

**Івано-Франківський національний технічний університет
нафти і газу**

Інститут інженерної механіки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Веркалець Анатолій Андрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.9
(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Технологія виготовлення деталі "Вал ПМ-34 00 005"

(назва роботи)

Прикладна механіка

(назва освітньої програми)

131- Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

А.А. Веркалець

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Одосій Зіновій Михайлович К.Т.Н., доц.

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

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

професор

(посада)

(підпис)

(дата)

В.Г. Панчук

(ініціали та прізвище)

Рецензент

(посада)

(підпис)

(дата)

(ініціали та прізвище)

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

м.Івано-Франківськ-2021 рік

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут інженерної механіки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Освітній рівень - бакалавр

Спеціальність 131-Прикладна механіка

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

В.Г. Панчук

« » 20 року

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

Веркальцю Анатолію Андрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Технологія виготовлення деталі "Вал" ПМ-34 00 005

керівник роботи Одосій Зіновій Михайлович к.т.н., доц

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

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

2. Строк подання студентом роботи до 15.06.2021 р.

3. Вихідні дані до роботи 1. Робоче креслення деталі; 2.

Типовий технологічний процес (базовий)

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

1. Конструкторсько-технологічний аналіз

2. Проектування технології виготовлення деталі

3. Проектування технологічної оснастки

4. Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК

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

1.Креслення деталі і заготовки

2. Карти технологічних налагоджень

3. Складальне креслення пристрою або вузла

4. Креслення технологічної оснастки

5. Автоматизована розробка керуючої програми для верстату з ЧПК

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1, 2, 3, 4	Одосій З.М. професор кафедри КМВ		

7. Дата видачі завдання 12 березня 2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент

_____ (підпис)

Веркалець А.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Одосій З.М.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної бакалаврської роботи: «Технологія виготовлення деталі “Вал ПМК – 34.00.005”».

Розрахунково-пояснювальна записка: 50 сторінок, 19 рисунків, 12 таблиць, 8 посилань, 11 аркушів ф. А4 додатків.

Графічна частина: 5 аркушів формату А1.

Об’єкт дослідження – технологічний процес механічної обробки.

Предмет дослідження - деталь “Вал ПМК – 34.00.005”.

Мета роботи – розробити технологічний процес виготовлення вала ПМК – 34.00.005, який дозволить зменшити витрати на його виготовлення у порівнянні із заводським техпроцесом, для закріплення деталі на одній з операцій розробити конструкції спеціального верстатного пристрою, та керуючу програму для верстату з ЧПК.

Відповідно поставленому завданні у даній бакалаврській роботі проведений детальний аналіз: конструкції та призначення деталі; заводського методу отримання заготовки; заводського маршруту механічної обробки. По результатах аналізу та врахувавши рекомендації літературних джерел запропоновано проектний техпроцес виготовлення вала, що відповідатиме заданому типу виробництва в якому: призначено спосіб отримання заготовки; пораховано припуски; розраховано режими різання та норми часу на механообробні операції. Для полегшення закріплення та базування вала на механообробних операціях спроектовано спеціальний верстатний пристрій, працездатність котрого підтверджено розрахунками наведеними в 2-му розділі пояснювальної записки. Спроектовано конструкцію контрольно-вимірною інструменту. В додатках наведена технологічна документація та специфікація пристроїв.

Результати роботи можуть бути використані в машинобудівній галузі.

Ключові слова: деталь, заготовка, технологічна операція, режими різання, швидкість різання, сила різання, оснастка, пристрій, сила затиску, інструмент.

Студент: Веркалець А.А.

SUMMARY

qualifying bachelor's thesis: "Technology of manufacturing parts" Shaft PMK – 34.00.005".

Calculation and explanatory note: 50 pages, 19 figures, 12 tables, 8 references, 11 sheets f. A4 applications.

Graphic part: 5 sheets of A1 format.

The object of research is the technological process of machining.

The subject of research is the detail "Shaft PMK – 34.00.005".

The purpose of the work is to develop the technological process of making PMK shaft – 34.00.005, which will reduce the cost of its production in comparison with the factory process, to fix the part in one of the operations to develop the design of a special machine tool and control program for CNC machine.

In accordance with the task in this bachelor's thesis conducted a detailed analysis: design and purpose of the part; factory method of obtaining the workpiece; factory route of machining. Based on the results of the analysis and taking into account the recommendations of literature sources, I proposed a design process for the manufacture of a shaft that will be more in line with the given type of production, according to which: the method of obtaining the workpiece; calculated allowances; cutting modes and time norms for machining operations are calculated. To facilitate the fixation and basing of the shaft on machining operations, a special machine tool has been designed, the operability of which is confirmed by the calculations given in the 2nd section of the explanatory note. The concept of the control and measuring tool is designed. The appendices provide technological documentation and device specifications.

The results can be used in the engineering industry.

Keywords: part, workpiece, technological operation, cutting modes, cutting speed, cutting force, tooling, device, clamping force, tool.

Student: Verkalets A.A.

Зміст

Вступ

1. Конструкторсько – технологічний аналіз
 - 1.1 Опис призначення деталі і її функції у вузлі.
 - 1.2 Точність, шорсткість поверхонь і їх взаємне розміщення.
 - 1.3 Характеристика матеріалу деталі
 - 1.4 Методи обробки кожної поверхні для досягнення заданої точності і шорсткості.
 - 1.5 Аналіз можливостей механічної обробки.
2. Проектування технології виготовлення деталі
 - 2.1 Визначення програми випуску і кількості деталей в партії
 - 2.2 Вибір способу отримання заготовки
 - 2.3 Розробка маршруту обробки деталі
 - 2.4 Призначення припусків на механічну обробку поверхонь
 - 2.5 Розрахунок режимів різання
 - 2.6 Технічне нормування технологічного процесу
3. Проектування технологічної оснастки
 - 3.1 Пристрій для механічної обробки та його опис
 - 3.2 Розрахунок сили затиску пристрою
 - 3.3 Вибір контрольного пристрою
 - 3.4 Точність контрольного пристрою
4. Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК
 - 4.1 Опис інструменту для імітації обробки поверхні
 - 4.2 Вибір та опис операції обробки

Список використаної літератури

					<i>БР.ПМ-34.00.000 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркуші</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Веркалець А.</i>			<i>Пояснювальна записка</i>			
<i>Перевір.</i>		<i>Одасій З.М.</i>						
<i>Н.контр.</i>								
<i>Рецензент</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Панчук В.Г.</i>						
						<i>ІФНТУНГ ПМ-17-1</i>		

Вступ

Першочерговим завданням на сьогоднішньому етапі життя українського народу є вихід із економічної кризи, яка поглинула практично всі галузі народного господарства України.

Тому перед машинобудівною промисловістю поставлені урядом великі завдання. Насамперед необхідно зупинити спад виробництва і збільшити випуск конкурентноспроможних виробів в результаті заміни старого, зношеного обладнання на більш продуктивне, а також впровадження у виробництво нових досягнень науки і техніки, передових технологій.

Потрібно збільшити випуск робототехнічних та автоматизованих комплексів і ліній, прогресивного ріжучого інструменту та технологічної оснастки, сучасних вимірних засобів, засобів автоматизації та контролю.

В бакалаврській роботі ми використовуємо різці з механічним кріпленням, оснащені непереточуваними пластинами з твердого сплаву марки ТІ5К6, комбіновані свердла для одночасної обробки отворів та фасок, а також пристрої та кондуктори з гідро-, та пневмозатиском оброблюваних деталей. Це дозволить набагато збільшити продуктивність праці, підвищити культуру виробництва, зменшити долю ручної праці, та собівартість виготовлюваної продукції.

					<i>БР.ПМ-34.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Конструкторсько – технологічний аналіз

1.1 Опис призначення деталі і її функції у вузлі.

Вал є однією із деталей коробки зміни швидкостей механізму для навівання пружин. На шийки $\varnothing 35k6$ напресовуються радіально-упорні підшипники. В пази шириною 12N9 вставляються дві шпонки і кріпляться на валу 8 (4+4) гвинтами М5-8g. По шпонках та поверхні $\varnothing 52g6$ рухається блок шестерень. Канавки шириною $b = 3$ мм служать для виходу ріжучого інструменту. Вал виготовлений зі Сталі 45 ГОСТ 1050-88. Ескіз вала з проставленими поверхнями зображено на рисунку 1.

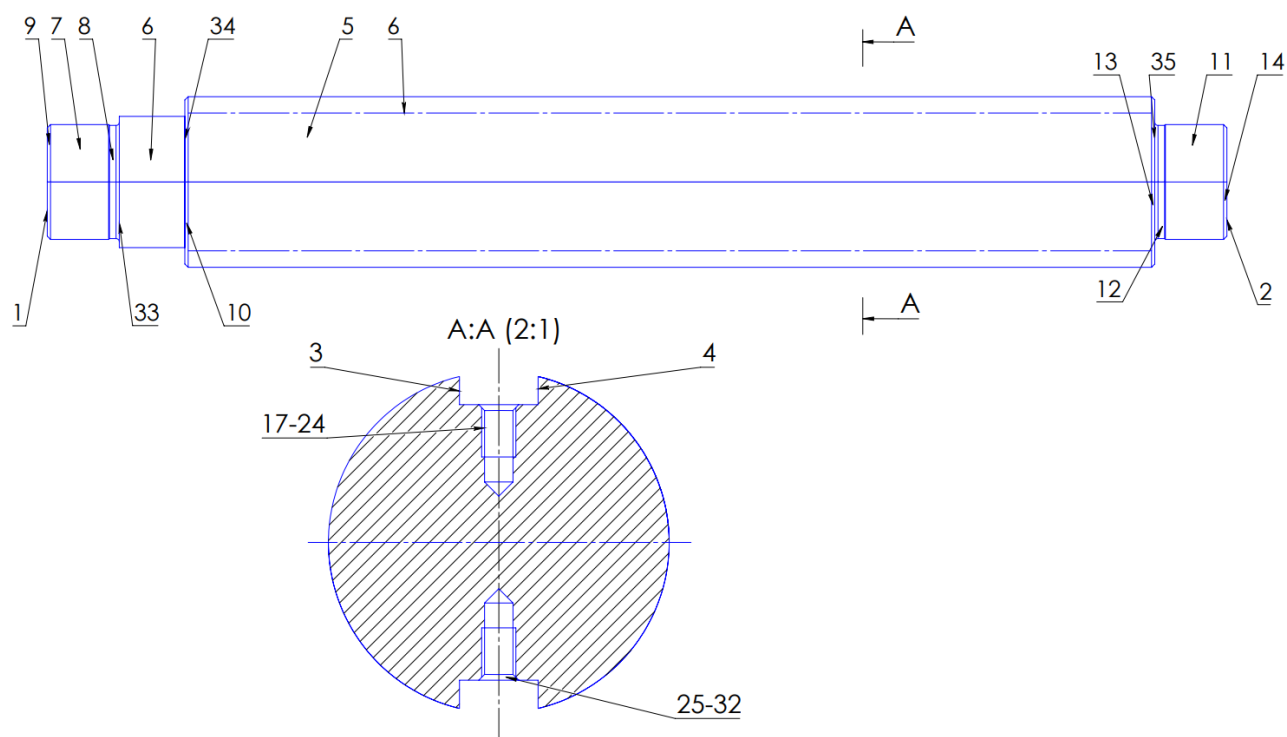


Рисунок 1 – Ескіз деталі

					<i>БР.ПМ-34.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Точність, шорсткість поверхонь і їх взаємне розміщення.

Таблиця 1.1- Точність та шорсткість поверхонь.

Назва поверхні		Розмір, який зв'язує поверхню	Точність розміру, взаємне розміщення поверхонь, допуск відхилення від прав. форми	Шорсткість поверхні
1	2	360	h14 (-1.4)	6.3
3	4	5	H14 (+0.30)	3.2
5		Ø52	g6 (-0.010 / -0.029)	0.8
6		Ø40	h14	6.3
7	11	Ø35	k6 (+0.018 / +0.002)	0.8
8	12	3	H14 (+0.25)	6.3
9	10	1x45°	h14 (-0.25)	6.3
13	14			
15	16	12	N9 (-0.043)	3.2
17	- 24	M5	7H	3.2
25	- 32	0.8x45°	h14 (-0.25)	6.3
33		22	14 (± 0.26)	0.8
34		20	14 (± 0.26)	6.3
35		22	14 (± 0.26)	0.8

Стосовно точності та шорсткості поверхонь вала слід відмітити:

- поверхні Ø35к6 мають 6-й квалітет точності (к6), шорсткість 0.8;
- поверхня Ø52g6 також має 6-й квалітет точності (g6), шорсткість 0,8;
- паз шириною 12N9 виконаний по 9-й квалітету (N9), шорсткість 3.2;
- решта поверхонь обробляються по 14-ому квалітету з шорсткістю поверхонь 6.3;

На якість вала і роботу коробки передач суттєво впливають наступні параметри взаємного розташування поверхонь:

- нециліндричність поверхні Ø5286 не повинна перевищувати 0,006 мкм, а поверхонь Ø35к6 - 0,008 мкм;
- перпендикулярність торців Ø52/Ø40 відносно шийок Ø35к6 не повинна бути більшою 0,01мм;
- неспіввісність поверхні Ø52g6 і шийок Ø35к6 не повинна перевищувати 0,004мм;
- непаралельність та несиметричність пазу шириною 12N9 відносно поверхні Ø52g6 має бути не більшою.

1.3 Характеристика матеріалу деталі

Таблиця 1.2 — Хімічний склад (Сталь 45) ГОСТ 1050-88

Марка сталі	Масова частка елементів, %			
	вуглець	кремній	марганець	хром, не більше
45	0,42-0,50	0,17-0,37	0,50-0,80	0,25

					<i>БР.ПМ-34.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.3 — Механічні властивості (Сталь 45) ГОСТ 1050-88

Марка матеріалу	Твердість по Брінелю НВ, не більше	Границя міцності при розтягу, σ_v МПа	Межа текучості σ_T , МПа	Відносне видовження, δ , %
Сталь 45	229	600	350	16

Механічні властивості сталі 45 визначають широке поширення цього металу. Концентрація вуглецю становить 0,45%, інші домішки вкрай незначні. Це багато в чому визначає наступні характеристики:

Щільність сталі 45 або питома вага становить 7826 кг / м³. За рахунок цього забезпечується невисокий показник ваги одержуваних виробів, проте легкими їх не назвеш. Щільність може несуттєво відрізнятись в залежності від хімічного складу.

До відпускнуої крихкості структура не схильна. Сталь 45, характеристики якої можна назвати універсальним пропозицією, дуже часто піддаються гартуванню, за рахунок чого істотно підвищується твердість поверхні.

Дуже часто проводиться поставка заготовок після термічної обробки. Вона істотно підвищує твердість поверхні. Цей момент також визначає те, що твердість сталі 45 в стані поставки може варіювати в досить великому діапазоні. Як правило, твердість витримується на рівні 10⁻¹ НВ, який відповідає 170 МПа.

Сталь марки 45 відноситься до важкозварювальних металів, що визначає складності при проведенні зварювальних робіт. Саме тому структура спочатку підігривається і лише тільки після цього проводиться з'єднання елементів. Прожарювана стали 45 також знаходиться на досить низькому рівні, за рахунок чого ускладнюється процес обробки різанням. Зварка може застосовуватися при використанні різного зварювального устаткування. Застосування відповідних електродів дозволяє істотно спростити процес зварювання. Різання зварювальним апаратом також істотно ускладнюється.

Досить часто проводиться кування. Вона проводиться при температурі 1250 градусів Цельсія, в кінці показник становить 700 градусів Цельсія.

Межа міцності і модуль пружності можуть варіювати в досить великому діапазоні. Все залежить від того, яка температура нагріву поверхні. Межа плинності сталі визначає те, наскільки вона проста при литті різних заготовок.

					<i>БР.ПМ-34.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оброблюваність матеріалу різанням також оцінюють коефіцієнтом оброблюваності швидкорізальним або твердосплавним різцем відносно еталонного матеріалу.

$$K_0 = \frac{V_{60}}{V_{ет.60}},$$

де V_{60} – швидкість різання даного матеріалу при 60-хвилинній стійкості різця;

$V_{ет.60}$ - швидкість різання еталонного матеріалу при 60-хвилинній стійкості різця.

Коефіцієнт оброблюваності для сталі 45 інструментом із швидкорізальної сталі [2]: $K_0 = 1,0$.

Коефіцієнт оброблюваності для сталі 45 інструментом із твердого сплаву [2]: $K_0 = 1,0$.

					<i>БР.ПМ-34.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

	M5 – 7H 3,2	Свердління Нарізання різьби	Рад.-свердлильний мод. 2Л53У
	0,8x45°	Зенкування	Рад.–свердлильний мод. 2Л53У
	22IT14(± 0.26)	Точіння чорнове Точіння чистове Шліфування	Ток.- гвинторізний верстат мод. 16К20 круглошліф. верстат мод.3У142
	20IT14(± 0.26)	Точіння чорнове Точіння чистове Шліфування	Ток.- гвинторізний верстат мод. 16К20 круглошліф. верстат мод.3У142
	22IT14(± 0.26)	Точіння чорнове Точіння чистове Шліфування	Ток.- гвинторізний верстат мод. 16К20 круглошліф. верстат мод.3У142

					<i>БР.ПМ-34.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.5 Аналіз можливостей механічної обробки.

Розглянемо з точки зору механічної обробки деталь. Вал дуже добре кріпиться в різного роду токарних патронах, в центрах, на призмах та інших універсальних та спеціальних пристроях. Конструкція вала доволі проста: є вільний доступ до її поверхонь як при обробці так і при їх контролі, Деталь доволі жорстка при її обробці ($L/D \approx 7$).

Провівши аналіз конструкції деталі на технологічність, можна відзначити, що оброблювана деталь є конструктивно нескладною, досить точною і доволі технологічною. Використання центрових отворів як базових поверхонь дозволяє проводити обробку на протязі технологічного процесу виготовлення вала дотримуючись принципів суміщення та постійності баз, зокрема на токарних та шліфувальних операціях.

					<i>БР.ПМ-34.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Проектування технології виготовлення деталі

2.1 Визначення програми випуску і кількості деталей в партії

Згідно завданню бакалаврської роботи тип виробництва – середньосерійний. Вибираємо коефіцієнт серійності від 10 до 20 для СС типу виробництва.

$$K_c = 15$$

$$\text{Такт випуску } t_B = K_c \cdot T_{\text{сер}}$$

Визначаємо середній штучно – калькуляційний час:

$$T_{\text{сер}} = T_{\text{сум}} / n, \text{ хв.}$$

Таблиця 2.1 – Середній штучно – калькуляційний час.

Номер операції	Назва операції	T, хв
005	Абразивно – відрізна	1,39
010	Фрезерно – центрувальна	2,44
015	Токарно - гвинторізна	8,12
020	Токарно - гвинторізна	1,43
025	Горизонтально – фрезерна	54,1
030	Радіально – свердлильна	3,16
035	Радіально – свердлильна	3,41
045	Круглошліфувальна	6,29
050	Круглошліфувальна	2,04
		82,38

$$T_{\text{сер}} = 82,38 / 9 = 9,15 \text{ хв,} \quad (2.1)$$

Визначаємо такт випуску:

$$t_B = 15 \cdot 9,15 = 137,3 \text{ хв,} \quad (2.2)$$

Програма випуску деталей (річна):

					<i>БР.ПМ-34.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N = \Phi_d \cdot 60 / t_B, \quad (2.3)$$

де Φ_d – дійсний річний фонд роботи обладнання в дві зміни, год

$$N = 4015 \cdot 60 / 137,3 = 1755 \text{ шт.} \quad (2.4)$$

Визначаємо кількість деталей в партії. Так як, тип виробництва середньосерійний, то визначаємо розмір партії для одного запуску.

$$n = N \cdot a / F,$$

де $N = 1755$ штук;

a – кількість днів, на які необхідно мати запас деталей;

$a = 12$ днів;

F – число робочих днів у році;

$F = 255$ днів;

$$n = 1755 \cdot 12 / 255 = 83 \text{ шт,} \quad (2.5)$$

Приймаємо $n = 100$ штук.

					<i>БР.ПМ-34.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Вибір способу отримання заготовки

Вибираючи заготовку потрібно зважати на конструкцію деталі, її масу, матеріал та призначення. Також зважати на такі критерії, як технічні умови виготовлення, серійність випуску та економічність виготовлення.

Встановлюємо спосіб отримання заготовки, призначаємо припуски на обробку кожної поверхні, розраховуємо розміри і вказуємо допуски на неточність виготовлення.

Враховуючи конструкцію деталі та всі інші параметри описані вище порівнюємо два способи отримання заготовки:

- Прокат;
- Гаряче штампування;

Таблиця 2.2 – Порівняння методів отримання заготовки

Прокат	Гаряче штампування
Припуски та допуски	
<p>Припуски та допуски визначаємо по ГОСТ 2590 – 71</p> $\begin{aligned} \text{Ø}52 + 2 \cdot 3 &= \text{Ø}58_{-0,74} \\ 360 + 2 \cdot 3.5 &= 367_{-2,3} \end{aligned}$ <p>Приймаємо діаметр $\text{Ø}60_{-0,74}$</p>	<p>Припуски та допуски визначаємо по ГОСТ 7505 – 89</p> $\begin{aligned} \text{Ø}40 + 2 \cdot 2.8 &= \text{Ø}45.6_{-0,8}^{+1,7} \\ \text{Ø}35 + 2 \cdot 2.8 &= \text{Ø}40.6_{-0,8}^{+1,7} \\ 360 + 2 \cdot 3.6 &= 367.2_{-1,0}^{+1,9} \\ \text{Ø}52 + 2 \cdot 2.8 &= \text{Ø}57.6_{-0,8}^{+1,7} \\ 22 &_{-0,7}^{+1,6} \\ 44 &_{-0,8}^{+1,7} \end{aligned}$
Визначаєм масу заготовки	
<p>Об'єм заготовки $V_{\text{п}} = \pi \cdot r^2 \cdot l, \text{ см}^3$ $V_{\text{п}} = 3.14 \cdot 3^2 \cdot 36.7 = 1037.1 \text{ см}^3$ Маса заготовки $Q_{\text{п}} = V_{\text{п}} \cdot \rho, \text{ кг}$ де ρ – питома вага, кг/см^3 $\rho = 0.00785 \text{ кг/см}^3$ $Q_{\text{п}} = 1037.1 \cdot 0.00785 = 8.14 \text{ кг}$</p>	<p>Об'єм заготовки $V_{\text{г.ш}} = V_{\text{г.ш}1} + V_{\text{г.ш}2} + V_{\text{г.ш}3}, \text{ см}^3$ $V_{\text{г.ш}1} = \pi \cdot r_1^2 \cdot l_1 = 3.14 \cdot 2.28^2 \cdot 4.4 = 71.8 \text{ см}^3,$ $V_{\text{г.ш}2} = \pi \cdot r_2^2 \cdot l_2 = 3.14 \cdot 2.28^2 \cdot 30.12 = 784.5 \text{ см}^3,$ $V_{\text{г.ш}3} = \pi \cdot r_1^2 \cdot l_1 = 3.14 \cdot 2.03^2 \cdot 2.2 = 28.5 \text{ см}^3,$</p>

	$V_{г.ш} = 71.8 + 784.5 + 28.5 = 884.8$ $\text{см}^3,$ <p style="text-align: center;">Маса заготовки</p> $Q_{г.ш} = V_{г.ш} \cdot \rho = 884.8 \cdot 0.00785 =$ 6.95 кг
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Визначення коефіцієнта використання матеріалу

$K_{BM} = 5.2 / 8.14 = 0.64$	$K_{BM} = 5.2 / 6.95 = 0.75$
------------------------------	------------------------------

Визначення собівартості заготовки

$S_n = (C_i/1000 \cdot g) - (g - g_1) \cdot S_{відх} / 1000,$ <p style="text-align: center;">грн</p> <p>C_i – вартість 1 т заготовки, грн., $C_i = 620$ грн (прейскурант 01 – 021998р)</p> <p>g – маса заготовки, кг $g = 8.14$ кг</p> <p>g_1 – маса деталі, кг $g_1 = 5.2$ кг</p> <p>$S_{відх}$ – вартість 1 т відходів, грн $S_{відх} = 80$ грн (прейскурант 01 - 241998р)</p> $S_n = (620/1000 \cdot 8.14) - (8.14 - 5.2) \cdot 80/1000 = 5.05 - 0.24 = 4.81 \text{ грн}$	$S_{г.ш} = (C_i/1000 \cdot g \cdot K_T \cdot K_c \cdot K_B \cdot K_\mu \cdot K_n) - (g - g_1) \cdot S_{відх}/1000, \text{ грн}$ <p>$K_T, K_c, K_B, K_\mu, K_n$ – коефіцієнти, які залежать відповідно від класу точності, ступеня складності, маси, марки матеріалу, об'єму виробництва.</p> <p>$K_T = 0.84; K_c = 1; K_B = 0.87; K_\mu = 1.1; K_n = 1[1, \text{с.40}]$</p> <p>$C_i = 1120$ грн (прейскурант 01 – 041998р)</p> <p>g – маса заготовки, кг $g = 6.95$ кг</p> <p>g_1 – маса деталі, кг $g_1 = 5.2$ кг</p> $S_{г.ш} = (1120/1000 \cdot 6.95 \cdot 0.84 \cdot 0.87 \cdot 1.1 \cdot 1) - (6.95 - 5.2) \cdot 80/1000 = 6.09$ <p style="text-align: center;">грн</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Вибираємо вид отримання заготовки – прокат, так як у нього хоч і нижчий коефіцієнт використання матеріалу ніж у штамповки, проте значно дешевший спосіб отримання під час обробки.

