БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

БР.ПМК-51.00.002.ПЗ

Група ПМ-17-1

Петльовий

Іван Олександрович

2021

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Інститут інженерної механіки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Петльовий Іван Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.9
(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Технологія виготовлення деталі "Вісь ПМК – 51 00 002"

(назва роботи)

Прикладна механіка

(назва освітньої програми)

131- Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

Петльовий І.О.

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Врюкало В.В., доцент кафедри КМВ

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Допущено до захисту
Завідувач кафедри
професор В.Г. Панчук
(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Рецензент

(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Робота містить результати власних розробок. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

м.Івано-Франківськ-2021 рік

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут інженерної механіки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Освітній рівень - бакалавр

Спеціальність 131-Прикладна механіка

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В.Г. Панчук

«____» _____20__ року

З А В Д А Н Н Я
НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Петльовому Івану Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Технологія виготовлення деталі "Вісь ПМК – 51 00 002"

керівник роботи Врюкало В.В., доцент кафедри КМВ

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від "10"березня 2021 року № 93/7

2. Строк подання студентом роботи до 15.06.2021 р.

3. Вихідні дані до роботи 1. Робоче креслення деталі;
2. Типовий технологічний процес (базовий)

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
1. Конструкторсько-технологічний аналіз
2. Проектування технології виготовлення деталі
3. Проектування технологічної оснастки
4. Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
1.Креслення деталі і заготовки
2. Карти технологічних налагоджень
3. Складальне креслення пристрою або вузла
4. Креслення технологічної оснастки
5. Автоматизована розробка керуючої програми для верстату з ЧПК

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
	Врюкало В.В., доцент кафедри КМВ		

7. Дата видачі завдання ___12 березня 2021 р.____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Конструкторсько-технологічний аналіз	26.03.2021	
2	Проектування технології виготовлення		
	деталі	20.04.2021	
3	Проектування технологічної оснастки	20.05.2021	
4	Створення керуючої програми для обробки на		
	верстаті з ЧПК	02.06.2021	
5	Пояснювальна записка	12.06.2021	
6	Графічна частина	15.06.2021	

Студент _____ _Петльовий І.О._
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ _Врюкало В.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної бакалаврської роботи

«Технологія виготовлення деталі «Вісь ПМ-51.00.002»»

Розрахунково-пояснювальна записка: 48 сторінок, 29 рисунків, 10 таблиць, 12 посилань, 5 аркушів А4 додатків.

Графічна частина: 5 аркушів ф.А1

Об’єкт дослідження: технологічний процес механічної обробки.

Предмет дослідження: Вісь ПМ-51.00.002

Мета роботи – розробити технологічний процес виготовлення деталі «Вісь ПМ-51.00.002», який зменшить витрати на виготовлення порівняно з базовим техпроцесом, розробити спеціальний верстатний пристрій для закріплення деталі на одній із операцій механічної обробки, керуючу програму для обробки на верстаті з ЧПК.

Відповідно до поставленого завдання в бакалаврській роботі проведено аналіз конструкції деталі, методів отримання заготовки та базового технологічного процесу. За результатами аналізу та з врахуванням рекомендацій літературних джерел був запропонований покращений технологічний процес виготовлення вісі, розраховано режими обробки, проведено нормування операцій механічної обробки. Був розроблений верстатний пристрій для закріплення заготовки та розрахунками перевірено його працездатність. Також спроектовані інструменти для механічної обробки вісі. Для обробки деталі на верстаті з ЧПК було розроблено керуючу програму.

Результати роботи можуть бути використані на виробництві.

Ключові слова: вісь, деталь, заготовка, режими обробки, верстатний пристрій, інструмент, керуюча програма.

Студент: Петльовий І.О.

ABSTRACT

qualifying bachelor's thesis

"Technology of manufacturing parts “Axis PM-51.00.002”"

Calculation and explanatory note: 48 pages, 29 figures, 10 tables, 12 links, 5 sheets of A4 appendices.

Graphic part: 5 sheets f.A1

Object of research: technological process of machining.

Subject of research: Axis PM-51.00.002

The purpose of the work is to develop a technological process of manufacturing parts "Axis PM-51.00.002", which will reduce manufacturing costs compared to the basic technical process, to develop a special machine tool for fixing parts on one of the machining operations, a control program for machining on CNC.

In accordance with the task in the bachelor's work analysis of the design of the part, methods of obtaining the workpiece and the basic technological process. Based on the results of the analysis and taking into account the recommendations of the literature, an improved technological process of axle manufacturing was proposed, machining modes were calculated, and machining operations were standardized. A machine tool for fixing the workpiece was developed and its efficiency was checked by calculations. Also designed tools for machining axles. A control program has been developed for machining a part on a CNC machine.

The results of the work can be used in production.

Keywords: axis, part, workpiece, machining modes, machine tool, tool, control program.

Student: Petlyovy I.O.

Зміст

	Вступ	5
1	Конструкторсько-технологічний аналіз	6
1.1	Опис призначення та аналіз технічних вимог до деталі	6
1.1.1	Опис призначення деталі та її функції у вузлі	6
1.1.2	Точність, шорсткість поверхонь і їх взаємне розміщення	6
1.1.3	Характеристика матеріалу деталі	7
1.2	Аналіз технологічності конструкції деталі	8
1.2.1	Методи обробки для досягнення заданої точності деталі	8
1.2.2	Аналіз можливостей механічної обробки	9
2	Проектування технології виготовлення деталі	10
2.1	Визначення програми випуску деталей	10
2.2	Вибір способу отримання заготовки	11
2.3	Розробка маршруту обробки деталі	12
2.3.1	Аналіз базового технологічного процесу	12
2.3.2	Розробка послідовності механічної обробки з вказанням обладнання пристроїв на яких буде вестися обробка	14
2.3.3	Розробка змісту кожної операції і схеми установки	15
2.4	Призначення припусків на механічну обробку поверхонь	18
2.5	Розробка конструкції і розрахунок розмірів	19
2.6	Розрахунок режимів різання і основного часу	19
2.7	Технічне нормування операцій	20
3	Проектування технологічної оснастки	23
3.1	Пристрої для механічної обробки	23
3.1.1	Опис призначення пристрою	23
3.1.2	Опис конструкції і принципу роботи пристрою	23
3.1.3	Розрахунок сили затиску пристрою	23
3.2	Опис конструкції та призначення інструменту	26
4	Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК	27
	Висновки	47
	Перелік використаних джерел	48
	Додатки	49

					БР.ПМК-51.00.002.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Петльовий І.О.			Технологія виготовлення деталі “Вісь ПМК – 51 00 002”	Літ.	Арк. 4 / Аркушів 48
Перевір.		Врюкало В.В.					
Реценз.						ІФНТУНГ ПМ-17-1	
Н. Контр.		Врюкало В.В					
Затверд.		Панчук В.Г.					

Вступ

Машинобудування є галуззю економіки, яка визначає рівень розвитку держави, її спроможність забезпечувати інші галузі сучасним обладнанням, машинами та устаткуванням. Від стану розвитку машинобудування залежить розвиток усіх галузей економіки. Впровадження передових технологій механічної обробки деталей, технологій складання машин та механізмів, розвиток мехатронних технологій є найбільш перспективними напрямками, що сприяють економічному зростанню.

Метою бакалаврської роботи є розробка технологічного процесу обробки вісі, котрий в умовах сучасного виробництва дозволив би отримати позитивний економічний ефект при збереженні якості та надійності агрегатів.

Досягається мета шляхом застосування оптимальних способів отримання заготовки відповідно до типу виробництва, прогресивних режимів різання та відповідного інструменту, верстатів з ЧПК та пристроїв з механізованим приводом затиску.

1 Конструкторсько-технологічний аналіз

1.1 Опис призначення та аналіз технічних вимог до деталі

1.1.1 Опис призначення деталі та її функції у вузлі

Дана деталь (рисунок 1.1) є тілом обертання, має циліндричну форму - вісь. Дана вісь має місце під посадку підшипника. Вісь має досить складну ступінчату форму поверхонь, що призводить до ускладнення процесу виготовлення деталі. Поверхні вісі, що контактують з іншими деталями, мають досить високу шорсткість, точність форми. Найбільш відповідальною є поверхня 1, яка має досить високу точність обробки, а також проходить технологічну операцію -термообробку СВЧ.

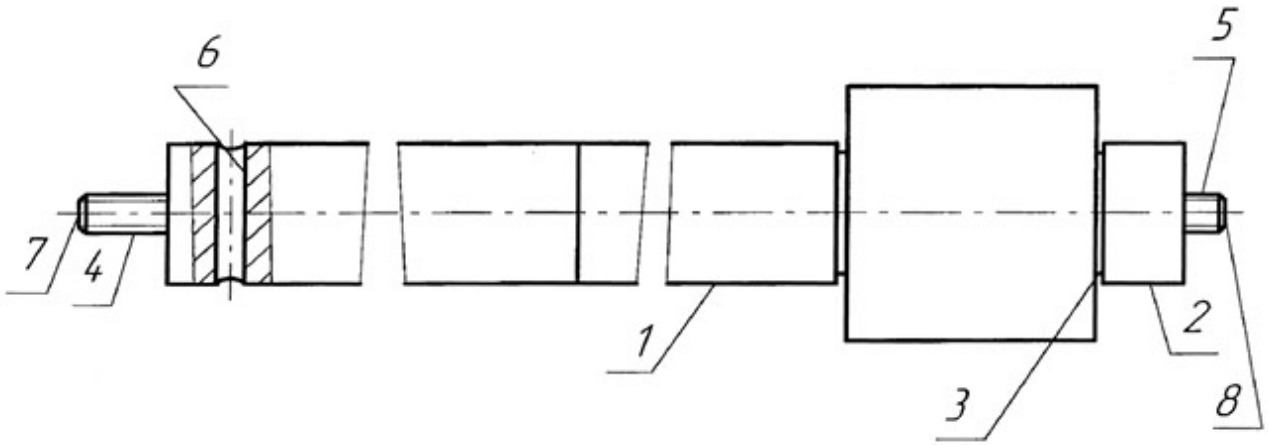


Рисунок 1.1 - Ескіз деталі з вказанням поверхонь

1.1.2 Точність, шорсткість поверхонь і їх взаємне розміщення

В даній бакалаврській роботі розробляється технологічний процес на виготовлення 6 поверхонь.

Поверхня 1 - зовнішня циліндрична поверхня вала ∅45 мм і довжиною 252мм, виготовляється по квалітету J7, також проводиться термообробка СВЧ 0,5...0,8; 50...55 HRCe, призначена для посадки підшипника.

Поверхня 2 - зовнішня циліндрична поверхня вісі ∅45 мм і довжиною

27мм, виготовляється по квалітету J6.

Поверхня 3 - зовнішня циліндрична поверхня вісі (шийка) ∅14,5 мм і довжиною 3 мм.

Поверхня 4 - зовнішня поверхня вісі ∅12мм і довжиною 25 мм, що має різьбову нарізку і фаску розміром 0,5х45 .

Поверхня 5 - зовнішня поверхня вісі ∅12 мм і довжиною 12 мм, що має різьбову нарізку і фаску розміром 0,5х45° .

Поверхня 6 - внутрішня поверхня деталі, являє собою отвір циліндричної форми ∅6, виготовляється по квалітету H7

Всі дані про вищезазначені поверхні наведені в табл.1.1.

Таблиця 1.1— Технічні вимоги та характеристики точності деталі

№ поверхні	Розмір, який зв'язує поверхні	Точність розміру, допустимі відхилення від правильності форми і взаємного розміщення поверхонь	Шорсткість поверхонь
1	∅45	J7	0.8
2	∅45	J6	0.2
3	∅14.5	hl4	6.3
4	M12		-
5	M12		-
6	∅6	H7	1.6

1.1.3 Характеристика матеріалу деталі

Дана деталь (вісь) виготовляється зі сталі 40Х. Хімічний склад сталі 40Х подано в таблиці 1.2, а її механічні властивості – в таблиці 1.3.

Таблиця 1.2 - Хімічний склад, % сталі 40Х ГОСТ 4543-81

C	Si	Мп	S	P	Ni	Сг
			не більше			
0.37-0.43	0.17-0.37	0.50-0.80	0.045	0.045	0,30	1

Таблиця 1.3 - Механічні властивості сталі 40Х ГОСТ 4543-81

Густина ρ кг/м^3	Границя міцності на розтяг $\delta_в$, МПа	Модуль пружності Е, МПа	Ударна в'язкість $a_u 10$ Дж/м	НВ	
				до т/о	після т/о
7850	600	218500	3	174	207

Запропонована марка сталі найкраще підходить для виробництва даної деталі (вісі), оскільки вона має високі механічні властивості, які забезпечують надійність і довговічність експлуатації даної деталі.

1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

1.2.1 **Методи обробки для досягнення заданої точності деталі**

Методи обробки кожної поверхні вибираємо згідно з вимогами досягнення точності і шорсткості поверхонь ([9], ст.7). При цьому записуємо повну послідовність видів обробки і заносимо в таблицю 1.4

Таблиця 1.4 — Методи досягнення заданої точності та шорсткості поверхонь деталі.

№ поверхні	Розмір, точність та шорсткість поверхні	Вид обробки	Тип верстату
1	∅45J7 Ra0.8	Токарна Точіння чорнове Точіння чистове Шліфування	Токарно-гвинторізний
2	∅45 j6 Ra0.2	Токарна Точіння чорнове Точіння чистове Шліфування	Токарно-гвинторізний
3	∅14,5 h!4 Ra 63	Токарна Точіння чорнове	Токарно-гвинторізний
4	M12	Токарна Точіння чорнове Точіння чистове	Токарно-гвинторізний

5	M12	Точіння різьби Токарна Точіння чорнове Точіння чистове Точіння різьби	Токарно-гвинторізний
6	∅6 H7 Ra 1.6	Свердлильна Свердління	Вертикально-свердлильний

1.2.2 Аналіз можливостей механічної обробки

Деталь «Вісь ПМК-51.00.002» виготовляється із сталі 40Х ГОСТ 4543-81 шляхом механічної обробки прокату циліндричної форми, отже конфігурація зовнішнього контуру заготовки є максимально простою. Поверхні вісі є не дуже складними, що дає можливість вільного доступу до оброблюваних площин. Обробка деталі, в загальному, не є складною, оскільки її поверхні можна оброблювати різцями. Обробка внутрішньої поверхні також не викликає ніяких ускладнень, оскільки задану точність можна отримати за допомогою свердла.

2 Проектування технології виготовлення деталі

2.1 Визначення програми випуску деталей

Організаційні умови:

Тип виробництва: великосерійне

Режим роботи підприємства: одна зміна за добу.

Дійсний річний фонд робочого часу обладнання [6, с.22, табл 2.1]:

Fд = 4029 год

Число робочих днів у році: F = 255 дня

Періодичність запуску партій деталей у виробництво [6, с.23]: а = 6 днів

Дійсний фонд робочого часу обладнання за 1 зміну: F_o = 480 хв.

Нормативний коефіцієнт верстатів: 0,8

Коефіцієнт серійності K_c = 5

Розрахунок програми випуску і партії деталі

Число операцій обробки (за табл. 2.1): n = 15

Сумарний штучний час, хв: $T_{шт}$=29,253

Середній штучний час, хв: $T_{шт.сер}=\sum T_{шт}/n$ =29,253/15=1,95

Такт випуску деталей, хв: $t_в=K_c \cdot T_{шт.сер}$=5 1,95=9,75

Річна програма випуску деталей, штук за рік:

- розрахункова: $K=F_д \cdot 60/t_в$=4029·60/9,75=24793,8
- прийнята: N=24794

Розрахункова кількість деталей в партії, шт:

$n_p = N \cdot a/F$ = 24794·6/245 = 607

Розрахункове число змін для обробки партії:

$C_p = T_{шт.сер.пр}/(F_o \cdot 0.8)$=l. 95·607/480·0.8=3

Прийнята кількість змін: $C_{пр}$=3

Для усунення простоїв обладнання зменшуємо обсяг партії, щоб підготовчо-заключний час припадав на період між змінами.

Прийнятий обсяг партії деталей, шт.:

$n_п = C_{пр} \cdot F_0 \cdot 0.8 / T_{шт.сер} = 3 \cdot 480 \cdot 0{,}8 / 1{,}95 = 590$

Таблиця 2.1- Трудомісткість операцій обробки деталі

№ операції	Назва операції	$T_о$, хв	$\varphi_к$	$T_{шт}$
005	Заготівельна	3		3
010	Токарна	0,332	1,36	0,45
015	Токарна	0,321	1,36	1,43
020	Токарна	0,321	1,36	0,43
025	Токарна	0,0073	1,36	0,01
030	Токарна	2,736	1,36	3,72
035	Токарна	0,332	1,36	0,45
040	Токарна	2,142	1,36	2,9
045	Токарна	2,142	1,36	2,9
050	Токарна	0,577	1,36	0,01
055	Токарна	8,700	1,36	11,8
060	Свердлильна	0,140	1,3	0,18
065	Термічна			
070	Шліфувальна	0,202	1,55	0,313
075	Шліфувальна	1,721	1,55	2,66

2.2 Вибір способу отримання заготовки

Параметрами які визначають спосіб виготовлення заготовки для деталі є:

- призначення і конфігурація деталі
- матеріал деталі
- технічні вимоги до деталі
- масштаб і серійність випуску
- економічність виготовлення

Правильність вибору заготовки впливає на число операцій, трудомісткість процесу та вартість обробки деталі. Отже, вибір заготовки проводиться з

врахуванням всіх вищеперерахованих факторів, які взаємопов'язані.

При великосерійному виробництві застосовують наступні методи одержання заготовок:

- з прокату
- відливання в металеві форми (кокіль)
- відцентрове лиття
- лиття в оболонкові форми
- гаряче штампування на молотах, пресах, ГКМ

Найбільш ефективні способи одержання заготовки зі сталі 40Х:

- одержання з прокату
- штампування на ГКМ

Ці способи одержання заготовки є відносно недорогими і дозволяють максимально наблизити розміри заготовки до розмірів деталі.

Обґрунтування вибраного варіанту заготовки

Для виготовлення вісі заготовку вибираємо з круглого прокату ∅80±1,5 $l = 395^{+0.5}_{-1.3}$.

