

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Інститут інженерної механіки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Гнатів Марія Михайлівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 622.2
(індекс)

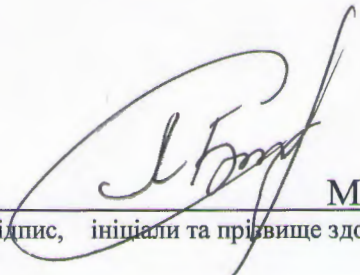
МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

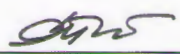
Тема: "Особливості проектування технологічного процесу механічної обробки деталі «Вал 06.09.198.009.» в умовах середньосерійного виробництва із застосування сучасного інструментального оснащення.
(назва роботи)

Комп'ютеризовані та роботизовані технології машинобудування
(назва освітньої програми)

131-Прикладна механіка

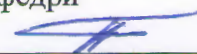
(шифр і назва спеціальності)


М.М.Гнатів
(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник : Пітулей Лоліта Дмитрівна, к.т.н., доцент 
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

професор 

(посада)

(підпис)

(дата)

Панчук В.Г.

(ініціали та прізвище)

Рецензент

доцент 

(посада)

(підпис)

(дата)

Врюкало В.В.

(ініціали та прізвище)

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

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут інженерної механіки
Кафедра комп'ютеризованого машинобудування
Освітній рівень магістр
Спеціальність 131-Прикладна механіка
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____



« _____ » _____ 20 _____ року

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

Гнатів Марія Михайлівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи : « Особливості проектування технологічного процесу механічної обробки деталі «Вал 06.09.198.009.» в умовах середньосерійного виробництва із застосування сучасного інструментального оснащення »

Керівник роботи Пітулей Лоліта Дмитрівна, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від « _____ » _____ 20 _____ року № _____

2. Строк подання студентом роботи 20 травня 2022 р.

3. Вихідні дані до роботи Креслення деталі, базовий техно-
логічний процес механічної обробки

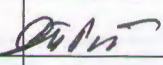
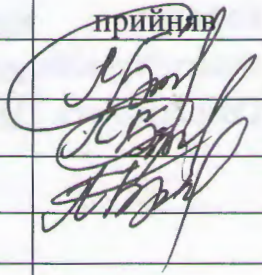
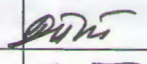
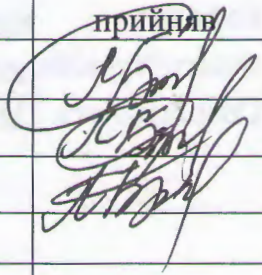
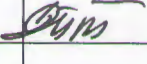
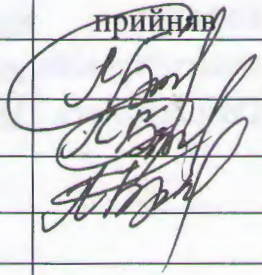
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____

1. Аналіз технологічності конструкції деталі та
базового технологічного процесу. 2. Впровадження
технологічного процесу мех. обробки деталі «Вал 06.09.198.009»
в умовах середньосерійного виробництва із застосуванням
сучасного інструментального оснащення та пристроїв
механічної обробки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Карта налаштування на токарну операцію з ГПК (Ж)
Аналіз технології обробки поверхні Ф100,451-9,12
Керуюча програма для токарного верстатку з ГПК
Складання креслення цангового патрону
Складання креслення різального пристрою
Контрольний пристрій
Вирисювання токарних відрізних і канавкових
різців

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Пітулей Лоліта Дмитрівна, к.т.н., доцент		
2	Пітулей Лоліта Дмитрівна, к.т.н., доцент		
3	Пітулей Лоліта Дмитрівна, к.т.н., доцент		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз технологічності конструкції деталі та форми отримуваних виробів		
2	Аналіз базового технологічного процесу		
3	Техніко-економічне обґрунтування		
4	Розробка та виконання мехобробки		
5	Розрахунок припусків на механічну обробку		
6	Розрахунок витрат в різанні і ушкодження моделей верстатів		
7	Аналіз шогності обробки поверхні		
8	Створення керуючої програми для токарного верстата з ЧПК		
9	Конструювання пристроїв механічної обробки		

Студент

(підпис)

Гнатів М.М..

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

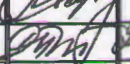
(підпис)

Пітулей Л.Д.

(прізвище та ініціали)

Зміст

Вступ.....	7
1. Технологічна частина.....	9
1.1 Аналіз, конструкція та призначення деталі.....	9
1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	11
1.3 Визначення річної програми та кількості деталей в партії..	14
Вибір форми організації виробництва.....	
1.4 Аналіз базового технологічного процесу і розробка маршрутної технології.....	16
1.4.1 Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки.....	16
1.4.2 Опис і аналіз базового технологічного процесу.....	19
1.5 Розробка операційної технології.....	40
1.5.1 Розрахунок припусків на механічну обробку і визначення технологічних розмірів.....	40
1.5.2 Розрахунок режимів різання і уточнення моделей верстатів	46
1.6. Аналіз точності обробки.....	53
1.6.1 Проектування керуючої програми для верстата з ЧПК для Вал 06.09.198.009.....	58
1.6.2 Технічне нормування.....	65
2. Конструкторська частина.....	67
2.1 Патрон цанговий. Початкові дані.....	67
2.1.1 Будова і принцип роботи пристрою.....	67
2.1.2 Розрахунок сил затиску заготовки, параметрів приводу та опор.....	68
2.2 Пристрій фрезерний.....	72
2.2.1 Початкові дані.....	72
2.2.2 Будова і принцип роботи пристрою.....	72

МР.ПМК1.5- ІПО-20.00.000ПЗ				
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Гнатів М.М.		
Перевір.		Пігулей Л.Д.		30.09.11
Реценз.				

Літ.	Арк.	Аркушів
	3	

Технологічний процес

2.2.3 Розрахунок сил затиску заготовки, параметрів приводу та опор.....	73
2.2.2 Будова і принцип роботи пристрою.....	
2.2.3 Розрахунок сил затиску заготовки, параметрів приводу та опор.....	73
2.2.4 Розрахунок слабкої ланки.....	75
2.2.5 Розрахунок на точність.....	75
2.2.6 Рівень стандартизації.....	76
2.3 Пристрій для контролю вала.....	77
2.3.1 Опис конструкції пристрою.....	77
2.3.2 Принцип роботи пристрою.....	77
3. Науково-дослідна частина.....	79
3.1 Визначення геометрії різців з БНП.....	79
3.1.1 Перехід із інструментальної у статичну систему координат.....	79
3.1.2 Визначення статичного кута λ_c	80
3.1.3 Визначення статичного заднього кута.....	82
3.1.4 Визначення статичного переднього кута.....	83
3.1.5 Конструкції карнавочних різців.....	85
Висновки.....	92
Список використаної літератури	93
Додатки.....	

Реферат

кваліфікаційної магістерської роботи “Особливості проектування технологічного процесу механічної обробки деталі “Вал 06.09.198.009” в умовах середньосерійного виробництва із застосування сучасного інструментального оснащення”.

Пояснювальна записка виконана на сторінках, включає рисунків, таблиць, додаток.

Графічна частина: аркушів

Питання підвищення точності, якості обробки та продуктивності завжди залишаються актуальними для машинобудування. Застосування верстатів із ЧПК і сучасного інструментального оснащення набуває все більшого поширення за останні роки, адже дозволяє застосовувати їх для оброблення складнопрофільних поверхонь деталей з високою точністю за одне установлення, отже дослідження являє собою актуальну наукову і практичну задачу.

Метою дослідження є технологічне забезпечення впровадженого технологічного процесу механічної обробки деталі “Вал 06.09.198.009” шляхом розроблення технологічного забезпечення для ЧПК операції із застосування сучасного інструментального оснащення”.

Об’єкт дослідження – технологічний процес механічної обробки деталі “Вал 06.09.198.009”

Методи дослідження. Робота виконана з використанням сучасних положень технології машинобудування та проектування прогресивних технологічних процесів із використанням верстатів із ЧПК, застосування сучасного інструментального оснащення зі змінними непереточувними пластинами, а також прогресивного технологічного оснащення. Для розробки керуючої програми була використана комп’ютерна САМ-система SprutCAM 2007. Для реалізації завдань графічної частини кваліфікаційної роботи використовувалось програмне середовище КОМПАС – 3D.

Наукова новизна: полягає у тому, що на основі досліджень напружено деформованого стану, модального та гармонічного аналізу визначено максимальні відхилення, що виникають при обробленні та доведено працездатність верстатних пристроїв.

Вал, верстат, граничне відхилення, внутрішній розмір, конфігурація, механічні властивості, технологічний процес, точність, шорсткість, операція, квалітет, режими різання, пристрій, інструмент.

Abstract

qualification master's thesis "Peculiarities of designing the technological process of machining of parts" Shaft 06.09.198.009 "in the conditions of medium-scale production with the use of modern tooling".

The explanatory note is made on the pages, includes figures, tables, appendix.

Graphic part: sheets

The issues of improving accuracy, workmanship and productivity always remain relevant for mechanical engineering. The use of CNC machines and modern tooling is becoming more common in recent years, as it allows them to be used for machining complex surfaces of parts with high precision in one installation, so the study is an urgent scientific and practical task.

The purpose of the study is the technological support of the implemented technological process of machining of parts "Shaft 06.09.198.009" by developing technological support for CNC operation on the use of modern tooling.

Object of research - technological process of machining of the part "Shaft 06.09.198.009"

Research methods. The work was performed using modern provisions of mechanical engineering technology and design of advanced technological processes using CNC machines, the use of modern tooling with replaceable non-permeable plates, as well as advanced technological equipment. The computer CAM system SprutCAM 2007 was used to develop the control program. The COMPASS - 3D software environment was used to implement the tasks of the graphic part of the qualification work.

Scientific novelty: is that on the basis of studies of the stress-strain state, modal and harmonic analysis, the maximum deviations that occur during processing are determined and the efficiency of machine tools is proved.

Shaft, machine, maximum deviation, internal size, configuration, mechanical properties, process, accuracy, roughness, operation, quality, cutting modes, device, tool.

Вступ

Технологія машинобудування – наука, що встановлює певні закономірності підвищення продуктивності і економічності технологічних процесів обробки заготовок і зборки деталей машин і механізмів. В машинобудуванні за основні напрямки вважається верстатобудування, інструментальна промисловість, с/г машинобудування, військово-промисловий комплекс, металургія та ракетобудування.

Основою народного господарства України є машинобудування. Саме в машинобудуванні в основному концентруються основні науково-технічні ідеї, створюються нові продукти праці, нові машини, які визначають прогрес в інших галузях народного господарства.

Перед машинобудівним комплексом поставлено завдання різко підвищити темпи та ефективність розвитку економіки на базі:

- Прискорення науково-технічного прогресу;
- Технічного переозброєння і реконструкції виробництва;
- Інтенсивного використання створеного виробничого потенціалу;
- Вдосконалення системи управління господарського механізму.

На ріст темпів технічного прогресу важливу роль відіграє напрямок електронізації і комплексна автоматизація виробництва. На сучасному етапі розвитку визначені конкретні завдання по розробці і освоєнню комп'ютерної техніки, технологічної спеціалізації і кооперації виробництва, здійснення заходів по створенню машин, обладнання і пристроїв на основі блоку модульних базових конструкцій. Передбачається в машинобудуванні збільшити випуск конкурентоздатних довговічних і надійних видів техніки, більш повно використати можливості підвищення технічного рівня і якості машинобудівної промисловості за рахунок дальшого розвитку і прискорення в машинобудуванні прогресивних конструкції матеріалу із низьколегованих сталей, гнутих, фасонних тонких профілів, метало-порошків, а також перехід до ринкових відносин. Ринок вимагає гнучкості виробництва. Для більш ефективної роботи ринкової економіки необхідні наступні основні умови:

					МР.ПМК1.5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

-Максимальна свобода господарської діяльності товаровиробникам, повна відповідальність господарських організацій за результати економічної діяльності, що опирається на рівноправність всіх видів власності.

-Конкуренція виробників, як найважливіший фактор стимулювання господарської активності, збільшення випуску продукції і підвищення її якості, зниження витрат, стабілізація цін;

- Відмова Держави від прямої господарської діяльності.

Одним із основних напрямків в машинобудуванні являється вибір економічних форм заготованок, які дають найменші технологічні відходи. Безперервне підвищення точності заготованок і наближення їх форм до форм готових деталей різко скорочує область використання різних методів обробки різанням, обмежуючи їх в ряді випадків кінцевими операціями і скорочує тим самим відходи металу в стружку.

В серійному виробництві повинні широко застосовуватись верстати з ЧПК, прогресивне оснащення та різальні інструменти.

Основні задачі технології машинобудування – вивчення комплексних технологічних процесів перетворення заготованок в готові деталі машин, вивчення способів збірки машин, узагальнення теоретичних і практичних відомостей.

В магістерській роботі виготовлення деталі «Вал» передбачається на токарному верстаті з ЧПК моделі 16А20Ф3. Використання верстатів з ЧПК дає змогу збільшувати продуктивність в 1,5-5 разів у порівнянні з верстатами з ручним керуванням, а також скорочується час циклу виготовлення деталі.

Верстатні пристрої, що використовуються при виготовленні деталі, також зменшують час і деталь оброблюється з досить високою точністю. Взаємне розташування поверхонь та конфігурація деталі «Вал» дає змогу використовувати стандартні різальні та вимірювальні інструменти.

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

1. Технологічна частина

1.1 Аналіз, конструкція та призначення деталі

Вал 06.09.198.009

Дана деталь (вал) збирається разом з втулкою. В зборі вони утворюють збиральну одиницю – муфту повороту.

Муфта в свою чергу призначена для передачі стисненого масла для гідроприводу екскаватора-навантажувача в процесі його роботи на будівельних роботах.

Одним торцем вал кріпиться до плити муфти, а на другому кінці перпендикулярно до осі корпусу запресовують шість штуцерів, через які безпосередньо поступає масло в канали корпусу. В ході роботи вала повертається на відповідний кут, що відповідає команді, яка поступала з кабіни екскаватора, з'єднуючи при цьому вихід одного з каналів з патрубком втулки. Туди зразу поступає під тиском масло, яке служить для приводу відповідної частини навантажувача. Внутрішню герметичність муфти перевіряють тиском ($10^{+0,1}$ МПа) на протязі 30 с.

В канавки вала (7 шт.) з посадкою H12 насаджують ущільнюючі кільця, які призначені для запобігання втрати тиску масла.

Деталь виготовляється з вуглецевої сталі марки сталі 35 ГОСТ 1050-84, хімічний склад якої занесений в табл. 1.1.1, і механічними властивостями – табл.1.1.2.

Таблиця 1.1.1 Хімічний склад сталі 35 ГОСТ 1050-84

C	Si	Mn	не більше			
			P	S	Cr	Ni
0.32÷0.40	0.17÷0.37	0.5÷0.8	0.035	0.030	0.25	0.15

Таблиця 1.1.2 Механічні властивості сталі 35 ГОСТ 1050-84

Гт, МПа	Гвр, МПа	δs, %	ψ,%	Ударна в'язкість αн, Дж/см²	НВ (не більше)	
не менше					гаряче кат.	відпален.
320	540	20	45	7	203	-

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

Проводимо аналіз конструкції деталі і заносимо в табл. 1.1.3.

Таблиця 1.1.3 Аналіз конструкції деталі

№ п/п	№ по- вер- хні	Тип поверхні по службовому призначенні	Форма поверхні	Ква- літет	Шорст- кість R _a (R ₇) мкм	Габарити поверхні мм
1	2	3	4	5	6	7
1	1	ДКБ	Плоска	14	6.3	Ø 90
2	2	ДКБ	Плоска	14	6.3	Ø 115
3	3	ОКБ	Зовнішня, циліндрична	7	0.32	Ø 100×231
4	4	Вільна	Зовнішня, циліндрична	14	6.3	Ø 84×20
5	5	ДКБ	Зовнішня, циліндрична	9	2.5	Ø 90×9.5
6	6	Вільна	Внутрішня, циліндрична	14	6.3	Ø 20.5×119
7	7	Вільна	Внутрішня, циліндрична	14	6.3	Ø 20.5×155
8	8	Вільна	Внутрішня, циліндрична	14	6.3	Ø 20.5×228
9	9	Вільна	Внутрішня, циліндрична	14	6.3	Ø 20.5×265
10	10	Вільна	Внутрішня, циліндрична	14	6.3	Ø 20.5×191
11	11	Вільна	Внутрішня, циліндрична	14	6.3	Ø 20.5×301
12	12	ДКБ	Внутрішня, циліндрична	14	6.3	Ø 28.5×5
13	13	Вільна	Плоска (фаска)	14	6.3	2×45°
14	14	ОКБ	Плоска	14	6.3	Ø 115× Ø100
15	15	ДКБ	Зовнішня, циліндрична	9	2.5	Ø 90×8
16	16	Вільна	Зовнішня, циліндрична	11	6.3	Ø 90×8.5
17	17	Вільна	Плоска (фаска)	14	6.3	3×45°
18	18	ДКБ	Внутрішня, циліндрична	14	6.3	Ø 22.5×8
19	19	Вільна	Плоска	14	6.3	Ø 100×84
20	20	ДКБ	Плоска	12	2.5	Ø 100×90
21	21	Вільна	Плоска	14	6.3	18×5
22	22	Вільна	Плоска	14	6.3	Ø 100×90
23	23	ДКБ	Внутрішня, циліндрична	7	6.3	M10×74
24	24	Вільна	Плоска	14	6.3	Ø 100×90
25	25	Вільна	Внутрішня, циліндрична	14	6.3	Ø 20
26	26	Вільна	Зовнішня, циліндрична	14	6.3	Ø 115×48

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

При виготовленні даної деталі використовується в основному спеціальні пристрої, але немає потреби в використанні спеціального обладнання і різальних інструментів.

Невеликий перепад діаметрів вала знижує складність виготовлення даного вала, але наявність великої кількості канавок ускладнює процес виготовлення, збільшують значно кількість переходів. Наплавка латуні плазменною зваркою обходиться дуже дорого і потребує спеціального обладнання, тому доцільно її замінити газозварюванням. Наявність отворів з обох торців вала, різьби ускладнює процес виготовлення, вимагає додаткової операції і переходів.

Сьомий квалітет точності вимагає підвищення обробки, тобто застосування викінчувальних операцій, таких як шліфування, а відсутність поверхонь вищої точності виключає застосування таких операцій як притирання, хонінгування і тим самим зменшує складність і вартість виготовлення. Застосування центрових, як постійних чистових баз, дає можливість отримання більшої точності, більшість розмірів отримується з одного установу. Слюсарної обробки потребують лиски після їх свердління, та як утворюються заусениці, що ускладнює технологічний процес. Деталь є малих габаритів і ваги, а тому не потребує кранових механізмів при її транспортуванні. При обробці деталі є можливість спроектувати високо продуктивні пристрої оснащені пневмозатиском.

Отже наявність спеціальних поверхонь ускладнює виготовлення вала, вимагає додаткових операцій і дає можливість застосування розподілу операцій, що характерно для середньосерійного типу виробництва. Присутність точність поверхонь вимагає застосування більш точних і дорогих операцій. Конструкція самої деталі дозволяє використовувати як універсальний, так і спеціальний-комбінований різальний інструмент, що збільшує продуктивність. В цілому конструкція деталі є технологічною. Проводимо аналіз методів обробки деталі по поверхнях на різних верстатах,

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

визначаємо переваги і недоліки того чи іншого верстату. Результати аналізу зводимо в табл. 1.2.1.

Таблиця 1.2.1 Аналіз методів обробки деталі

№ по- верхні	Варіант виду обробки	Тип верстату і різальний інструмент	Переваги і недоліки кожного виду
1	2	3	4
1,2	Фрезерна і обробка центр. отворів	Фрезерно- центрувальний МР 78 торцева фреза, центровочне свердло	Переваги: - простота реалізації; - висока продуктивність.
	Токарна і обробка центровочни х отворів	Токарно-гвинторізний верстат моделі 16 K20Ф ₃ Прохідний різець центрувальне свердло	Недоліки: - тривала обробка торців; - низька продуктивність; - необхідність переустановки.
3	Шліфувальн а	Круглошліфувальний верстат моделі №М151В Шліфувальний круг	Переваги: - простота реалізації; Недоліки: - низька продуктивність; - дороговизна обладнання.
	Токарна	Токарно-гвинторізний 16K20Ф ₃ Різець з твердоспавною пластиною	Переваги: - простота реалізації; Недоліки: - значна дороговизна; - обробка буде проводитись з переривами в зв'язку несуцільності кінцевого профілю деталі.
4,5,14, 15,16,17, 19,20,22, 24	Токарна	Токарно-гвинторізний 16K20Ф ₃ Різеці з твердоспавною пластиною	Переваги: - простота реалізації; Недоліки: - дороговизна обладнання;
6,7,8,9, 10,11	Агрегатна	Агрегатний верстат АМ 13533 Комплект інструментів	Переваги: - точність розміщення оброблювального отвору; Недоліки: - великі габаритні розміри; - неможливість швидкого переналагодження.

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

продовження таблиці 1.2.1

1	2	3	4
	Свердлильна	Вертикально-свердлильний верстат з ЧПК мод.2P135 МФ2-1	Переваги: - простота реалізації і обслуговування; - немає необхідності спеціального обладнання та інструменту; - можливість переналагодження на інший розмір; Недоліки: - дороговизна обладнання;
12,13,18, 23,25	Свердлильна	Радіально-свердлильний верстат 2А 554	Переваги: - простота реалізації; Недоліки: - низька продуктивність; - необхідність кваліфікованих робітників і попередньої розмітки.
	Свердлильна	Вертикально-свердлильний верстат з ЧПК мод.2P135 МФ2-1	Переваги: - простота реалізації; - немає необхідності спеціального обладнання та інструменту; - можливість переобладнання; - зникає потреба в попередній розмітці; - точність позиціонування; Недоліки: - дороговизна обладнання;

Висновок:

Зробивши аналіз конструкції деталі ми бачимо, що найбільша точність виготовлення мають базові поверхні, зокрема поверхні 7 і 23, виготовлення з точністю відповідно по 7-му квалітету і шорсткістю $R_{\alpha}^7 = 0,32$ мкм; $R_{\alpha}^7 = 6,3$ мкм, поверхні 5 і 15 по дев'ятому квалітету. Решта поверхонь відповідно по $R_{\alpha} 2,5$ мкм, $R_{\alpha} 6,3$ мкм, 12 і 14 квалітет відповідно.

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

1.3 Визначення річної програми та кількості деталей в партії.

Вибір форми організації виробництва

Тип виробництва – середньо середній

Загальний штучний час обробки деталі $T_{шт}=123,87$ хв. Визначаємо середній штучно-калькуляційний час по основних операціях, хв:

$$T_{шт.ср} 2,5 = \frac{T_{шт}}{P} = \frac{123,87}{10} 12,39 \text{ хв.}$$

де P – кількість операцій, $P = 10$.

Для середньо-серійного типу виробництва значення коефіцієнту серійності знаходиться в межах $k_c = 10 \dots 20$,

Приймаємо для розрахунків $k_c = 12$.

Знаходимо річну програму випуску деталей із формули:

$$k_c = \frac{F_{\partial} \cdot 60}{T_{шт.ср} \cdot N_p}, \quad (1, \text{ с.22})$$

де F_{∂} – дійсний річний фонд часу роботи обладнання,

$$F_{\partial} = F_n \cdot Q$$

F_n – номінальний фонд часу роботи обладнання, год.;

$$F_n = 250 \cdot 8 \cdot 2 = 4000 \text{ год.},$$

де 250 – кількість робочих днів у році;

8 – тривалість (год.) робочої зміни;

2 – кількість змін роботи;

Q – коефіцієнт втрат роботи по часу;

для спец верстатів $Q = 0,94$; для універсальних $Q = 0,97$.

Оскільки в нас є універсальні і спец верстати (верстати з ЧПК). То приймаємо для розрахунку $Q = 0,95$;

Отже, $F_Q = 4000 \cdot 0.95 = 3800$ год.,

N_p – річна програма випуску, шт.

Отримаємо:

$$N_p = \frac{F_Q \cdot 60}{T_{шт.ср} \cdot k_c} = \frac{3800 \cdot 60}{12,39 \cdot 12} = 1573,8 \text{ шт.} \approx 1580 \text{ шт.}$$

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

Остаточно приймаємо $N_p = 1580$ шт.

Визначаємо кількість деталей в партії за формулою:

$$n = \frac{N_p \cdot \alpha}{F} = \frac{1580 \cdot 12}{250} = 75,84 \text{ шт.},$$

де α – періодичність запуску в днях: $\alpha = 12$ днів (1, с.22)

$F = 250$ – число робочих днів у році.

Приймаємо $n = 76$ шт.

Визначаємо розрахункове число змін на обробку партії деталей на дільниці за формулою:

$$C = \frac{T_{\text{шт.сп}} \cdot n}{476 \cdot 0,8} = \frac{12,39 \cdot 76}{476 \cdot 0,8} = 2,47$$

де 476 – дійсний фонд роботи обладнання в зміну,

0,8 – нормативний коефіцієнт завантаження верстатів в середньо серійному виробництві приймаємо число змін $C_{np} = 3$.

Визначаємо прийняте число деталей в партії:

$$n_{np} = \frac{C_{np} \cdot 476 \cdot 0,8}{T_{\text{шт.сп}}} = \frac{3 \cdot 476 \cdot 0,8}{12,39} = \frac{1142,4}{12,39} \approx 92 \text{ шт.},$$

Організація виробництва – предметна. Верстати розміщуються в послідовності технологічних операцій для одної, або декількох деталей, які мають однотипний порядок обробки. Обробка заготовок на кожній операції здійснюється партіями.

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

1.4 Аналіз базового технологічного процесу і розробка маршрутної технології

1.4.1 Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки

Заготовка для базового технологічного процесу - прокат: круг 115 В ГОСТ 2590-81 – матеріал заготовки сталь 35- ГОСТ 1050-84 (рис. 1.4.1).

Як проектну заготовку розглянемо штамповку (рис. 1.4.2).

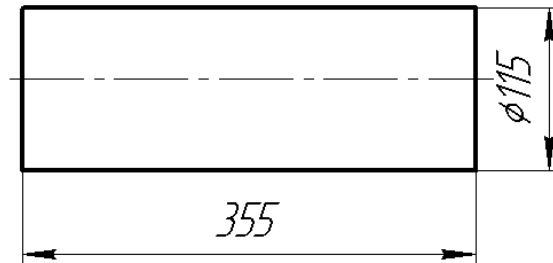


Рисунок 1.4.1 – Заготовка з прокату

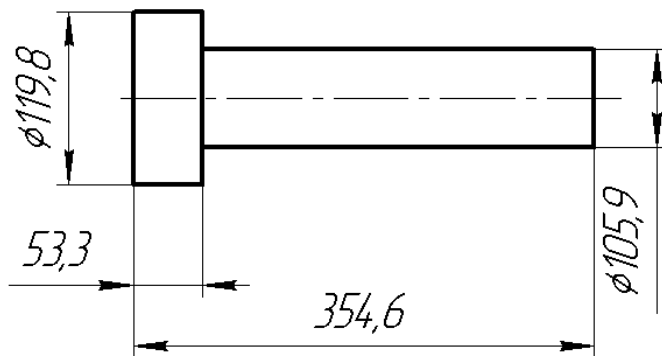


Рисунок 1.4.2 – Штампована заготовка

Визначаємо собівартість заготовки з прокату

$$S_{\text{заг}} = M + \sum C_{o.з.},$$

де M – затрати на матеріал заготовки, грн.;

$\sum C_{o.з.}$ – технологічна собівартість операції правки, калібрування, розрізки їх на штучні заготовки:

$$C_{o.з.} = \frac{C_{n.з.} \cdot T_{\text{шт.}(u-k)}}{60 \cdot 100} = \frac{121 \cdot 7,8 + 1,8 \cdot 225}{60 \cdot 100} = 2,2 \text{ грн.}$$

де $C_{n.з.}$ – приведені затрати на робочому місці, грн./год.;

$T_{\text{шт.}(u-k)}$ – штучний, або штучно-калькуляцій час виконання заготівельної операції (правки, калібровки, різки і т.д.).

По даним, /4/ приведені затрати становлять:

- різка на відрізних верстатах, що працюють дисковими пилами

$$C_{n.з.} = 121,$$

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

$$T_{шт.(ш-к)} = 7,8 \text{ хв.};$$

- правка на автоматах, $C_{п.з} = 225 \text{ грн/год}$, $T_{шт.(ш-к)} = 1,8 \text{ хв.}$.

Затрати на матеріал визначаються по масі прокату, що потрібна на виготовлення деталі і масі задаваної стружки. При цьому необхідно врахувати стандартну довжину прутків (6 м); відходи, що в результаті не кратності довжини заготовок цій стандартній довжині:

$$M = Q \cdot S - (Q - q) \cdot \frac{S_{відх}}{1000};$$

або з урахуванням довжини прутка:

$$M' = Q' \cdot S - 16(Q - q) \cdot \frac{S_{відх}}{1000} - (Q' - 16Q) \cdot \frac{S_{відх}}{1000},$$

де Q – маса заготовки, кг;

Q' – маса прутка довжиною 6 м, кг;

S – ціна 1 кг матеріалу заготовки; грн.,

$S = 6500 \text{ грн.};$

q – маса готової деталі, кг;

16 – кількість однакових заготовок, що можна отримати в процесі розрізання прутка;

$S_{відх}$ – ціна 1 т відходів грн., $S_{відх} = 400 \text{ грн./кг.}$

Визначаємо масу заготовки:

$$Q = \gamma \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot L = 7,81 \cdot \frac{3,14 \cdot 115^2}{4} \cdot 355 \cdot 10^3 = 28,78 \text{ кг};$$

D – діаметр прутка, мм;

L – довжина заготовки, мм.

Визначаємо масу всього прутка:

$$Q' = \gamma \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot L' = 7,81 \cdot \frac{3,14 \cdot 115^2}{4} \cdot 6000 \cdot 10^3 = 486,48 \text{ кг};$$

Підставляємо всі величини і отримаємо:

$$M' = 486,48 \cdot 0,65 - 16(28,78 - 15,2) \cdot \frac{40}{1000} - (486,48 - 16 \cdot 28,78) \cdot \frac{40}{1000} = 306,48 \text{ грн.};$$

Звідси :

$$M = \frac{M'}{16} = 19,16 \text{ грн.};$$

Отже собівартість заготовки з прокату:

$$S_{заг1} = 19,16 + 0,22 = 193,8 \text{ грн.};$$

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

Визначаємо вартість заготовки, що отримується штампуванням, грн.:

$$S_{заг} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_H \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{від}}{1000} \text{ грн.};$$

де C_i – базова вартість 1 т заготовок, $C_i = 6200$ грн./т.

k_T, k_C, k_B, k_M, k_H , – коефіцієнт, що враховує: клас точності, групу складності, масу, марку матеріалу і об'єм виробництва заготовок.

$k_T = 1,0$ – нормальна точність (по ГОСТ 7505-74), /1,с. 37/

$k_M = 1,0$ – для сталі 35, /1,с. 37/

$k_C = 0,84$ – для другої групи складності, /1,с. 38, т. 2.12/

$k_B = 0,73$ – для штамповки вагою > 25 кг, /1,с. 38, т. 2.12/

$k_H = 1,0$ – об'єм виробництва < 2000 шт. в рік, /1,с. 38, т. 2.12/

Q – вага заготовки, кг;

Визначаємо вагу заготовки:

$$Q = (119,8^2 \cdot 53,3 + 105,9^2 \cdot 301,3) \cdot \frac{3,14}{4} \cdot 7,81 \cdot 10^3 = 27,00 \text{ кг};$$

Отже собівартість заготовки отриманої штампуванням:

$$S_{заг2} = \left(\frac{820}{1000} \cdot 27 \cdot 1,0 \cdot 0,84 \cdot 0,73 \cdot 1,0 \right) - (27 - 15,2) \cdot \frac{40,0}{1000} = 131,0 \text{ грн};$$

Економічний ефект для порівняння собівартості виготовлення заготовок, при яких технологічний процес механічної обробки не міняється, можна розрахувати по формулі:

$$E = (S_{заг1} - S_{заг2}) \cdot N = (19,38 - 13,10) \cdot 1580 = 9915,15 \text{ грн};$$

де N – річна партія деталей, шт..

Висновок: при проектуванні перевагу віддаємо штампованій заготовці, так як вона є дешевшою в порівнянні із заготовкою, що обробляється (пруток) в базовому технологічному процесі.

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

1.4.2 Опис і аналіз базового технологічного процесу

Опис базового процесу механічної обробки проводимо у вигляді таблиці 1.4.1.