					<i>БР.ПМ-34.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3 Розробка маршруту обробки деталі

Базовий технологічний процес механічної обробки вала

Таблиця 2.3 – Базовий технологічний процес

№	Назва та зміст операції	Обладнання	Схема базування
005	Абразивно-відрізна: Установити і закріпити заготовку на призмах 1. Відрізати заготовку в розмір 367 _{-2.3}	Абразивно – відрізний верстат моделі 8252	
010	Фрезерно-центрувальна: Установити та закріпити заготовку в пристрої 1. Фрезерувати одночасно два торці в розмір 360 _{-1.4} 2. Центрувати одночасно два торці (центрувальні отвори А5)	Фрезерно – центрувальний верстат моделі МР-71М	
015	Токарно-гвинторізна: Установити та закріпити заготовку в центрах і поводковому патроні 1. Обточити поверхню Ø60 до Ø53,5 _{-0.62} начорно на довжину 340 мм. 2. Обточити поверхню Ø53,5 _{-0.62} начисто до Ø52,5 _{-0.19} 3. Обточити поверхню Ø52,5 _{-0.19} в розмір Ø40 _{-0.62} начорно на довжину 42 мм з підрізкою торця	Токарно – гвинторізний верстат моделі 16К20	

					<i>БР.ПМ-34.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

	<p>4. Обточити поверхню $\varnothing 40_{-0.62}$ в розмір $\varnothing 36,5_{-0.62}$ начорно на довжину 21 мм з підрізкою торця</p> <p>5. Обточити поверхню $\varnothing 36,5_{-0.62}$ в розмір $\varnothing 35,5_{-0.16}$ начисто</p> <p>6. Проточити канавку $b = 3^{+0.25}$ витримавши $\varnothing 34,5_{-0.62}$</p> <p>7. Обточити послідовно дві фаски $1 \times 45^\circ$</p>		
020	<p>Токарно-гвинторізна: Установити та закріпити заготовку в центрах і поводковому патроні</p> <p>1. Обточити поверхню $\varnothing 52,5_{-0.19}$ в розмір $\varnothing 36,5_{-0.62}$ начорно на довжину 21 мм з підрізкою торця</p> <p>2. Обточити поверхню $\varnothing 36,5_{-0.62}$ в розмір $\varnothing 35,5_{-0.16}$ начисто</p> <p>3. Проточити канавку $b = 3^{+0.25}$ витримавши $\varnothing 34,5_{-0.62}$</p> <p>Обточити послідовно дві фаски $1 \times 45^\circ$</p>	Токарно – гвинторізний верстат моделі 16К20	
025	<p>Горизонтально – фрезерна: Установити і закріпити заготовку в призмах пристрою.</p> <p>1. Фрезерувати послідовно напрохід 2 пази шириною 12N9</p>	Горизонтально-фрезерний верстат мод. 6P82Г	

					<i>БР.ПМ-34.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

030	<p>Радіально-свердлильна: Установити і закріпити деталь в кондукторі.</p> <p>1. Свердлити попередньо 8(4+4) отв. М5-6Н до $\varnothing 4.4^{+0.26}$, витримавши розміри 16 ± 0.2, 14 ± 0.2, з одночасним утворенням фасок $0.8 \times 60^\circ$</p>	Радіально- свердлильний верстат мод. 2Л53У	
040	Термічна		
045	<p>Круглошліфувальна: Установити і закріпити деталь в центрах і поводковому патроні.</p> <p>1. Шліфувати поверхню $\varnothing 52g6$ на прохід</p>	Круглошліфувальний верстат моделі 3У142	
050	<p>Круглошліфувальна: Установити і закріпити деталь в центрах і поводковому патроні.</p> <p>1. Шліфувати попередньо 2 поверхні $\varnothing 35k6$</p>	Круглошліфувальний верстат моделі 3У142	
055	Контрольна		

					<i>БР.ПМ-34.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Аналіз базового технологічного процесу виготовлення вала та шляхи його вдосконалення з огляду на середньосерійний тип виробництва.

В базовому техпроцесі і в проектному, порізка заготовок виконується на абразивно-відрізному верстаті моделі 8252. Заготовка встановлюється на призми верстату.

Фрезерування та центрування торців в базовому і в проектному варіантах проводиться на фрезерно-центрувальному верстаті моделі МР-71М. Оброблювана заготовка кріпиться на призмах верстату за допомогою гідрозатискачів.

Токарна обробка поверхонь в базовому техпроцесі виконується на токарно-гвинторізному верстаті моделі 16К20. Деталь кріпиться в токарному самоцентруючому патроні вручну. В проектному техпроцесі для обробки цих же поверхонь застосовуємо токарний верстат з ЧПК моделі 16К20Ф3. Заготовка кріпиться в патроні з електромеханічним затиском деталі. Це дозволить скоротити допоміжний час на установку і закріплення деталі, а також допоміжний час, пов'язаний з переходом. В результаті значно зменшується доля ручної праці верстатника, знижується працеемність і підвищується продуктивність праці.

Фрезерування пазів в базовому техпроцесі проводимо на горизонтально-фрезерному верстаті моделі 6Р82Г. В базовому деталь кріпиться в пристрої з ручним затиском. Запропоновано в проектному - верстат з ЧПК моделі 6Р13Ф3 і пристрій з гідравлічним приводом, що дозволить зменшити допоміжний час і долю ручної праці.

У базовому техпроцесі обробку 8 отв. М5-3Н виконуємо на радіально-сведильному верстаті моделі 2Л53У, оброблювана деталь кріпиться в кондукторі з ручним затиском деталі, а в проектному пропонуємо - з пневматичним. Під час проведення даної операції ми зменшуємо допоміжний час, підвищуємо продуктивність праці, культуру виробництва та зменшуємо долю ручної праці верстатників.

Шліфування поверхонь Ø35к6 та Ø52г6 в обох варіантах обробки деталі проводимо на круглошліфувальному верстаті моделі 3У142. Оброблювана деталь встановлюється в центрах та самозатискному поводковому патроні.

При виконанні токарних робіт в базовому техпроцесі ріжучим інструментом служать різці з напаяними пластинами з твердого сплаву марки Т15К6. В новому варіанті пропонуємо використовувати різці з механічним

					<i>БР.ПМ-34.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кріпленням, оснащені непереточуваними пластинами твердого сплаву Т15К6, що дозволить значно зменшити допоміжний час на заточування інструменту та переналагодження верстату.

Вимірними інструментами в базовому техпроцесі служать штангенциркулі, штангенглибиноміри, мікрометри тощо. В проектному пропуную використовувати скоби листові, калібр - кільця, шаблони. Це в значній мірі зменшить час на контрольні виміри. При проектуванні нового технологічного процесу нам слід врахувати, що:



- в першу чергу слід обробляти ті поверхні, котрі служать базою для подальшої обробки, тобто торці та центрові отвори;

- шліфування поверхонь необхідно проводити після термічної обробки - гартування.

- вибір технологічного обладнання потрібно проводити з врахуванням маси та габаритних розмірів деталі, тобто щоб потужність верстата не перевищувала в декілька разів необхідну споживану потужність, яка витрачається при обробці деталі; це дозволить зекономити електроенергію.

					<i>БР.ПМ-34.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.4 – Проектний технологічний процес механічної обробки вала.

№	Назва та зміст операції	Обладнання	Схема базування
005	<p>Абразивно-відрізна: Установити і закріпити заготовку на призмах</p> <ol style="list-style-type: none"> Відрізати заготовку в розмір 367^{-2,3} 	<p>Абразивно – відрізний верстат моделі 8252</p>	
010	<p>Фрезерно-центрувальна: Установити та закріпити заготовку в пристрої</p> <ol style="list-style-type: none"> Фрезерувати одночасно два торці в розмір 360^{-1,4} Центрувати одночасно два торці (центрувальні отвори А5) 	<p>Фрезерно – центрувальний верстат моделі МР-71М</p>	

БР.ПМ – 34.00.000 ПЗ

Змін.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

Змін.	
Арк.	
№ докум.	
Підпис	
Дата	

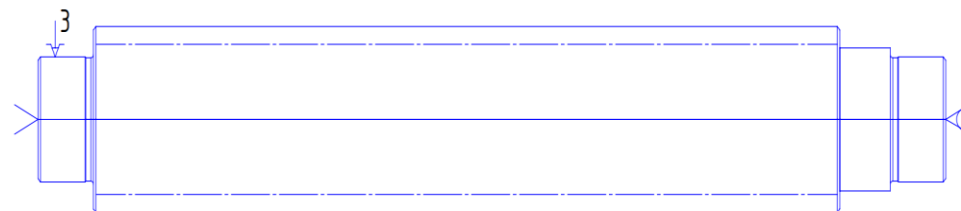
БР.ПМ – 34.00.000 ПЗ

015

Токарно-гвинторізна:
 Установити та закріпити заготовку в центрах і клиновому трикулачковому патроні

1. Обточити поверхню $\varnothing 60$ до $\varnothing 53,5_{-0.62}$ начорно на довжину 340 мм.
2. Обточити поверхню $\varnothing 53,5_{-0.62}$ начисто до $\varnothing 52,5_{-0.19}$
3. Обточити поверхню $\varnothing 52,5_{-0.19}$ в розмір $\varnothing 40_{-0.62}$ начорно на довжину 42 мм з підрізкою торця
4. Обточити поверхню $\varnothing 40_{-0.62}$ в розмір $\varnothing 36,5_{-0.62}$ начорно на довжину 21 мм з підрізкою торця
5. Обточити поверхню $\varnothing 36,5_{-0.62}$ в розмір $\varnothing 35,5_{-0.16}$ начисто
6. Проточити канавку $b = 3^{+0.25}$ витримавши $\varnothing 34,5_{-0.62}$
7. Обточити послідовно дві фаски $1 \times 45^\circ$

Токарно –
 гвинторізний
 верстат з ЧПК
 моделі
 16К20Ф3



Арк.

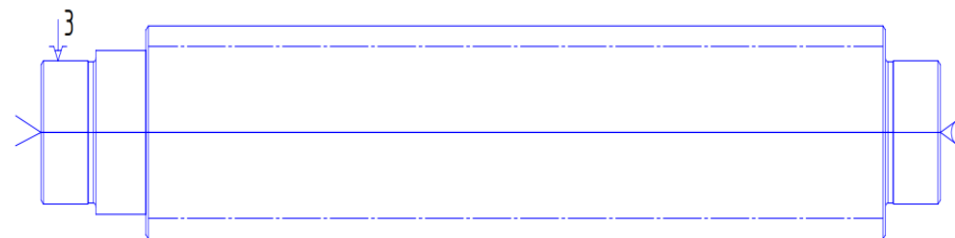
Змін.	
Арк.	
№ докум.	
Підпис	
Дата	

020

Токарно-гвинторізна:
Установити та закріпити
заготовку в центрах і
клиновому трикулачковому
патроні

1. Обточити поверхню $\varnothing 52,5_{-0.19}$ в розмір $\varnothing 36,5_{-0.62}$ начорно на довжину 21 мм з підрізкою торця
2. Обточити поверхню $\varnothing 36,5_{-0.62}$ в розмір $\varnothing 35,5_{-0.16}$ начисто
3. Проточити канавку $b = 3^{+0.25}$ витримавши $\varnothing 34,5_{-0.62}$
4. Обточити послідовно дві фаски $1 \times 45^\circ$

Токарно –
гвинторізний
верстат з ЧПК
моделі 16K20Ф3





БР.ПМ – 34.00.000 ПЗ

Арк

Змін.	
Арк.	
№ докум.	
Підпис	
Дата	

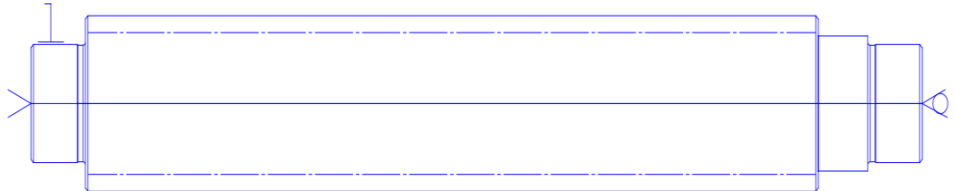
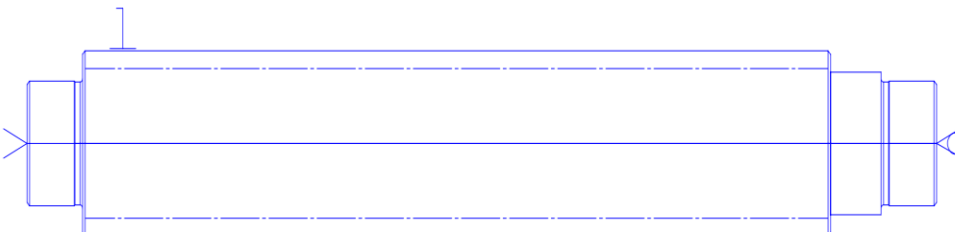
БР.ПМ – 34.00.000 ПЗ

025	<p>Горизонтально – фрезерна: Установити і закріпити заготовку в призмах пристрою.</p> <p>1. Фрезерувати послідовно напрохід 2 пази шириною 12N9</p>	<p>Вертикально-фрезерний консольний з ЧПК мод. 6P13Ф3</p>	
030	<p>Радіально-свердлильна: Установити і закріпити деталь в центрах та призмах.</p> <p>1. Свердлити послідовно 8(4+4) отв. М5-6Н до $\text{Ø}4.4^{+0.26}$, витримавши розміри 16 ± 0.2, 14 ± 0.2, з одночасним утворенням фасок $0.8\times 60^\circ$</p>	<p>Вертикально-свердлильний з ЧПК мод. 2Н118Ф2</p>	
040	Термічна		

Змін.	
Арк.	
№ докум.	
Підпис	
Дата	

БР.ПМ – 34.00.000 ПЗ

Арк.	
------	--

045	<p>Круглошліфувальна: Установити і закріпити деталь в центрах і поводковому патроні.</p> <ol style="list-style-type: none"> Шліфувати поверхню Ø52g6 на прохід 	<p>Круглошліфувальний верстат моделі 3У142</p>	
050	<p>Круглошліфувальна: Установити і закріпити деталь в центрах і поводковому патроні.</p> <ol style="list-style-type: none"> Шліфувати послідовно 2 поверхні Ø35к6 	<p>Круглошліфувальний верстат моделі 3У142</p>	
055	Контрольна		

2.4 Призначення припусків на механічну обробку поверхонь

Для обрахунку припусків та допусків в бакалаврській роботі використовуємо два методи обрахунку:

1. Розрахунково – аналітичний (для найточнішої поверхні)
2. Табличний (для всіх інших поверхонь)

Розрахунок припусків та їх визначення по таблицях може проводитися тільки після вибору технологічного маршруту та способу виготовлення заготовки. В даному випадку технологічна маршрутна карта описана в таблиці 2.4. Заготовка – прокат ГОСТ 2590 – 71.

Розрахунково – аналітичний метод:

Для даного обрахунку обираєм поверхню Ø35к6 так як, вона одна із найточніших. Для визначення міжопераційних припусків та допусків кожної операції приймаєм заготовку Ø40h14 так як, загальна заготовка Ø60h14 має такий ж квалітет як і обрана можемо опустити проведені раніше операції. Для того, щоб добратись до 6 квалітету проведемо три операції обробки:

1. Чистова (добиваємся 11 квалітету)
2. Чистова (8 квалітет)
3. Шліфування (6 квалітет)

Результати розрахунків заносимо в таблицю 2.5. А саме, технологічний маршрут, значення елементів припуску, розрахунковий припуск, розрахунковий розмір, допуски, граничні розміри, граничні значення припусків.

Визначаєм сумарне відхилення

$$\rho = \frac{\rho_k}{\rho_k^2 + 0,25} \cdot l$$

де $\rho_k = \Delta_k \cdot l = 180 \cdot 0.1 = 18$ мкм

l – половина довжини деталі;

Δ_k – кривизна заготовки на 1 мм довжини ($\Delta_k = 0,1$ мкм)

$$\rho = \frac{\rho_k}{\rho_k^2 + 0,25} \cdot l = 18 / (18^2 + 0,25) \cdot 180 = 1.744 \text{ мм} \quad (2.6)$$

Залишкове просторове відхилення

$$\text{Для чистового точіння } \rho_1 = 0,05 \cdot 1744 = 87.2 \text{ мкм} \quad (2.7)$$

					<i>БР.ПМ-34.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Змін.
 Арк.
 № докум.
 Підпис
 Дата

Таблиця 2.5 – Призначення припусків на механічну обробку розрахунково – аналітичним методом

Технологічні переходи обробки поверхні Ø35k6	Елементи припуска, мкм			Розрахунковий припуск $2z_{min}, \text{мм}$	Розрахунковий розмір $d_p, \text{мкм}$	Допуск $\delta, \text{мкм}$	Граничні розміри, мм		Граничні значення припусків	
	R_z	T	ρ				d_{min}	d_{max}	$2z_{min}^{gp}$	$2z_{max}^{gp}$
Заготовка	50	50	1744		39.2788	620	39.3	39.9		
Чистова	30	30	87.2	$2 \cdot 1844$	35.5908	160	35.6	35.75	3700	4150
Чистова	30	30	87.2	$2 \cdot 147.2$	35.3694	39	35.37	35.41	368	410
Шліфування	5	15		$2 \cdot 147.2$	35.002	16	35.002	35.018	300	322

БР.ПМ – 34.00.000 ПЗ

Арк.

$$\text{Для чистового точіння } \rho_2 = 0.05 \cdot 1744 = 87.2 \text{ мкм} \quad (2.8)$$

Розрахунок мінімальних значень припусків проводим користуючись основною формулою

$$2z_{\min_i} = 2(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \rho_{i-1})$$

Мінімальний припуск:

Чистове точіння

$$2z_{\min_1} = 2(50 + 50 + 1744) = 2 \cdot 1844 \text{ мкм} \quad (2.9)$$

Чистове точіння

$$2z_{\min_2} = 2(30 + 30 + 87.2) = 2 \cdot 147.2 \text{ мкм} \quad (2.10)$$

Шліфування

$$2z_{\min_3} = 2(30 + 30 + 87.2) = 2 \cdot 147.2 \text{ мкм} \quad (2.11)$$

Розрахунковий розмір вираховується шляхом додавання мінімальних припусків до крайнього значення поверхні

$$d_{p2} = 35.002 + 0.1472 + 0.1472 = 35.3002 \text{ мм} \quad (2.12)$$

$$d_{p1} = 35.3002 + 0.1472 + 0.1472 = 35.6598 \text{ мм} \quad (2.13)$$

$$d_{p0} = 35.6598 + 1.844 + 1.844 = 39.2788 \text{ мм} \quad (2.14)$$

Визначаєм допуски для кожної операції. Для цього після кожної механічної обробки опускаємся на 2-3 одиниці точності

Заготовка $\varnothing 40 \text{ h}14 (-0.62) \delta = 620 \text{ мкм}$

Чистове точіння $\varnothing 38 \text{ h}11 (-0.16) \delta = 160 \text{ мкм}$

Чистове точіння $\varnothing 36 \text{ h}8 (-0.039) \delta = 39 \text{ мкм}$

Шліфування $\varnothing 35 \text{ k}6 (+0.018 / +0.002) \delta = 16 \text{ мкм}$

Найбільші граничні розміри визначаєм додаванням допуску до найменшого граничного розміри

$$d_{\max 3} = 35.002 + 0.016 = 35.018 \text{ мм} \quad (2.15)$$

$$d_{\max 2} = 35.3002 + 0.039 = 35.41 \text{ мм} \quad (2.16)$$

$$d_{\max 1} = 35.6598 + 0.160 = 35.75 \text{ мм} \quad (2.17)$$

$$d_{\max 0} = 39.2788 + 0.620 = 39.9 \text{ мм} \quad (2.18)$$

					<i>БР.ПМ-34.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Граничні значення припусків

$$2z_{max3}^{pp} = 35.34 - 35.018 = 0.322 \text{ мм} \quad (2.19)$$

$$2z_{max2}^{pp} = 35.75 - 35.41 = 0.41 \text{ мм} \quad (2.20)$$

$$2z_{max1}^{pp} = 39.9 - 35.75 = 4.15 \text{ мм} \quad (2.21)$$

$$2z_{min3}^{pp} = 35.3002 - 35.002 = 0.3 \text{ мм} \quad (2.22)$$

$$2z_{min2}^{pp} = 35.668 - 35.3 = 0.368 \text{ мм} \quad (2.23)$$

$$2z_{min1}^{pp} = 39.3 - 35.6 = 3.7 \text{ мм} \quad (2.24)$$

Загальні значення припусків

$$z_{o_{min}} = 368 + 300 + 3700 = 4368 \text{ мкм} \quad (2.25)$$

$$z_{o_{max}} = 322 + 410 + 4150 = 4882 \text{ мкм} \quad (2.26)$$

Для перевірки правильності обрахунків знайдем номінальний припуск

$$z_{o_{ном}} = 4368 + 620 - 16 = 4972 \text{ мкм} \quad (2.27)$$

Номінальний діаметр заготовки

$$d_{з_{ном}} = 35.002 + 4.972 = 39.974 \approx 40 \text{ мм} \quad (2.28)$$

Для подальшого визначення припусків скористаємося табличним методом

Таблиця 2.6 - Призначення припусків на механічну обробку табличним методом

№ поверхні	Переходи механічної обробки	Величина припуску, мм
1	Фрезерування	$2z = 3.6$
2	Фрезерування	$2z = 3.6$
3	Свердління	$2z = 2.5$
4	Свердління	$2z = 2.5$
5	Точіння чорнове	$2z = 4.1$
	Точіння чистове	$2z = 1.0$
	Шліфування	$2z = 0.5$
6	Точіння чорнове	$2z = 5.6$

7	Точіння чистове Точіння чистове Шліфування	$2z = 1.0$ $2z = 1.0$ $2z = 0.5$
8 12	Точіння	$2z = 3.0$
9 10	Точіння	$2z = 1.0$
11	Точіння чорнове Точіння чистове Шліфування	$2z = 4.1$ $2z = 1.0$ $2z = 0.5$
13 14	Точіння	$2z = 1.0$
15 16	Фрезерування	$2z = 12.0$
17 - 24	Свердління Нарізання різьби	$2z = 4.2$ $2z = 0.8$
25 – 32	Зенкування	$2z = 0.8$
33	Точіння Шліфування	$2z = 3.3$ $2z = 0.3$
34	Точіння	$2z = 3.6$
35	Точіння Шліфування	$2z = 3.3$ $2z = 0.3$

					<i>БР.ПМ-34.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.5 Розрахунок режимів різання

Для визначення режимів різання користуємось на вибір двома методами:

1. Розрахунково – аналітичним
2. Табличним

Для операції точіння проведений на токарно – гвинторізному верстаті з ЧПК моделі 16К20Ф3, проводим розрахунок методом №1. Для всіх інших операцій визначаєм табличним методом.