2.3 Розробка маршруту обробки деталі

2.3.1 Аналіз базового технологічного процесу

Таблиця 2.2 - Опис базового техпроцесу

№ операції	Назва та зміст операції	Обладнання	Схема базування
005	Заготівельна		
010	Токарно-гвинторізна Підрізати та центрувати торець 8	16К20 (трикулачковий патрон)	
015	Токарно-гвинторізна Точити поверхню 2 ∅45 J6	16К20 (трикулачковий патрон)	

020	Токарна Точити поверхню 5 ∅12	16К20 (трикулачковий патрон)	
025	Токарна Точити шийку ∅14.5 h14 '	16К20 (трикулачковий патрон)	
030	Токарна Точити різьбу МІ2	16К20 (трикулачковий патрон)	
035	Токарна Підрізати та центрувати торець 7	16К20 (трикулачковий патрон)	
040	Токарна Точити поверхню 1 ∅45 j7	16К20 (трикулачковий патрон)	
045	Токарна Точити поверхню 6 ∅12	16К20 (трикулачковий патрон)	
050	Токарна Точити шийку ∅14.5 h14	16К20 (трикулачковий патрон)	
055	Токарна Точити різьбу М12	16К20 (трикулачковий патрон)	
060	Вертикально-свердлильна з ЧПК	2Д132МФ2	

	Свердлити отвір ∅6Н7	(лещата)	
065	Термообробка		
070	Кругло-шліфувальна Шліфувати поверхню 1	ЗУЮВ (Центри)	
075	Кругло - шліфувальна Шліфувати поверхню 2	ЗУЮВ (Центри)	

2.3.2 Розробка послідовності механічної обробки з вказанням обладнання, пристроїв, на яких буде проводитись обробка

При великосерійному виробництві механічну обробку сталі здійснюємо на металорізальних верстатах, які оснащені числовим програмним керуванням.

Послідовність обробки деталі вибираємо таку, щоб забезпечити максимальну швидкість виготовлення деталі.

В першу чергу обробляємо торець 8 на токарно-гвинторізному верстаті 16К20Ф3, спочатку проводимо підрізання, а потім центрування. На цьому ж верстаті проводимо обробку поверхні 2, проводячи чорнове і чистове точіння. Потім нарізаємо шийку 3 і проводимо підготовку для накатування різьби, обточуючи поверхню 5 (чорнове і чистове точіння). Обробку торця 7 та поверхонь 1 і 4 проводимо аналогічно до поверхонь 2 і 5.

Після обробки цих поверхонь проводимо нарізання різьби на підготовлених поверхнях 4 і 5, для цього використовуємо токарно-гвинторізний верстат 16К20Ф3.

Наступною операцією буде свердління отвору 6 на вертикально-свердлильному верстаті 2Д132МФ2.

Всі вище перераховані операції відносились до операцій, які проводились

до термічної обробки. Термообробка проводиться для гартування поверхневого шару поверхні 2 за допомогою струмів високої частоти.

Оскільки до поверхонь 1 і 2 ставляться високі вимоги щодо жорсткості, то проводимо їх шліфування на круглошліфувальному верстаті ЗУ10В, на якому деталь закріплюється за допомогою центрів.

2.3.3 Розробка змісту кожної операції і схеми установки заготовки

Таблиця 2.3 —Зміст кожної операції і схеми установки заготовки

№ операції	Назва та зміст операції	Обладнання	Операційний ескіз
010	Токарна з ЧПК Підрізання та центрування торця 8	16К20Ф3	Рис.2.1
015	Токарна з ЧПК Точіння чорнове Точіння чистове ∅45	16К20Ф3	Рис.2.2
020	Токарна з ЧПК Точіння чорнове Точіння чистове ∅12	16К20Ф3	
025	Токарна з ЧПК Точіння чорнове ∅14,5	16К20Ф3	Рис.2.3
030	Токарна з ЧПК Точити різьбу М12	16К20Ф3	
035	Токарна з ЧПК Підрізання та центрування торця 7	16К20Ф3	
040	Токарна з ЧПК Точіння чорнове Точіння чистове ∅45	16К20Ф3	Рис.2.4
045	Токарна з ЧПК Точіння чорнове Точіння чистове ∅12	16К20Ф3	Рис.2.5
050	Токарна з ЧПК Точіння чорнове ∅14,5	16К20Ф3	
055	Токарна з ЧПК Точити різьбу М12	16К20Ф3	

060	Свердлильна Свердлити ∅6Н7	2Д132МФ2	Рис.2.6
065	Термообробка		
070	Шліфувальна Шліфування однократне ∅45j7	3У10В	Рис.2.7
075	Шліфувальна Шліфування однократне ∅45j6	3У10В	Рис.2.8

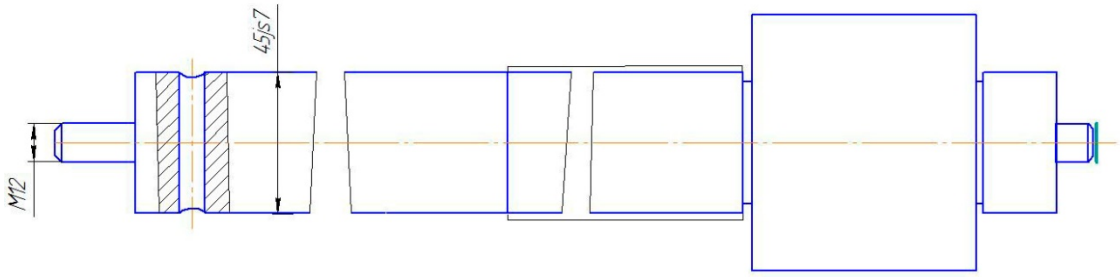


Рисунок 2.1 – Ескіз обробки на операції 010

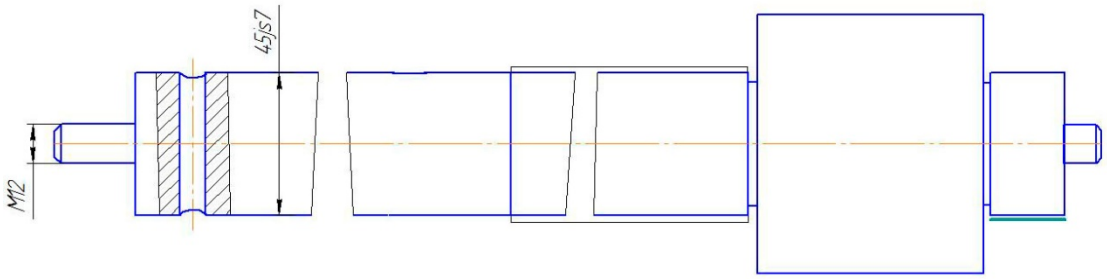


Рисунок 2.2 – Ескіз обробки на операції 010

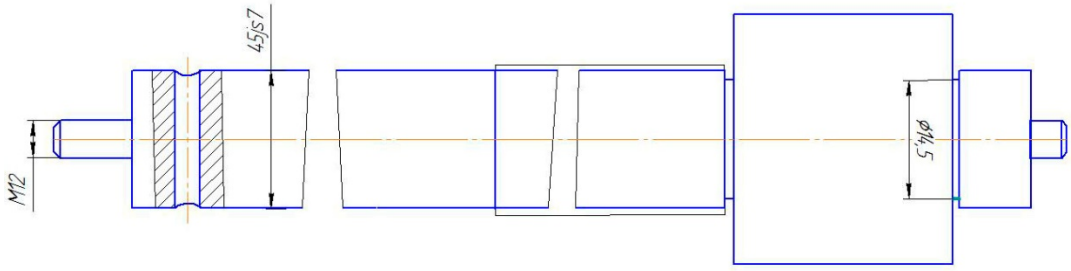


Рисунок 2.3 – Ескіз обробки на операції 025

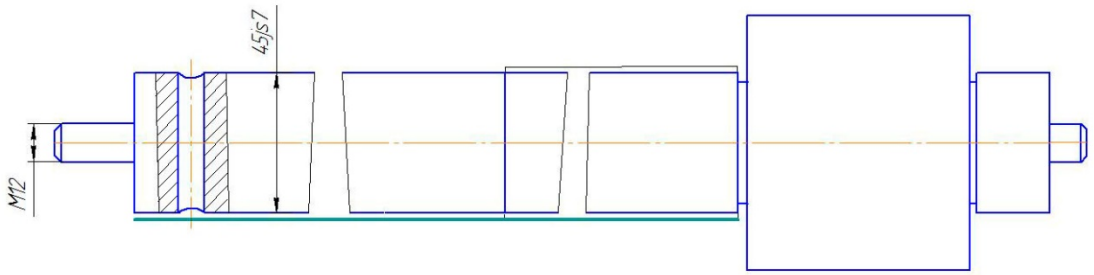


Рисунок 2.4 – Ескіз обробки на операції 040

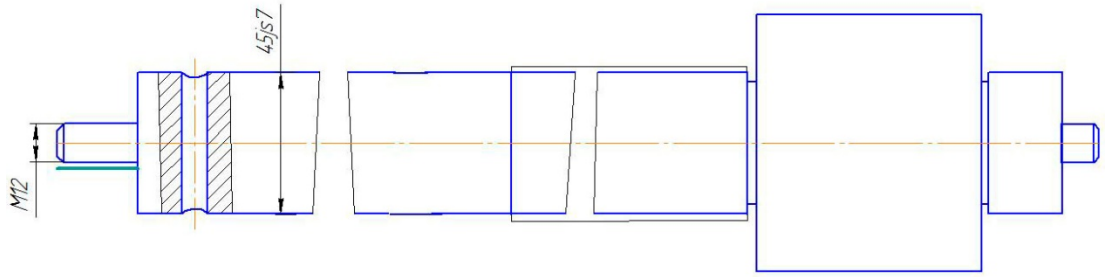


Рисунок 2.5 – Ескіз обробки на операції 045

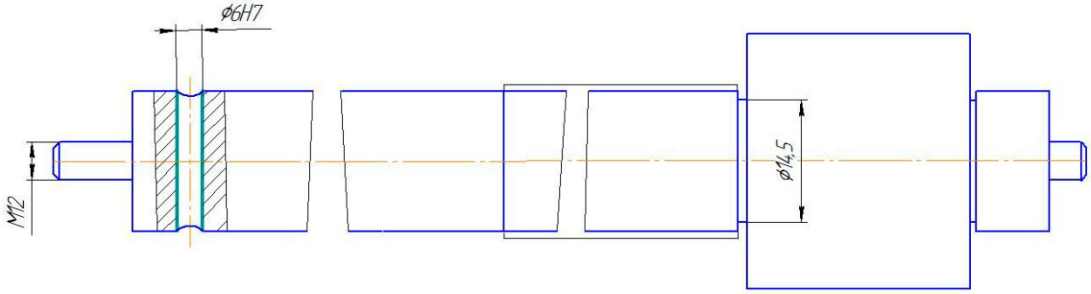


Рисунок 2.6 – Ескіз обробки на операції 060

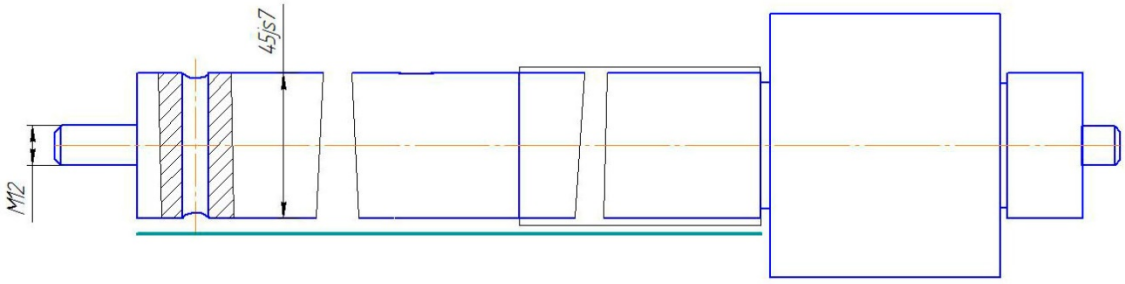


Рисунок 2.7 – Ескіз обробки на операції 070

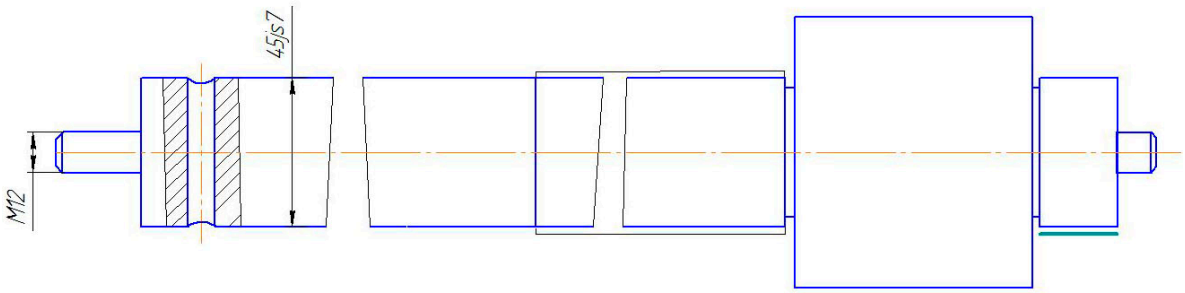


Рисунок 2.8 – Ескіз обробки на операції 075

2.4 Призначення припусків на механічну обробку поверхонь

Уточнюємо кількість і послідовність переходів для:

- зовнішньої поверхні 1: [4, с. 180-185];

- зовнішньої поверхні 2: [4, с. 180-185];

Результати розрахунку і всі дані заносимо в таблицю 2.6

Таблиця 2.4 - Припуски на механічну обробку

№ поверхні	Переходи механічної обробки	Величина припуску, мм	Джерело
Зовнішня поверхня 1 ∅45j7			
1	Точіння чорнове Точіння чистове Шліфування	2Z=34 2Z=0.975 2Z=0.025	[9], с.175
Зовнішня поверхня 1 ∅45j6			
2	Точіння чорнове Точіння чистове Шліфування	2Z=34 2Z=0.970 2Z=0.030	[9], с.175

2.5 Розробка конструкції і розрахунок розмірів заготовки

Заготовкою для виготовлення даної деталі служить круглий прокат. Ми її отримуємо шляхом відрізання на фрезерно-відрізному верстаті діаметром до 500 мм з точністю відрізання ±1.5 мм [1].

Розміри заготовки визначаємо шляхом нарощування максимальних припусків на механічну обробку. Зовнішня циліндрична поверхня механічній обробці не піддається тому вибираємо прокат діаметром $\varnothing 80^{+0,5}_{-1,3}$ по ГОСТ 2590-71.

Припуски на поверхні 7 і 8 будуть рівними Z=3 мм. Тому довжина заготовки буде дорівнювати 2Z+392=398 мм. Отже довжина буде $398^{+1,5}_{-1,5}$.

Розміри заготовки: $\varnothing 80^{+0,5}_{-1,3}$ і довжина $398^{+1,5}_{-1,5}$.

2.6 Розрахунок режимів різання і основного часу

Розрахунок елементів режиму різання:

Частота обертання шпинделя, хв$^{-1}$: $n = \frac{1000\,V}{\pi D}$

n_1=1000·95/(3.14·80)=378;

n_2=1000·95/(3.14·48)=630;

n_3=1000·95/(3.14·45)=672;

n_4=1000·95/(3.14·80)=378;

n_5=1000·95/(3.14·48)=630;

n_6=1000·95/(3.14·45)=672;

Основний час обробки to, хв: $t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{L \cdot i}{S_x}$

t_{01}=*252*·1/0.6=0.42 хв

t_{02}=*252*·1/0.35=0.72 хв

t_{03}=*252*·1/0.0157=16.0 хв

t_{04}=*30*·1/0.6=0.05 хв

t_{05}=*30*·1/0.35=0.085 хв

t_{06}=*30*·1/0.0157=1.9 хв

Результати розрахунків занесено в таблицю 2.5

Таблиця 2.5 — Режими різання

№ по-верхні	Переходи механічної обробки	Розміри оброблюваної поверхні		Режими різання				Основ-ний час
		D, мм	L, мм	t, мм	s, мм/об	v, м/хв	n, $хв^{-1}$	To, хв
1	Точіння чорнове Точіння чистове Шліфування	45	252	1,5 0,3 0,06	0,6 0,35 0,0157	95 130 60	378 630 672	0,42 0,72 16,0
2	Точіння чорнове Точіння чистове Шліфування	45	30	1,5 0,3 0,06	0,6 0,35 0,0157	95 130 60	378 630 672	0,05 0,85 1,9

2.7 Технічне нормування операцій

Для серійного виробництва визначається норма штучно-калькуляційного часу:

$$T_{шт-к} = (T_{пз}/n) + T_{шт}$$

$$T_{шт} = T_о + T_д k + T_{об} + T_{відп}$$

Для токарної операції № 015

$T_{пз}$ =16+2 =18 хв - підготовчо-заключний час;

п=590 шт. - кількість деталей в партії;

To = 17,14 хв — основний час;

$T_д = T_в + T_З + T_{уп} + T_{вим}$ - допоміжний час;

$T_в$ = 0,5 хв - час на встановлення деталі;

$T_З$= 0,36 хв - час на закріплення деталі;

$T_{уп}$= 0,08+0,01+0,04+0,2=0,33 хв - час на управління верстатом;

$T_{вим}$ = 0,1 хв - час для контролю розмірів;

$T_д$= 0,5+0,36+0,33+0,1=1,2 хв;

k = 1.85 - коефіцієнт для великосерійного виробництва;

Тоб = $T_{тех}$+ $T_{орг}$ – час на обслуговування робочого місця;

$T_{тех}$ = 2,2 хв - час на заміну інструменту;

$T_{орг}$ = 1,4 хв - час на технічне обслуговування робочого місця;

$T_{об}$= 2,2+1,4 =3,6 хв;

$T_{відп}$= 8 хв - час на відпочинок;

$T_{шт}$= 17,14+(1,2Л,85)+3,6+8=30,96 хв.

$T_{шт.к}$= (18/590)+30,96=30,99 хв.

Для токарної операції № 035

$T_{пз}$ =16+2 =18 хв — підготовчо-заключний час;

n=590 шт. - кількість деталей в партії;

$T_{о}$ = 2,8 хв - основний час;

$T_{д}$ = $T_{в}$ + $T_{З}$ + $T_{уп}$ + $T_{вим}$ - допоміжний час;

$T_{в}$ = 0,5 хв - час на встановлення деталі;

$T_{З}$ = 0,36 хв - час на закріплення деталі;

$T_{уп}$ = 0,08+0,01+0,04+0,2=0,33 хв - час на управління верстатом;

$T_{вим}$ = 0,1 хв - час для контролю розмірів;

$T_{д}$ = 0,5+0,36+0,33+0,1=1,2 хв;

k = 1.85 - коефіцієнт для великосерійного виробництва;

$T_{об}$ = $T_{тех}$+ $T_{орг}$ - час на обслуговування робочого місця;

$T_{тех}$ = 2,2 хв - час на заміну інструменту;

$T_{орг}$ = 1,4 хв - час на технічне обслуговування робочого місця;

$T_{об}$ = 2,2+1,4 =3,6 хв;

$T_{ВІДП}$ = 8 хв - час на відпочинок;

$T_{шт}$ = 2,8+(1,2*1,85)+3,6+8=16,62 хв.

