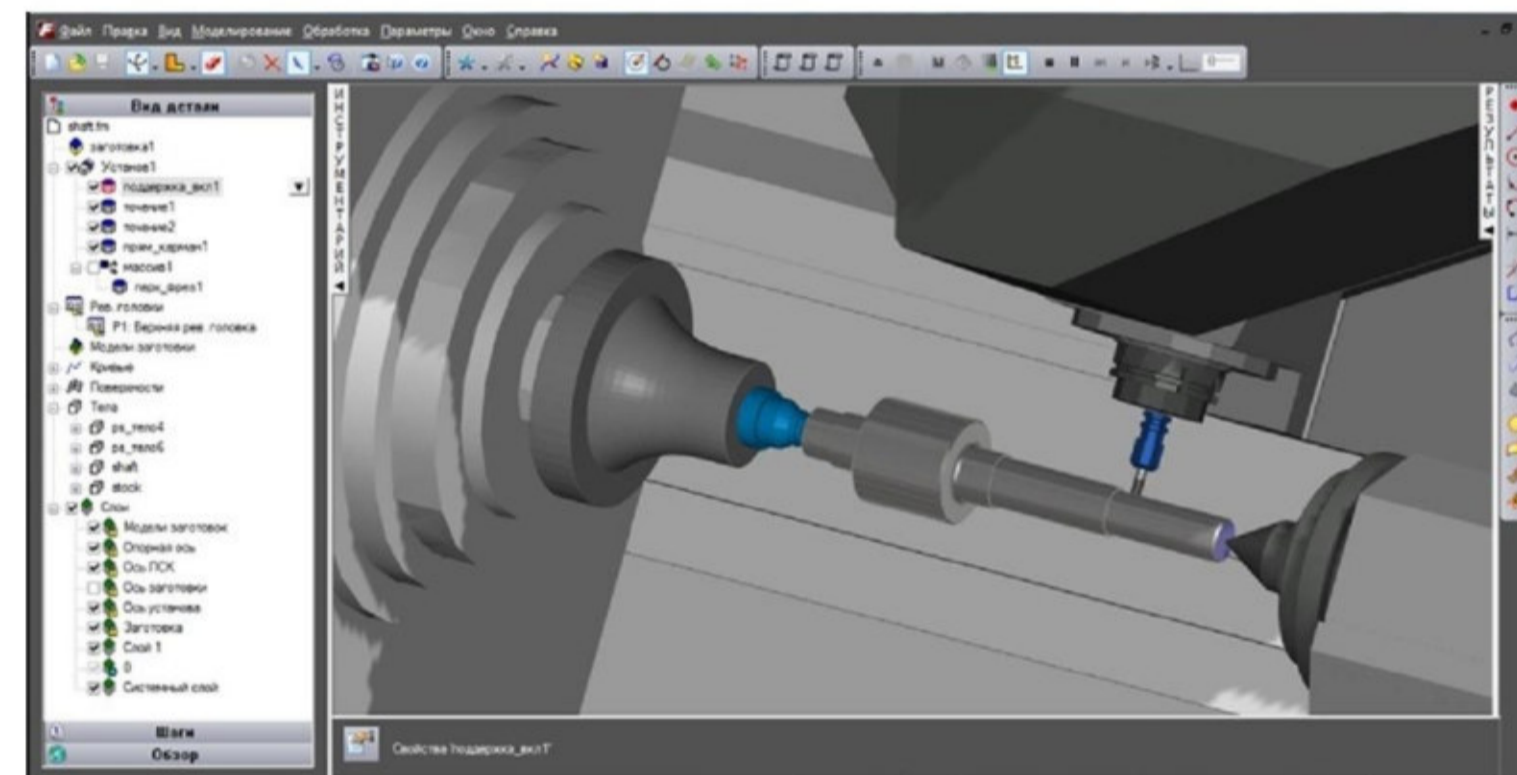
Імпорт моделі валу у програму Feature CAM