Розрахунково – аналітичний:

Операція точіння (чорнова), інструмент різець токарний прохідний правий з механічним кріпленням пластини Т15К6, верстат – 16К20Ф3, матеріал заготовки Сталь 45 ГОСТ 1050 – 88

1. Вибираєм січення державки на основі діаметру заготовки та глибини різання

Січення державки 16x25 мм [таб. 26 [4]]

2. Вибираєм нормативне значення подачі при чорновому точінні різцями з пластинами з твердого сплаву

Подача на оберт $S_H = 0.3$ мм [таб. 26 [4]]

3. Визначаєм розрахункове значення подачі

$$S_p = S_H \cdot K_s = 0.45 \cdot 0.3 = 0.135 \text{ мм} \quad (2.29)$$

де

$$K_s = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 = 1 \cdot 1 \cdot 0.8 \cdot 0.85 \cdot 0.62 \cdot 1.07 = 0.45 \quad (2.30)$$

K_1 – коефіцієнт, який враховує стан оброблюваної поверхні; K_2 – коефіцієнт, який враховує матеріал інструменту; K_3 – коефіцієнт, який враховує форму оброблюваної поверхні; K_4 – коефіцієнт, який враховує вплив гартування; K_5 – коефіцієнт, який враховує жорсткість технологічної системи; K_6 – коефіцієнт, який враховує матеріал оброблюваної деталі.

4. Враховуючи коефіцієнт запасу вибираємо фактичне значення подачі з паспорта верстата

$$S_\phi \leq 1.1 S_p \quad (0.149)$$

Приймаємо

					<i>БР.ПМ-34.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{\phi} = 0.125 \text{ мм}$$

5. Визначаємо нормативне значення швидкості [таб. 36 с.243]
Враховуючи подачу та глибину різання вибираєм нормативне значення швидкості

$$V_{\phi} = 274 \text{ м/хв}$$

6. Визначаєм розрахункове значення швидкості

$$V_p = V_H \cdot K_v = 115.08 \text{ м/хв} \quad (2.31)$$

де

$$K_v = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.75 \cdot 0.7 \cdot 1 \cdot 0.8 = 0.42 \quad (2.32)$$

K_1 – коефіцієнт, який враховує головний кут в плані; K_2 – коефіцієнт, який враховує тип точіння; K_3 – коефіцієнт, який враховує матеріал інструменту; K_4 – коефіцієнт, який враховує розміщення поверхні; K_5 – коефіцієнт, який враховує стан поверхні; K_6 – коефіцієнт, який враховує умови обробки; K_7 – коефіцієнт, який враховує матеріал деталі.

7. Обраховуємо розрахункове значення частоти обертання шпиделя

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 115.08}{3.14 \cdot 60} = 610.8 \text{ хв}^{-1} \quad (2.33)$$

8. Приймаєм фактичне значення частоти обертання шпиделя з паспорта верстата

$$n_{\phi} \leq 1.1 n_p \quad (672)$$

Приймаємо

$$n_{\phi} = 630 \text{ об/хв}$$

9. Виходячи з фактичного значення шпиделя перераховуєм значення фактичної швидкості різання

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\phi}}{1000} = \frac{3.14 \cdot 60 \cdot 630}{1000} = 118.7 \text{ м/хв} \quad (2.34)$$

10. Визначаєм силу різання

Для токарної обробки записуєм формулу визначення сили різання

$$P_z = P_{z_{\text{табл}}} \cdot K_1 \cdot K_2 = 93.5 \text{ кГ (935 Н)} \quad (2.35)$$

де

K_1 - ; K_2 - ; $P_{z_{\text{табл}}}$ - .

					<i>БР.ПМ-34.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Режими різання для всіх інших операцій проводим методом табличним.
Всі значення занесені в таблицю 2.7

Таблиця 2.7 – Призначення режимів різання табличним методом

№	Переходи механічної обробки	Розміри оброблюваної поверхні, мм		Режими різання				Основний час, T _o , хв
		D	L	t, мм	S, мм/об	V, м/хв	n, хв ⁻¹	
1 2	Фрезерування	60	115	3.6	80	47.1	250	1.44
3 4	Свердління	5	12	2.5	0.2	15.7	1000	0.06
5	Точіння чорнове	53.5	340	2.05	0.125	274	630	1.42
	Точіння чистове	52.5	340	0.5	0.2	65.9	400	4.25
	Шліфування	52	340	0.25	0.005/ 18.9	35	1112/ 214	5.12
6	Точіння	40	44	2.8	0.6	50.2	400	0.18
7 11	Точіння чорнове	36.5	22	2.05	0.6	45.8	400	0.09
	Точіння чистове	35.5	22	0.25	0.2	44.5	400	0.28
	Шліфування	35	22	0.25	4005/ 18.9	35	112/3 06	1.02

					<i>БР.ПМ-34.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8	12	Точіння	34.5	1	3	0.28	27.1	250	0.01
9	10 13 14	Точіння	52.5	1	1	0.6	65.9	400	0.01
15	16	Фрезерування	12	308	12	12.5	9.4	850	24.64
17 – 24	Свердління	4.2	16	2.1	0.1	9.36	710	0.23	
	Нарізання різьби	5	24	0.37 5	0.75	1.96	125	0.26	
25 – 32	Зенкування	5	0.8	0.8	0.1	9.58	710	0.01	
33	Точіння	40	3.3	3.3	0.6	50.2	400	0.02	
	Шліфування	40	0.3	0.3	0.005/ 18.9	35	1112/ 306	0.02	
34	Точіння	52	3.6	3.6	0.6	65.2	400	0.02	
35	Точіння	52	3.3	3.3	0.6	65.2	400	0.02	
	Шліфування	52	0.3	0.3	0.005/ 18.9	35	1112/ 306	0.02	

					<i>БР.ПМ-34.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.6 Технічне нормування технологічного процесу

Технічні норми часу на обробку розраховуємо розрахунково-аналітичним методом.

Операція 045 Круглошліфувальна.

Тип виробництва - середньосерійний

Розмір партії - 100 шт.

Штучно-калькуляційний час визначається по формулі:

$$T_{\text{шк}} = T_o + T_d + T_{\text{об}} + T_{\text{від}} + T_{\text{пз}}/n,$$

де

T_o – основний час, хв;

T_d – допоміжний час, хв.;

Допоміжний час складається з :

- часу на установку і зняття деталі (T_y);

- часу на контрольні виміри ($T_{\text{контр}}$);

- часу на прийоми, які не ввійшли в комплекс ($T_{\text{комп}}$);

$T_{\text{об}}, T_{\text{від}}$ – час на обслуговування робочого місця, відпочинок і природні потреби.

$$T_{\text{об}} + T_{\text{від}} = T_{\text{оп}} + a_{\text{об}} + a_{\text{від}} / 100,$$

$T_{\text{оп}}$ - оперативний час, хв;

$$T_{\text{оп}} = T_o + T_d;$$

$a_{\text{об}} + a_{\text{від}}$ – час на обслуговування робочого місця, відпочинок і природні потреби в відсотках від $T_{\text{оп}}$.

Рішення

1. Основний час:

$T_o = 5.12$ хв (з розрахунків режимів різання);

2. Допоміжний час (T_d):

а) на встановлення і зняття деталі:

					<i>БР.ПМ-34.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_y = 0.12 \text{ хв};$$

б) на контрольні виміри:

$$T_{\text{контр}} = 0.2 \text{ хв};$$

в) на прийоми, які не ввійшли в комплекс:

$$T_{\text{комп}} = 0.16 \text{ хв};$$

$$T_d = 0.12 + 0.2 + 0.16 = 0.48 \text{ хв};$$

2. Оперативний час:

$$T_{\text{оп}} = 5.12 + 0.48 = 5.6 \text{ хв};$$

3. Час на обслуговування робочого місця, відпочинок і природні потреби:

$$T_{\text{об}} + T_{\text{від}} = 5.6 + 4 + 4 / 100 = 0.45 \text{ хв};$$

4. Штучний час:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{об}} + T_{\text{від}} + T_{\text{оп}} = 0.45 + 5.6 = 6.05 \text{ хв};$$

5. Підготовчо – заключний час:

$$T_{\text{пз}} = 24 \text{ хв};$$

6. Штучно – калькуляційний час:

$$T_{\text{шк}} = T_{\text{шт}} + T_{\text{пз}} / n = 6.05 + 24 / 100 = 6.32 \text{ хв}$$

Таблиця 2.8 – Зведена таблиця необхідних норм часу по операціях

№	Назва операції	T_o , хв	T_d , хв	$T_{об}$, хв	$T_{від}$, хв	$T_{шт}$, хв	$T_{пз}$, хв	n, шт	$T_{шк}$, хв
005	Абразивно-відрізна	0.75	0.42	0.05	0.05	1.27	12	100	1.39
010	Фрезерно-центрувальна	1.5	0.48	0.08	0.08	2.14	18	100	2.32
015	Токарна з ЧПК	6.25	0.6	0.27	0.27	7.39	24	100	7.63
020	Токарна з ЧПК	0.39	0.42	0.03	0.03	0.87	24	100	1.11
025	Горизонтально-фрезерна	49.28	0.54	1.99	1.99	5.38	18	100	53.98
030	Радіально-свердлильна	1.84	0.82	0.11	0.11	2.88	12	100	3.06
035	Радіально-свердлильна	2.08	0.82	0.12	0.12	3.14	12	100	3.32
045	Круглошліфувальна	5.12	0.48	0.225	0.225	6.05	24	100	6.29
050	Круглошліфувальна	1.02	0.64	0.07	0.07	1.8	24	100	2.04
	Всього:								81,14

					<i>БР.ПМ-34.00.000 ПЗ</i>				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

3. Проектування технологічної оснастки

3.1 Пристрій для механічної обробки та його опис

Для механічної обробки деталі на токарних операціях вибираємо пристрій – трикулачковий клиновий патрон. Цей патрон призначений для закріплення деталі по її зовнішній поверхні на токарно – гвинторізному верстаті мод. 16К20Ф3. За допомогою цього пристрою, а також центрів обробляються всі зовнішні поверхні деталі. В результаті можна зафіксувати деталі складної форми і поставити будь-яку вісь обертання. До інших переваг можна віднести:

1. Мінімальний відсоток похибки, точне дотримання геометрії при точінні продукції;
2. Рівномірне зусилля на кожному кулачку;
3. Чітка фіксація на різних режимах обробки. При цьому істотно збільшується складність налаштування і час попередньої підготовки. Часто патрон для токарного верстата має спеціальну модель затиску, адаптовану для роботи з блоком ЧПК.

Трикулачковий клиновий патрон призначений для закріплення заготовок, що обробляються на верстатах токарної групи в умовах серійного і масового виробництва. Закріплення (відкріплення) заготовки здійснюється за допомогою пневматичного приводу, розміщеного на задньому кінці порожнинного шпинделя (або вбудованого в патрон) і пов'язаного штоком з патроном. Принцип дії клинових патронів заснований на одночасному переміщенні кулачків патрона за допомогою осевого руху втулки, яка має клинові виступи (пази), що сполучаються з клиновими пазами (виступами) на кулачках (рисунок 1). При осьовому русі $D_{пр}$ втулки 1, кулачки 2 переміщуються в радіальному напрямку D_3 і затискають заготовку 3. При протилежному русі втулки відбувається відкріплення заготівлі.

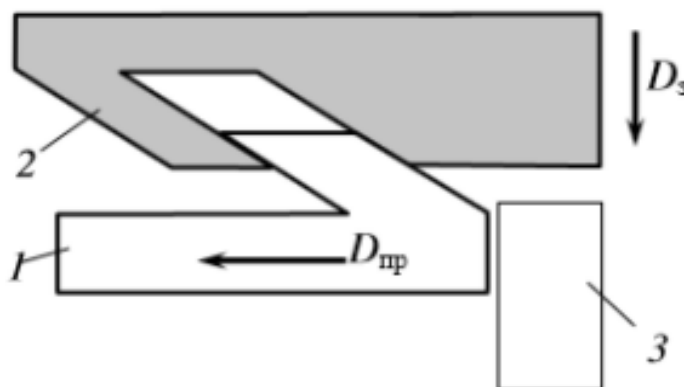


Рисунок 3.1 – Візуалізація затиску деталі в патроні

Недоліком клинового патрона є малий діапазон радіального переміщення кулачків, що не дозволяє закріплювати деталі різних розмірів. Тому такі

					<i>БР.ПМ-34.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

патрони потрібно переналагоджувати на закріплення деталей інших розмірів. Переналагодження може проводитися як вручну, так і автоматично.

3.2 Розрахунок сили затиску пристрою

Для патрона, кулачки якого переміщуються за допомогою повзуна з клиновими пазами, необхідну силу затиску можна знайти використавши кінематичну схему (рис 3.2), вважаючи, що всі сили діють на один кулачок.

При русі клинної втулки в напрямку дії сили тяги T на похилій поверхні кулачка виникає сила N , вертикальна складова якої W_1 повинна врівноважувати силу W і сили тертя, які виникають в напрямних кулачка під дією пари сил N_1 , які являють собою наслідком перекошу кулачків, а горизонтальна складова повинна бути рівна силі тяги T . При відсутності втрат на тертя, потрібна сила тяги вираховується з рівняння

$$T = W \cdot \operatorname{tg} \alpha, \quad (3.1)$$

При наявності тертя вектор сили N відхиляється на величину кута тертя ρ' , а сила W збільшується на величину сил тертя в напрямних для кулачків від сили N_1 . При цьому сила тяги визначається

$$T = W_1 \cdot \operatorname{tg} (\alpha + \rho') \quad (3.2)$$

Під дією сили W_1 сумарна сила тертя від пари сил N_1

$$F_{\text{тр}} = 2N_1 \cdot f = 3W_1 \cdot \frac{l}{l_1} \cdot f_1 \quad (3.3)$$

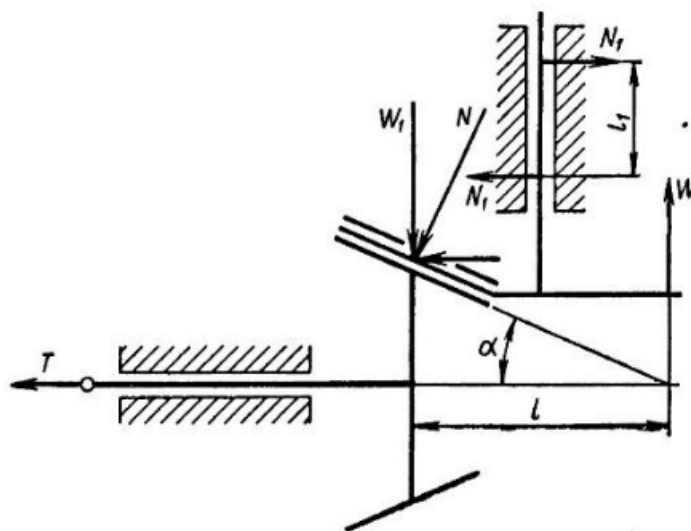


Рисунок 3.2 – Кінематична схема

					<i>БР.ПМ-34.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Так як сила затиску W залишається постійною, то вона повинна бути рівною

$$W = W_1 \left(1 - 3 \cdot \frac{l}{l_1} \cdot f_1\right), \quad (3.4)$$

Звідки

$$W_1 = P_z \frac{d}{f \cdot D \left(1 - 3 \cdot \frac{l}{l_1} \cdot f_1\right)}, \quad (3.5)$$

Отже, кінцева формула для визначення сили тяги прийме вигляд

$$T = P_z \frac{d \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \rho')}{f \cdot D \left(1 - 3 \cdot \frac{l}{l_1} \cdot f_1\right)} = 935 \cdot \frac{60 \cdot 0.45}{0.97 \cdot 0.15 \cdot 52} = 3.6 \cdot 935 = 3366 \text{ Н} \quad (3.6)$$

де

$P_z = 935 \text{ Н}$ – сила різання для чорнової токарної операції; d – діаметр оброблюваної заготовки; $\alpha = 15^\circ$ – кут нахилу пазів; $\rho' = \operatorname{arctg} f_1 = 9^\circ$; $f, f_1 = 0.15$ – коефіцієнти тертя, які залежать від матеріалу клина, корпусу та кулачків; D – діаметр оброблюваної деталі; l, l_1 – плечі важеля приводу, мм (конструктивно $l_1 = 105 \text{ мм}$ і $l = 7 \text{ мм}$)

3.3 Вибір контрольного пристрою

Гладкі вали часто обробляють на безцентрово - шліфувальних верстатах, де їх поверхня отримує огранювання. Величина огранки залежить від точності налагодження і роботи безцентрово - шліфувальних верстатів на завершальних операціях і може досягати величини, рівної 0,003 - 0,005 мм і більше. Гладкі вали можна перевірити на багатовимірному пристосуванні з візуальним відліковим пристроєм - ПГ (рис. 3.3).

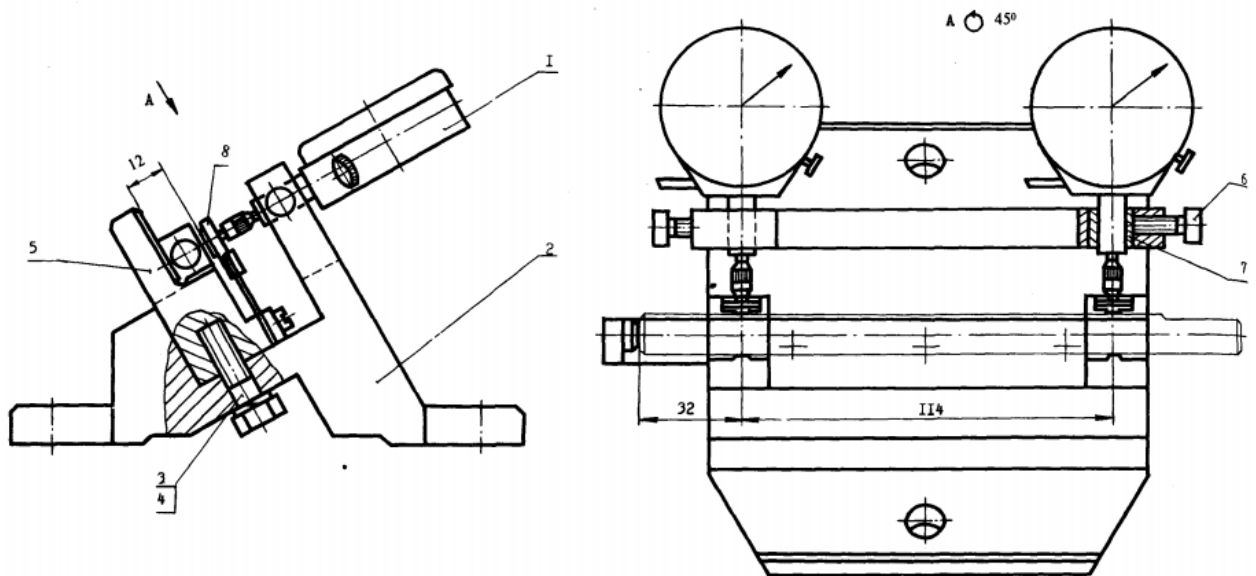


Рисунок 3.3 – Пристрій для перевірки відхилення від циліндричності

					<i>БР.ПМ-34.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вал встановлюють на дві взаємно перпендикулярні пластинки з твердого сплаву, вмонтовані на двох стійках 5, які закріплюються гвинтами і шайбами 3, 4 на похилому корпусі 2. З протилежного боку в кронштейнах корпусу 2 встановлені у втулках 7 ІГ 1, закріплені гвинтами 6. Діаметри валів вимірюють через проміжну пластинку 8, встановлену на плоскій пружині, яка прикріплена до стійки. Пластина оберігає ІГ від ударів і передчасного зносу. Так як кожен діаметр вала вимірюється через плоску пластинку 8, то похибка базування не впливає на точність вимірювання пристосування. За одну установку на пристосуванні можна виміряти вал в двох перетинах одночасно.

Пристосування налаштовують за двома установочними еталонним валикам, виконаним за граничним розмірам перевіряються деталей або по кінцевих мір (плитках) з попереднім натягом 0,2..0,3 мм. У вільному стані пластини 8 (без контрольованого валу) розмір "12" повинен знаходитися в межах 11.4 ... 11.6 мм.

3.4 Точність контрольного пристрою

Точність показань КВП визначається сумарною похибкою вимірювань (СПВ), що складається з систематичних і випадкових складових.

Сумарна похибка може становити 8 - 30% допуску контрольованого параметра. Її величина залежить від призначення виробів і може бути дорівнює: для відповідальних виробів (авіаційна техніка) - 8%, для менш відповідальних - 12,5%, для інших 25 - 30%.

На етапі проектування КВП застосовують розрахунковий і табличний метод. В розрахунково - пояснювальній записці для одного або декількох (за погодженням з керівником проекту) найбільш відповідальних контрольованих параметрів деталі наводиться розрахунок СПВ, яка порівнюється з допуском (ДП) на контрольований параметр і на підставі цього робиться висновок про доцільність використання обраного або спроектованого КП.

Для установки на зовнішні циліндричні поверхні використовують призми. Оскільки контакт деталі з призмою відбувається по вузьких майданчиків (теоретично - лініях), спостерігається порівняно швидке зношування опорних площин і втрата точності контрольного і для усунення цього застосовують призми з роликами або переставними валиками. На робочі поверхні призм для підвищення їх зносостійкості напаяють також пластинки з твердого сплаву. Кут призми α і положення вимірювального елемента впливають на точність вимірюваного діаметрального розміру.

					<i>БР.ПМ-34.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Використовуючи похибки базування для розміру Ø35к6, отримаємо поле похибки вимірювання при плоскому торці вимірювального наконечника.

$$\Delta = \delta - \frac{\delta}{2} \cdot \left(\frac{\sin \beta}{\sin \frac{\alpha}{2}} + 1 \right) = 16 - \frac{16}{2} \left(\frac{0.71}{0.71} + 1 \right) = 0 \quad (3.7)$$

де δ - допуск на діаметр деталі; β - кут установки вимірного інструменту.

Для найбільш вживаних призм з кутом $\alpha = 90^\circ$ значення β слід приймати рівним 45° .

Виходячи з даного розрахунку можемо зробити висновок, що обраний контрольний пристрій повністю виконує вимірювальні вимоги для даного типу деталі.

					<i>БР.ПМ-34.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК

4.1 Опис інструменту для імітації обробки поверхні

Для даного варіанту використовуємо програму SolidWorks, а саме його додатковий модуль CAMWorks.

CAMWorks - одна з найдосконаліших і інтелектуальних систем для створення керуючих програм по механообробці твердих тіл. У CAMWorks реалізована повна асоціативність з усіма змінами геометрії в середовищі SolidWorks. CAMWorks є золотим партнером SolidWorks, що означає:

- Генерація траєкторії інструменту здійснюється, не покидаючи середовища SolidWorks.
- Для генерації траєкторії інструменту CAMWorks використовує геометрію моделі, створену в SolidWorks. Таким чином, користувач може бути впевнений, що він обробляє ту ж саму деталь, яка була змодельована.
- Виняток втрати часу і точності при використанні стандартних трансляторів, таких як IGES або SAT.