$T_{шт.к}$ = (18/590)+16,62=16,65 хв.

Результати розрахунків занесено в таблицю 2..

Таблиця 2.6 — Технічне нормування операцій

№ і назва операції	$T_о$	$T_д$	$T_{об}$	$T_{відп}$	$T_{шт}$	$T_{пз}$	n	$T_{шт-к}$
015 Токарна	17,14	1,2	3,6	8	30,96	18	590	30,99
035 Токарна	2,8	1,2	3,6	8	16,62	18	590	16,65

Висновки.

Було розроблено технологічний процес механічної обробки вісі, вивчено конструкцію і технологічні вимоги до вісі, призначено припуски на механічну обробку, розраховано режими різання і проведено технічне нормування операцій.

3 Конструкторська частина

3.1 Пристрої для механічної обробки

3.1.1 Опис призначення пристрою

Оскільки всі поверхні обробляються на токарно-гвинторізному та шліфувальному верстатах, то для механічної обробки вибираємо пристрій - трикулачковий самоцентруючий патрон (рисунок 3.1). Цей патрон призначений для закріплення деталі за її зовнішню поверхню на токарно-гвинторізному та шліфувальному верстатах. За допомогою цього пристрою, а також центрів ми обробляємо всі поверхні деталі. Деталь закріплюється в патроні за допомогою кулачків, які приводяться в дію енергією стиснутого повітря.

3.1.2 Опис конструкції і принципу роботи пристрою

Стиснуте повітря через вертлюжок 10 подається у пневмоциліндр 1. Тиск повітря у пневмоциліндрі спричиняє поступальний рух поршня, що в свою чергу приводить в дію шток 8. Під дією штока важіль 5 обертається навколо своєї осі і діє на кулачок. Стиснуте повітря може подаватися у дві камери. При подачі у камеру, що знаходиться між вертлюжком і поршнем, рух кулачків буде направлений від осі патрона (вивільнення деталі), а при подачі повітря в камеру, що знаходиться між кришкою пневмоциліндра і поршнем, рух кулачків буде направлений до осі (закріплення деталі).

3.1.3 Розрахунок сили затиску пристрою

Розрахунок пристрою ведемо з умови непрокручування заготовки (рисунок 3.2). Рівняння рівноваги моментів сил різання і тертя відносно осі обертання:

$M_P = M_T$

$K \cdot P_z \cdot d_0/2 = 3 \cdot F_t \cdot d_з/2 = 3 \cdot f \cdot Q \cdot d_з/2,$

де P_z - максимальна сила різання P_z = 1,78 кН;

d_o - оброблювальний діаметр, мм;

К - коефіцієнт запасу, К=3.5;

$F = f \cdot Q$ - сила тертя на одному кулачку, кН;

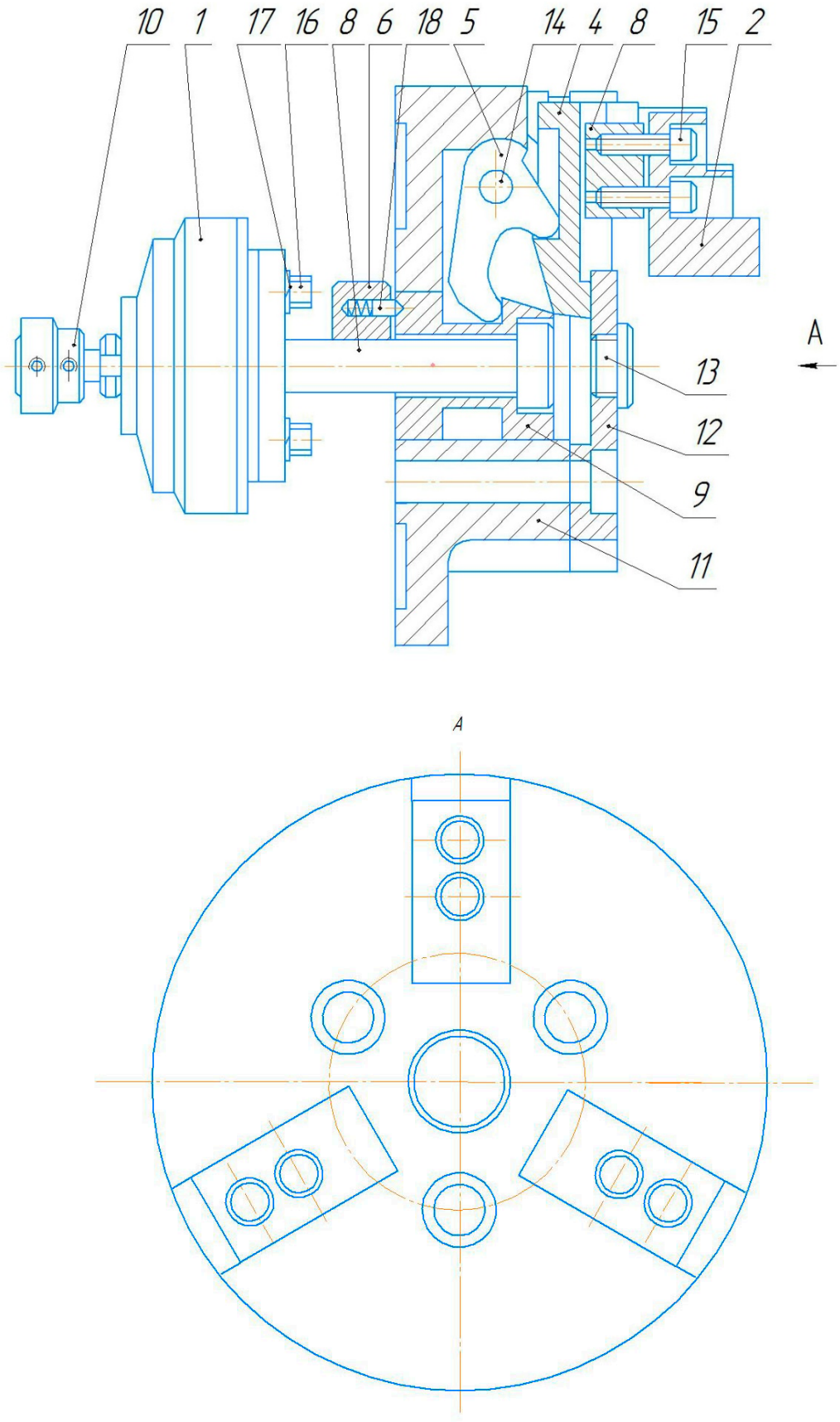


Рисунок 3.1 - Трикулачковий самоцентруючий патрон

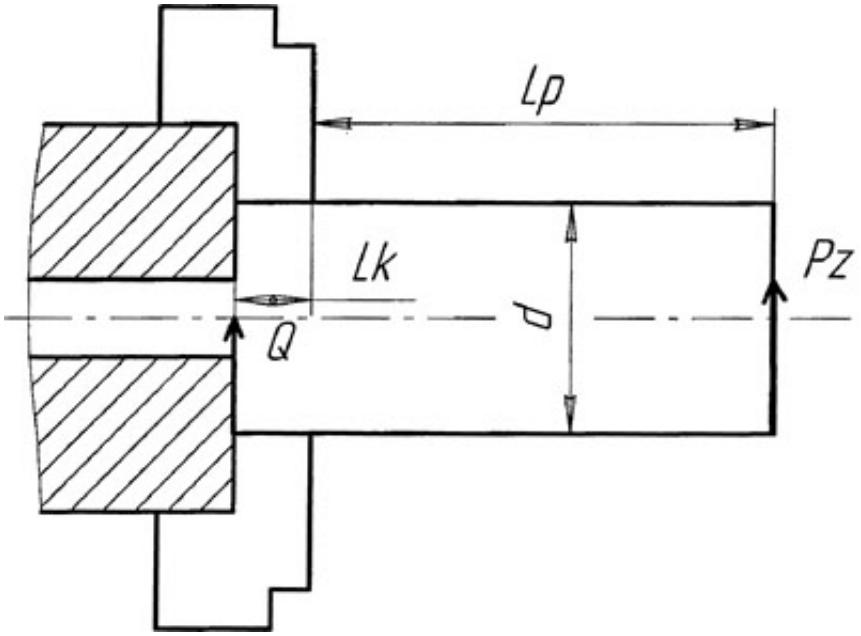


Рисунок 3.2 - Схема закріплення заготовки в пристрої та дії сил на токарних операціях

f — коефіцієнт тертя на кулачках;

Q - необхідна сила затиску на одному кулачку;

$d_з$ - діаметр закріплення, мм;

$Q = K \cdot P_z \cdot d_o / 3 \cdot f \cdot d_з$

$d_0 = 85$ мм; $f=0.4$; $d_з=45$ мм;

$Q = 3.51 \cdot 1.78 \cdot 85/3 \cdot 0.4 \cdot 45 = 9.8$ кН

Умова невивертання:

$M_p = M_т + M_a$

$K \cdot P_z \cdot L_p = Q \cdot L_a + F_t \cdot d_3/2(l+\sin 30^\circ) = Q \cdot (L_a + 0.75 \cdot f \cdot d_з)$;

$Q = K \cdot P_z \cdot L_p / (L_a + 0.75 \cdot f \cdot d_з)$;

$L_p = 308$ мм; $f = 0.6$; $d_з = 45$ мм;

$Q = 3.51 \cdot 1.78 \cdot 308/(100+0.75 \cdot 0.6 \cdot 45) = 15.5$ кН

Розрахунок зусилля на ручці при ручному затиску

Зусилля визначаємо з умови затиску:

$Q_z \cdot (d/2) = bQ \cdot (d_p/d_K)$,

де Q_z - сила затиску в одному кулачку

Q - зусилля на ручці

d_p - діаметр рейки

d_K - діаметр конічної шестерні;

Q = 15500·0.014/0.308·270/55 = 143 кН або 1.43 кг

3.2 Опис конструкції та призначення інструменту

При розробці технологічного процесу було вибрано наступний інструмент.

Різець прохідний прямий Т5К10 - призначений для обробки поверхонь 1,2,3,4,5, вибираємо різець з пластинами із твердого сплаву ГОСТ 18878-73, розміри bxh=32x25 мм, головний кут в плані φ=45 .

Різець прохідний упорний - призначений для обробки поверхонь 1, 2, 3, 4. Вибираємо різець з пластинами із твердого сплаву ГОСТ 18870-73, розміри bxh=32x20 мм, головний кут в плані φ=45 .

Різець токарний прохідний відігнутий - призначений для обробки торців 7 і 8, вибираємо різець з пластинами із твердого сплаву ГОСТ-18877-73, розміри bxh=25x16 мм, головний кут в плані φ=45 .

Різець токарний різьбовий - призначений для обробки поверхонь 4 і 5, вибираємо різець першого типу з пластинами із твердого сплаву ГОСТ 25398-82, розміри bxh=20x12 мм.

Різець токарний відрізний - призначений для обробки поверхні 3, вибираємо різець з пластинами із твердого сплаву Т5К10, розміри bxhxa=16x16x3 мм.

Свердло спіральне з циліндричним хвостовиком призначено для обробки поверхні 6, d=6мм ГОСТ 4010-77.

Висновки.

Описано призначення, конструкцію і принцип роботи трьохкулачкового самоцентруючого патрону. Також визначено силу затиску трьохкулачкового патрону.

4 Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК

Важливою частиною технологічної підготовки є розробка керуючої програми (КП) для верстату з ЧПК. Автоматизований розрахунок КП з використанням сучасних програмних систем значно підвищує якість та продуктивність таких робіт.

Автоматизована розробка керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК включає такі етапи:

1) створення тривимірної моделі деталі;

2) імпорт моделі в CAM-систему;

3) розрахунок траєкторій руху інструмента для відповідних операцій;

4) перевірка правильності розрахунку траєкторії шляхом моделювання обробки;

5) генерування керуючої програми.

Для автоматизованої розробки КП для верстату з ЧПК було використано програмний комплекс СПРУТ-CAM. Тривимірна модель деталі (рисунок 4.1) була збережена в універсальному форматі «*.igs» і далі імпортована в СПРУТ-CAM (рисунок 4.2).

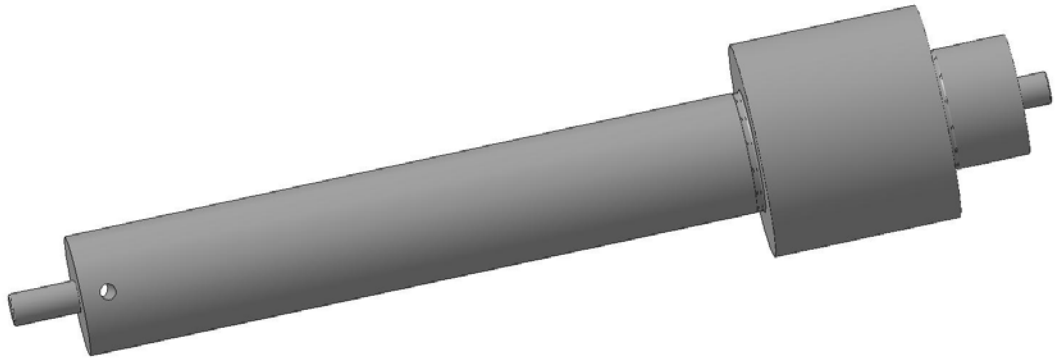


Рисунок 4.1 – Тривимірна модель деталі

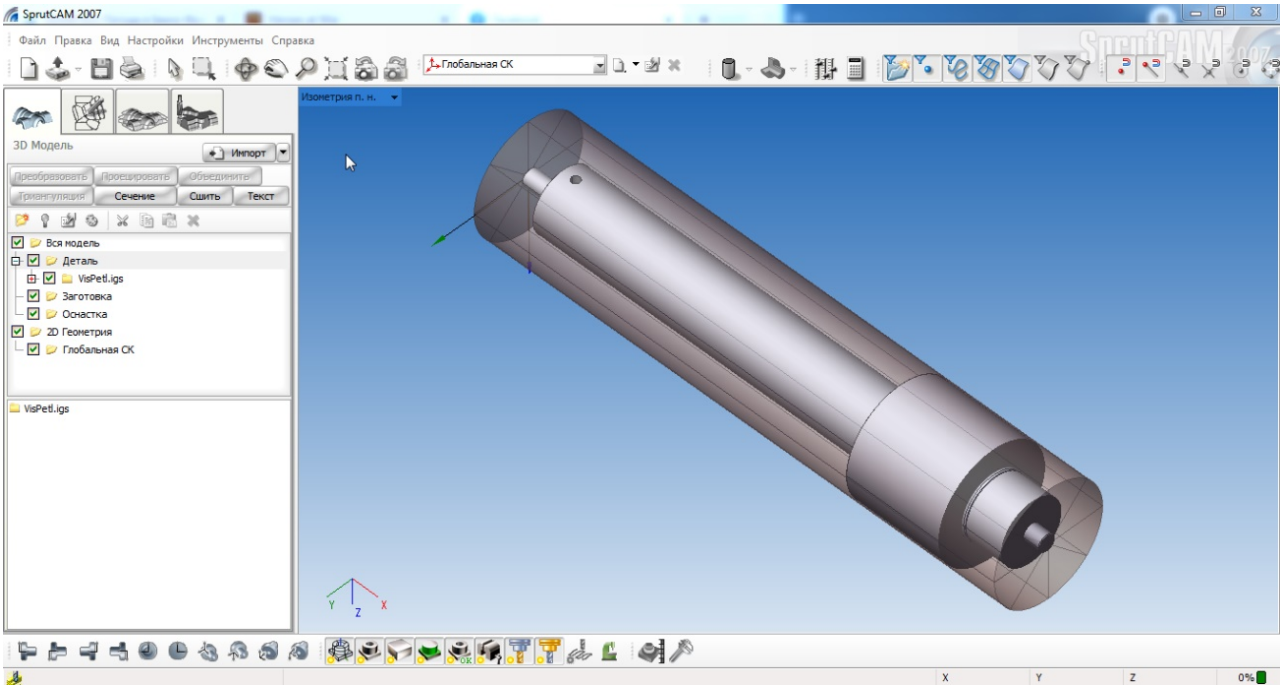


Рисунок 4.2 – Імпорт 3D-моделі в систему

На рисунках 4.3-4.18 послідовно показані етапи розрахунку траєкторії руху інструментів при обробці, моделювання обробки та генерація КП.

