

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

Інститут інженерної механіки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Пенгрин Володимир Любомирович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.9  
(індекс)

**БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА**

Технологія виготовлення деталі "Палець ПМК-50 00 005"

(назва роботи)

Прикладна механіка

(назва освітньої програми)

131- Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Шуляр І.О., доцент кафедри КМВ

(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**

Пенгрину Володимиру Любомировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Технологія виготовлення деталі “Палець ПМК-50 00 005”

керівник роботи Шуляр І.О., доцент кафедри КМВ

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

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

2. Строк подання студентом роботи до 15.06.2021 р.

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

2. Типовий технологічний процес (базовий)

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

1. Конструкторсько-технологічний аналіз

2. Проектування технології виготовлення деталі

3. Проектування технологічної оснастки

4. Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК

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

1. Креслення деталі і заготовки

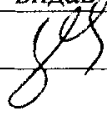

2. Карти технологічних налагоджень

3. Складальне креслення пристрою або вузла

4. Креслення технологічної оснастки

5. Автоматизована розробка керуючої програми для верстату з ЧПК

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
	Шуляр І.О., доцент кафедри КМВ		

7. Дата видачі завдання 12 березня 2021 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

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

Студент

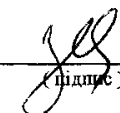


(підпис)

Пенгрин В.Л.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи



(підпис)

Шуляр І.О.

(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

кваліфікаційної бакалаврської роботи: «Технологія виготовлення деталі “Палець ПМК -50 00 005”».

Розрахунково-пояснювальна записка: 56 сторінки, 21 рисуноків, 20 таблиць, 11 посилань, 5 аркушів ф. А4 додатків.

Графічна частина: 5 аркушів формату А1.

Об’єкт дослідження – технологічний процес механічної обробки.

Предмет дослідження - деталь “Палець ПМК -50 00 005”.

Мета роботи – розробити технологічний процес виготовлення пальця ПМК - 50 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 я запропонував проектний техпроцес виготовлення пальця що більш відповідатиме заданому типу виробництва, відповідно якому: призначено спосіб отримання заготовки; пораховано припуски; розраховано режими різання та норми часу на механообробні операції. Для полегшення закріплення та базування пальця 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 пристрою.

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: Пенгрин В.Л.*

## SUMMARY

qualifying bachelor's thesis: "Technology of manufacturing parts" Finger PMK -50 00 005 ".

Calculation and explanatory note: 56 pages, 21 figures, 20 tables, 11 references, 5 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 "Finger PMK -50 00 005".

The purpose of the work is to develop the technological process of making PMK finger - 50 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 finger 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 finger 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 design 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: Pengrin V.L.*

## *Зміст*

<b>Вступ</b> .....	
<b>1 Технологічна частина</b> .....	
1.1 Аналіз призначення і конструкції деталі .....	
1.2 Аналіз технологічності деталі .....	
1.3 Визначення програми випуску і кількості деталей в партії .....	
1.4 Аналіз базового технологічного процесу .....	
1.5 Проектування технології виготовлення деталі .....	
1.5.1 Вибір заготовки .....	
1.5.2 Вибір маршруту і операційної обробки деталі .....	
1.5.3 Вибір засобів технологічного оснащення .....	
1.5.4 Визначення міжопераційних припусків і розмірів обробки .....	
1.5.5 Визначення режимів різання .....	
1.5.6 Технічне нормування операцій .....	
<b>2 Конструкторська частина</b> .....	
2.1 Пристрій для механічної обробки .....	
2.1.1 Опис призначення, будови і роботи пристрою .....	
2.1.2 Силовий розрахунок пристрою .....	
2.1.3 Розрахунок коефіцієнта стандартизації .....	
2.2 Перевірка працездатності інструментів .....	
2.2.1 Різальний інструмент .....	
2.2.2 Контрольно-вимірювальний інструмент .....	
<b>3 Розробка керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК</b> .....	
<b>Висновки</b> .....	
<b>Список використаних джерел</b> .....	
<b>Додатки</b> .....	

					БР.ПМ-50.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Пенгрин В.Л.				Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	Шуляр І.О.							
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.								
						ІФНТУНГ ПМ-17-1		

## Вступ

Темпи економічного розвитку значно залежать від машинобудування, в ньому матеріалізуються нові науково-технічні ідеї, утворюються нові засоби виробництва, системи машин які визначають прогрес в інших галузях народною господарства. Тут закладаються основи широкого виходу на принципово нові ресурсозберігаючі технології, підвищення продуктивності праці і якості продукції.

Основними задачами в машинобудуванні є перехід на нові, безвідходні технології, виробництво конкурентоздатної на світовому ринку техніки, приладотехніки та електронної продукції. Велике значення має поновлення парку обладнання, активної частини виробничих основних фондів. Необхідно скоротити час розробки і освоєння нових виробів, нової техніки, підвищувати в економічно оправданих границях одиничні потужності машин і обладнання знизити затрати на виробництво в розрахунку на одиницю його продуктивності.

Використання: прогресивних високопродуктивних методів обробки забезпечують високу точність і якість поверхонь деталей; методів зміцнення робочих поверхонь, які покращують ресурс роботи деталей і машин в цілому: ефективне використання металообробних верстатів, іншої нової техніки і застосування прогресивних форм організації виробничих процесів - все це спрямовано на вирішення головних завдань підвищення ефективності виробництва і якості продукції.

Сьогодні ринкові відносини підсилюють тенденцію випуску високоефективних машин і устаткування, оснащених роботизованими приладами та мікропроцесорами. В сучасних технологічних процесах передбачається: концентрація операцій з використанням багатомісних пристроїв, застосування каліброваного і високопродуктивного різального інструменту, використання багатошпindelних головок, виключення ручних робіт, застосування групової обробки, використання заготовок, які б максимально наближалися по формі до готового виробу, механізація і автоматизація збірних робіт, здійснення поточного контролю за якістю продукції.

					<b>БР.ЛІМ-50.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Найбільш точною і відповідальною в заданій деталі є поверхня Ø20f7, оскільки на ній кріпиться вал, на якому в свою чергу кріпиться ведене колесо, яке забезпечує натяг стрічкової пили. Лиска (розмір 28мм) призначена для чіткої фіксації пальця у певному положенні. Різьба M16-g6 служить для з'єднання з гайкою і для закріплення вала. Отвір Ø4 призначений для стопоріння гайки.

Канавка шириною b=4мм (Ø13) служить для виходу різьбового інструменту при нарізанні різьби, а канавка b=2,5мм – для виходу шліфувального круга.

Фаски служать для складання пальця з іншими деталями та механізмами.

Таблиця 1.1 - Характеристика поверхонь деталей

№ поверхні	Геометрична форма, профіль поверхні	Службове призначення (функції) поверхні	Розмір, допуск, квалітет	Точність форми і розміщення	Шорсткість, мкм
1	2	3	4	5	6
1	Торець	Вільна база	$\text{Ø} 92h14_{(-0,87)}$	—	12,5
2-3	Фаски	Технологічна база	$2 \times 45^{\circ} h14_{(-0,25)}$	—	12,5
4	Зовнішня циліндрична	Вільна база	$\text{Ø} 32h14_{(-0,62)}$	—	12,5
5	Торець	Основна база	$7_{\begin{smallmatrix} +0,63 \\ -1,5 \end{smallmatrix}}$	—	12,5
6	Канавка	Технологічна база	$2,5H14_{(+0,25)}$	—	12,5
7	Зовнішня циліндрична	Основна база	$\text{Ø} 20f7_{\begin{smallmatrix} -0,020 \\ -0,041 \end{smallmatrix}}$	—	1,6
8	Конічна	Технологічна база	$2h14_{(-0,25)}$	—	12,5
9	Канавка	Технологічна база	$4H14_{(+0,3)}$	—	12,5
10	Різьбова поверхня	Допоміжна база	M16 – 6 g	—	6,3
11	Торець	Вільна база	$92h14_{(-0,87)}$	—	12,5
12	Внутрішня циліндрична	Допоміжна база	$\text{Ø} 4H14_{(+0,3)}$	—	12,5
13	Лиска	Основна база	$28H14_{(-0,52)}$	—	12,5

**ВИСНОВОК:** При обробці деталі „Палець ПМК-50 00 005" основними поверхнями є поверхні 5, 7, 13, тому до них при обробці ставляться вищі вимоги до точності та шорсткості. По цих поверхнях здійснюється базування при обробці. Технологічними є поверхні 2, 3, 6, 8, 9 - це канавки, які призначені для виходу різального інструменту при обробці; та фаски, які призначені для

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>БР.ПМ-50.00.000 ПЗ</b>				

полегшення складальних робіт. Допоміжні поверхні 10 та 12 використовуються як кріпильні, а поверхні 1,4 та 11 є вільними і вони не є функціонально важливими.

Таблиця 1.2- Хімічний склад сталі 45 ГОСТ 1050-88

Вміст хімічних елементів в %						
C	Si	Mn	Ni	Cr	не більше	
					S	P
0,40÷0,50	0,17÷0,37	0,50÷ 0,80	0,3	0,30	0,045	0,045

Таблиця 1.3 - Механічні властивості сталі 45 ГОСТ 1050-88

Границя текучості $\sigma_T$ , МПа	Тимчасовий опір $\sigma_B$ , МПа	Відносне видовження $\delta$ , %	Відносне звуження $\psi$ , %	НВ гарячекатаної
360	610	16	40	241

## 1.2 Аналіз технологічності деталі

Таблиця 1.4 – Плани механічної обробки

№ поверхні	Послідовність обробки (методи, види); інструменти	Точність, шорсткість поверхні	Тип верстата, пристрій
1	2	3	4
1	Точіння торця однократне - різець відігнутий (Т5К10)	$\varnothing 92h14_{(-0,87)}$ (12,5)	16К20Ф3 Патрон 3-х кулачковий
2;3	Точіння фаски - різець відігнутий (Т5К10)	$2 \times 45^\circ h14_{(-0,25)}$ (12,5)	16К20Ф3 Патрон 3-х кулачковий
4	Точіння однократне - різець упорний (Т5К10)	$\varnothing 32h14_{(-0,62)}$ (12,5)	16К20Ф3 Патрон 3-х кулачковий
5	Точіння торця однократне - різець упорний (Т5К10)	$7^{(+0,63)}_{(-1,5)}$ (12,5)	16К20Ф3 Патрон 3-х кулачковий
6	Точіння канавки однократне - різець канавковий (Т5К10)	$2,5H14^{(+0,25)}$ (12,5)	16К20Ф3 Патрон 3-х кулачковий
7	Чорнове точіння - різець упорний (Т5К10) Чистове точіння - різець упорний (Т5К10) Кінцеве шліфування - круг шліфувальний	$\varnothing 20h14_{(-0,52)}(6,3)$ $\varnothing 20f9^{(-0,020)}_{(-0,072)}(3,2)$ $\varnothing 20f7^{(-0,020)}_{(-0,041)}(1,6)$	16К20Ф3 Патрон 3-х кулачковий 3М131 Патрон повідковий, рухомий задній центр
8	Точіння конуса однократне - різець відігнутий (Т5К10)	$2h14_{(-0,25)}$ (12,5)	16К20Ф3 Патрон 3-х кулачковий
9	Точіння канавки однократне - різець канавковий (Т5К10)	$4H14^{(+0,3)}$ (12,5)	16К20Ф3 Патрон 3-х кулачковий

					<b>БР.ЛМ-50.00.000 ПЗ</b>		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Продовження таблиці 1.4

1	2	3	4
10	Нарізання різьби за один прохід- плашка кругла	$M16 - 6g$ (6,3)	$16K20\Phi3$ Патрон 3-х кулачковий
11	Точіння торця однократне - різець відігнутий (T5K10)	$92H14^{(-0,87)}$ (12,5)	$16K20\Phi3$ Патрон 3-х кулачковий
12	Свердління отвору - свердло спіральне (P6M5)	$\Phi 4H14^{(+0,3)}$ (12,5)	$2H125$ Спец, пристрій
13	Фрезерування лиски - фреза кінцева (P6M5)	$28H14^{(-0,52)}$ (12,5)	$6K20\Phi3$ Лещата з призматичними губками

Дана деталь виготовляється із якісної вуглецевої Сталі 45, яка має добрі оброблювані властивості як при обробці лезовим, так і абразивним інструментом. Заготовку для деталі можна отримати як з прокату, так і з штамповки та литвом, оскільки Сталь 45 легко піддається штампуванню і литву.

Деталь „Палець ПМК-50 00 005" відноситься до типу коротких валів, оскільки відношення довжини до середнього діаметру менше 5.

На кресленні витримано правило розмірного ланцюга, показано всі вигляди необхідні для повного розуміння конструкції деталі, проставлено всі розміри та шорсткості. Вказані технологічні параметри, канавки під вихід інструменту, деталь має достатню жорсткість, зручна в базуванні.

Більшість поверхонь, вказаних на кресленні, є невисокої точності і великої шорсткості, виняток може скласти поверхня 7 ( $\Phi 20f7$ ), яка має високу точність і потребує викінчувальних операцій. В нашому випадку заданий розмір досягається чистовим шліфуванням.

Більшість обладнання, яке використовується досить продуктивним і ефективне, хоча виняток може становити шліфувальний верстат, який досить складний і вимогливий у обслуговуванні.

Але підвівши підсумок можна зробити загальний висновок, що деталь „ПМК-50 00 005" в цілому є технологічною.

					<b>БР.ПМК-50.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 1.3 Визначення програми випуску і кількості деталей в партії

Згідно завдання тип виробництва – середньосерійний.

Режим роботи підприємства – двозмінний.

Таблиця 1.5 - Трудомісткість операцій обробки деталі

№ операції	Назва операції	$T_0, \text{хв}$	$\varphi_k$	$T_{ш-к}$ ( $T_{шт}$ ), хв
010	Токарно-гвинторізна	1,5502	2,14	3,317
015	Токарно-гвинторізна	0,0622	2,14	0,134
020	Токарно-гвинторізна	4,6593	2,14	9,9709
025	Вертикально-фрезерна	0,275	1,84	0,506
030	Вертикально-свердлильна	0,21	1,72	0,3612
035	Круглошліфувальна	0,324	2,1	0,6804
			$\Sigma$	14,9695

Так як для даного технологічного процесу не дано ні штучно-калькуляційного часу, ні режимів різання, то штучно-калькуляційний час вираховуємо по формулі:

$$T_{ш-к} = \varphi_k \cdot T_0$$

де  $T_0$  – сумарний основний час на всіх переходах операції, хв;

Значення  $T_0$  вираховуємо згідно П1.ст. 146-147 [2].

*Операція 010:*

Точіння торця чорнове:  $T_0 = 0,000037 \cdot (D^2 - d^2) = 0,000037 \cdot (35^2 - 0) = 0,054 \text{хв}$ ;

Центрування деталі:  $T_0 = 0,00052 \cdot dl = 0,00052 \cdot 2 \cdot 5 = 0,0052 \text{хв}$

$T_0 = 0,00017 \cdot dl = 0,00017 \cdot 32 \cdot 96 = 0,622 \text{хв}$

Точіння чорнове:  $T_0 = 0,00017 \cdot dl = 0,00017 \cdot 21,8 \cdot 84,5 = 0,413 \text{хв}$

$T_0 = 0,00017 \cdot dl = 0,00017 \cdot 17,8 \cdot 22,5 = 0,088 \text{хв}$

Відрізання деталі:  $T_0 = 0,00019 \cdot D^2 = 0,00019 \cdot 35^2 = 0,368 \text{хв}$ .

Загальний час на операцію:  $T_0 = 0,054 + 0,0052 + 0,622 + 0,413 + 0,088 + 0,368 = 1,5502 \text{хв}$ .

*Операція 015:*

					<b>БР.ЛІМ-50.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Точіння торця чорнове:  $T_o = 0,000037 \cdot (D^2 - d^2) = 0,000037 \cdot (32^2 - 0) = 0,042$ хв;

Точіння фаски:  $T_o = 0,00017 \cdot dl = 0,00017 \cdot 32 \cdot 2 = 0,015$ хв;

Центрування деталі:  $T_o = 0,00052 \cdot dl = 0,00052 \cdot 2 \cdot 5 = 0,0052$ хв.