Простота використання

CAMWorks використовує знайомий інтерфейс SolidWorks, що значно полегшує навчання і роботу. Дерево механообробки CAMWorks побудовано аналогічно дереву побудови елементів SolidWorks Feature Manager. Елементи Древа можуть бути розгорнуті, переміщені, перейменовані і видалені використовуючи ті ж процедури, що і в SolidWorks.

Інтелектуальна механообробка

CAMWorks включає в себе Технологічну базу даних, що дозволить Вам аналізувати і зберігати параметри використовуваних підходів і методів механічної обробки. Збережені дані можуть викликатися і використовуватися в CAMWorks для полегшення і прискорення процесу генерації траєкторій різання і їх передачі на верстаті з ЧПК в вигляді машинних кодів. Можливість ручної корекції автоматичних функцій означає, що користувач завжди може контролювати коректність процесу створення керуючої програми.

Технологічна база даних

CAMWorks поставляється з Технологічною базою даних, яка містить найбільш поширені елементи, необхідні при підготовці керуючих програм. Ці бази даних є редагованими, Користувач при бажанні може змінити будь-які необхідні елементи або додати нові, а також співвіднести наявні бази даних із існуючими на конкретному підприємстві. Технологічна інформація, що міститься в Базі даних, розділяється на наступні категорії:

					<i>БР.ПМ-34.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Верстати. Можуть бути занесені характеристики всіх верстатів з ЧПК.
- Інструменти. Поповнювана бібліотека може містити набір інструментів і пристосувань конкретного цеху або підприємства.
- Інформація по параметрам різання, матеріалами заготовки та різального інструменту, для розрахунку подачі різання і швидкості обертання шпинделя.
- Елементи і операції. Операції і їх поєднання для кожної комбінації типів оброблюваних елементів, кінцевих умов і розмірів.

Автоматичне розпізнавання елементів

CAMWorks є елементно-орієнтованою системою для механічної обробки. Для того, щоб зробити його ще більш потужним, CAMWorks надає можливість автоматичного розпізнавання багатьох оброблюваних елементів.

Елементи інтерактивного контуру

Для визначення елементів, які не розпізнаних автоматично, CAMWorks надає інтерактивний Майстер контурів. Процес визначення елементів подібний аналогічному в SolidWorks. Цей Майстер проводить користувача через визначення оброблюваних елементів, наприклад, зовнішні і внутрішні канавки. Елементи можуть модифікуватися в будь-який час шляхом додавання / видалення фрагментів і оброблюваних областей.

Операції механообробки

Після того, як елементи, які повинні бути оброблені, визначені, автоматично генерується план обробки деталі. Операції механообробки включають чорнову і чистову обробку, свердління, і т.д. Операції пов'язані з елементами механообробки. Дерево механообробки дозволяє переглянути будь-яку бажану операцію. Перед генерацією траєкторії різання, над операціями можуть бути виконані наступні дії:

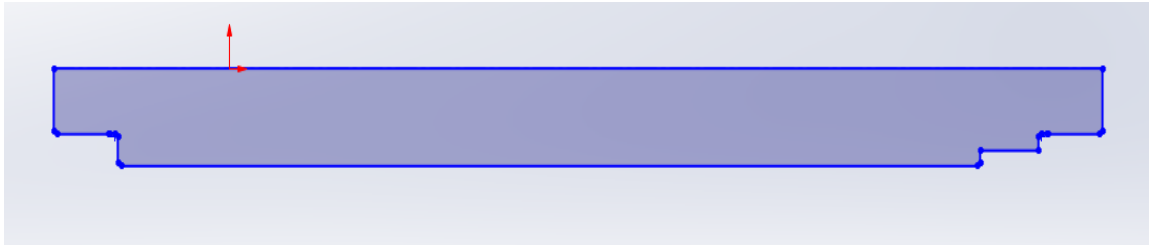
- Видалити і перейменувати.
- Об'єднати подібні операції.
- Змінити параметри обробки.
- Додати елементи механообробки.
- Змінити порядок обробки.

					<i>БР.ПМ-34.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

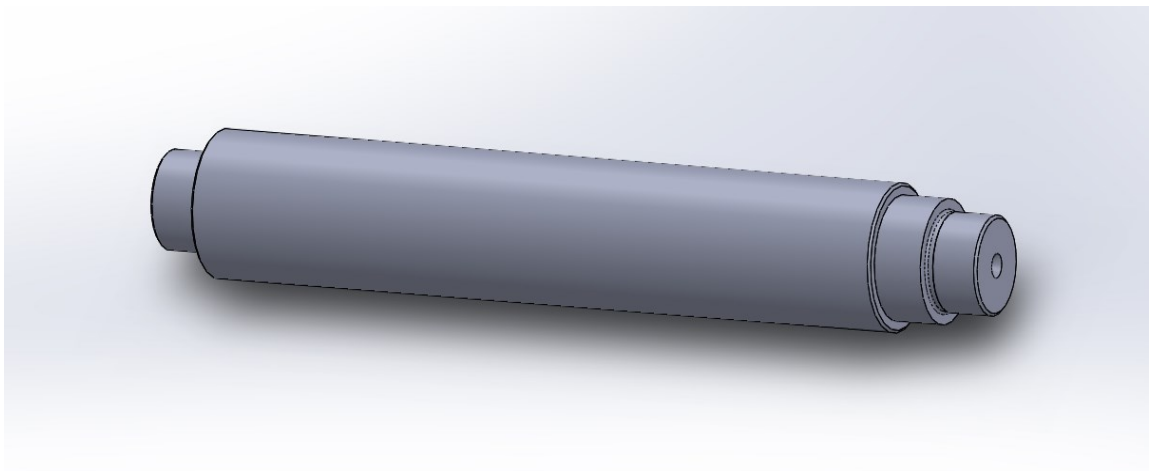
4.2 Вибір та опис операції обробки

Для симуляції обробки вибираємо операцію – токарну.

Першим кроком буде створення 3D моделі кінцевого варіанту деталі після проведених токарних операцій згідно всім вимогам до розмірів деталі (рис 4.1 а, б).



а)

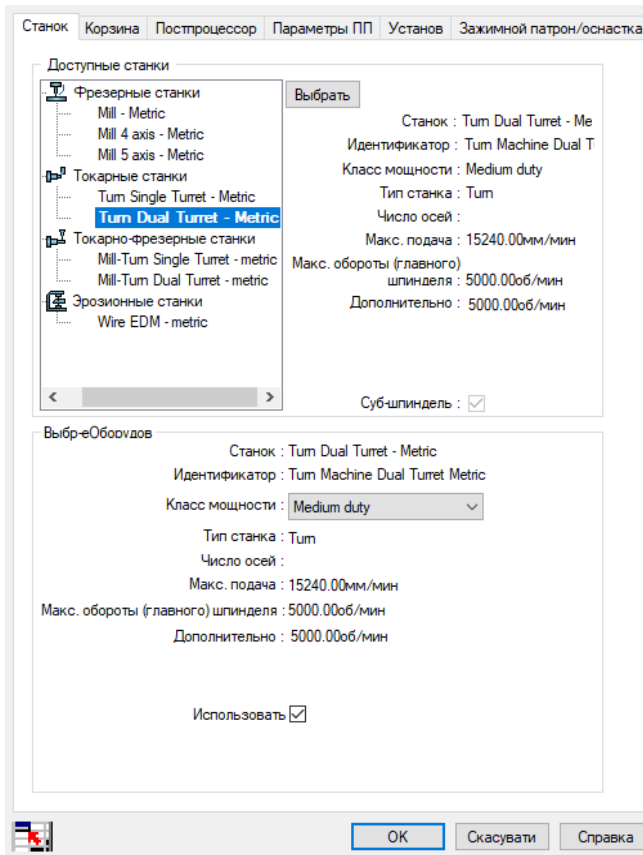


б)

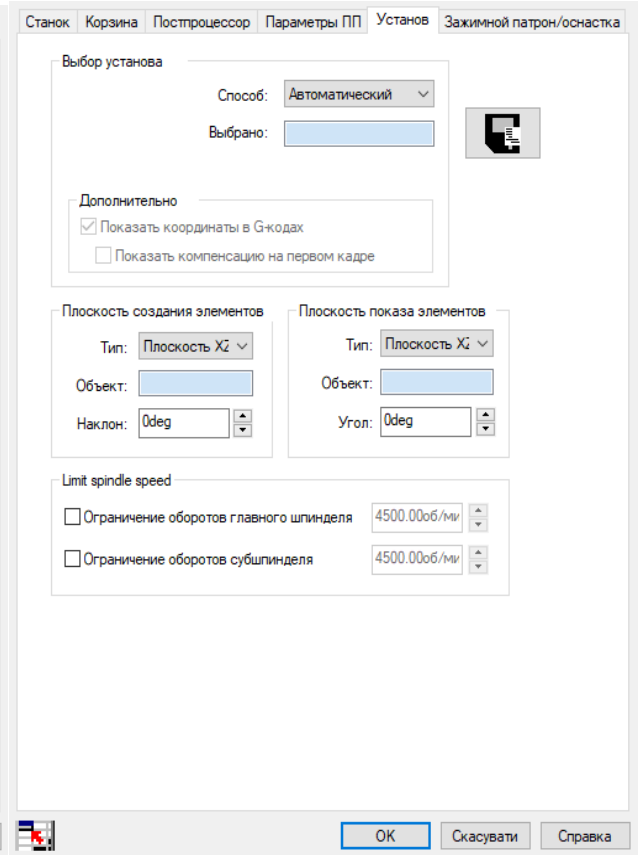
Рисунок 4.1 – Створення 3D моделі деталі; а - ескіз деталі; б - 3D модель деталі;

Далі вибираємо верстат, створюємо устнов, корегуємо закріплення заготовки в верстаті та визначаємо розміри заготовки (рис. 4.2 а, б, в, г). Верстат для даних операцій вибираємо токарний з бібліотеки програми. Установ для поточних операцій встановлюється автоматично програмою. Закріплення заготовки здійснюватиметься в трьохкулачковому патроні, тому обираємо з бібліотеки такий кулачок, а для іншої сторони в даному варіанті обираємо центрувальне свердло. Розміри заготовки заносимо згідно даного завдання. Кінцевий варіант проведених операцій зображений на рисунку 4.3.

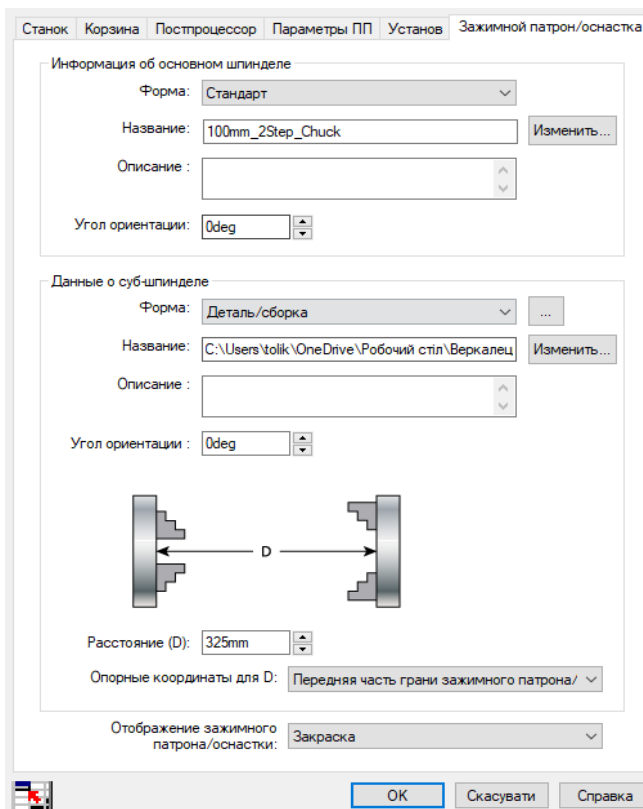
					<i>БР.ПМ-34.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



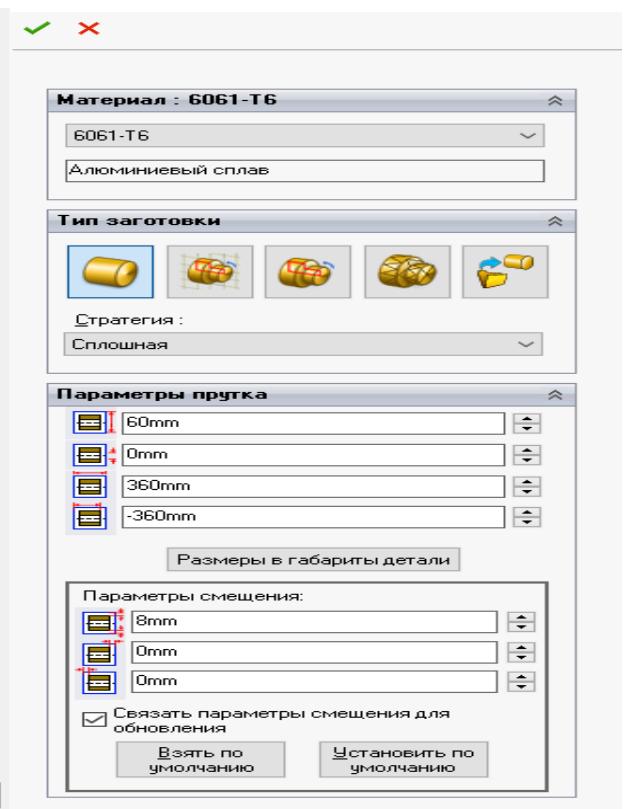
а) – вибiр верстату



б) – вибираем установ



в) – Корегуем закрiплення заготовки



г) – параметри заготовки

Рисунок 4.2 – Параметри установки заготовки

					<i>БР.ПМ-34.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

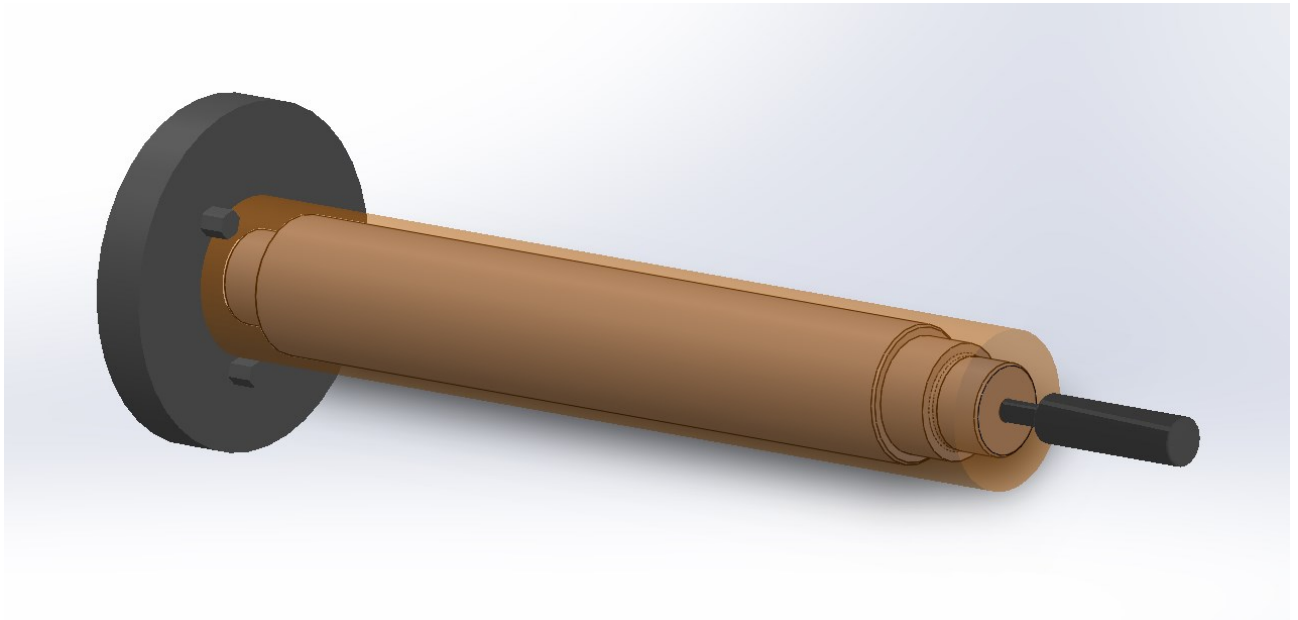


Рисунок 4.3 – Кінцевий варіант установки заготовки

Наступним кроком буде створення токарної установки, тим самим задаючи програмі координати з яких починатиметься обробка (рис. 4.4).

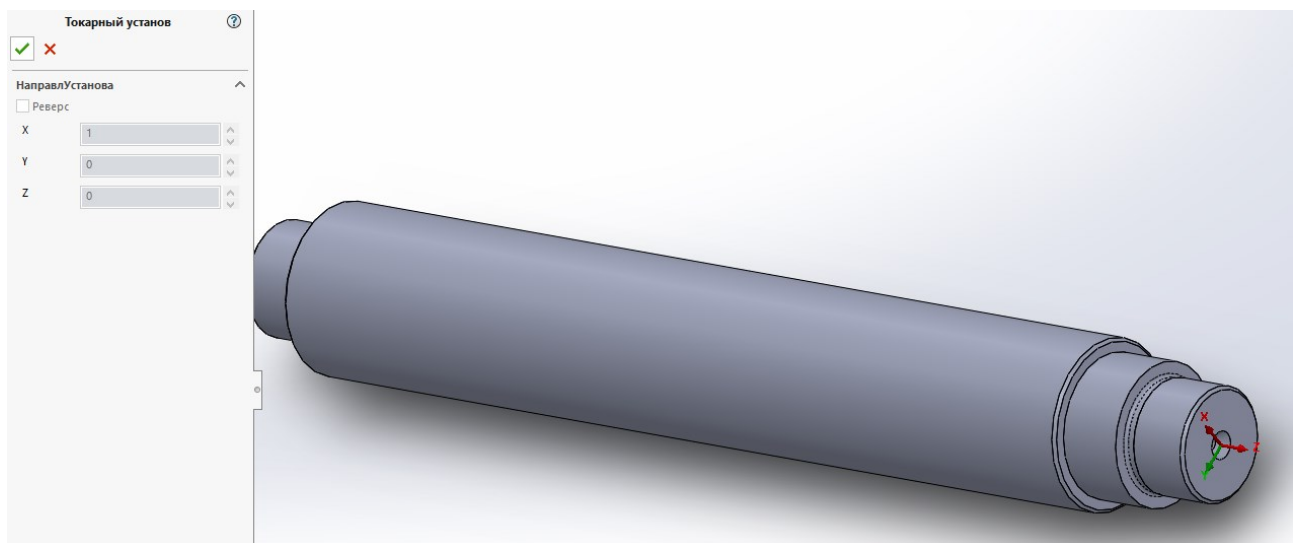


Рисунок 4.4 – Створення токарного установу

Далі створюємо безпосереднього операції обробки для кожної поверхні.

Для цього викликаючи контекстне меню на токарному установі, вибираємо потрібну нам операцію. (рис 4.5). Обираємо поверхню, яку будемо обточувати (рис 4.6) та за бажанням змінюємо додаткові дані (вибір інструменту, режими різання, припуски і тд.).

					<i>БР.ПМ-34.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

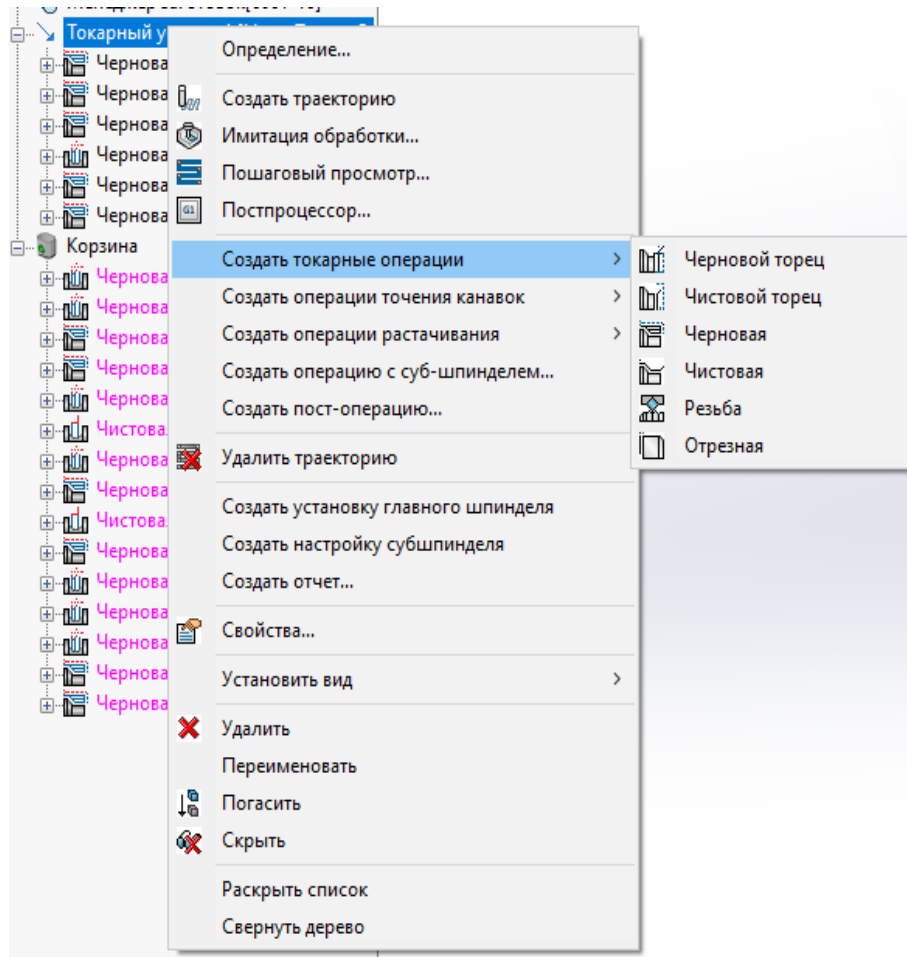


Рисунок 4.5 – Вибір операції для точіння

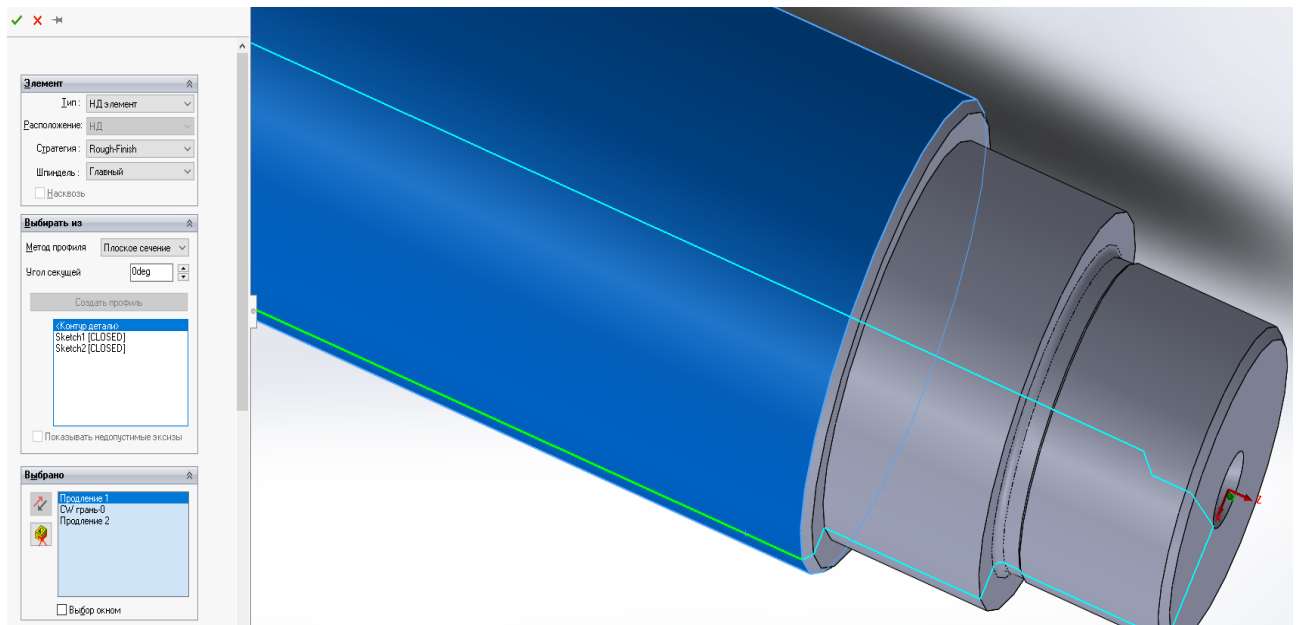
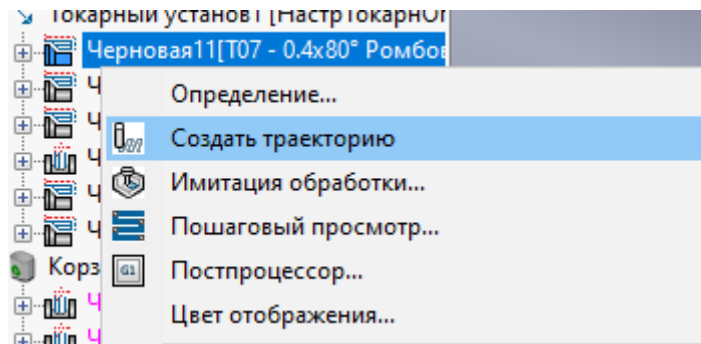