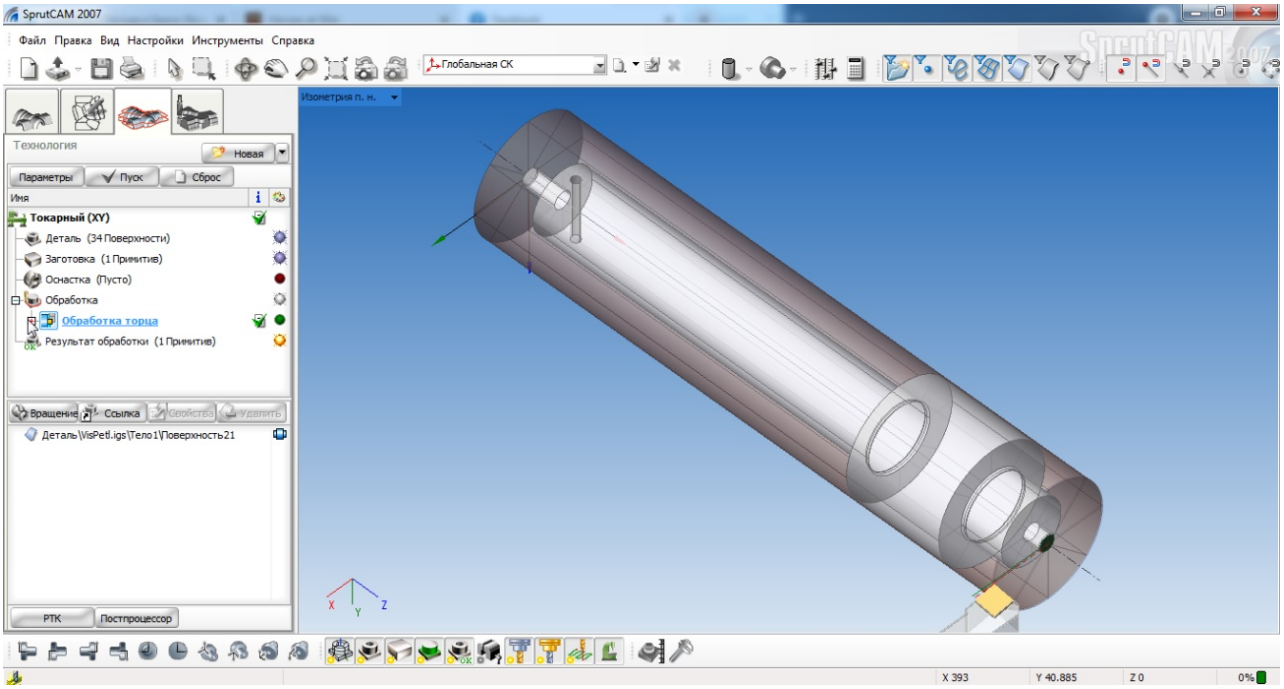


Рисунок 4.3 – Проектування операції обробки торця

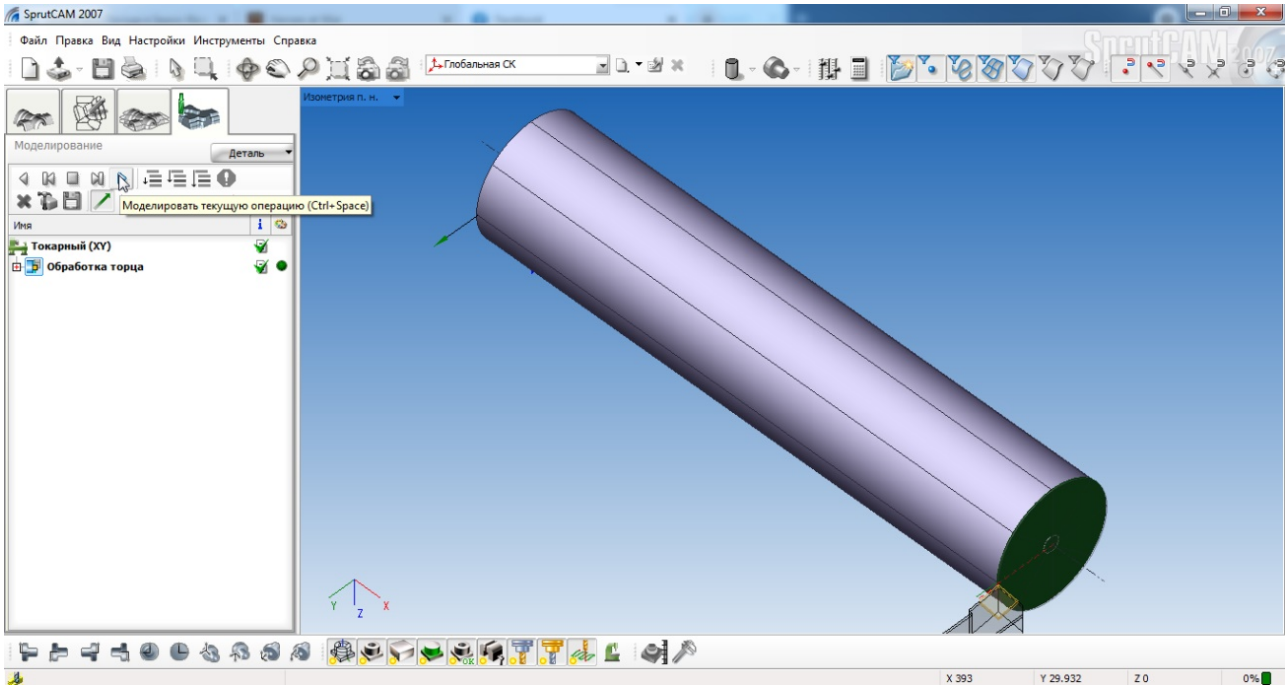


Рисунок 4.4 – Моделювання операції обробки торця

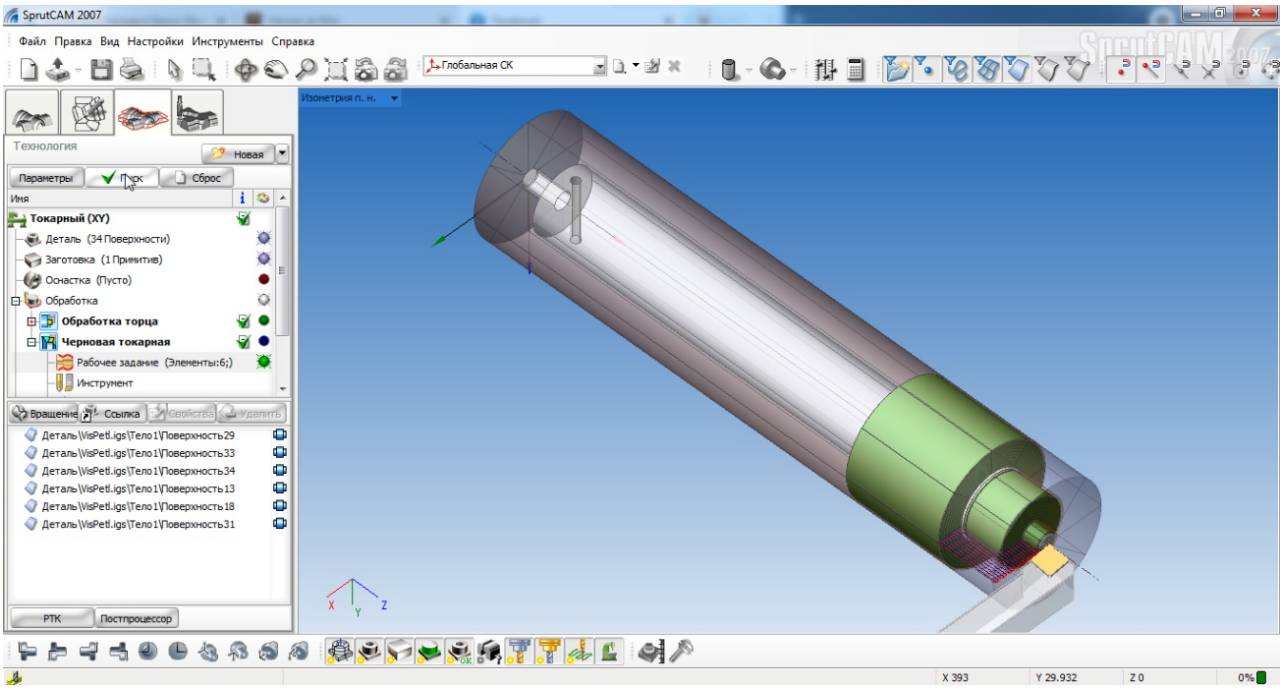


Рисунок 4.5 – Проектування операції чорнового точіння

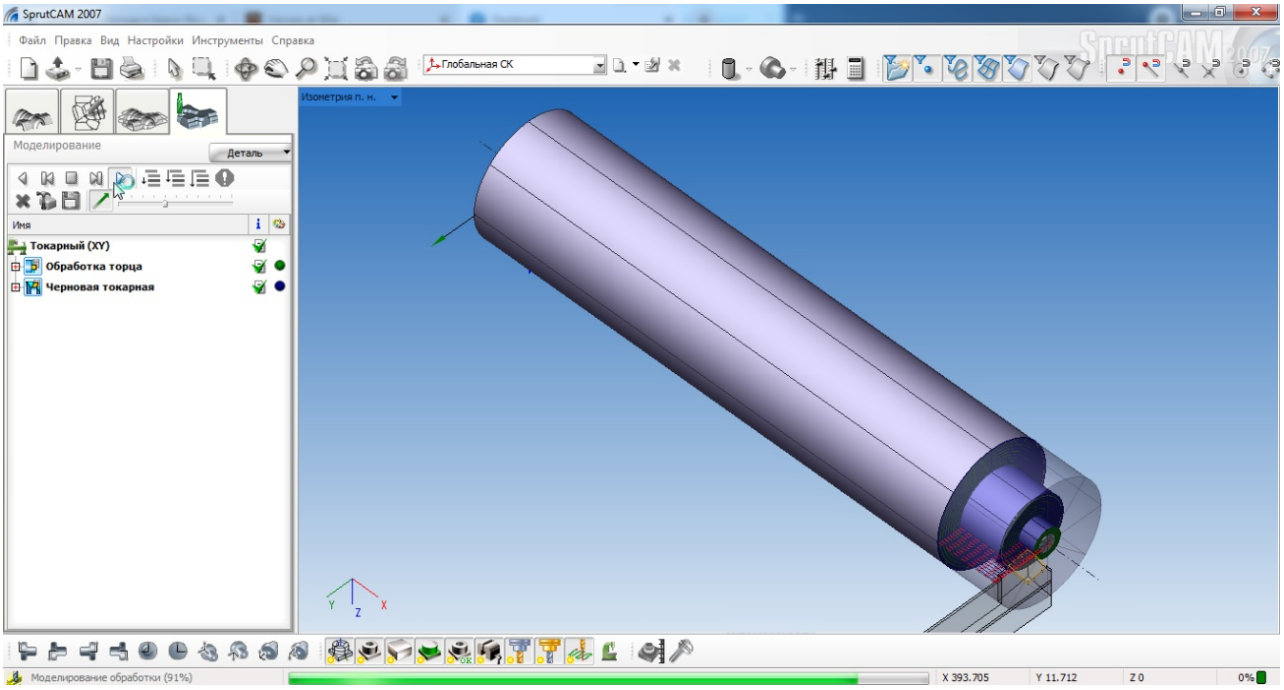


Рисунок 4.6 – Моделювання операції чорнового точіння

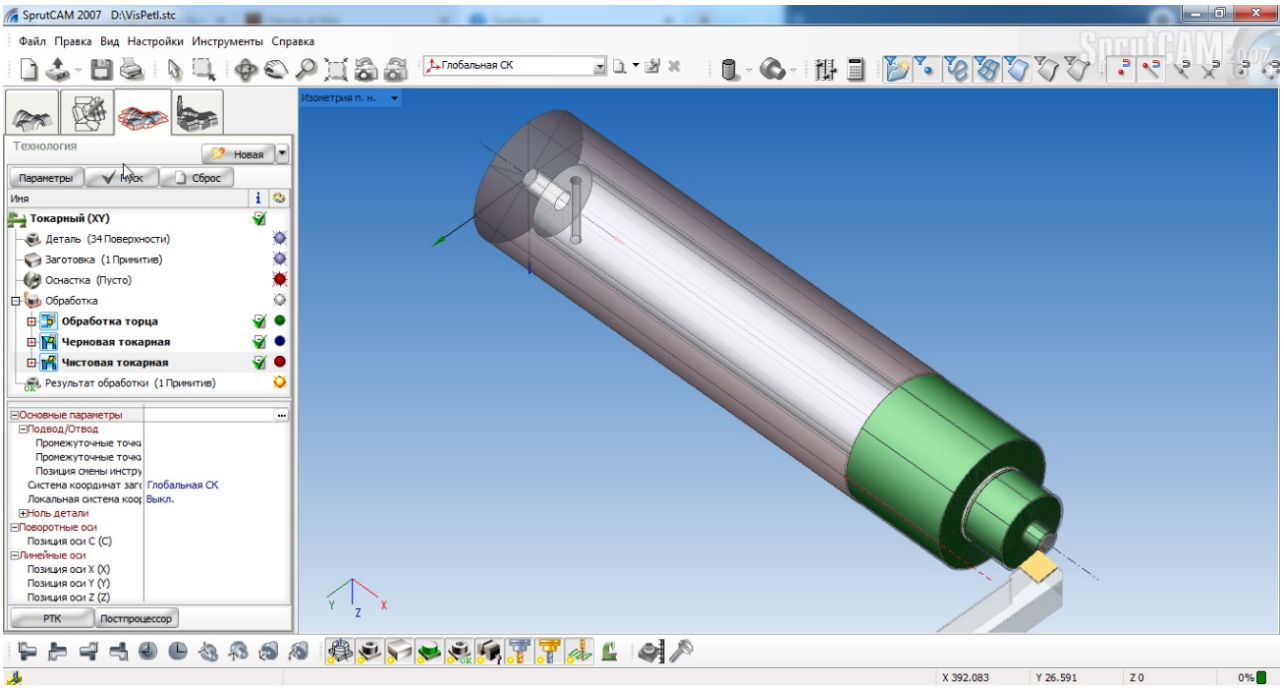


Рисунок 4.7 – Проектування операції чистового точіння

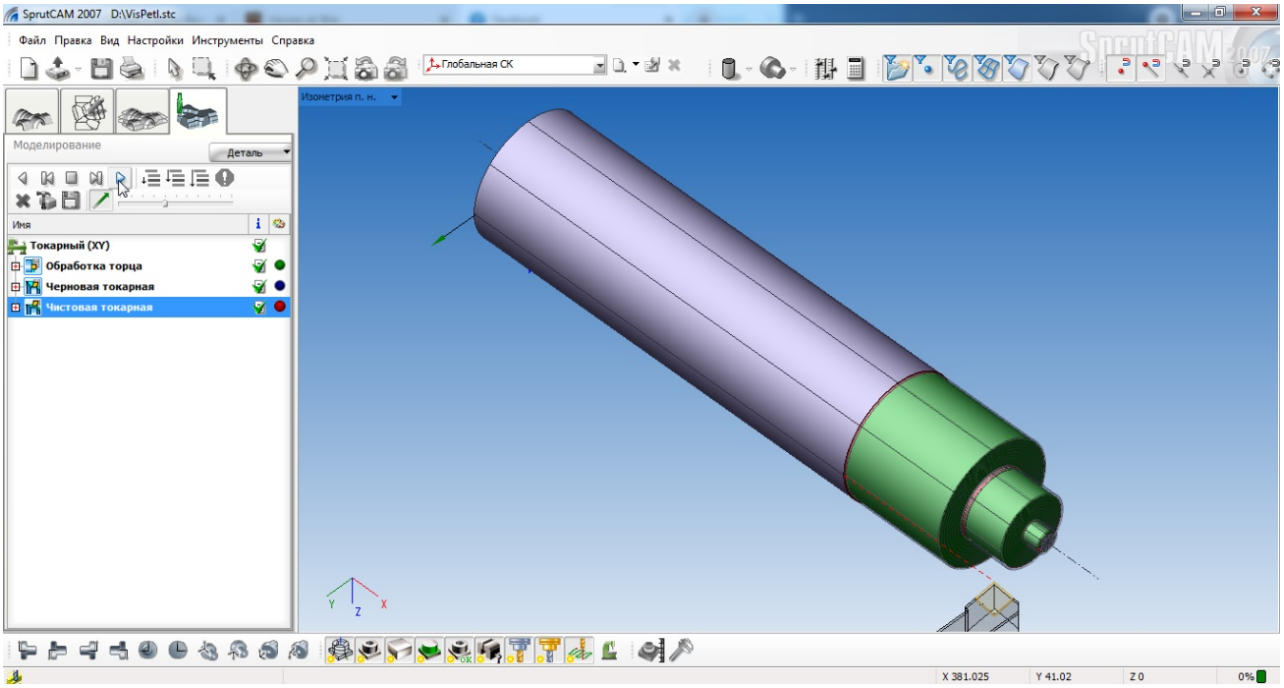


Рисунок 4.8 – Моделювання операції чистового точіння

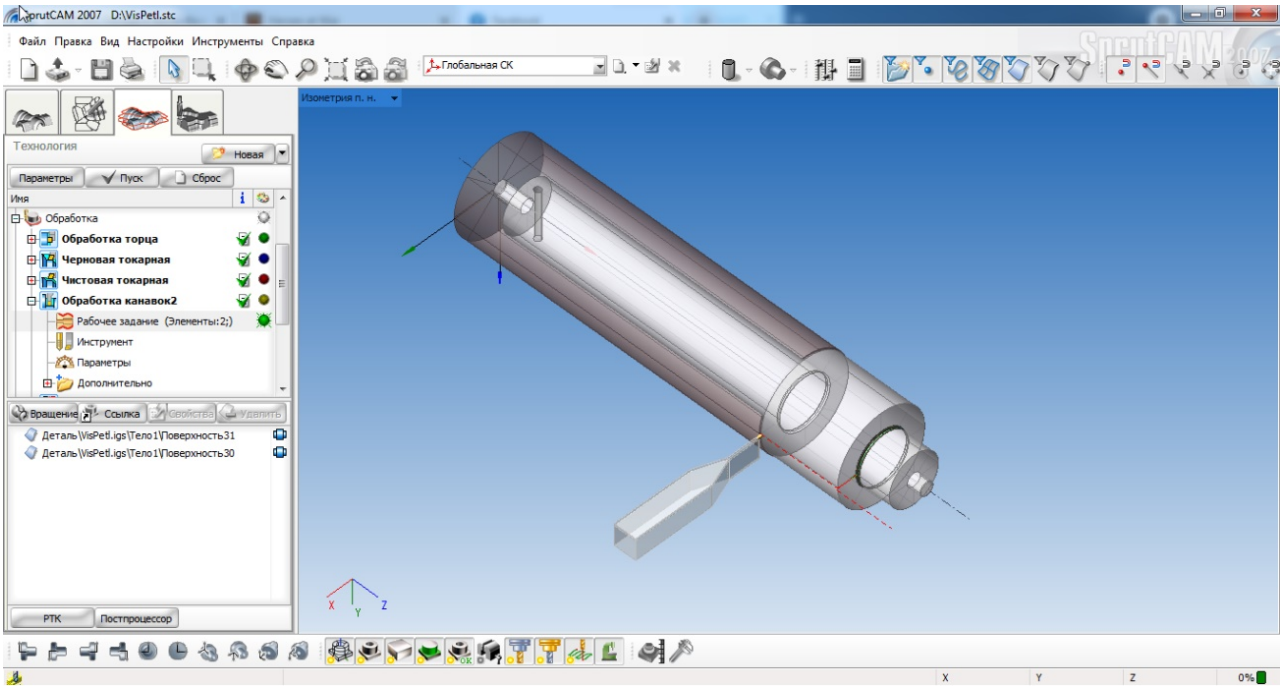


Рисунок 4.9 – Проектування операції точіння канавки

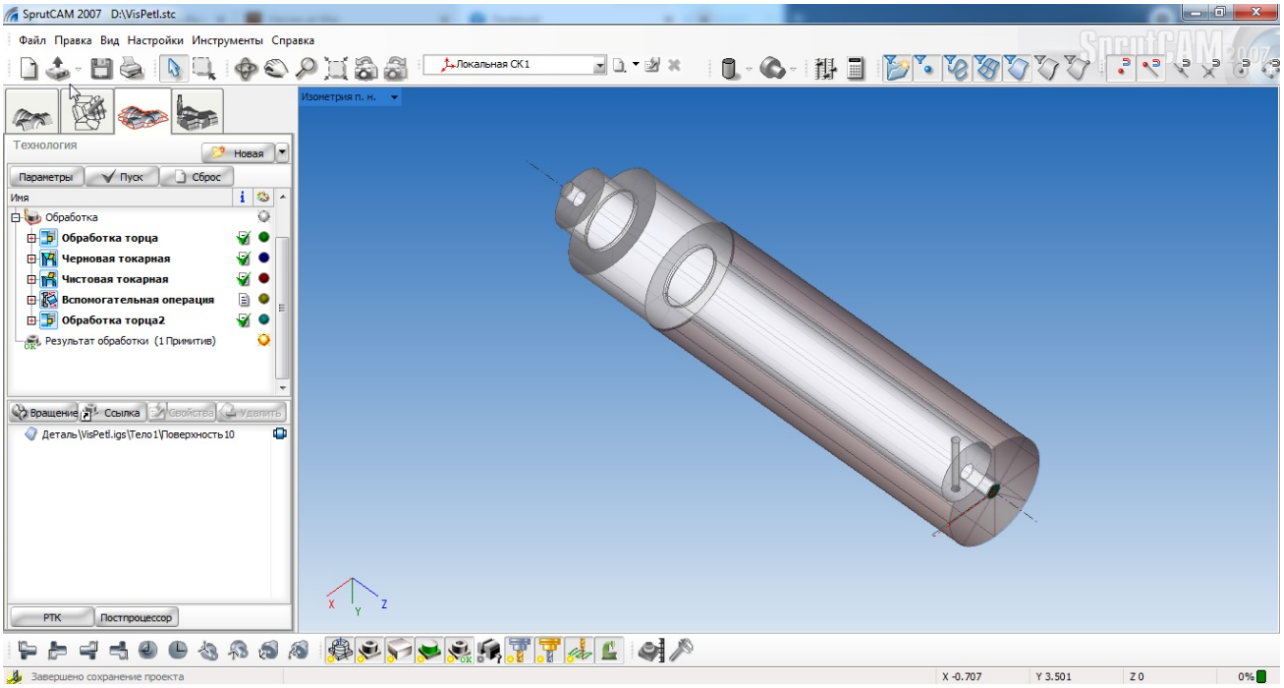


Рисунок 4.10 – Моделювання операції точіння канавки

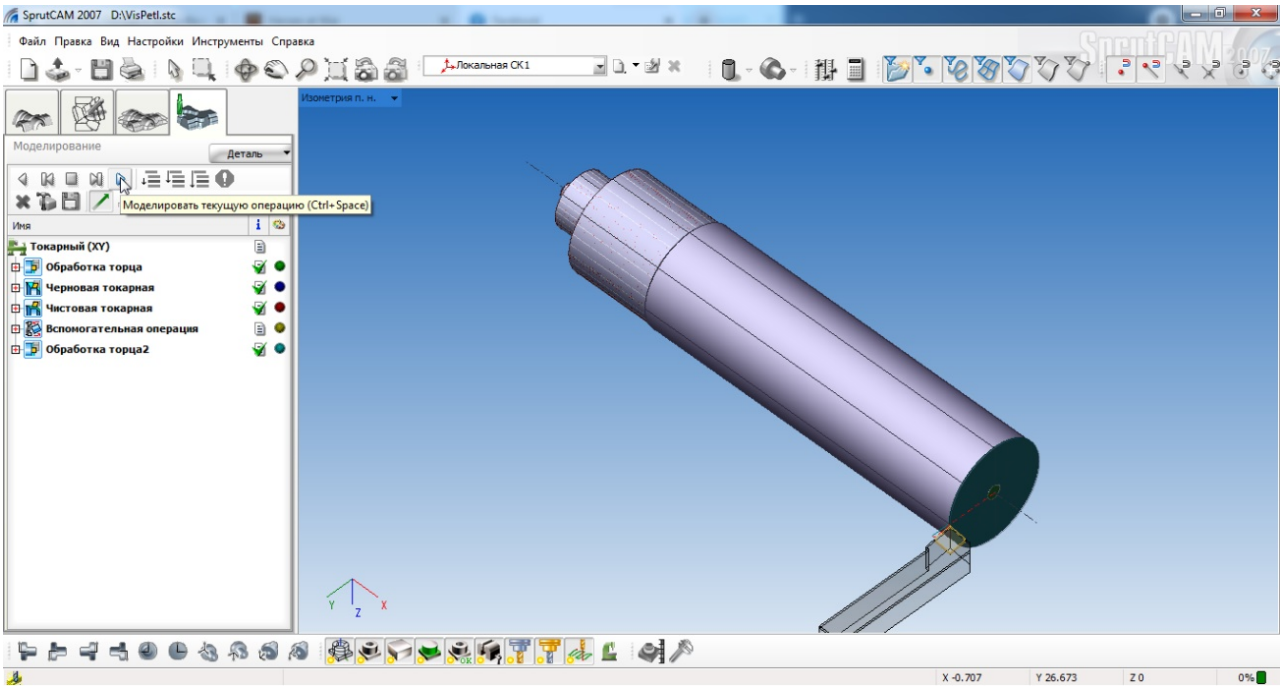


Рисунок 4.11 – Моделювання операції обробки торця

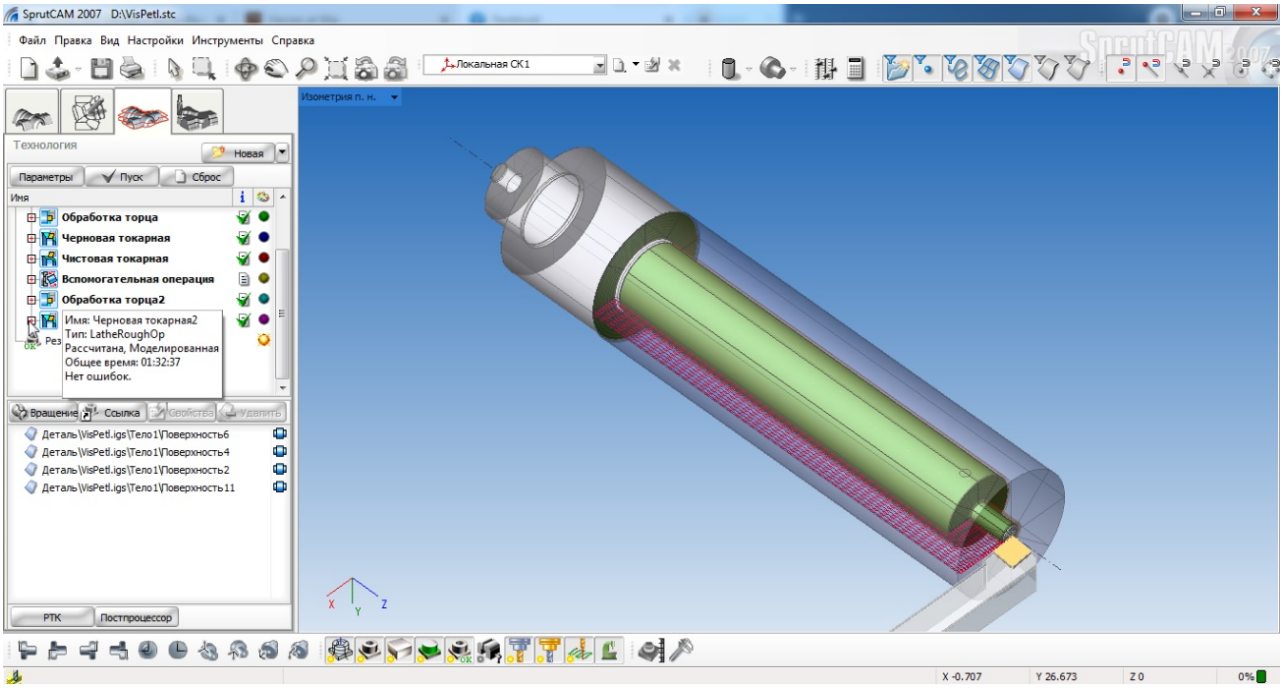


Рисунок 4.12 – Проектування операції чорнового точіння

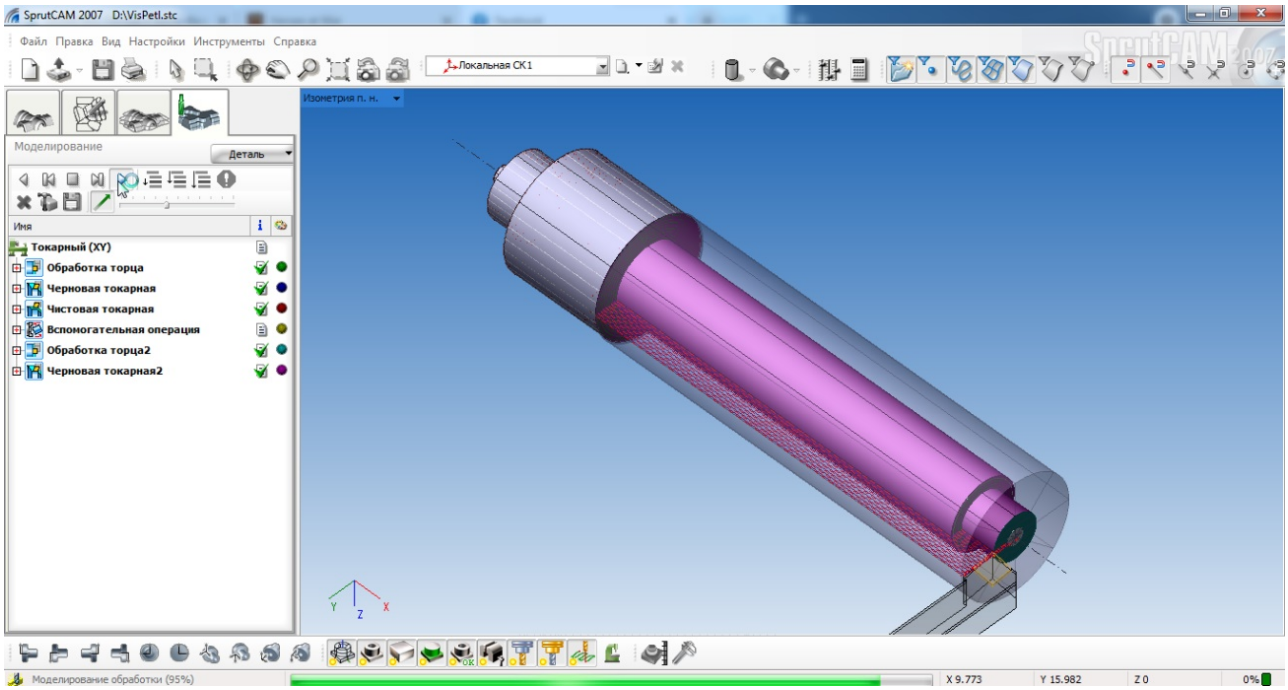


Рисунок 4.13 – Моделювання операції чорнового точіння

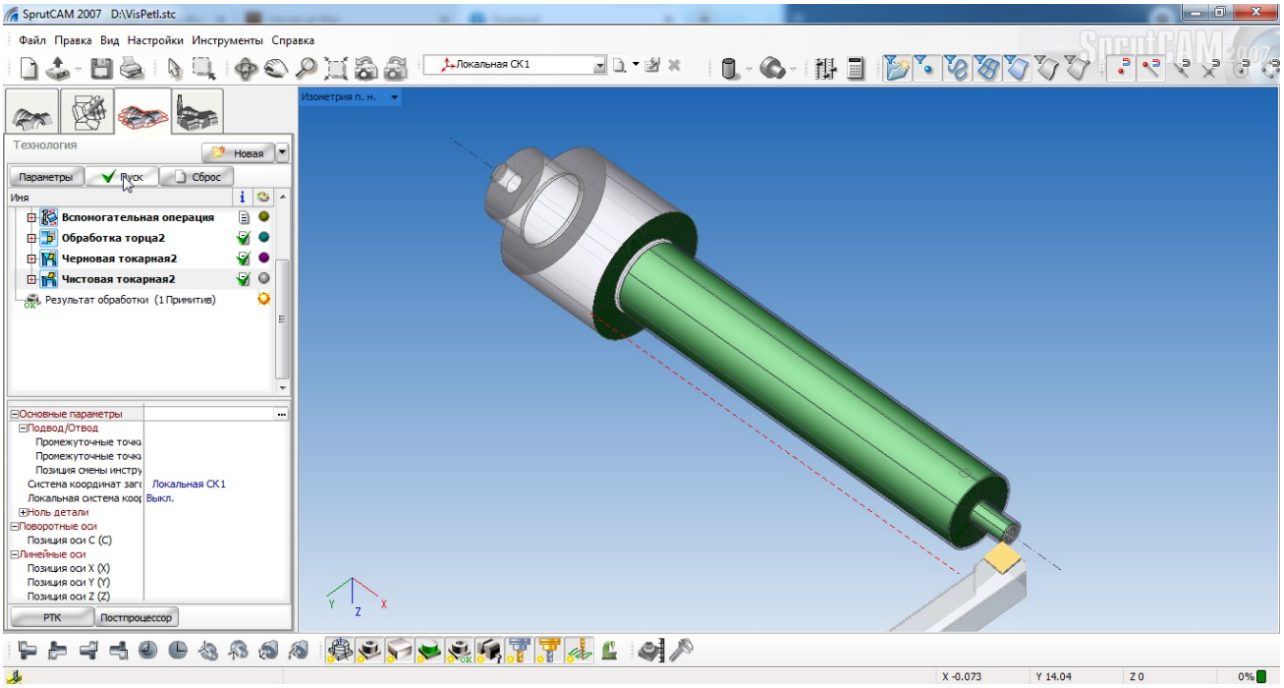


Рисунок 4.14 – Проектування операції чистового точіння

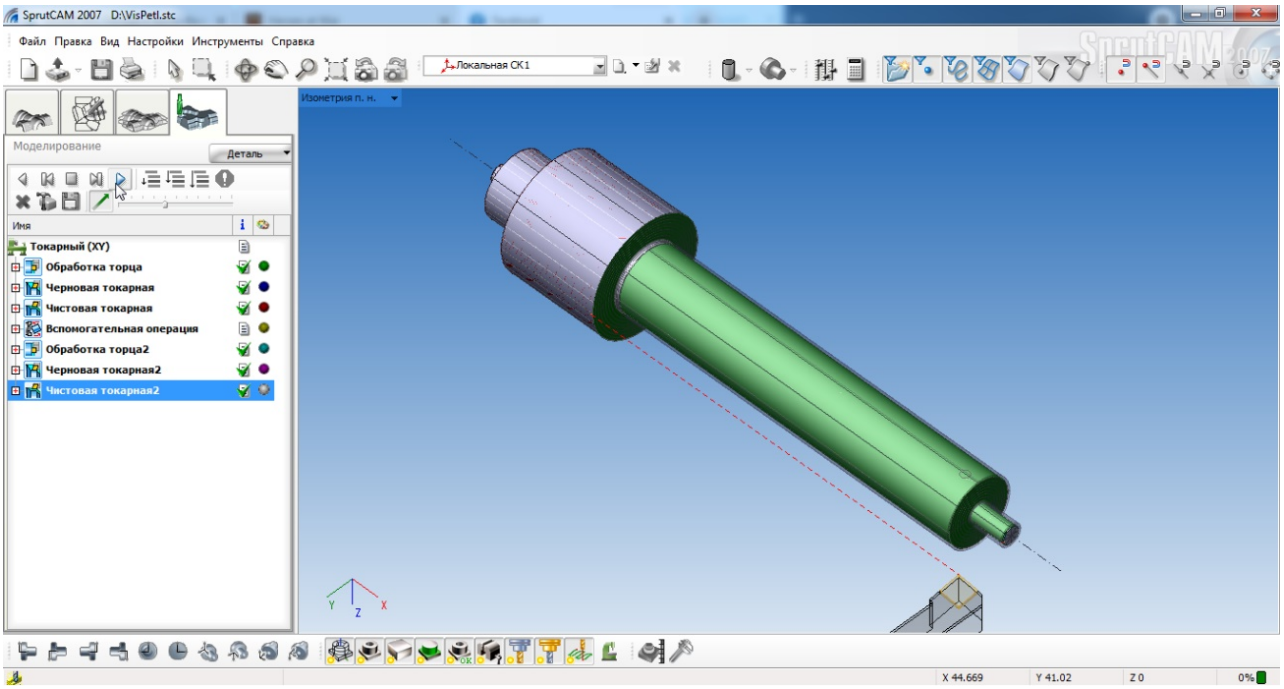


Рисунок 4.15 – Моделювання операції чистового точіння

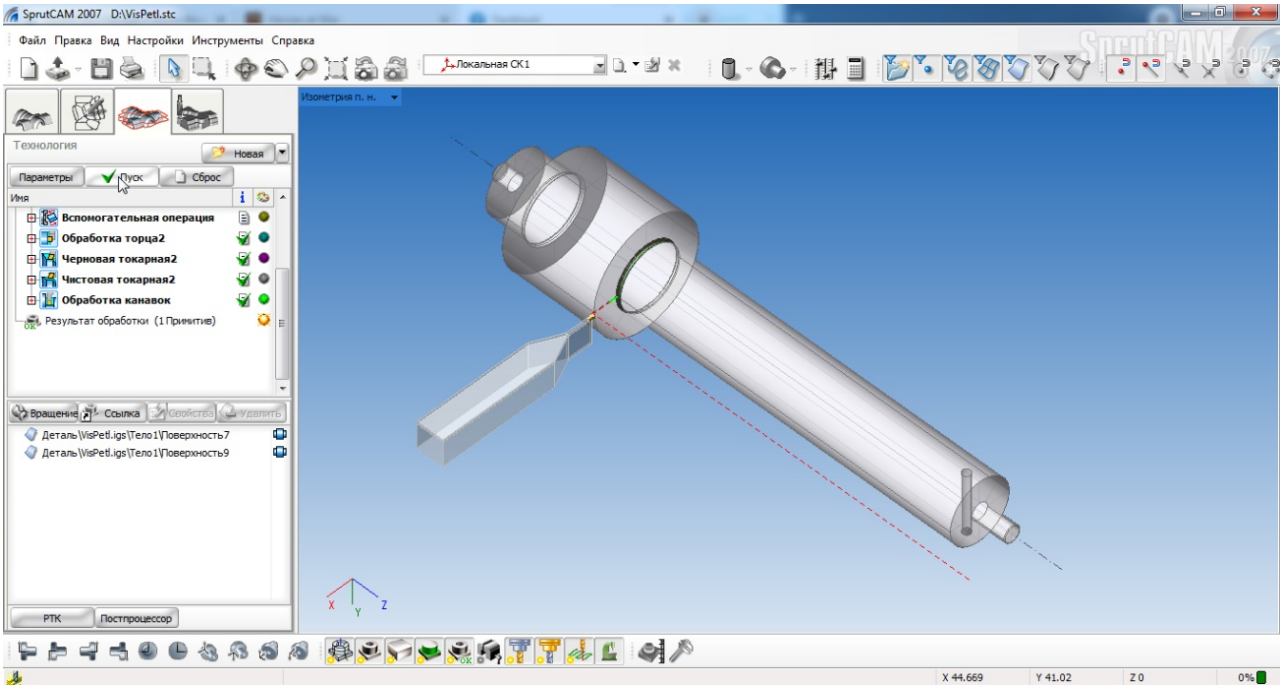


Рисунок 4.16 – Проектування операції точіння канавки

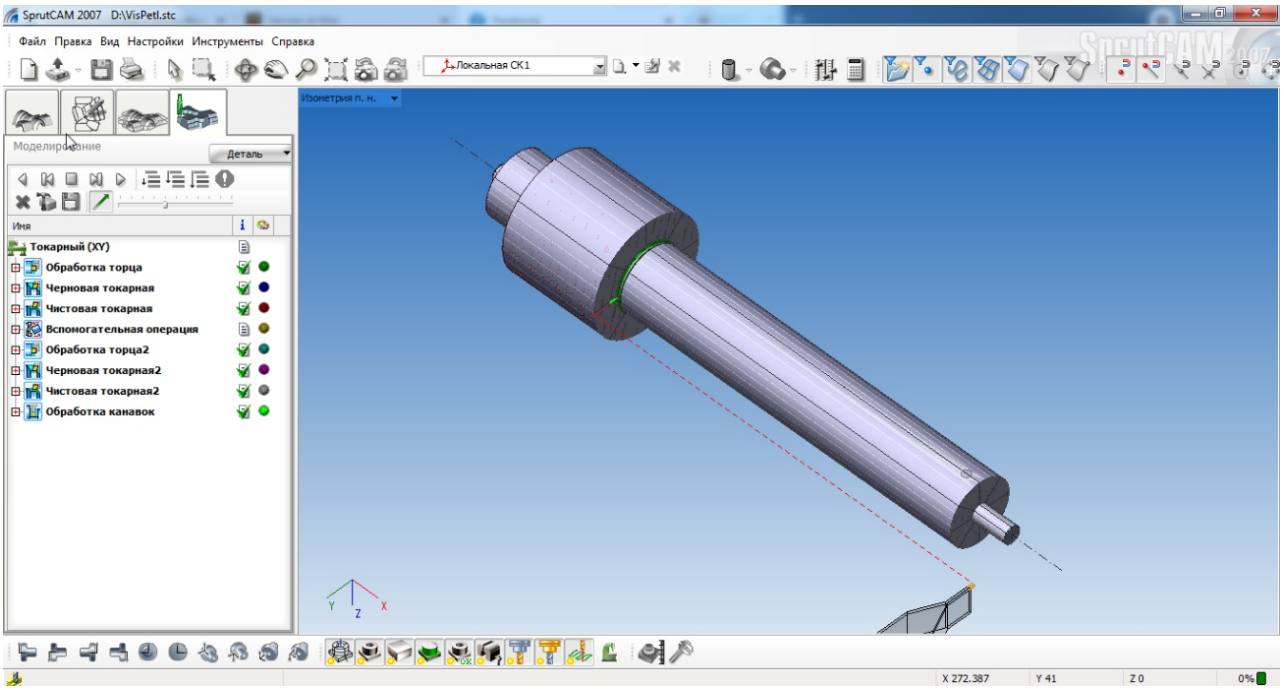


Рисунок 4.17 –Моделювання операції точіння канавки

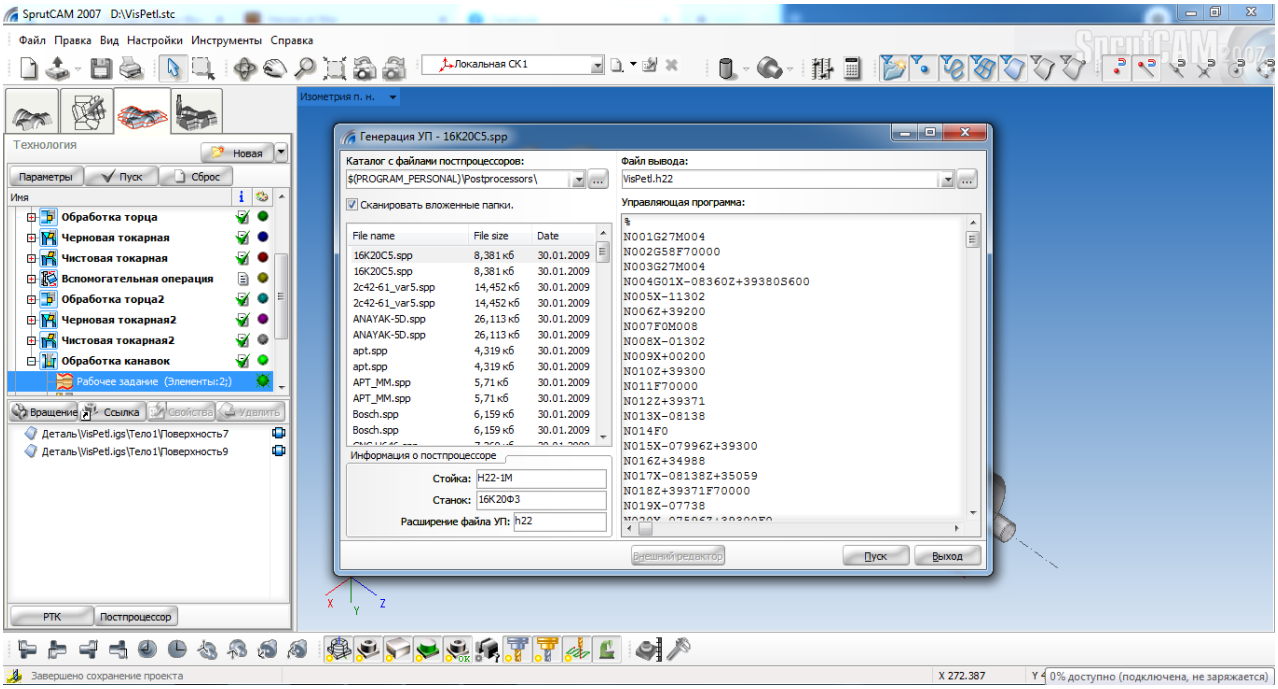


Рисунок 4.18 – Генерування керуючої програми

З використанням CAM-системи СПРУТ-CAM було виконано розрахунки траєкторій руху інструментів при обробці на верстаті з ЧПК та створено керуючу програму обробки.

Керуюча програма для обробки на верстаті з ЧПК

%
N001G27M004
N002G58F70000
N003G27M004
N004G01X-08360Z+39380S600
N005X-11302
N006Z+39200
N007F0M008
N008X-01302
N009X+00200
N010Z+39300

N011F70000

N012Z+39371

N013X-08138

N014F0

N015X-07996Z+39300

N016Z+34988

N017X-08138Z+35059

N018Z+39371F70000

N019X-07738

N020X-07596Z+39300F0

N021Z+35000

N022X-07738Z+35071

N023Z+39371F70000

N024X-07338

N025X-07196Z+39300F0

N026Z+35000

N027X-07338Z+35071

N028Z+39371F70000

N029X-06938

N030X-06796Z+39300F0

N031Z+35000

N032X-06938Z+35071

N033Z+39371F70000

N034X-06538

N035X-06396Z+39300F0

N036Z+35000

N037X-06538Z+35071

N038Z+39371F70000

N039X-06138

N040X-05996Z+39300F0

N041Z+35000

N042X-06138Z+35071

N043Z+39371F70000

N044X-05738

N045X-05596Z+39300F0

N046Z+35000

N047X-05738Z+35071

N048Z+39371F70000

N049X-05338

N050X-05196Z+39300F0

N051Z+35000

N052X-05338Z+35071

N053Z+39371F70000

N054X-04938

N055X-04796Z+39300F0

N056Z+35000

N057X-04938Z+35071

N058Z+39371F70000

N059X-04538

N060X-04396Z+39300F0

N061Z+38000

N062X-04538Z+38071

N063Z+39371F70000

N064X-04138

N065X-03996Z+39300F0

N066Z+38000

N067X-04138Z+38071

N068Z+39371F70000

N069X-03738

N070X-03596Z+39300F0

N071Z+38000

N072X-03738Z+38071

N073Z+39371F70000

N074X-03338

N075X-03196Z+39300F0

N076Z+38000

N077X-03338Z+38071

N078Z+39371F70000

N079X-02938

N080X-02796Z+39300F0

N081Z+38000

N082X-02938Z+38071

N083Z+39371F70000

N084X-02538

N085X-02396Z+39300F0

N086Z+38000

N087X-02538Z+38071

N088Z+39371F70000

N089X-02138

N090X-01996Z+39300F0

N091Z+38000

N092X-02138Z+38071

N093Z+39371F70000

N094X-01738

N095X-01596Z+39300F0

N096Z+38000

N097X-01738Z+38071

N098Z+39371F70000

N099X-01338

N100X-01197Z+39300F0

N101Z+39138

N102X-01338Z+39208

N103F70000

N104Z+39297

N105X-01232

N106F0

N107X-01091Z+39226

N108X-01194Z+39140

N109G03X-01200Z+39130I+00034K+00010

N110G01Z+38000

N111X-04460

N112G03X-04500Z+37980K+00020

N113G01Z+35022

N114G02X-04610Z+35000I-00110K-00058

N115G01X-07960

N116G03X-08000Z+34980K+00020