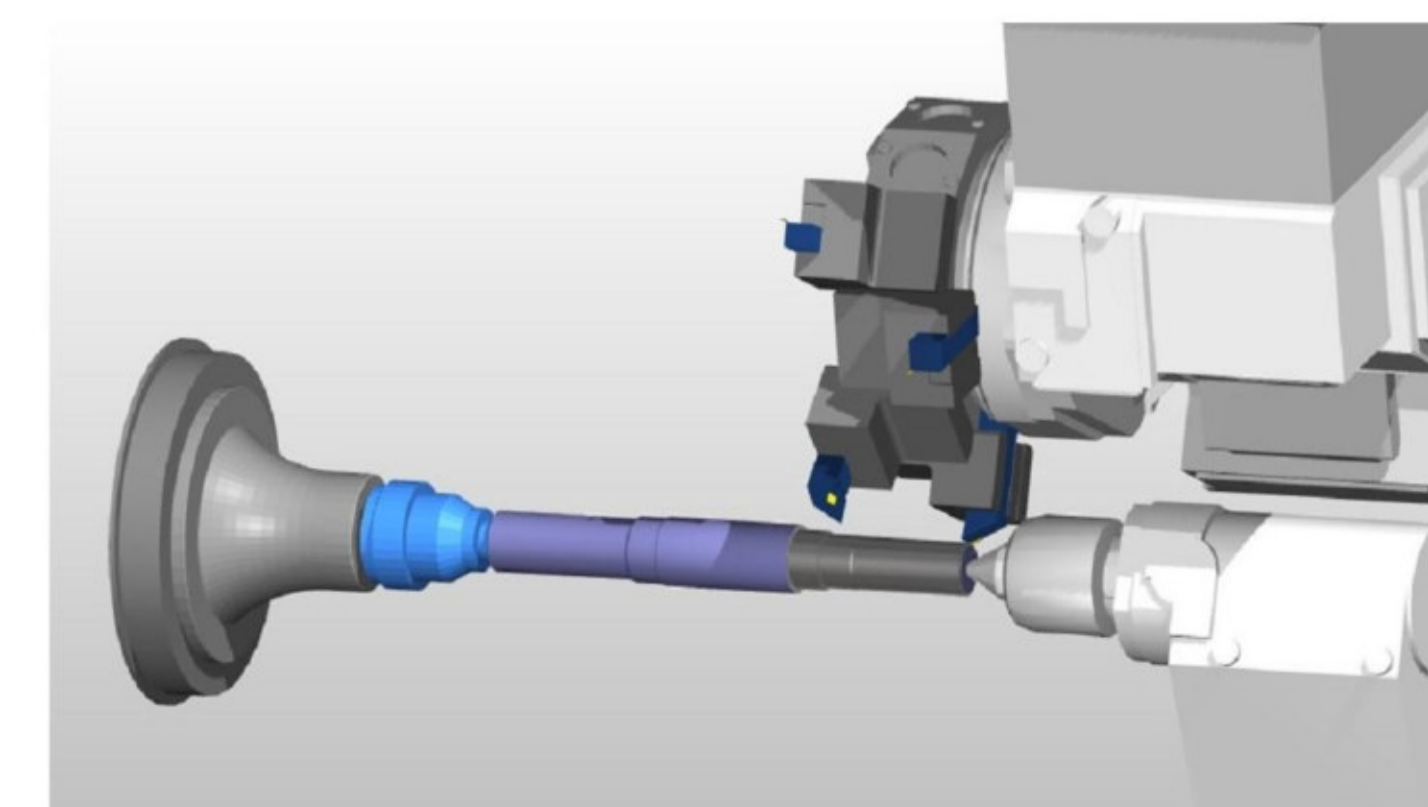
Чистове точіння всіх поверхонь



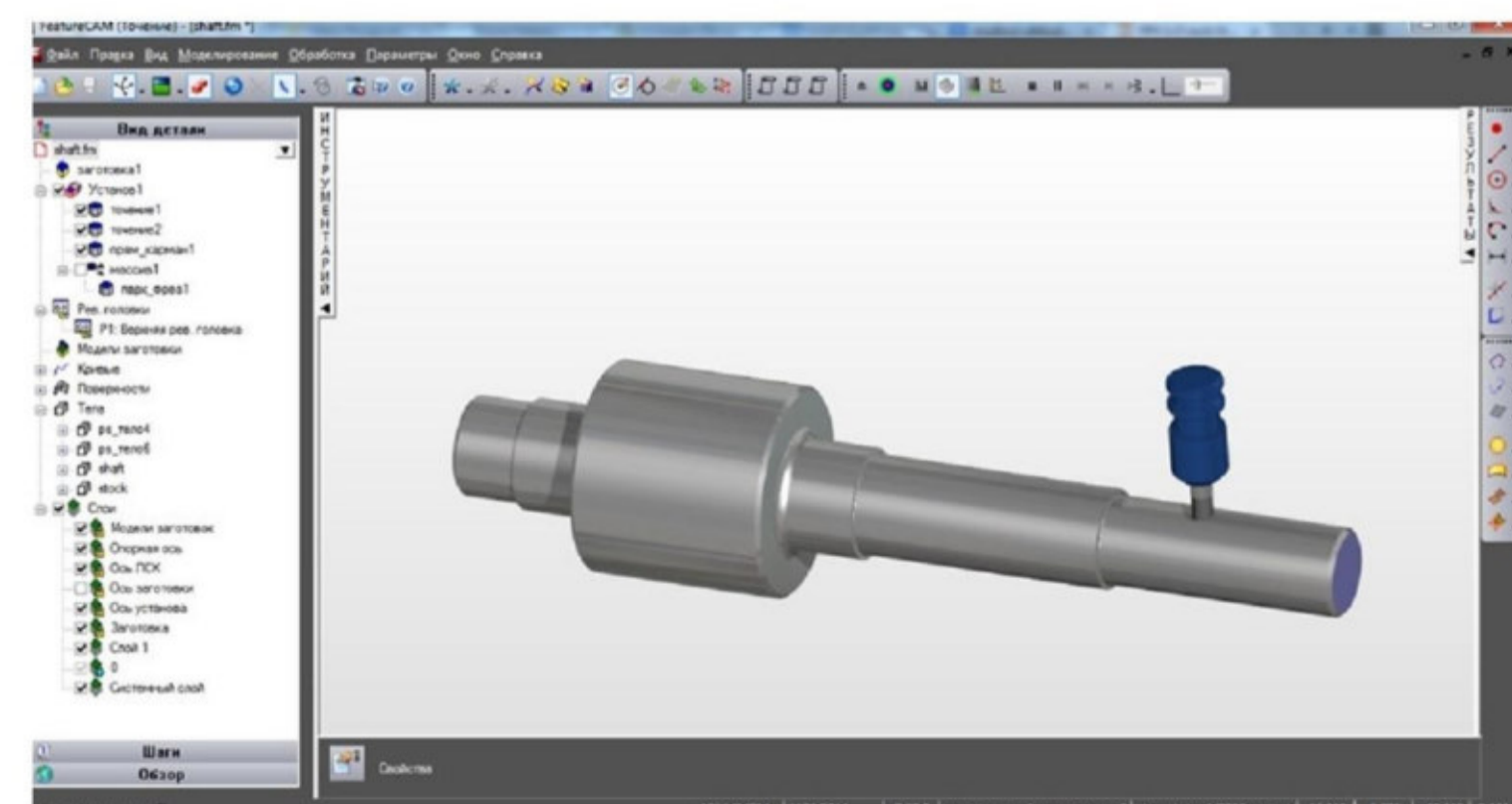
Чорнове і чистове точіння шийок валу з правого боку



Чорнове фрезерування шпонкового пазу



Загальний вид обробки з інструментальним блоком



Чистове фрезерування шпонкового пазу

```

N10 ; (MULTICUT 500 S)
N20 ; (SYSTEM: SINUMERIK 840D)
N30 ; (POSTPROCESSOR:MULTICUT_VEXT-3D)
N40 ; (DATUM: 29.01.17.011:12:21)
N50 TROFF
N60 G40 G17 G94 G90 G71 G64
N70 ; (----->> MILL )
N80 ; (Name OPER:1 Pattern)
N90 G54
N100 T="1"; T="D8_R4" D8.0 R4.0
N110 M6
N120 STOPRE
N130 DIAMOF
N140 D1
N150 STOPRE
N160 hm111
N170 M61
N180 SETMS (3)
N190 SPOS [1]=0
N200 TRAORI 1
N210 G54
N220 M3=3 S1250
N230 FGROUPO (XX, YY, ZZ, B, C)
N240 G0 Z483.
N250 G94 G1 X0 Y0 C=DC(0) B0 F3000. M8
N260
N270 G94 X-120.996 Y-81.702 Z483. B0 C=DC(0)
N280 X-120.996 Y-81.702 Z478. B0 C=DC(0)
N290 X-120.996 Y-81.702 Z438.699 B0 C=DC(0) F30.
N300 X-132.449 Y-79.1 Z434.977 B0 C=DC(0) F300.
N310 X-131.778 Y-79.396 Z435.196 B0 C=DC(0)
.
.
.
N68300 X-119.758 Y53.008 Z-46.722 B18. C=DC(-180.)
N68310 X-125.938 Y53.008 Z-27.701 B18. C=DC(-180.) F3000
N68320 TROFF
N68330 M5
N68340 M30
    
```