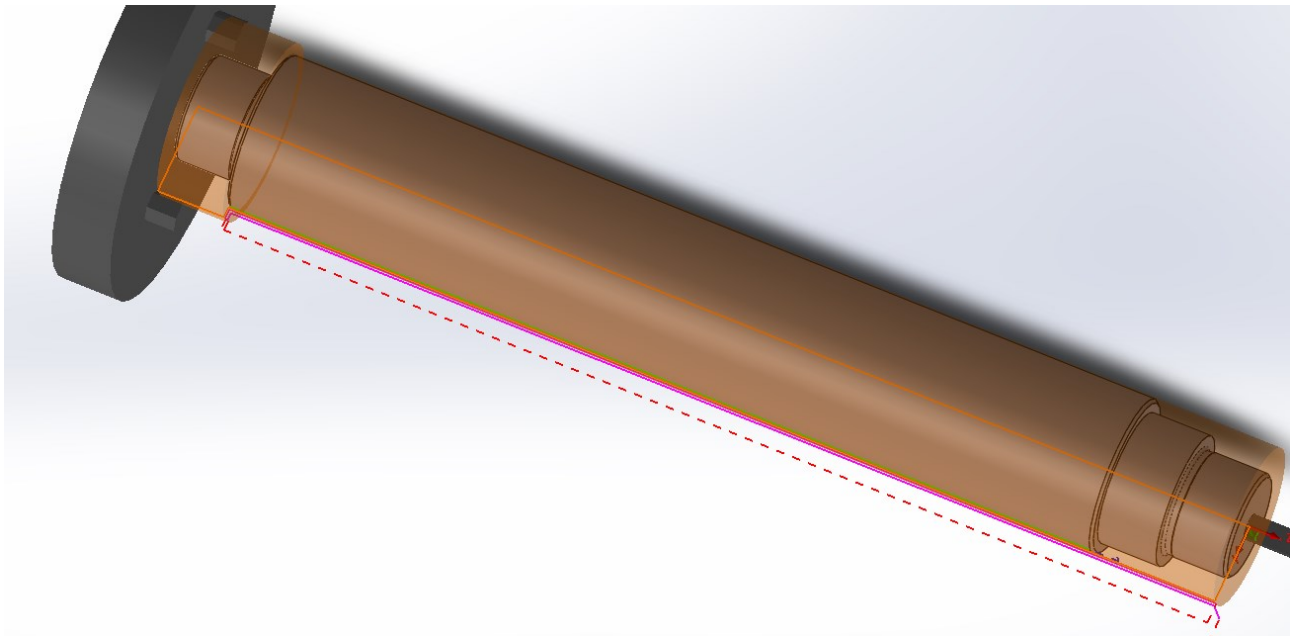
Рисунок 4.6 – Вибір поверхні, яку будем обточувати

					<i>БР.ПМ-34.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Наступним кроком створюємо траєкторію для руху різця (рис 4.7 а, б). Якщо траєкторія непіходяща потрібно підкорегувати якісь параметри в меню зображеному на рисунку 4.8.



а)



б)

Рисунок 4.7 – Створення траєкторії руху різця; а – меню для створення траєкторії; б – траєкторія руху різця

					<i>БР.ПМ-34.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

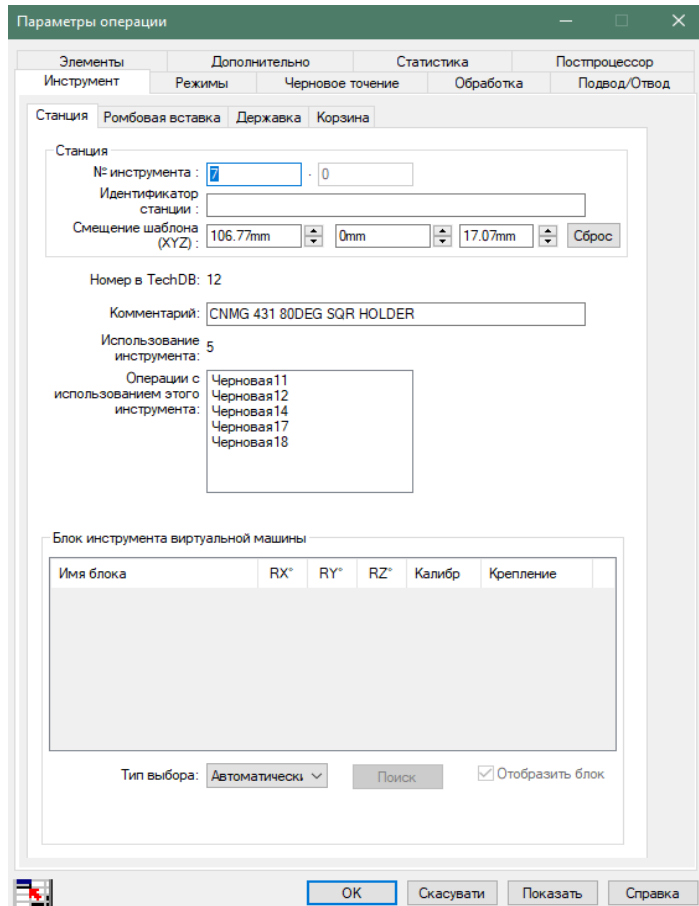


Рисунок 4.8 – Меню корегування процесу обробки

Проводимо дані операції для усіх поверхонь, які можливо обточити в даному установі. В результаті проведення всіх цих дій отримуємо частину обточеної заготовки (рис. 4.9)

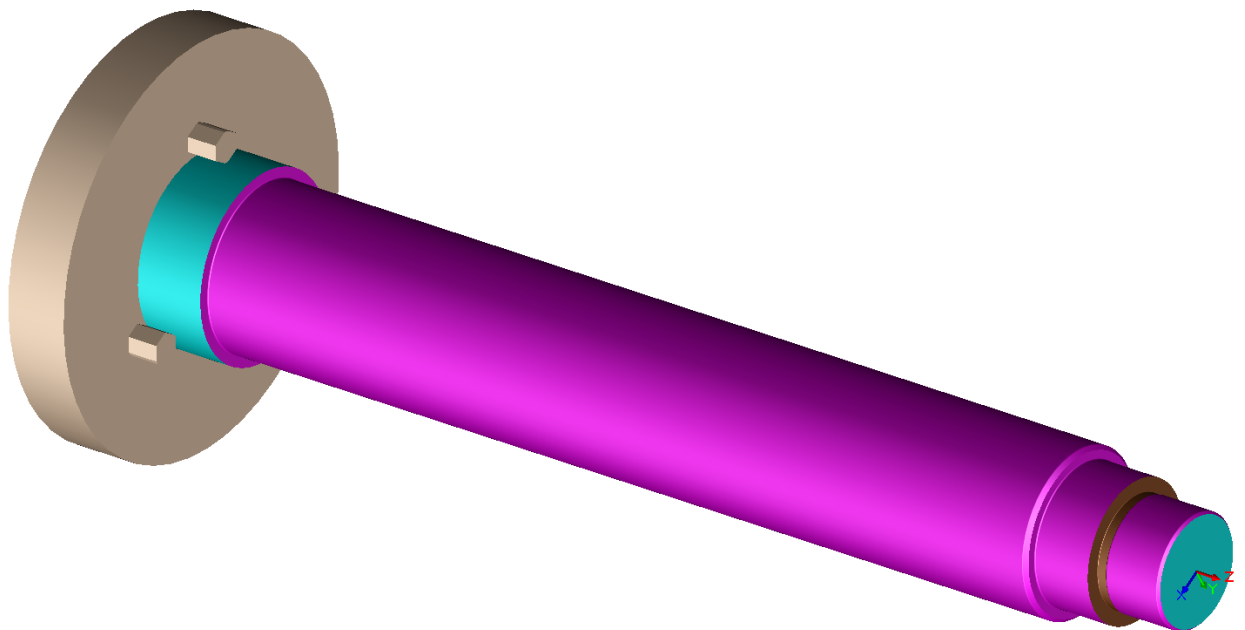


Рисунок 4.9 – Результат проведення всіх операцій

					<i>БР.ПМ-34.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для того, щоб обточити поверхні, які наразі знаходяться під затиском патрону потрібно переустановити заготовку на уже обточену поверхню. Для цього проводимо всі ті ж операції по виборі верстату та установу заново (рис 4.10).

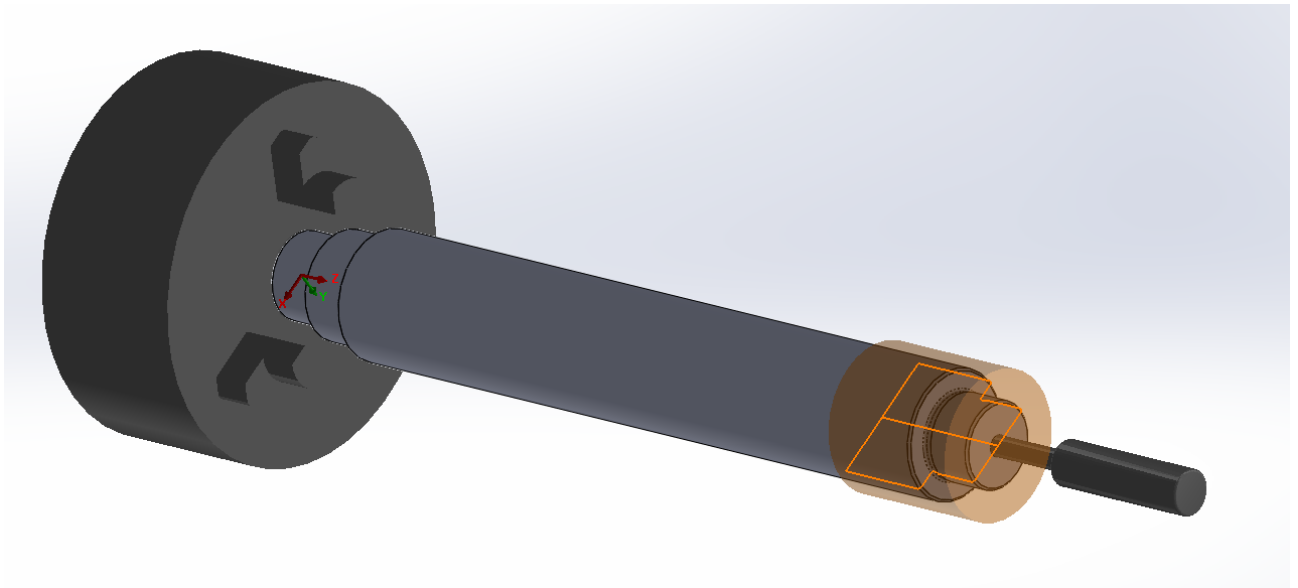


Рисунок 4.10 – Переустановка заготовки

Далі проводимо всі ті ж операції, які проводили в попередній установці і обточуємо необхідні поверхні (рис 4.11)

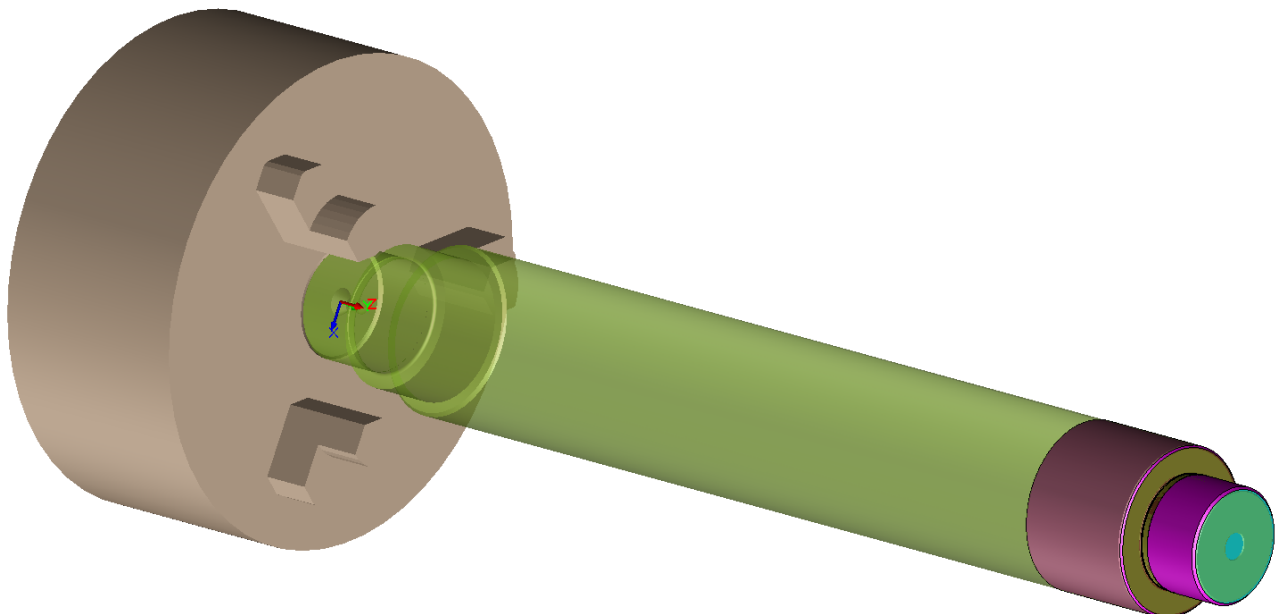


Рисунок 4.11 – Кінцевий варіант деталі після операції точіння

					<i>БР.ПМ-34.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витягуємо G – code з проведених операцій для передачі даних на верстат з ЧПК на якому буде проводитись дана обробка (рис. 4.12).

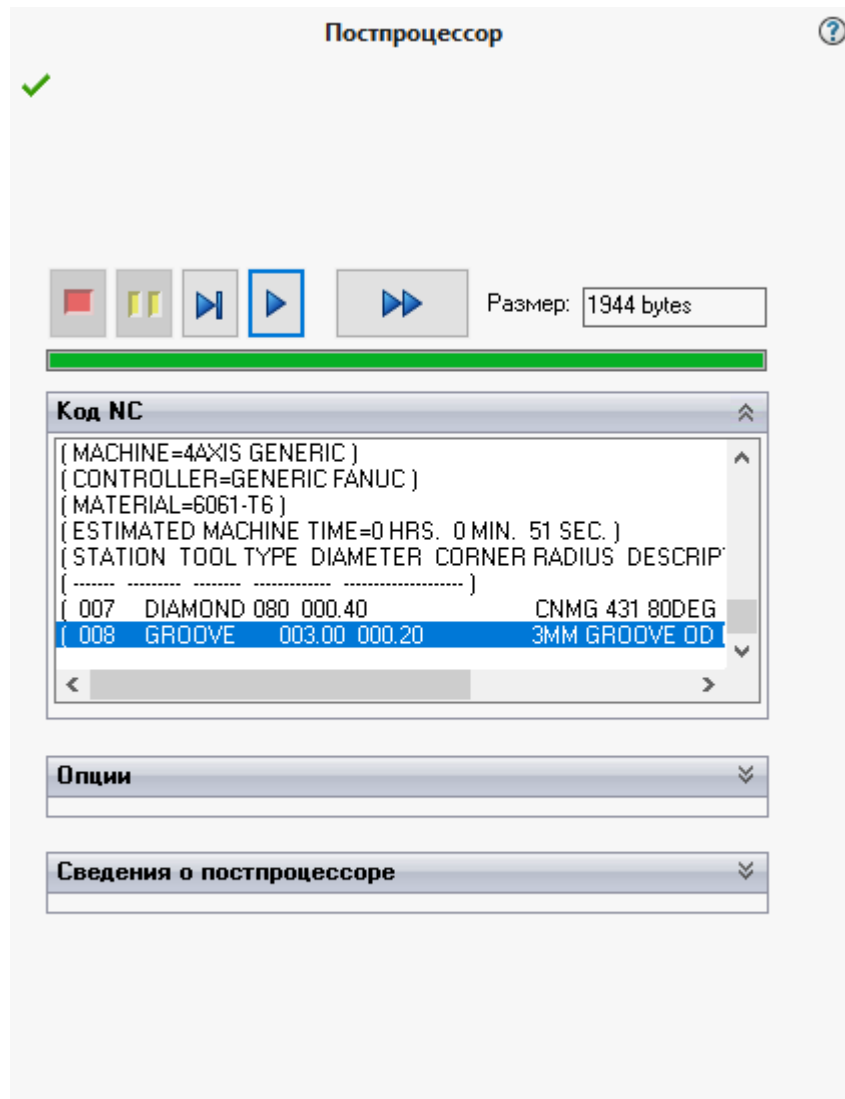


Рисунок 4.12 – Витягнення G коду з програми

Результат проведення даної операції знаходиться в додатку А.

					<i>БР.ПМ-34.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

Дана бакалаврська робота складається із записки в якій описані чотири частини завдання (конструкторсько – технологічний аналіз, проектування технології виготовлення деталі, проектування технологічної оснастки та створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК), графічної частини та додатків оформлених та виконаних згідно із завданням.

В конструкторсько – технологічній частині ми провели аналіз технологічності конструкції деталі за заданими параметрами деталі.

В розділі проектування технології виготовлення деталі вибрали спосіб отримання заготовки (прокат), розрахували програму випуску (М-100 шт), спроектували маршрут обробки деталі, назначили припуски на механічну обробку, режими різання та норми часу.

В розділі проектування технологічної оснастки розробили конструкцію токарного пристрою (трикулачковий патрон) та визначили силу затиску. Також спроектували контрольно-вимірний пристрій і розрахували похибку вимірювання даного пристрою.

В розділі створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК описали інструмент для створення симуляції обробки та створили керуючу програму для однієї з проведених операцій приведеній в маршрутній карті.

Графічна частина складається з 5 аркуші ф. А1:

1. Складається з креслення заготовки та готової деталі
2. Містить карти технологічних налагоджень
3. Складальне креслення технологічної оснастки
4. Складальне креслення контрольно-вимірного пристрою
5. Розробка керуючої програми для верстату з ЧПК

В додатках приведена технологічна документація (маршрутна карта, операційна карта та карта ескізів), специфікація складального креслення та код керуючої програми верстату з ЧПК.

					<i>БР.ПМ-34.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаної літератури

1. Баранчиков В.И. и др. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов, Москва 1990 год, с.399
2. Картавов С.А. Технология машиностроения (специальная часть). Киев, 1984, с.267
3. Степанов Ю.С. (1998) Альбом контрольно-измерительных приспособлений, Москва, с.183
4. Корсаков В.С. 1983 Основы конструирования приспособлений, Новосибирськ, с.275
5. Мягков В.Д., Палей М.А. и др. Допуски и посадки. Справочник в 2-х частях. 1 часть. 1983. с.543
6. Мягков В.Д., Палей М.А. и др. Допуски и посадки. Справочник в 2-х частях. 2 часть. 1983. с.448
7. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения 1983 год, с.256
8. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К. (ред.) Справочник технолога-машиностроителя. Том 2. 1986 год, с.496

					<i>БР.ПМ-34.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додатки

Дубл.														
Взамін.														
Підпис										Зм	Ар	Недок.	Підпис	Дата

				ІФДТУНГ		ПМ00.34										
											Вал					

**КОМПЛЕКТ
технологічної
документації**

*Технологічний процес
механічної обробки*

*Розробив: ст. групи ПМ-17-1
Веркалець А.А.
Перевірив: Одосій З.М.*

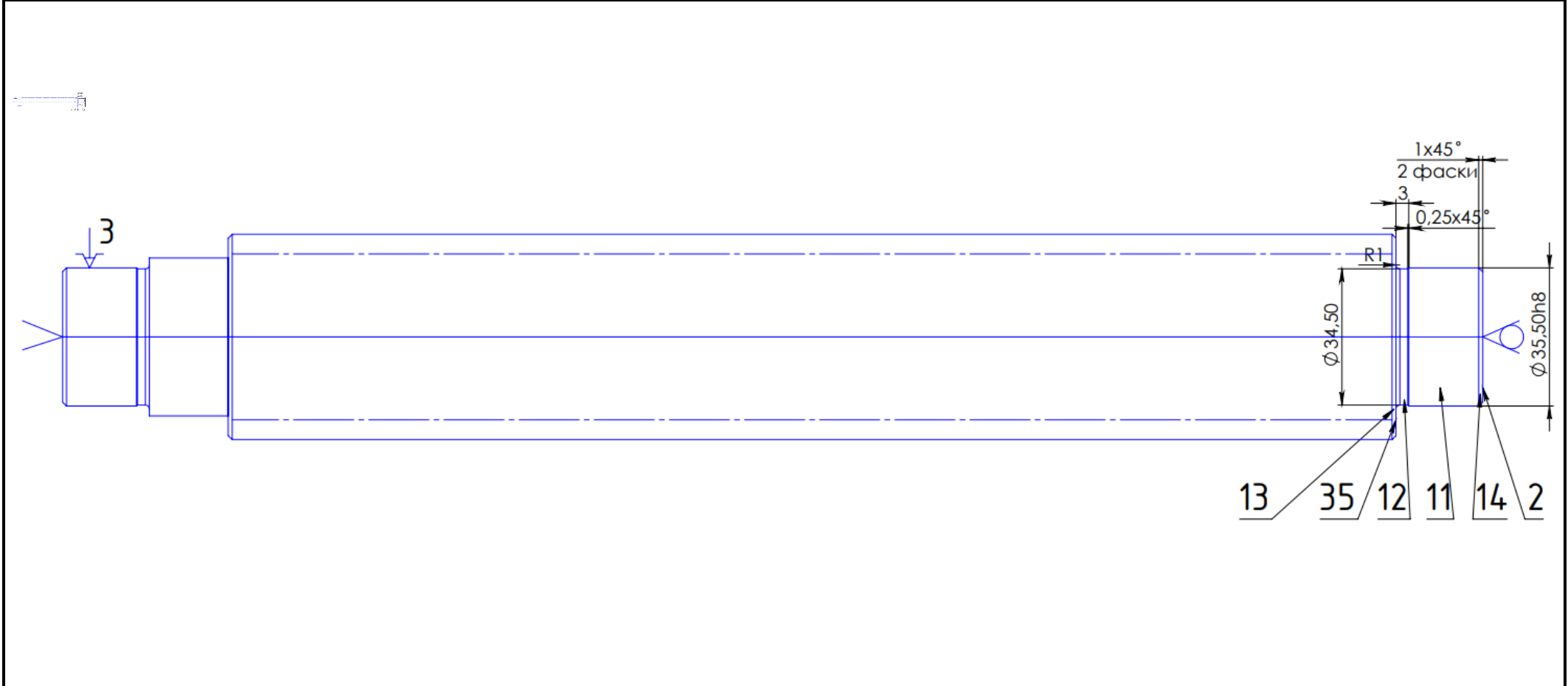
--	--

Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

--	--	--	--	--

Зм	Ар	№ док.	Підпис	Дата

Розробив	Веркалець А.А.			І Ф Д Т У Н Г	ПМ.00.34	76018.20240.01393	
Перевірів	Одосій З.М.						
				Вал		Н	020
Н. контр.	Одосій З.М.						