N117G01Z+27897

N118X-08141Z+27968

N119F70000

N120Z+35078

N121X-05804

N122X-05604

N123X-04604F0

N124X-04458

N125X-04604

N126X-05804F70000

N127X-05604

N128Z+35000

N129X-04604F0

N130G03X-04452Z+35067I-00006K-00080

N131G01X-05604F70000

N132Z+35079

N133X-04604F0

N134X-04458

N135G02X-04452Z+35067I-00152K+00025

N136G01X-05804F70000

N137X-08400

N138G27S000M004

N139X-08360Z-39020S600

N140X-11299

N141Z-39200

N142F0M008

N143X-01299

N144X+00200

N145X+00058Z-39129

N146F70000

N147Z-39029

N148X-08138

N149F0

N150X-07996Z-39100

N151Z-67202

N152X-08138Z-67131

N153Z-39029F70000

N154X-07738

N155X-07596Z-39100F0

N156Z-67200

N157X-07738Z-67129

N158Z-39029F70000

N159X-07338

N160X-07196Z-39100F0

N161Z-67200

N162X-07338Z-67129

N163Z-39029F70000

N164X-06938

N165X-06796Z-39100F0

N166Z-67200

N167X-06938Z-67129

N168Z-39029F70000

N169X-06538

N170X-06396Z-39100F0

N171Z-67200

N172X-06538Z-67129

N173Z-39029F70000

N174X-06138

N175X-05996Z-39100F0

N176Z-67200

N177X-06138Z-67129

N178Z-39029F70000

N179X-05738

N180X-05596Z-39100F0

N181Z-67200

N182X-05738Z-67129

N183Z-39029F70000

N184X-05338

N185X-05196Z-39100F0

N186Z-67200

N187X-05338Z-67129

N188Z-39029F70000

N189X-04938

N190X-04796Z-39100F0

N191Z-67200

N192X-04938Z-67129

N193Z-39029F70000

N194X-04538

N195X-04396Z-39100F0

N196Z-41700

N197X-04538Z-41629

N198Z-39029F70000

N199X-04138

N200X-03996Z-39100F0

N201Z-41700

N202X-04138Z-41629

N203Z-39029F70000

N204X-03738

N205X-03596Z-39100F0

N206Z-41700

N207X-03738Z-41629

N208Z-39029F70000

N209X-03338

N210X-03196Z-39100F0

N211Z-41700

N212X-03338Z-41629

N213Z-39029F70000

N214X-02938

N215X-02796Z-39100F0

N216Z-41700

N217X-02938Z-41629

N218Z-39029F70000

N219X-02538

N220X-02396Z-39100F0

N221Z-41700

N222X-02538Z-41629

N223Z-39029F70000

N224X-02138

N225X-01996Z-39100F0

N226Z-41700

N227X-02138Z-41629

N228Z-39029F70000

N229X-01738

N230X-01596Z-39100F0

N231Z-41700

N232X-01738Z-41629

N233Z-39029F70000

N234X-01339

N235X-01198Z-39100F0

N236Z-39263

N237X-01339Z-39193

N238F70000

N239Z-39103

N240X-01234

N241F0

N242X-01093Z-39174

N243X-01194Z-39260

N244G03X-01200Z-39270I+00034K+00010

N245G01Z-41700

N246X-04460

N247G03X-04500Z-41720K+00020

N248G01Z-67178

N249G02X-04610Z-67200I-00110K-00058

N250G01X-07960

N251G03X-07980Z-67203K+00020

N252G01X-08153Z-67254

N253X-08294Z-67183

N254F70000

N255Z-67200

N256X-05803

N257X-05603

N258X-04603F0

N259X-04598

N260X-04603

N261X-05603F70000

N262Z-67198

N263X-04603F0

N264X-04574

N265X-04603

N266X-05603F70000

N267Z-67195

N268X-04603F0

N269X-04553

N270X-04603

N271X-05603F70000

N272Z-67191

N273X-04603F0

N274X-04538

N275X-04603

N276X-05603F70000

N277Z-67185

N278X-04603F0

N279X-04516

N280X-04603

N281X-05603F70000

N282Z-67180

N283X-04603F0

N284X-04504

N285X-04603

N286X-05603F70000

N287Z-67133

N288X-04603F0

N289X-04452

N290X-04603

N291X-05803F70000

N292X-05604

N293Z-67200

N294X-04604F0

N295X-04603

N296G03X-04452Z-67133I-00007K-00080

N297G01X-05604F70000

N298Z-67124

N299X-04604F0

N300X-04457

N301G02X-04452Z-67133I-00153K+00023

N302G01X-05804F70000

N303X-08200

N304S000G25X+999999

N305G25Z+999999

N306M002

Висновки

У бакалаврській роботі розроблено технологічний процес виготовлення деталі «Вісь 51.00.002» для великосерійного типу виробництва.

Робота містить пояснювальну записку з додатками та графічну частину.

У першому розділі пояснювальної записки проведено аналіз призначення та технічних вимог до деталі.

У другому розділі описано спосіб отримання заготовки, проаналізовано базовий техпроцес, на основі якого запропоновано альтернативний проектний варіант виготовлення вісі. Наведено необхідні розрахунки для впровадження запропонованого технологічного процесу обробки деталі.