Загальний час на операцію:  $T_o = 0,042 + 0,015 + 0,0052 = 0,0622$ хв.

*Операція 020:*

Точіння чистове:

$T_o = 0,0001 \cdot dl = 0,0001 \cdot 20,4 \cdot 85 = 0,234$ хв;

$T_o = 0,0001 \cdot dl = 0,0001 \cdot 15,8 \cdot 23 = 0,093$ хв;

$T_o = 0,000052 \cdot (D^2 - d^2) = 0,000052 \cdot (20,4^2 - 19,5^2) = 0,011$  хв.

Точіння канавок:

$T_o = 0,000052 \cdot (D^2 - d^2) = 0,000052 \cdot (15,8^2 - 13^2) = 0,021$  хв;

$T_o = 0,00017 \cdot dl = 0,00017 \cdot 15,8 \cdot 2 = 0,0098$ хв.

Точіння фасок:

$T_o = 0,00017 \cdot dl = 0,00017 \cdot 20,4 \cdot 2 = 0,0105$ хв.

Нарізання різьби:  $T_o = 0,019 \cdot dl = 0,019 \cdot 16 \cdot 19 = 4,28$ хв.

Загальний час на операцію:

$T_o = 0,234 + 0,093 + 0,011 + 0,021 + 0,0098 + 0,0105 + 4,28 = 4,6593$ хв.

*Операція 025:*

Фрезерування лиски:

$T_o = 0,006 \cdot l = 0,006 \cdot 21,5 = 0,275$ хв.

*Операція 030:*

Свердління:  $T_o = 0,00052 \cdot dl = 0,00052 \cdot 4 \cdot 16 = 0,21$ хв.

*Операція 035:*

Шліфування чистове:

$T_o = 0,00052 \cdot dl = 0,00015 \cdot 20 \cdot 62 = 0,324$ хв.

Число металорізальних операцій  $n=6$ .

Середній штучний час

$$T_{ум.сер} = \frac{\sum T_{ум}}{n} = \frac{14,9695}{6} = 2,49$$
хв

					<b>БР.ЛІМ-50.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Такт випуску деталей

$$t_g = \kappa_3 \cdot T_{ум.сер.} = 20 \cdot 2,49 = 49,8$$

де  $\kappa_3$  – коефіцієнт серійності;  $\kappa_3=20$ , [1, с.5].

Річна програма випуску деталей

$$N = \frac{F_d \cdot 60}{t_g} = \frac{4015 \cdot 60}{49,8} = 4837,35шт$$

де  $F_d$  – дійсний річний фонд робочого часу устаткування;  $F_d=4015$  год., ст.22[2].

Приймаємо  $N=4838$  шт.

Кількість деталей в партії

$$n_o = \frac{N \cdot a}{F} = \frac{4838 \cdot 3}{254} = 58шт,$$

де  $a$  – періодичність запуску виробів;  $a=3$  дні,

$F$  – число робочих днів у році;  $F=254$  дні.

Розрахункове число змін на обробку партії деталей:

$$C = \frac{T_{ум.сер.} \cdot n_o}{480 \cdot 0,8} = \frac{2,49 \cdot 58}{480 \cdot 0,8} = 0,38змін,$$

де 480 – дійсний фонд часу робочого обладнання за зміну, хв;

0,8 – нормативний коефіцієнт завантаження верстату у серійному виробництві.

Прийнята кількість змін  $C_{np}=2$  зміна.

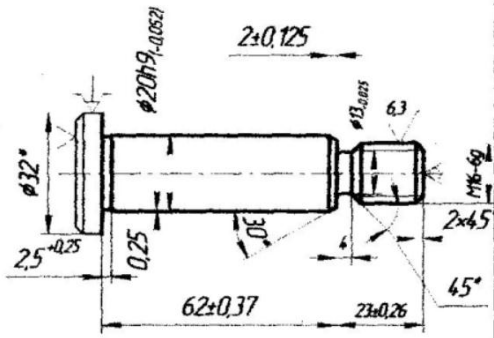
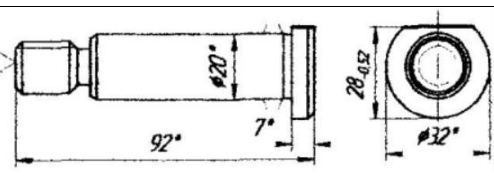
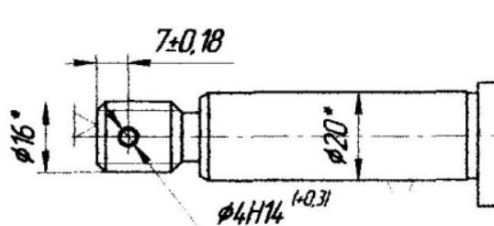
Прийнята кількість деталей в партії

$$n_o = \frac{C_{np} \cdot 480 \cdot 0,8}{T_{ум.сер.}} = \frac{1 \cdot 480 \cdot 0,8}{2,49} = 154шт.$$

					<b>БР.ЛІМ-50.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Продовження таблиці 1.6.

1	2	2	4
020	Токарно-гвинторізна	16K20 Патрон 7100-0007 ГОСТ2675-80	
1	Точити пов.7 до $\varnothing 20,4$ на довжину $85_{-0,87}$ мм,	Різець 2103-0025 Т15К6 ГОСТ18879-73;	
2	пов. 10 до $\varnothing 15,8_{-0,43}$ на довжину $23 \pm 0,26$ мм;	Різець 2131- 0001 Т5К10 ГОСТ 18884-73;	
3	Точити канавку 6 $b=2,5$ мм і глибиною $t=0,45$ мм;	Спец.різець канавковий; Різець 2102-0031 Т5К10 ГОСТ18868-73;	
4	Точити канавку 9 $b=4$ мм до $\varnothing 13_{-0,025}$ ;		
5	Точити фаски 3; 8 в розмір $2 \times 45^\circ$ ; Нарізати різьбу $M16 - 6g$	Плашка кругла М16 ГОСТ9740-71; Штангенциркуль ШЦ-1-125 ГОСТ166-80; Різьбовий калібр 8221-0036 g6 ГОСТ17763-72; Шаблон $30^\circ$ МН-1415-75; Шаблон $45^\circ$ МН-1416-75; Центр рухомий ГОСТ8742- 75; Патрон 6161-0021 МН- 2513-61	
025	Вертикально-фрезерна	6P13 Лещата спеціальні з призматичними губками	
1	Фрезерувати лиску в розмір $28_{-0,52}$ мм	Фреза 2220-0061 Р18 ГОСТІ 7025-71; Штангенциркуль ШЦ-1-125 ГОСТ 166-80; Цанга 6113-0850 ГОСТ 17201-71	
030	Вертикально-свердлильна	2Н135 Кондуктор для свердління отвору спеціальний Патрон	
1	Свердлити отвір $12 \varnothing 4_{+0,3}$ мм	6150-0001 ГОСТ 8522-70, Втулка перехідна 6102-0144 ГОСТ 13598-85.	

Продовження таблиці 1.6.

1	2	3	4
035	Круглошліфувальна	ЗУ10В Патрон повідковий 7100-0007	
1	Шліфувати поверхню 7 до $\varnothing 28_{-0,041}^{-0,02}$	ГОСТ 2675-80 Круг ПП 400x40x305 15А 40-СТ1 6 К5 35м/сек. 1 кл.А ГОСТ 2424-83 Мікрометр МК-25 ГОСТ 6507-80 Центр рухомий ГОСТ 8742-75	

Аналізуючи базовий технологічний процес, слід відмітити, що послідовність операції, яка встановлена дає можливість досягнути необхідної точності основних параметрів вала. При такій послідовності обробки правильно вибрані чорнові та чистові бази.

Дану послідовність обробки і схеми базування бажано залишити в проектному технологічному процесі. В проектному технологічному процесі я запропонував замінити токарні операції на токарні з ЧПК. Також на вертикально-свердлильну операцію використав спеціальний пристрій – кондуктор для свердління отвору, що значно скоротить час на установку і закріплення деталі. На верстатах з ЧПК я використав більш прогресивний інструмент з механічним кріпленням пластинок та з спеціальними підточками. Також змінив ряд моделей верстатів: вертикально-свердлильний 2Н135 на 2Н125; вертикально-фрезерний 6Р13 на 6Р10, що дасть нам можливість скоротити витрати електроенергії.

					<b>БР.ЛІМ-50.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.5 Проектування технології виготовлення деталі

### 1.5.1 Вибір заготовки

На вибір способу отримання заготовки впливають такі фактори: вид матеріалу, його марка, фізико-механічні властивості, програма випуску, тип виробництва, розміри і конструктивна форма деталі. До заготовки ставляться такі основні вимоги: форма заготовки повинна максимально наближуватися до форми готової деталі; заготовка повинна мати мінімальну кількість поверхонь що обробляються, припуски мають бути мінімальні та розподілені рівномірно. Спосіб отримання заготовки повинен бути простим.

Враховуючи дану форму деталі та матеріал її виготовлення можна взяти два способи отримання заготовок штампування та прокат.

Сортові прокати бувають різного профілю, але найбільш наближеним до готового виробу є прокат круглого січення. Оскільки при виборі прокату слід враховувати ціну його виготовлення і потрібну точність, то в даних умовах найбільш доцільним буде гарячекатаний прокат звичайної точності.

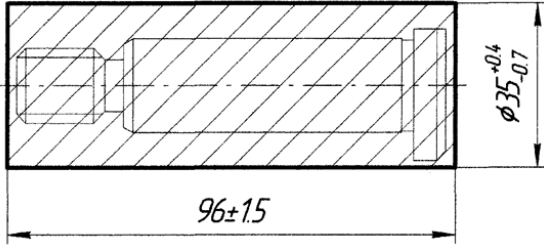
Штампування заготовок круглого січення найбільш доцільно виготовляти на молотах і пресах, відкритих і закритих штампах, видавлюванням, гнучким куванням та з використанням різних пресів. Більш габаритні деталі штампують у відкритих штампах (масою до 3 т), а менші деталі переважно штампують у штампах з роз'ємними матрицями та на горизонтально-ковочних машинах на яких рекомендовано виготовляти заготовки типу тіл обертання якою і є дана деталь.

Тому я порівнюю два способи отримання заготовки це гарячекатаний прокат звичайної точності та штампування на ГKM.

Дані розрахунків зведені у таблиці 1.7

					<b>БР.ЛМ-50.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.7 - Вибір заготовки

Штамповка		Прокат																							
1		2																							
<p>1. Вибираємо точність штамповки - Т4, т.19 [3].</p> <p>2. Визначаємо теоретичну масу штамповки, <math>C_p = C_o \cdot K_p</math>, де <math>C_o</math> – маса деталі, <math>K_p</math> – коефіцієнт – 1.5, тоді <math>C_p = 0,3 \cdot 1,5 = 0,45</math> кг</p> <p>3. Визначаємо групу сталі - М2, для сталі з вмістом вуглецю 0,35-0,65% [3].</p> <p>4. 4 Визначаємо степінь складності штамповки для цього знаходимо об'єм циліндра і його масу за формулою</p> $M_u = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot l \cdot \rho$ <p>де <math>D</math> - діаметр описаного циліндра <math>D = 35 \cdot 1,05 = 36,75</math>мм, <math>l</math> – довжина описаного циліндра <math>l = 96 \cdot 1,05 = 100,8</math> мм, <math>\rho</math> - густина матеріалу <math>\rho = 7,81</math> г/см<sup>3</sup></p> $M_u = \frac{3,14 \cdot 36,75^2}{4} \cdot 100,8 \cdot 7,81 \cdot 10^{-6} = 0,835$ кг <p>5. Визначаємо степінь складності за формулою:</p> $C = \frac{C_o}{M_u} = \frac{0,3}{0,835} = 0,36$ <p>Степінь складності – С2 с.30 [2].</p> <p>6. Знаходимо вихідний індекс – 9 т.2 [3].</p> <p>7. Конфігурація штампа плоска.</p> <p>8. Припуски на розміри штамповки т.3[3]. на діаметральні розміри:</p> <p>32 + 1,0·2 = 34мм                  20 + 1,3·2 = 22,6мм                  16 + 1,3·2 = 18,6мм</p> <p>на довжини штамповки:</p> <p>7 + 1,0 + 1,1 = 9,1мм                  69 + 1,1·2 = 71,2мм                  92 + 1,1·2 = 94,2мм</p> <p>на скоси назначаємо припуски згідно ГОСТ та поставляємо на кресленні.</p> <p>9. Знаходимо додаткові припуски т.4 [3]. Припуски на вгнутість та співвісність для діаметральних розмірів:</p> <p>34 + 0,5·2 = 35мм                  22,6 + 0,5·2 = 23,6мм                  18,6 + 0,5·2 = 19,6мм</p> <p>10. Мінімальні радіуси заокруглення т.7 [3]. R=1,6мм.</p>		<p>1. Заготовку беремо із прокату звичайної точності круглого січення діаметром 35 мм, згідно ГОСТ 2590-88</p> <p>2. Складаємо таблицю припусків та допусків на виготовлення прокату.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">№ пов</th> <th rowspan="2">Розмір</th> <th rowspan="2">Припуск</th> <th colspan="2">допуск</th> <th rowspan="2">прийнятий розмір</th> </tr> <tr> <th>+</th> <th>-</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4</td> <td>32</td> <td>1,5x2</td> <td>0,5</td> <td>1,3</td> <td>35<sup>+0,4</sup><sub>-0,7</sub></td> </tr> <tr> <td>1 - 11</td> <td>92</td> <td>2x2</td> <td>1,5</td> <td>1,5</td> <td>96±1,5</td> </tr> </tbody> </table> <p>3. Визначаємо технічні вимоги згідно ГОСТ 2590-71</p> <p>3.1 Допустима овальність до 0,45мм</p> <p>3.2 Допустима кривизна до 0,5 мкм/1мм</p> <p>3.3 Допустима кривизна різі 1мм</p> <p>4. Визначаємо масу прокату за формулою:</p> $M_u = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot l \cdot \rho$ <p>де <math>D</math> - діаметр описаного циліндра, <math>l</math> – довжина заготовки, <math>\rho</math> - густина матеріалу.</p> <p>Маса прокату становить:</p> $M_u = \frac{3,14 \cdot 35^2}{4} \cdot 96 \cdot 7,81 \cdot 10^{-6} = 0,72$ кг <p>5. Заходимо коефіцієнт використання матеріалу за формулою <math>K = \frac{M_o^{-6}}{M_n} = \frac{0,3}{0,72} = 0,42</math>кг.</p> <p>6. Визначаємо собівартість прокату за формулою:</p> $S_s = \left( \frac{C}{1000} \cdot M_n \right) - (M_n - M_o) \frac{S_a}{1000}$ <p>де <math>C</math> – вартість 1т прокату (10500 грн.), <math>S_a</math> – вартість 1т стружки (750грн).</p> $S_s = \left( \frac{10500}{1000} \cdot 0,72 \right) - (0,72 - 0,3) \frac{750}{1000} = 7,2$ грн. <p>Виконуємо креслення заготовки</p> 				№ пов	Розмір	Припуск	допуск		прийнятий розмір	+	-	4	32	1,5x2	0,5	1,3	35 <sup>+0,4</sup> <sub>-0,7</sub>	1 - 11	92	2x2	1,5	1,5	96±1,5
№ пов	Розмір	Припуск	допуск		прийнятий розмір																				
			+	-																					
4	32	1,5x2	0,5	1,3	35 <sup>+0,4</sup> <sub>-0,7</sub>																				
1 - 11	92	2x2	1,5	1,5	96±1,5																				

11. Визначаємо допуски с.17-19 т.8 [3] на

діаметри:  $35_{-0,4}^{+0,8}$ ,  $24_{-0,4}^{+0,8}$ ,  $20_{-0,4}^{+0,8}$

на лінійні розміри:  $9_{-0,4}^{+0,8}$ ,  $71_{-0,5}^{+0,9}$ ,  $94_{-0,5}^{+0,9}$ .