Таблиця 1.4.1 Опис базового технологічного процесу

Номер, назва і зміст операції	Тип і модель верстата	Характеристика пристрою	Схема базування
1	2	3	4
005 Заготівельна	Прокат		
010 Фрезерно-центрувальна 1. Фрезерувати торці заготовки 1 і 2 2. Свердлити центровочні отвори 2 і 4	Фрезерно-центрувальний КЛ 173	Лещата призматичні	Рис. 1.4.3
015 Токарно-гідрокопіровальна 1. Точити поверхню 1 2. Точити поверхню 1 3. Точити канавки 3, 4	Токарно-копіровальний 1Е713	Спеціальний патрон, Центр 7032-4047 Морзе N 6 ГОСТ 13214-79	Рис. 1.4.4
020 Агрегатна 1. Свердлити отвір 1 , витримавши розмір 2 2. Свердлити отвір 4 , витримавши розмір 3 3. Свердлити отвір 5 , витримавши розмір 6 4. Свердлити отвір 7 , витримавши розмір 8 5. Свердлити отвір 9 , витримавши розмір 10 6. Свердлити отвір 11 , витримавши розмір 12 7. Маркірувати канали по глибині в корпусі 1-6	Агрегатний верстат	Пристрій затискний	Рис. 1.4.5

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

продовження таблиці 1.4.1

025 Токарно-гвинторізна 1. Точити поверхні 1, 2 , фаску 3 2. Підрізати торець 4 3.Точити нагорно 6 канавок 5 4.Точити нагорно 5 канавок 6 5. Точити 8 канавок 8 6. Точити 2 канавки 9	Токарно- гвинторізний МК 6732С з ЧПК	Патрон 7100- 009 ГОСТ 2675- 80 Центр А-1-5-у ГОСТ 8742-75	Рис. 1.4.6
030 Радіально-свердлильна 1. Розсвердлити послідовно 6 отворів 1	Радіально- свердлильний 2А554	Підставка для розсвердлюванн я 6-ти отворів	Рис. 1.4.7
035 Вертикально- свердлильна 1. Свердлити отвір 1 2. Кантувати деталь на 60° 3. Свердлити отвір 1 4. Кантувати деталь на 60° 5. Свердлити отвір 1 6. Кантувати деталь на 60° 7. Свердлити отвір 1 8. Кантувати деталь на 60° 9. Свердлити отвір 1 10. Кантувати деталь на 60° 11. Свердлити отвір 1	Вертикально- свердлильний 2Н150	Кондуктор свердлильний	Рис. 1.4.8
040 Радіально-свердлильна 1. Свердлити послідовно 6 отворів Ø 8,5 ^{+0,2} 2. Зняти послідовно фаску 1 в 6-ти отворах 3. Нарізати різьбу 2 в 6-ти отворах послідовно	Радіально- свердлильний 2А554	Кондуктор накладний	Рис. 1.4.9
045 Слюсарна 1. Зачистити заусенці після свердління шести отворів	Верстат слюсарний	Тиски 7202- 0068 ГОСТ 1465-80	-

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

продовження таблиці 1.4.1

050 Токарно-гвинторізна 1. Обкатати послідовно п'ять канавок 1 і дві канавки 2	Токарно-гвинторізний 16K20	Патрон 7100-0015 ГОСТ 2675-80	Рис. 1.4.10
055 Горизонтально-фрезерна 1. Фрезерувати паз 1 2. Повернути пристрій на 60° 3. Фрезерувати паз 1 на вихід у другий канал 4. Повернути пристрій на 60° 5. Фрезерувати паз 1 на вихід у третій канал 6. Повернути пристрій на 60° 7. Фрезерувати паз 1 на вихід у четвертий канал 8. Повернути пристрій на 60° 9. Фрезерувати паз 1 на вихід у п'ятий канал 10. Повернути пристрій на 60° 11. Фрезерувати паз 1 на вихід у шостий канал	Горизонтально-фрезерний 6P82Г	Поворотний пристрій 10Г.026.72-4003	Рис.1.4.11
060 Слюсарна 1. Зачистити заусенці після фрезерування шести пазів	Верстат слюсарний	Тиски 7202-0021 ГОСТ 14904-80	-
065 Контрольна	Стіл ВТК НО-235	-	-
070 Круглошліфувальна 1. Шліфувати поверхню 1 2. Притупити гострі кромки $R=0,5\pm0,1$ мм	Круглошліфувальний 3М151В	Центр 7032-4047 ГОСТ 13214-79	Рис.1.4.12
075 Контрольна	Стіл ВТК НО-235	-	-

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

Проведемо критичний аналіз базового технологічного процесу по операціям.

010 Фрезерно-центрувальна

На даній операції проводиться фрезерування торців заготовки, свердлять центровочні отвори. Деталь встановлюється на призматичні лещата на верстаті. Так як лещата самоцентруючі, то похибка базування рівна нулю (ексцентриситет осі отворів відносно зовнішньої поверхні $e = 0/2$, с.46/).

Дана схема базування легко реалізується на практиці. Обробка проводиться на фрезерно-центрувальному верстаті K1173, який відповідає габаритам даної деталі. Даний метод обробки є високопродуктивним, універсальним, дешевим в умовах даного виробництва, тому він є найбільш прийнятним.

015 Токарно-гідрокопіювальна

На даній операції проводиться чорнова обробка поверхні 1 за два проходи, чорнова і пів чистова обробка поверхні 2, а також точать канавки 3 і 4. Заготовка базується в спеціальному пристрої (патрон з цангою) по зовнішній поверхні і одному торцю, другий торець центрується по центру, а значить зберігається принцип постійності баз (центровочні отвори). Обробка проводиться на токарно-гвинторізному верстаті 1E13, який відповідає габаритним розмірам деталі, але сам метод обробки є не дуже продуктивним, енергомістким і вимагає відповідної кваліфікації верстатника, тому його доцільно замінити на токарний верстат з ЧПК.

020 Агрегатна

На даній операції здійснюється свердління шістьох отворів різної довжини діаметром 20 мм.

Заготовка базується на нижній торець і по зовнішній поверхні, при цьому не дотримується принцип суміщення баз відносно лінійних розмірів. Дана схема базування легко реалізується на практиці, але не задовольняє умовам обробки. Обробка проводиться на агрегатному верстаті АМ 13553 – який відповідає габаритним розмірам деталі, але сам верстат габаритний,

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

потребує високої кваліфікації верстатника, тому його бажано замінити на більш продуктивний і більш точний верстат з ЧПК.

025 Токарно-гвинторізна

На даній операції здійснюється обробка чорнова поверхонь **1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9**. Заготовка базується по торцю і по зовнішній циліндричній поверхні Ø 115 мм, при цьому забезпечується принцип суміщення баз відносно лінійних розмірів, так як всі переходи здійснюються з одного установу. Дана схема базування легко реалізується на практиці. Отже даний верстат повністю задовольняє умови.

030 Радіально-свердлильна

На даній операції здійснюється розсвердлювання послідовно попередньо оброблених 6 отворів **1**. Заготовка базується на нижній торець, тому дана схема базування не забезпечує принципу суміщення баз. Дану схему легко реалізувати, але є ряд суттєвих недоліків: низька продуктивність праці, необхідність застосування кондукторів і висококваліфікованих верстатників, тому її доцільно замінити на вертикально-свердлильний верстат з ЧПК, забезпечуючи цим самим високу точність позиціонування і високу продуктивність обробки.

035 Вертикально-свердлильна

На даній операції свердлити 6 отворів перпендикулярно до осі заготовки, до з'єднання цих отворів з тим, що свердлять в торці заготовки. Дана схема базування, заготовка базується на зовнішній поверхні і торцю, при цьому не дотримується принцип баз, проста в реалізації на практиці. Обробка проводиться на вертикально-свердлильному верстаті 2Н150, який по габаритним розмірам деталі задовольняє усім умовам, а також задовольняє вимоги щодо точності. Отже, даний верстат забезпечує високу продуктивність обробки.

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

040 Радіально-свердлильна

На даній операції проводиться свердління отворів $\varnothing 8,5^{+0,2}$, знаття фаски і нарізання різьби М10-7Н. Деталь встановлюється на чистову базу (торець) і по зовнішній поверхні. При даній схемі базування не дотримується принцип суміщення баз. Точність важко досягнути так як потрібно використовувати кондуктор, а точність можна досягнути верстатом з ЧПК.

050 Токарно-гвинторізна

На даній операції здійснюється обкатування роликами канавок 1 і 2, деталь встановлюється в патроні і центрується, а значить дана схема виключає похибку базування, за рахунок суміщення баз. Схема проста в реалізації на практиці і не потребує спеціального оснащення. Але з метою зменшення кількості обладнання і до завантаження його, доцільно об'єднати дану операцію з 025.

055 Горизонтально-фрезерна

На даній операції фрезерується паз (6 шт.) на різній відстані від торця з поворотом на кут 60° для кожного пазу відповідно. Дана схема базування (заготовка базується по торцю і по зовнішній циліндричній поверхні), забезпечує дотримання принципу суміщення баз в напрямі перпендикулярному до осі заготовки (лінійні розміри).

Складність в процесі виникає в необхідності повертати заготовку на 60° після кожного етапу фрезерування. Для цього використовується пристосування. Даний верстат є найбільш придатний.

070 Круглошліфувальна

На даній операції здійснюється чистове шліфування поверхні 1. Деталь базується по центровочним отворам, при цьому виконується принцип суміщення баз. Дана схема базування проста в реалізації і на практиці і не вимагає спеціального оснащення. Даний верстат, круглошліфувальний ЗМ 151 В найбільш підходить до реалізації виконання умов по шорсткості поверхні $R_a=0,32$ мкм.

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

Рекомендації по розробці технічного процесу.

Для чистової обробки центрових отворів найбільш доцільніше використовувати фрезерно-центрувальний верстат з використанням для фрезерування торцевої фрези з пластинами з твердого сплаву, яка в кілька разів перевищує продуктивність обробки порівняно з застосуванням на даній обробці, наприклад, токарно-гвинторізного верстату. Обробку (свердління) проводити на верстаті з ЧПК, що значно скоротить допоміжний час на виготовлення деталі. Токарно-гідрокопіювальний верстат доцільно замінити токарно-гвинторізним з ЧПК, а також об'єднати її з частиною переходів з другою токарною операцією.

Агрегатну операцію доцільно замінити на вертикально-свердлильну з ЧПК, те саме провести з усіма радіально-свердлильними і вертикально-свердлильними верстатами. Використання на даних операціях верстатів з ЧПК дає можливість уникнути розробок та виготовлення кондукторів, що в умовах середньосерійного виробництва доцільно, підвищується точність позиціонування отворів, та скорочує час переналадок обладнання на випуск продукції інших типорозмірів.

Висновок: згідно проведеного аналізу, врахувавши всі переваги і недоліки для проектного варіанту процесу потрібно вибрати наступні методи обробки:

- поверхні 1, 2 – фрезерно-центрувальний верстат моделі МР-78;
- поверхня 3 – кінцева обробка на кругло - шліфувальному верстаті моделі ЗМ 151 В
- поверхні 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 23, 25, 18 використовуємо вертикально-свердлильний верстат з ЧПК моделі 2Р 135 МФ2-1
- поверхня 21 – горизонтально-фрезерний верстат моделі 6.
- поверхні 4, 5, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 22, 24 – токарно-гвинторізний верстат з ЧПК 16К20 Ф3.

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

Згідно критичного аналізу базового технологічного процесу механічної обробки та рекомендації пропоную наступний технологічний процес (таблиця 1.4.2).

Таблиця 1.4.2 Проектний варіант технологічного процесу механічної обробки корпусу

Номер, назва і зміст операції	Тип і модель верстата	Характеристика пристрою	Схема базування
1	2	3	4
005 Заготівельна	Штампована		
010 Фрезерно-центрувальна 1. Фрезерувати торці заготовки 1 і 3 2. Свердлити центровочні отвори 2 і 4	Фрезерно-центрувальний МР 78	Тиски призматичні	Рис. 1.4.3
015 Токарна з ЧПК 1. Точити поверхню 1, 2 2. Свердлити центровочні отвори 2 і 4	Токарно-гвинторізний ЧПК 16K20Ф3	3 Спеціальний цанговий патрон, Центр 7032-4047 Морзе N 6 ГОСТ 13214-79	Рис. 1.4.4
020 Вертикально-свердлильна з ЧПК 1. Свердлити послідовно отвори 1, 4, 5, 7, 9, 11 витримавши розмір 2, 3, 6, 8, 10, 12 відповідно 2. Розсвердлити послідовно ці отвори	Вертикально-свердлильний верстат з ЧПК 2P135 МФ2-1	Пристрій затискний	Рис. 1.4.5 Рис. 1.4.7
025 Токарна з ЧПК 1. Точити поверхні 1, 2 , фаску 3 2. Підрізати торець 4 3. Точити начорно 6 канавок 5 4. Точити начорно 5 канавок 6 5. Точити 8 канавок 8 6. Точити 2 канавки 9	Токарно-гвинторізний з ЧПК 16K20Ф3	Спеціальний цанговий патрон, Центр 7032-4047 Морзе N 6 ГОСТ 13214-79	Рис. 1.4.6

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

продовження таблиці 1.4.2

1	2	3	4
030 Вертикально-свердлильна з ЧПК 1. Свердлити 6 отворів 1 з почерговою перекантовкою деталі на 60° відповідно	Вертикально-свердлильний верстат 2Н150	Кондуктор свердлильний із поворотним пристроєм	Рис. 1.4.8
035 Вертикально-свердлильна з ЧПК 1. Свердлити послідовно 6 отворів Ø 8,5 ^{+0,2} 2. Зняти послідовно фаску 1 в 6-ти отворах 3. Нарізати різьбу 2 в 6-ти отворах послідовно	Вертикально-свердлильний верстат з ЧПК 2Р135 МФ2-1	Приспосіблення зажимне	Рис. 1.4.9
040 Токарна з ЧПК 1. Обкатати послідовно п'ять канавок 1 і дві канавки 2	Токарно-гвинторізний 16К20Ф3	Спеціальний цанговий патрон, Центр 7032-4047 Морзе N 6 ГОСТ 13214-79	Рис. 1.4.10
045 Горизонтально-фрезерна 1. Фрезерувати 6 пазів 1 з перекантовкою на 60° відповідно, на вихід у відповідний канал	Горизонтально-фрезерний 6Р82Г	Пристрій для фрезерування даної деталі з поворотним механізмом	Рис. 1.4.11
050 Слюсарна	Верстат слюсарний	Тиски 7202-0021	-
055 Круглошліфувальна 1. Шліфувати поверхню 1 2. Притупити гострі кромки R=0,5÷0,1 мм	Круглошліфувальний 3М 151В	Центр 7032-4047 ГОСТ 13214-79	Рис. 1.4.12
060 Контрольна	Стіл ВТК НО-235	-	-

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

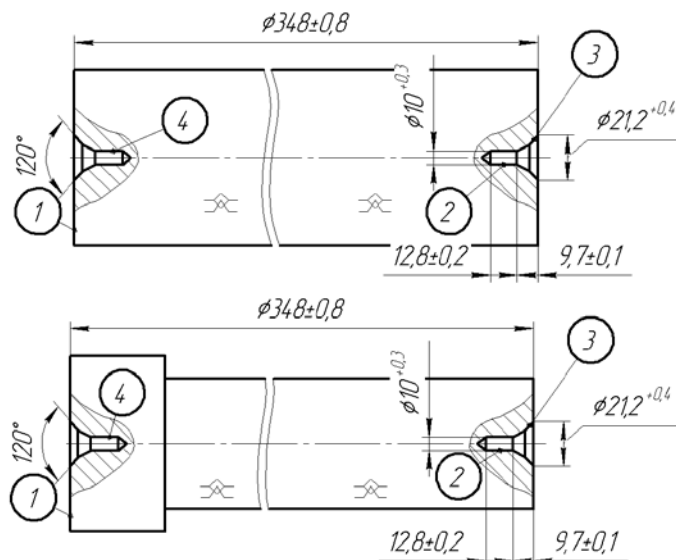


Рисунок 1.4.3 Схема базування на операції 010

а) базовий варіант;

б) проектний варіант.

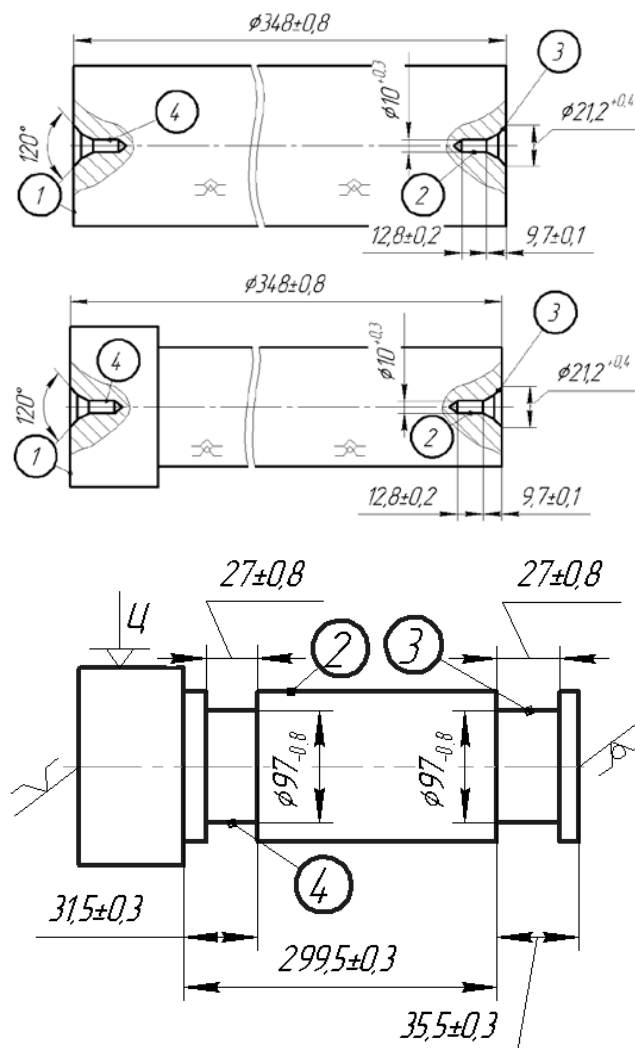


Рисунок 1.4.4 Схема базування на операції 015

а, б- базовий варіант; в, б- проектний варіант;

					МР.ПМК1.5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

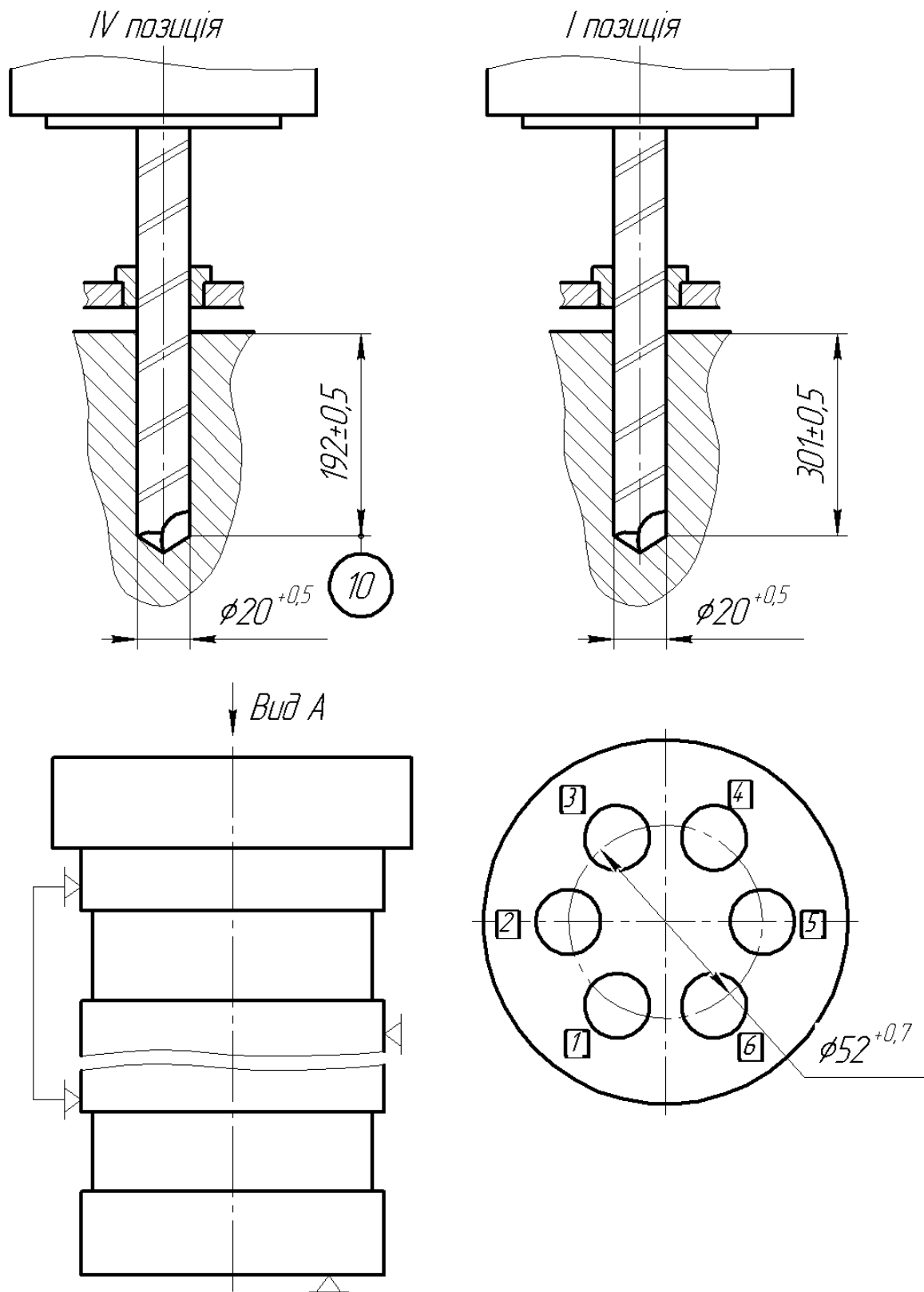


Рисунок 1.4.5 Схема базування на операції 020
(для проектного варіанту аналогічно, тільки без кондукторів)

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

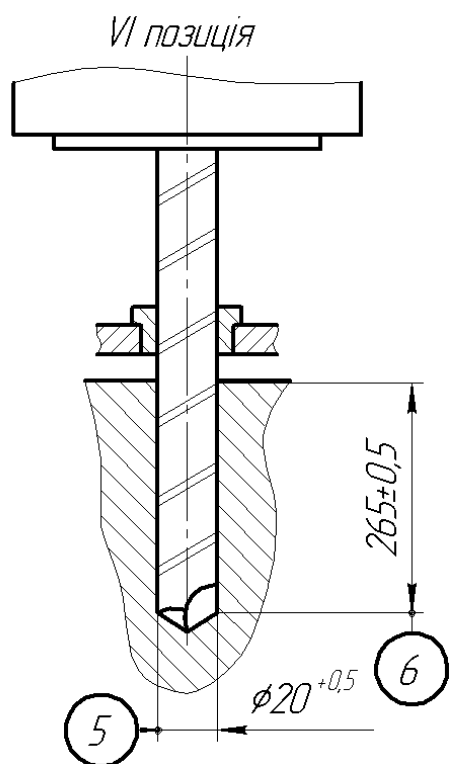
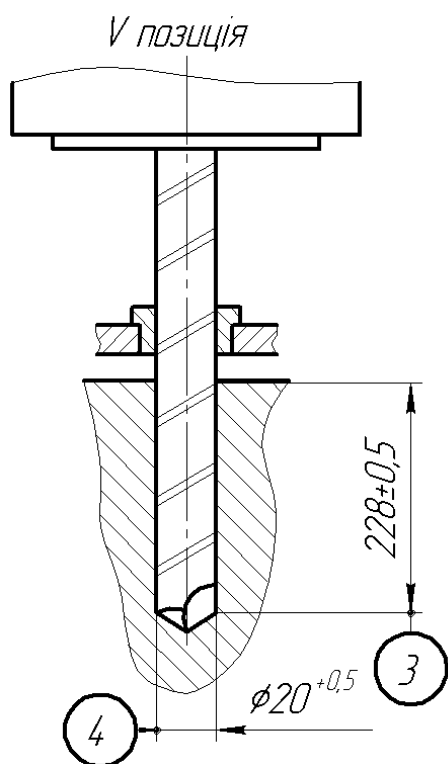
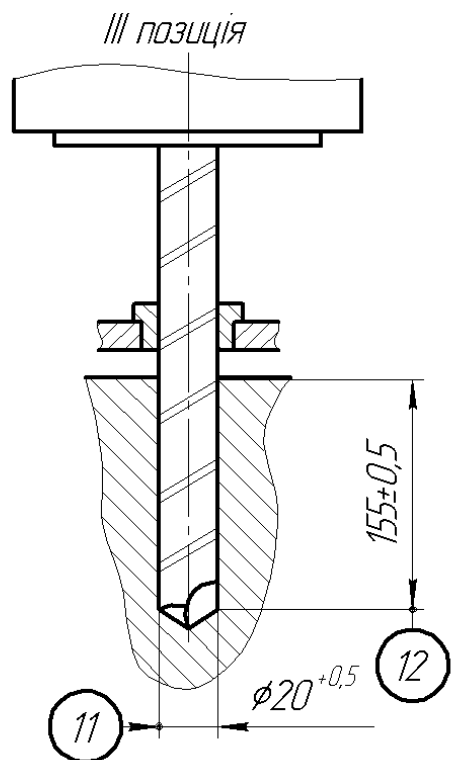
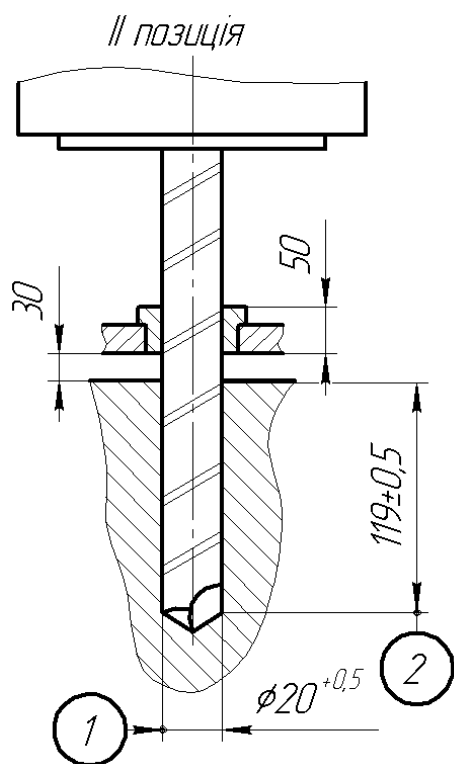


Рисунок 1.4.5 Схема базування на операції 020

Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а

МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ

Арк.

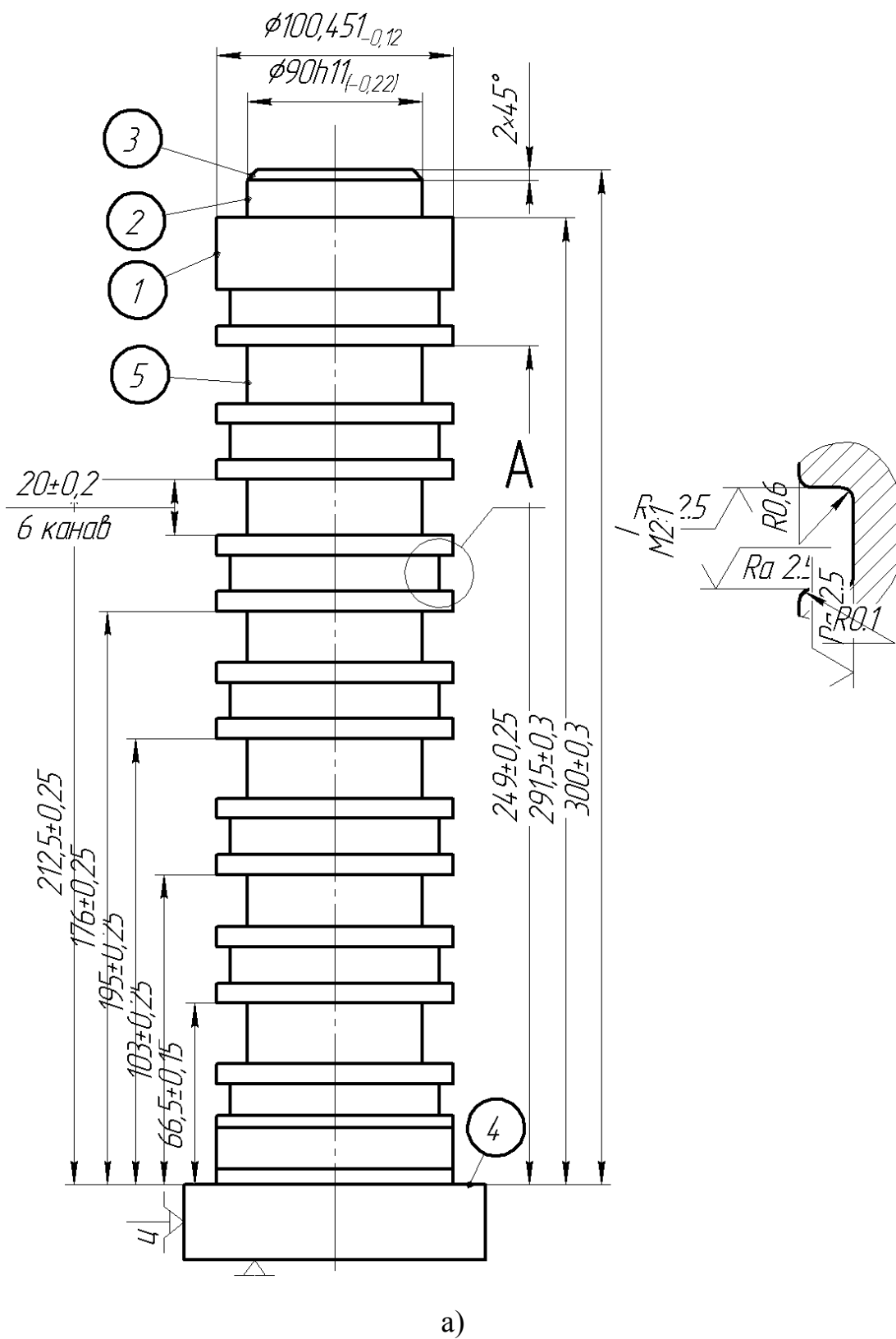


Рисунок 1.4.6- а)

					МП.ПМК1.5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

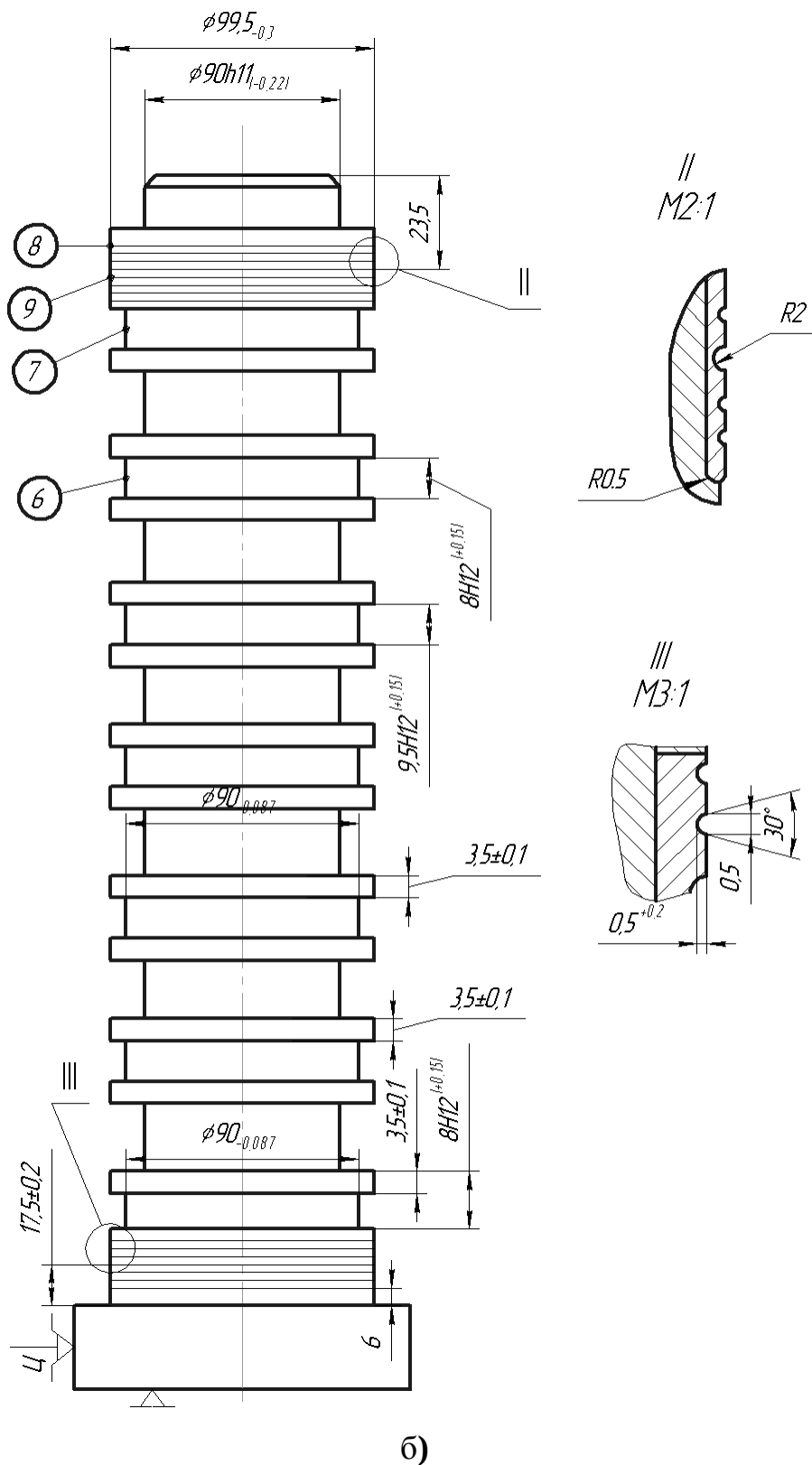


Рисунок 1.4.6 Схема базування і обробки деталі на операції 025
(для обох варіантів)