У третьому розділі описано верстатний пристрій для закріплення деталі при токарній та шліфувальній обробці. Це трикулачковий самоцентруючий патрон з пневматичним затиском. За допомогою цього пристрою, а також центрів ми обробляємо всі поверхні деталі. Деталь закріплюється в патроні за допомогою кулачків, які приводяться в дію енергією стиснутого повітря. Проведено необхідні силові розрахунки для пристрою.

В четвертому розділі описано послідовність автоматизованих розрахунків траєкторії руху інструмента при обробці поверхонь деталі на верстаті з ЧПК, виконано візуальне моделювання обробки і створено керуючу програму для верстату з ЧПК.

Розроблена технологія обробки вісі може бути використана на виробництві.

Перелік використаних джерел

1. Афонькин М.Г, Магницкая М.В. Производство заготовок в машиностроении. – Л.: Машиностроение, 1987. – 656 с.

2. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Минск: В.школа, 1983. – 256 с.

3. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник. – М.: Машиностроение. 1979, – 393 с.

4. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / Под редакцией А.А. Панова. – М.: Машиностроение, 1988. – 736 с.

5. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ. М.: Экономика, 1990. - 480 с.

6. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. Изд. 2, уточненное и дополненное. М.: Машиностроение, 1990.

7. Справочник технолога-машиностроителя. Т.2. Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К. Мещерякова. - М: Машиностроение‖, 1972.

8. Руденко П. О. Проектування технологічних процесів в машинобудуванні: навч. посібник. – К.: Вища школа, 1993. – 414 с.

9. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах. Т.1 / Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.А. Мещерякова. – М. : Машиностроение, 1985. – 656 с.

10. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах. Т. 2 / Под редакцией А. Г. Косиловой и Р. А. Мещерякова. – М. : Машиностроение, 1985. –736 с.

11. Методичні вказівки для курсового проекту з курсу „Технологічні основи машинобудування‖ для студентів напряму підготовки 0902 - інженерна механіка. Палійчук І.І. / Івано-Франківськ, 2001. - 36с.

12. Панчук В.Г., Карпик Р.Т., Врюкало В.В., Одосій З.М. Бакалаврська робота: методичні вказівки. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2021. 50 с.

Додатки

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Примітка
				Документація		
A1			*БР.ПМК-51.00.002.07.СК*	*Складальне креслення*		
				Деталі		
		1	*БР.ПМК-51.00.002.07.001*	*Корпус*	*1*	
		2	*БР.ПМК-51.00.002.07.002*	*Пластина*	*4*	
		3	*БР.ПМК-51.00.002.070.003*	*Гвинт*	*1*	
		4	*БР.ПМК-51.00.002.07.004*	*Конус*	*1*	
		5	*БР.ПМК-51.00.002.07.005*	*Поршень*	*1*	
		6	*БР.ПМК-51.00.002.07.006*	*Важіль*	*3*	
		7	*БР.ПМК-51.00.002.07.007*	*Втулка*	*3*	
		8	*БР.ПМК-51.00.002.07.008*	*Центр*	*1*	
		9	*БР.ПМК-51.00.002.07.009*	*Вісь*	*3*	
		10	*БР.ПМК-51.00.002.07.010*	*Кулачок*	*1*	
		11	*БР.ПМК-51.00.002.07.011*	*Вісь*	*3*	
				Стандартні вироби		
		12		*Болт М10х20.6g-66*	*3*	
				ГОСТ 1491-80		
		13		*Болт М14х90.6g-66*	*3*	
				ГОСТ 1491-80		
		14		*Болт М12х40.6g-66*	*6*	
				ГОСТ 1491-80		

Зм.	Арк	№докум	Підпис	Дата	*БР.ПМК-51.00.002.07 СП*		
Розробив		*Петльовий І.*			*Патрон трьохкулачковий повідковий самозатискний*	Літ.	Арк / Аркушів
Перевір.		*Врюкало В.В.*				*н*	
Н.контр.		*Врюкало В.В*				*ІФНТУНГ ПМ-17-1*	
Затв.		*Панчук В.Г.*					

Дубл.											
Взамін.											
Підпис						Зм	Ар	№ док.	Підпис	Дата	

	ІФНТУНГ	***ПМК – 51.00.002***		
	Вісь			

КОМПЛЕКТ технологічної документації

Технологічний процес механічної обробки деталі:
Вісь ПМК – 51.00.002

Розробив: ст. гр. ПМ-17-1
Петльовий І.О.
Перевірив: доц. Врюкало В.В.