12. Визначаємо масу штамповки за формулою:

$M_3 = (V_1 + V_2 + V_3) \cdot \rho$ , де  $V_1 + V_2 + V_3$  –сума об'ємів циліндрів,

$\rho$  – густина матеріалу  $\rho = 7,81 \text{ т/м}^3$

$$M_3 = \frac{3,14 \cdot 35^2}{4} \cdot 9 + \frac{3,14 \cdot 24^2}{4} \cdot 62 + \frac{3,14 \cdot 20^2}{4} \cdot 9$$

13. Заходимо коефіцієнт використання матеріалу за формулою

$$K = \frac{M_d}{M_n} = \frac{0,3}{0,375} = 0,8 \text{ кг.}$$

13. Визначаємо собівартість заготовки за формулою

$$S_3 = \left( \frac{C}{1000} \cdot M_3 \right) - (M_3 - M_d) \frac{S_6}{1000}$$

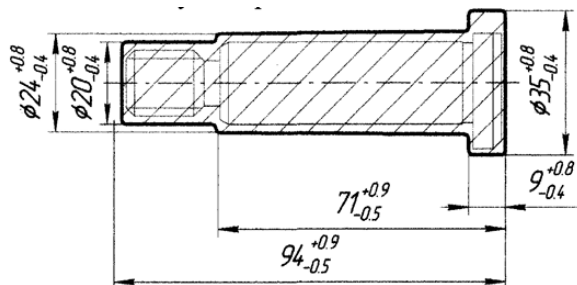
де  $C$  – вартість 1т прокату (5250 грн.),  $S_6$  – вартість 1т стружки (250грн).

$$S_3 = \left( \frac{15750}{1000} \cdot 0,375 \right) - (0,375 - 0,3) \frac{750}{1000} = 5,85 \text{ грн.}$$

14. Технічні умови на виготовлення заготовки штамповки

- Радіуси закруглень  $R=2\text{мм}$
- Гранична величина зміщення по верхній роз'єму до 0,2
- Допустима величина заусениця по контуру пуансона 1,0
- Граничні, відхилення від прямолінійності 0,5
- Допуск радіусів закруглень 0.5
- Штампувальні нахили  $1,5^\circ$

Виконуємо креслення заготовки



Порівняльну характеристику заготовок заносимо таблицю 1.8.

					<b>БР.ЛМ-50.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.8 - Порівняльна характеристика заготовок

Показники	Штамповка	Прокат
Маса заготовки (кг)	0,375	0,72
Коефіцієнт використання металу	0,8	0,42
Собівартість 1-ї заготовки (грн.)	5,85	7,2

Порівнявши результати отримані із розрахунків заготовки можна зробити висновок, що коефіцієнт використання металу в штамповки вищий за коефіцієнт використання металу прокату. Звідси слідує, що при використанні заготовок отриманих штампуванням досягається економія, оскільки зменшуються машинні часи, зменшуються витрати електроенергії, матеріалу тощо. Але заготовки отримані штампуванням мають суттєвий недолік - метод отримання досить трудомісткий та дорогий, а так як у нас партія деталей не велика то доцільніше використати спосіб отримання заготовки - прокат.

Саме виходячи із таких міркувань приймаємо прокат, як більш раціональніший метод для нашого випадку.

					<b>БР.ЛІМ-50.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.5.2 Вибір маршруту і операційної обробки деталі

Аналізуючи базовий технологічний процес, слід відмітити, що послідовність операції, яка встановлена дає можливість досягнути необхідної точності основних параметрів вала. При такій послідовності обробки правильно вибрані бази на операціях 010, 015 використовуються чорнові бази, на решта операціях використовуються чистові бази.

Дану послідовність обробки і схеми базування бажано залишити в проектному технологічному процесі. В проектному технологічному процесі я запропонував замінити токарні операції на токарні з ЧПК. Крім того я об'єднав операції 010 та 020 базового технологічного процесу. Це дозволить значно скоротити час на переустановку та закріплення деталі. Також змінив ряд моделей верстатів: вертикально-свердлильний 2Н135 на 2Н125; вертикально- фрезерний 6Р13 на 6Р10, що дасть нам можливість скоротити витрати електроенергії.

Для вертикально-свердлильної операції використав спеціальний пристрій - кондуктор для свердління отвору, що значно скоротить час на установку і закріплення деталі. На верстатах з ЧПК я використав більш прогресивний інструмент з механічним кріпленням пластинок та з спеціальними підточками.

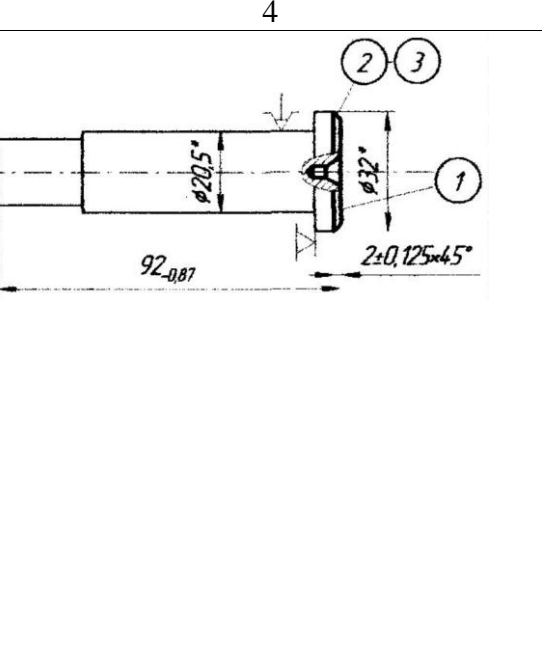
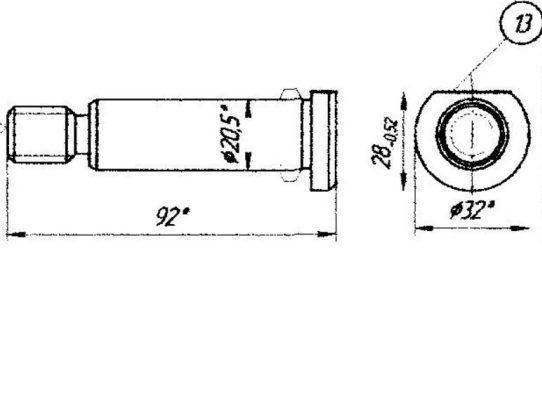
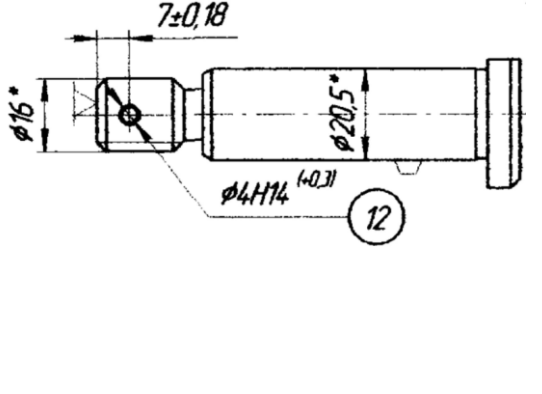
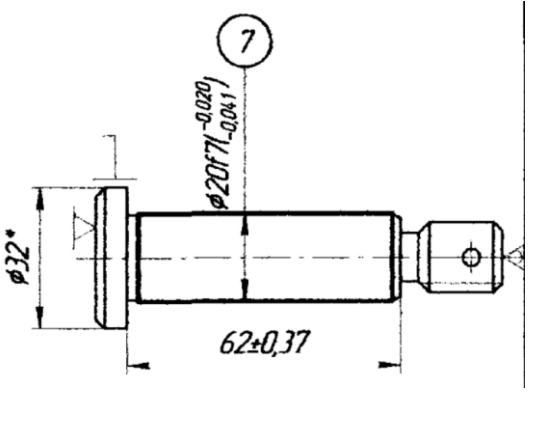
Запропонований техпроцес представимо в таблиці 1.9.

					<b>БР.ЛІМ-50.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.9 - Опис проектного технологічного процесу

№ операції	Назва операції	Верстат, пристрій, оснастка, ріжучий та вимірний інструмент	Схема установки і обробки
№ перехо-дів	Зміст переходу		
1	2	2	4
005	Заготівельна		
010	Токарна з ЧПК	<i>16K20Ф3</i>	
1	Точити торець 11;	Патрон 7102-0018 ГОСТІ 6682-72 Різець 2103-0701 Т5К10ГОСТ20872-75;	
2	Центрувати деталь пов. 11;	Свердло 2317-0006 Р9 ГОСТ 14952-75	
3	Точити пов.4 до $\varnothing 32_{-0,62}$ на довжину $96 \pm 0,435$ мм, пов. 7 до $\varnothing 23,5_{-0,52}$ на довжину $84,5 \pm 0,435$ мм, пов. 10 до $\varnothing 18,8_{-0,43}$ на довжину $22,5 \pm 0,26$ мм; начорно	Різець 2103-1005 Т5К10 МНЗ 899-73;	
4	Точити пов. 7 до $\varnothing 20,5_{-0,02}^{-0,072}$ на довжину $85_{-0,87}$ мм, пов. 10 до $\varnothing 15,8_{-0,43}$ на довжину $23 \pm 0,26$ мм; начисто; точити фаски 3; 8 в розмір $2 \times 45^\circ$ ;	Різець 2103- 0701 Т15К6ГОСТ20872-75;	
5	Точити канавку 9 $b=4$ мм до $\varnothing 13_{-0,025}$ ;	Різець спеціальний БР.ПМ-50.01.04.000.	
6	Нарізати різьбу М16-6g	Плашка 2650-2035 6g ГОСТ 9740-71;	
7	Точити канавку 6 $b=2,5$ мм і глибиною $t=0,5$ мм;	Різець 2131-0002 ГОСТ 23075-78;	
8	Відрізати деталь $l= \varnothing 92,5_{-0,87}$ мм	Різьбовий калібр 8221-0036 g6 ГОСТ 17763-72; Шаблон 30 <sup>0</sup> МН-1415-75; Шаблон 45 <sup>0</sup> МН-1416-75; Штангенциркуль ШЦ-1-125 ГОСТ 166-80; Патрон 6150- 0001 МН 1177-60; Втулка перехідна 6102-0144 ГОСТ 13598-85	

Продовження таблиці 1.9.

1	2	3	4
015	Токарна з ЧПК	16K20Ф3 Патрон 7102-0018 ГОСТ 16682-72 Різець 2103-0701 Т5К10 ГОСТ 20872-75; Свердло 2317-0006 Р9 ГОСТ 14952-75 Штангенциркуль ШЦ-1-125 ГОСТ 166-80; Патрон 6150- 0001 МН 1177-60; Втулка перехідна 6102- 0144 ГОСТ 13598-85	
020	Вертикально-фрезерна	6P10 Лещата спеціальні з призматичними губками Фреза 2220-0013 P18 ГОСТ 17025-71; Штангенциркуль ШЦ-1-125 ГОСТ 166-80; Цанга 6113-0850 ГОСТ 17201-71	
025	Вертикально-свердлильна	2H125 Кондуктор для свердління отвору спеціальний Свердло 2300-0167 Р6М5 ГОСТ 10902-64; Патрон 6150-0001 ГОСТ 8522-70; Втулка перехідна 6102- 0144 ГОСТ 13598-85.	
030	Круглошліфувальна	3V10B Патрон повідковий 7100- 0007 ГОСТ 2675-80 Круг ПП 250x25x32 15А 50-СМ2 6 К5 35м/сек. 1 кл.А ГОСТ 2424-83 Мікрометр МК-25 ГОСТ 6507-80 Центр рухомий ГОСТ 8742-75	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

БР.ЛМ-50.00.000 ПЗ

Арк.

### 1.5.3 Вибір засобів технологічного оснащення

Для обробки поверхонь деталі використовуємо наступне обладнання та різальний і вимірний інструмент:

Операція 010 – для обробки використовуємо верстат токарний з ЧПК моделі 16К20Ф3. Технічна характеристика верстата:

Найбільший діаметр оброблюваної заготовки, мм:

- над станиною .....400

- над супортом .....220

Число інструментів .....6

Число частот обертання шпинделя .....12

Частота обертання шпинделя, хв.<sup>-1</sup> .....35-1600

Подача, мм/хв.:

- поздовжня .....3-200

- поперечна .....3-500

Потужність електродвигуна головного руху, кВт .....10

При обробці деталь закріплюють у патроні пневматичному 7102-0018

ГОСТ16682-72.

Різальні інструменти – Різець 2103-0701 Т5К10 ГОСТ 20872-75. Січення державки  $b \times h = 20 \times 25$ ,  $L = 150$  мм;  $a = 6$  мм; Геометрія різця:  $\alpha = 8^\circ$ ;  $\gamma = 5^\circ$ ;  $\varphi = 92^\circ$ ;  $\lambda = 0$ .

Свердло 2300-7521 Р9 ГОСТ 14952-75; Геометрія свердла:  $2\varphi = 120^\circ$ ;  $\alpha = 11^\circ$ ;  $\omega = 0^\circ$ ;  $\varphi = 92^\circ$ ;  $\psi = 55^\circ$ .

Різець 2103-1005 Т5К10 МН3899-73. Січення державки  $b \times h = 20 \times 25$ ,  $L = 150$  мм;  $a = 6$  мм; Геометрія різця:  $\alpha = 8^\circ$ ;  $\gamma = 5^\circ$ ;  $\varphi = 92^\circ$ ;  $\lambda = 0$ .

Різець 2103-0701 Т15К6 ГОСТ 20872-75. Січення державки  $b \times h = 20 \times 25$ ,  $L = 150$  мм;  $a = 6$  мм; Геометрія різця:  $\alpha = 10^\circ$ ;  $\gamma = 5^\circ$ ;  $\varphi = 92^\circ$ ;  $\lambda = 0$ .

Різець спеціальний КП.ТНМ. 102.04.000. матеріал пластини Т5К10.

Січення державки  $b \times h = 20 \times 25$ ,  $L = 145$  мм;  $a = 4$  мм; Геометрія різця:  $\alpha = 8^\circ$ ;  $\gamma = 5^\circ$ ;  $\varphi = 92^\circ$ ;  $\lambda = 0$ .

					<b>БР.ЛМ-50.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Плашка 2650-2035 6g ГОСТ 9740-71. Матеріал - ХВГ. Геометрія плашки:  $\alpha = 8^\circ$ ;  $\gamma = 15^\circ$ ;  $\varphi = 90^\circ$ ;  $\lambda = 0$ .

Різець 2131-0002 ГОСТ 23075-78. Січення державки  $b \times h = 20 \times 25$ ,  $L = 145$  мм;  $a = 4$  мм; Геометрія різця:  $\alpha = 8^\circ$ ;  $\gamma = 2^\circ$ ;  $\varphi = 90^\circ$ ;  $\lambda = 0$ .

Допоміжні інструменти - Патрон 6150-0001 МН 1177-60, втулка перехідна 6102-0144 ГОСТ 13598-85.

Вимірні інструменти - Різьбовий калібр 8221-0036 g6 ГОСТ 17763-72; Шаблон  $30^\circ$  МН-1415-75; Шаблон  $45^\circ$  МН-1416-75; Штангенциркуль ШЦ-I-125 ГОСТ 166-80.

Операція 015 - для обробки використовуємо верстат токарний з ЧПК моделі 16К20Ф3. Технічна характеристика верстата наведена вище.

При обробці деталь закріплюють у патроні пневматичному 7102-0018 ГОСТ 16682-72.

Різальні інструменти - Різець 2103-0701 Т5К10 ГОСТ 20872-75; Січення державки  $b \times h = 20 \times 25$ ,  $L = 150$  мм;  $a = 6$  мм; Геометрія різця:  $\alpha = 10^\circ$ ;  $\gamma = 5^\circ$ ;  $\varphi = 92^\circ$ ;  $\lambda = 0$ .

Свердло 2300-7521 Р9 ГОСТ 14952-75. Геометрія свердла:  $2\varphi = 120^\circ$ ;  $\alpha = 11^\circ$ ;  $\omega = 0^\circ$ ;  $\varphi = 92^\circ$ ;  $\psi = 55^\circ$ .