KE

Додаток А

%

O0001

%

O0002

N10 (CNMG 431 80DEG SQR HOLDER)

N20 T0101

N30 B90.

N40 G96 S548 M03

N50 M08

N60 ('5@=>2007)

N70 G54 G00 Z363.354 M08

N80 X60.707

N90 G99 G01 X54. Z360. F.409

N100 Z299.6

N110 X54.707 Z299.246

N120 G00 X65.2

N130 Z360.354

N140 X52.707

N150 G01 X52. Z360.

N160 Z299.6

N170 X52.707 Z299.246

N180 G00 X65.2

N190 ('5@=>2009)

N200 Z363.354

N210 X52.707

N220 G01 X46. Z360.

N230 Z339.5

N240 X52.

N250 X52.707 Z339.854

N260 G00 X58.707

N270 Z360.354
N280 X42.556
N290 G01 X41.849 Z360.
N300 Z339.5
N310 X46.
N320 X46.707 Z339.854
N330 X47.607
N340 G00 X52.707
N350 Z360.5
N360 X40.206
N370 G01 X38.
N380 Z340.85
N390 G03 X37.972 Z340.618 I-1.9 K0
N400 G01 X37.697 Z339.5
N410 X46.
N420 X46.707 Z339.854
N430 G00 X57.2
N440 Z360.354
N450 X36.707
N460 G01 X36. Z360.
N470 Z340.85
N480 G03 X35.987 Z340.74 I-.9 K0
N490 G01 X35.5 Z338.759
N500 Z338.6
N510 G02 X35.7 Z338.5 I.1 K0
N520 G01 X51.2
N530 X51.907 Z338.854
N540 G00 X57.907
N550 X508. Z127.

N560 (1MM GROOVE OD HOLDER)
N570 T0505
N580 B90.

N590 G96 S269 M03

N600 ('5@=>200 :0=02:02)

N610 G96 S269

N620 G54 G00 Z343.184 M08

N630 X47.98

N640 G01 X41.98 Z340.184 F.063

N650 X35.657

N660 G00 X41.938

N670 Z340.013

N680 G01 X35.315

N690 G00 X41.896

N700 Z339.841

N710 G01 X35.1

N720 G00 X41.854

N730 Z339.67

N740 G01 X35.1

N750 G00 X41.812

N760 Z339.499

N770 G01 X35.1

N780 G00 X41.769

N790 Z339.328

N800 G01 X35.1

N810 G00 X41.727

N820 Z339.156

N830 G01 X35.1

N840 G00 X41.685

N850 Z338.985

N860 G01 X35.1

N870 G00 X41.643

N880 Z338.814

N890 G01 X35.129

N900 G00 X41.743

N910 Z338.643
N920 G01 X35.255
N930 G00 X58.
N940 Z338.471
N950 G01 X35.521
N960 G00 X58.
N970 Z338.3
N980 G01 X36.4
N990 G00 X58.
N1000 X64.
N1010 Z342.633
N1020 X43.485
N1030 G01 X37.485 Z339.633
N1040 X37.385
N1050 X37.1 Z339.491
N1060 Z339.237
N1070 G00 X43.1
N1080 Z338.3
N1090 G01 X36.4
N1100 G03 X35.1 Z338.95 I0 K.65
N1110 G01 Z339.45
N1120 G00 X42.071
N1130 Z340.34
N1140 G01 X35.971
N1150 X35.1 Z339.905
N1160 Z339.45
N1170 X41.1
N1180 G00 X47.1
N1190 X59.
N1200 X508. Z127.

N1210 (CNMG 431 80DEG SQR HOLDER)
N1220 T0101

N1230 B90.

N1240 G96 S548 M03

N1250 ('5@=>20O10)

N1260 G96 S548

N1270 G54 G00 Z363.666 M08

N1280 X39.614

N1290 G01 X33.614 Z360.666 F.409

N1300 Z360.166

N1310 X35.766 Z359.09

N1320 X36.766

N1330 G00 X42.766

N1340 ('5@=>20O11)

N1350 Z341.966

N1360 X56.014

N1370 G01 X50.014 Z338.966

N1380 Z338.466

N1390 X51.766 Z337.59

N1400 X52.766

N1410 G00 X58.766

N1420 X508. Z127.

N1430 M05

N1440 M30

N10 M30

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			БР.ПМ-34.00.003.00 СК	Складальне креслення		
				<u>Деталі</u>		
		1	БР.ПМ-34.00.003.01	Гвинт	1	
		2	БР.ПМ-34.00.003.02	Втулка	3	
		3	БР.ПМ-34.00.003.03	Втулка	1	
		4	БР.ПМ-34.00.003.04	Муфта	1	
		5	БР.ПМ-34.00.003.05	Пази	3	
		6	БР.ПМ-34.00.003.06	Корпус	1	
		7	БР.ПМ-34.00.003.07	Кулачки	3	
		8	БР.ПМ-34.00.003.08	Гумки	3	
		9	БР.ПМ-34.00.003.09	Виступи	3	
		10	БР.ПМ-34.00.003.10	Виїмки	3	
		11	БР.ПМ-34.00.003.10	Фіксатор	1	

					БР.ПМ-34.00.003.00		
Зм.	Арк	№докум	Підпис	Дата			
Розробив		Веркалець А			Літ.	Арк	Аркушів
Перевір.		Одосій З.М.			у	1	1
					ІФНТУНГ		
					<i>Патрон трикулачковий клиновий самозатискний</i>		

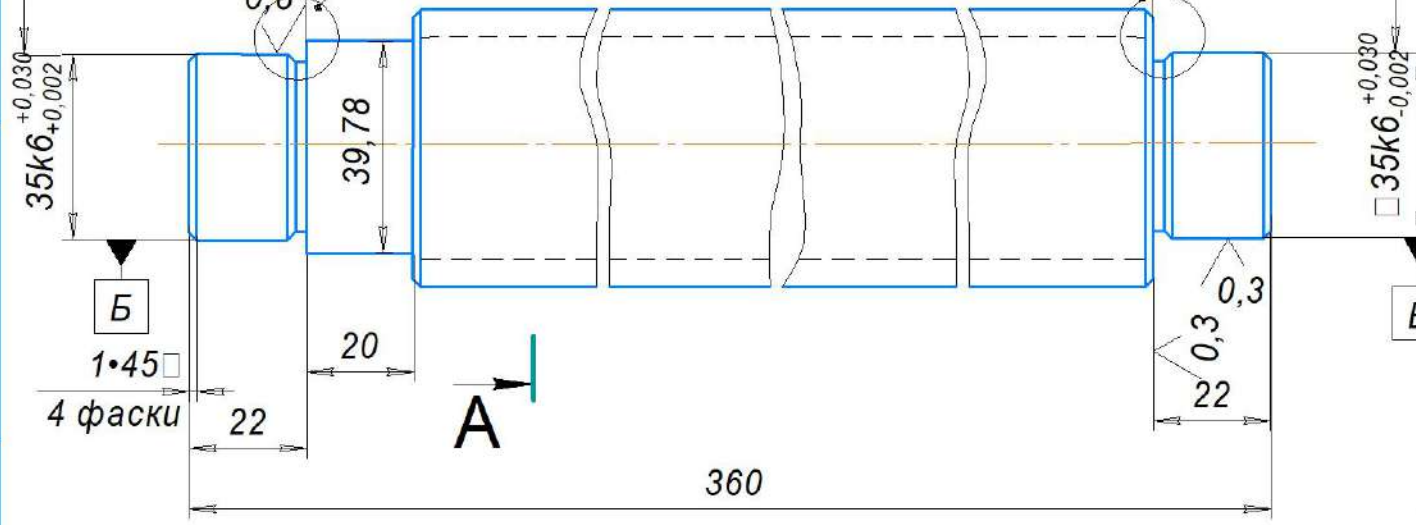
Перв. примен.

Справ. №

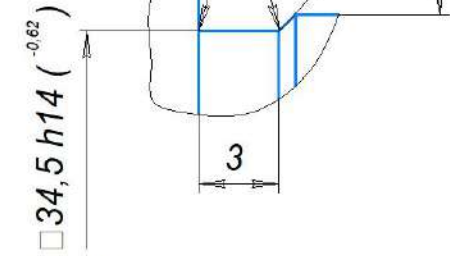
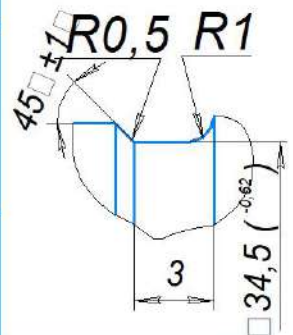
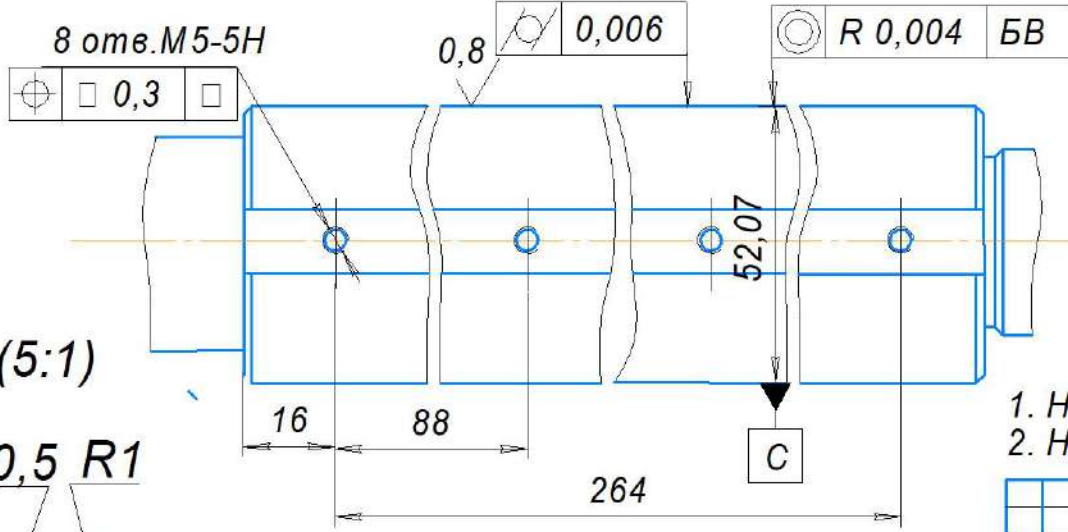
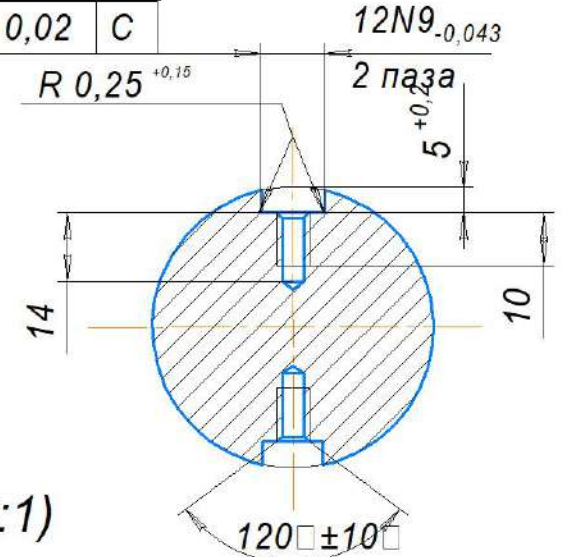
Инв. № подл. Подп. и дата
Взам. инв. № Инв. № дубл. Подп. и дата

ПМ-34.00.005

□	0,01	БВ
○	0,008	



///	0,02	С
≡	0,02	С



1. HRC 32...42.
2. Невказані граничні відхилення розмірів: h14; ±IT14/2.

				ПМ-34.00.005		
				Вал		
				Лит.	Масса	Масштаб
				Н	5,2	1:1
				Лист	Листов 1	
				ІФНТУНГ		
				Формат А3		

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Веркалец			
Пров.	Одосій З.М.			
Т.контр.	Одосій З.М.			
Реценз.				
Н.контр.	Одосій З.М.			
Утв.	Панчук В.Г.			

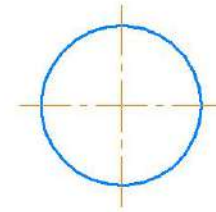
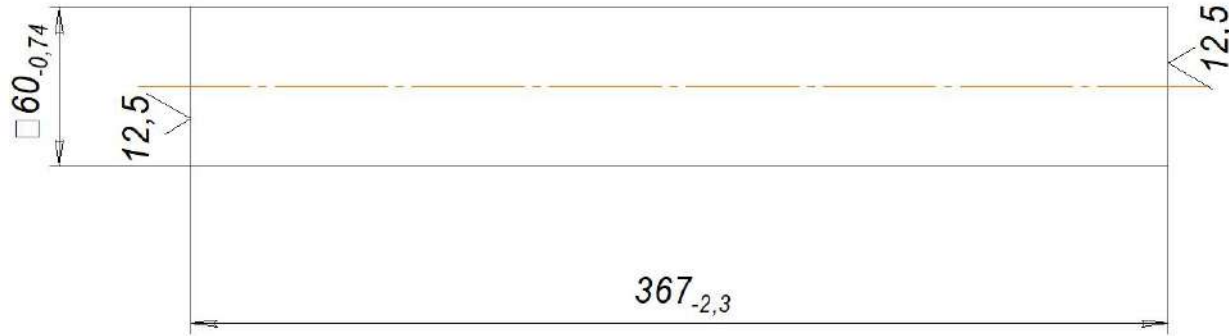
Копировал

√Ra 6.3

БР.ПМ-34.00.005

Перв. примен.

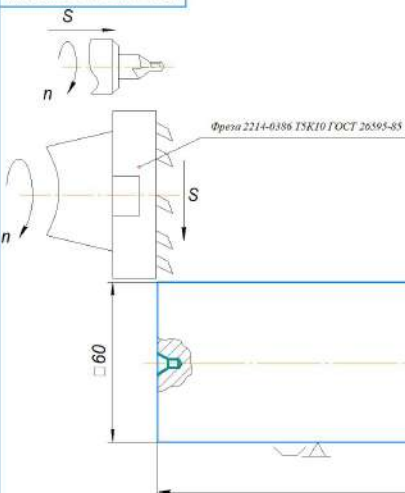
Справ. №



1 Поверхня деталі не повинна мати тріщин та інших дефектів, які знижують міцність і надійність виробу.

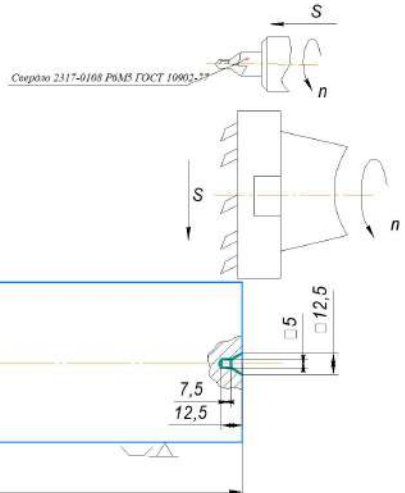
Ив. № подл. Подп. и дата
Взам. инв. № Инв. № дубл. Подп. и дата

					БР.ПМ-34.00.005			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Заготовка	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Веркалець А.А.					Н		1:2
Пров.	Одосій З.М.					Лист	Листов	1
Т.контр.	Одосій З.М.					ІФНТУНГ		
Реценз.								
Н.контр.	Одосій З.М.				Сталь 45 ГОСТ 1050-74			
Утв.	Панчук В.Г.				Копировал Формат А3			

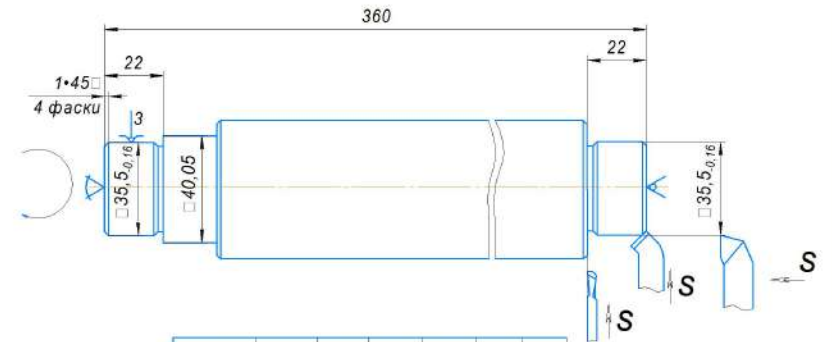


Операція 010

2	Центрувати торці	1,5	0,2	11,91200	
1	Фрезерувати одночасно торці	2,1	0,05237	4 1300	
010	Фрезерно-центрувальна, верстат МР-73	ММ	ММ/об	М/хв	об/хв
Номер	Зміст переходу	t	s	v	n
Номер	Назва операції	Режимі різання			

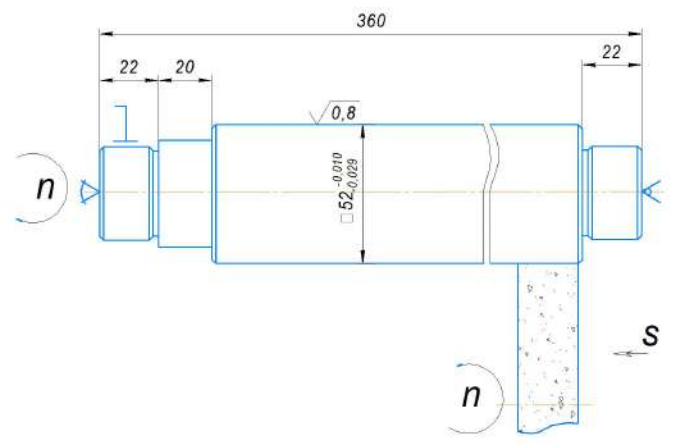


Операція 020-Токарно-гвинторізна



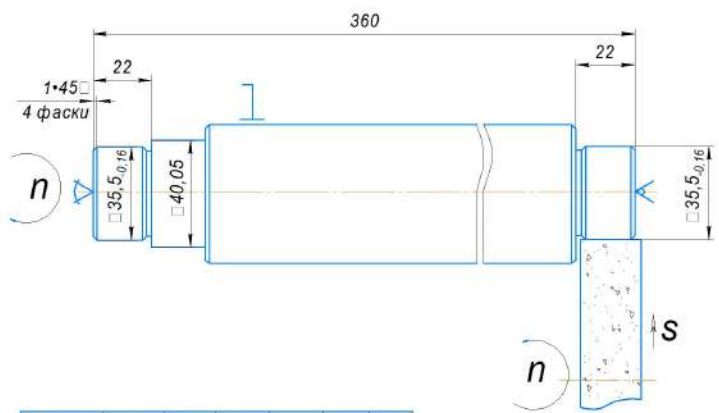
Модель верстата	Номер переходу	V м/хв	n ₁ хв ⁻¹	t, мм	S, мм/об	T _о , хв
16К20Ф3	1	44,5	400	0,25	0,2	0,28
	2	27,1	250	3,0	0,28	0,01
	3	44,5	400	0,25	0,2	0,01

Операція 045 - Круглошліфувальна



Модель верстата	Номер переходу	V м/хв	n ₁ хв ⁻¹	t, мм	S, мм/об	T _о , хв
ЗУ142	1	35	1112/214	0,25	0,03/0,3	5,12

Операція 050 - Круглошліфувальна



Модель верстата	Номер переходу	V м/хв	n ₁ хв ⁻¹	t, мм	S, мм/об	T _о , хв
ЗУ142	1	35	1112/308	0,25	4803/18,9	1,02