ТП	

Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

						Зм	Ар	№док.	Підпис	Дата

Розробив	Петльовий І.О.			**І Ф Н Т У Н Г**	**51.00.002**	**76018**
Перевірив	Врюкало В.В.					
Н. контр.				Вісь	**Н**	

М01											
	Код		ОВ	МД	ОМ	Н.роз	КВМ	код.загот	Профіль і розміри	КД	МЗ
М02			кг	6.32				прокат	Круг 320х210	1	15.65

А	Цех	Уч	Рм	Опер	Код найменування операції	Позначення документу										
Б	Код найменування обладнання					См	Проф.	Р	Уп	Кр	Ковд	Он	Оп	Кшт,	Тп.з	Т.шт.к
Р						ПИ	D або В		L		t	і	S		n	v
А01																
Б02																
03				010	Токарна з ЧПК											
А04					Верстат мод. 16К20ФЗ											
Б05						2	18217		1	1	1	1	590	1		
06				015	Токарна з ЧПК											
А07					Верстат мод. 16К20ФЗ											
Б08						2	18217		1	1	1	1	590	1	18	30,99
09				020	Токарна з ЧПК											
А10					Верстат мод. 16К20ФЗ											
Б11						2	18217		1	1	1	1	590	1		
12				025	Токарна з ЧПК											
А13					Верстат мод. 16К20ФЗ											
Б14						2	18217		1	1	1	1	590	1		
15				030	Токарна з ЧПК											
А16					Верстат мод. 16К20ФЗ											
Б17						2	18217							590		

МК	

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Зм	Ар	№док.	Підпис	Дата			

Сталь 45 ГОСТ 1050-88				2	2
Розробив	Петльовий І.О.			І Ф Н Т У Н Г	51.00.002	76018
Перевірив	Врюкало В.В.					
Н. контр.				Вісь	н	

А	Цех	Уч	Рм	Опер	Код найменування операції	Позначення документу											
Б	Код найменування операції					См	Проф.	Р	Уп	Кр	Ковд	Он	Оп	Кшт	Тп.з	Тшт	
Р						ПИ	D або B		L		t	l	S		n	V	
01																	
02																	
03				035	Токарна з ЧПК												
04					Верстат мод. 16К20Ф3												
05						2	18217		1	1	1	1	590	1	18	16,65	
06				040	Токарна з ЧПК												
07					Верстат мод. 16К20Ф3												
08						2	18217		1	1	1	1	590	1			
09				045	Токарна з ЧПК												
10					Верстат мод. 16К20Ф3												
11						2	18217		1	1	1	1	590	1			
12				050	Токарна з ЧПК												
13					Верстат мод. 16К20Ф3												
14						2	18217		1	1	1	1	590	1			
15				055	Токарна з ЧПК												
16					Верстат мод. 16К20Ф3												
17									1	1	1	1	590	1			
18				060	Сверлильна з ЧПК												
19					Верстат мод. 2Д132МФ2												
20																	
21				065	Термообробка								590				
МК																	

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

Зм	Ар	№док.	Підпис	Дата

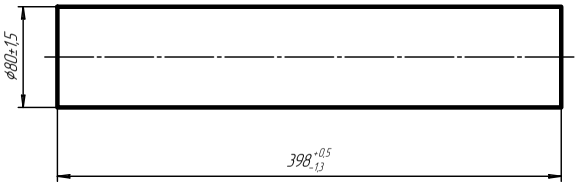
Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Сталь 45 ГОСТ 1050-88	2	2

Розробив	Петльовий І.О.	І Ф Н Т У Н Г	51.00.002	76018
Перевірив	Врюкало В.В.			
		Вісь	н	
Н. контр.				

А	Цех	Уч	Рм	Опер	Код найменування операції	Позначення документу										
Б	Код найменування операції					См	Проф.	Р	Уп	Кр	Ковд	Он	Оп	Кшт	Тп.з	Тшт
Р						ПИ	D або B		L		t	I	S		n	V
01																
02				070	Шліфувальна											
03					Верстат мод. 3У10В											
04									1	1	1	1	590	1		
05				075	Шліфувальна											
06					Верстат мод. 3У10В											
07									1	1	1	1	590	1		
08																
09																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
МК																

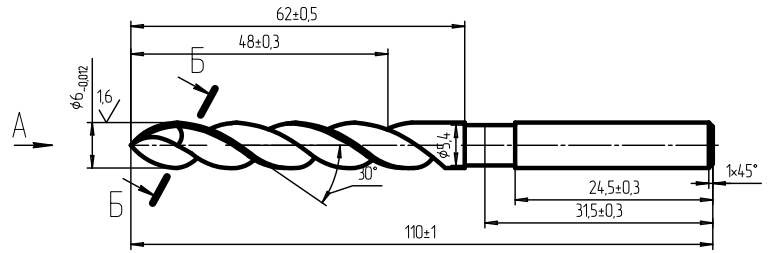
БР.ПМК-51.00.002.01

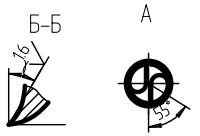


Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БР.ПМК-51.00.002.01
Разраб.		Петльовий І.О.			Заготовка
Пров.		Врюкало В.В.			
Т.контр.		Врюкало В.В.			
Н.контр.		Врюкало В.В.			Круг 80-В ГОСТ 2590-88 / 40Х ГОСТ 4543-81
Утв.		Панчик В.Г.			

Лит. | Масса | Масштаб 2:1
Лист | Листов 1
ІФНТУНГ ПМ-17-1
Копировал | Формат А3

БР.ПМК-51.00.002.03



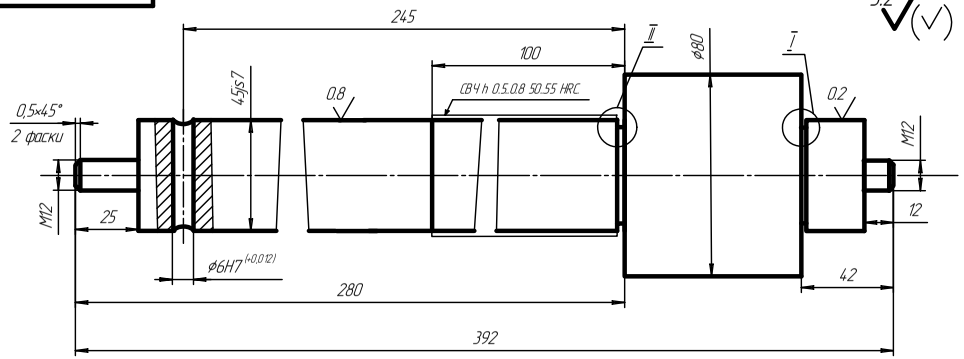


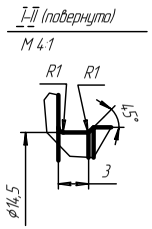
1.Матеріал ріжучої частини-Р6М5 ГОСТ 19265-73, хвостовика-сталь 45 ГОСТ 1050-74.
2.Твердість ріжучої частини НРСэ 62...65, хвостовика-НРСэ 30...45.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БР.ПМК-51.00.002.03
Разраб.		Петльовий І.О.			Свердло спіральне
Пров.		Врюкало В.В.			
Т.контр.		Врюкало В.В.			
Н.контр.		Врюкало В.В.			
Утв.		Панчик В.Г.			

Лит. Н | Масса | Масштаб 1:1
Лист | Листов 1
ІФНТУНГ ПМ-17-1
Копировал | Формат А3

БР.ПМК-51.00.002.02



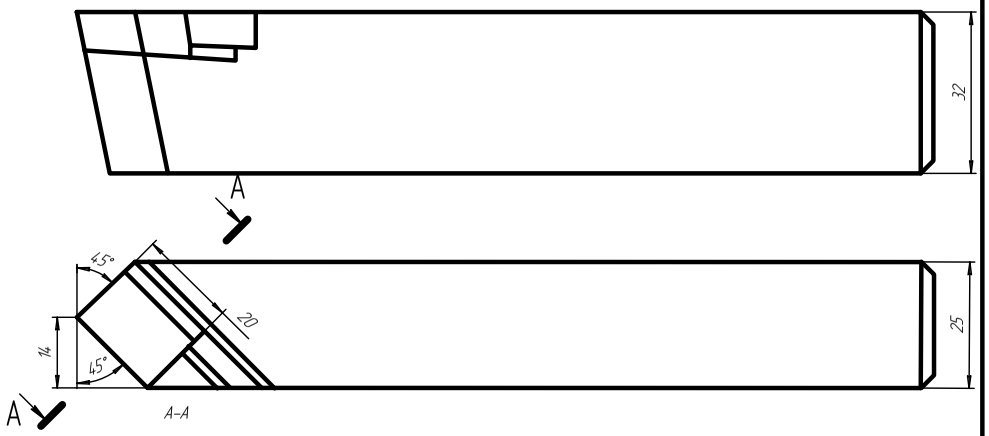


1. Гострі кромки притупити
2. Невказані граничні відхилення розмірів: діаметрів по H14 h14 решту ±IT14/2

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БР.ПМК-51.00.002.02
Разраб.		Петльовий І.О.			Вісь
Пров.		Врюкало В.В.			
Т.контр.		Врюкало В.В.			
Н.контр.		Врюкало В.В.			Сталь 40Х ГОСТ4543-81
Утв.		Панчик В.Г.			

Лит. Н | Масса | Масштаб 1:1
Лист | Листов 1
ІФНТУНГ ПМ-17-1
Копировал | Формат А3

БР.ПМК-51.00.002.04



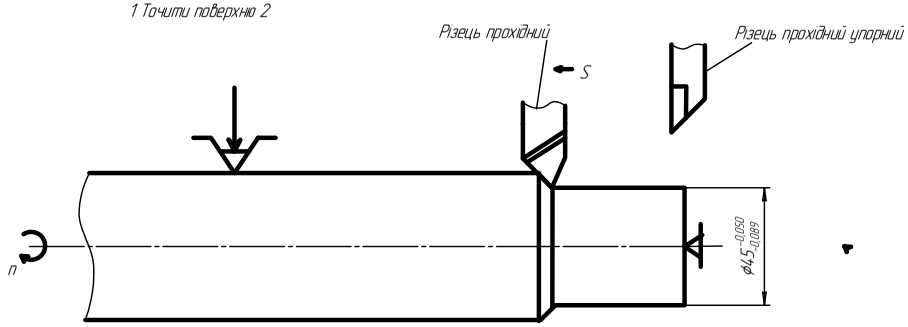
1. Основні розміри різця по ГОСТ 18878-73
2. Матеріал пластини – твердий сплав Т5К10

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БР.ПМК-51.00.002.04
Разраб.		Петльовий І.О.			Різець прохідний прямий Т5К10
Пров.		Врюкало В.В.			
Т.контр.		Врюкало В.В.			
Н.контр.		Врюкало В.В.			
Утв.		Панчик В.Г.			

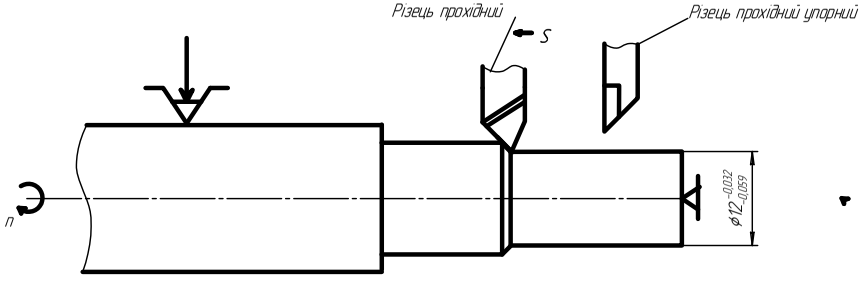
Лит. Н | Масса | Масштаб 2:1
Лист | Листов 1
ІФНТУНГ ПМ-17-1
Копировал | Формат А3

БР.ПМК-51.00.002.05

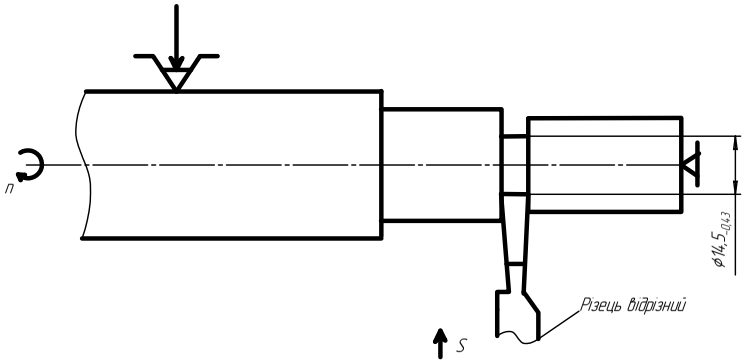
1 Точити поверхню 2



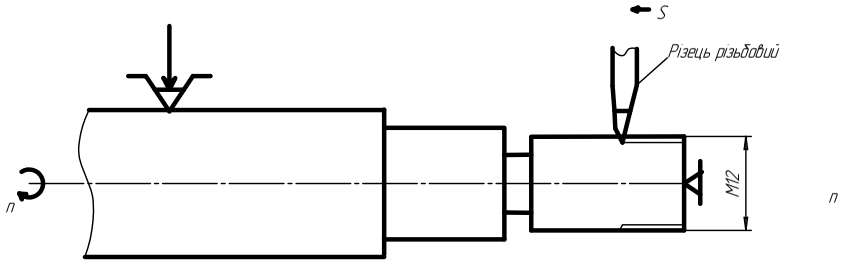
2 Точити поверхню 5



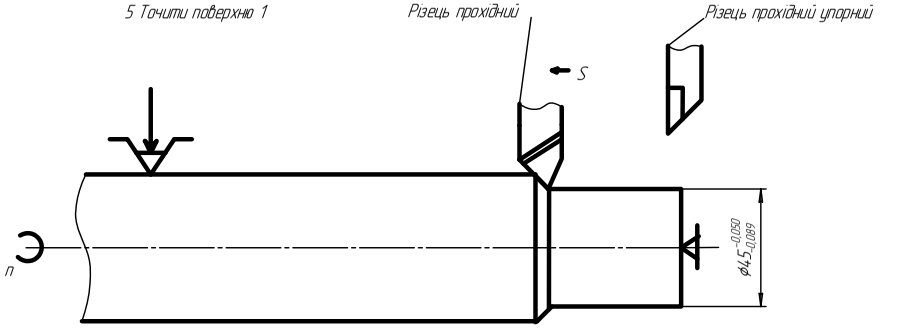
3 Точити шийку



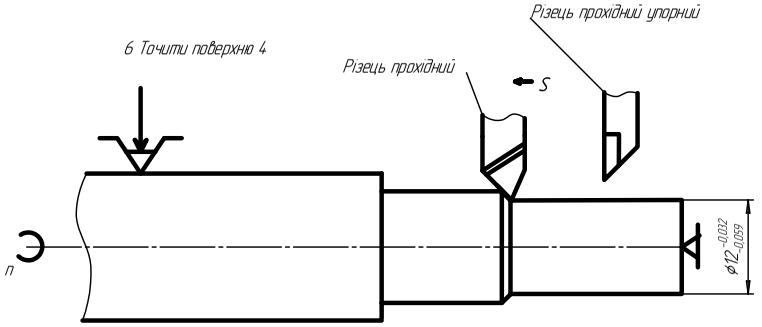
4 Точити різьбу на поверхні 5



5 Точити поверхню 1



6 Точити поверхню 4



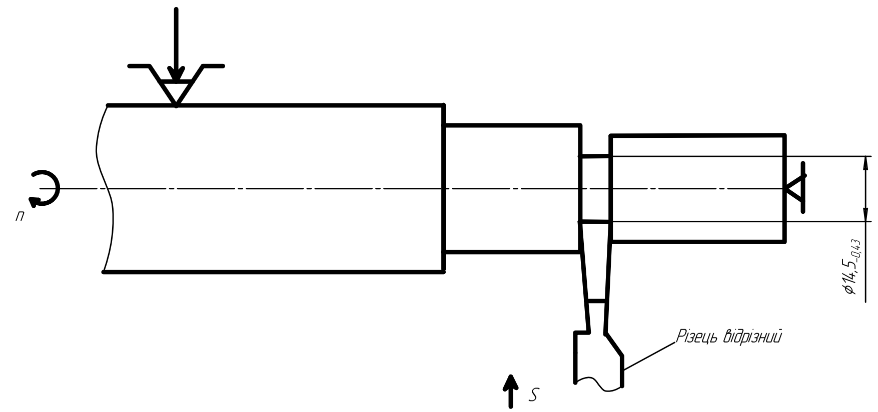
10 Шліфувати поверхню 1

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата	БР.ПМК–51.00.002.05		
Розроб.	Капельдич Ш.				Карта наладки	Літ.	Маса	Масштаб
Пров.	Довкола В.Б.					Н		–
Т.контр.	Довкола В.Б.					Аркуш	Аркушів 1	
Н.контр.	Довкола В.Б.					ІФНТУНГ ПМ–17–1		
Затв.	Ковальчук В.І.							