Допоміжні інструменти - Патрон 6150-0001 МН 1177-60, втулка перехідна 6102-0144 ГОСТ 13598-85.

Вимірні інструменти - Штангенциркуль ШЦ-I-125 ГОСТ 166-80.

Операція 020 - для обробки використовуємо верстат вертикально-фрезерний моделі 6Р10. Технічна характеристика верстата:

Розміри робочої поверхні стола (ширина x довжина) .....160x630

Переміщення гільзи із шпинделем .....60

Внутрішній конус шпинделя ..... (конусність 7:24)

Число швидкостей шпинделя .....12

Частота обертання шпинделя,  $\text{хв.}^{-1}$  .....50-2240

Число подач стола .....12

Подача, мм/хв.:

- поздовжня і поперечна .....50-1120

					<b>БР.ЛМ-50.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- вертикальна .....12,5-560

Потужність електродвигуна головного руху, кВт .....3

При обробці деталей закріплюють у спеціальні лещата з призматичними губками.

Різальний інструмент - Фреза 2220-0013 P18 ГОСТ 17025-71. Діаметр фрези ( $d=12\text{мм}$ ;  $L=83\text{мм}$ ;  $l_p=26\text{мм}$ ;  $z=5\text{мм}$ . Геометричні параметри:  $\gamma = 15^\circ$ ;  $\alpha = 14^\circ$ ;  $\phi_1 = 3^\circ$ ;  $\omega = 30^\circ$ .

Допоміжні інструменти - Цанга 6113-0850 ГОСТ 17201-71.

Вимірні інструменти - Штангенциркуль ШЦ-I-125 ГОСТ 166-80.

Операція 025 - для обробки використовуємо верстат вертикально-свердлильний моделі 2Н125. Технічна характеристика верстата:

Найбільший умовний діаметр свердління в сталі .....25

Робоча поверхня стола, мм .....400x450

Хід шпинделя, мм .....200

Конус Морзе отвору шпинделя .....Морзе№3

Число швидкостей шпинделя .....12

Частота обертання шпинделя, хв.<sup>-1</sup> .....45-2000

Число подач стола .....9

Подача, мм/хв .....0,1-1,6

Потужність електродвигуна головного руху, кВт .....2,2

При обробці деталей закріплюють у спеціальний кондуктор.

Різальний інструмент - Свердло 2300-0167 P6M5 ГОСТ 10902-64. Діаметр свердла  $D=4\text{мм}$ ,  $L=55\text{мм}$ ,  $l_p=22\text{мм}$ . Геометричні параметри свердла:

$2\phi = 118^\circ$ ;  $\alpha = 11^\circ$ ,  $\omega = 30^\circ$ ,  $\psi = 55^\circ$ .

Допоміжні інструменти - Патрон 6150-0001 ГОСТ 8522-70 ; Втулка перехідна 6102-0144 ГОСТ 13598-851/

Вимірні інструменти - Штангенциркуль ШЦ-I-125 ГОСТ 166-80.

Операція 030 - для обробки використовуємо круглошліфувальний верстат моделі 3У10В. Технічна характеристика верстата:

Найбільші розміри установлюваної заготовки:

- діаметр, мм .....100

					<b>БР.ЛІМ-50.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- довжина, мм .....	160
Швидкість автоматичного переміщення стола (Б/с), м/хв .....	0,025-1
Конус шпинделя передньої і задньої бабок .....	Морзе№2
Частота обертання заготовки (Б/с), м/хв .....	100-950
Частота обертання шпинделя при зовнішньому шліфуванні, хв. <sup>-1</sup> .....	1910
Швидкість врізної подачі шліфувальної бабки, мм/хв .....	0,05-0,5
Найбільші розміри шліфувального круга:	
- зовнішній діаметр .....	250
- висота .....	20
Потужність електродвигуна головного руху, кВт .....	1,1

При обробці деталей закріплюють у патроні повідковому 7100-0007  
ГОСТ 2675-80.

Різальний інструмент — Круг ПП 250x25x32 15А 50-СМ2 6 К5 35м/сек.  
1 кл.А ГОСТ 2424-83

Допоміжні інструменти - Центр рухомий ГОСТ 8742-75.

Вимірні інструменти — Мікрометр МК-25 ГОСТ 6507-80.

					<b>БР.ЛІМ-50.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 1.5.4 Визначення міжопераційних припусків і розмірів обробки

Визначаємо між операційні припуски та розміри для  $\varnothing 20f7^{(-0,020)}_{(-0,041)}$  згідно з методикою ст.12-15 [1]. Результати заносимо в таблицю 1.10.

Таблиця 1.10 - Зведена таблиця розрахунку припусків на поверхню  $\varnothing 20f7$ .

№ п/п	Переходи	Квалітет IT	Допуск T,мм	Розміри, мм		Припуски, мм		Операційний розмір
				Min	Max	Min	Max	
1	Заготовка		1,1	34,300	35,400	—	—	$\varnothing 35^{(+0,4)}_{(-0,7)}$
2	Точіння чорнове	<i>h14</i>	0,52	22,980	23,500	11,32	11,9	$\varnothing 23,5h14^{(-0,52)}$
3	Точіння чистове	<i>f9</i>	0,052	20,428	20,480	3,052	3,52	$\varnothing 20,5^{(-0,02)}_{(-0,072)}$
4	Шліфування кінцеве	<i>f7</i>	0,021	19,959	19,980	0,469	0,5	$\varnothing 20f7^{(-0,020)}_{(-0,041)}$

Мінімальні припуски знаходимо за формулою:

$$2Z_{\min(i)} = D_{\min(i)} - D_{\min(i-1)}$$

$$2Z_{\min(4)} = D_{\min(3)} - D_{\min(4)} = 20,428 - 19,959 = 0,469\text{мм}$$

$$2Z_{\min(3)} = D_{\min(4)} - D_{\min(3)} = 22,98 - 20,428 = 2,552\text{мм}$$

$$2Z_{\min(2)} = D_{\min(1)} - D_{\min(2)} = 34,3 - 22,98 = 11,32\text{мм}$$

Максимальні припуски знаходимо за формулою:

$$2Z_{\max(i)} = D_{\max(i)} - D_{\max(i-1)}$$

$$2Z_{\max(4)} = D_{\max(3)} - D_{\max(4)} = 20,48 - 19,98 = 0,5\text{мм}$$

$$2Z_{\max(3)} = D_{\max(2)} - D_{\max(3)} = 23,5 - 20,48 = 3,02\text{мм}$$

$$2Z_{\max(2)} = D_{\max(1)} - D_{\max(2)} = 35,4 - 23,5 = 11,9\text{мм}$$

Припуски для решти розмірів вибираємо по т. 24-37 ст. 183-195 [4].

					<b>БР.ЛІМ-50.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

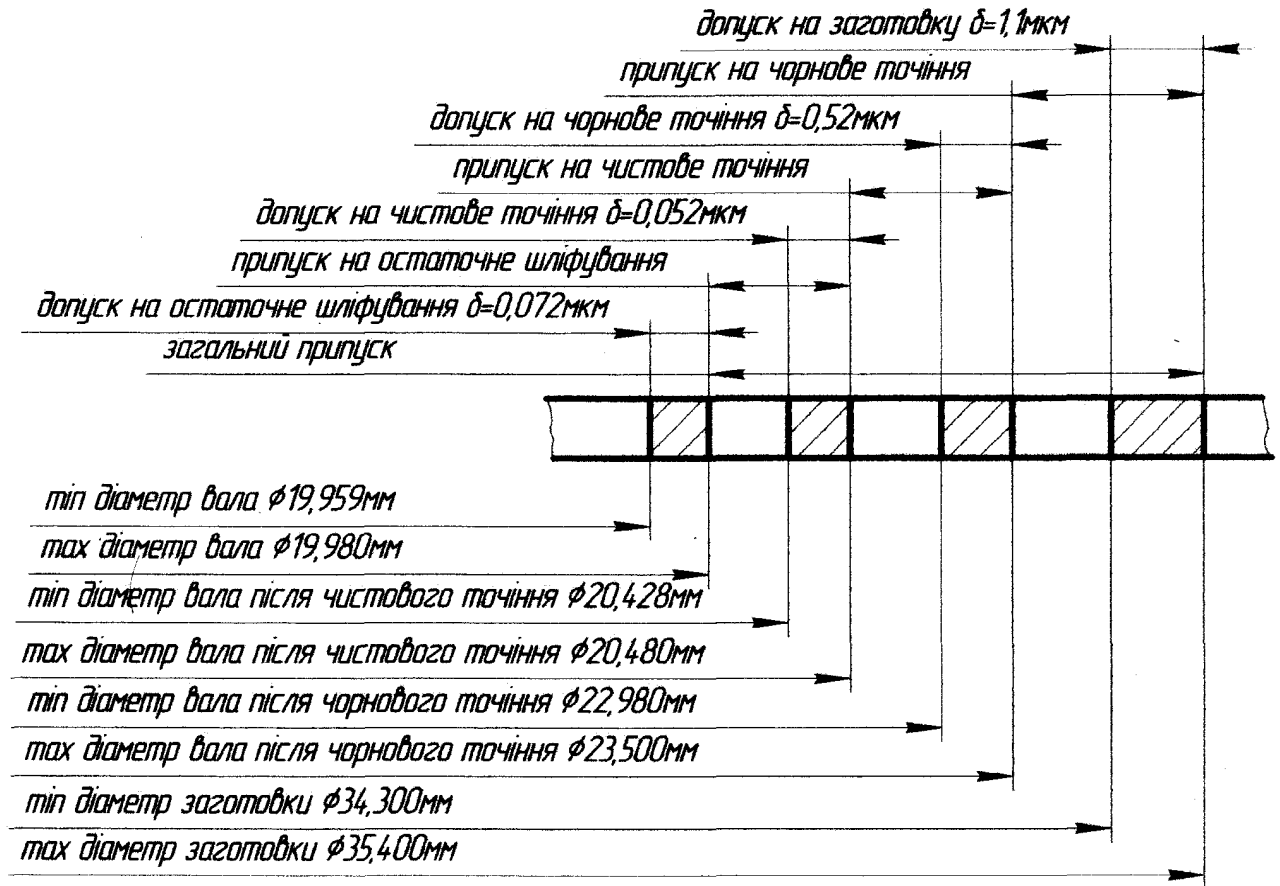


Рисунок 1.2 – Схема графічного розміщення припусків і допусків на обробку поверхні  $\varnothing 20 f7^{(-0,020)}_{(-0,041)}$

					<b>БР.ЛІМ-50.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



- 1) Підрізання торця  $t=h=2\text{мм}$ ;
- 2) Центрування деталі:  $t=d/2=3/2=1,5\text{мм}$ ;
- 3) Точіння поверхонь чорнове:  $4-t=(35-32)/2=1,5\text{мм}$ ;  $7-t=(32-23,5)/2=4,25\text{мм}$ ;  
 $10-t=(23,5-18,8)/2=2,35\text{мм}$ ;
- 4) Точіння поверхонь 7, 10 чистове та нарізання фасок 3, 8:  
 $t=(23,5-20,5)/2=1,5$ ;
- 5) Точіння канавки:  $t=b=4\text{мм}$ ;
- 6) Нарізання різьби:  $t=0,2\text{мм}$ ;
- 7) Нарізання канавки та відрізання:  $t=b=2,5\text{мм}$ ;

### 3. Визначення подачі:

1)  $S_T=0,45\text{мм/об}$ . К4Л1ст40[5]; поправочні коефіцієнти:  $k_{S1}=1,15$ ,  $k_{S2}=1$ ,  
 $k_{S3}=1,1$ ,  $k_{S4}=1$ ,  $k_{S5}=1$ ,  $k_{S6}=1,2$ ,  $k_{S7}=0,95$ ,  $k_{S8}=1$ ,  $k_{S9}=0,85$ .

$$S_P = S_T \cdot k_{S_{\text{сум}}} = 0,5\text{мм/об}.$$

2)  $S_T=0,45\text{мм/об}$ . К4Л1ст40[5]; поправочні коефіцієнти:  $k_{S1}=1,15$ ,  $k_{S2}=1$ ,  
 $k_{S3}=1,1$ ,  $k_{S4}=1$ ,  $k_{S5}=1$ ,  $k_{S6}=1,2$ ,  $k_{S7}=0,95$ ,  $k_{S8}=1$ ,  $k_{S9}=1$ .

$$S_P = S_T \cdot k_{S_{\text{сум}}} = 0,59\text{мм/об}.$$

$S_T=0,35\text{мм/об}$ . К4Л1ст40[5]; поправочні коефіцієнти:  $k_{S1}=1,15$ ,  $k_{S2}=1$ ,  
 $k_{S3}=1,1$ ,  $k_{S4}=1$ ,  $k_{S5}=1$ ,  $k_{S6}=1,2$ ,  $k_{S7}=0,95$ ,  $k_{S8}=1$ ,  $k_{S9}=1$ .

$$S_P = S_T \cdot k_{S_{\text{сум}}} = 0,46\text{мм/об}.$$

$S_T=0,4\text{мм/об}$ . К4Л1ст40[5]; поправочні коефіцієнти:  $k_{S1}=1,15$ ,  $k_{S2}=1$ ,  $k_{S3}=1,1$ ,  
 $k_{S4}=1$ ,  $k_{S5}=1$ ,  $k_{S6}=1,2$ ,  $k_{S7}=0,95$ ,  $k_{S8}=1$ ,  $k_{S9}=1$ .

$$S_P = S_T \cdot k_{S_{\text{сум}}} = 0,52\text{мм/об}.$$

3)  $S_T=0,09\text{мм/об}$ . К4Л1ст40[5]; поправочні коефіцієнти:  $k_{S1}=1,3$ ,  $k_{S2}=0,8$ ,  
 $k_{S3}=1$ ,  $k_{S4}=1$ ,  $k_{S5}=1$ ,  $k_{S6}=1,2$ ,  $k_{S7}=0,95$ ,  $k_{S8}=1$ ,  $k_{S9}=1$ .

$$S_P = S_T \cdot k_{S_{\text{сум}}} = 0,08\text{мм/об}.$$

4)  $S_T=0,27\text{мм/об}$ . К4Л1ст40[5]; поправочні коефіцієнти:  $k_{S1}=1$ ,  $k_{S2}=1$ ,  $k_{S3}=1$ ,  
 $k_{S4}=1$ ,  $k_{S5}=1$ ,  $k_{S6}=1,2$ ,  $k_{S7}=0,95$ ,  $k_{S8}=1$ ,  $k_{S9}=1$ .

$$S_P = S_T \cdot k_{S_{\text{сум}}} = 0,31\text{мм/об}.$$

					<b>БР.ЛІМ-50.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5)  $S_T=0,35\text{мм/об.}$  К4Л1ст40[5]; поправочні коефіцієнти:  $k_{S1}=1,15$ ,  $k_{S2}=1$ ,  $k_{S3}=1,1$ ,  $k_{S4}=1$ ,  $k_{S5}=1$ ,  $k_{S6}=1,2$ ,  $k_{S7}=0,95$ ,  $k_{S8}=1$ ,  $k_{S9}=1$ .

$$S_P = S_T \cdot k_{S_{\text{сум}}} = 0,46\text{мм/об.}$$

6)  $S_T=2\text{мм/об.}$  К4Л1ст40[5]; поправочні коефіцієнти:  $k_{S1}=1$ ,  $k_{S2}=1$ ,  $k_{S3}=1$ ,  $k_{S4}=1$ ,  $k_{S5}=1$ ,  $k_{S6}=1$ ,  $k_{S7}=1$ ,  $k_{S8}=1$ ,  $k_{S9}=1$ .

$$S_P = S_T \cdot k_{S_{\text{сум}}} = 2\text{мм/об.}$$

7)  $S_T=0,4\text{мм/об.}$  К4Л1ст40[5]; поправочні коефіцієнти:  $k_{S1}=1,15$ ,  $k_{S2}=1$ ,  $k_{S3}=1,1$ ,  $k_{S4}=1$ ,  $k_{S5}=1$ ,  $k_{S6}=1,2$ ,  $k_{S7}=0,95$ ,  $k_{S8}=1$ ,  $k_{S9}=1$ .