					МП.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

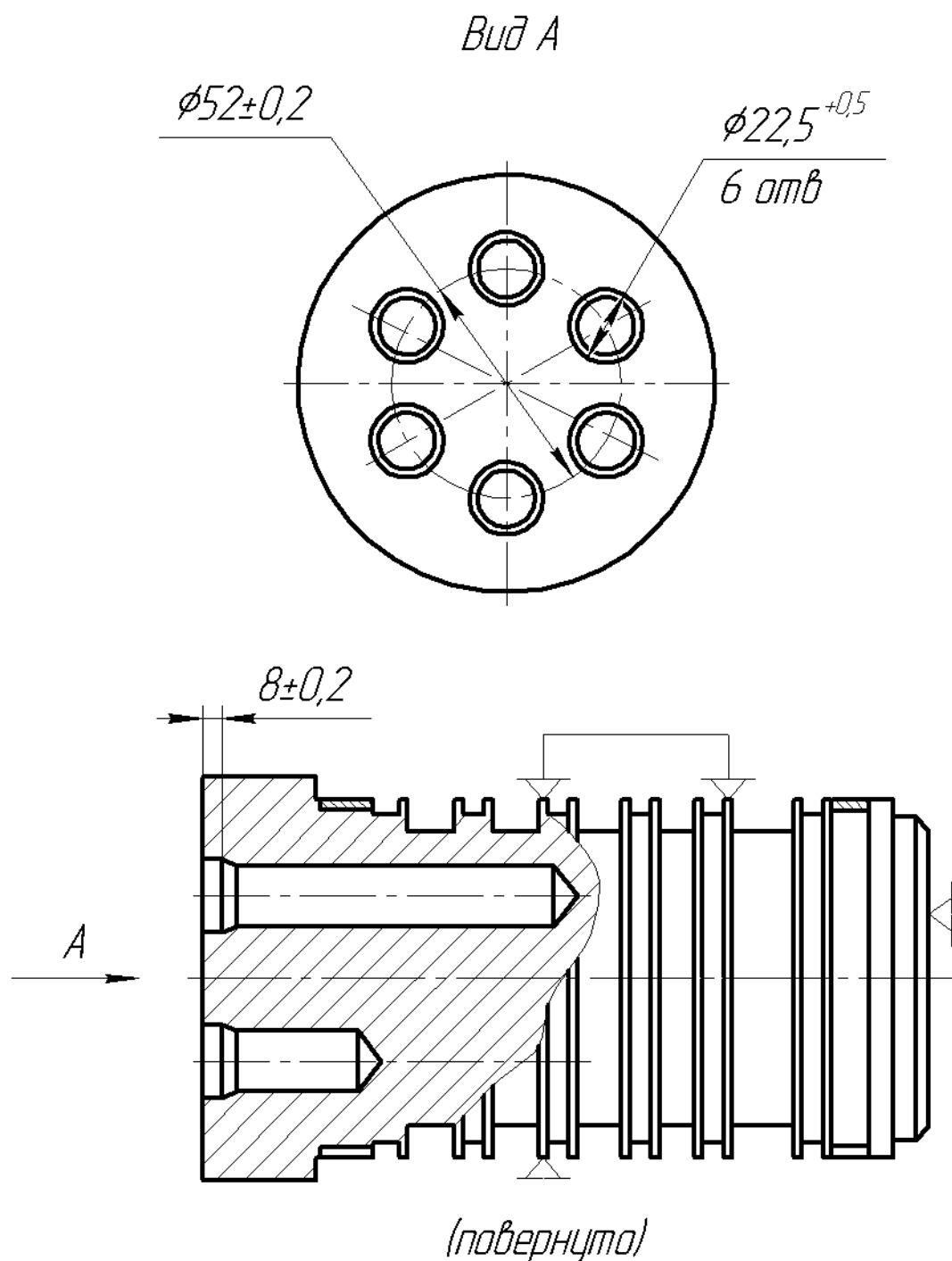
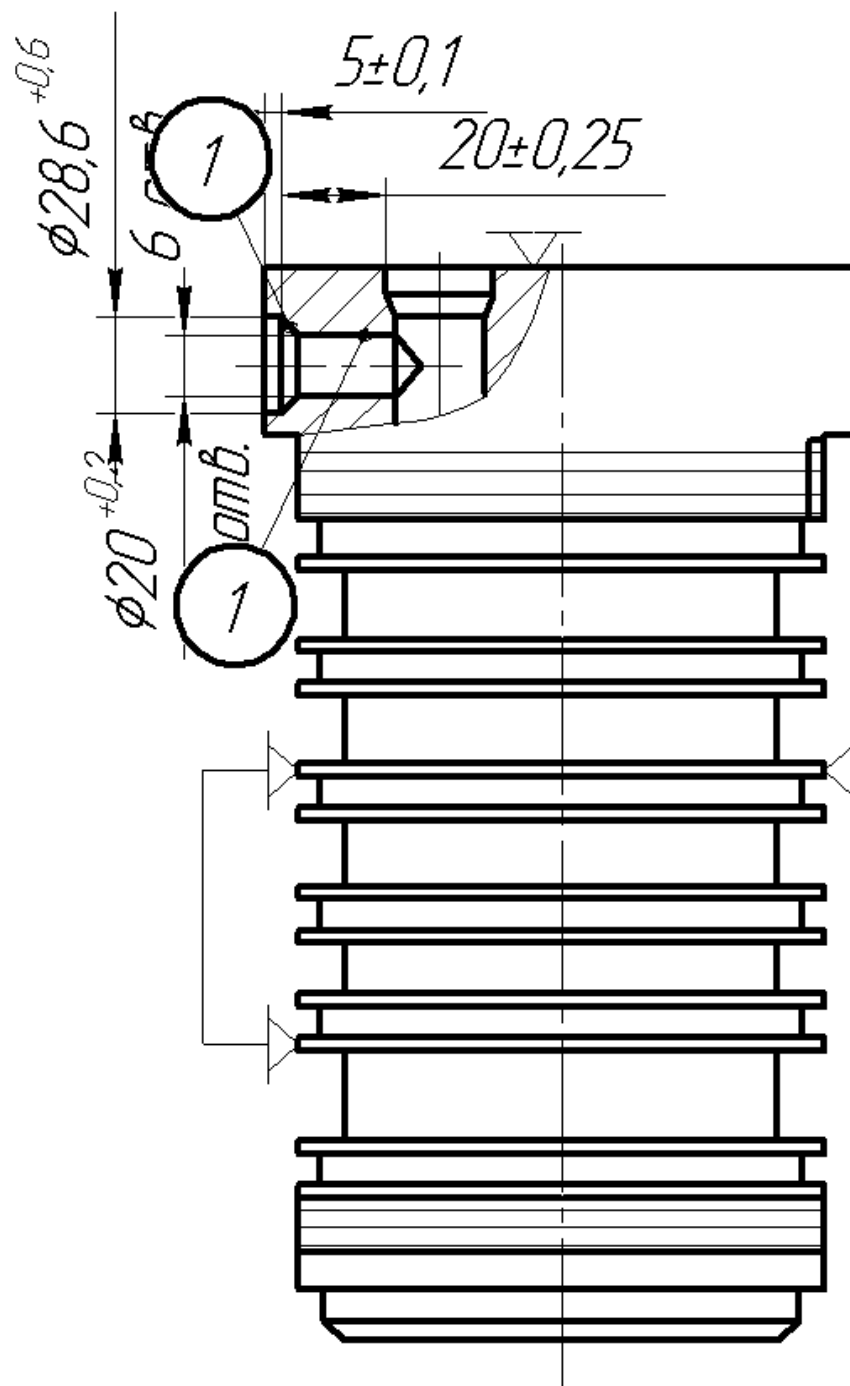


Рисунок 1.4.7 Схема базування та оброблювані поверхні на операції :

030- по базовому варіанту;

020-по проектному варіанту.

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		



(повернуто)

Рисунок 1.4.8 Схема базування та оброблювані поверхні на операції :

035- по базовому варіанту;

030-по проектному варіанту.

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

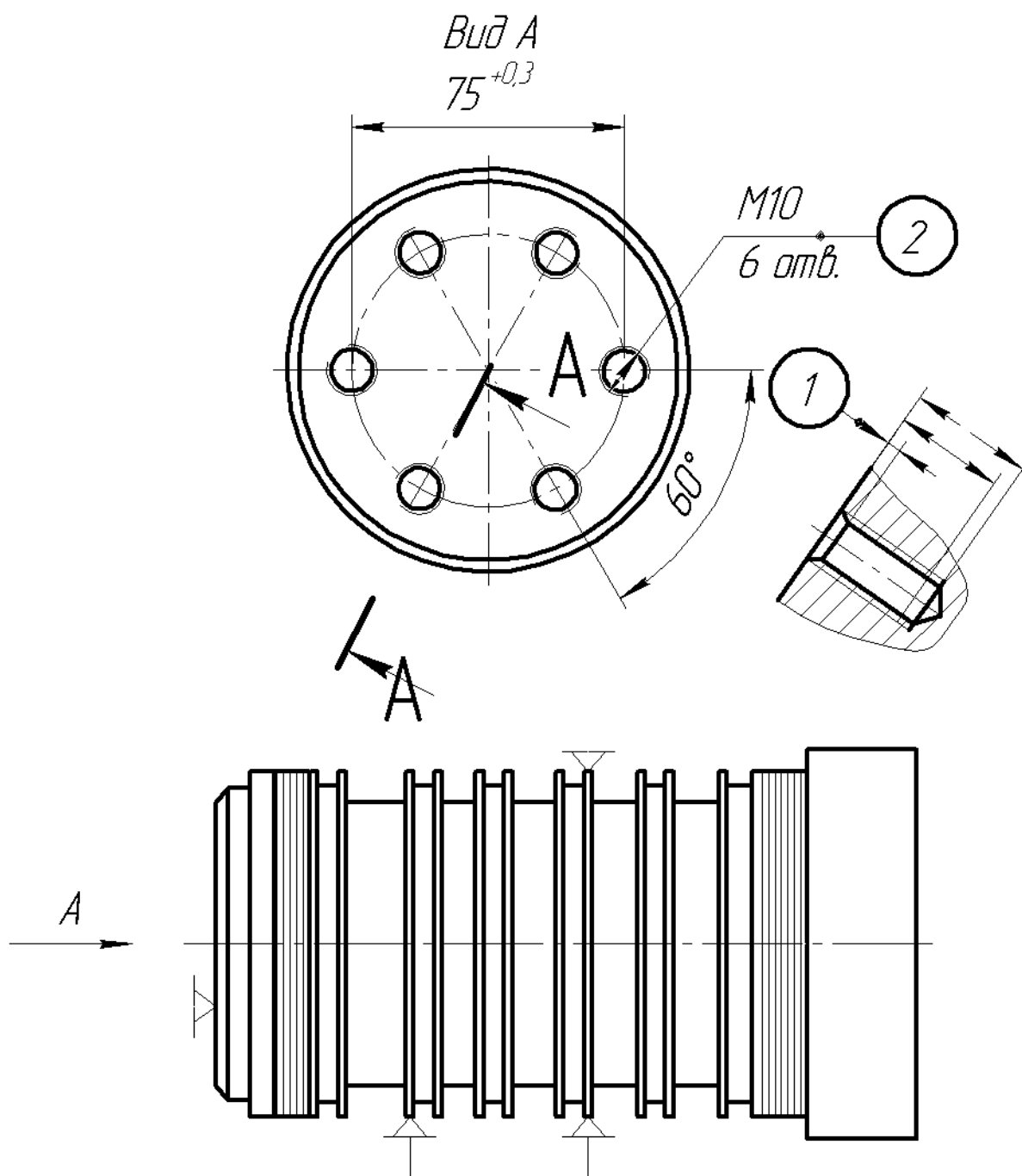


Рисунок 1.4.9 Схема базування та оброблювані поверхні на операціях :
 040- по базовому варіанту;
 035-по проектному варіанту.

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

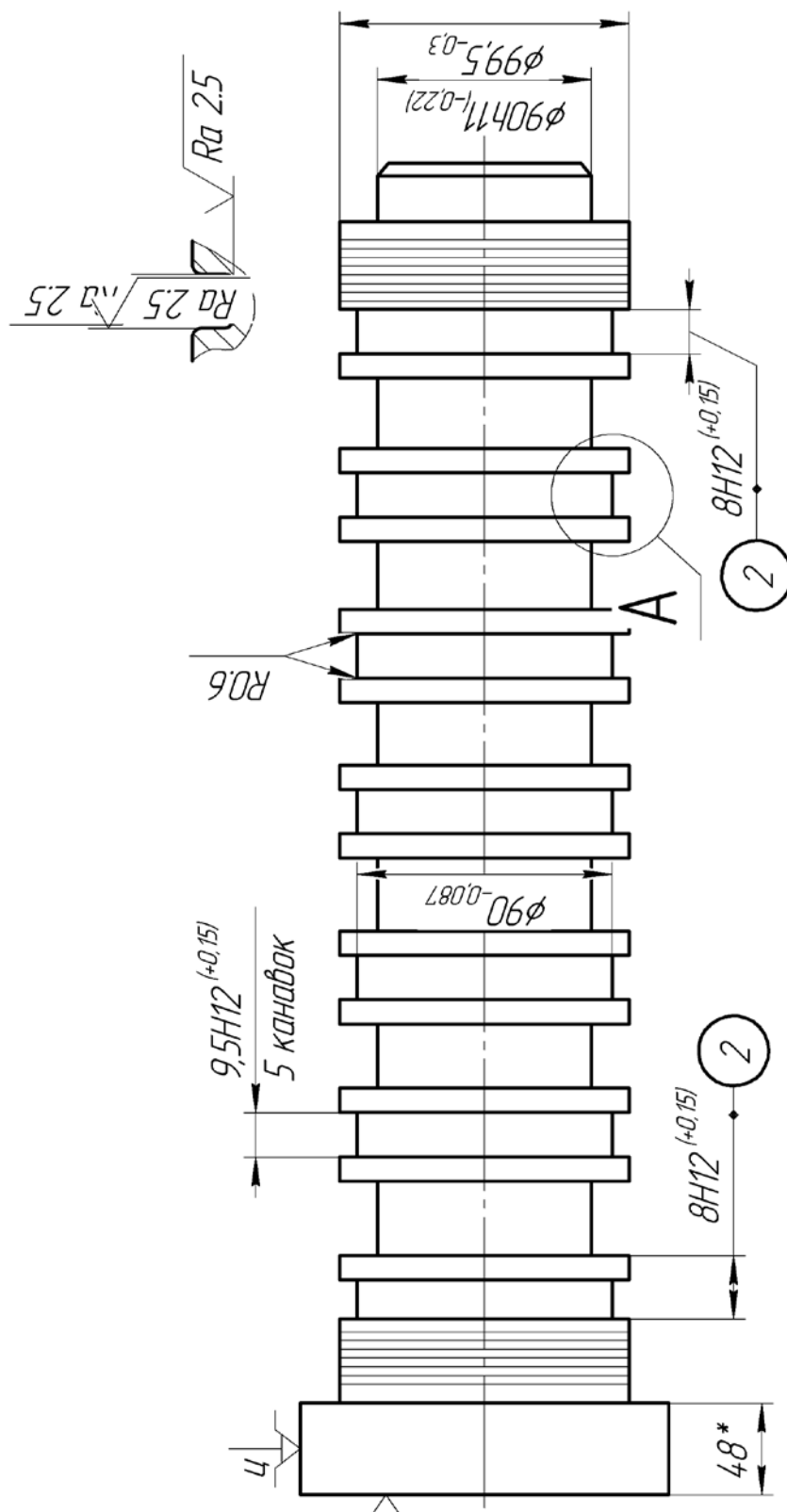
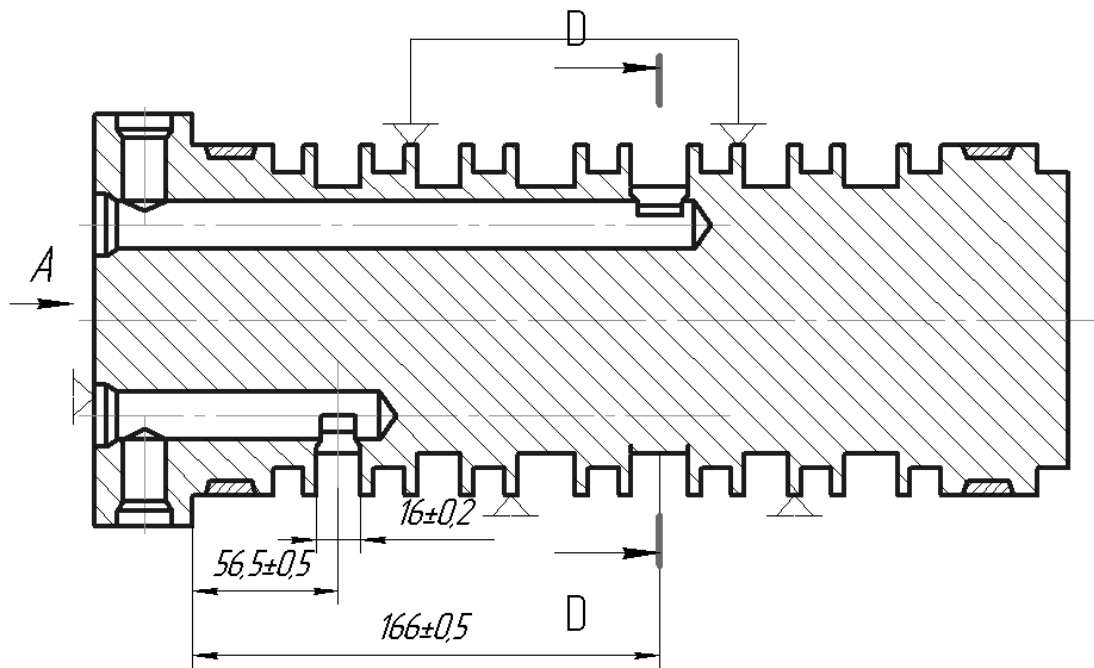


Рисунок 1.4.10 Схема базування та оброблювані поверхні на операціях :
 050- по базовому варіанту;
 040-по проектному варіанту.

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		



Вид А

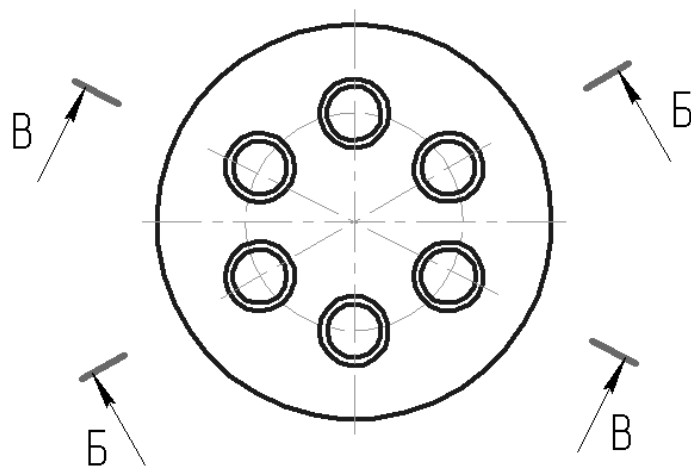
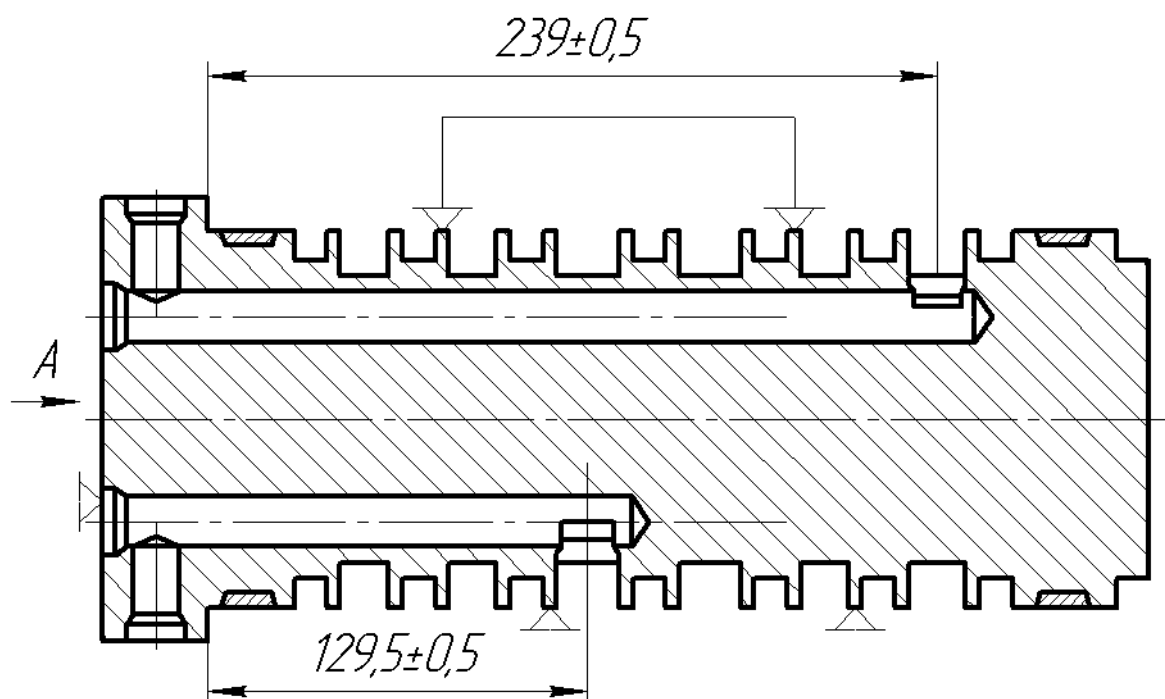
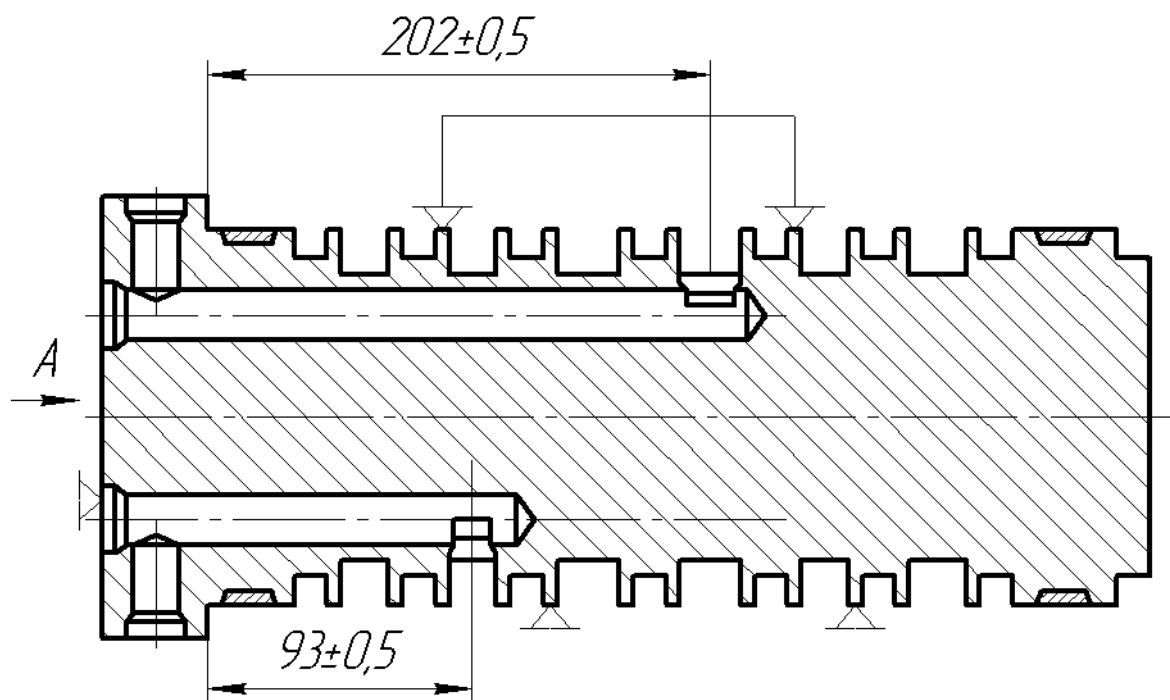


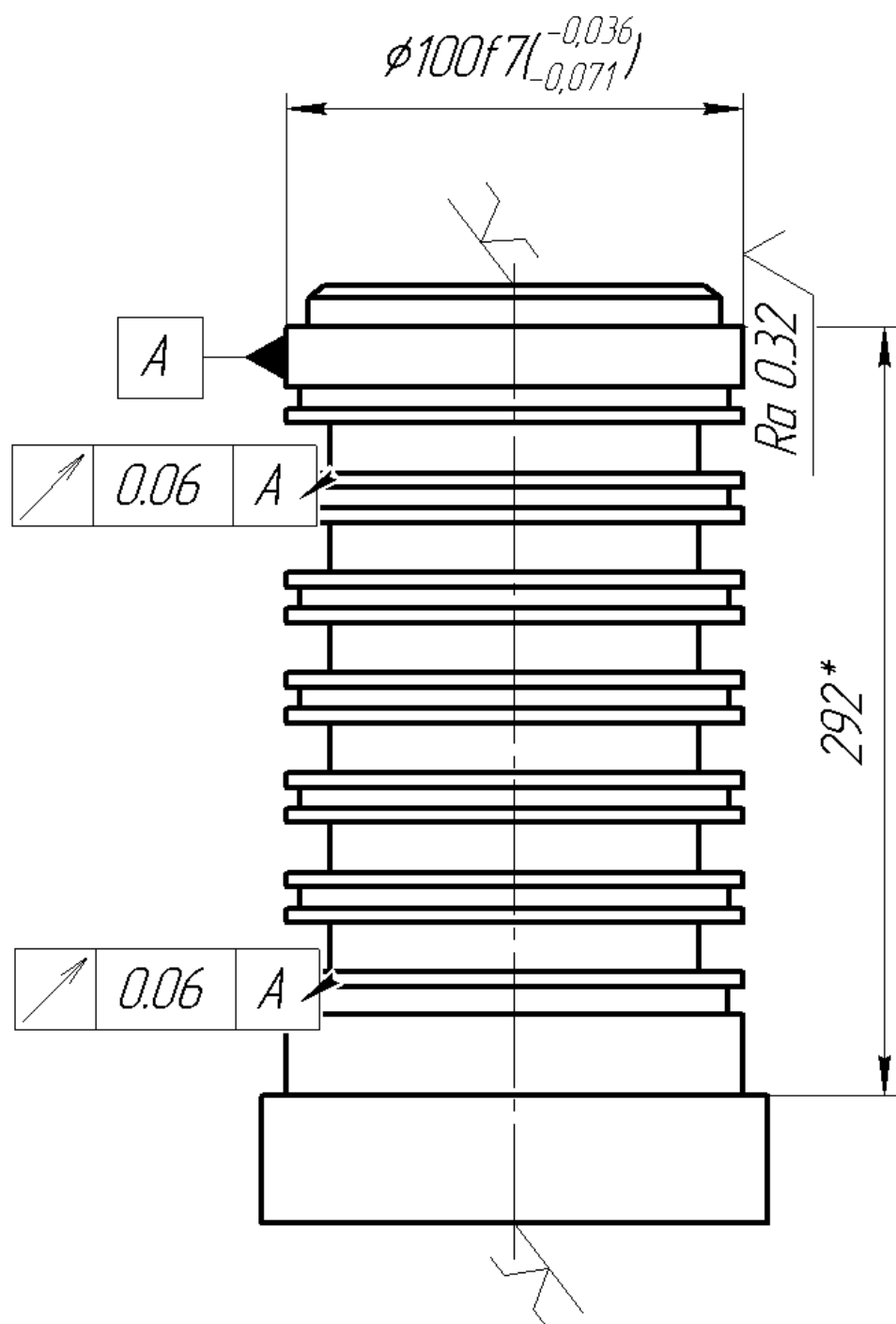
Рисунок 1.4.11 а)

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		



Риунок 1.4.11 Схема базування та оброблювані поверхні на операціях :
 055- по базовому варіанту;
 045-по проектному варіанту.

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		



Риунок 1.4.12 Схема базування та оброблювані поверхні на операціях :
 070- по базовому варіанту;
 055-по проектному варіанту.

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

1.5 Розробка операційної технології

1.5.1 Розрахунок припусків на механічну обробку і визначення технологічних розмірів

Заготовка виготовляється із штамповки нормальної точності, група складності C_2 .

Визначаємо припуски розрахунково-аналітичним методом на обробку поверхні $\varnothing 100f_7$. Технологічний маршрут обробки складається з попереднього (чорнового) і кінцевого (чистового) точіння, а також попереднього і кінцевого шліфування.

Всі результати проведених розрахунків зводимо в таблицю 1.5.1.

Таблиця 1.5.1 Розрахунок припусків і граничних розмірів по технологічних переходах на обробку зовнішньої поверхні $\varnothing 100f_7 \begin{pmatrix} -0,036 \\ -0,074 \end{pmatrix}$

Техноло-гічні переходи обробляємої поверхні $\varnothing 100f_7$	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск $2z_{min}$	Розрахунковий розмір d_p , мм	Допуск, δ , мкм	Граничний розмір, мм		Граничні значення припусків, мкм	
	R_z	N	ρ	ε				d_{min}	d_{max}	$2z_{min}^{np}$	$2z_{max}^{np}$
Штамповка	150	250	1846	-	-	105,271	3000	105,271	108,271	-	-
Попереднє точіння	50	50	111	110	2·2249	100,773	400	100,773	101,173	4498	7098
Кінцеве точіння	30	30	74	6,6	2·211	100,331	120	100,331	100,451	422	722
Попереднє шліфування	10	20	37	4,4	2·134	100,663	30	100,663	100,093	268	358
Кінцеве шліфування	5	15	-	-	2·67	99,929	20	99,929	99,949	134	144
Всього										5322	8292

При обробці на токарному верстаті заготовка базується в цанговому патроні і центрі, а при обробці на шліфувальному верстаті – в центрах.

Сумарне значення просторового відхилення для даного виду заготовки визначається по формулі:

					МР.ПМК1.5- ІПО-20.00.000ПЗ		Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а			

$$\rho = \sqrt{\rho_{cm}^2 + \rho_{кор}^2 + \rho_{\psi}^2}, \quad /1, \text{ с.67/}$$

де $\rho_{cm} = 1,0 \text{ мм}$, $\rho_{кор} = \Delta_{\kappa} \cdot L = 1,0 \cdot 310 = 310 \text{ мкм}$,

$\Delta_{\kappa} \approx 1,0 \text{ мкм/мм}$ – питома кривизна заготовки /1, с.71, т. 4.8/,

$L = 310 \text{ мм}$, довжина заготовки, яка незакріплена в патроні.

Допуск на поверхні, що використовуються в якості базових на фрезерно-центрувальній операції, визначаємо по ГОСТ 7505-74 для штамповок нормальної точності, ступені складності C_2 : /1, с.136/

$\delta_3 = 3,0 \text{ мм}$.

$$\rho_{\psi} = \sqrt{\left(\frac{\delta_3}{2}\right)^2 + 0,25^2} = \sqrt{1,5^2 + 0,25^2} = 1,52 \text{ мм};$$

Отже, $\rho_3 = \sqrt{1,0^2 + 0,310^2 + 1,52^2} = 1,846 \text{ мм}$.

Залишкові поверхневі відхилення після:

- попереднього обточування - $\rho_1 = 0,06 \cdot 1,846 = 111 \text{ мкм}$,
- кінцевого обточування - $\rho_2 = 0,04 \cdot 1,846 = 74 \text{ мкм}$,
- попереднього шліфування - $\rho_3 = 0,0 \cdot 1,846 = 37 \text{ мкм}$.

Похибка установки при точінні:

$\varepsilon_{\psi} = \varepsilon_3 = 110 \text{ мкм}$, /1, с.75/

Тоді $\varepsilon_1 = 0,06 \cdot \varepsilon_{\psi} = 6,6 \text{ мкм}$,

$\varepsilon_2 = 0,04 \cdot \varepsilon_{\psi} = 0,04 \cdot 110 = 4,4 \text{ мкм}$.

Розрахунок мінімальних значень припусків проводимо, користуючись основною формулою (для точіння):

$$2z_{min} = 2(R_{zi-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) \quad /1, \text{ с.89/}$$

Тоді мінімальний припуск буде:

- під попереднє обточування:

$$2z_{min} = 2(150 + 250 + \sqrt{1846^2 + 110^2}) = 2 \cdot 2249 \text{ мкм},$$

- під кінцеве обточування:

					МР.ПМК1.5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

$$2z_{min} = 2(50 + 50 + \sqrt{111^2 + 6,6^2}) = 2 \cdot 211 \text{ мкм},$$

- під попереднє шліфування:

$$2z_{min} = 2(30 + 30 + 74) = 2 \cdot 134 \text{ мкм},$$

- під кінцеве шліфування:

$$2z_{min} = 2(10 + 20 + 37) = 2 \cdot 67 \text{ мкм}.$$

Визначаємо розрахунковий розмір:

$$d_{p3} = 99,929 + 0,134 = 100,063 \text{ мм};$$

$$d_{p2} = 100,063 + 0,268 = 100,331 \text{ мм};$$

$$d_{p1} = 100,331 + 0,422 = 100,773 \text{ мм};$$

$$d_p^{заг} = 100,773 + 4,498 = 105,271 \text{ мм}.$$

Найбільші граничні розміри вираховуємо додаванням допуску до найменшого граничного розміру:

$$d_{max4} = 99,929 + 0,02 = 100,063;$$

$$d_{max3} = 100,063 + 0,03 = 100,093;$$

$$d_{max2} = 100,331 + 0,12 = 100,451;$$

$$d_{max1} = 100,773 + 0,4 = 101,173;$$

$$d_{max\text{ заг}} = 105,271 + 3,0 = 108,271.$$

Граничні значення припусків z_{max} визначають як різницю найбільших граничних розмірів і z_{min} , - різниця найменших граничних розмірів попереднього і виконуючого переходів.

$$2z_{4max}^{np} = 100,093 - 99,949 = 0,144 \text{ мм} = 144 \text{ мкм};$$

$$2z_{3max}^{np} = 100,451 - 100,093 = 0,358 \text{ мм} = 358 \text{ мкм};$$

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

$$2z_{2max}^{np} = 101,173 - 100,451 = 0,722 \text{ мм} = 722 \text{ мкм};$$

$$2z_{1max}^{np} = 108,271 - 101,173 = 7,098 \text{ мм} = 7098 \text{ мкм};$$

$$2z_{4min}^{np} = 100,063 - 99,929 = 0,134 \text{ мм} = 134 \text{ мкм};$$

$$2z_{3min}^{np} = 100,331 - 100,063 = 0,268 \text{ мм} = 268 \text{ мкм};$$

$$2z_{2min}^{np} = 100,773 - 100,331 = 0,422 \text{ мм} = 422 \text{ мкм};$$

$$2z_{1min}^{np} = 105,271 - 100,773 = 4,498 \text{ мм} = 4498 \text{ мкм}.$$

Загальний припуск z_{omin} і z_{omax} визначаємо, сумуючи проміжні припуски і записуючи їх значення внизу відповідних граф.

$$2z_{omin} = 4498 + 422 + 268 + 134 = 5322 \text{ мкм};$$

$$2z_{omax} = 7098 + 722 + 358 + 144 = 8292 \text{ мкм}.$$

Нижнє відхилення розміру заготовки знаходимо по ГОСТ 7505-74,

$$H_3 = 700 \text{ мкм}.$$

Номінальний припуск в даному випадку визначаємо з урахуванням несиметричного розміщення поля допуску заготовки:

$$z_{onom} = z_{omin} + H_3 - H_9 = 5322 + 700 - 71 = 5951 \text{ мкм};$$

$$d_{зном} = 99,929 + 5,951 = 105,88 \text{ мм} \approx 105,9 \text{ мм}.$$

Решта припусків розраховуємо табличним методом по ГОСТ 7505-84.