БР.ПМ-34.00.002.00

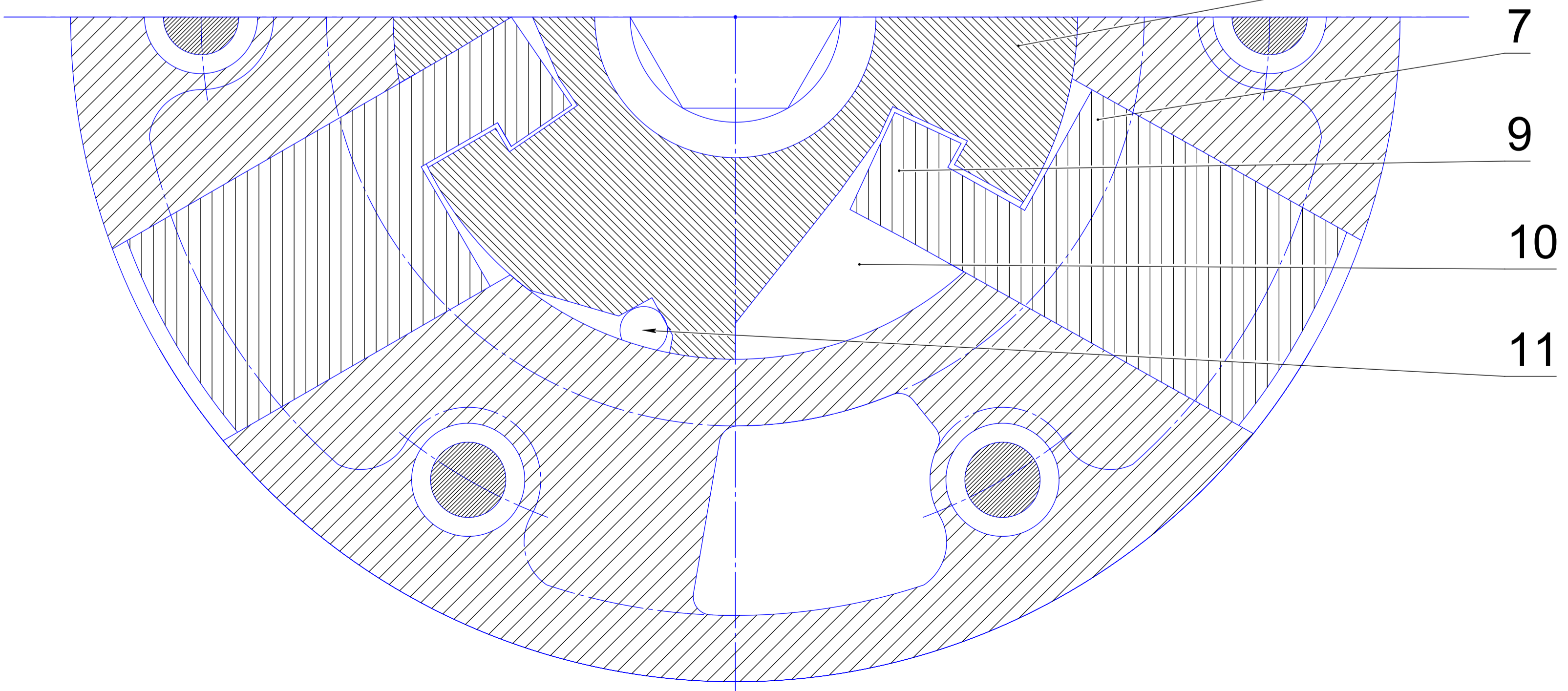
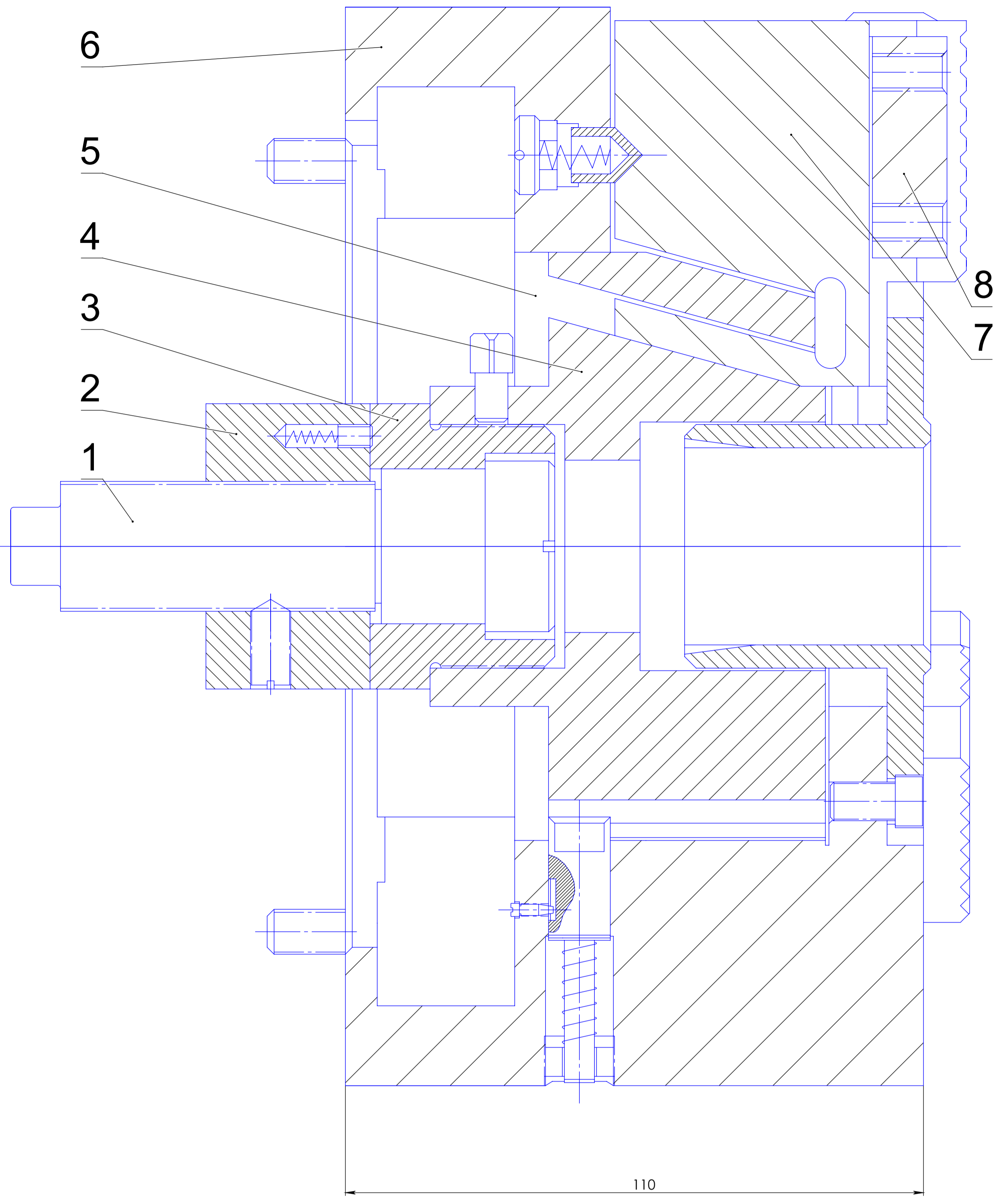
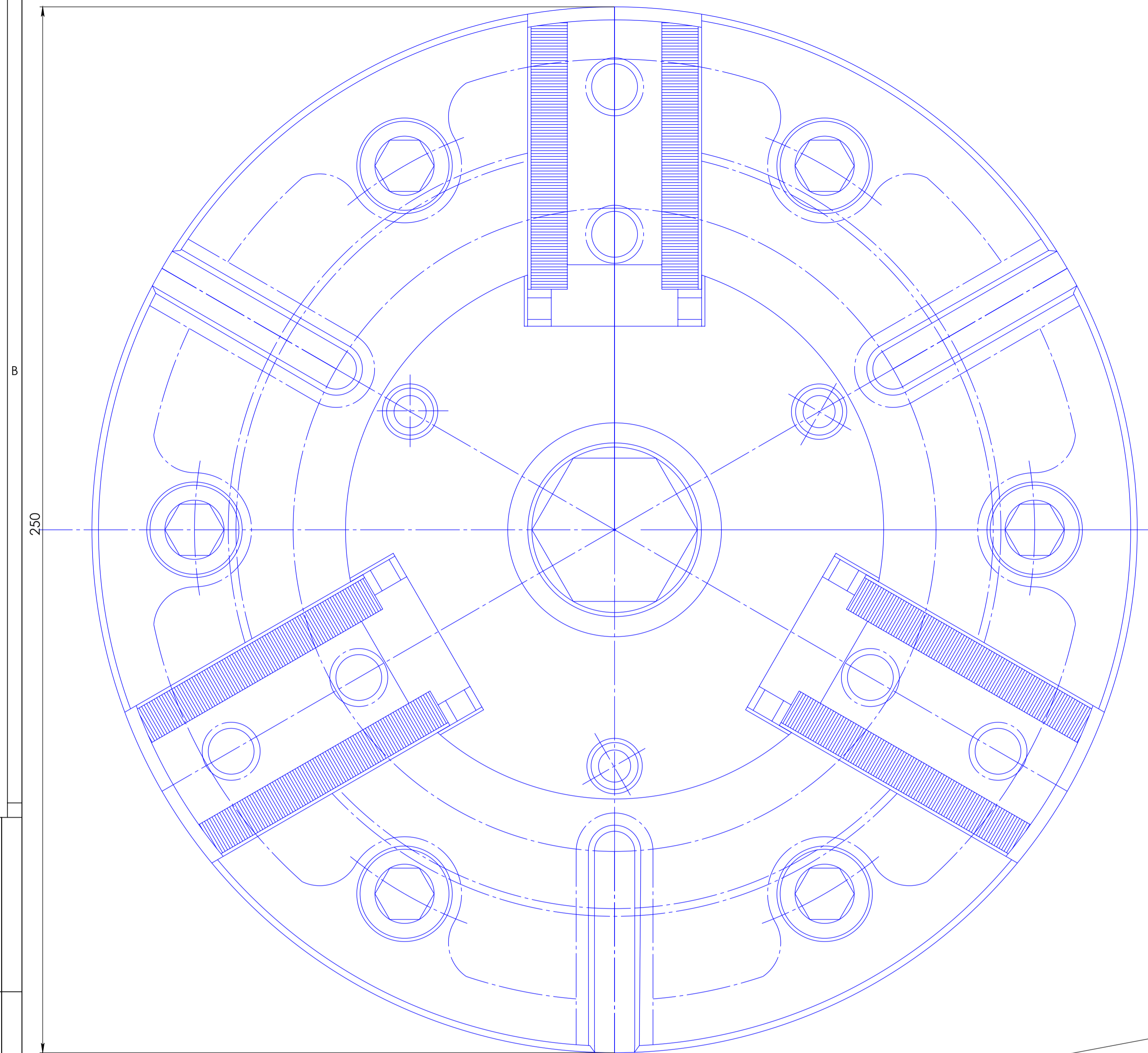
Карти технологічних налагоджень

Сталь 45
ГОСТ 1050-74

ІФНТУНГ

Формат: А1

Лист № докум. Дата
 Разроб. Виготовлено А.А.
 Пров. Одосій З.М.
 Т.Контр.
 Реценз.
 Н.Контр. Одосій З.М.
 Утв. П.Ланчик В.Г.



1. Трикулачковий патрон
 2. Пристрій призначений для закріплення заготовки на токарно - гвинторізній операції

				БР.ПМ - 34.00.003.00 СК			Лит.	Масса	Масштаб
				Трикулачковий КЛИНОВИЙ патрон			Н		1:1
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			Лист	Листов	
Разраб.		Веркалець А.А.							
Пров.		Одосій З.М.							
Т. контр.		Одосій З.М.							
Реценз.									
Н. контр.		Одосій З.М.							
Утв.		Панчук В.Г.							
				ГОСТ 24351 - 80			ІФНТУНГ		

Перв. примен.

Справа №

Подп. и дата

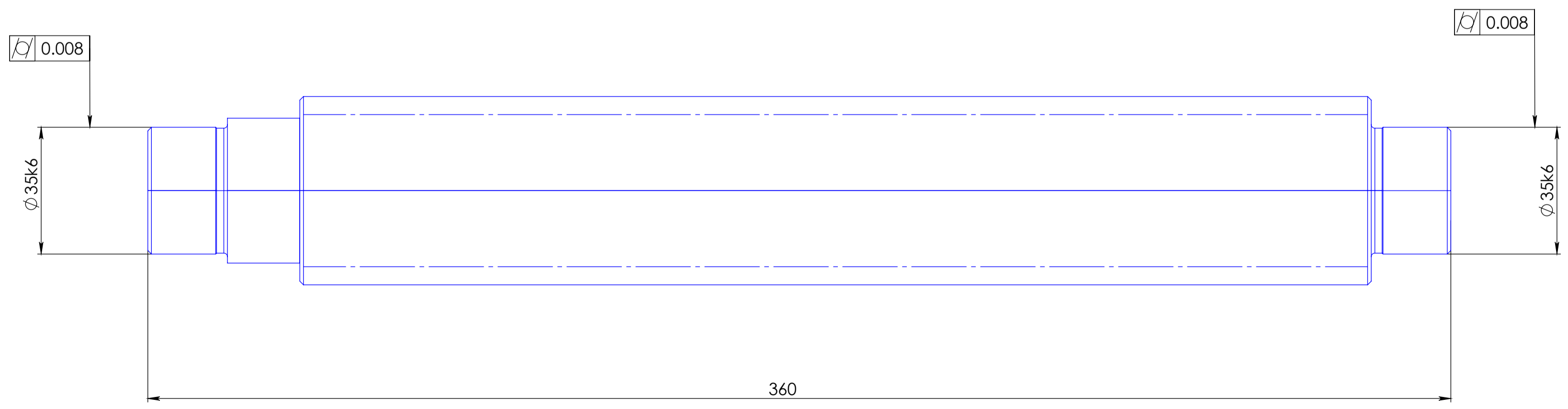
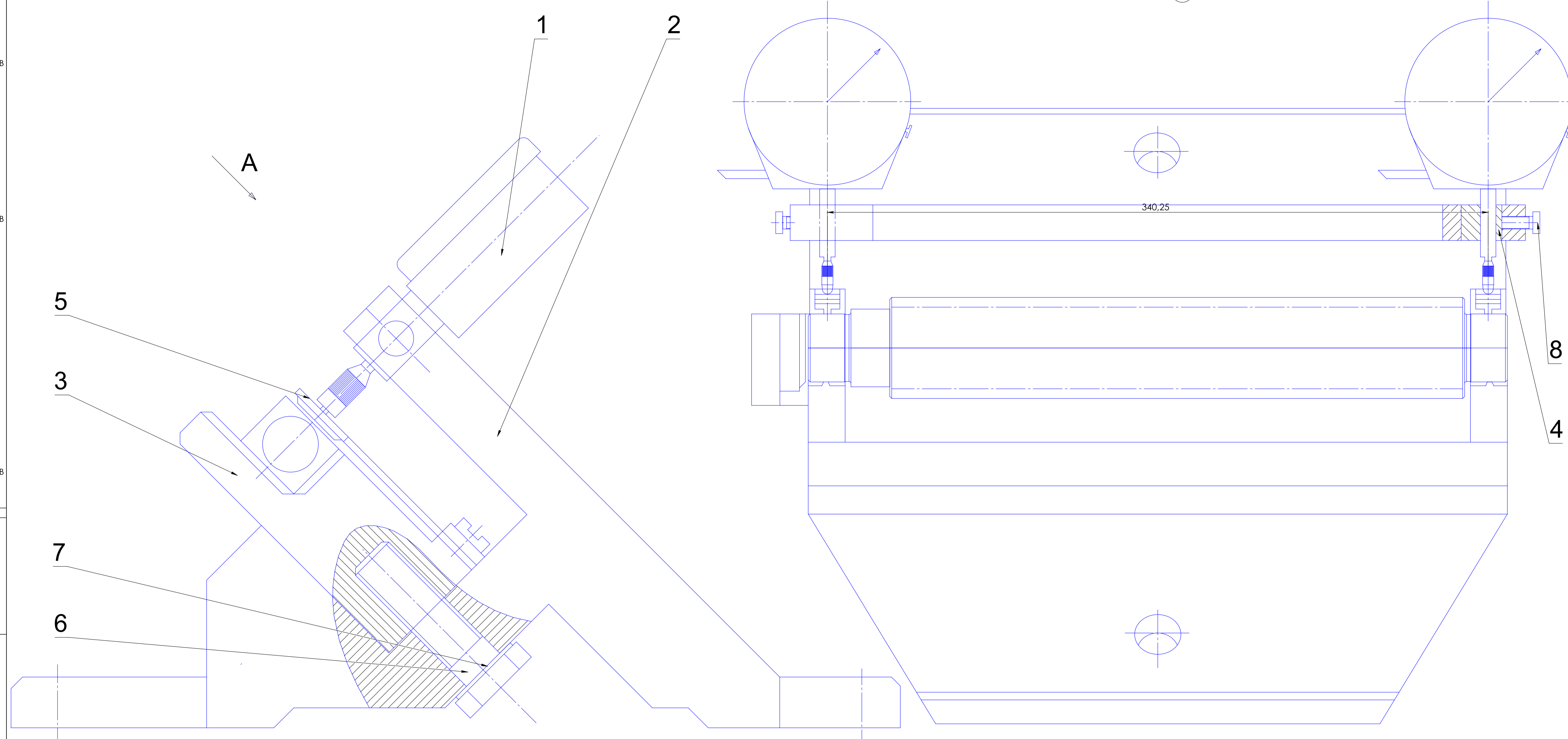
Изм. инв. №

Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм. № подл.

A ○ 45°



- 1. Пристрій для контролю циліндричності
- 2. Призначений для контролю циліндричності поверхнь 35к6
- 3. Похибка вимірювання 0,003 - 0,005

Рисунок 1 - Поверхні деталі на яких визначатиметься допуск циліндричності

БР.ПМ - 34.00.004.00 СК

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Веркалець А.А.		
Пров.		Одосій З.М.		
Т. контр.		Одосій З.М.		
Н. контр.		Одосій З.М.		
Утв.		Панчук В.Г.		

Контрольний пристрій

Лит.	Масса	Масштаб
Н		1:1
Лист	Листов	
ІФНТУНГ		

Изм. № подл. Подл. и дата
 Взам. инв. № Инв. № дубл. Подл. и дата
 Справа № Перег. примен.