$$S_P = S_T \cdot k_{S_{\text{сум}}} = 0,52\text{мм/об.}$$

#### 4. Визначаємо швидкість різання:

1)  $V_T=185$  м/хв. К21Л1ст73[5]; поправочні коефіцієнти:  $k_{V1}=1$ ,  $k_{V2}=1$ ,  $k_{V3}=1$ .

$$V_P = V_T \cdot k_V = 185 \text{ м/хв.}$$

2)  $V_T=172$  м/хв. К21Л1ст73[5]; поправочні коефіцієнти:  $k_{V1}=1$ ,  $k_{V2}=1$ ,  $k_{V3}=1$ .

$$V_P = V_T \cdot k_V = 172 \text{ м/хв.}$$

$V_T=160$  м/хв. К21Л1ст73[5]; поправочні коефіцієнти:  $k_{V1}=1$ ,  $k_{V2}=1$ ,  $k_{V3}=1$ .

$$V_P = V_T \cdot k_V = 160 \text{ м/хв.}$$

$V_T=172$  м/хв. К21Л1ст73[5]; поправочні коефіцієнти:  $k_{V1}=1$ ,  $k_{V2}=1$ ,  $k_{V3}=1$ .

$$V_P = V_T \cdot k_V = 172 \text{ м/хв.}$$

$V_T=185$  м/хв. К21Л1ст73[5]; поправочні коефіцієнти:  $k_{V1}=1$ ,  $k_{V2}=1$ ,  $k_{V3}=1$ .

$$V_P = V_T \cdot k_V = 185 \text{ м/хв.}$$

3)  $V_T=27,3$  м/хв. К21Л1ст73[5]; поправочні коефіцієнти:  $k_{V1}=1,3$ ,  $k_{V2}=1$ ,  $k_{V3}=1$ .

$$V_P = V_T \cdot k_V = 35,49 \text{ м/хв.}$$

4)  $V_T=185$  м/хв. К21Л1ст73[5]; поправочні коефіцієнти:  $k_{V1}=1$ ,  $k_{V2}=1$ ,  $k_{V3}=1$ .

$$V_P = V_T \cdot k_V = 185 \text{ м/хв.}$$

5)  $V_T=166$  м/хв. К21Л1ст73[5]; поправочні коефіцієнти:  $k_{V1}=1$ ,  $k_{V2}=1$ ,  $k_{V3}=1$ .

$$V_P = V_T \cdot k_V = 166 \text{ м/хв.}$$

					<b>БР.ЛМ-50.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6)  $V_T = 12$  м/хв. К21Л1ст73[5]; поправочні коефіцієнти:  $k_{V1} = 1,3$ ,  $k_{V2} = 1$ ,  $k_{V3} = 1$ .

$$V_P = V_T \cdot k_V = 15,6 \text{ м/хв.}$$

7)  $V_T = 172$  м/хв. К21Л1ст73[5]; поправочні коефіцієнти:  $k_{V1} = 1$ ,  $k_{V2} = 1$ ,  $k_{V3} = 1$ .

$$V_P = V_T \cdot k_V = 172 \text{ м/хв.}$$

5. Визначаємо частоти обертання:

$$n = \frac{1000 \cdot V_P}{\pi \cdot D}, \text{ хв}^{-1}$$

$$1) n_1 = \frac{1000 \cdot 185}{3,14 \cdot 35} = 1683 \text{ хв}^{-1}$$

$$2) n_2 = \frac{1000 \cdot 172}{3,14 \cdot 32} = 1711 \text{ хв}^{-1} \quad n_3 = \frac{1000 \cdot 160}{3,14 \cdot 32,5} = 2168 \text{ хв}^{-1} \quad n_4 = \frac{1000 \cdot 172}{3,14 \cdot 18,8} = 2914 \text{ хв}^{-1}$$

$$3) n_5 = \frac{1000 \cdot 23,7}{3,14 \cdot 3} = 2515 \text{ хв}^{-1}$$

$$4) n_6 = \frac{1000 \cdot 185}{3,14 \cdot 20,5} = 2874 \text{ хв}^{-1}$$

$$5) n_7 = \frac{1000 \cdot 166}{3,14 \cdot 18,8} = 2812 \text{ хв}^{-1}$$

$$6) n_8 = \frac{1000 \cdot 15,6}{3,14 \cdot 16} = 3105 \text{ хв}^{-1}$$

$$7) n_9 = \frac{1000 \cdot 172}{3,14 \cdot 32} = 1712 \text{ хв}^{-1}$$

Коректуємо знайдені значення  $S$  і  $n$  по паспорту верстата. Приймаємо :

$$n_1 = 1000 \text{ хв}^{-1}, n_2 = 1000 \text{ хв}^{-1}, n_3 = 750 \text{ хв}^{-1}, n_4 = 1000 \text{ хв}^{-1}, n_5 = 800 \text{ хв}^{-1},$$

$$n_6 = 1000 \text{ хв}^{-1}, n_7 = 1000 \text{ хв}^{-1}, n_8 = 750 \text{ хв}^{-1}, n_9 = 900 \text{ хв}^{-1}.$$

$$S_1 = 500 \text{ мм/хв}, S_2 = 200 \text{ мм/хв}, S_3 = 150 \text{ мм/хв}, S_4 = 200 \text{ мм/хв}, S_5 = 70 \text{ мм/хв},$$

$$S_6 = 130 \text{ мм/хв}, S_7 = 200 \text{ мм/хв}, S_8 = 200 \text{ мм/хв}, S_9 = 430 \text{ мм/хв}.$$

6. Знаходимо дійсні швидкості різання за формулою:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000},$$

$$1) V_1 = \frac{3,14 \cdot 35 \cdot 1000}{1000} = 109,9 \text{ м/хв}$$

$$2) V_2 = \frac{3,14 \cdot 32 \cdot 1000}{1000} = 100,48 \text{ м/хв}$$

					<b>БР.ЛІМ-50.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$3) V_3 = \frac{3,14 \cdot 32,5 \cdot 750}{1000} = 76,54 \text{ м / хв}$$

$$4) V_4 = \frac{3,14 \cdot 18,8 \cdot 1000}{1000} = 59,032 \text{ м / хв}$$

$$5) V_5 = \frac{3,14 \cdot 3 \cdot 800}{1000} = 7,536 \text{ м / хв}$$

$$6) V_6 = \frac{3,14 \cdot 20,5 \cdot 1000}{1000} = 64,37 \text{ м / хв}$$

$$7) V_7 = \frac{3,14 \cdot 18,8 \cdot 1000}{1000} = 59,032 \text{ м / хв}$$

$$8) V_8 = \frac{3,14 \cdot 17 \cdot 750}{1000} = 37,68 \text{ м / хв}$$

$$9) V_9 = \frac{3,14 \cdot 32 \cdot 900}{1000} = 90,432 \text{ м / хв}$$

7. Визначаємо ефективну потужність різання згідно з К21 Л1ст73[5].

1)  $N_T = 8,2$  кВт, поправочні коефіцієнти:  $k_{NI} = 1$ ,  $N_P = N_T \cdot k_N = 8,2$  кВт;

2)  $N_T = 8,9$  кВт, поправочні коефіцієнти:  $k_{NI} = 1$ ,  $N_P = N_T \cdot k_N = 8,9$  кВт;

$N_T = 9,1$  кВт, поправочні коефіцієнти:  $k_{NI} = 1$ ,  $N_P = N_T \cdot k_N = 9,1$  кВт;

$N_T = 8,9$  кВт, поправочні коефіцієнти:  $k_{NI} = 1$ ,  $N_P = N_T \cdot k_N = 8,9$  кВт;

3)  $N_T = 0,19$  кВт, поправочні коефіцієнти:  $k_{NI} = 1$ ,  $N_P = N_T \cdot k_N = 0,19$  кВт;

4)  $N_T = 8,2$  кВт, поправочні коефіцієнти:  $k_{NI} = 1$ ,  $N_P = N_T \cdot k_N = 8,2$  кВт;

5)  $N_T = 9,8$  кВт, поправочні коефіцієнти:  $k_{NI} = 1$ ,  $N_P = N_T \cdot k_N = 9,8$  кВт;

6)  $N_T = 0,12$  кВт, поправочні коефіцієнти:  $k_{NI} = 1$ ,  $N_P = N_T \cdot k_N = 0,12$  кВт;

7)  $N_T = 8,9$  кВт, поправочні коефіцієнти:  $k_{NI} = 1$ ,  $N_P = N_T \cdot k_N = 8,9$  кВт;

8. Перевіряємо достатність тягового зусилля верстату:  $N_B > N_P$ ,  $10 > 9,1$ . Отже, можна зробити висновок, що обробка можлива.

9. Знаходимо основний час на обробку за формулою:  $t_0 = \frac{L \cdot i}{S}$ , хв.

1)  $t_1 = \frac{19,5 \cdot 1}{500} = 0,06 \text{ об / хв}$

2)  $t_2 = \frac{98 \cdot 1}{200} = 0,49 \text{ об / хв}$ ;  $t_3 = \frac{86,5 \cdot 1}{150} = 0,58 \text{ об / хв}$ ;  $t_4 = \frac{24,5 \cdot 1}{200} = 0,12 \text{ об / хв}$

3)  $t_5 = \frac{7 \cdot 1}{70} = 0,1 \text{ об / хв}$

					<b>БР.ЛІМ-50.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$4) t_6 = \frac{91 \cdot 1}{130} = 0,7 \text{ об / хв}$$

$$5) t_7 = \frac{3,4}{200} = 0,017 \text{ об / хв}$$

$$6) t_8 = \frac{28 \cdot 1}{200} = 0,14 \text{ об / хв}$$

$$7) t_9 = \frac{18,25 \cdot 1}{340} = 0,06 \text{ об / хв}$$

Загальний час на обробку :

$$t_{заг} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8 + t_9 = 0,06 + 0,49 + 0,58 + 0,12 + 0,1 + 0,7 + 0,017 + 0,14 + 0,06 = 2,267 \text{ хв.}$$

Визначаємо режими різання для операції 025 - вертикально-свердлильної.

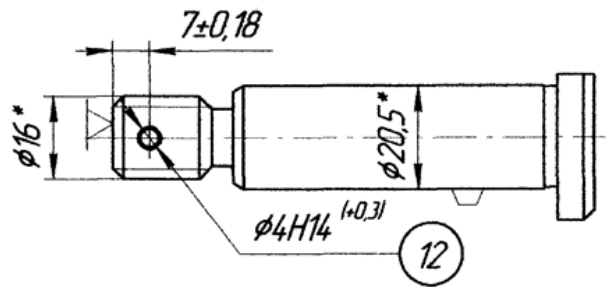


Рисунок 1.4 – Схема обробки

Для обробки на дані операції використовуємо такий різальний інструмент: Свердло 2300-0167 Р6М5 ГОСТ 10902-64. Діаметр свердла  $D=4\text{мм}$ ,  $L=55\text{мм}$ ,  $l_p=22\text{мм}$ . Геометричні параметри свердла:  $2\phi = 118^\circ$ ;  $\alpha = 11^\circ$ ;  $\omega = 30^\circ$ ;  $\psi = 55^\circ$ . Форма заточки - Н.

1. Визначаємо глибину різання:

$$t = \frac{D}{2} = \frac{4}{2} = 2 \text{ мм}$$

2. Визначаємо подачу:

$$S = 0,08 \div 0,1 \text{ мм / об т.25. ст. 277 [7]}$$

Поправочні коефіцієнти:  $K_{IS}=0,9$ ,  $K_{OS}=1$ ,  $K_{жс}=0,75$ ,  $K_{IS}=1$ .

$$S = (0,08 + 0,1) \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1 = 0,054 \div 0,0675 \text{ мм/об}$$

3. Стійкість інструменту:  $T=15\text{хв}$ . т.30 ст.279 [4].

Знаходимо швидкість різання за формулою:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v$$

					<b>БР.ЛМ-50.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$C_v = 7,0; q = 0,4; y = 0,7; m = 0,2$  - поправочні коефіцієнти. т.28 ст.278 [7]

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv}$$

$$K_{mv} = K_r \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_r} = 1 \cdot \left( \frac{750}{610} \right)^{0,9} = 1,2 \text{ ст. 262 [7]}$$

$$K_{uv} = 1,0$$

$$K_{lv} = 0,85$$

$$K_v = 1,2 \cdot 1 \cdot 0,85 = 1,02$$

$$V = \frac{7 \cdot 4^{0,4}}{15^{0,2} \cdot 0,06^{0,7}} \cdot 1,02 = 51,83 \text{ м/хв}$$

5. Знаходимо частоту обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 51,83}{3,14 \cdot 4} = 4126,6 \text{ хв}^{-1}$$

6. Коректуємо отримані значення по паспорту верстата:

$$n = 1400 \text{ хв}^{-1}$$

$$S = 0,1 \text{ мм/об}$$

Фактичні значення:

$$\text{Швидкості: } V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 4 \cdot 1400}{1000} = 17,58 \text{ м/хв}$$

$$\text{Стійкості інструменту: } T = T_H \left( \frac{V_p}{V} \right)^{\frac{1}{m}} = 15 \cdot \left( \frac{51,83}{17,58} \right)^{0,2} = 221,17 \text{ хв}$$

6. Потужність різання:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}$$

$$M_{кр} = 10 C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

$C_M = 0,0345; q = 2,0; y = 0,8$  – коефіцієнти і показники степеня т. 32 ст. 281 [7]

$$K_p = K_{mp} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{610}{750} \right)^{0,75} = 0,8$$

$$M_{кр} = 100,0345 \cdot 4^2 \cdot 0,1^{0,8} \cdot 0,856 = 0,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$N_e = \frac{0,7 \cdot 1400}{9750} = 0,11 \text{ кВт}$$

$$N_e < N_{об} \cdot \eta$$

$0,11 < 2,8 \cdot 0,8 = 2,24$  - отже, обробка можлива.

					<b>БР.ЛІМ-50.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 10. Основний час на обробку

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} = \frac{18,5 \cdot 1}{1400 \cdot 0,1} = 0,13 \text{ хв}$$

Розрахунок режимів різання для решти операцій проводимо у вигляді таблиці 1.11.

Таблиця 1.11 – Режими різання

№ операції, переходу	Назва операції, переходу	D	L	i	Подача, мм/об, мм/хв												
					$S_T$	$S_P$	$S_{np}$	$k_{s1}$	$k_{s2}$	$k_{s3}$	$k_{s4}$	$k_{s5}$	$k_{s6}$	$k_{s7}$	$k_{s8}$	$k_{s9}$	
010	Токарна з ЧПК																
1	Точити торець	35	19,5	1	0,45	0,5	500	1,15	1	1	1	1	1,2	0,95	1	0,85	
2	11;	35	7	1	0,09	0,08	70	1,3	0,8	1	1	1	1,2	0,95	1	1	
3	Центрувати деталь пов. 11;	32	98	1	0,45	0,59	200	1,15	1	1	1	1	1,2	0,95	1	1	
	Точити пов.4;	32	86,5	1	0,35	0,46	150	1,15	1	1	1	1	1,2	0,95	1	1	
	7;	18,8	24,5	1	0,4	0,52	200	1,15	1	1	1	1	1,2	0,95	1	1	
4	10	20,5	91	1	0,27	0,31	130	1,15	1	1	1	1	1,2	0,95	1	1	
5	Точити пов.7; 10																
5	Точити фаски 3;	18,8	3,4	1	0,35	0,46	200	1,15	1	1	1	1	1,2	0,95	1	1	
6	8 Точити канавку	16	28	1	2	2	200	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
7	9; Нарізати різьбу Точити канавку 6 Відрізати деталь	32	18,25	1	0,4	0,52	430	1,15	1	1	1	1	1,2	0,95	1	1	
015	Токарна з ЧПК																
1	Точити торець 1	32	18	1	0,45	0,59	500	1,15	1	1	1	1	1,2	0,95	1	1	
	Точити фаску 2																
2	Центрувати деталь пов.1;	32	7	1	0,09	0,08	70	1,3	1	1	1	1	1	1	1	1	
020	Вертикально- фрезерна																
1	Фрезерувати лиску 13	12	24	1	0,06	0,06	63	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
025	Вертикально- свердлильна																
1	Свердлити отвір 12	4	18,5	1	0,09	0,06	0,1	0,9	1	0,75	1	-	-	-	-	-	
030	Круглошліфуваль на																
1	Шліфувати пов. 7	20,5	62	50	0,3	7,5	7,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Продовження таблиці 1.11.