Заготовка вала буде мати вид (рис.1.5.1) разом з нарахованим припуском і допусками.

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

Таблиця 1.5.2 Припуски і допуски на обробляючі поверхні корпуса по ГОСТ 75-5-74 (мм).

Поверхня	Розмір	Припуск		Допуск
		Табличний	Розрахунковий	
5	$\varnothing 100 \begin{smallmatrix} -0,036 \\ -0,071 \end{smallmatrix}$	-	$2 \cdot 2,98 = 5,951$	$\begin{smallmatrix} +3,5 \\ -1,5 \end{smallmatrix}$
4	$\varnothing 115 - 0,87$	$2 \cdot 2,4$	-	$\begin{smallmatrix} +3,5 \\ -1,5 \end{smallmatrix}$
1,2	348	$2 \cdot 3,3$	-	$\begin{smallmatrix} +4,5 \\ -2,5 \end{smallmatrix}$
3	48	2,0	-	$\begin{smallmatrix} +3,0 \\ -1,5 \end{smallmatrix}$

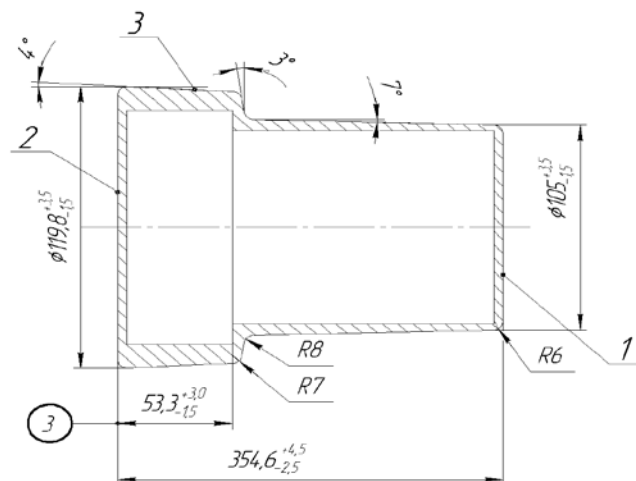


Рисунок 1.5.1 Заготовка вала з нарахованими припусками і допусками

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

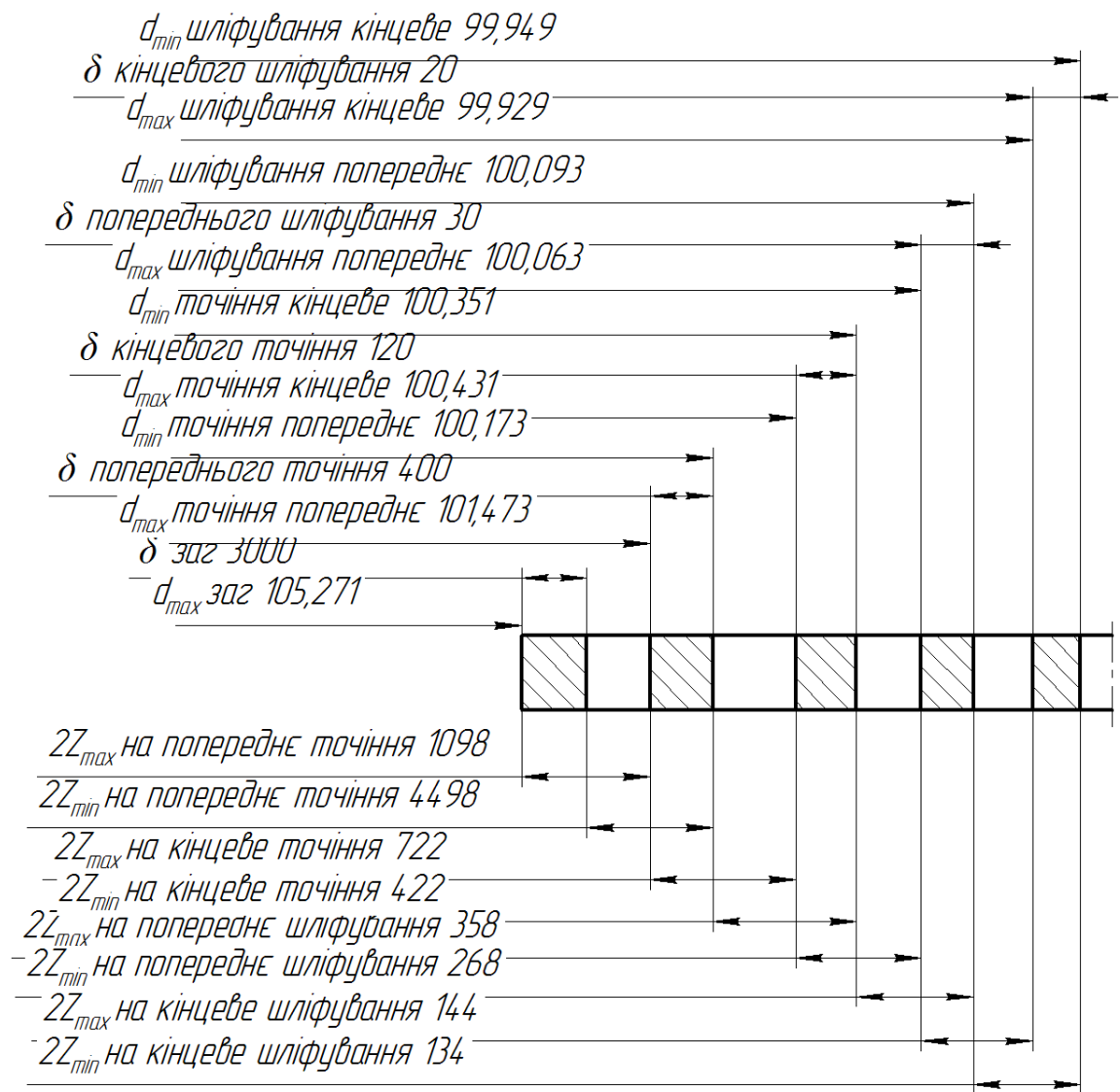


Рисунок 1.5.2 Схема графічного розміщення припусків і допусків на обробку (зовнішню) вала $\varnothing 100f_7 \begin{matrix} -0,036 \\ -0,071 \end{matrix}$

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

1.5.2 Розрахунок режимів різання і уточнення моделей верстатів

Розрахунок режимів різання розрахунково-аналітичним методом проводимо для наступних переходів (для операції 015):

- 1) чорнове точіння поверхні 1 ($\varnothing 115$);
- 2) чорнове точіння поверхні 2 ($\varnothing 100,773$);
- 3) нарізання двох канавок 3,4.

Розраховуємо режими різання для чорнового точіння поверхні 1.

Розрахунок проводимо в слідкуючій послідовності:

- 1) вибираємо різальний інструмент:

різець токарний прохідний з механічним кріпленням пластини клином, марка матеріалу пластини Т15К6; геометрія ріжучої частини різця: кути $\gamma=10^\circ$; $\alpha=8^\circ$; $\varphi=90^\circ$; радіус при вершині 2,0мм.

- 2) визначаємо глибину різання:

$$t = \frac{D_{\text{заг}} - D}{2} = \frac{119,8 - 115}{2} = 2,4 \text{ мм};$$

- 3) визначаємо подачу:

$$S = 0,8 \div 1,3 \text{ мм/об}, \text{ приймаємо } S = 1,0 \text{ мм/об} \quad /3, \text{ с.266/}$$

- 4) визначаємо швидкість різання за формулою:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot k_v;$$

де T – середнє значення стійкості інструменту, хв.;

$T = 30 \div 60$ хв., /3 с.268/, приймаємо $T = 60$ хв.,

$C_v = 340$; $x = 0,15$; $y = 0,45$; $m = 0,20$ /3, с.269, т.17/

k_v – поправочний коефіцієнт, який визначається за формулою:

$$k_v = k_{mv} \cdot k_{nv} \cdot k_{\varphi} = 1,389 \cdot 1,0 \cdot 0,7 \cdot 1,0 = 0,972;$$

де k_{mv} – коефіцієнт, який враховує вплив матеріалу на швидкість різання визначається за формулою:

$$k_{mv} = k_r \cdot \left(\frac{750}{\tau_B}\right)^{nv} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{540}\right)^{1,0} = 1,389; \quad /3, \text{ с.262, т.1, т.2/}$$

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

k_{nv} – коефіцієнт, який враховує вплив стану поверхні заготовки на швидкість різання, $k_{nv} = 1,0$ /3, с.263, т.5/

k_{nv} – коефіцієнт, який враховує вплив матеріалу інструменту на швидкість різання, $k_{nv} = 1,0$ /3, с.263, т.6/

k_{φ} – коефіцієнт, який враховує вплив параметрів різця на швидкість різання,

$$k_{\varphi} = 0,7 \quad /3, \text{ с.271, т.18/}$$

Отже:

$$v = \frac{340 \cdot 0,972}{60^{0,2} \cdot 2,4^{0,15} \cdot 1,0^{0,45}} = 127,83 \text{ м/хв.};$$

приймаємо $n=355$ об/хв. (як у верстаті 16К20Ф3)

б) уточнюємо швидкість різання:

$$v = \frac{n\pi D}{1000} = \frac{3,14 \cdot 355 \cdot 119,8}{1000} = 133,54 \text{ м/хв.};$$

7) визначаємо силу різання за формулою:

$$P_z = 10C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot k_p;$$

де $C_p = 300$; $x = 1,0$; $y = 0,75$; $n = -0,15$ /3, с.273, т.22/

$$k_p = k_{mp} \cdot k_{\varphi p} \cdot k_{\gamma p} \cdot k_{z p} \cdot k_{\tau p};$$

де k_{mp} – коефіцієнт, який враховує вплив якості оброблюваного матеріалу на силові залежності:

$$k_{mp} = \left(\frac{\tau_b}{750}\right)^n = \left(\frac{540}{750}\right)^{0,75} = 0,780; \quad /3, \text{ с.264, т.9/}$$

$k_{\varphi p} \cdot k_{\gamma p} \cdot k_{z p} \cdot k_{\tau p}$ – коефіцієнт, який враховує вплив геометричних параметрів ріжучої частини інструменту на складові сили різання: $k_{\varphi p} = 0,89$;

$$k_{\gamma p} = 1,0;$$

$$k_{z p} = 1,0; \quad k_{\tau p} = 0,93 \quad /3, \text{ с.275, т.23/}$$

Отже:

$$k_p = 0,782 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,647;$$

$$\text{Тоді: } P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2,4^{1,0} \cdot 1,0^{0,75} \cdot 133,54^{-0,15} \cdot 0,647 = 2236 \text{ Н};$$

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

8) потужність різання, кВт

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{2236 \cdot 133,54}{1020 \cdot 60} = 4,878 \text{ кВт};$$

9) визначаємо основний технологічний час за формулою:

$$T_o = \frac{L_{p.x}}{n \cdot S_o}, \text{ хв.};$$

де $L_{p.x} = l + l_1 + l_2 = 48 + 2 + 2$ – довжина робочого ходу інструменту, м;

$L_{p.x} = 52$ мм; l – довжина обробки, $l = 48$ мм;

l_1 – довжина врізання, $l = 2$ мм;

l_2 – перебіг різця, $l = 2$ мм;

тоді:

$$T_o = \frac{52}{355 \cdot 1,0} = 0,15 \text{ хв.};$$

Розраховуємо режими різання для точіння (чорнового) поверхні 2.

1) Глибина різання: $t = \frac{D_3 - D}{2} = \frac{105,9 - 100,773}{2} = 2,564$ мм;

2) Подача: $S = 0,8 \div 1,3$ мм/об; приймаємо $S = 0,9$ мм/об; /3, с.266/

3) Швидкість різання (значення коефіцієнтів ті самі, що і в попередньому розрахунку).

$$v = \frac{340 \cdot 0,972}{60^{0,2} \cdot 2,564^{0,15} \cdot 0,9^{0,45}} = 132,67 \text{ м/хв.};$$

4) Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000v}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 132,67}{3,14 \cdot 105,9} = 398,98 \text{ об/хв.};$$

5) Уточнюємо швидкість різання при частоті обертанні шпинделю $n = 355$ об/хв.;

$$v = \frac{3,14 \cdot 355 \cdot 105,9}{1000} = 118,05 \text{ м/хв.};$$

6) Сила різання буде:

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

$$P_z = 300 \cdot 10 \cdot 2,564^{1,0} \cdot 0,9^{0,75} \cdot 118,05^{-0,15} \cdot 0,647 = 2248 \text{ Н};$$

7) Потужність різання:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{61200} = \frac{2248 \cdot 118,05}{61200} = 4,34 \text{ кВт};$$

8) Визначаємо основний технологічний час за формулою:

$$T_o = \frac{L_{p.x}}{n \cdot S_o} = \frac{301,5}{355 \cdot 0,9} = 0,94 \text{ хв.};$$

де $L_{p.x} = 299,5 + 2 = 301,5 \text{ мм}; l_1 = 2 \text{ мм};$

Розраховуємо режими різання для прорізання двох канавок.

1) Швидкість різання розраховуємо по формулі:

$$v = \frac{Cv}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot k_v = \frac{47 \cdot 0,972}{50^{0,2} \cdot 0,25^{0,8} \cdot 2,0^{0,45}} = 63,33 \text{ м/хв.}.$$

$Cv = 47; x = 0,45; y = 0,80; m = 0,20; t = 1,0$ /3, с.269/

$T = 50 \text{ хв.}$ – стійкість інструменту;

$S = 0,25 \text{ мм/об}$ – подача при прорізання канавки

$k_v = 0,972$ – див. попередні розрахунки /3 с.268/,

Вибираємо спеціальний різець, ширина якого повністю відповідає ширині канавок.

2) Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 63,33}{3,14 \cdot 100,773} = 200,14 \text{ об/хв.},$$

уточнюємо по паспорті верстату, $n = 180 \text{ об/хв};$

3) Уточнення швидкості різання:

$$v = \frac{\pi n D}{1000} = \frac{3,14 \cdot 180 \cdot 100,773}{1000} = 56,96 \text{ м/хв.};$$

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

4) Сила різання при прорізанні канавок:

$$P_z = C_p \cdot 10t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot k_p = 10 \cdot 408 \cdot 27^{0,72} \cdot 0,25^{0,8} \cdot 0,782 = 11292 \text{ Н};$$

$$C_p = 408; x = 0,72; y = 0,8; n = 0 \quad /3, \text{ с.273, т.22/}$$

$$t = B_p = 27 \text{ мм}, K_p = K_{mp} = 0,782 \text{ (параметри не враховуємо)}$$

5) потужність різання при прорізанні канавки:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{60 \cdot 1020} = \frac{11292,8 \cdot 56,96}{61200} = 10,51 \text{ кВт};$$

6) визначаємо основний час необхідний для даної операції:

$$T_o = 2T_{o1} = 2 \cdot \frac{L_{p.x}}{n \cdot S} = 2 \cdot \frac{3,886}{180 \cdot 0,25} = 0,17 \text{ хв.};$$

$$L_{p.x} = (100,773 - 97) / 2 + 2 = 3,886 \text{ мм}; l_1 = 2 - \text{врізання інструменту.}$$

На решту переходів механічної обробки режими різання розраховуємо табличним методом згідно літератури /5/.

Результати розрахунків двома методами заносимо в таблицю 1.5.3.

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

Таблиця 1.5.3 Режими різання на механічну обробку деталі “Вал”

№ операції	№ поєрхні	D, мм	t, мм	S _о , мм/об	V _{табл} , м/хв	k _у	V, м/хв	n, хв ⁻¹	n _{пр} , хв ⁻¹	V _{пр} , м/хв	S _з , мм/зуб	N _p , кВт	N _{эф} , кВт	L, мм	l+l ₂ , мм	L _{рз} , мм	N _{вер} , кВт	i	T _о , хв.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
010	1,3	160	3,3	0,5	160	1,05	168	334,4	350	175,84	0,025	3,74	4,08	160	10	170	5,1	1	0,97
	2,4	12	6	0,06	12	1,00	12	318,47	350	13,18	-	2,07	2,59	27	4	33	5,1	1	1,57
	1	119,8	2,4	1,0	ручн.	0,972	127,83	339,8	355	133,54	-	4,878	6,09	48	4	52	15	1	0,15
015	2	105,8	2,564	0,9	ручн.	0,972	132,67	398,38	355	118,05	-	4,34	5,42	293,5	2	301,5	15	1	0,94
	3,4	100,775	27	0,25	ручн.	0,972	63,33	214	180	56,96	-	10,51	13,14	1,886	2	3,886	15	2	0,17
	1	20	10	0,24	17	1,0	17	270,7	280	17,58	-	3,10	3,88	119	3	122	4	1	1,82
020	4	20	10	0,24	17	1,0	17	270,7	280	17,58	-	3,10	3,88	228	3	231	4	1	3,44
	5	20	10	0,24	17	1,0	17	270,7	280	17,58	-	3,10	3,88	265	3	268	4	1	3,99
	7	20	10	0,24	17	1,0	17	270,7	280	17,58	-	3,10	3,88	301	3	304	4	1	4,52
	9	20	10	0,24	17	1,0	17	270,7	280	17,58	-	3,10	3,88	192	3	195	4	1	2,90
	11	20	10	0,24	17	1,0	17	270,7	280	17,58	-	3,10	3,88	155	3	158	4	1	2,35
	1'	22,5	1,25	0,2	20	0,90	18	254,78	280	19,78	-	3,10	3,88	8	2	10	4	6	0,18'6
025	1,2,3	100,773	0,442	0,2	75	1,0	75	237	250	79,11	-	4,21	5,26	310	2	312	15	1	6,24
	4	115	0,5	0,1	60	1,0	60	166,2	180	65	-	4,09	5,11	7,33	2	9,33	15	1	0,52
	5	100,331	20	0,1	75	1,0	75	238,07	250	78,76	-	8,01	10,01	8,17	2	9,17	15	6	0,37'6
	6	100,331	9,5	0,2	75	1,0	75	238,07	250	78,75	-	7,33	9,16	5,16	2	7,16	15	6	0,86
	8	100,331	1,0	0,24	75	1,0	75	238,07	250	78,76	-	2,04	2,55	0,5	1	1,5	15	8	0,20
	9	100,331	4,0	0,24	75	1,0	75	238,07	250	78,76	-	2,12	2,65	1,0	1	2,0	15	2	0,07
030	1	28,5	14,25	0,28	23	1,0	23	238,07	280	25,06	-	2,75	3,45	35	3	38	4	6	0,48'6
035	1'	8,5	4,25	0,2	20	1,0	20	749,3	900	21,35	-	3,10	3,88	23	2	25	4	6	1,02
	1	10	0,75	0,2	20	0,93	19	605,1	630	19,78	-	1,09	1,36	2,6	2	4,6	4	6	0,22
	2	10	0,5	1,5	4	1,0	4	127,9	140	4,4	-	2,56	3,20	20	2	22	4	6	0,63
040	1	90	0,03	0,3	30	1,0	30	243,7	250	31,06	-	8,37	10,46	10	2	12	15	5	0,80
	2	90	0,03	0,3	30	1,0	30	243,7	250	31,06	-	8,21	10,26	10	2	12	15	2	0,32
	1	130	8	0,1	60	1,05	63	154,34	160	65,31	0,05	5,94	7,43	15	3	18	7,5	6	1,13'6
045	1	100,331	0,968	0,5	30	1,0	30	95,23	110	34,65	-	7,30	9,12	300	3	303	10	1	5,51
	1'	100,063	0,134	0,5	30	1,0	30	95,48	110	34,56	-	5,63	7,04	300	3	303	10	1	5,51

Таким чином провівши аналіз режимів різання та звернувши увагу на потужність різання, можна зробити наступні висновки:

1) верстат 16K20Ф3 на операції 015 повністю відповідає вимогам по потужності для даних умов різання;

2) верстат 16K20Ф3 на операції 040 можна було б замінити на верстат з меншою потужністю, але це ми не будемо робити, так як він повністю задовольняє умовам і габаритним розмірам деталі.

А в загальному вся гама верстатів майже повністю використовується по потужності.

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

1.6. Аналіз точності обробки

Проводимо аналіз точності обробки поверхні $\varnothing 100,33^{(+0,12)}$

- точіння півчистове.

Початкові дані:

Обробляють циліндричну поверхню на партії валів на токарно-гвинторізному верстаті моделі 16К20-Ф3. Матеріал деталі - сталь 35 (ГОСТ 1050-84), $\tau_b = 54 \text{ кгс/мм}^2 = 540 \text{ МПа}$. Деталь кріпиться в цанговому спеціальному патроні. Інструмент – прохідний різець, оснащений пластиною з твердого сплаву Т15К6 з геометрією ріжучої частини: $\phi = 90^\circ$; $\phi_1 = 10^\circ$; $r = 2 \text{ мм}$; $\gamma = 10^\circ$; $\alpha = 8^\circ$; $\alpha = 0^\circ$.

Обробку ведуть на заздалегідь налагодженому верстаті, настроювання здійснюється методом пробних деталей з використанням мікрометра МК100-125. Ескіз обробки дано на форматі А1.

Основними похибками, що виникають при обточуванні циліндричної поверхні і впливають на точність її радіуса – замикаючі ланки технологічного розмірного ланцюга є:

Δb – похибка форми від геометричної точності верстата в радіальному напрямі;

$\Delta' b$ – зумовлена радіальним биттям шпинделя і в основному напрямі;

$\Delta'' b$ зумовлена відхиленням паралельності осі шпинделя напрямним станини в горизонтальному напрямі. Ця похибка постійна.

Δn – похибка настроювання системи ВПід на отримання заданого розміру. При багаторазовому настроюванні вона має випадковий характер проявлення в часі.

Δu – похибка від зміни величини деформації системи ВПід внаслідок зміни сил різання, викликаних зміною глибини різання від t_{max} до t_{min} і зміною механічних властивостей оброблюваного матеріалу. Оскільки деталь відносно недовгої довжини, то зміною податливості системи по довжині обробки нехтуємо,

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

Δy - випадкова похибка;

Δi – похибка від розмірного спрацювання різця, береться зі знаком “+”, систематично закономірна змінна.

Δt – похибка від теплової деформації різця, береться зі знаком “-”, систематично закономірна змінна.

Похибка форми в осьовому напрямі від розмірного спрацювання і теплової деформації нехтуємо (розміри оброблюваної поверхні відносно невеликі і ці похибки частково компенсуються).

Розрахунок похибок обробки $\varnothing 100,33^{(+0,12)}$.

1) Похибка форми від геометричної неточності:

$$\Delta e'_R = \frac{\alpha'}{2} = \frac{0,008}{2} = 0,004 \text{ мм},$$

де α' – постійність діаметра зразка в поперечному перетині, мм,

$$\alpha' = 0,008 \text{ мм} \quad /6, \text{ т.9, с. 40/}$$

$$\Delta e''_R = \frac{\alpha''}{2} = \frac{0,02}{2} = 0,01 \text{ мм},$$

де α'' – постійність діаметра зразка в повздовжньому перетині, мм,

$$\alpha'' = 0,02 \text{ мм} \quad /6, \text{ т.9, с. 40/}$$

Отже:

$$\Delta e_R = \Delta e'_R + \Delta e''_R = 0,004 + 0,01 = 0,014 \text{ мм},$$

Δ_P – похибка регулювання положення різця, мм,

$\Delta_P \approx 0,03$ мм – регулювання здійснюється з допомогою системи ЧПК з дискретністю 0,005 мм. /6, т.9, с. 40/

$$\Delta_{\text{вим}} = 0,012 \text{ мм} \text{ – мікрометр МК 100-125 I кл.} \quad /6, \text{ т.20, с. 67/}$$

2) Похибка від зміни величини деформації:

$$\Delta_R = 11C_P \cdot S^{xy} \cdot v^{np} \cdot K_p (t_{\max}^{xy} - t_{\min}^{xy}) \cdot \omega,$$

де $t_{\max}^{xy} = 0,842$ мм,

$$t_{\min}^{xy} = 0,332 \text{ мм.}$$

$$v = 79,11 \text{ м/хв.};$$

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

$S = 0,20$ мм/об – дані отримані на попередніх етапах розробки процесу обробки.

$C_{py}; Y_{py}; n_{py}; X_{py}$; - коефіцієнт і показники степенів для визначення сили P_y .

$$C_{py} = 243; Y_{py} = 0,6;$$

$$n_{py} = -0,30; X_{py} = 0,9. \quad /3, \text{ т.22, с. 273/}$$

K_p – поправочний коефіцієнт,

$$K_p = K_{mr} \cdot K_{fp} \cdot K_{rp} \cdot K_{xp} \cdot K_{rp} :$$

$$K_p = \left(\frac{340}{750} \right)^{0,75} \cdot 0,5 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,39, \quad /3, \text{ т.23, с. 275/}$$

P_y – нормальна складова сили різання, Н,

ω – податливість системи ВПід, мкм/Н,

$$\omega = \frac{200}{5488} = 0,0364 \text{ мкм/Н}, \quad /3, \text{ т.29, т. 11/}$$

Отже:

$$\Delta Y_R = 11 \cdot 243 \cdot 0,20^{0,6} \cdot 79,11^{-0,3} \cdot 0,39 (0,842^{0,9} - 0,332^{0,9}) \cdot 0,0364 = 0,0019 \text{ мм}$$

3) Похибка миттєвого розсіювання:

$$\Delta_{MHR} = 1,2 \sqrt{\Delta_M^2 + \Delta_y^2 + \Delta \sigma^2} = 1,2 \sqrt{0,008^2 + 0,0019^2 + 0,014^2} = 0,0195 \text{ мм},$$

$$\Delta_{MH} = 2 \cdot \Delta_{MHR} = 2 \cdot 0,0195 = 0,0390 \text{ мм}$$

4) Похибка від теплової деформації

$$\Delta_T = -C \frac{L_p}{F} \tau_e (t \cdot S)^{3/4} \cdot \nu^{1/2} \cdot \frac{T_o}{T_o + T_{nep}} (1 - e^{-\frac{4\tau}{\tau_m}}),$$

де C – константа, $C = 4,5$;

L_p і F – виліт різця в мм і площа поперечного перерізу його державки, мм,

$$L_p = 20 \text{ мм},$$

$$F = 16 \cdot 25 = 400 \text{ мм}^2,$$

τ_e – границя міцності оброблюваного матеріалу, кг/мм²,

$$\tau_e = 54 \text{ кг/мм}^2,$$

T_o – основний час обробки (даної поверхні),

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

$$T_o = 60 \text{ хв.},$$

$$T_{пер} = T_{ум} - T_o = 11,5 - 6 = 5,50 \text{ хв.},$$

$T_{пер}$ – тривалість перерв між обробкою кожної деталі,

τ_m – константа, змінюється в межах 12-24 хв.,

приймаємо $\tau_m = 16 \text{ хв.}$

Підставивши всі величини отримали:

$$\Delta_T = -4,5 \cdot \frac{20}{400} \cdot 54(0,842 \cdot 0,20)^{0,75} \cdot 79,11^{0,5} \cdot \frac{6}{6 + 5,50} (1 - e^{-\frac{4\tau}{16}}) = -14,822(1 - e^{-\frac{\tau}{4}})$$

,

5) Похибка від розмірного спрацювання:

$$\Delta i = u_o (1 + \frac{v \cdot \tau}{1000}) = 5(1 + \frac{79,11}{1000} \cdot \tau) = 5(1 + 0,0791\tau),$$

де $u_o = 5 \text{ мкм/км}$ – відносний знос різця /2, т.28, с. 74/

τ – змінна величина.

Проводимо розрахунки і результати заносимо в таблицю 1.6.1.

Таблиця 1.6.1 Результати розрахунку похибки, мкм

$\tau_{хв}$	0	2	4	8	12	16	20	40	60	80	100
Δi	0	5,791	6,582	8,164	9,747	11,329	12,911	20,822	28,733	36,644	44,555
ΔT	0	-5,832	-9,369	-12,816	-14,084	-14,550	-14,722	-14,821	-14,822	-14,822	-14,822
$\Delta_{сум} =$ $= 2(\Delta i - \Delta T)$	0	-0,082	-5,574	-9,304	-8,671	-6,443	-3,622	12,001	27,822	43,644	59,346

Теоретична діаграма точності обробки показана в графічній частині. З діаграми визначаємо технологічну стійкість інструменту: $T_T = 116 \text{ хв.}$

Оскільки економічна стійкість інструменту T_c становить 60 хв., тобто $T_c < T_T$, загальна похибка обробки (за діаграмою) $\Delta_{сум} = 0,06682 \text{ мм.}$

Настроювальний розмір $d_{настр}$ при симетричному розташуванні поля розсіювання становить:

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а						

$$d_{настр} = d_{min} + 0,5\Delta_{н.м} + \Delta_{сист.мин} + \frac{T - \Delta_{сум}}{2},$$

де d_{min} – найменше граничне значення розміру,

$$d_{min} = 100,331 \text{ мм},$$

$\Delta_{сист.мин}$ – найменше значення систематичної похибки, таблиця 1.5.4,

$$\Delta_{сист.мин} = 9,304 \text{ мкм} = 0,0093$$

T – допуск витримувального розміру, мм.

Отже:

$$d_{настр} = 100,331 + 0,5 \cdot 0,039 + 0,0093 + \frac{0,12 - 0,06682}{2} = 100,3864 \text{ мм}.$$

Тривалість обробки до вимушеної зміни різця:

$$T_{зм} = \frac{T_c(T_o + T_{пер})}{T_o} = \frac{60(6 + 5,50)}{6} = 115 \text{ хв}.$$

Питомий вклад C_j первинних похибок обробки в загальну похибку визначаємо за формулою:

$$C_j = \frac{\Delta_j}{\Delta_{сум}} \cdot 100\%,$$

де Δ_i – величина j -ої похибки.

Результати зведені в таблиці 1.5.2, на основі яких побудована гістограма похибок (див. графічну частину, аркуш).

Таблиця 1.6.2 результати розрахунку

Значення похибки Δ_j	Δ_{ϵ}	Δ_n	Δ_y	$\Delta_{м.н}$	Δ_i	Δ_T	$\Delta_{сист}$
Значення похибки Δ_j , мм	0,014	0,008	0,0019	0,039	0,0509	0,0148	0,0278
τ_i %	20,96	11,98	2,84	58,38	78,20	22,16	41,62

З гістограми похибок встановлюємо, що домінуючою похибкою є похибка від розмірного спрацювання.

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а			

Можливі основні заходи по підвищенню надійності забезпечення точності обробки – використання МОР і інструмент із вищою стійкістю.

1.6.1 Проектування керуючої програми для верстата з ЧПК для Вал 06.09.198.009

Для розробки керуючої програми була використана комп'ютерна САМ-система SprutCAM 2007. Система дозволяє проектувати обробку на сучасних верстатах з ЧПК токарної та фрезерної груп.

Початковими даними для проектування керуючої програми є тривимірна твердотільна модель оброблюваної деталі, її заготовки та технологічний процес обробки.

Створення 3-D моделей деталі «Вал» та її заготовки проводили в системі Компас-3D.

Після побудови моделей вони були записані в універсальному графічному форматі *.igs, який використовується для передачі інформації серед різних систем проектування. Ці файли були імпортовані у систему Sprut-CAM (рис.16.1,16.2).