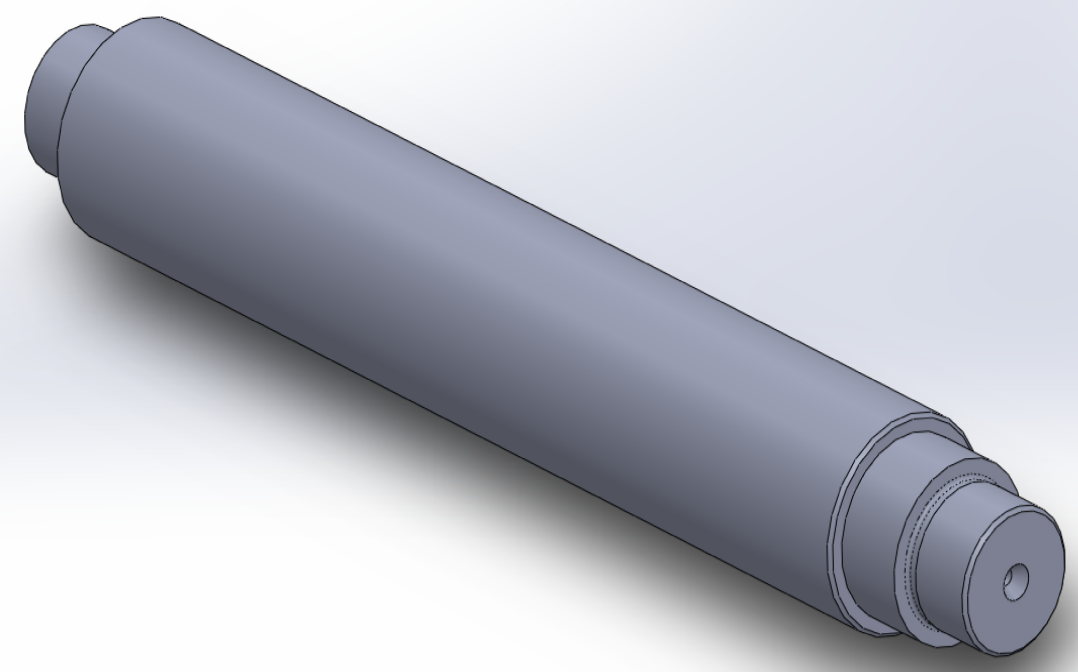


Рисунок 1 - 3Д модель деталі

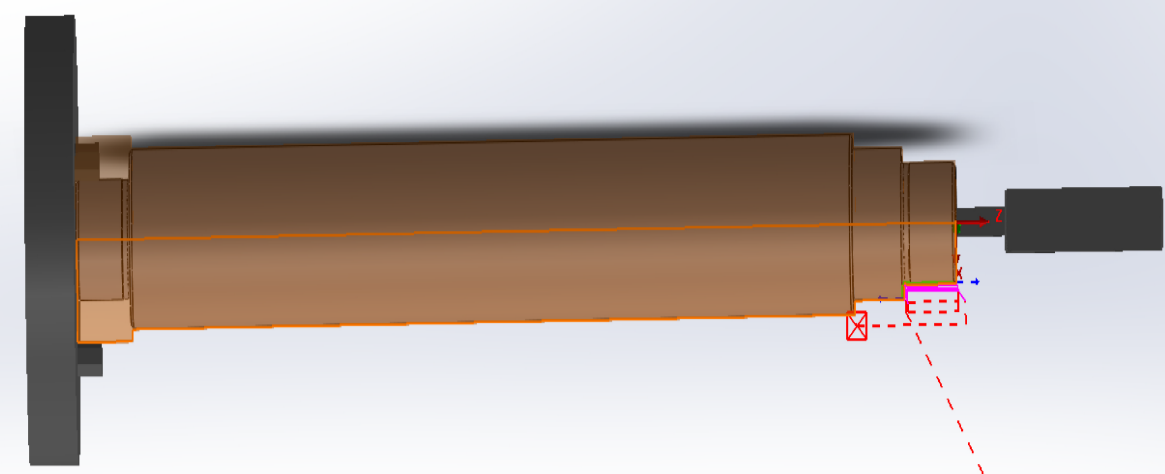


Рисунок 5 - Чорнова та чистова обробка поверхні $\varnothing 35k6$

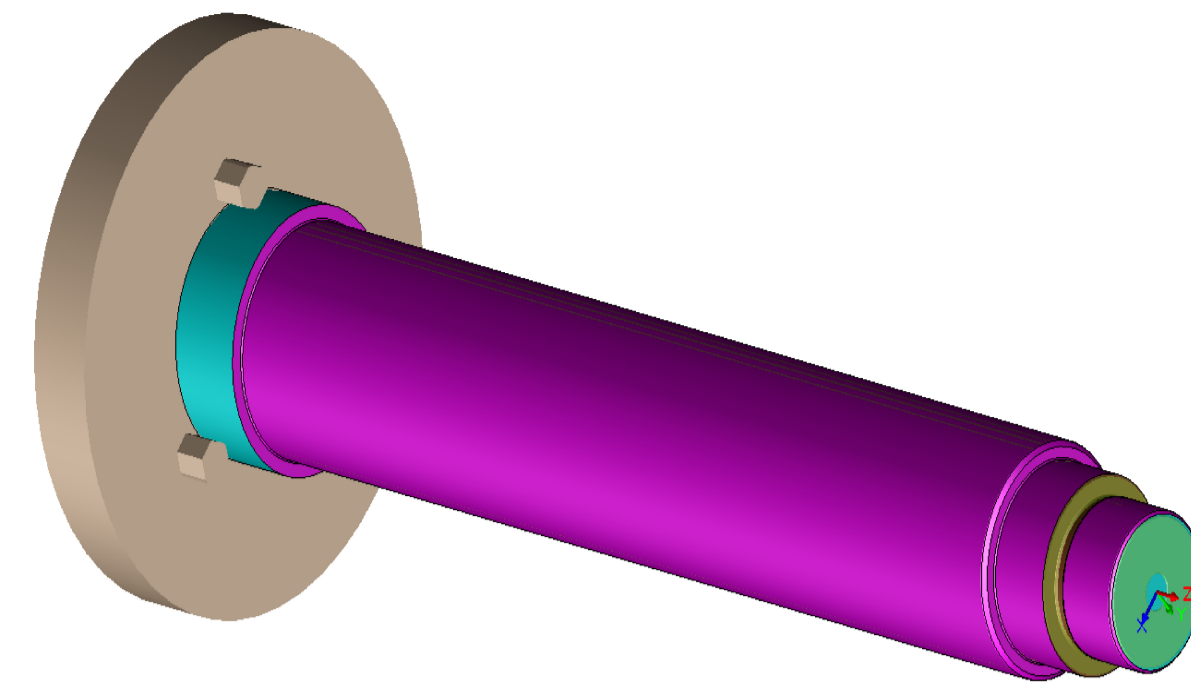


Рисунок 9 - Результат обробки в установі 1

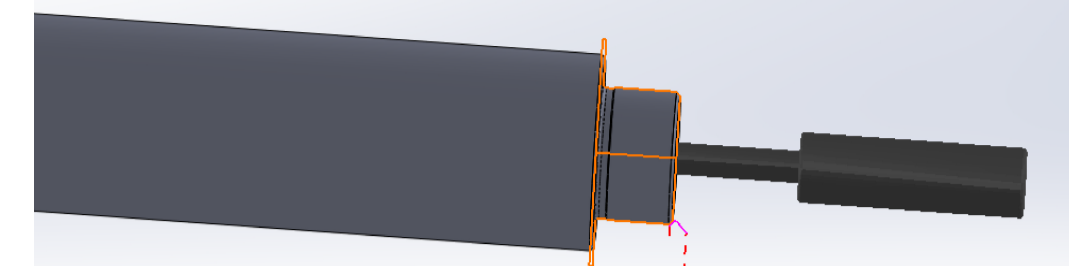


Рисунок 13 - Точіння фаски $1 \times 45^\circ$

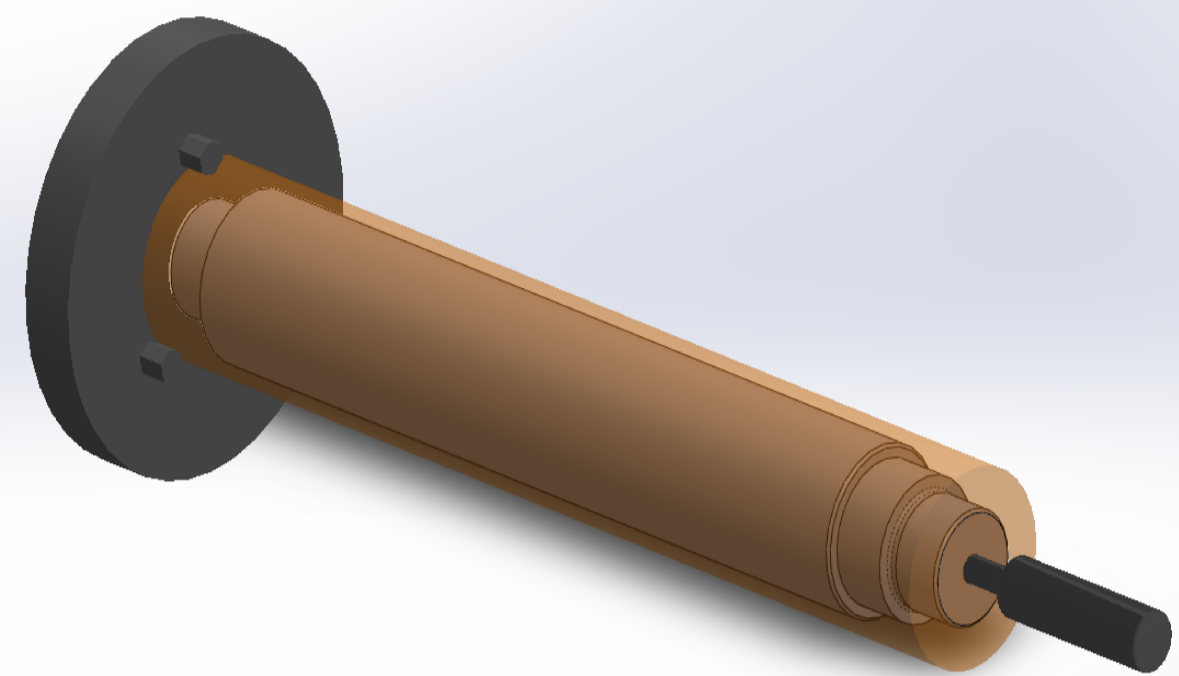


Рисунок 2 - Установ 1 заготовки

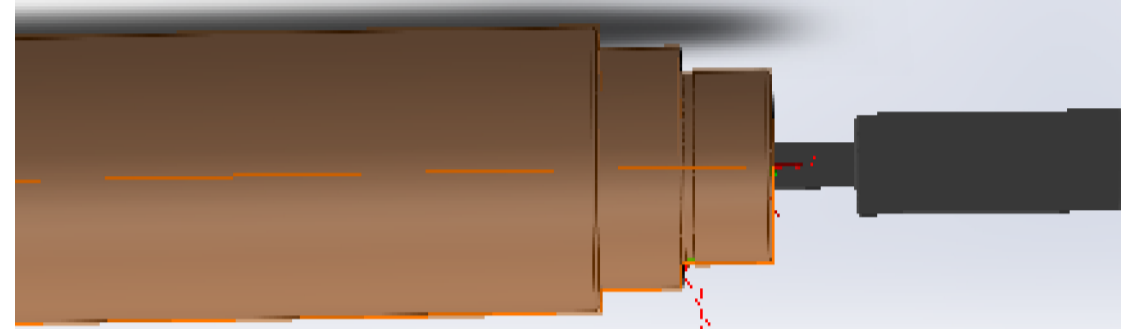


Рисунок 6 - Точіння канавки $\varnothing 34,5$

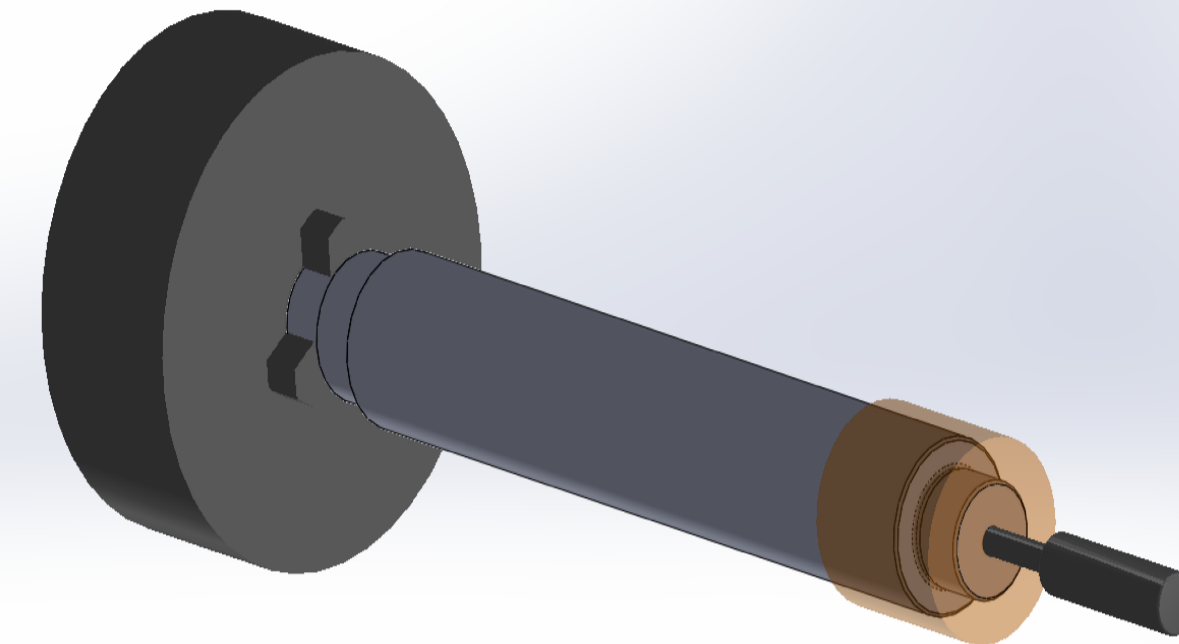


Рисунок 10 - Установ 2 заготовки

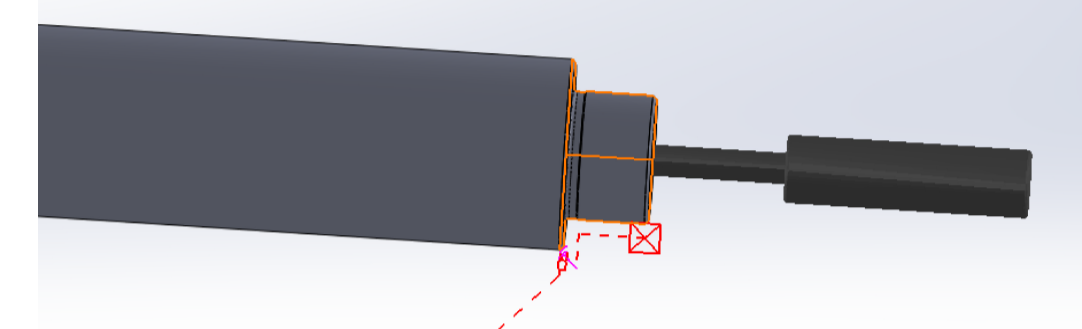


Рисунок 14 - Точіння фаски $1 \times 45^\circ$

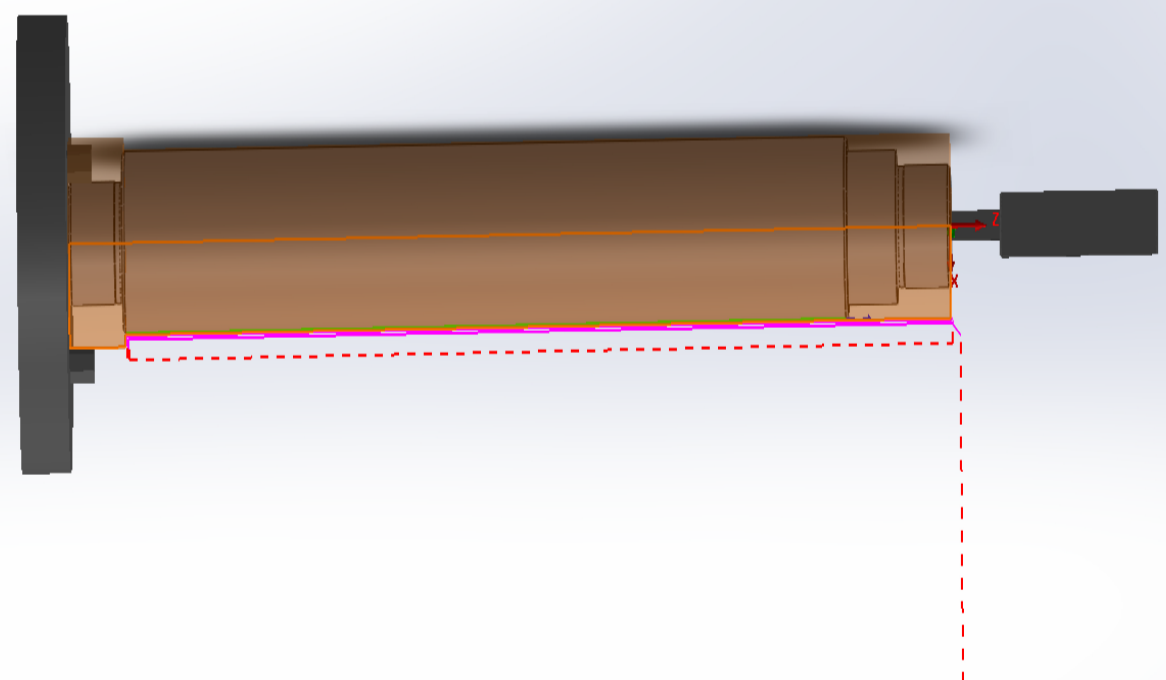


Рисунок 3 - Чорнова та чистова обробка поверхні $\varnothing 52h14$

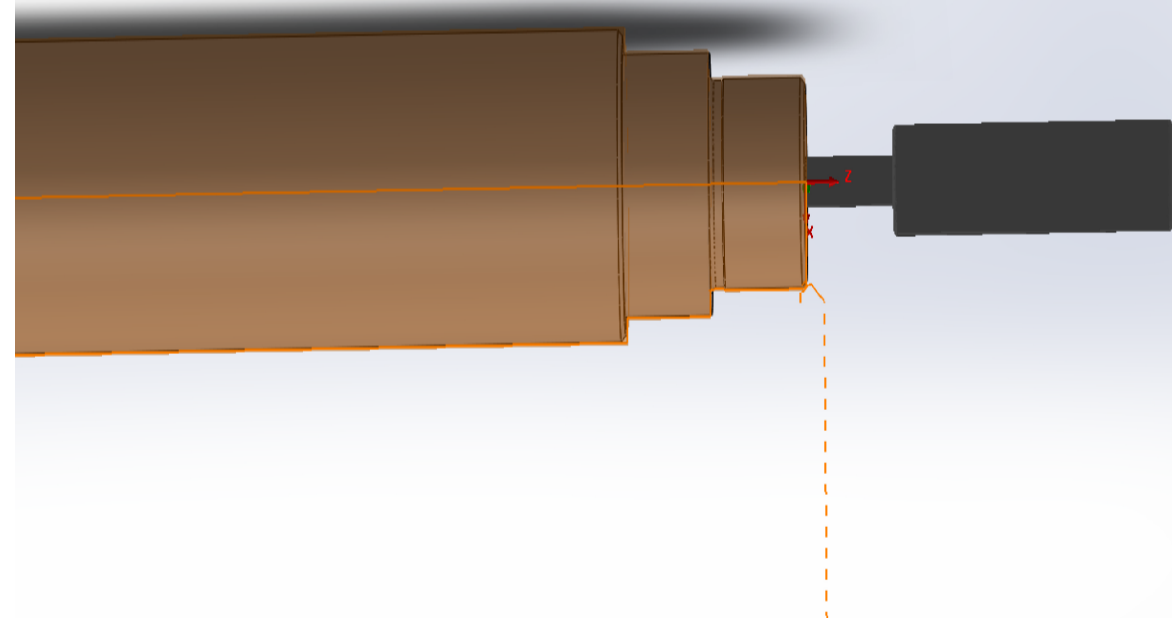


Рисунок 7 - Точіння фаски $1 \times 45^\circ$

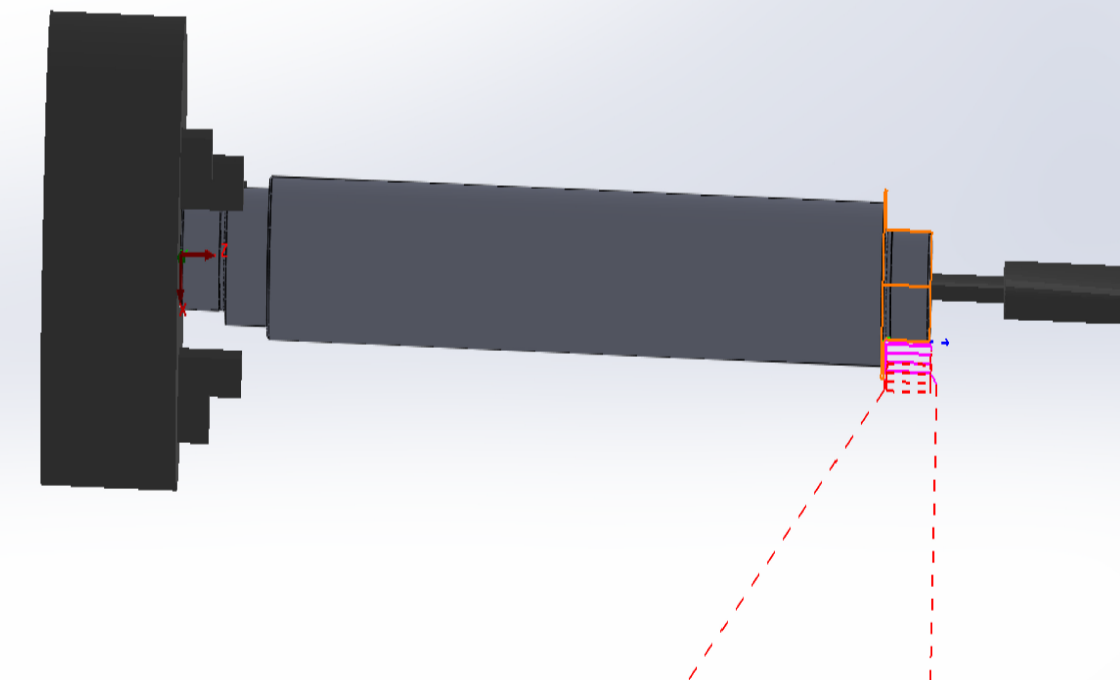


Рисунок 11 - Чорнова та чистова обробка поверхні $\varnothing 35k6$

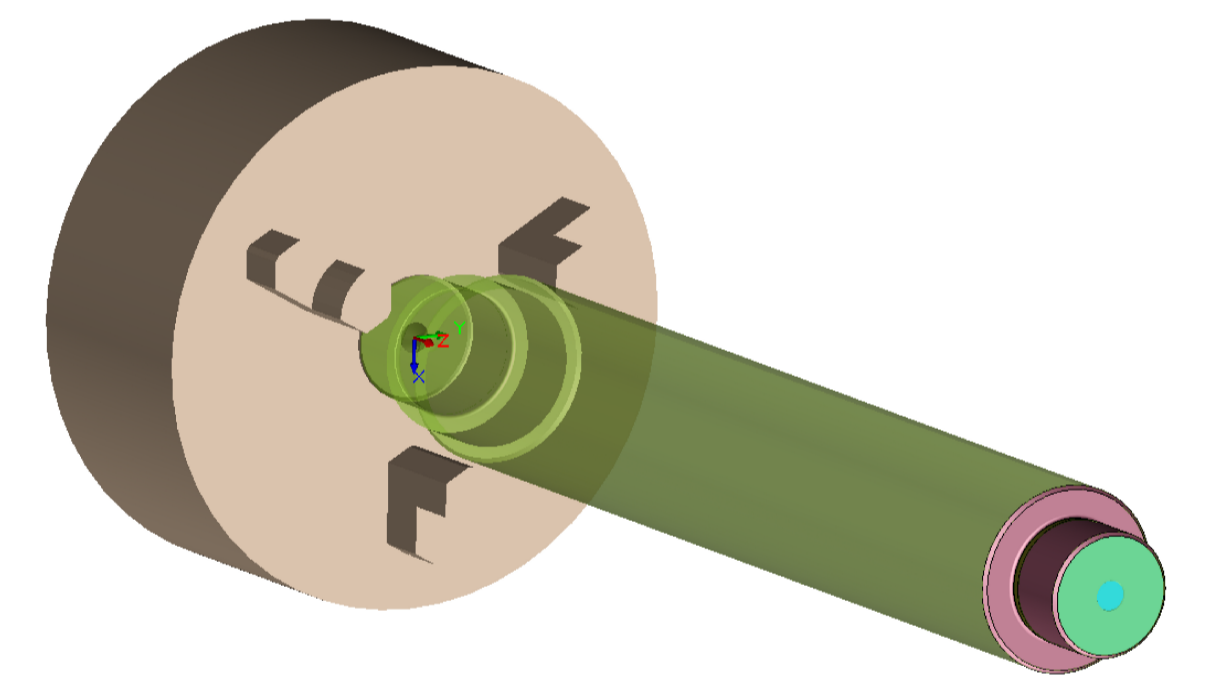


Рисунок 15 - Результат обробки в установі 1

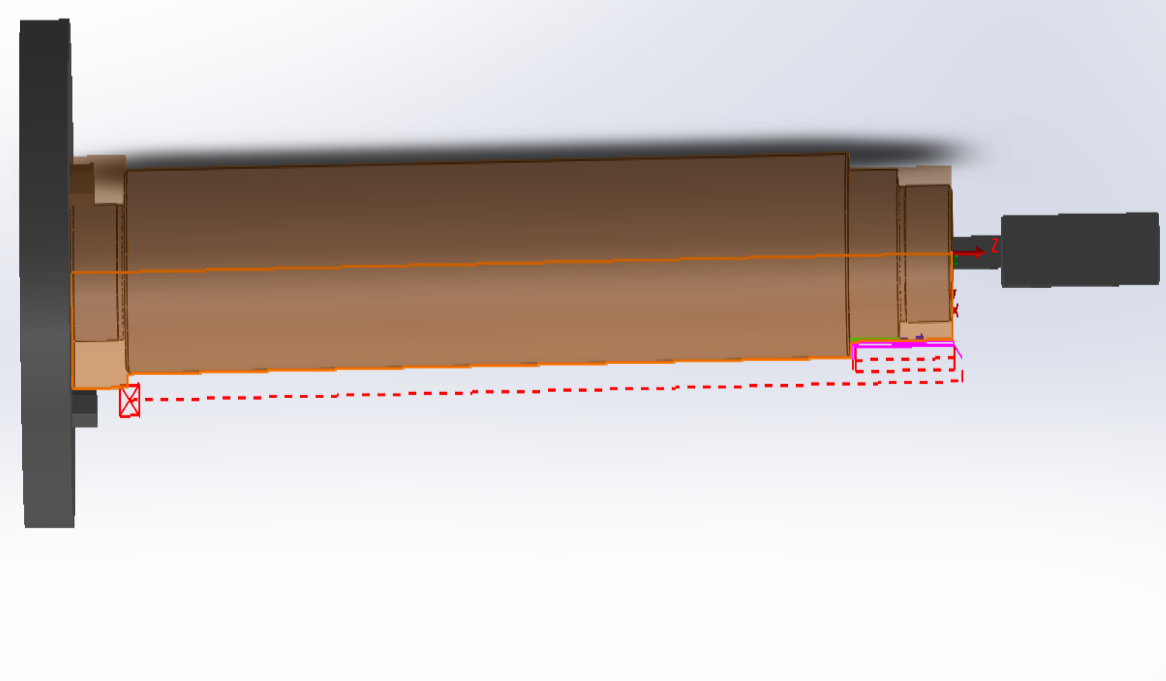


Рисунок 4 - Чорнова та чистова обробка поверхні $\varnothing 40h14$

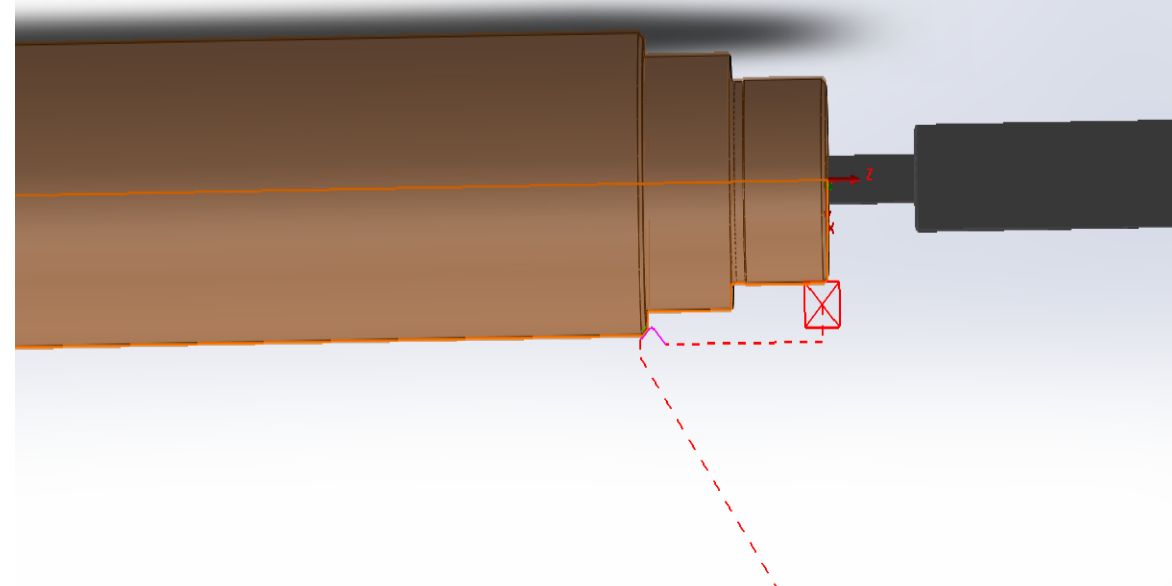


Рисунок 8 - Точіння фаски $1 \times 45^\circ$

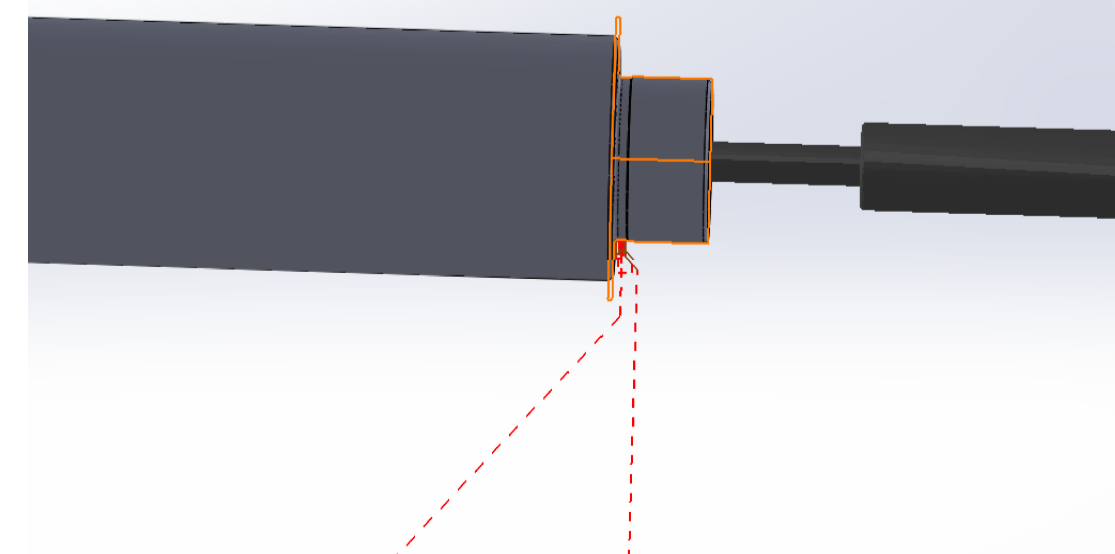


Рисунок 12 - Точіння канавки $\varnothing 34,5$

				БР.ПМ-34.00.005.00		
Взм.	Лист	№ док.	Підп.	Дата	Лист	Масштаб
Разраб.		Веркальєв А.А.			Н	1:1
Проб.		Овідасі З.М.			Лист	Листів 1
Т.контр.		Овідасі З.М.				
Реценз.		Овідасі З.М.				
Утв.		Ланчук В.Г.				
Копірабел						Формат А1

Перв. промен.
Справ. №
Листів у ділянці
Листів у ділянці
Листів у ділянці
Листів у ділянці
Листів у ділянці