№ операції, переходу	Назва операції, переходу	Швидкість різання, м/хв						Частота обертання, хв. <sup>-1</sup>		Потужність, кВт			T <sub>о</sub> , хв
		V <sub>T</sub>	V <sub>P</sub>	V <sub>np</sub>	k <sub>s1</sub>	k <sub>s2</sub>	k <sub>s3</sub>	n <sub>p</sub>	n <sub>np</sub>	N <sub>E</sub>	N <sub>P</sub>	N <sub>np</sub>	
010	Токарна з ЧПК												
1	Точити торець 11;	185	185	109,9	1	1	1	1683	1000	8,2	8,2	1	0,06
2	Центрувати деталь пов. 11;	27,3	35,49	7,536	1,3	1	1	353	315	0,19	0,19	1	0,1
3	Точити пов.4;	172	172	100,5	1	1	1	1711	1000	8,9	8,9	1	0,49
	7;	160	160	76,54	1	1	1	2168	750	9,1	9,1	1	0,58
	10	172	172	59,03	1	1	1	2914	1000	8,9	8,9	1	0,12
4	Точити пов.7; 10	185	185	64,37	1	1	1	2874	1000	8,2	8,2	1	0,7
	Точити фаски 3; 8												
5	Точити канавку 9;	166	166	59,03	1	1	1	2812	1000	9,8	9,8	1	0,02
6	Нарізати різьбу	12	15,6	37,68	1,3	1	1	3105	750	0,12	0,12	1	0,14
7	Точити канавку 6	172	172	90,43	1	1	1	1712	900	8,9	8,9	1	0,06
	Відрізати деталь												
015	Токарна з ЧПК												
1	Точити торець 1 Точити фаску 2	172	172	100,5	1	1	1	1712	1000	8,9	8,9	1	0,06
2	Центрувати деталь пов.1;	27,3	35,49	31,65	1,3	1	1	353	315	0,19	0,19	1	0,1
020	Вертикально- фрезерна												
1	Фрезерувати лиску 13	-	47,18	37,7	1,2	1,0	1,0	1252	1000	0,4	0,4	1	0,38
025	Вертикально- свердлильна												
1	Свердлити отвір 12	-	51,83	17,58	1,2	1,0	0,85	4127	1400	0,11	0,11	1	0,13
030	Круглошліфувальна												
1	Шліфувати пов. 7	15/35	15/35	15/35	-	-	-	240/1910	240/1910	0,98	0,98	1	2,1

### 1.5.6 Технічне нормування операцій

Згідно із даними в завданні необхідно провести нормування технологічної операції 020 - вертикально-фрезерної. Дана операція виконується на вертикально-фрезерному верстаті 6P10. Операція складається із 1-го переходу, на якому ми здійснюємо фрезерування лиски в розмір 28<sub>-0,52</sub> мм. При обробці деталь закріплюємо у спеціальних лецатах з призматичними губками, що збільшує продуктивність операції. Фрезерування здійснюємо фрезою 2220-0013 P18 ГОСТ 17025-71, яку кріпимо на верстаті за допомогою цанги 6113-0850 ГОСТ 17201-71.

					<b>БР.ЛІМ-50.00.000 ПЗ</b>				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					



Таблиця 1.15 - Норми часу на технологічну операцію, хв.

Елементи норм часу	Позначення	Розрахунок	Час, хв.	Довідник
Основний час	$T_o$	$T_o=1*L/S_{ХВ}$	0,37	—
Допоміжний час	$T_d$	-	0,74	—
Оперативний час	$T_{оп}$	$T_{оп}=T_o+T_d$	1,12	—
Процент на обслуговування, %	$P_{обс}$	-	3%	К32ст.110[6]
Процент на перерви, %	$P_{пер}$	-	4%	К88ст.203[6]
Час на орг. і техн. обслугов. робоч. місця	$T_{обс}$	$T_{обс}=T_{оп}*P_{обс}/100$	0,034	—
Час на норм. перерви	$T_{пер}$	$T_{пер}=T_{оп}*P_{пер}/100$	0,045	—
Штучний час	$T_{шт}$	$T_{шт}=T_o+T_d+T_{обс}+T_{пер}$	1,199	-
Підготовчо-заключний час	$T_{пз}$	-	24	К32ст.111[6]
Штучно-калькуляційний час	$T_{шт.к.}$	$T_{шт.к.}=T_{шт}+T_{пз}/ОП$	1,613	—
Параметри організації виробництва	Позначення	Розрахунок	Значення	
Обсяг виробничої партії деталей, штук	$ОП$	$ОП=N*a/254$	58	
Періодичність запуску партій у виробництво	$a$	-	3	
Річна програма випуску деталей, штук	$N$	$N=(0,8*F_d*60)/(K_{30}*254)-T_{пз}/T_{шт}$	4838	

Розрахунок норм часу для решти операцій проводимо у вигляді таблиці 2.10.

Таблиця 1.16 – Зведена таблиця розрахунку норм часу

№ операції	Назва операції	Модель верстага	$t_{осн},$ хв	$\frac{T_{пз}}{n}$ хв.	$T_{уст},$ хв	$T_{пер},$ хв	$T_{вим},$ хв	$T_{обс},$ хв	$T_{відп},$ хв	$T_{шт},$ хв	$T_{шт.к.},$ хв	Література
010	Токарна з ЧПК	16К20Ф3	2,267	0,57	0,25	2,05	0,385	0,198	0,198	5,348	5,918	К6 лі п2 с.38 [6]. К18л1 п28 с.65[6]. К18 л4 п68 с.69 [7]. К18л2п69 с.69 [6]. К86л4п70 с.188[6]
015	Токарна з ЧПК	16К20Ф3	0,16	0,47	0,25	0,26	0,1	0,031	0,031	0,832	1,302	К6 лі п2 с.38 [6]. К18л1 п28 с.65[6]. К18 л 2 п69 с.69 [6]. К86л4п70 с.188[6]
020	Вертикально-фрезерна	6Р10	0,38	0,41	0,1	0,4	0,24	0,034	0,045	1,199	1,613	К16 лі п5 с.54 [6]. К31 с. 108-109 [6]. К32 с.110-111 [6]. К88 с.203 [6].
025	Вертикально-свердлильна	2Н125	0,13	0,31	0,11	0,18	0,08	0,015	0,02	0,535	0,845	К16 лі п4 с.54 [6]. К27 лі п3 с.95[6]. К27 л2 п9 с.96 [6]. К28 с.100-101 [6]. К88 с.203 [6].
030	Круглошліфувальна	3У10В	2,1	0,29	0,25	$t_{доп} = 0,41$	0,248	0,11	3,35	3,64		К2 п7 с.32 [6]. К44л1 п23 с.127[6]. К45 с.130 [6]. К88 с.203 [6].

				<b>БР.ЛІМ-50.00.000 ПЗ</b>				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Число металорізальних операцій  $n=5$ .

Середній штучний час:

$$T_{ум.сер} = \frac{\sum T_{ум}}{n} = \frac{13,318}{5} = 2,66 \text{ хв}$$

Такт випуску деталей:

$$t_г = \kappa_3 \cdot T_{ум.сер} = 20 \cdot 2,66 = 53,2$$

де  $\kappa_3$  – коефіцієнт серійності;  $\kappa_3 = 20$ , [1, с.5].

Річна програма випуску деталей:

$$N = \frac{F_d \cdot 60}{t_г} = \frac{4015 \cdot 60}{53,2} = 4528,2 \text{ шт}$$

де  $F_d$  – дійсний річний фонд робочого часу устаткування;  $F_d = 4015$  год., ст.22[2].

Приймаємо  $N=4529$  шт.

Кількість деталей в партії:

$$n_д = \frac{N \cdot a}{F} = \frac{4529 \cdot 3}{254} = 54 \text{ шт}$$

де  $a$  – періодичність запуску виробів;  $a = 3$  дні,

$F$  – число робочих днів у році;  $F = 254$  дні.

Розрахункове число змін на обробку партії деталей:

$$C = \frac{T_{ум.сер} \cdot n_д}{480 \cdot 0,8} = \frac{2,66 \cdot 54}{480 \cdot 0,8} = 0,374 \text{ зміни,}$$

де 480 – дійсний фонд часу робочого обладнання за зміну, хв;

0,8 – нормативний коефіцієнт завантаження верстату у серійному виробництві.

Прийнята кількість змін  $C_{np} = 1$  зміна.

Прийнята кількість деталей в партії:

$$n_д = \frac{C_{np} \cdot 480 \cdot 0,8}{T_{ум.сер}} = \frac{1 \cdot 480 \cdot 0,8}{2,66} = 145 \text{ шт.}$$

					<b>БР.ЛІМ-50.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2 Конструкторська частина

### 2.1 Пристрій для механічної обробки

#### 2.1.1 Опис призначення, будови і роботи пристрою

Пристрій БР.ПМ-50.03.00.000 СК призначений для закріплення на ньому деталі „Палець ПМК-50 00 005” при обробці. Застосовується на свердлильній операції 025 – свердління отвору  $\varnothing 4 \text{ H}14^{(+0,3)}$ .

Пристрій складається з плити 1 на якій кріпляться корпус-призма 2, корпус 3 та упор 4. На корпусі 3 розміщена кондукторна втулка 10, яка служить для базування пристрою на верстаті і центрування свердла при свердлінні. При обробці деталь встановлюють на корпус-призму 2 поверхнею 7 ( $\varnothing 20,5^*$ ) таким чином, щоб торець деталі (поверхня 11) був притиснутий до внутрішнього торця корпусу 3, а з іншої сторони деталі лиска 13 повинна щільно прилягати до підпружиненого висотного установа 12. Цим ми витримуємо правила базування та умову перпендикулярності отвору 12 відносно лиски 13.

#### 2.1.2 Силовий розрахунок пристрою

##### Визначення діючих сил

Залишимо умову надійності затиску від прокручування заготовки під час механічної обробки:

$$F_3 \cdot \frac{l}{K} \geq M_{кр}$$

де  $F_3$  – сила затиску, Н

$K$  – коефіцієнт запасу міцності;

$M_{кр}$  – крутний момент при різанні, Н·м.

При даних режимах різання:  $S_0=0,1$  мм/об,  $n=1400$  хв<sup>-1</sup>,  $V=17,58$  м/хв,  
 $N_{\phi}=0,11$  кВт.

					БР.ПМ-50.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

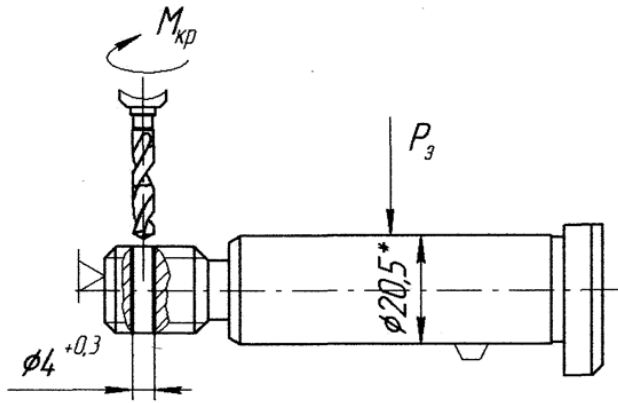


Рисунок 2.1 – Схема обробки деталі та діючих сил

Крутний момент різання(свердління):

$$M_{кр} = 10C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

$C_M = 0,0345$ ;  $q = 2,0$ ;  $y = 0,8$  – коефіцієнти і показники степеня т.32 ст.281 [7]

$$K_p = K_{mp} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{610}{750} \right)^{0,75} = 0,8$$

$$M_{кр} = 100,0345 \cdot 4^2 \cdot 0,1^{0,8} \cdot 0,856 = 0,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

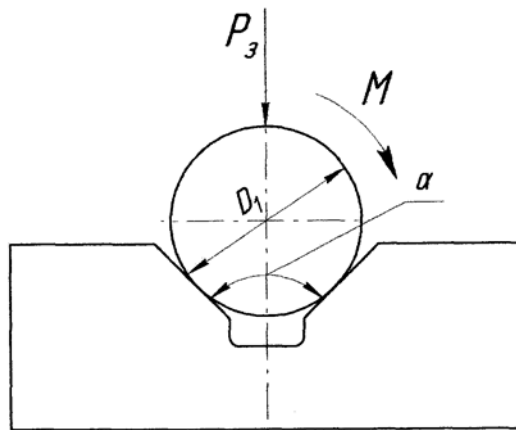


Рисунок 2.2 – Схема діючих сил на деталь при обробці

При обробці отвору у призмі можливі два критичні варіанти: 1 - момент, який створює свердло може прокрутити деталь у призмі, а 2 - момент, який створює свердло може вирвати деталь із призми. Виходячи з цього складаємо рівняння рівноваги всіх діючих сил та моментів, які виникають при обробці:

$$K \cdot M = P_z \cdot \left[ D_3 \cdot \left( \frac{f_2 + f_1}{\sin 0,5\alpha} \right) \right]$$

Із складеного рівняння рівноваги визначаємо необхідну силу затиску:

$$P_z = \frac{K \cdot M}{D_3 \cdot \left( \frac{f_2 + f_1}{\sin 0,5\alpha} \right)}$$

					<b>БР.ЛІМ-50.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт запасу міцності знаходимо за формулою:

$$K = K_0 + K_1 + K_2 + K_3 + K_4 + K_5 + K_6 \text{ ст.85 [7]}$$

$K_0=1,5$  - коефіцієнт гарантованого запасу;

$K_1=1,2$  - коефіцієнт збільшення сил різання від випадкових нерівностей;

$K_2=1,2$  - коефіцієнт збільшення сили різання від затуплення різального інструменту;

$K_3=1,0$  - коефіцієнт збільшення сили різання при переривчастому різанні;

$K_4=1,0$  - коефіцієнт постійності сил закріплення;

$K_5=1,0$  - коефіцієнт, який характеризує ергономіку ручних ЗМ;

$K_6=1,2$  - коефіцієнт опору тертя.

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 = 2,59$$

$f_2 = f_1 = 0,16$  - коефіцієнт тертя.

$$P_3 = \frac{2,59 \cdot 0,7}{20,5 \cdot 10^{-3} \cdot \left( \frac{0,16 + 0,16}{\sin 45} \right)} = 298,6 \text{ Н}$$

Згідно норм охорони праці середню силу, яку може прикладати людина протягом дня становить 300Н. Виходячи з цього можна зробити висновок, що для затиску деталі при обробці достатньо тієї сили, яку розвиває людина. Даний варіант затиску є також досить продуктивним і економічним, оскільки відпадає потреба у додатковому затискному обладнанні, скорочується час на установку і зняття деталі.

### 2.1.3 Розрахунок коефіцієнта стандартизації

Визначаємо рівень уніфікації пристрою за коефіцієнтом стандартизації - відсотком застосування стандартних та уніфікованих деталей і вузлів у пристрої, визначаємо за формулою, %:

$$K_{cm} = 100 \cdot \frac{\sum_{cm}}{\sum_{zag}}$$

де  $\sum_{cm}$  – кількість стандартних і уніфікованих складових елементів,

$$\sum_{cm} = 12;$$

$\sum_{zag}$  – загальна кількість всіх складових деталей і вузлів пристрою.

					БР.ЛІМ-50.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sum_{cm} = 12, \sum_{zag} = 16.$$

$$K_{cm} = 100 \cdot \frac{12}{16} = 75\%.$$

## 2.2 Перевірка працездатності інструментів

### 2.2.1 Різальний інструмент

Перевіримо Працездатність канавкового різця БР.ПМ-50.04.01.000, який використовуємо на операції 010. Матеріал пластини – Т5К10.