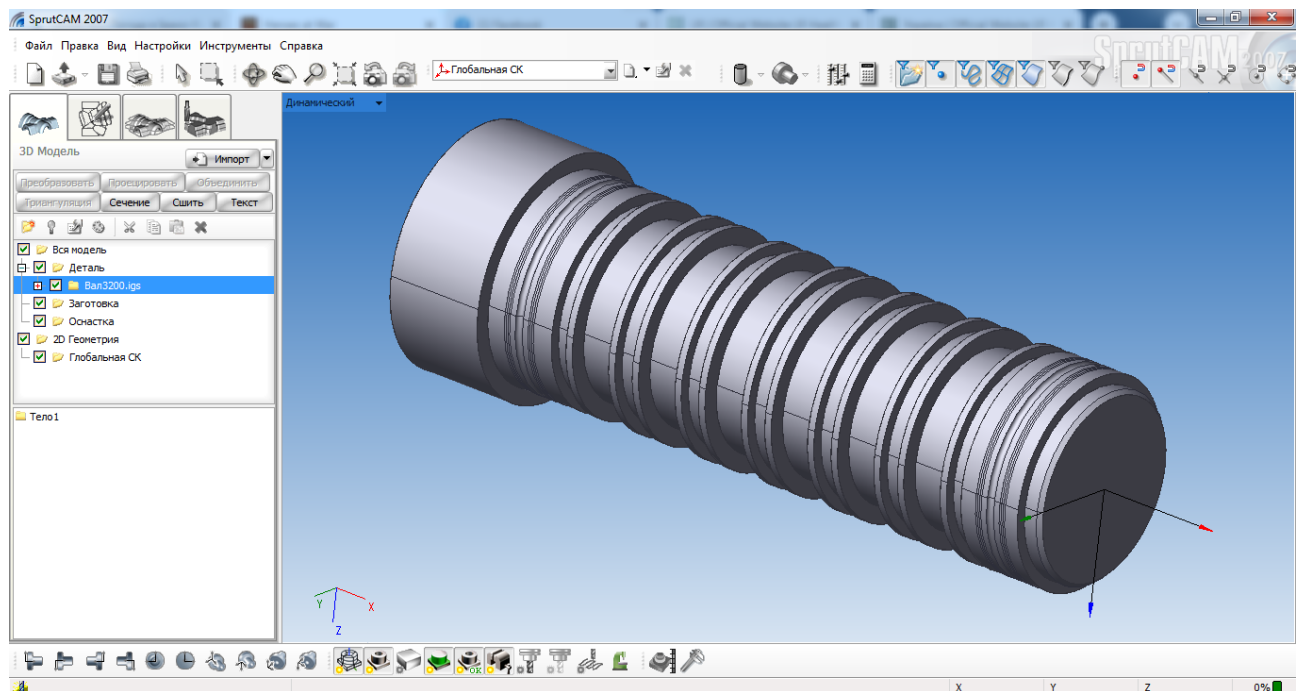


Рисунок 16.1 – 3D-модель вала, імпортована у систему SprutCAM

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

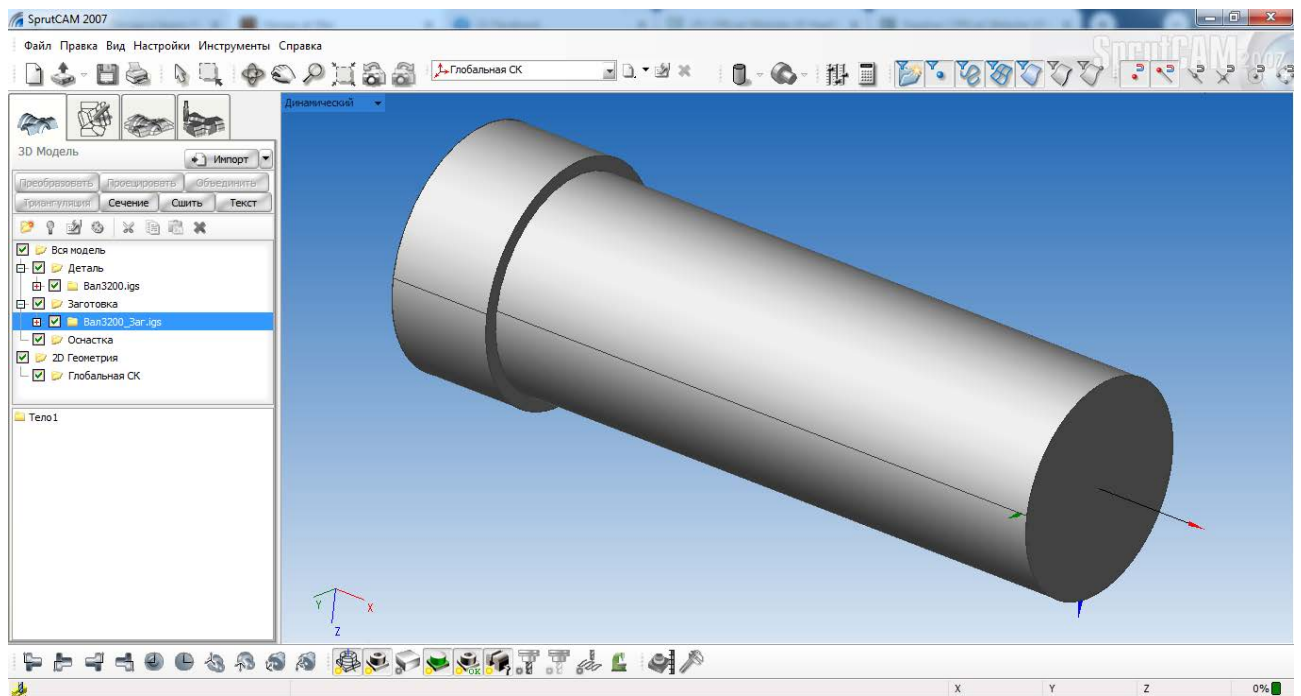


Рисунок 16.2 – 3D-модель заготовки вала, імпортована у систему SprutCAM

На вкладці «Технологія» вибираємо верстат, на якому буде проводитись обробка з ЧПК. Далі необхідно спроектувати всі переходи. При цьому враховуємо розроблений технологічний процес, задаючи відповідні параметри у робочих завданнях кожного виду робіт (рис.16.3-10).

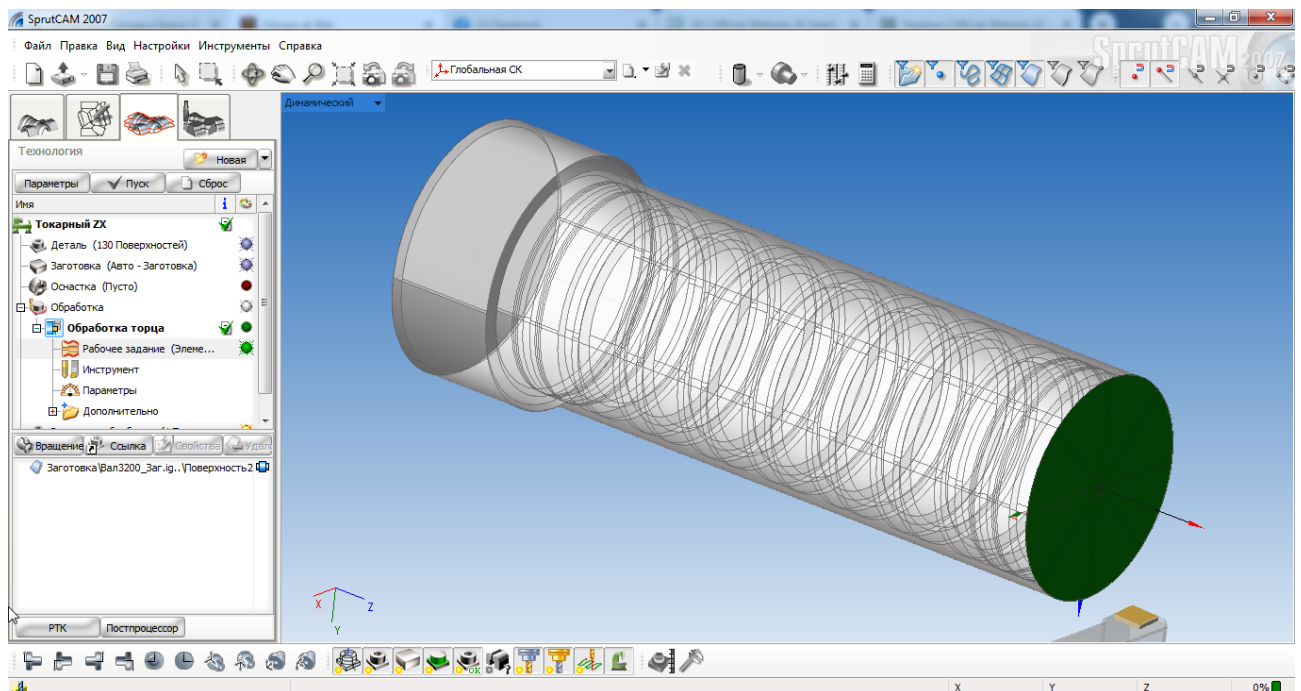


Рисунок 16.3 – Проектування обробки торця

					МП.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

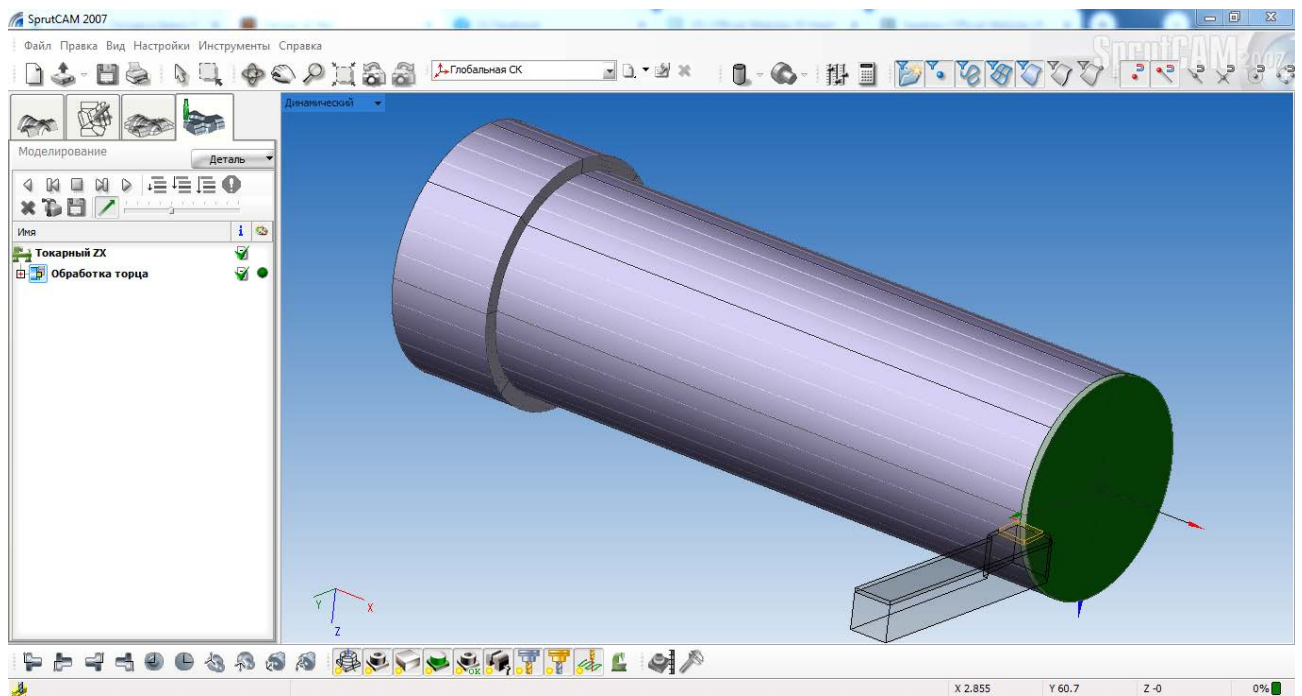


Рисунок 16.4 – Моделювання обробки торця

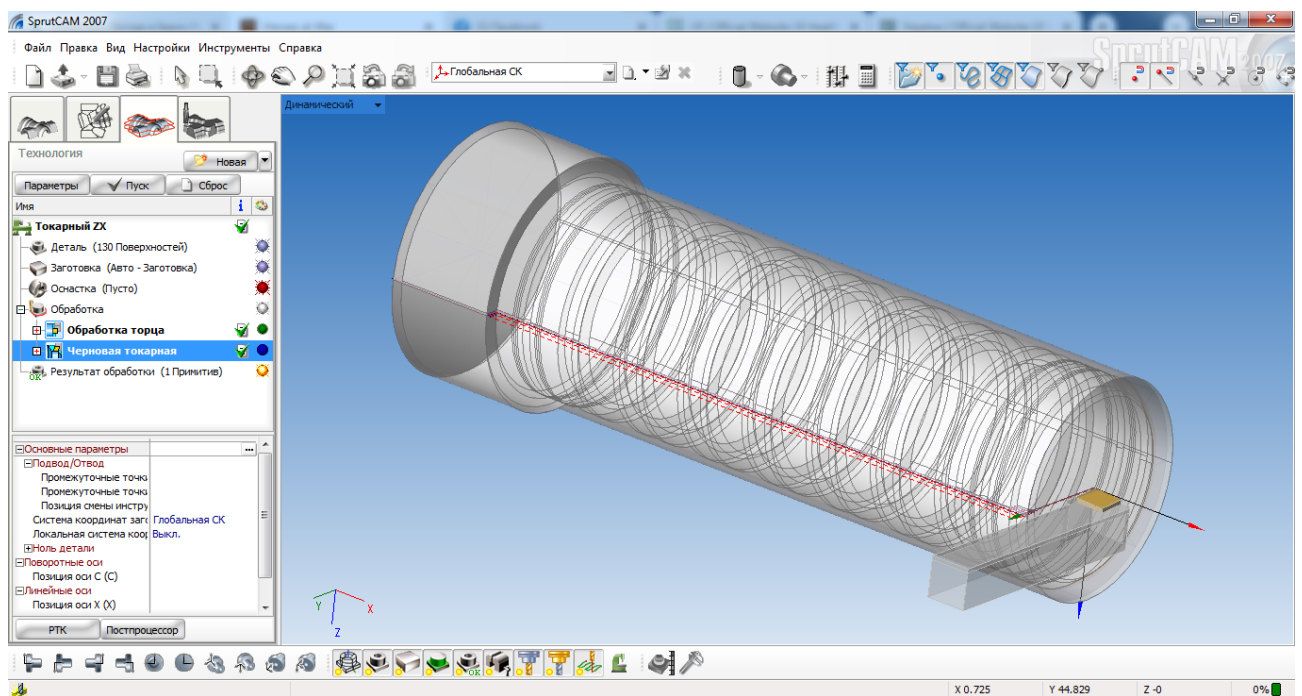


Рисунок 16.5 – Проектування чорнової обробки

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

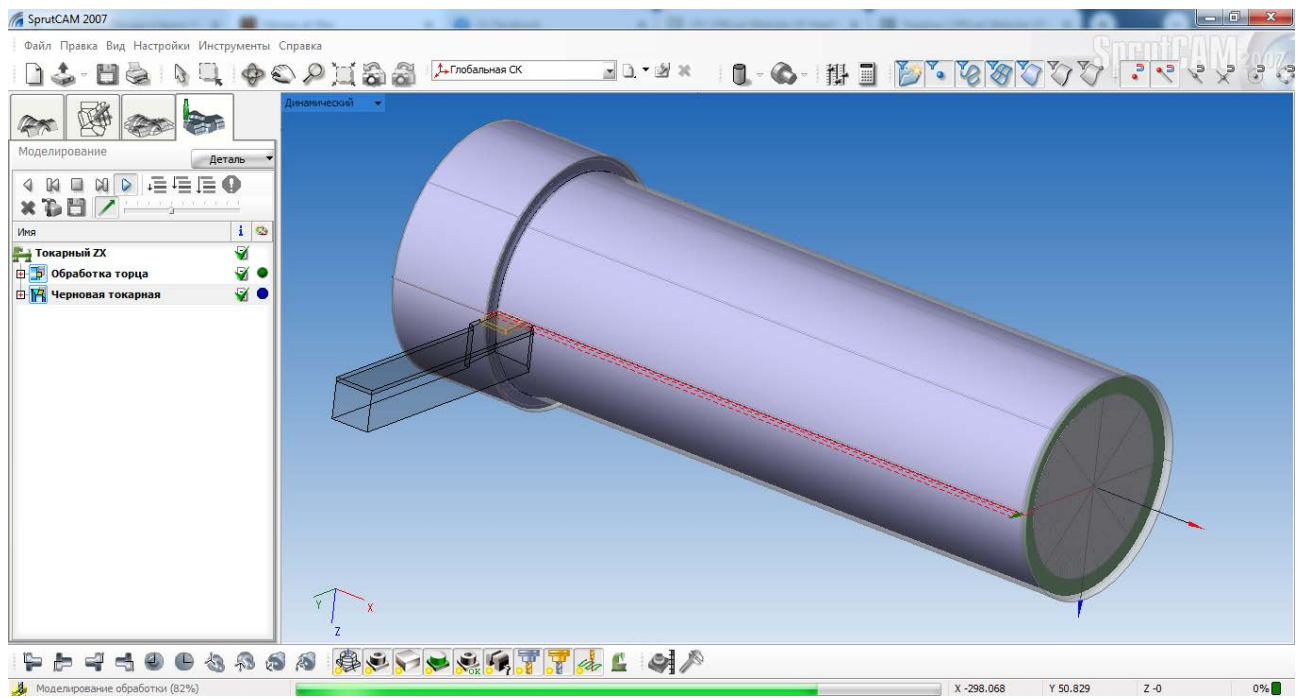


Рисунок 16.6 – Моделювання чорнової обробки

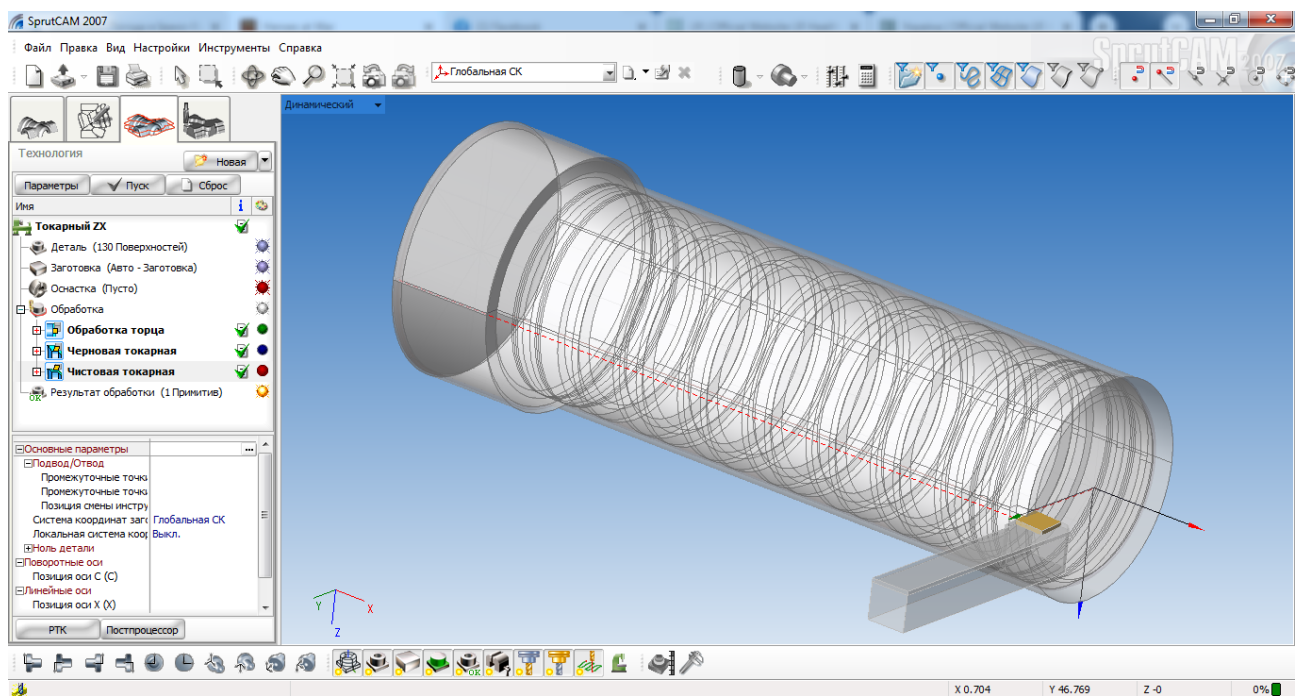


Рисунок 16.7 – Проектування чистової обробки

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

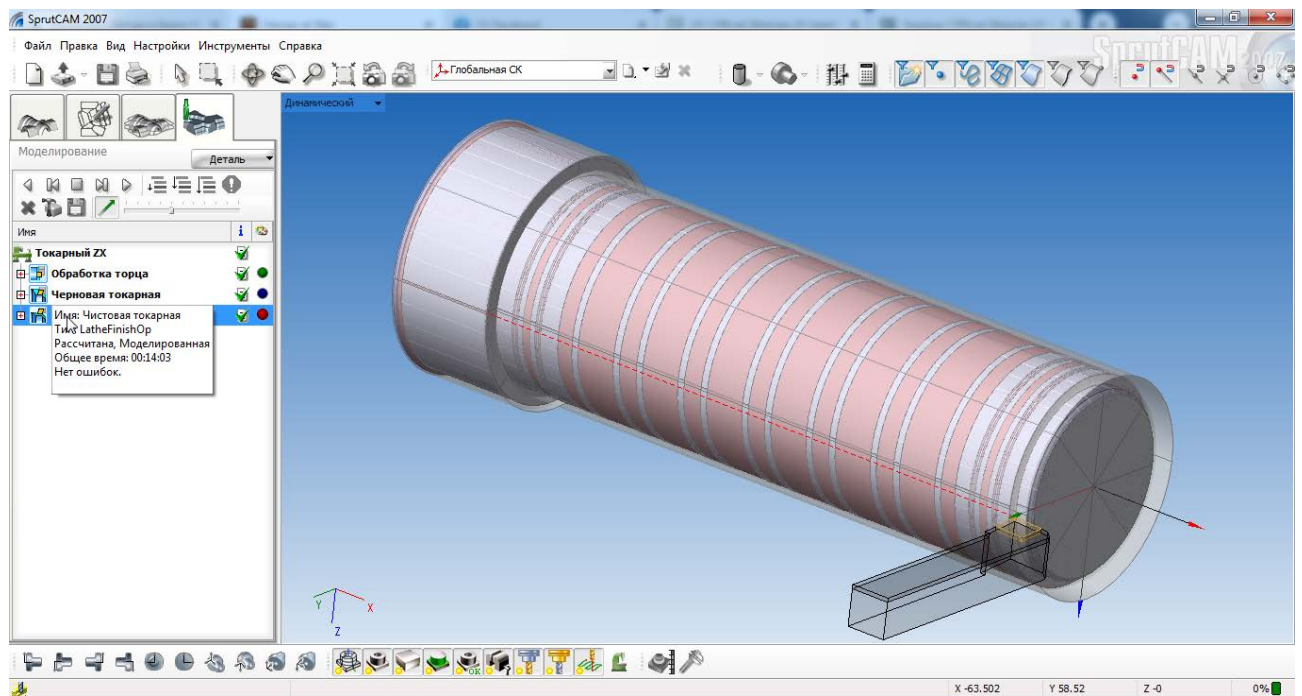


Рисунок 16.8 – Моделирование чистовой обработки

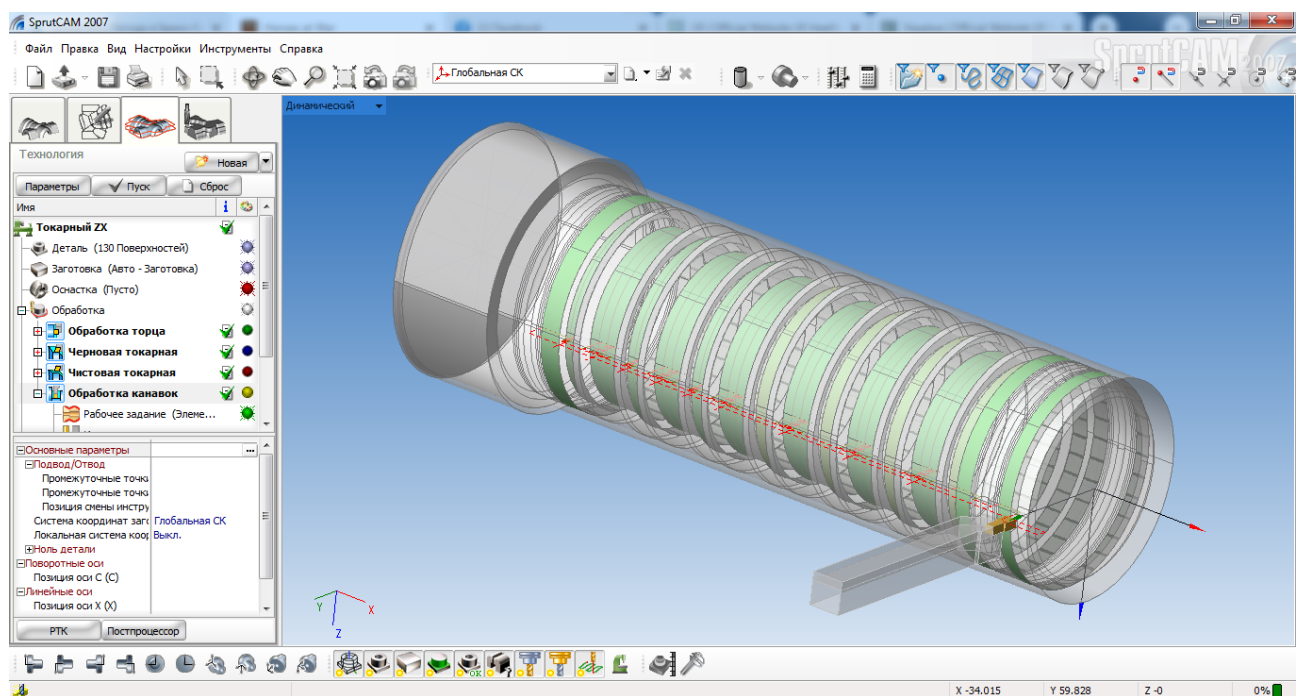


Рисунок 16.9 – Проектирование обработки широких канавок

					МР.ПМК1,5- ИПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

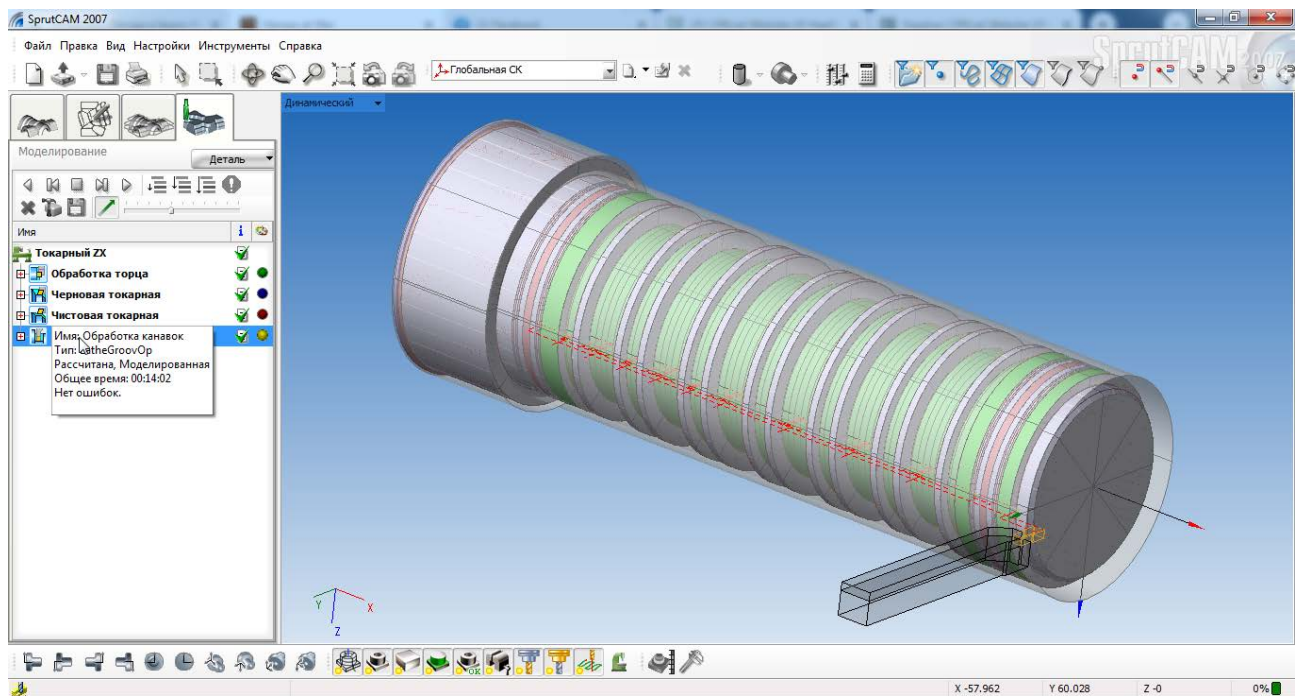


Рисунок 16.10 – Моделирование обработки широких канавок

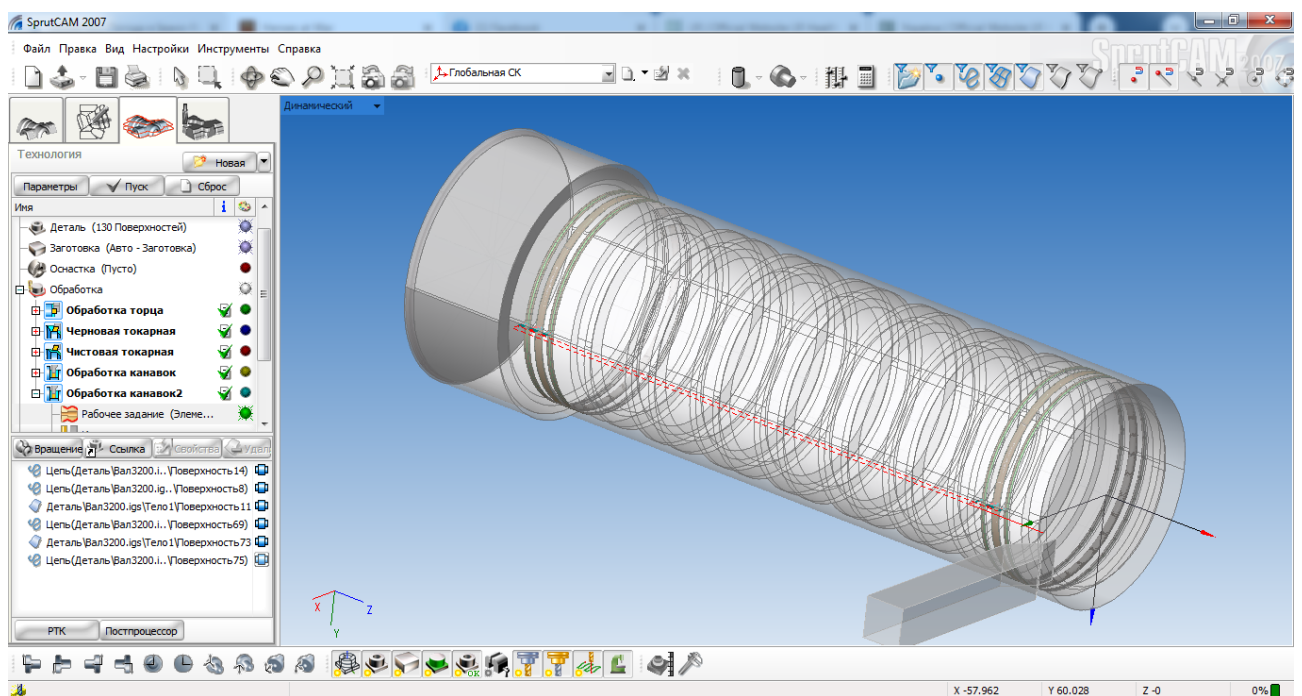


Рисунок 16.11 – Проектирование обработки фасонных канавок

					МР.ПМК1,5- ИПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

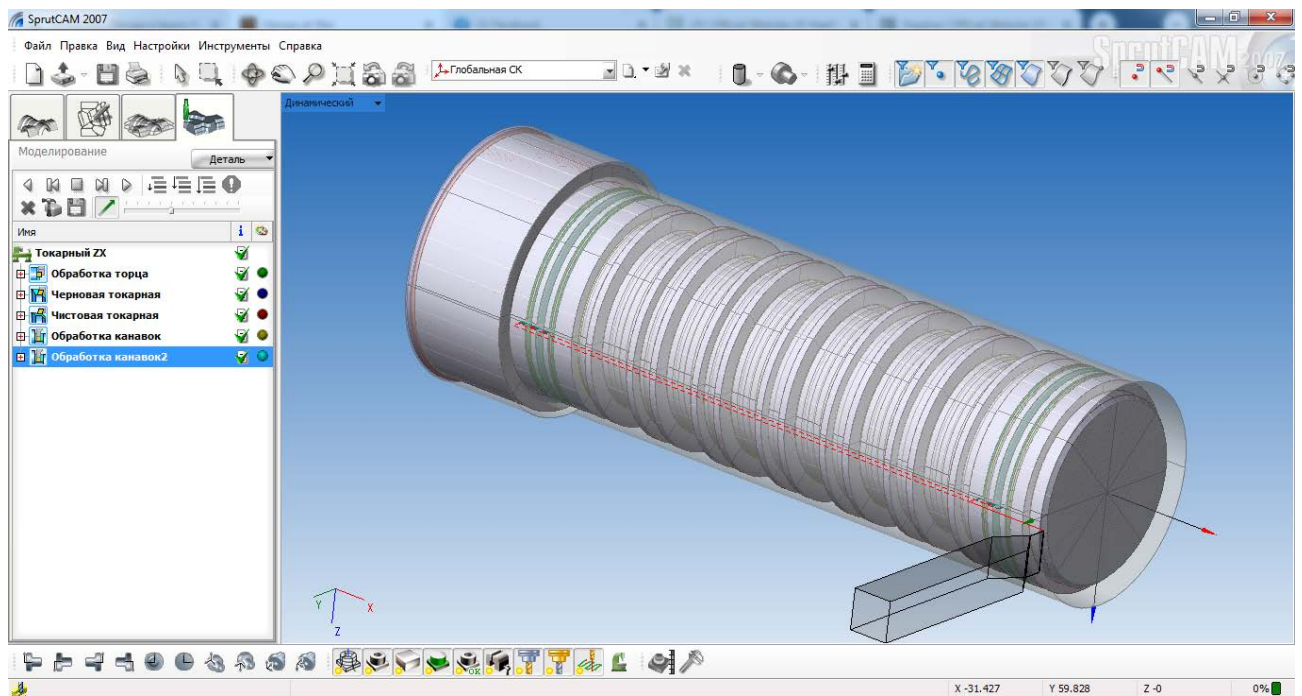


Рисунок 16.12 – Моделирование обработки фасонных канавок

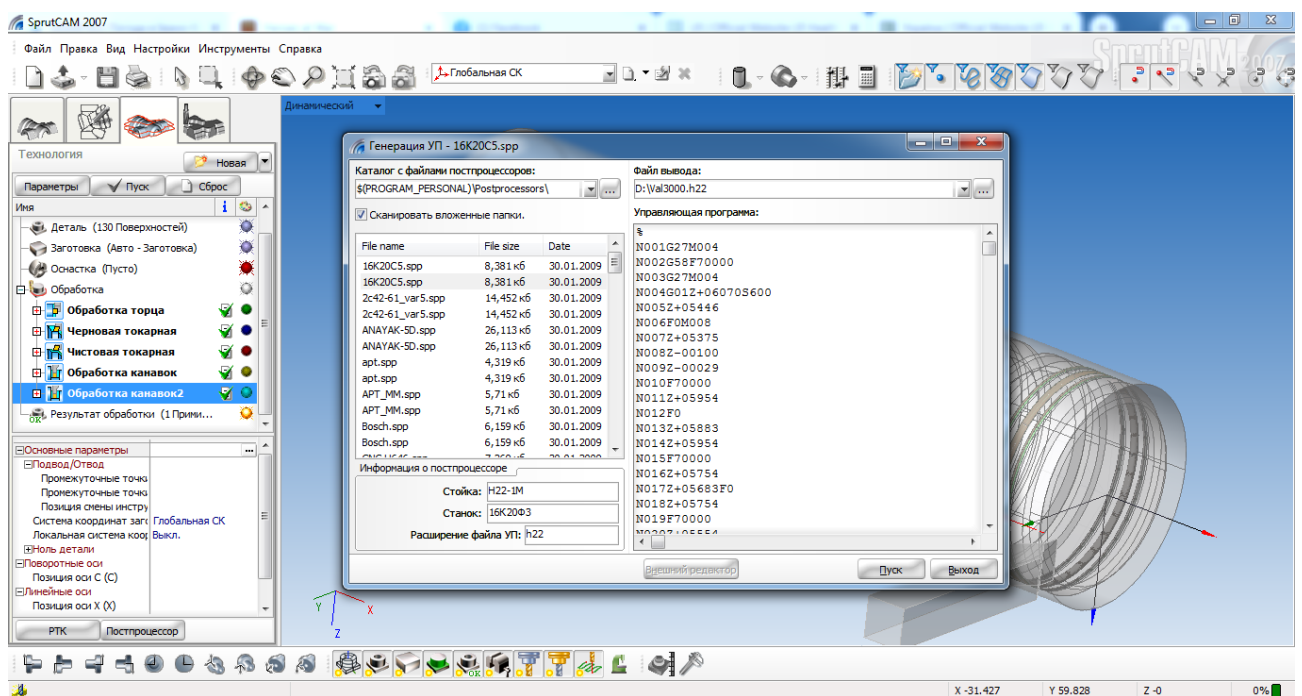


Рисунок 16.13 – Генерування керуючої програми для ЧПК

Текст керуючої програми для ЧПК подано у Додатку.