Фрагмент керуючої програми для верстата з ЧПК

Лист № 001  
Всього 001  
Лист № 001



**Відгук**  
на кваліфікаційну роботу бакалавра  
студента групи 131-16-1 Ткача Андрія Юрійовича  
на тему: Проект технологічного процесу виготовлення деталі «Вал-  
шестерня» в умовах серійного виробництва

Метою кваліфікаційної роботи Ткача Андрія Юрійовича є розробка технологічного процесу виготовлення деталі «Вал-шестерня». Робота виконана відповідно до завдання, затвердженого завідувачем кафедри технологій машинобудування та матеріалознавства. Вихідні (початкові) дані для проведення роботи – робочий кресленник деталі «Вал-шестерня».

В першому та другому розділах проаналізовано технологічність конструкції деталі, обґрунтовано вимоги до точності розмірів, форми, взаємного розташування і шорсткості її поверхонь. Спроектована заготівка, розроблені детальні технологічні операції. Здійснено вибір металорізального верстату і універсальних пристроїв.

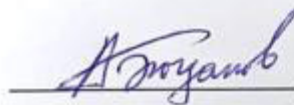
Акцентовано увагу на те, що деталь вироблена з мінімальною потребою у подальших технологічних операціях механічної обробки. Розроблена відповідна технологічна документація, виконані робочі креслення заготівки та деталі. Креслення операцій налагодження добре ілюструють процес виготовлення деталі.

В спеціальному розділі роботи представлений автоматизований процес токарно-фрезерної обробки деталі «Вал-шестерня» з ілюстрованими переходами і описом операцій.

За час виконання кваліфікаційної роботи студент Ткач А.Ю. показав достатні теоретичні знання та практичні навички, уміння вирішувати сучасні науково-технічні задачі із застосуванням засобів обчислювальної техніки та програмного забезпечення.

Кваліфікаційна робота виконана самостійно, в повному обсязі, відповідно до вимог, які пред'являються до випускних кваліфікаційних (дипломних) робіт. Робота може бути допущена до захисту з рекомендованою оцінкою 75 балів – «добре», а її автор заслуговує на здобуття ступеня бакалавра зі спеціальності 131 Прикладна механіка за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерні технології машинобудівного виробництва».

Керівник  
кваліфікаційної роботи  
доцент, к.т.н.



О.О. Богданов

## Рецензія

на кваліфікаційну роботу бакалавра  
студента групи 131-16-1 Ткача Андрія Юрійовича  
на тему: Проект технологічного процесу виготовлення деталі «Вал-  
шестерня» в умовах серійного виробництва

Робота виконана відповідно до завдання, затвердженого завідувачем кафедри технологій машинобудування та матеріалознавства. Вихідні (початкові) дані для проведення роботи – робочий кресленик деталі «Вал-шестерня».

Ткач Андрій Юрійович виконав аналіз технологічності деталі, обрав вид отримання заготовки та призначив відповідні припуски на механічну обробку. Розроблений технологічний маршрут виготовлення деталі свідчить про достатньо високий рівень підготовки студента. В другому розділі обрано відповідне обладнання, інструмент, розраховано режими різання. Отримані дані зведено ~~до~~ таблиці. Робочі креслення добре ілюструють процес виготовлення деталі.

В спеціальному розділі автор розробив автоматизований процес токарно-фрезерної обробки деталі «Вал-шестерня» з використанням пакету FeatureCam 2016. Виконав ілюстрацію переходів і описав необхідні операції.

Роботі можна висловити декілька зауважень. Авторіві варто було б приділити більше уваги технологічним особливостям підбору інструментальних матеріалів ріжучих інструментів та режимів різання щодо обробки даного матеріалу заготовки. Крім того є окремі недоліки на робочих кресленнях.

Робота може бути допущена до захисту з рекомендованою оцінкою 75 балів – «добре», а її автор заслуговує на здобуття ступеня бакалавр зі спеціальності 131 Прикладна механіка за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерні технології машинобудівного виробництва».

Рецензент:  
Професор кафедри  
інжинірингу та дизайну  
в машинобудуванні, д.т.н.



А.О. Бондаренко

# Результат перевірки унікальності тексту

випускної кваліфікаційної роботи бакалавра Ткача А.Ю.