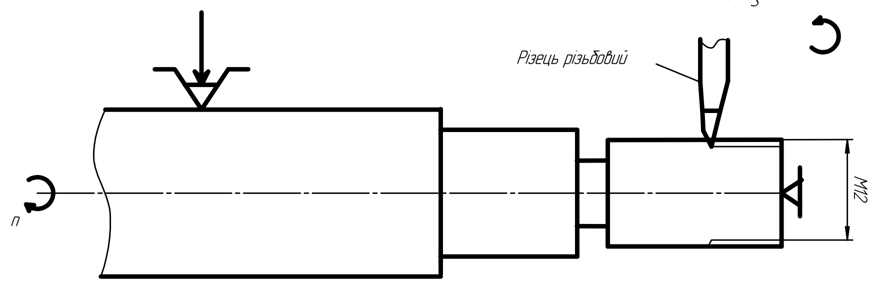
Копіювали Формат А1

БР.ПМК-51.00.002.06

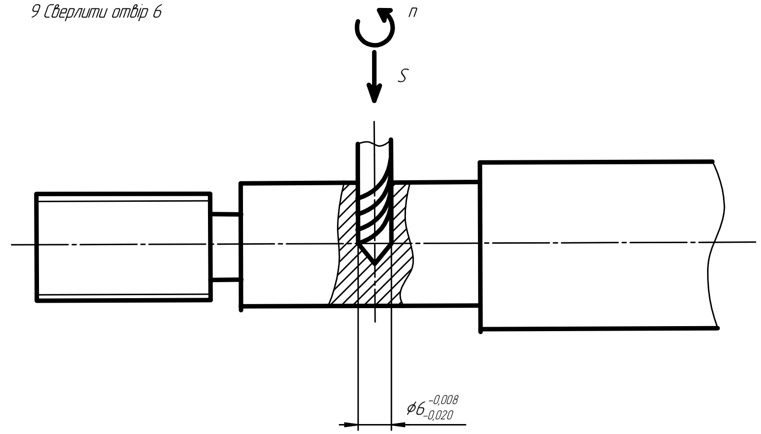
7 Точити шийку



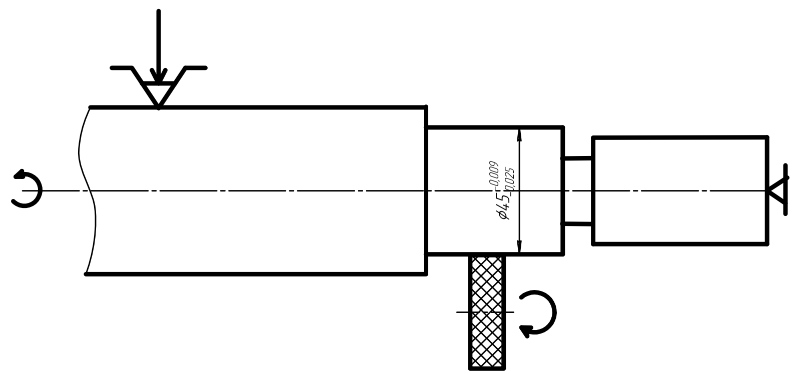
8 Точити різьбу на поверхні 4



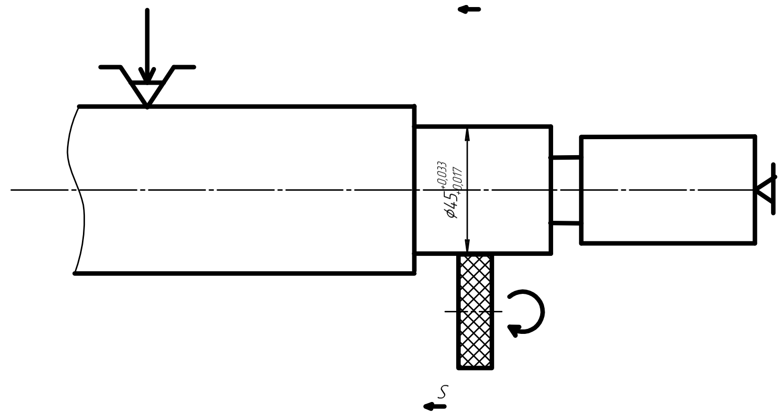
9 Свердлити отвір 6



10 Шліфувати поверхню 1



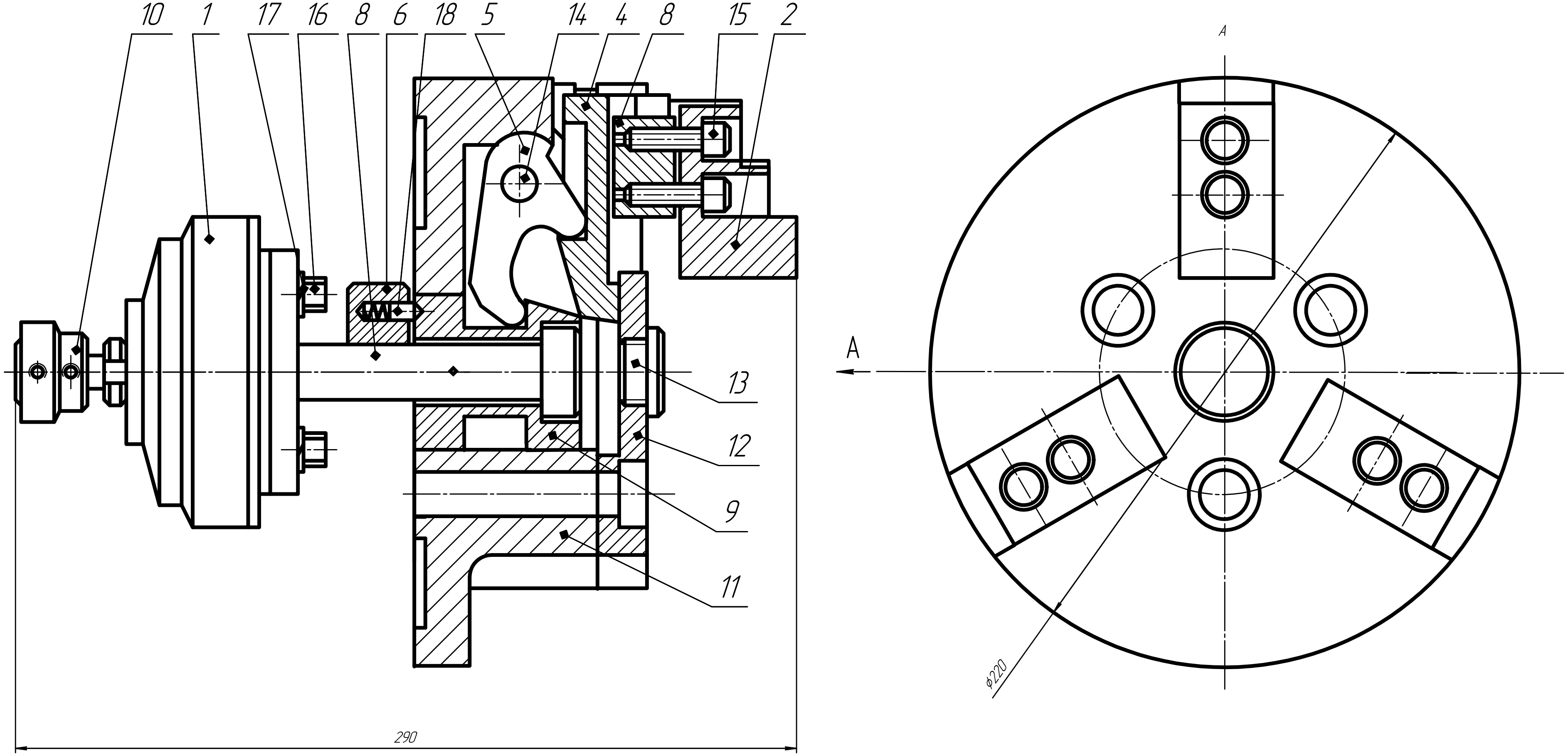
11 Шліфувати поверхню 1



		БР.ПМК-51.00.002.06	
Зм. Лист № докум. Підп. Дата		Карта наладки	Літ. Н / Маса / Масштаб –
Розроб.	Петльович Ш.		
Пров.	Врюкало В.В.		Лист / Листів 1
Т.контр.	Врюкало В.В.		
Н.контр.	Врюкало В.В.		ІФНТУНГ ПМ-17-1
Утв.	Панчук В.Г.		

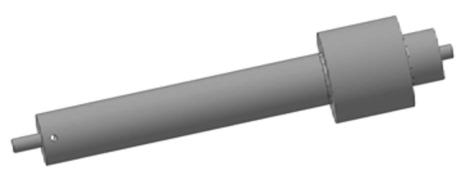
Копіював Формат А1

Перв. примен. | Справ. № | Підп. і дата | Інв. № дубл. | Взам. інв. № | Підп. і дата | Інв. № підп.

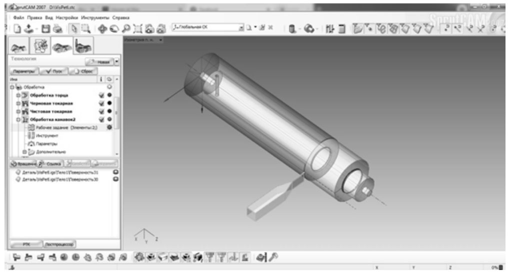


Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	БР.ПМК-51.00.02.007 СК
Розроб.	Петльовий Ц.				Патрон трьохкулачковий повідковий самозатискний
Пров.	Врюкало В.В.				Літ. / Маса / Масштаб: 1:1
Т.контр.	Врюкало В.В.				Лист / Листів 1
Н.контр.	Врюкало В.В.				ІФНТУНГ ПМ-17-1
Затв.	Панчук В.Г.				

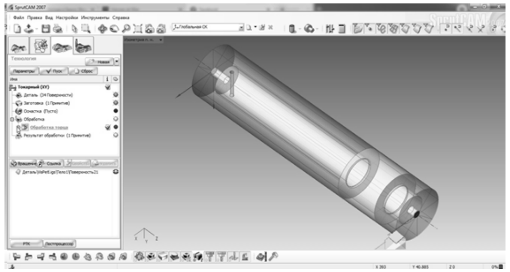
Копіював Формат А1



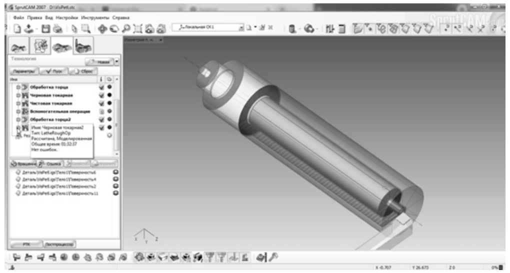
Тривимірна модель деталі



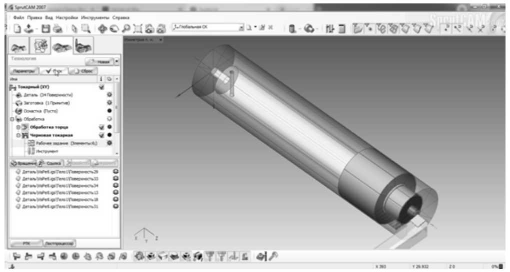
Проектування операції точіння канавки



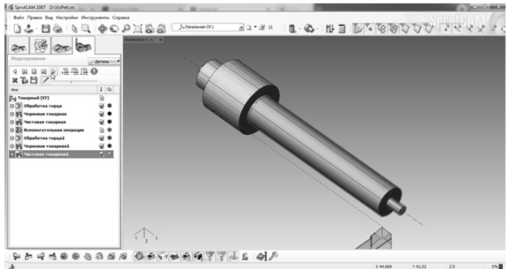
Проектування операції обробки торця



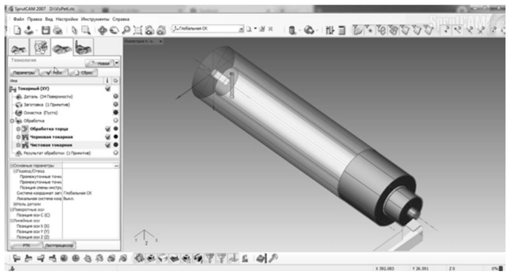
Проектування операції чорнового точіння



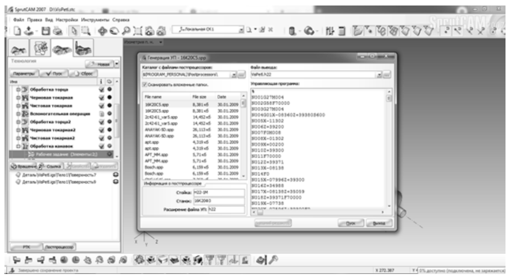
Проектування операції чорнового точіння



Моделювання операції чистового точіння



Проектування операції чистового точіння



Генерування керуючої програми

```
%
N001G27M004
N002G58F70000
N003G27M004
N004G01X-08360Z+39380S(
N005X-11302
N006Z+39200
N007F0M008
N008X-01302
N009X+00200
N010Z+39300
N011F70000
N012Z+39371
N013X-08138
N014F0
N015X-07996Z+39300
N016Z+34988
N017X-08138Z+35059
N018Z+39371F70000
N019X-07738
N020X-07596Z+39300F0
N021Z+35000
N022X-07738Z+35071
N023Z+39371F70000
N024X-07338
N025X-07196Z+39300F0
N026Z+35000
N027X-07338Z+35071
N028Z+39371F70000
N029X-06938
N030X-06796Z+39300F0
N031Z+35000
N032X-06938Z+35071
N033Z+39371F70000
N034X-06538
N035X-06396Z+39300F0
N036Z+35000
N037X-06538Z+35071
N038Z+39371F70000
N039X-06138
N040X-05996Z+39300F0
N041Z+35000
N042X-06138Z+35071
N043Z+39371F70000
N044X-05738
N045X-05596Z+39300F0
N046Z+35000
N047X-05738Z+35071
N048Z+39371F70000
N049X-05338
N050X-05196Z+39300F0
N051Z+35000
N052X-05338Z+35071
N053Z+39371F70000
N054X-04938
N055X-04796Z+39300F0
N056Z+35000
N057X-04938Z+35071
N058Z+39371F70000
N059X-04538
N060X-04396Z+39300F0
N061Z+38000
N062X-04538Z+38071
N063Z+39371F70000
N064X-04138
N065X-03996Z+39300F0
N066Z+38000
N067X-04138Z+38071
N068Z+39371F70000
N069X-03738
N070X-03596Z+39300F0
N071Z+38000
N072X-03738Z+38071
N073Z+39371F70000
N074X-03338
N075X-03196Z+39300F0
N076Z+38000
N077X-03338Z+38071
N078Z+39371F70000
N079X-02938
N080X-02796Z+39300F0
N081Z+38000
N082X-02938Z+38071
N083Z+39371F70000
N084X-02538
N085X-02396Z+39300F0
N086Z+38000
N087X-02538Z+38071
N088Z+39371F70000
N089X-02138
N090X-01996Z+39300F0
N091Z+38000
N092X-02138Z+38071
N093Z+39371F70000
N094X-01738
N095X-01596Z+39300F0
N096Z+38000
N097X-01738Z+38071
N098Z+39371F70000
N099X-01338
N100X-01197Z+39300F0
N101Z+39138
N102X-01338Z+39208
N103F70000
N104Z+39297
N105X-01232
N106F0
N107X-01091Z+39226
N108X-01194Z+39140
N109G03X-01200Z+39130I+00034K+00
N110G01Z+38000
N111X-04460
N112G03X-04500Z+37980K+00020
N113G01Z+35022
N114G02X-04610Z+35000I-00110K-000
N115G01X-07960
N116G03X-08000Z+34980K+00020
N117G01Z+27897
N118X-08141Z+27968
N119F70000
N120Z+35078
N121X-05804
N122X-05604
N123X-04604F0
N124X-04458
N125X-04604
N126X-05804F70000
N127X-05604
N128Z+35000
N129X-04604F0
N130G03X-04452Z+35067I-00006K-000
N131G01X-05604F70000
N132Z+35079
N133X-04604F0
N134X-04458
N135G02X-04452Z+35067I-00152K+000
N136G01X-05804F70000
N137X-08400
N138G27S000M004
N139X-08360Z-39020S600
N140X-11299
N141Z-39200
N142F0M008
N143X-01299
N144X+00200
N145X+00058Z-39129
N146F70000
N147Z-39029
N148X-08138
N149F0
N150X-07996Z-39100
N151Z-67202
N152X-08138Z-67131
N153Z-39029F70000
N154X-07738
N155X-07596Z-39100F0
N156Z-67200
N157X-07738Z-67129
N158Z-39029F70000
N159X-07338
N160X-07196Z-39100F0
N161Z-67200
N162X-07338Z-67129
N163Z-39029F70000
N164X-06938
N165X-06796Z-39100F0
N166Z-67200
N167X-06938Z-67129
N168Z-39029F70000
N169X-06538
N170X-06396Z-39100F0
N171Z-67200
N172X-06538Z-67129
N173Z-39029F70000
N174X-06138
N175X-05996Z-39100F0
N176Z-67200
N177X-06138Z-67129
N178Z-39029F70000
N179X-05738
N180X-05596Z-39100F0
N181Z-67200
N182X-05738Z-67129
N183Z-39029F70000
N184X-05338
N185X-05196Z-39100F0
N186Z-67200
N187X-05338Z-67129
N188Z-39029F70000
N189X-04938
N190X-04796Z-39100F0
N191Z-67200
N192X-04938Z-67129
N193Z-39029F70000
N194X-04538
N195X-04396Z-39100F0
N196Z-41700
N197X-04538Z-41629
N198Z-39029F70000
N199X-04138
N200X-03996Z-39100F0
N201Z-41700
N202X-04138Z-41629
N203Z-39029F70000
N204X-03738
N205X-03596Z-39100F0
N206Z-41700
N207X-03738Z-41629
N208Z-39029F70000
N209X-03338
N210X-03196Z-39100F0
N211Z-41700
N212X-03338Z-41629
N213Z-39029F70000
N214X-02938
N215X-02796Z-39100F0
N216Z-41700
N217X-02938Z-41629
N218Z-39029F70000
N219X-02538
N220X-02396Z-39100F0
N221Z-41700
N222X-02538Z-41629
N223Z-39029F70000
N224X-02138
N225X-01996Z-39100F0
N226Z-41700
N227X-02138Z-41629
N228Z-39029F70000
N229X-01738
N230X-01596Z-39100F0
N231Z-41700
N232X-01738Z-41629
N233Z-39029F70000
N234X-01339
N235X-01198Z-39100F0
N236Z-39263
N237X-01339Z-39193
N238F70000
```

БР.ПМК-51.00.02.008						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК	Лит. / Масса / Масштаб: 1:1
Розроб.		Петльований І.				Лист / Листов 1
Пров.		Врюкало В.В.				ІФНТУНГ ПМ-17-1
Т.контр.		Врюкало В.В.				
Н.контр.		Врюкало В.В.				
Утв.		Панчук В.Г.				

Копировал | Формат А1

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.