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

1.6.2 Технічне нормування

Штучний час обробки деталі, хв.:

$$T_{шт} = t_{он} + t_{обсл} + t_{відп} + t_{контр} ,$$

де $t_{он}$ – оперативний час на операцію, хв.;

визначається за формулою

$$t_{он} = t_o + t_{доп} ,$$

де t_o – основний технологічний час, хв.,

$t_{доп}$ – допоміжний час, який враховує (включає) в себе час на установку та зняття деталі і допоміжний час пов'язаний з виконанням допоміжних ходів та переміщення при обробці даної поверхні, хв.;

$t_{обсл}$ – час на обслуговування робочого місця, хв. (в літературі дається у відсотках від оперативного часу);

$t_{відп}$ – час на особисті потреби та відпочинок, хв. (в літературі дається у відсотках від оперативного часу);

$t_{контр}$ – час на контрольні вимірювання, включається в тому випадку, коли воно не може бути перекрито основним технологічним часом, хв.

Штучно-калькуляційний час, хв.:

$$T_{шт.к} = T_{шт} + \frac{T_{н.з}}{n} ,$$

де $T_{н.з}$ – підготовчо-заклучний час, хв.;

n – розмір партії деталей, які запускаються у виробництво, шт.

Підготовчо-заклучний $T_{н.з}$ час при обробці на верстатах з ЧПК складається з витрат часу (прийомів) $T_{н.з1}$ – із витрат $T_{н.з2}$, які враховують допоміжні роботи і часу $T_{н.з3}$ – на обробку деталі.

$$T_{н.з} = T_{н.з1} + T_{н.з2} + T_{н.з3} ,$$

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

Також час на обслуговування робочого місця та час на відпочинок і особисті потреби для верстатів з ЧПК дається як одна величина.

Технічне нормування проводимо згідно /7/ та /2.сс 603÷622/ за значенням вище наведеними формулами, а результати розрахунку зводимо в таблицю 1.5.3

Таблиця 1.6.3 Норми часу, хв.

<i>N on.</i>	<i>t_o</i>	<i>t_{don}</i>	<i>t_{обсл}</i> % <i>t_{on}</i>	<i>t_{відп}</i> % <i>t_{on}</i>	<i>T_{ум}</i>	<i>T_{n.3}</i>			<i>n</i>	<i>T_{ум.к}</i>
						<i>T_{n.31}</i>	<i>T_{n.32}</i>	<i>T_{n.33}</i>		
010	2,54	1,82	0,15	4	8,51	10			92	8,62
015	1,26	0,43	0,17		3,54	4,4	17,2	5,9		3,84
020	20,1	0,49	1,65		22,24	6	17,55	2,5		22,52
025	10,11	0,42	1,05		11,58	7,4	17,2	14,3		12,0
030	2,88	0,36	0,26		3,50	11	19,95	5,0		3,86
035	1,87	0,37	0,18		2,42	6	17,25	5,0		2,73
040	1,12	0,39	0,15		1,66	4,4	17,20	4,3		1,94
045	6,78	1,83	0,30	4	12,91	15				13,07
055	11,02	1,92	1,16	4	18,1	10				18,21
Всього	57, 68				84,46				86,79	

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

Конструкторська частина

2. Патрон цанговий

2.1 Початкові дані

Пристрій призначений для закріплення заготовки на токарній операції 015,025 і 040.

Верстат: токарно-гвинторізний верстат моделі 16К20ФЗ; найбільший діаметр оброблюваної заготовки 400 мм над станиною, найбільша довжина оброблюваної заготовки 1000 мм.

Інструмент: канавочний різець (спеціальний А 27) шириною різальної кромки $B=27$ мм.

Схема базування показана на рисунку 1.4.4. Пристрій одномісний і однопозиційний. Сили (найбільші), що виникають при обробці: $P = 11292,8$ Н.

2.1.1 Будова і принцип роботи пристрою

Деталь Вал 06.09.198.009 встановлюється в цангу 105.026.7010-4093 до упору 5, а до другого торця підводиться центр в центровий отвір одержаний при обробці на попередній (фрезерно-центрувальній) операції. Цанга встановлюється в вкладиш 2. Упор 5 прикріплений до корпусу патрона 1 гвинтами 11. Цанга переміщується в горизонтальній площині за допомогою тяги 4, що в свою чергу кріпиться до хвостової частини цанги гайкою 12. Тяга 4 кріпиться до штоку пневмоциліндра.

При поданні стиснутого повітря в праву частину пневмоциліндра, поршень під дією рідини рухається вліво, при цьому цанга закріплює деталь. Здійснюється токарна обробка. Після закінчення обробки, перекривається доступ повітря в праву частину (воно іде на вихід), натомість повітря подається в ліву частину пневмоциліндра і переміщує шток в горизонтальному напрямку.

Шток безпосередньо зв'язаний з тягою, яка переміщуючись в праву сторону звільняє цангу розкріплюючи деталь. Після зняття деталі встановлюють наступну.

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

Цанга з деталлю переміщується в осьовому напрямі до фіксаторів 3. Для встановлення деталі в пристрій що передбачено конструкцією, можливе використання промислового робота.

2.1.2 Розрахунок сил затиску заготовки, параметрів приводу та опор

Розрахункова схема пристрою показана на рис. 2.1.

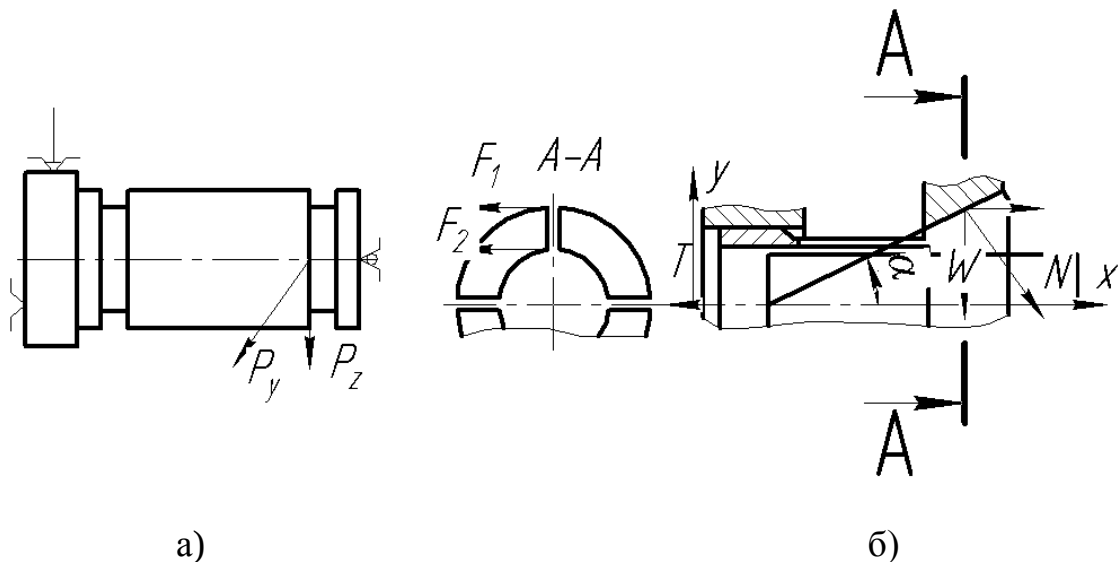


Рисунок 2.1 Розрахункова схема: а) розміщення сил при нарізанні канавки; б) розрахункова схема сили затиску.

При наявності в патроні упору для деталі сили тертя на вказаних поверхнях будуть:

$$F_1 = Nf_1; \quad F_2 = Wf_2;$$

де W – сила затиску деталі.

Виходячи з умови рівноваги системи сил, що діють на цангу можна написати:

$$\begin{aligned} (\sum P)_x &= Nf_1 \cos \alpha + N \sin \alpha + Wf_2 - T = 0; \\ (\sum P)_y &= W + Nf_1 \sin \alpha - N \cos \alpha = 0; \end{aligned} \quad /11, \text{ с. 174/}$$

Визнавши величину N із кожного рівняння і прирівнявши получимо значення, знайдемо відношення:

$$\frac{T - Wf_2}{W} = \frac{\sin \alpha + f_1 \cos \alpha}{\cos \alpha - f_1 \sin \alpha};$$

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

Розділивши чисельник і знаменник правої частини на $\cos\alpha$ получимо:

$$\frac{T - Wf_2}{W} = \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1).$$

Звідси знаходимо необхідно частину сили тяги, що розходиться на закріплення деталі силою W :

$$T = W[\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + \varphi_2].$$

Для даних умов $f_2 = 0,4$; $\alpha = 16^\circ$; $\varphi = 5^\circ 48'$.

Знайдемо силу затиску за формулою:

$$W = \frac{(P_z + P_x \cdot f_1) \cdot k}{f_2}.$$

Згідно рекомендацій /11, с.175/ ця сила визначається в залежності від вертикальної P_z і горизонтальної P_x складових сил різання. В нашому випадку сила P_x відсутня. Коефіцієнт k – коефіцієнт, являє собою добуток коефіцієнтів згідно /2, с.85 /

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 = 1,5 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,3 \cdot 1,0 = 2,36;$$

$k_0 = 1,5$ – гарантований запас міцності;

$k_1 = 1,1$ – коефіцієнт, який враховує збільшення сил різання через випадкові нерівності на оброблюваних поверхнях;

$k_2 = 1,0$ – коефіцієнт, який враховує геометричне розміщення деталі, суцільність профілю;

$k_3 = 1,1$ – коефіцієнт, який враховує затуплення інструменту;

$k_4 = 1,3$ – коефіцієнт, який враховує постійність сили закріплення;

$k_5 = 1,0$ – коефіцієнт, який враховує розташування ручок управління в пристрої.

Приймаємо для розрахунку значення коефіцієнту $k = 2,5$ згідно рекомендацій /2, с.85 /.

$f_1 = 0,1 \div 0,5$, приймаємо $f_1 = 0,12$,

де f_1 і f_2 – коефіцієнти тертя в місцях контакту заготовки з цангою і цанги з корпусом.

Отже:

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

$$W = \frac{11292,8 \cdot 2,5}{0,4} = 70580 \text{ Н.}$$

Крім сили тяги, що потрібна для створення сили W , необхідно при проектуванні приводу до такого напрямку враховувати тягу для подолання сил опору пелюстків цанги, що згинаються при закріпленні деталі. Необхідна сила Q для згину кожного пелюстка може бути визначена по формулі:

$$Q = \frac{3E \cdot I \cdot U}{l^3}.$$

де $E = (2,1 \div 2,0) \cdot 10^5$ - модуль пружності;

I – осьовий момент інерції січення пелюстка в місці його зв'язки з циліндричною частиною цанги;

U – стріла прогину пелюстка, рівна половині зазору, що необхідно для пропуску деталі через цангу, см;

l – довжина пелюстка від основи до середини конуса, см.

Так як:

$$I = \frac{D^3 \cdot l}{8} \left(\alpha_1 + \sin \alpha_1 \cdot \cos \alpha_1 - \frac{2 \sin^2 \alpha_1}{\alpha_1} \right) = \frac{3 \cdot 2,0 \cdot 10^5 \cdot 18^2 \cdot 1,3}{8 \cdot 12,0^3} (0,872 + \sin 0,872 \cdot \cos 0,872 - \frac{2 \sin^2 0,872}{0,872}) = 6612$$

Отже /11, с.175 / сила тяги знаходиться по формулі:

$$T = W [tg(\alpha + \rho) + f_2] + Q \cdot (tg \alpha + f_1) n$$

Підставляємо всі величини і отримуємо:

$$T = 70580 \cdot [tg(16 + 5^\circ 43') + 0,4] + 6612 \cdot (tg(16^\circ) + 0,1) \cdot 3 = 63934 \text{ Н,}$$

де $n = 3$ кількість пелюстків.

Визначаємо діаметр пневмоциліндра за формулою:

$$D = 1,13 \sqrt{P_c / (p \cdot \eta_{max})} = \sqrt{\frac{63934}{0,4 \cdot 0,93}} \cdot 1,13 = 468,46 \text{ мм,}$$

де P_c – сила на штоку, Н, приймаємо

$$P_c = T = 63934 \text{ Н;}$$

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

p – тиск повітря, мПа; тиск в системі

$p = 0,6$ мПа, але для розрахунку приймаємо $p = 0,4$ мПа.

$\eta_{max} = 0,93$ – механічний коефіцієнт корисної дії.

Приймаємо $D = 480$ мм.

Фактичне зусилля на штоку буде рівне:

$$P_c = 0,785 \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta_{max} = 0,785 \cdot 480^2 \cdot 0,4 \cdot 0,93 = 67281,4 \text{ Н.}$$

2.1.3 Розрахунок слабкої ланки

Проведемо розрахунок на розтяг тяги.

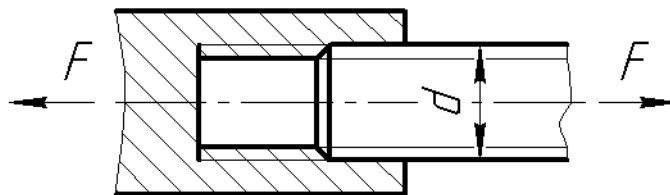


Рисунок 2.2 Схема навантаження

Початкові дані:

- розрахункова схема (рис. 2.2),
- $F = P_c = 67281,4$ Н – сила, яка діє на тягу.

Розрахунок проводимо із умови міцності на розтяг і визначаємо мінімально допустимий діаметр впадин різьби, що нарізана на тязі за формулою:

$$d \geq \sqrt{\frac{4F}{\pi[\tau_p]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 67281}{3,14 \cdot 225}} = 19,52 \text{ мм,}$$

де $[\tau_p]$ – допустиме напруження розтягу, мПа,

$$[\tau_p] = \frac{\tau_T}{n} = \frac{900}{4} = 225 \text{ мПа,}$$

τ_T – границя текучості, для сталі 45, $C_T = 900$ мПа /12, с.113/

n – коефіцієнт запасу міцності,

$n = 4$ – при динамічному навантаженні.

Термообробка тяги – гартування СВЧ.

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

2.2 Пристрій фрезерний

2.2.1 Початкові дані

Пристрій призначений для закріплення деталі на фрезерній операції 045.

Верстат – горизонтально-фрезерний моделі 6Р82Г; розміри робочої поверхні стола 320×1250, відстань від осі горизонтального шпинделя до поверхні стола 30-450 мм.

Інструмент – фреза дискова (Ø 140 мм, $\epsilon = 18$ мм) 105.026.2241-4001.

Схема базування показана на рисунку 1.4.11. Пристрій одномісний.

2.2.2 Будова і принцип роботи пристрою

Даний пристрій призначений для закріплення і базування деталі Вал 06.09.198.009 на операції фрезерування. Деталь встановлюється на призми 41 і 13 циліндричною поверхнею і більшим торцем подається до опору і надівається на палець, що в процесі обробки змінює положення деталі.

Пристрій оснащений двома пневмоциліндрами (позиція 7 і 33). Перший з них призначений для фіксування положення поворотного механізму під час роботи пристрою. Другий пневмоциліндр призначений для створення за допомогою плити 30 і прихвату 21 сили затиску необхідної для заданих умов.

Робітник встановлює заготовку на призми, подає її до упору (насаджуючи одним отвором на палець, отвори нумеровані) і поворотом пневмокрана (позиція 1) одночасно подає стиснуте повітря в два пневмоциліндра, затискаючи і фіксуючи цим самим заготовку в певному положенні. Робітник підводить шпиндель попередньо встановлений на розмір і здійснює фрезерування пазу. Після обробки робітник поворотом крану відпускає деталь, потім рукояткою 5 повертає заготовку на кут 60° і знову фіксує і закріплює її, і все знову повторюється.

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

2.2.3 Розрахунок сил затиску заготовки, параметрів приводу та опор

Розрахункова схема пристрою показана на рисунку 2.3.

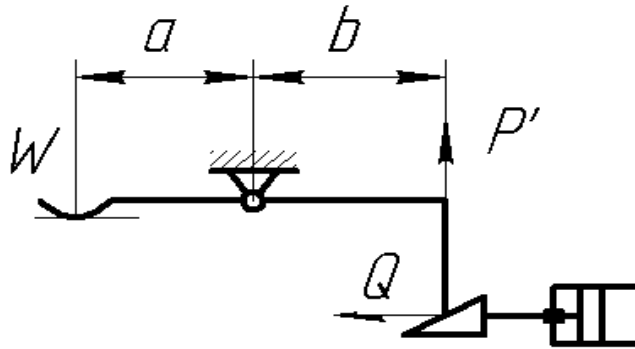


Рисунок 2.3 Розрахункова схема

Визначаємо силу різання для заданих умов обробки:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z \cdot B^y \cdot Z}{D^g \cdot n^\omega} \cdot k_{mp} = \frac{10 \cdot 261 \cdot 8^{0,9} \cdot 0,05 \cdot 18^{0,8} \cdot 22}{140^{1,1} \cdot 160^{0,1}} \cdot 0,782 = 1866 \text{ Н,}$$

де $C_p = 261$; $x = 0,9$;

$y = 0,8$; $g = 1,1$; $\omega = 0,1$; /3, с.291, т. 41/

$S_z = 0,05$; $t = 8 \text{ мм}$; $B = 18 \text{ мм}$;

$D = 140 \text{ мм}$; $Z = 22$ (дивитись розрахунок режимів різання).

Крутний момент, або момент різання, на заготовці:

$$M_p = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{1866 \cdot 84}{2 \cdot 100} = 783,63 \text{ Нм,}$$

де D – діаметр деталі, мм діаметр канавки $D = 84 \text{ мм}$.

Складемо рівняння для даної схеми.

$$\sum M = 0, M_T - kM_p = 0,$$

$$W \cdot \frac{1}{2} \left(f_1 + f_2 \frac{1}{\sin \alpha / 2} \right) - kM_p = 0,$$

Звідси зусилля затиску будемо знаходити за формулою:

$$W = \frac{kM_p}{\frac{d}{2} \left(f_1 + f_2 \frac{1}{\sin \alpha / 2} \right)},$$

де $k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 = 1,15 \cdot 1,2 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,07$;

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

$k_0 = 1,5$ – гарантований запас міцності;

$k_1 = 1,0$ – коефіцієнт, який враховує збільшення сил різання через випадкові нерівності на оброблюваних поверхнях;

$k_2 = 1,0$; $k_3 = 1,15$; $k_4 = 1,2$; $k_5 = 1,0$ /див. пояснення п. 2.1.3/

Приймаємо $k = 2,5$.

f_1 і f_2 – рівні 0,1 – коефіцієнт тертя в місцях контакту відповідно заготовки і прихвату, заготовки і призми.

$\alpha = 90^\circ$ - кут призми, $d = 100$ мм – діаметр, опорний, яким заготовка базується.

Отже:

$$W = \frac{2,5 \cdot 783,63}{50(0,1 + 0,1 \frac{1}{\sin 45^\circ})} = 162,2 \text{ Н.}$$

Знайдемо зусилля Q , що необхідне для створення заданого зусилля затиску:

$$Q = p' \cdot \frac{(\operatorname{tg} \alpha + \varphi'_{np}) + \operatorname{tg} \varphi_2}{1 - \operatorname{tg}(\alpha - \varphi'_{np}) \cdot \operatorname{tg} \varphi_3} \quad /13, \text{ с.181/}$$

$$\varphi'_{np} = \operatorname{arctg} f_1 \cdot \frac{d}{D} = \operatorname{arctg} 0,1 \cdot \frac{10}{28} = 2,045,$$

де φ – кут тертя,

f_1, f_2, f_3 – коефіцієнт тертя,

$$f = 0,1 \div 0,18$$

$$\varphi_2 = \varphi_3 = \operatorname{arctg} f = \operatorname{arctg} 0,1 = 5,71^\circ$$

P' – сила необхідна для створення зусилля затиску.

Виходячи з рисунку 2.3.б маємо

$$P' = \frac{W \cdot \alpha}{v} = \frac{162,3 \cdot 65}{85} = 124,1 \text{ Н,}$$

де $\alpha = 65$ мм, $v = 85$ мм (дані зняті з креслення).

Отже:

$$Q = 124,1 \cdot \frac{(\operatorname{tg} 6 + 2,045) + \operatorname{tg} 5,71}{1 - \operatorname{tg}(6 - 2,045) \cdot \operatorname{tg} 5,71} = 25,57 \text{ кН.}$$

Визначаємо діаметр пневмоциліндра за формулою:

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

$$D = 1,13 \sqrt{Q/(P \cdot \eta_{\max})} = \sqrt{\frac{25,57}{0,4 \cdot 0,75}} \cdot 1,13 = 10,43 \text{ см.}$$

При проектуванні пристрою приймаємо $D = 100$ мм, так як дане зусилля може збільшитись при обробці однотипної деталі на даному верстаті при тих самих умовах.

2.2.4 Розрахунок слабкої ланки

Проведемо розрахунок на зріз штифта (позиція 29).

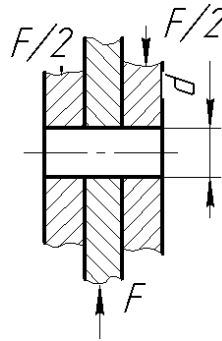


Рисунок 2.4 Схема навантаження

Розрахунок проводимо із умови міцності на зрізі визначаємо мінімально допустимий діаметр штифта за формулою:

$$d \geq \sqrt{\frac{4F}{\pi(\tau_{32})}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 124,1}{3,14 \cdot 85}} = 0,913 \text{ см,}$$

де $F = P' = 124,1 \text{ Н}$ – сила, що діє на штифт,

$[\tau_{32}]$ – допустиме напруження зрізу, МПа,

τ_T – границя текучості, МПа, для сталі 20, $C_T = 260$ МПа з конструктивних міркувань приймаємо $d = 10$ мм.

2.2.5 Розрахунок на точність

Розрахунок проводимо через допустиму неточність встановлення пристрою за формулою (див. п. 2.1.5):

$$T_{np} \leq T_z - 1,2 \sqrt{(0,7\omega)^2 + (0,7\varepsilon_6)^2 + \varepsilon_3^2},$$

де $T = 1,0$ мм, $\omega = 0,20$ мм.

Похибку базування визначаємо по формулі: /2, с.45/

$$\varepsilon_6 = 0,5 \cdot TD \left(1 + \frac{1}{\sin \alpha} \right) = 0,5 \cdot 0,12 \cdot \left(1 + \frac{1}{\sin 45^\circ} \right) = 0,145 \text{ мм,}$$

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

де TD – допуск на діаметр, $TD = 0,12\text{мм}$,

α – кут призми, $\alpha = 45^\circ$.

Похибка закріплення: ε_3 знаходимо по формулі: /2, с.52/

$$\varepsilon_3 = \left[\left(k_{Rz} \cdot R_z + \frac{k_{HB}}{HB} \right) + C_1 \right] \left(\frac{Q}{19,6 \cdot l} \right)^m,$$

де $k_{Rz} = 0,005$, $k_{HB} = 15$, $m = 0$

$$C_1 = 0,086 + \frac{8,4}{D_{зам}} = 0,086 + \frac{8,4}{100} = 0,170\text{мм}, \quad /2, \text{с.52, т.22/}$$

Q – зусилля затиску,

$$Q = W = 162,3 \text{ Н},$$

$HB = 203$ – твердість матеріалу по Брінелю,

$l = 20 \text{ мм}$ – довжина опорної поверхні призми, мм.

Отже:

$$\varepsilon_3 = \left[\left(0,005 \cdot 10 + \frac{15}{203} \right) + 0,170 \right] \cdot \left(\frac{162,3}{19,6 \cdot 2,2} \right)^0 = 0,294\text{мм}.$$

Отже з підстановкою отримаємо:

$$T_{np} \leq 1,0 - 1,2 \sqrt{(0,7 \cdot 0,2)^2 + (0,7 \cdot 0,145)^2 + 0,294^2} = 0,591\text{мм},$$

2.2.6 Рівень стандартизації

Коефіцієнт застосування стандартних деталей та вузлів визначаємо за формулою:

$$k_{np} = (\Sigma_{зам} - \Sigma_0) \cdot 100\% / \Sigma_{зам} = \frac{(44 - 24) \cdot 100\%}{44} = 45,4\%,$$

де $\Sigma_{зам}$ – загальна кількість назв типорозмірів складових частин пристрою;

Σ_0 – кількість назв типорозмірів оригінальних деталей та вузлів.

					МР.ПМК1.5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

2.3 Пристрій для контролю вала

2.3.1 Опис конструкції пристрою

Вал підлягає проміжному контролю після цементації і гартування для визначення термічних повадок і кінцевому контролю після шліфування і чистового точіння для визначення радіального биття поверхонь доріжок і приєднувальних хвостовиків.

Пристрій для контролю вала складається з основи на якій закріплена нерухома бабка і можуть переміщатись рухома бабка і каретка.

Рухомі вузли переміщаються по направляючих основи. Заготовка встановлюється в контрольному пристрої в центрах, розміщених в бабках.

В нерухомій бабці втулка з центром має можливість переміщатись вздовж осі. Для переміщення рухомого центру використовується важіль, ручка якого виведена назовні корпусу бабки. Зовнішній хід центр здійснює під дією пружини.

Отвори під втулки закриті пробками. При знятій пробці можна вибити і поміняти центри.

Блокування рухомої бабки і каретки відбувається поворотом ручки

фіксатора. При повертанні ручки гайка притягує фасонний гвинт, профіль якого копіює направляючі основи. Гвинт притискається до вилки направляючої, що має форму “ластівчиного хвоста ” і фіксує вузол від переміщення. Для розблокування механізму достатньо повернути ручку в зворотному напрямку на кут не більше 120°.

На каретці розміщена вертикальна стійка, на якій монтується оснастка для кріплення індикаторної головки. Оснастка використовується від штативу Ш-П ГОСТ1319-87.

2.3.2 Принцип роботи пристрою

Виставляємо передню і задню бабки так, щоби при відведеному рухомому центрі між ними проходила вісь (віддаль між вершинами центрів при відведеному рухомому центрі повинна бути більша 348мм). Фіксуємо рухома бабку механізмом затиску. Відводимо важелем рухомий центр, вставляємо в

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

пристрій вал, відпускаємо важіль. Під дією пружини центр повертається в попереднє положення, центри заходять в каретку зі змонтованим вимірним інструментом.

Повільно повертаючи деталь в центрах пристрою, знімаємо необхідні покази індикаторної головки.

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

3.Науково-дослідна частина

В освітній практиці відмічена інтенсивна робота по створенню високопродуктивних конструкцій токарних різців для операції відрізки і прорізання канавок. Це обумовлене тим, сучасний рівень розвитку технології пресування, спікання і механічної обробки забезпечив можливість конструювання і виготовлення високоточних державок і СМП з складною геометрією ріжучої частини.

3.1 Визначення геометрії різців з БНП

3.1.1 Перехід із інструментальної у статичну систему координат.

При оснащенні різального інструмента БНП її орієнтують обертанням у гнізді корпуса на кути θ_1 та θ_2 відносно глобальної системи координат. При цьому вирішується одна із двох задач : аналізується існуюча конструкція інструмента, або ж створюється нова.

Якщо створюється новий інструмент, то вихідними даними є форма БНП та необхідна геометрія. За цими даними визначаються кути орієнтації БНП у гнізді корпуса.

Інколи за геометрією та формою БНП розраховуються кути θ_1 та θ_2 , а потім за цими значеннями аналізується геометрія на радіусній та допоміжній різальних кромках (наприклад, щоб $\alpha' \geq 0$). При цьому використовуються три системи координат:

$X_c Y_c Z_c$ - статична (глобальна), нерухома система координат;

$X_i Y_i Z_i$ - інструментальна система координат (ІСК);

$X_n Y_n Z_n$ – перехідна рухома система координат.

У системі $X_i Y_i Z_i$ задаються вихідні параметри БНП, а перехід із цієї системи через $X_n Y_n Z_n$ в систему $X_c Y_c Z_c$ дозволяє визначити положення БНП після повороту на такі кути θ_1 та θ_2 , коли забезпечується необхідна геометрія інструмента в статичній системі координат (ССК) з площинами P_{vc} , P_{nc} , P_{tc} .

Після повороту на кут θ_1 (рис.Б.1) обертається система $X_i Y_i Z_i$ а системи $X_n Y_n Z_n$ та $X_c Y_c Z_c$ нерухомі (до обертання усі системи збігаються).

Після повороту на кут θ_1 у фронтальній площині координати у перехідній системі такі:

$$\begin{cases} x_n = x_i \\ y_n = y_i \cos \theta_1 - z_i \sin \theta_1 \\ z_n = z_i \cos \theta_1 + y_i \sin \theta_1 \end{cases} \quad (\text{Б.1})$$

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

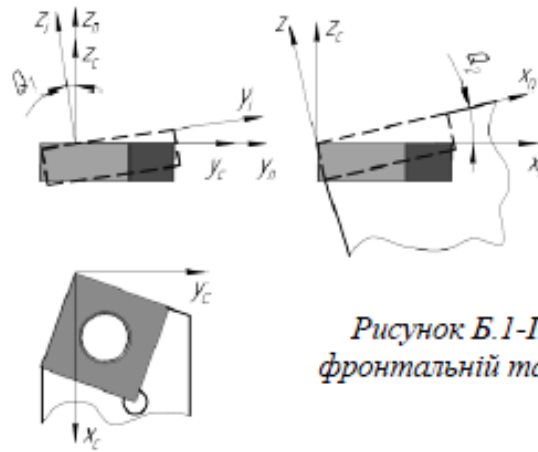


Рисунок Б.1-Поворот пластини у фронтальній та профільній площинах

Після повороту на кут θ_2 у профільній площині, перехід із системи $X_nY_nZ_n$ у систему $X_cY_cZ_c$ відображається рівняннями

$$\begin{cases} x_c = x_n \cos \theta_2 - z_n \sin \theta_2 \\ y_c = y_n \\ z_c = z_n \cos \theta_2 + x_n \sin \theta_2 \end{cases} \quad (\text{Б.2})$$

Остаточно після обох поворотів координати точок БНП у статичній системі координат визначаються підстановкою (Б.1) в (Б.2)

$$\begin{cases} x_c = x_i \cos \theta_2 - \sin \theta_2 (z_i \cos \theta_1 + y_i \sin \theta_1) \\ y_c = y_i \cos \theta_1 - z_i \sin \theta_1 \\ z_c = \cos \theta_2 (z_i \cos \theta_1 + y_i \sin \theta_1) + x_i \sin \theta_2 \end{cases} \quad (\text{Б.3})$$

Ця система рівнянь дозволяє визначити координати точок після повороту на кути θ_1 та θ_2 БНП будь-якої форми: з прямолінійною чи криволінійною різальною кромкою, яка лежить на площині чи має просторову форму.

3.1.2 Визначення статичного кута λ_c

Проведемо в інструментальній системі координат (рис.Б.2) одиничний вектор $\bar{a}$, який виходить із деякої точки А різальної кромки і дотичний до різальної кромки. У площині P_{ni} кут між цим вектором і основною площиною це кут λ_i . Тоді проекція вектора $\bar{a}$ на вісь z_i дорівнює $\bar{c} = \bar{k} \sin \lambda_i$, а проекція його на площину P_{vi} дорівнює $\bar{f} = \bar{a} \cos \lambda_i$. Цей вектор у площині P_{vi} проектується на осі x_i та y_i як $\bar{p} = \bar{i} \cos \lambda_i \sin \varphi_i$ та як $\bar{r} = \bar{j} \cos \lambda_i \cos \varphi_i$ відповідно (бо кут між ним і віссю y_i це кут φ_i).

Тоді

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

$$\cos \mu_z = \cos \theta_2 (\sin \lambda_i \cos \theta_1 - \cos \lambda_i \cos \varphi_i \sin \theta_1) + \cos \lambda_i \sin \varphi_i \sin \theta_2$$

$$\bar{a}_c = \bar{i} \cos \mu_x + \bar{j} \cos \mu_y + \bar{k} \cos \mu_z$$

$$\operatorname{tg} \lambda_c = \frac{\cos \mu_z}{\sqrt{\cos^2 \mu_x + \cos^2 \mu_y}} \quad (\text{Б.4})$$

3.1.3 Визначення статичного заднього кута

Для визначення заднього кута у статичній системі координат різця з БНП проведемо у ІСК вектор $\bar{e}$, одиничний вектор вздовж лінії перетину задньої поверхні та головної січної площини Рті (рис.Б.4).