Дану операцію проводимо на токарному верстаті з ЧПК моделі 16К20Ф3.

Різець кріпимо в різцетримачі.

Для перевірки працездатності різця зведемо дані в таблицю:

Таблиця 2.1– Початкові дані

Вид заготовки	Круглий прокат нормальної точності
Матеріал деталі	Сталь 45 ГОСТ 1050-88
Механічні властивості	HB=241; $\sigma_b=610 \text{ Н/мм}^2$
Розмір обробки, квалітет Допуск	$d = 13h14 \text{ мм}$
Шорсткість поверхні	$Td = 0,43 \text{ мм}$
Тип і модель верстата	$Ra = 12,5 \text{ мкм}$
Розміри паза різцетримача	Токарний з ЧПК
Режими різання:	$H_{\max} * B_{\max} = 25 \times 25 \text{ мм}$
- глибина різання	$t^{\max} = 6,5 \text{ мм}$
- подача	$S_0 = 200 \text{ мм/хв}$
- швидкість різання	$V = 59,03 \text{ м/хв}$
- сила різання	$P_z = 10160 \text{ Н}$

Таблиця 2.2 – Вибір геометричних параметрів різця

Тип і назва різця, Його типорозмір	Спеціальний канавковий різець БР.ПМ-50.04.01.000
Головний кут в плані Допоміжний кут в плані	$\varphi = 90^\circ$ $\varphi_1 = 2^\circ$
Кут при вершині	$\epsilon = 88^\circ$
Висота державки	$h = 25$
Ширина державки	$b = 25$
Довжина різця	$L = 145$
Довжина різальної кромки	$a = 6,5$
Зміщення вершини Виліт різця, мм	$m = 6$
	$l_p = \alpha \cdot \sin \varphi^0 + h + m = 6,5 \cdot \sin 90^0 + 15 + 6 = 27,5 \text{ мм}$

– перевірка міцності і жорсткості різання:

					<b>БР.ПМ-50.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Міцність різання за напруженнями згину у державці:

– згинаючий момент, Н·мм:

$$M_3 = P_z \cdot l_p = 10160 \cdot 27,5 = 279400 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

– момент опору перерізу державки, мм<sup>3</sup>:

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{25 \cdot 25^2}{6} = 2604,2 \text{ мм}^3$$

– напруження згину, Н·мм<sup>2</sup>:

$$\sigma = \frac{M_3}{W} = \frac{177100}{2604,2} = 68 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2},$$

$\sigma < [\sigma] \Rightarrow 68 < 610 \text{ МПа}$  – умова задовільняється.

Матеріал державки: сталь 45  $[\sigma]=610$  МПа.

2. Сила різання, які допускає міцність державки, Н:

$$P_z = \frac{[\sigma] \cdot W}{l_p} = \frac{610 \cdot 2604,2}{27,5} = 57765,9 \text{ Н}$$

$P_z < [P_z] \Rightarrow 10160 < 57765,9 \text{ Н}$  – умова задовільняється

3. Жорсткість різця за його прогином:

– осьовий момент інерції перерізу, мм<sup>4</sup>:

$$I_x = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{25 \cdot 25^3}{12} = 32552 \text{ мм}^4$$

– прогин вершини різця, мм:

$$f = \frac{P_z \cdot l_p^3}{3 \cdot E \cdot I_x} = \frac{10160 \cdot 27,5^3}{3 \cdot 0,2 \cdot 10^{12} \cdot 32552} = 0,01 \cdot 10^{-6} \text{ мм}$$

– допустимий прогин, мм:

$$f < [f] = 0,1 \cdot TD = 0,1 \cdot 0,43 = 0,043 \text{ мм} \text{ – умова задовільняється}$$

4. Сила різання, яку допускає жорсткість різця, Н:

$$P_z < [P_z] = \frac{3 \cdot [f] \cdot E \cdot I_x}{l_p} = \frac{3 \cdot 0,043 \cdot 0,2 \cdot 10^{12} \cdot 32552}{27,5^3} = 4,03 \cdot 10^{10} \text{ Н}$$

					<b>БР.ЛІМ-50.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.3 - Вибір параметрів різальної частини різця.

Матеріал і шорсткість поверхні	Сталь 45 Ra12,5
1	2
Матеріал різальної пластини	T5K10
Форма пластини, мм	Трапеція
Довжина пластини, мм	$l_n = a_n = 14$
Ширина пластини, мм	$b_n = 8$
Товщина пластини, мм	$S_n'' = 4$
Форма передньої поверхні	Плоска
Передній і задній кути пластини	$\gamma_n = 0^\circ; \alpha_n = 10^\circ$
Передній кут різця	$\gamma = 5^\circ$
Кут врізки пластини	$\gamma = \gamma - \gamma_n = 5^\circ$
Задній кут різця	$\alpha = \alpha_n - \gamma_n = 8^\circ$
Радіус заокруглення вершини	$r = 0,5 \text{ мм}$

### 2.2.2 Контрольно-вимірювальний інструмент

Визначаємо виконавчі розміри калібр-скоби для шийки вала діаметром  $\varnothing 20 f7 \begin{pmatrix} -0,020 \\ -0,041 \end{pmatrix}$

1. Визначаємо найбільший та найменший граничні розміри шийки вала.

$$D_{max} = 19,98 \text{ мм}, D_{min} = 19,959 \text{ мм}$$

2. Визначаємо дані для визначення розмірів необхідних калібрів:

$$Z_1 = 3,0 \text{ мкм}, Y_1 = 3,0 \text{ мкм}, H_1 = 4,0 \text{ мкм}.$$

- Найбільший та найменший розмір прохідного калібру-скоби:

$$PP_{max} = D_{max} - Z_1 + \frac{H_1}{2} = 19,98 - 0,003 + \frac{0,004}{2} = 19,979 \text{ мм}$$

$$PP_{min} = D_{max} - Z_1 - \frac{H_1}{2} = 19,98 - 0,003 - \frac{0,004}{2} = 19,975 \text{ мм}$$

На кресленні проставляємо розмір  $\varnothing 19,975^{+0,004}$ .

4. Найбільший та найменший розмір непрохідного калібру-скоби:

$$HE_{max} = D_{min} + \frac{H_1}{2} = 19,959 + \frac{0,004}{2} = 19,961 \text{ мм}$$

$$HE_{min} = D_{min} - \frac{H_1}{2} = 19,959 - \frac{0,004}{2} = 19,957 \text{ мм}$$

На кресленні проставляємо розмір  $\varnothing 19,957^{+0,004}$ .

5. Граничний розмір зношеного калібру-скоби:

					<b>БР.ЛМ-50.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$PP_3 = D_{max} + Y_1 = 19,98 + 0,003 = 19,983 \text{ мм}$$

6. Виконуємо схему розміщення полів допусків калібрів для шийки вала діаметром  $\varnothing 20 f7 \begin{pmatrix} -0,020 \\ -0,041 \end{pmatrix}$  (рис. 3.3).

Таблиця 2.4 - Визначення розмірів і допусків робочого калібр-скоби по ГОСТ 18362-73.

Контрольований розмір	Позначення	Значення, мм
Номінальний	$D$	20
Мінімальний	$D_{min}$	19,959
Максимальний	$D_{max}$	19,98
Допуск	T	0,021
Квалітет	IT	7
Допуск і відхилення калібра	Позначення	Значення, мм
Допуск калібра	$H_1$	0,004
Відхилення середини допуску прохідного калібра від $\varnothing 19,98$	$Z_1$	0,003
Вихід спрацьованого прохідного калібра за межу $\varnothing 19,98$	$Y_1$	0,003
Робочий калібр	Розмір (формула), мм	Допуск (формула)
Прохідний калібр новий	$PP_n = D_{max} - Z_1 - \frac{H_1}{2} = 19,975$	$H_1 = 0,004$
Прохідний калібр спрацьований	$PP_{cn} = D_{max} - \frac{H_1}{2} = 19,978$	$H_1 = 0,004$
Непрохідний калібр	$HE = D_{min} - \frac{H_1}{2} = 19,957$	$H_1 = 0,004$

					<b>БР.ЛІМ-50.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

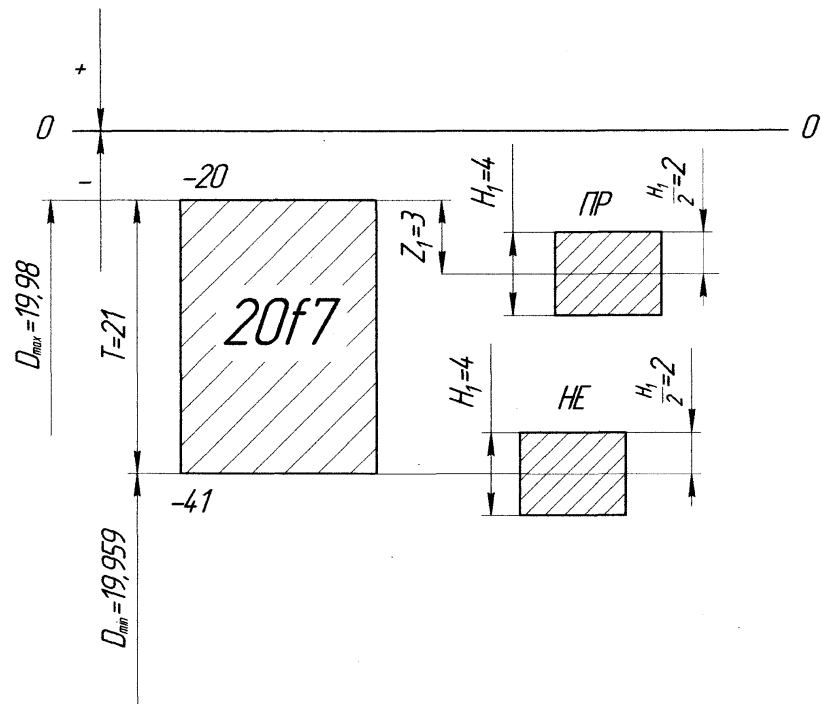


Рисунок 2.3 – Схема розміщення полів допусків

					<b>БР.ЛІМ-50.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3 Розробка керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК

Розробимо керуючу програму (КП) для верстату з ЧПК з використанням сучасної програмної системи СПРУТ-САМ. Даний програмний продукт розробки КП значно підвищує як продуктивність технологічної підготовки виробництва так і якість. Для проведення розрахунку в системі КОМПАС-3D зроблено 3D-модель деталі (рис. 3.1). Для передачі в систему розробки керуючих програм модель записали в універсальному графічному форматі \*.igs. Так як заготовкою є пруток, то модель заготовки створюється автоматично в системі СПРУТ-САМ із необхідним припуском на обробку (рис. 3.2).

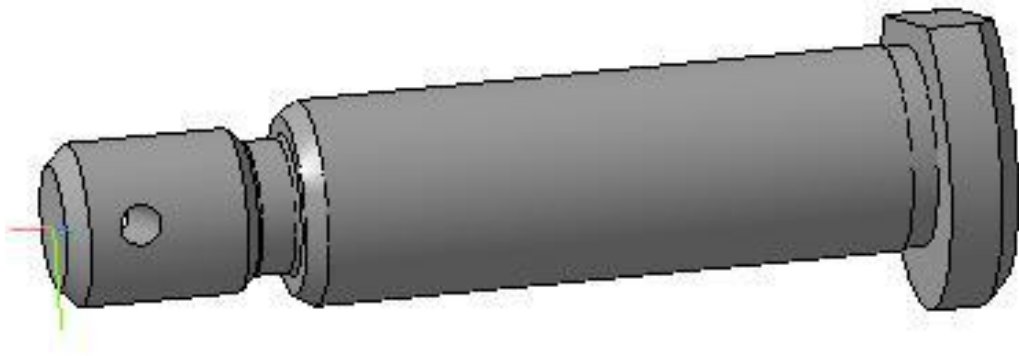


Рисунок 3.1 – 3D-модель деталі

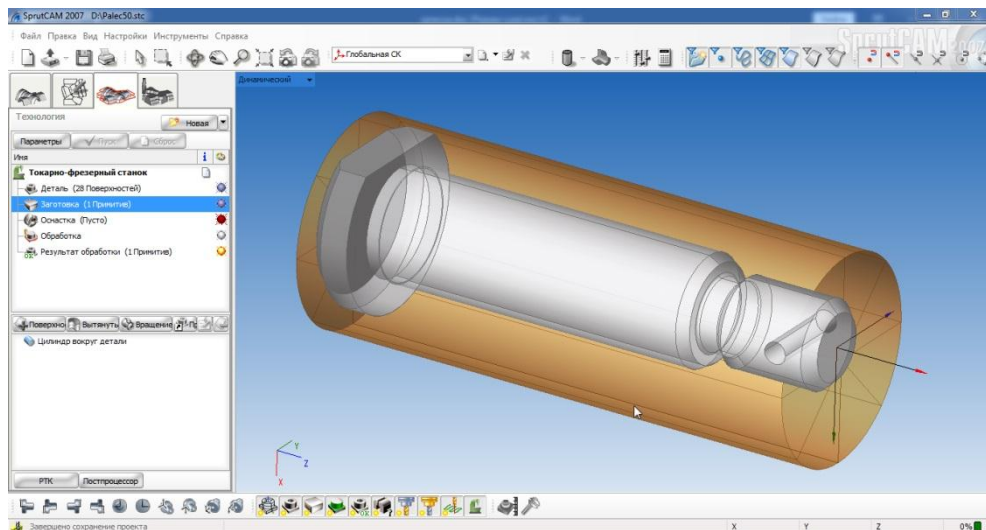


Рисунок 3.2 – Деталь та заготовка в системі СПРУТ-САМ

На рисунках 3 – 14 показано етапи проектування операцій обробки деталі на верстаті з ЧПК та результати візуалізації моделювання відповідних операцій.