**Advego Plagiat** <https://advego.com/antiplagiat/>

Дата перевірки:	12 червня 2020 року
Виконавець кваліфікаційної роботи:	Ткача А.Ю.
Керівник кваліфікаційної роботи:	Богданов О.О.
Перевірив текст:	Дербаба В.А.
Інструмент перевірки:	ADVEGO Plagiat 3.0.13 for Windows 64 bit
Зміст перевірки:	пояснювальна записка та додатки роботи
Кількість перевірених символів:	39881
Унікальність за фразами, %	79
Унікальність за словами, %	72
Збіги, %	21
Рерайт, %	28

The screenshot shows the Advego Plagiat 3.0.13 interface. The main window displays search results for the text '1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі Стрічкові конвеєри - найбільш продуктивний вид безперервного транспорту, який використовується для транспортування сипучих і штучних вантажів з різною продуктивністю і швидкістю руху конвеєрної стрічки. Відстань транспортування стрічковими конвеєрами досягає декількох кілометрів, а їх траса може мати різну схему, що дозволяє пристосовувати конвеєри до умов виробництва і місцевості. Для проектування необхідного обладнання доцільно виконати аналіз конструкцій які вже застосовуються виробниками харчових конвеєрів. Оскільки ця інформація виробники не розголошують, щоб мати певні переваги перед конкурентами, тому доступною є інформація із каталогів виробників. Ця інформація несе рекомендаційний характер, та не є найкращим конструктивним рішенням а лише одним із оптимальних варіантів. Рекомендації які стосуються привідної секції конвеєру від виробників комплектуючих Forbo та Interlox. Рисунок 1.2.1 - Допризначення положення привідних зірочок **Ізм. Лист № докум. Подписи Дата ТММ,ОППМ,19.12.13 Лист Рисунок 1.2.2 - Можливий рух привідних зірочок Після **установки** привідних зірочок в робоче положення їх необхідно закріпити, щоб не допустити їх зміщення в осовому напрямку. Для закріплення використовуємо менш трудомий варіант це закріплення стопорним кільцями, під які на привідному валу проточуються канавки необхідної глибини та шариків відповідно до товщини валу. Також спільною рекомендацією при проектуванні конструкції є вибір стрічки. Тому що він потягне за собою конструктивні обмеження, відповідно до радіусу повороту стрічки навколо неї буде розташовуватися секція яка по своїм габаритним розмірам може не задовільняти вимоги до габаритних розмірів необхідної секції. Рисунок 1.2.3 - Вибір стрічки відповідно до радіусу повороту** Аналіз технологічності конструкції деталі Стрічкові конвеєри - найбільш продуктивний вид безперервного транспорту, який використовується для транспортування сипучих і штучних вантажів з різною продуктивністю і швидкістю руху конвеєрної стрічки. Для проектування необхідного обладнання доцільно виконати аналіз конструкцій які вже застосовуються виробниками харчових конвеєрів. Оскільки ця інформація виробники не розголошують, щоб мати певні переваги перед конкурентами, тому доступною є інформація із каталогів виробників. Ця інформація несе рекомендаційний характер, та не є найкращим конструктивним рішенням а лише одним із оптимальних варіантів. Рекомендації які стосуються привідної секції конвеєру від виробників комплектуючих Forbo та Interlox. Рисунок 1.2.1 - Допризначення положення привідних зірочок **Ізм. Лист № докум. Подписи Дата ТММ,ОППМ,19.12.13 Лист Рисунок 1.2.2 - Можливий рух привідних зірочок Після **установки** привідних зірочок в робоче положення їх необхідно закріпити, щоб не допустити їх зміщення в осовому напрямку. Для закріплення використовуємо менш трудомий варіант це закріплення стопорним кільцями, під які на привідному валу проточуються канавки необхідної глибини та шариків відповідно до товщини валу. Також спільною рекомендацією при проектуванні конструкції є вибір стрічки. Тому що він потягне за собою конструктивні обмеження, відповідно до радіусу повороту стрічки навколо неї буде розташовуватися секція яка по своїм габаритним розмірам може не задовільняти вимоги до габаритних розмірів необхідної секції. Рисунок 1.2.3 - Вибір стрічки відповідно до радіусу повороту**

Найдено

Общий результат	21%	28%
1. eia.lpl.ua	17%	23%
2. um.os.ua	15%	17%
3. ua.all.biz	14%	16%
4. lrpmp.knu.edu.ua	13%	16%
5. nsvrn.org	11%	15%

Статус поисковых систем Проверка завершена

Результат: Проверка завершена: 100%

Унікальність: по фразах 79% / по словам 72%