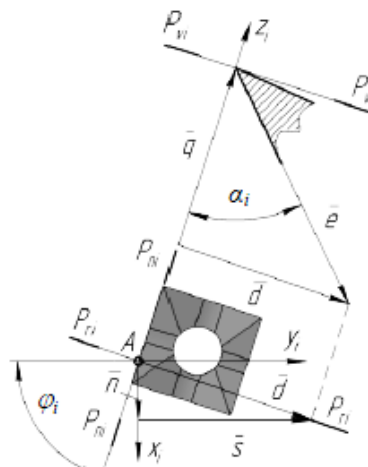


Рисунок Б.4-Визначення координат вектора $\bar{e}$

На рисунку видно, що $\bar{q} = \bar{k} \cos \alpha_i$, $\bar{q} + \bar{e} = \bar{d}$.

На площині x_i, y_i вектор $\bar{d} = \bar{l} \sin \alpha_i$ має проєкції

$$\bar{n} = \bar{i} \sin \alpha_i \cos \varphi_i \text{ та}$$

$$\bar{s} = \bar{j} \sin \alpha_i \sin \varphi_i.$$

Тому

$$\bar{d} = \bar{i} \sin \alpha_i \cos \varphi_i + \bar{j} \sin \alpha_i \sin \varphi_i$$

Отже

$$\bar{k} \cos \alpha_i + \bar{e} = \bar{i} \sin \alpha_i \cos \varphi_i + \bar{j} \sin \alpha_i \sin \varphi_i.$$

Позначимо координати вектора $\bar{e}$ у інструментальній системі координат як

$$\cos \alpha_x, \cos \alpha_y, \cos \alpha_z:$$

$$\cos \alpha_x = \sin \alpha_i \cos \varphi_i,$$

					МП.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

$$\begin{aligned}\cos \alpha_y &= \sin \alpha_i \sin \varphi_i, \\ \cos \alpha_z &= -\cos \alpha_i, \quad \text{отже} \\ \bar{e} &= \bar{i} \cos \alpha_x + \bar{j} \cos \alpha_y + \bar{k} \cos \alpha_z.\end{aligned}\quad (\text{Б.5})$$

У статичній системі координат (ССК) цей же вектор має інші координати (рис.Б.5):

$$\bar{e}_c = \bar{i} \cos \beta_x + \bar{j} \cos \beta_y + \bar{k} \cos \beta_z$$

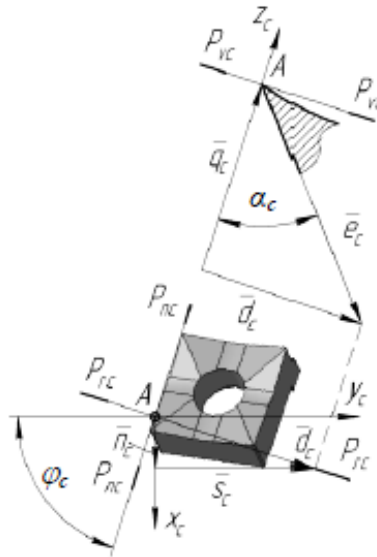


Рисунок Б.5- Визначення координат вектора $\bar{e}_c$

Враховуючи систему (Б.3) виконаємо перехід із ІСК у ССК

$$\begin{cases} \cos \beta_x = \cos \alpha_x \cos \theta_2 - \sin \theta_2 (\cos \alpha_z \cos \theta_1 + \cos \alpha_y \sin \theta_1) \\ \cos \beta_y = \cos \alpha_y \cos \theta_1 - \cos \alpha_z \sin \theta_1 \\ \cos \beta_z = \cos \theta_2 (\cos \alpha_z \cos \theta_1 + \cos \alpha_y \sin \theta_1) + \cos \alpha_x \sin \theta_2 \end{cases}$$

Задній кут у ССК, це кут між вектором $\bar{e}_c$, направленим вздовж лінії перетину задньої поверхні та головної січної площини у ССК і віссю z_c .

Тоді

$$\operatorname{tg} \alpha_c = \frac{\sqrt{\cos^2 \beta_x + \cos^2 \beta_y}}{\cos \beta_z}$$

3.1.4 Визначення статичного переднього кута

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

Для визначення переднього кута у ССК проведемо у ІСК одиничний вектор $\bar{g}$, дотичний до передньої поверхні у даній точці різальної кромки (рис.Б.6).

$$\text{Тоді } \bar{u} = \bar{k} \sin \gamma_i, \quad \bar{u} + \bar{g} = \bar{h}$$

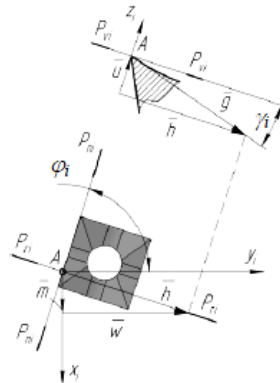


Рисунок Б.6- Визначення координат вектора $\bar{g}$

Проекції $\bar{h}$ на осі x_i і y_i :

$$\bar{m} = \bar{i} \cos \gamma_i \cos \varphi_i,$$

$$\bar{w} = \bar{j} \cos \gamma_i \sin \varphi_i,$$

Отже $\bar{h} = \bar{m} + \bar{w}$, $\bar{g} = \bar{i} \cos \gamma_i \cos \varphi_i + \bar{j} \cos \gamma_i \sin \varphi_i - \bar{k} \sin \gamma_i$.

Позначасмо

$$\cos \delta_x = \cos \gamma_i \cos \varphi_i,$$

$$\cos \delta_y = \cos \gamma_i \sin \varphi_i,$$

$$\cos \delta_z = -\sin \gamma_i.$$

тоді

$$\bar{g} = \bar{i} \cos \delta_x + \bar{j} \cos \delta_y + \bar{k} \cos \delta_z.$$

У статичній системі координат (ССК) цей же вектор має інші координати (рис.Б.7):

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

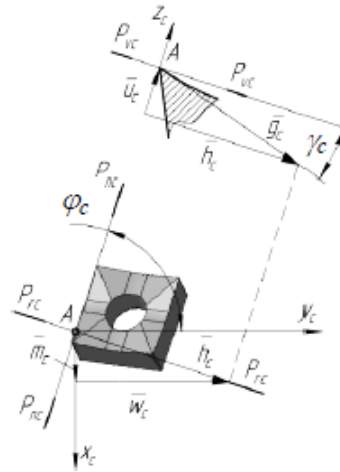


Рисунок Б.7- Визначення координат вектора $\bar{g}_c$

$$\bar{g}_c = \bar{i} \cos \eta_x + \bar{j} \cos \eta_y + \bar{k} \cos \eta_z$$

Враховуючи систему (Б.3) виконаємо перехід із ІСК у ССК

$$\begin{cases} \cos \eta_x = \cos \delta_x \cos \theta_2 - \sin \theta_2 (\cos \delta_z \cos \theta_1 + \cos \delta_y \sin \theta_1) \\ \cos \eta_y = \cos \delta_y \cos \theta_1 - \cos \delta_z \sin \theta_1 \\ \cos \eta_z = \cos \theta_2 (\cos \delta_z \cos \theta_1 + \cos \delta_y \sin \theta_1) + \cos \delta_x \sin \theta_2 \end{cases}$$

Кут γ_c , це кут між вектором $\bar{g}_c$ та площиною P_{vc} , тому він визначається наступним чином.

$$\operatorname{tg} \gamma_c = \frac{\cos \eta_z}{\sqrt{\cos^2 \eta_x + \cos^2 \eta_y}}.$$

3.1.5 Конструкції карнавочних різців

Провідні закордонні фірми – виробники інструменту ідуть по шляху створення високопродуктивних конструкцій з механічним кріпленням різними методами змінних ріжучих елементів.

В конструкціях карнавочних різців фірма “Microna” (Швеція) використовує одно-кромкову ріжучу пластину, що встановлена V-подібним виступом опорною поверхнею в відповідному пазу державки.

Ріжучу пластину закріплюють прихватом з пружною притискною частиною взаємодіючи з її плоскою верхньою поверхнею. Повздовжня фіксація ріжучої частини забезпечується контактом пружної притискної

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

частини прихвата з торцевою поверхнею виступу, що обмежує ріжучу частину пластини.

Фірма “Microna” (Швеція) розроблена найбільш різноманітна (широка) гама карнавочних різців різного призначення, яка нараховує коло 1600 типорозмірів з шириною ріжучої частини пластини одержаної:

- пресуванням – від 3,2 до 12,7 мм;
- вишліфувана ріжуча частина – від 1,1 до 6,0 мм.

Проведені випробування різців фірми “Microna” на вітчизняних підприємствах підтвердили їх високу ефективність.

Фірма “Wiehzbach”(Австрія) в каталозі представлені конструкції типу “SELF-GRIP” з одно кромковим самозатисканням ріжучими пластинами і пружинною державкою. На базових поверхнях ріжучих пластин виконані V-подібні пази, якими вона взаємодіє з відповідними базовими поверхнями гнізді державки.

Ріжучі пластини мають фіксатор від повздовжнього зміщення в виді виступу, обмежуючи ріжучу частину (тип F-Type), так і без нього (тип F-Type).

Розроблена гама відрізних і карнавочних різців з ріжучою частиною шириною від 2,2 до 9,6 мм. Цікаві різці типу “GUT-GRIT”, що представлені в каталозі “Wiehzbach”(Австрія), в яких застосована кромкова ріжуча пластина з паралельними базовими V-подібними поверхнями (див. рисунок 3.1).

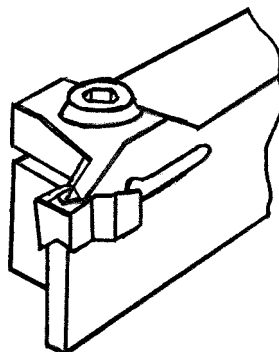


Рисунок 3.1 Канавочний різець типу “GUT-GRIT” з кріпленням двох-кромкової пластини

					МП.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

Ріжучу пластину в гнізді державки кріплять гвинтом, що взаємодіє з пружною за рахунок прорізки притискною частиною державки.

Різці оснащені ріжучими пластинами із спеціальною формою передньої поверхні, що дозволяє не тільки прорізати канавки різних форм, але і виконувати інші токарні операції, в особливості копірувальну обробку складових профілів.

Фірма SahdviKCoromant (Швеція) випускає гаму універсальних конструкцій карнавочних інструментів, основу яких складають різці з пластиною трьохгранної форми горизонтального і вертикального розміщення для прорізання канавок під пружні стопорні кільця; з двохсторонньою призматичною пластиною для прорізання пазів округлених канавок і перехідних поверхонь; з пластиною паралелограмної форми для операції відрізання.

Для кріплення ріжучих пластин використовують різні способи:

- важільний (Т-МАХР),
- гвинтовий (Т-МАХU-LOCK),
- прихватом або прихватом з пружиною притискною частиною.

Надійне закріплення ріжучої пластини забезпечують V-подібні пази на боковій поверхні пластин і відповідні їм виступи в гнізді тримача.

Точне позиціонування ріжучої пластини по висоті досягається розміщенням опорної поверхні ріжучої пластини паралельно опорній поверхні державки різця повздовжня фіксація – контактом державки з торцевою поверхнею виступу пластини, що обмежує її повздовжнє переміщення.

На базі цієї конструкції розроблена гама різців з ріжучою частиною шириною від 2 до 5 мм. Аналіз ріжучих частин різців для нарізання канавок показав, що конструктивні особливості збірних різців визначаються наступними факторами:

- обробка ведеться в умовах невірного різання з змінними по значенню складовими сили різання;

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

- подовжена і вузька частина різця з ріжучим елементом являється акумулятором теплоти, що виділяється при різанні;
- геометрія ріжучої частини повинна забезпечити задовільне стружко утворення і добрий відвід стружки із зони різання;
- забезпечення точного позиціювання і швидкодіючого механізму закріплення ріжучого інструменту;
- забезпечення надійної фіксації ріжучого елемента від дії тангенційної, радіальної і осьових складових сил різання;
- при розробці гами різців необхідна уніфікація вузлів кроплення, форм ріжучих елементів і деталей кріплення.

Всі відомі конструкції можна класифікувати по способу кріплення ріжучих елементів:

- прихватом або прихватом з пружиною;
- гойдаючим прихватом з фіксованою віссю;
- деталлю (гвинтом, тягою і т.д.) взаємодіє з отвором ріжучого інструменту;
- клиновим або кулачковим елементом;
- пружною частиною державки через проміжний гвинтовий, клиновий або кулачковий елемент;
- за рахунок пружних якостей державки.

Досвід експлуатації підтвердив відоме положення, що в сучасних конструкціях необхідним. А для оснащення верстатів з ЧПК, ГПМ і ГПС обов'язковою умовою являється точна фіксація ріжучого елемента по пружній базовій поверхні. Для підвищення довговічності державки базової поверхні на державці в виді V-подібних виступів.

Перспективним являється конструкція з закріпленням притискної пластини за рахунок пружних якостей державки з обов'язковою фіксацією від повздовжнього зміщення типу "SELF-GRIP".

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

Ця конструкція являється більш складною в технологічному відношенні, тому що при розрахунках повинні враховувати переміщення пружної частини державки, а також застосування спеціальної марки сталі.

В світовій практиці разом з різцями збірними використовують прорізні різці з напаяними твердосплавними пластинами. Це обумовлене техніко-економічними показниками різців, наявність значного парку універсального обладнання з ручним керуванням, необхідністю спеціальних заточок для обробки заготовок із матеріалів спеціальних марок.

На даний час розроблена підсистема токарних карнавочних різців для станків з ЧПК і ГПМ, в якому включені наступні різці.

1) Відрізні різці підвищеної надійності з напаяними твердими пластинами. Від випускаємих по ГОСТ 18884-73 відрізних різців їх відрізняє:

- підвищена точність виготовлення і взаємного розміщення поверхонь державки, що забезпечує їх застосування на верстатах з ЧПК;
- використання нових, в тому числі трьох шарових марок припоїв і заміна матеріалу державки на сталь 35×ГСД або 30×ГСА практично виключає тріщино-утворення при паянні, що дозволить скорегувати розхід різців приблизно в 3-4 рази;
- підвищенні якості і точність заточки різця.

2) Різці відрізні державочні з механічним кріпленням змінних переточуваних твердосплавних пластин. Використання ріжучих пластин із твердих сплавів забезпечує підвищує точність в 2-4 рази.

3) Відрізні пластинчасті різці з механічним кріпленням змінних переточуваних твердосплавних ріжучих пластин, призначеної для виконання операцій відрізки в першу чергу та універсальних верстатах. Зменшення ширини однієї з двох ріжучих кромки по 0,3÷0,4 мм, забезпечує роботу здатність кожної ріжучої кромки в межах нормативного середнього періоду стійкості, але для цього зношена кромка, що обробляється повинна бути переточена на 0,3÷0,4 мм. Таке технічне рішення забезпечує економію твердого сплаву.

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

Пластинчаста державка дозволяє налаштувати значення її вильоту із блоку на потрібний розмір, що робить різець більш універсальним. Форма передньої поверхні ріжучих пластин забезпечує задовільне стружко утворення і добрий відвід стружки при обробці заготовок із різних сталей в широкому діапазоні подач.

4) Канавочні державочні різці з механічним кріпленням змінних переточуваних твердосплавних ріжучих пластин призначені для роботи на універсальних верстатах та верстатах з ЧПК. Їх використовують в першу чергу для прорізання канавок точних розмірів. В якості ріжучого елемента використовуються твердосплавні пластини, що випускаються по ГОСТ 2209-83. Зовнішню форму ріжучої частини і потрібний розмір забезпечують заточкою.

Максимальна ширина ріжучої кромки рівна 4,8 мм. Різець складається з державки ріжучої пластини призматичної форми, прихвату і упорного елемента в виді сухаря і регульованого гвинта. Опорна поверхня ріжучої пластини після переточок і фіксації виконана під кутом до бокової. Виліт ріжучої пластини після переточки і фіксації її від повздовжнього зміщення забезпечується регульовальним гвинтом.

5) Канавочний різець з механічним кріпленням змінних переточуваних твердосплавних ріжучих пластин. Опорні поверхні ріжучої пластини вона взаємодіє V-подібними виступами гнізда.

Ріжучу пластину закріплюють гвинтом, що взаємодіє з верхньою частиною гнізда, утвореного прорізом в державці.

Точність базування і фіксація ріжучої пластини від повздовжнього зміщення забезпечення наявністю в гнізді упорної поверхні. Відношення глибини прорізуємої канавки до її ширини знаходяться в межах від 1,0 до 2,0 в залежності від ширини ріжучої частини.

Наявність на ріжучій пластині двох ріжучих кромок забезпечує економію твердого сплаву. Форма передньої поверхні ріжучих пластин

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

забезпечує задовільне стружко утворення і добрий відвід стружки в широкому діапазоні подач.

Представлена номенклатура різців забезпечує можливість виконання всіх видів відрізних і карнавочних операцій.

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

Висновки

Згідно із завданням в магістерській роботі - Особливості проектування технологічного процесу механічної обробки деталі Вал 06.09.198.009. в умовах середньосерійного виробництва із застосування сучасного інструментального оснащення.

В результаті проведеної роботи було розроблено новий більш оптимальний маршрут механічної обробки даної деталі, який дозволив провести обробку на меншій кількості верстатів зменшивши цим самим маршрут обробки. Замінено старі базові методи обробки, замість універсальних верстатів впроваджені верстати з ЧПК (де було доцільно), що скоротило витрати з допоміжного часу, та уникнути проектування деяких пристроїв (кондукторів і ін.).

За проведеним технічним нормуванням бачимо скорочення часу механічної обробки деталі скоротився на 40 хв. порівняно з базовим. Проведено конструювання пристроїв, які підвищують продуктивність праці, точність обробки.

В науково-дослідному розділі було розглянуто та опрацьовано нову технологію в машинобудуванні – різці для відрізання і підрізання канавок із само-притискними пластинами.

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

Список використаної літератури

1. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технолога машиностроения. - Минск: Высш. Школа, 1993. - 256с.
2. Руденко П.А. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні: Навчальний посібник. - Київ: Вища школа, 1993.-414с. і.
3. .Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х т. Т.1 /Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К. Мещерякова. - М.: Машиностроение, 1985., 826с.
4. . Одосій З. М., Войтенко П. І., Палійчук І. І., Копей В. Б. Технологічні основи машинобудування: Розрахунково-графічний практикум. - Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2019. - 56 с.
5. Обработка метал лов резанием: Справочник технолога/Под редакцией АА. Панова - М.Машиностроение, 2004. - 736 с.
6. Режимы резания металлов: Справочник/ Под ред. Ю.Р. Барановского.М.: Машиностроение, 2015. - 344с.
7. Серебrenицкий П.П. Краткий справочник технолога-машиностроителя. /П.П. Серебrenицкий – СПб.: Политехника, 2007. – 951 с..
8. Сторож Б.Д., Карпик Р.Т. Розрахунок верстатних пристроїв на точність: Нач.посібник. - Івано-Франківськ: Факел, 1999, - 187с.
9. Панов А. А. Обработка металлов резанием: справочник технолога / [Панов А. А., Аникин В. В., Бойм Н. Г. та ін.] — Москва: Машиностроение, 2004.— 736 с.
10. .Вардашкин Б. Н. Станочные приспособления. Том 2. / Вардашкин Б. Н., Данилевский В. В., Шатилов А. А. – Москва: Машиностроение, 1984 – 656 с.
11. Инструмент для станков з ЧПУ, багатоцелевых станков и ГПС / И.Л. Фадюшин, Я.А. Музикант, А.М. Мещеряков и др. – М.: Машиностроение, 1990. – 272с.
12. Анурев В.Н. Справочникконструктора-машиностроителя: в 3-х томах, Т1: - М.: Машиностроение, 1980. – 728с.
13. Горошкин А.К. Приспособление для металорежущихстанков: Справочник – М.: Машиностроение, 1979. – 303 с.
14. Корсаков В.С. Основытехнологиимашиностроения. Учебник для вузов. М.: Высш.школа, 1974. – 336 с.
15. Металорежущие станки под.ред. Тешинкишева В.К. и др... - М.: Машиностроение.. – 1972. – 464 с.
16. Кузнецов Ю.М., Юрчишин О.Я.. Прогнозування розвитку цангових патронів по критерію широкодіапазонності, Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут” 2007.

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

17. Ю.М. Кузнецов, А.М. Рудковський. Дослідження точності затиску затяжними цангами різних конструкцій, Національний технічний університет України „КПІ”, 2006.

18. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений. – М.: Машиностроение. 1983. – 277 с.

19. Режимы резания металов. Справочник под.ред. Ю.В. Барановского. М.:Машиностроение. 1985. – 496 с.

					МР.ПМК1,5- ІПО-20.00.000ПЗ	Арк.
Змв.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат а		

[illegible]

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Гайка М16-7Н	1	
				Гайка М20-7Н	2	
				ГОСТ 5915-70		
				Пружина 1086-0020	1	
				Пружина 1086-0005	1	
				ГОСТ 9389-75		
				Шайба 4-20	1	
				Шайба 2-8	1	
				Шайба 2-16	2	
				ГОСТ 11371-68		
				Шайба 7019-04 15		
				ГОСТ 13439-68	1	
				Шайба 7019-04 15		
				ГОСТ 13439-68	1	
				Шайба 12-65Г	10	
				Шайба 10-65Г	10	
				ГОСТ 6402-70		
				Шарик III 5мм		
				ГОСТ 3722-60	1	
				Штифт 12h8436	1	
				Штифт 10h8425	1	
				Штифт 12h8435	8	
				ГОСТ 3128-70		

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
Справ. №					Документація				
					Складальне креслення				
					Складальні одиниці				
					Рухома бадка	1			
					Нерухома бадка	1			
					Каретка	1			
					Деталі				
Подп. и дата									
					Основа	1			
					Стандартні вироби				
					Гвинт М12х50.88				
					ГОСТ 11738	4			
					Індикатор ИЧ-10				
					ГОСТ 577	1			
Взам. инв. №					Центр Б-1-5-Н				
					ГОСТ 8742	2			
					Оснастка штативу Ш-II				
					ГОСТ 10197	1			
Подп. и дата									
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МР.ПМК ₁₅ -ІПО-20.00.000 СК			
	Разраб.	Гнатів М.М.				Пристрій для контролю вала	Лит.	Лист	Листов
	Проб.	Пітулей Л.Д.							1
	Реценз.						ІФНТУНГ		
	Н.контр.	Пітулей Л.Д.					ПМК ₁₅ - ІПО-20		
	Утв.	Панчук В.Г.							

Додаток –

Керуюча програма для верстату з ЧПК на операцію 030

%

N001G27M004

N002G58F70000

N003G27M004

N004G01Z+06070S600

N005Z+05446

N006F0M008

N007Z+05375

N008Z-00100

N009Z-00029

N010F70000

N011Z+05954

N012F0

N013Z+05883

N014Z+05954

N015F70000

N016Z+05754

N017Z+05683F0

N018Z+05754

N019F70000

N020Z+05554

N021Z+05483F0

N022Z+05554

N023F70000

N024Z+05354

N025Z+05283F0

N026Z+05354

N027F70000

N028Z+05154

N029Z+05083F0

N030Z+05154

N031F70000

N032Z+04954

N033Z+04883F0

N034Z+04954

N035F70000

N036Z+04754

N037Z+04683F0

N038Z+04754

N039F70000

N040Z+04554

N041Z+04483F0

N042Z+04554

N043F70000
N044Z+04354
N045Z+04283F0
N046Z+04354
N047F70000
N048Z-00050
N049F0
N050Z-00121
N051Z+04280
N052G03Z+04294
N053G01Z+04494
N054G03Z+04500K+00014
N055G01Z+04980
N056G03Z+05000
N057G01Z+05730
N058G03Z+05750
N059G01Z+05821
N060F70000
N061Z+05852
N062G27T016S000M004
N063Z+06003S600
N064Z+06520
N065Z+05520
N066Z+05020F0M008
N067Z+05620F70000
N068Z+05520
N069Z+05020F0
N070Z+05620F70000
N071Z+06520
N072Z+05520
N073Z+05020F0
N074Z+04220
N075Z+05020
N076Z+05520F70000
N077Z+05020F0
N078Z+04220
N079Z+04262
N080Z+05520F70000
N081Z+05020F0
N082G02Z+05000K+00020
N083G01Z+04220
N084Z+05520F70000
N085Z+05020F0
N086G03Z+05000K+00020
N087G01Z+04220
N088Z+05620F70000
N089Z+06520

N090Z+05520
N091Z+05020F0
N092Z+04220
N093Z+05020
N094Z+05520F70000
N095Z+05020F0
N096Z+04220
N097Z+04262
N098Z+05520F70000
N099Z+05020F0
N100G02Z+05000K+00020
N101G01Z+04220
N102Z+05520F70000
N103Z+05020F0
N104G03Z+05000K+00020
N105G01Z+04220
N106Z+05620F70000
N107Z+06520
N108Z+05520
N109Z+05020F0
N110Z+04220
N111Z+05020
N112Z+05520F70000
N113Z+05020F0
N114Z+04220
N115Z+04262
N116Z+05520F70000
N117Z+05020F0
N118G03Z+05000K+00020
N119G01Z+04220
N120Z+05520F70000
N121Z+05020F0
N122G02Z+05000K+00020
N123G01Z+04220
N124Z+05620F70000
N125Z+06520
N126Z+05520
N127Z+05020F0
N128Z+04220
N129Z+05020
N130Z+05520F70000
N131Z+05020F0
N132Z+04220
N133Z+04262
N134Z+05520F70000
N135Z+05020F0
N136G02Z+05000K+00020

N137G01Z+04220
N138Z+05520F70000
N139Z+05020F0
N140G03Z+05000K+00020
N141G01Z+04220
N142Z+05620F70000
N143Z+06520
N144Z+05520
N145Z+05020F0
N146Z+04520
N147Z+05020
N148Z+05520F70000
N149Z+05020F0
N150Z+04520
N151Z+04562
N152Z+05517F70000
N153Z+05017F0
N154G03Z+05000K+00017
N155G01Z+04520
N156Z+05517F70000
N157Z+05017F0
N158G02Z+05000K+00017
N159G01Z+04520
N160Z+05617F70000
N161Z+06520
N162Z+05520
N163Z+05020F0
N164Z+04220
N165Z+05020
N166Z+05520F70000
N167Z+05020F0
N168Z+04220
N169Z+04262
N170Z+05520F70000
N171Z+05020F0
N172Z+04220
N173Z+04262
N174Z+05520F70000
N175Z+05020F0
N176Z+04220
N177Z+04262
N178Z+05518F70000
N179Z+05018F0
N180G02Z+05000K+00018
N181G01Z+04220
N182Z+05518F70000
N183Z+05018F0

N184G03Z+05000K+00018
N185G01Z+04220
N186Z+05618F70000
N187Z+06520
N188Z+05520
N189Z+05020F0
N190Z+04520
N191Z+05020
N192Z+05520F70000
N193Z+05020F0
N194Z+04520
N195Z+04562
N196Z+05518F70000
N197Z+05018F0
N198G02Z+05000K+00018
N199G01Z+04520
N200Z+05518F70000
N201Z+05018F0
N202G03Z+05000K+00018
N203G01Z+04520
N204Z+05618F70000
N205Z+06520
N206Z+05520
N207Z+05020F0
N208Z+04220
N209Z+05020
N210Z+05520F70000
N211Z+05020F0
N212Z+04220
N213Z+04262
N214Z+05520F70000
N215Z+05020F0
N216Z+04220
N217Z+04262
N218Z+05520F70000
N219Z+05020F0
N220Z+04220
N221Z+04262
N222Z+05518F70000
N223Z+05018F0
N224G02Z+05000K+00018
N225G01Z+04220
N226Z+05518F70000
N227Z+05018F0
N228G03Z+05000K+00018
N229G01Z+04220
N230Z+05618F70000

N231Z+06520
N232Z+05520
N233Z+05020F0
N234Z+04520
N235Z+05020
N236Z+05520F70000
N237Z+05020F0
N238Z+04520
N239Z+04562
N240Z+05518F70000
N241Z+05018F0
N242G02Z+05000K+00018
N243G01Z+04520
N244Z+05518F70000
N245Z+05018F0
N246G03Z+05000K+00018
N247G01Z+04520
N248Z+05618F70000
N249Z+05520
N250Z+05020F0
N251Z+05620F70000
N252Z+06003
N253G27T000S000M004
N254Z+05983S600
N255Z+05600
N256Z+05500
N257Z+05000F0M008
N258Z+04956
N259Z+05000
N260Z+05500F70000
N261Z+05000F0
N262Z+04954
N263Z+05000
N264Z+05500F70000
N265Z+05000F0
N266Z+04978
N267Z+04981
N268Z+05500F70000
N269Z+05000F0
N270G03Z+04980K+00020
N271G02Z+04959
N272Z+04951K-00021
N273G01Z+05500F70000
N274Z+05000F0
N275Z+04980
N276G03Z+04959
N277G01

N278G03Z+04951K-00021
N279G01Z+05600F70000
N280Z+05500
N281Z+05000F0
N282Z+04956
N283Z+05000
N284Z+05500F70000
N285Z+05000F0
N286Z+04954
N287Z+05000
N288Z+05500F70000
N289Z+05000F0
N290Z+04978
N291Z+04981
N292Z+05500F70000
N293Z+05000F0
N294G03Z+04980K+00020
N295G02Z+04959
N296Z+04951K-00021
N297G01Z+05500F70000
N298Z+05000F0
N299Z+04980
N300G03Z+04959
N301G01
N302G03Z+04951K-00021
N303G01Z+05600F70000
N304Z+05500
N305Z+05000F0
N306Z+04800
N307Z+05000
N308Z+05500F70000
N309Z+05000F0
N310Z+04801
N311Z+04804
N312Z+05500F70000
N313Z+05000F0
N314Z+04808
N315Z+04810
N316Z+05500F70000
N317Z+05000F0
N318Z+04821
N319Z+04824
N320Z+05500F70000
N321Z+05000F0
N322Z+04842
N323Z+04845
N324Z+05500F70000

N325Z+05000F0
N326Z+04878
N327Z+04880
N328Z+05500F70000
N329Z+05000F0
N330Z+04975
N331Z+04978
N332Z+05500F70000
N333Z+05000F0
N334Z+04805
N335Z+04808
N336Z+05500F70000
N337Z+05000F0
N338Z+04817
N339Z+04820
N340Z+05500F70000
N341Z+05000F0
N342Z+04836
N343Z+04839
N344Z+05500F70000
N345Z+05000F0
N346Z+04867
N347Z+04870
N348Z+05500F70000
N349Z+05000F0
N350Z+04927
N351Z+04930
N352Z+05500F70000
N353Z+05000F0
N354Z+04975
N355Z+04978
N356Z+05481F70000
N357Z+04981F0
N358Z+04975
N359Z+04981
N360Z+05481F70000
N361Z+04981F0
N362Z+04978
N363G03Z+04853K-00002
N364G01Z+04853
N365G03Z+04800K-00128
N366G01Z+05481F70000
N367Z+04981F0
N368Z+04975
N369G02Z+04853K-00005
N370G01
N371G02Z+04800K-00128

N372G01Z+05581F70000
N373Z+05600
N374Z+05500
N375Z+05000F0
N376Z+04951
N377Z+05000
N378Z+05500F70000
N379Z+05000F0
N380Z+04997
N381Z+05000
N382Z+05500F70000
N383Z+05000F0
N384Z+04964
N385Z+04966
N386Z+05500F70000
N387Z+05000F0
N388Z+04976
N389Z+04979
N390Z+05500F70000
N391Z+05000F0
N392Z+04951
N393Z+05000
N394Z+05500F70000
N395Z+05000F0
N396Z+04976
N397Z+04979
N398Z+05500F70000
N399Z+05000F0
N400Z+04993
N401Z+04996
N402Z+05500F70000
N403Z+05000F0
N404G02Z+04980K+00020
N405G03Z+04959
N406G01
N407G03Z+04951K-00021
N408G01Z+05500F70000
N409Z+05000F0
N410Z+04980
N411G02Z+04978
N412Z+04951K-00002
N413G01Z+05000
N414Z+05500F70000
N415Z+05000F0
N416G03Z+04980K+00020
N417G02Z+04959
N418G01

N419G02Z+04951K-00021
N420G01Z+05500F70000
N421Z+05000F0
N422Z+04980
N423G03Z+04959
N424G01
N425G03Z+04951K-00021
N426G01Z+05600F70000
N427Z+05500
N428Z+05000F0
N429Z+04800
N430Z+05000
N431Z+05500F70000
N432Z+05000F0
N433Z+04801
N434Z+04804
N435Z+05500F70000
N436Z+05000F0
N437Z+04808
N438Z+04810
N439Z+05500F70000
N440Z+05000F0
N441Z+04821
N442Z+04824
N443Z+05500F70000
N444Z+05000F0
N445Z+04842
N446Z+04845
N447Z+05500F70000
N448Z+05000F0
N449Z+04878
N450Z+04880
N451Z+05500F70000
N452Z+05000F0
N453Z+04970
N454Z+04973
N455Z+05500F70000
N456Z+05000F0
N457Z+04805
N458Z+04808
N459Z+05500F70000
N460Z+05000F0
N461Z+04817
N462Z+04820
N463Z+05500F70000
N464Z+05000F0
N465Z+04836

N466Z+04839
N467Z+05500F70000
N468Z+05000F0
N469Z+04867
N470Z+04870
N471Z+05500F70000
N472Z+05000F0
N473Z+04927
N474Z+04930
N475Z+05500F70000
N476Z+05000F0
N477Z+04970
N478Z+04973
N479Z+05484F70000
N480Z+04984F0
N481Z+04975
N482Z+04984
N483Z+05484F70000
N484Z+04984F0
N485Z+04978
N486G03Z+04851K-00002
N487G01
N488G03Z+04800K-00129
N489G01Z+05484F70000
N490Z+04984F0
N491Z+04975
N492G02Z+04854K-00005
N493Z+04853K-00140
N494Z+04800K-00127
N495G01Z+05584F70000
N496Z+05600
N497Z+05500
N498Z+05000F0
N499Z+04951
N500Z+05000
N501Z+05500F70000
N502Z+05000F0
N503Z+04997
N504Z+05000
N505Z+05500F70000
N506Z+05000F0
N507Z+04964
N508Z+04966
N509Z+05500F70000
N510Z+05000F0
N511Z+04976
N512Z+04979

N513Z+05500F70000
N514Z+05000F0
N515Z+04951
N516Z+05000
N517Z+05500F70000
N518Z+05000F0
N519Z+04976
N520Z+04979
N521Z+05500F70000
N522Z+05000F0
N523Z+04993
N524Z+04996
N525Z+05500F70000
N526Z+05000F0
N527G02Z+04980K+00020
N528G03Z+04959
N529G01
N530G03Z+04951K-00021
N531G01Z+05500F70000
N532Z+05000F0
N533Z+04980
N534G02Z+04959
N535G01
N536G02Z+04951K-00021
N537G01Z+05000
N538Z+05500F70000
N539Z+05000F0
N540G03Z+04980K+00020
N541G02Z+04951
N542G01Z+05500F70000
N543Z+05000F0
N544Z+04980
N545G03Z+04951
N546G01Z+05600F70000
N547Z+05983
N548S000G25X+999999
N549G25Z+999999
N550M002

Дубл.														
Взамін.														
Підпис									Зм	Ар	Недок.	Підпис	Дата	
				І Ф Н Т У Н Г		06.09.198.009				10101.00001				
				Вал										
«Затверджую» Зав.кафедрою Професор Панчук В.Г. КОМПЛЕКТ технологічної документації Технологічний процес механічної обробки деталі <u>Вал -06.09.198.009</u> Розробив: Гнатів М.М. Перевінив: Пітулей Л.Д. <u>Акт № 112 від "05 " травня 2022р.</u>														

1

Дубл.																			
Взамін.																			
Підпис																			
															Зм	Ар	№док.	Підпис	Дата
Гнатів М.М.	Гнатів М.М.						І Ф Н Т У Н Г		06.09.198.009.										
Пітулей Л.Д.	Пітулей Л.Д.																		
Пітулей Л.Д.	Пітулей Л.Д.								Вал					Н					
А	Цех	Уч	Рм	Опер	Код найменування операції			Позначення документа											
Б					Код найменування операції			См	Проф.	Р	Уп	Кр	Коод	Он	Оп	Кшт	Тп.з	Т.шт	
Р								ПИ	D або B		L		t	i	S		n	v	
A01				035	4121 Вертикально-свердлильна														
B02	з ЧПК 2P135мФ2-1								381213	3		ІТБ	№7			92	28,25	2,42	
03																			
A04				040	4111 Токарно-гвинторізна														
B05	з ЧПК 16K20Ф3								381825	3		ІТБ	№3			92	25,90	1,66	
06																			
A07				045	4268 Горизонтально-фрезерна														
B08	6P82Г								381631	4		ІТБ	№36			92	15	12,91	
09																			
A10				050	4150 Слюсарна														
B11	Верстат								381701	2		ІТБ	№33			92			
12																			
A13				055	4131 Круглошліфувальна														
B14	3M151B								381311	4		ІТБ	№36			92	10	18,10	
15																			
A16				060	0220 Контрольна														
17	Стіл ВТК НО-235								12939	3		ІТБ	№12			92			
18																			
19																			
20																			
21																			
МК	Обробка різанням																	2	

Форма 3

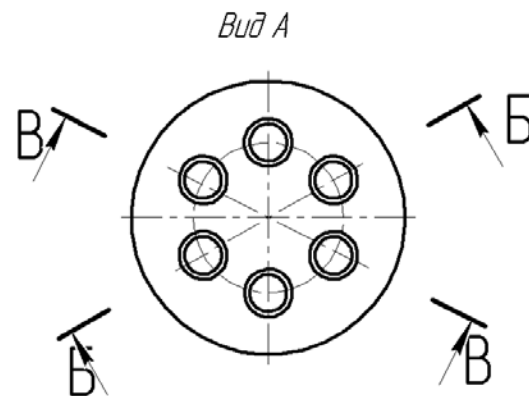
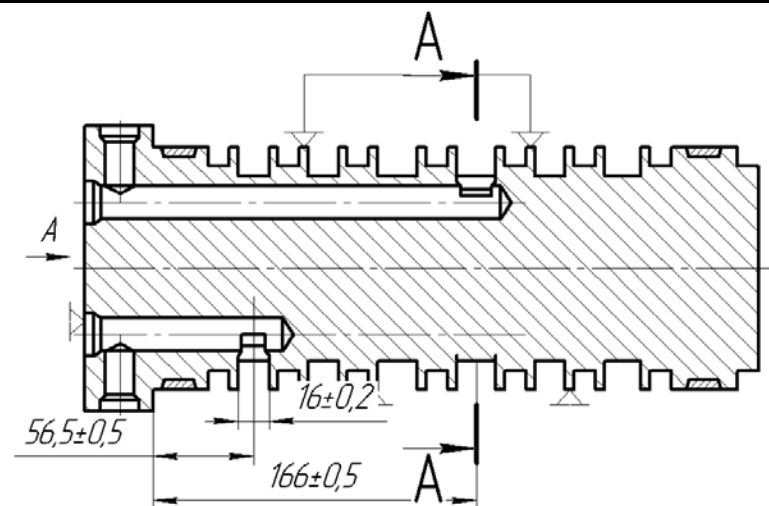
[illegible]

Дубл.															
Взамін.															
Підпис										Зм	Ар	№ док.	Підпис	Дата	
Розробив	Гнатів М.М.					І Ф Н Т У Н Г	06.09.198.009								
Перевірів	Пітулей Л.Д.														
Т. контр.															
Реценз.						Вал							0,5	0,1	0,60
Н. контр.	Пітулей Л.Д.														
Назва операції				Матеріал			Твердість	ОВ	МД	Профіль і розміри				МЗ	Конд
Контрольна				Сталь 35 ГОСТ1050-84			400	кг							
Номер переходу	Зміст переходу			Пристрій (код, назва)		Вимірювальний Інструмент (код, назва)				Відсоток конт-ролю		Особливі відмітки			
1	Перевірити р-р 1			393311		Штангенциркуль ШЦ-III-400-0.1 ГОСТ 166-80				5%					
2	Перевірити отвір 3			393311		Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80				5%					
3	Перевірити розмір 29,36,37,38,41,47			393334		Штангенглибиномір ШГ-315 ГОСТ 162-80				5%					
4	Перевірити розмір 4,30,31,34			393311		Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80				3%					
5	Перевірити розмір 5			393100		Калібр (I=66,5+0,19) 105.026. 8105-4053				10%					
6	Перевірити розмір 6			393100		Калібр (I=103+0,22) 105.026. 8105-4054				10%					
7	Перевірити розмір 7			393100		Калібр (I=139,5+0,25) 105.026. 8105-4055				10%					
8	Перевірити розмір 8			393100		Калібр (I=176+0,25) 105.026. 8105-4056				10%					
9	Перевірити розмір 9			393100		Калібр (I=212,5+0,29) 105.026. 8105-40757				10%					
10	Перевірити розмір 10			393100		Калібр (I=249+0,29) 105.026. 8105-4058				10%					
11	Перевірити канавки 2					Шаблон (в=20+0,2) 105.026.8105-4029				10%					
12	Перевірити канавки 19					Шаблон (в=9,5H12) 105.026.8166-4038				20%					
13	Перевірити канавки 11					Шаблон (в=8H12) 105.026.8166-4037				20%					
КТК		Технічний контроль													

Форма 3

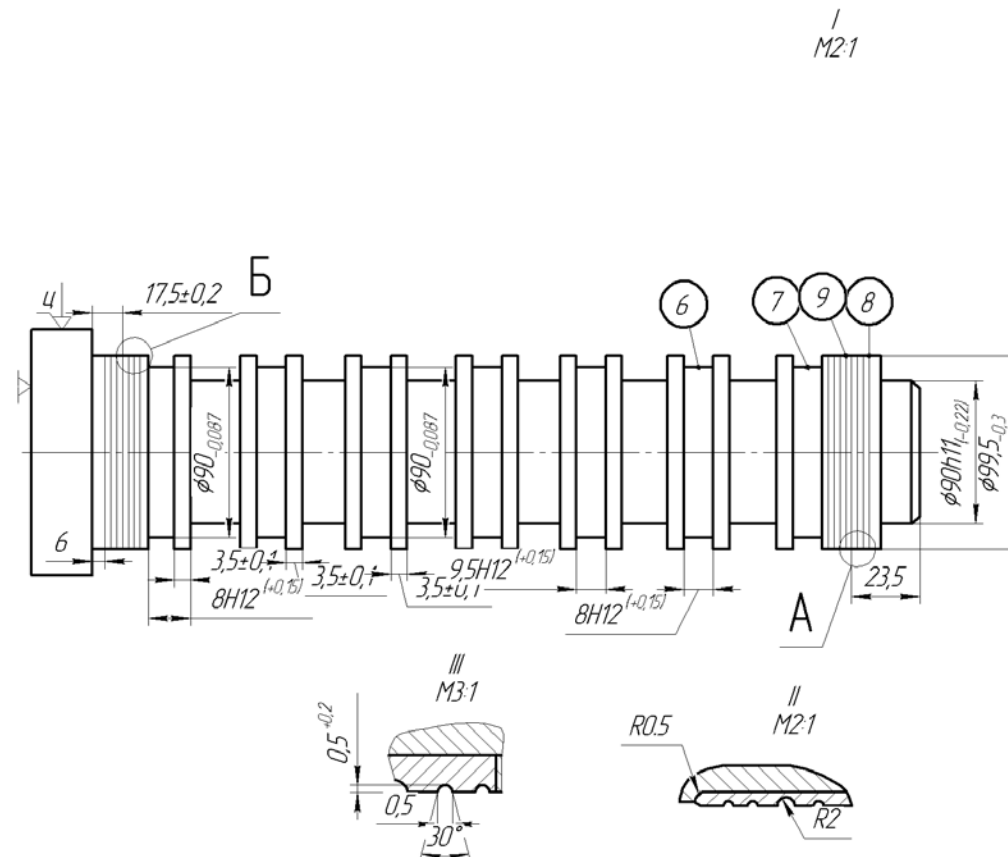
[illegible]

Дубл.															
Взамін.															
Підпис										Зм	Ар	№ док.	Підпис	Дата	
													1	1	
Розробив	Гнатів М.М.			І Ф Н Т У Н Г	06.09.198.009.							20141.00003			
Перевірів	Пітулей Л.Д.														
Н. контр.	Пітулей Л.Д.			Вал									Н		



Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

										1	1		
Розробив	Гнатів М.М.			І Ф Н Т У Н Г	06.09.198.009.					20141.00003			
Перевірів	Пітулей Л.Д.												
Н. контр.	Пітулей Л.Д.			Вал							Н		



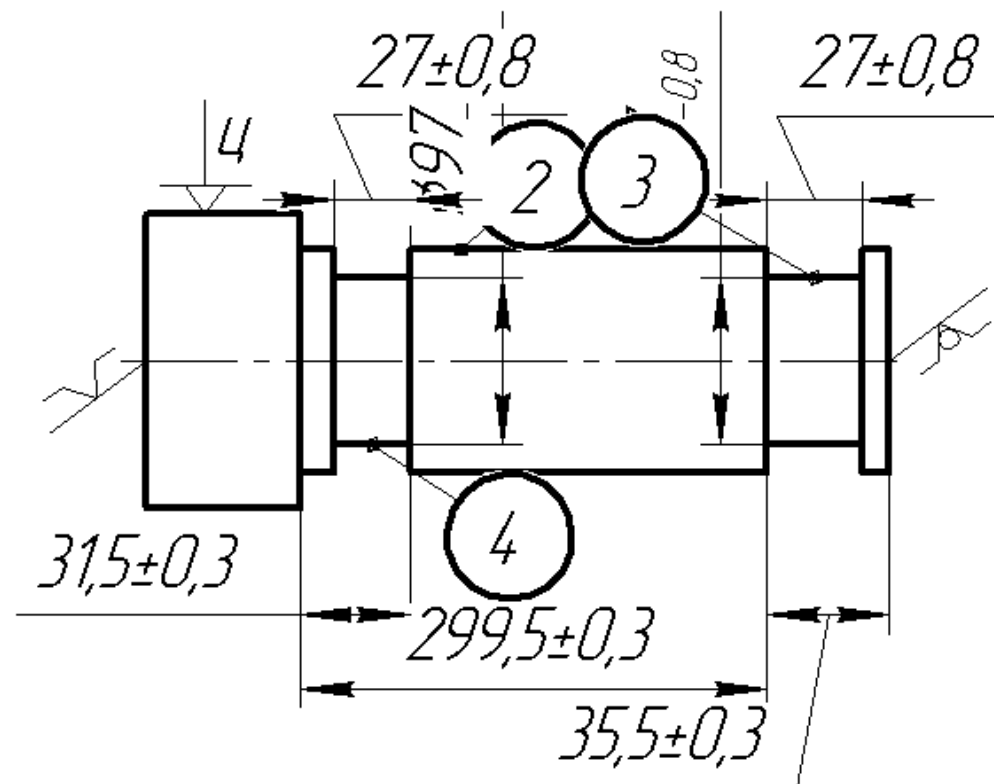
Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Зм	Ар	№ док.	Підпис	Дата
----	----	--------	--------	------

1

1

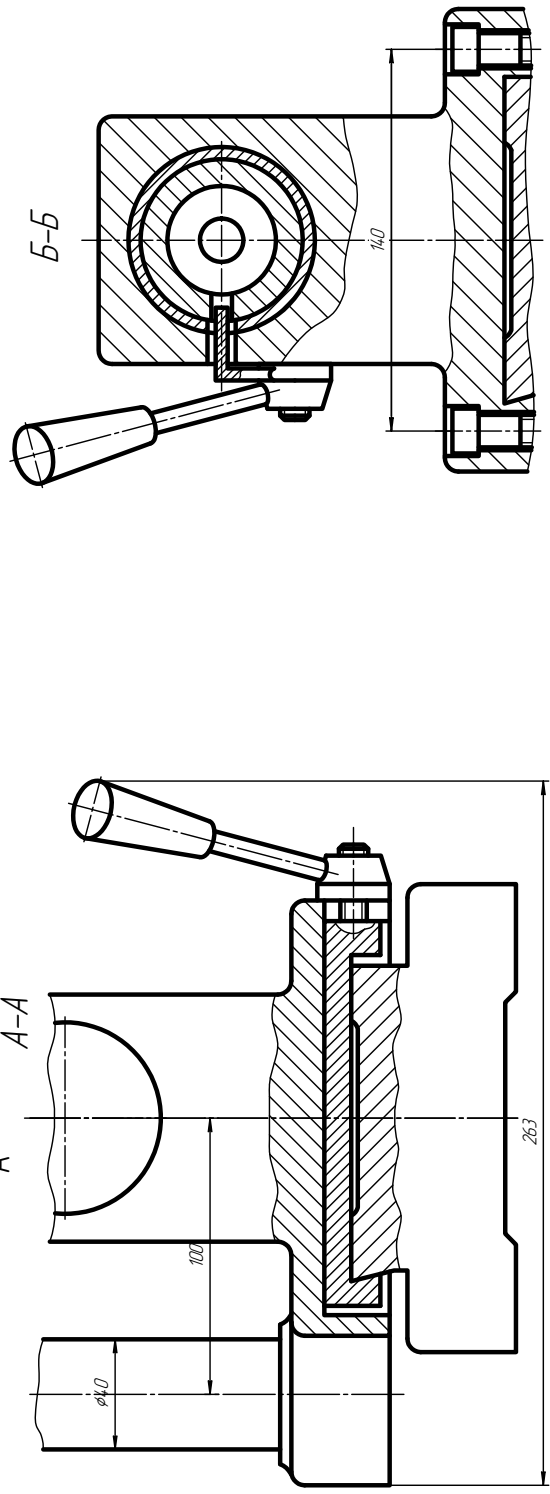
Розробив	Гнатів М.М.			І Ф Н Т У Н Г	06.09.198.009.	20141.00003				
Перевірів	Пітулей Л.Д.									
				Вал				Н		
Н. контр.	Пітулей Л.Д.									



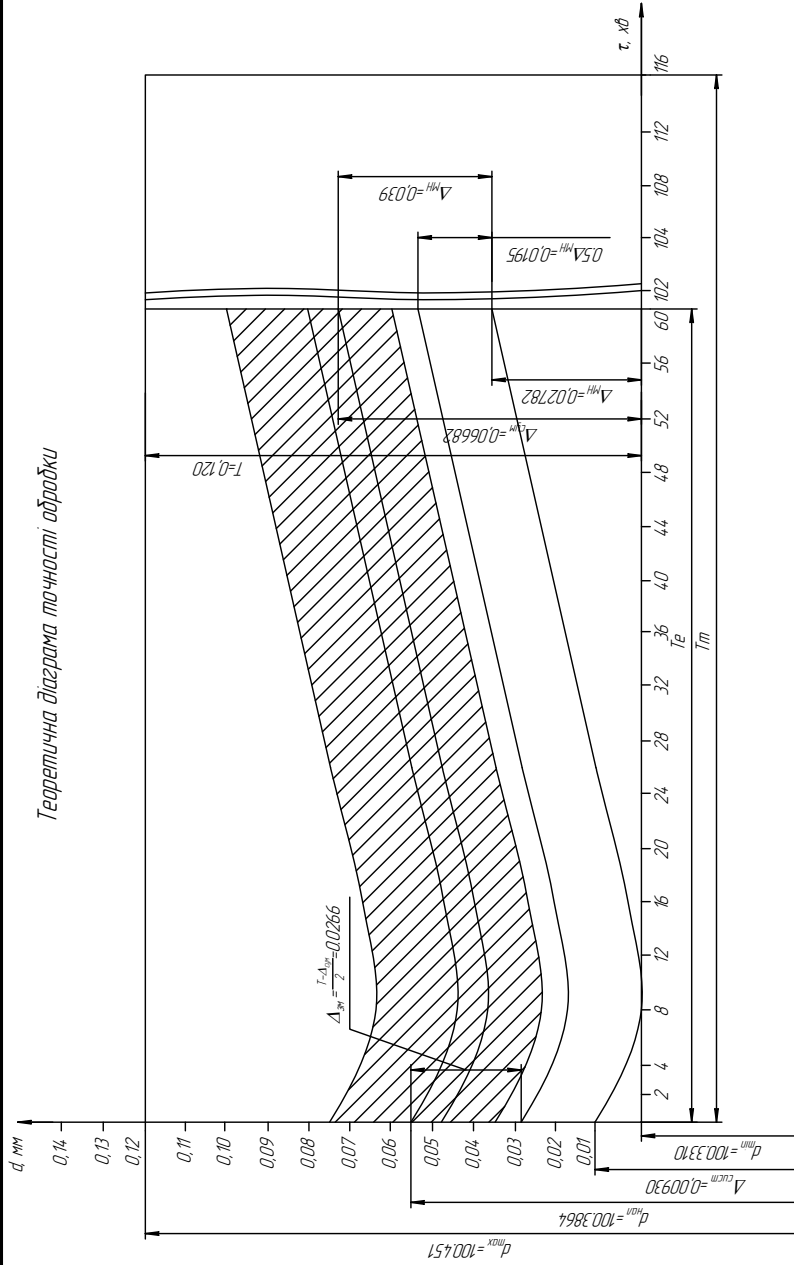
Конт. Мотор 5
ГОСТ 25557

1 2 3 4 5 6 7 8

70 105 6 325 595 720



Теоретична діаграма точності одробки



Ескіз одробки

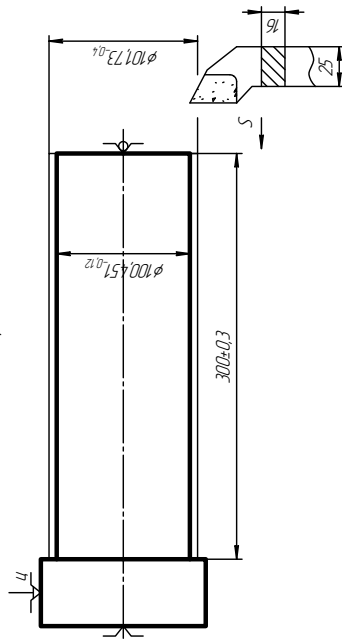
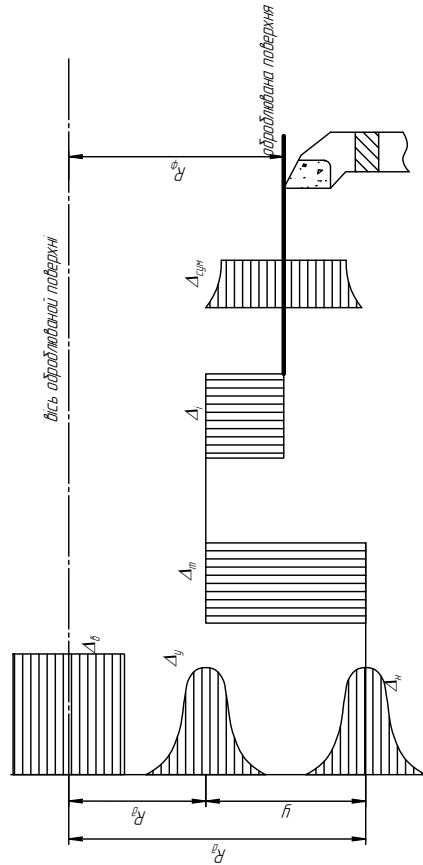
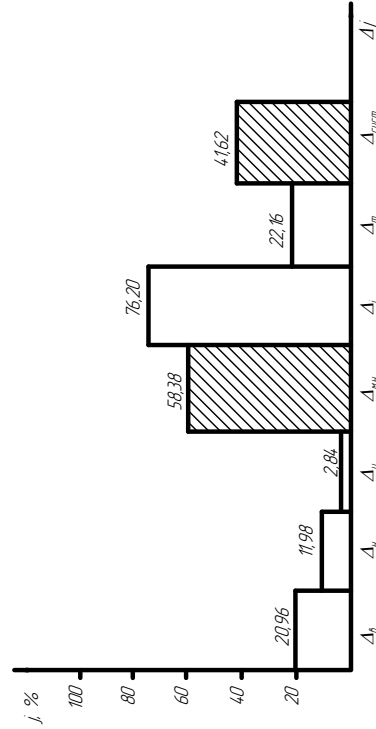


Схема технологічного ланцюга (розмірного)

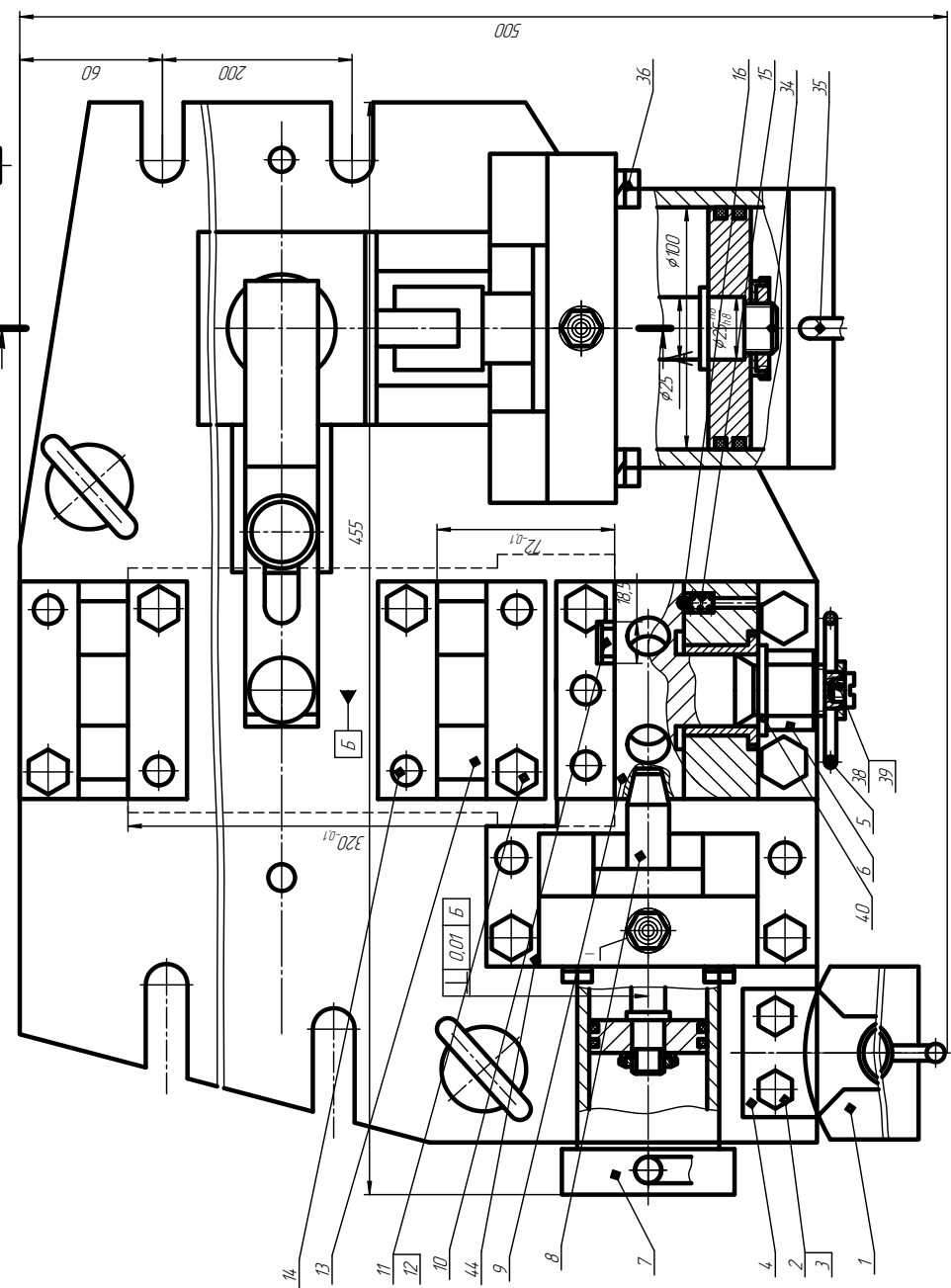
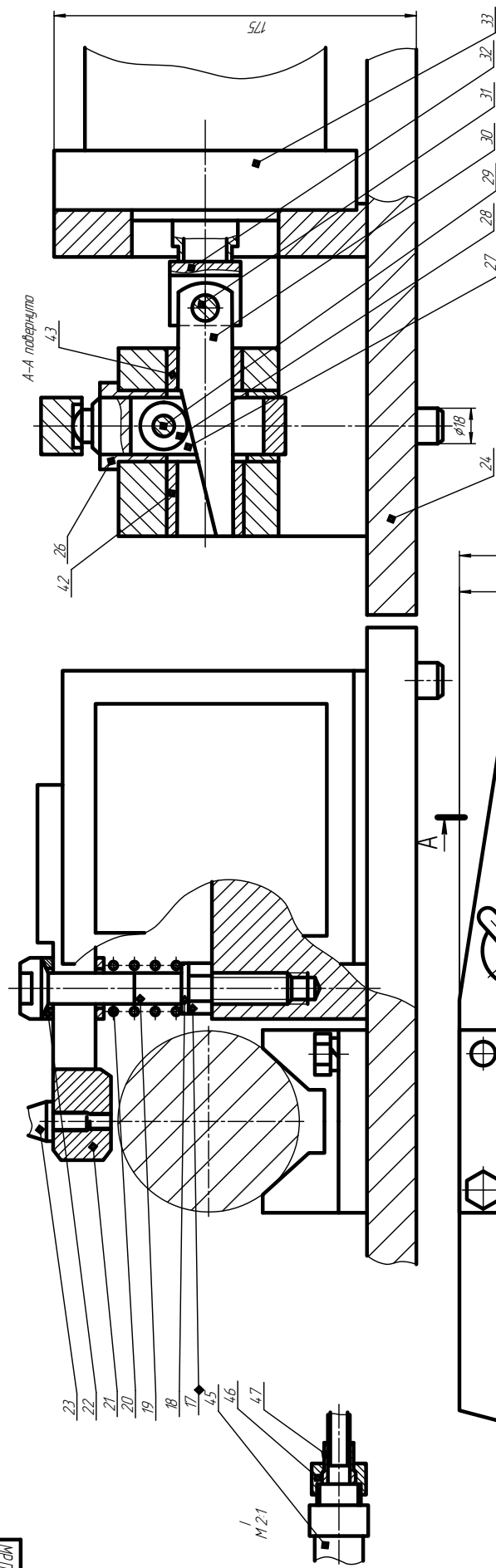


R_{ϕ}, R_c, R_d – відділено радіус одробки (зачислюва лаж),
статичного по динамічного напруження
 y – постійна складов похибки від деформації системи ВПД
під дією сил різання
 Δ_{ϕ} – похибка форми від геометричної неточності (в радіальном напрямі)
 Δ_y – похибка під дією сил різання, Δ_{ϕ} – похибка напруговження і Δ_i – похибка розмірного
спрацювання, Δ_m – похибка від термоді деформации

Гістограма похибок одробки



МР.ЛМК15-ІПО-200.00.000 СХ			
Зроб	Віпра	Вироб	І
Зроб	Віпра	Вироб	І
Аналіз точності одробки			
МР.ЛМК15-ІПО-20			

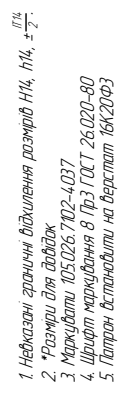


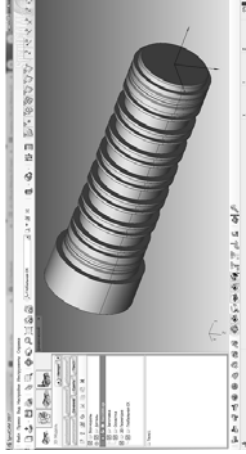
1. Несподіваність осі відбору відносно осі Б не більше 0,1мм.
2. Задієжити легке обертання деталі поз 9
3. Невказані з'ясовані відхилення розмірів Н14, Н14, $\pm 0,2$.
4. Деталі пристрою, що труться змастити
5. *Размери для доріжок
6. Наробні частини пристрою красити в зелений колір

МР.ЛМК15-ІП0-200.00.000 СХ									
Замовник	Виконавець	Лист	Креслення	І	Масштаб	Деталь	Склад	Інструмент	Інструмент
Замовник	Виконавець	Лист	Креслення	І	Масштаб	Деталь	Склад	Інструмент	Інструмент
Замовник	Виконавець	Лист	Креслення	І	Масштаб	Деталь	Склад	Інструмент	Інструмент
Замовник	Виконавець	Лист	Креслення	І	Масштаб	Деталь	Склад	Інструмент	Інструмент
Замовник	Виконавець	Лист	Креслення	І	Масштаб	Деталь	Склад	Інструмент	Інструмент
Замовник	Виконавець	Лист	Креслення	І	Масштаб	Деталь	Склад	Інструмент	Інструмент
Замовник	Виконавець	Лист	Креслення	І	Масштаб	Деталь	Склад	Інструмент	Інструмент
Замовник	Виконавець	Лист	Креслення	І	Масштаб	Деталь	Склад	Інструмент	Інструмент
Замовник	Виконавець	Лист	Креслення	І	Масштаб	Деталь	Склад	Інструмент	Інструмент

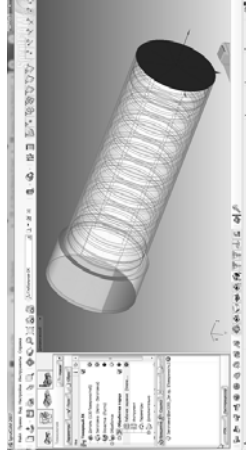
Призначення фрезерне
для обробки деталі

МР.ЛМК15-ІП0-200.00.000 СХ

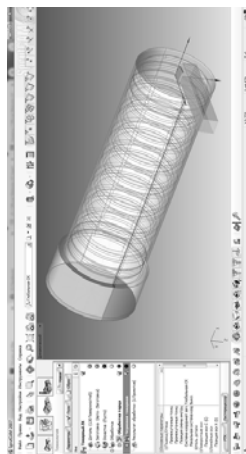




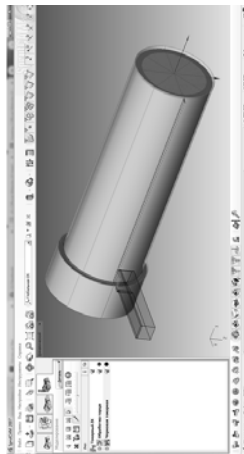
3D-модель вала, імпортована у систему SprutCAM



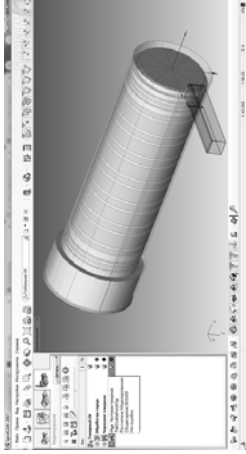
Проектування обробки торця



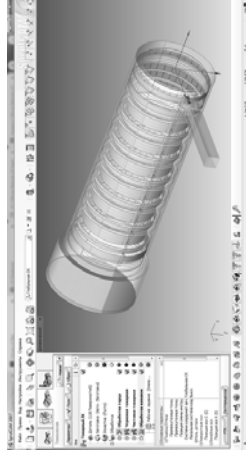
Проектування чорнової обробки



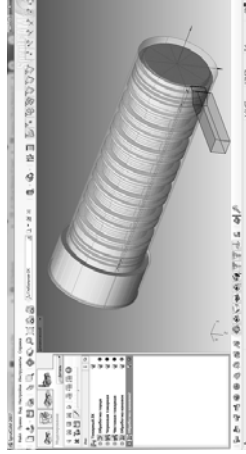
Модельовання чорнової обробки



Моделювання чистової обробки



Проектування обробки широких канавок



Моделювання обробки фасонних канавок



Генерування керуючої програми для ЧПК

[illegible][illegible]