					<b>БР.ЛІМ-50.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

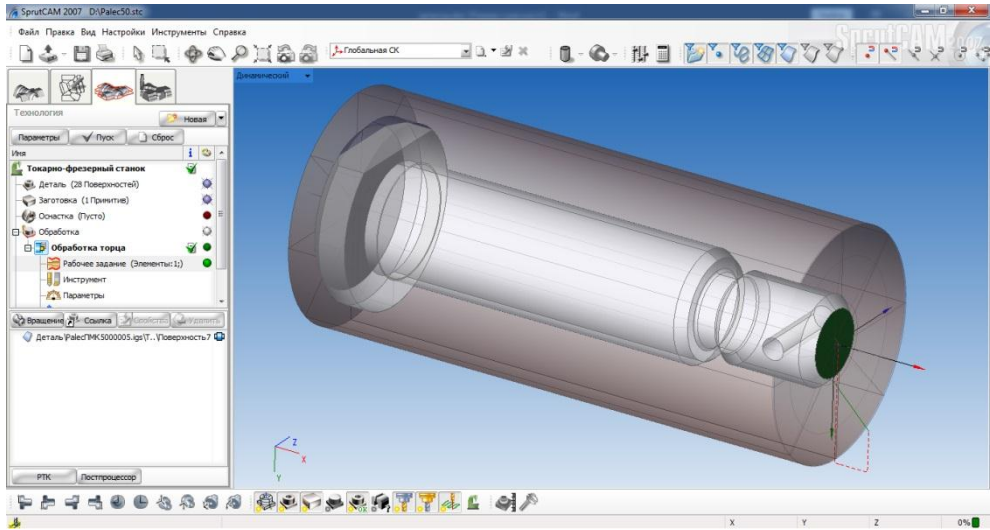


Рисунок 3.3 – Проектування операції обробки торця

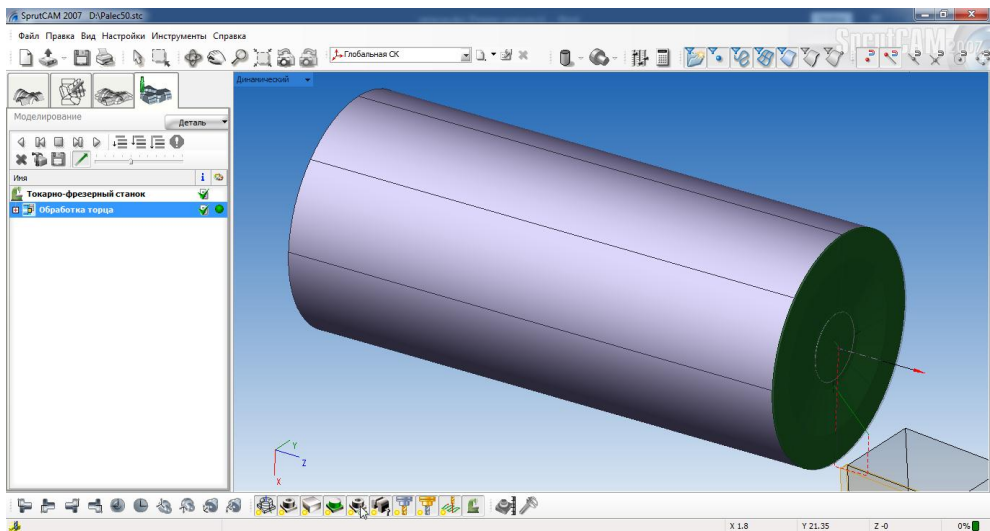


Рисунок 3.4 – Моделювання операції обробки торця

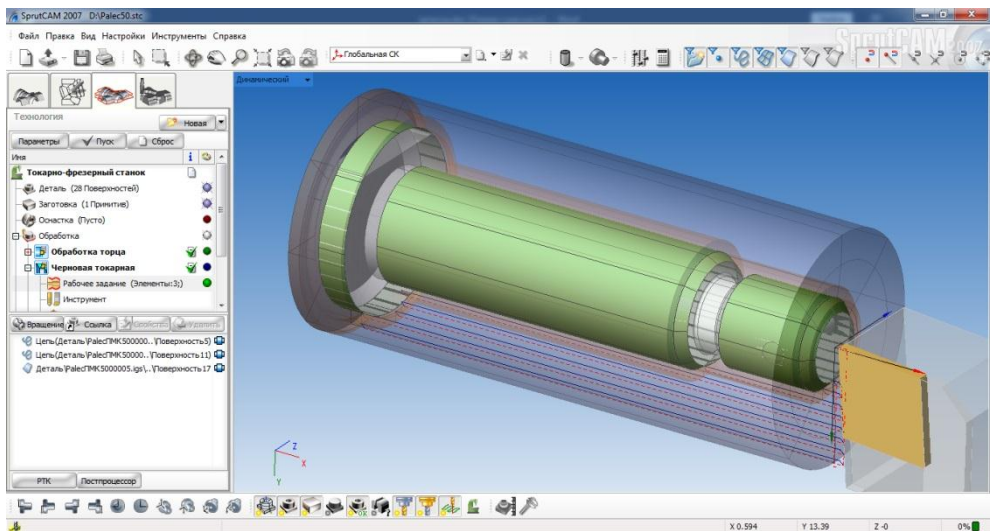


Рисунок 3.5 – Проектування операції чорнового точіння

					<b>БР.ЛМ-50.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



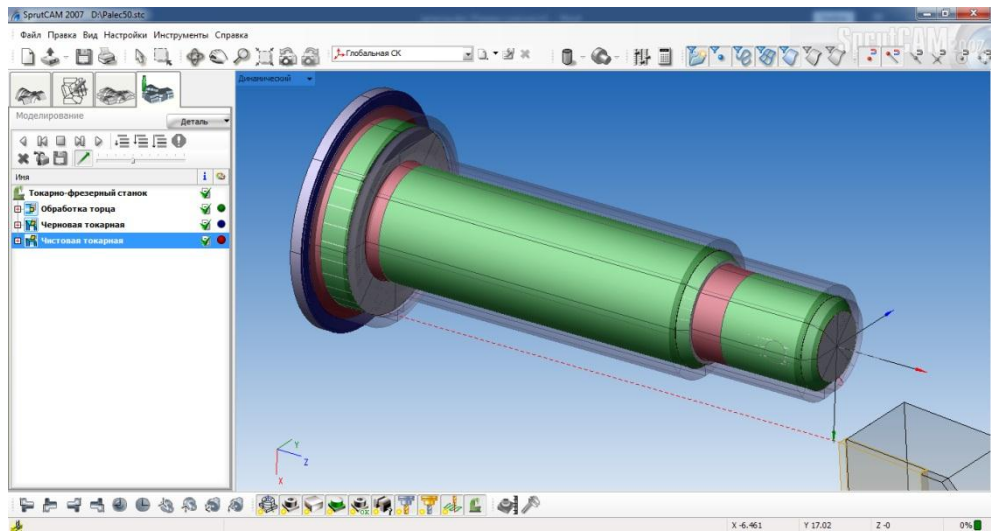


Рисунок 3.9 – Моделювання операції чистового точіння

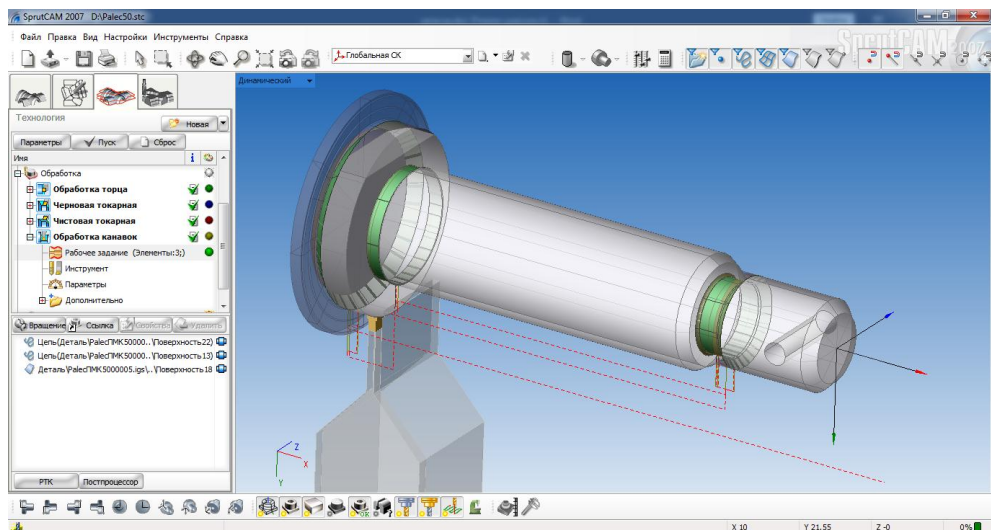


Рисунок 3.10 – Проектування операції обробки канавок

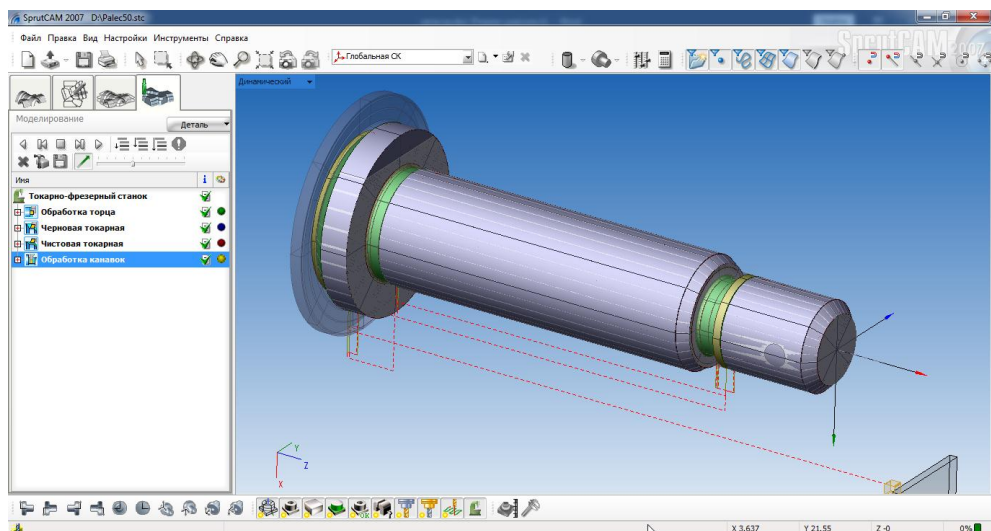


Рисунок 3.11 – Моделювання операції обробки канавок

					<b>БР.ЛМ-50.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Розроблена керуюча програма на верстат з ЧПК для деталі палець матиме вигляд:

%

N001G27M004

N002G58F70000

N003G27M004

N004G01Z+02135S600

N005Z+01391

N006F0M008

N007Z+00684

N008Z-00099

N009Z-00028

N010F70000

N011Z+02070

N012F0

N013Z+02000

N014Z+02070

N015F70000

N016Z+01870

N017Z+01800F0

N018Z+01870

N019F70000

N020Z+01670

N021Z+01600F0

N022Z+01670

N023F70000

N024Z+01470

N025Z+01400F0

N026Z+01470

N027F70000

N028Z+01270

N029Z+01200F0

N030Z+01270

N031F70000

N032Z+01070

N033Z+01000F0

N034Z+01070

N035F70000

N036Z+00870

N037Z+00800F0

N038Z+00870

N039F70000

N040Z+00670

N041Z+00600F0

N042Z+00670

N043F70000

					<b>БР.ПМ-50.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

N044Z+00599  
N045F0  
N046Z+00528  
N047Z+00599  
N048Z+00794  
N049G03Z+00800K+00014  
N050G01Z+00865  
N051G03Z+00882  
N052G01Z+00997  
N053G03Z+01000K+00017  
N054G01Z+01580  
N055G03Z+01600  
N056G01Z+01671  
N057F70000  
N058Z+01400  
N059Z+01300  
N060Z+00800F0  
N061Z+00650  
N062Z+00800  
N063Z+01300F70000  
N064Z+00800F0  
N065Z+00794  
N066Z+00809  
N067Z+01300F70000  
N068Z+00800F0  
N069Z+00650  
N070Z+00664  
N071Z+01300F70000  
N072Z+00800F0  
N073Z+00679  
N074Z+00693  
N075Z+01300F70000  
N076Z+00800F0  
N077Z+00679  
N078G03Z+00650K-00001  
N079G01Z+01400F70000  
N080Z+01600  
N081Z+01500  
N082Z+01000F0  
N083Z+00975  
N084Z+01000  
N085Z+01500F70000  
N086Z+01000F0  
N087Z+00975  
N088Z+00989  
N089Z+01501F70000

					<b>БР.ЛІМ-50.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

N090Z+01001F0  
N091Z+00975  
N092Z+01501F70000  
N093Z+01001F0  
N094Z+00975  
N095Z+01601F70000  
N096Z+02655  
N097Z+02555  
N098Z+02055F0  
N099Z+01435  
N100Z+02055  
N101Z+02555F70000  
N102Z+02055F0  
N103Z+01594  
N104Z+01608  
N105Z+02555F70000  
N106Z+02055F0  
N107Z+01394  
N108Z+02055  
N109Z+02655F70000  
N110Z+02095  
N111Z+01595F0  
N112Z+01394  
N113Z+02195F70000  
N114Z+01494  
N115F1  
N116Z+01394  
N117Z-00020F0  
N118Z+01494F1  
N119F70000  
N120Z+01700  
N121S000G25X+999999  
N122G25Z+999999  
N123M002

					<b>БР.ЛІМ-50.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Висновки

У бакалаврській роботі проаналізовано базовий технологічний процес механічної обробки пальця, а також його вдосконалено і розроблено новий технологічний процес.

В першому розділі пояснювальної записки (технологічна частина), вивчено конструкцію і технологічні вимоги до пальця, призначено припуски на механічну обробку, розраховано режими різання і проведено технічне нормування операцій.

В другому розділі (конструкторській частині) описано призначення, конструкцію і принцип роботи спеціального пристрою для свердлильної операції, проведено його силовий розрахунок, описано конструкцію різального та контрольного інструментів.

В третьому розділі розроблено програму для верстату з ЧПК по обробці пальця.

У даній роботі, в особливості, при проектуванні технологічного процесу виготовлення деталі досягнуто:

- підвищення продуктивності праці шляхом застосування верстатів з ЧПК , швидкодіючих пристроїв з пневмозатиском;
- застосування обладнання яке більш відповідає точності виготовлення деталі;
- зниження трудомісткості переміщення деталей між робочими місцями;
- зменшення собівартості виготовлення продукції.

Основна мета проекту спрямована на зниження трудоемкості виготовлення і собівартості продукції.

					<b>БР.ЛІМ-50.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Список використаних джерел

1. Методичні вказівки для курсового проекту з курсу „Технологічні основи машинобудування” для студентів напряму підготовки 0902 - інженерна механіка. Автор Палійчук І.І. / Івано-Франківськ, 2001. - 36с.
2. Горбацевич А. Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. - Минск: Высшая школа, 1983.-256с.
3. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски.
4. Справочник технолога-машиностроителя. Т.2. Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К. Мещеркова. - Москва: “Машиностроение”, 1972.
5. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ. М.: Экономика, 1990. - 4.2 - 480 с.
6. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. Изд. 2-е, уточненное и дополненное. М. Машиностроение, 1990.
7. Справочник технолога-машиностроителя. Т.2. Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К. Мещеркова. - Москва: “Машиностроение”, 1985.
8. Нефедов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту. - М.: Машиностроение, 1986.— 239с.
9. Розрахунково-графічний практикум з курсу «Технологічні основи машинобудування» : Методичні вказівки. / Б.Д.Сторож, І.І.Палійчук - Івано-Франківськ : ІФДТУНТ, 2000. - 48 с.
10. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. - Минск : Высшая школа, 1983. - 256 с.
11. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков : Справочник. - М.: Машиностроение, 1979. - 303 с.

					<b>БР.ЛМ-50.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# Додатки

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

				ІФНТУНГ									

**КОМПЛЕКТ  
технологічної  
документації**

Технологічний процес  
механічної обробки деталі:  
**Палець ПМК-50 00 005**

Розробив: ст. гр. ПМ-17-1  
Пенгерин В.Л.  
Перевірів: Шуляр І.О.

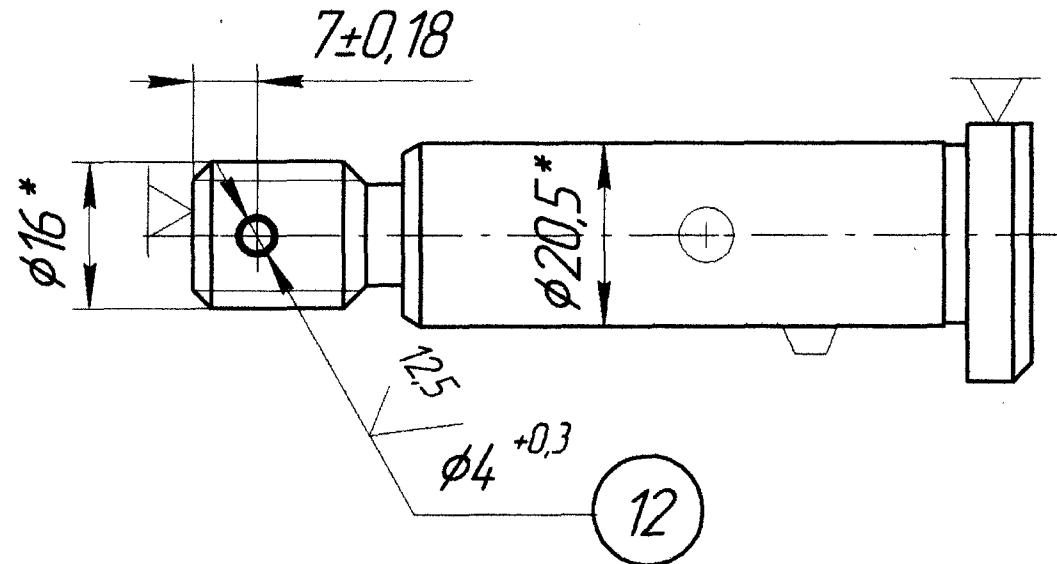




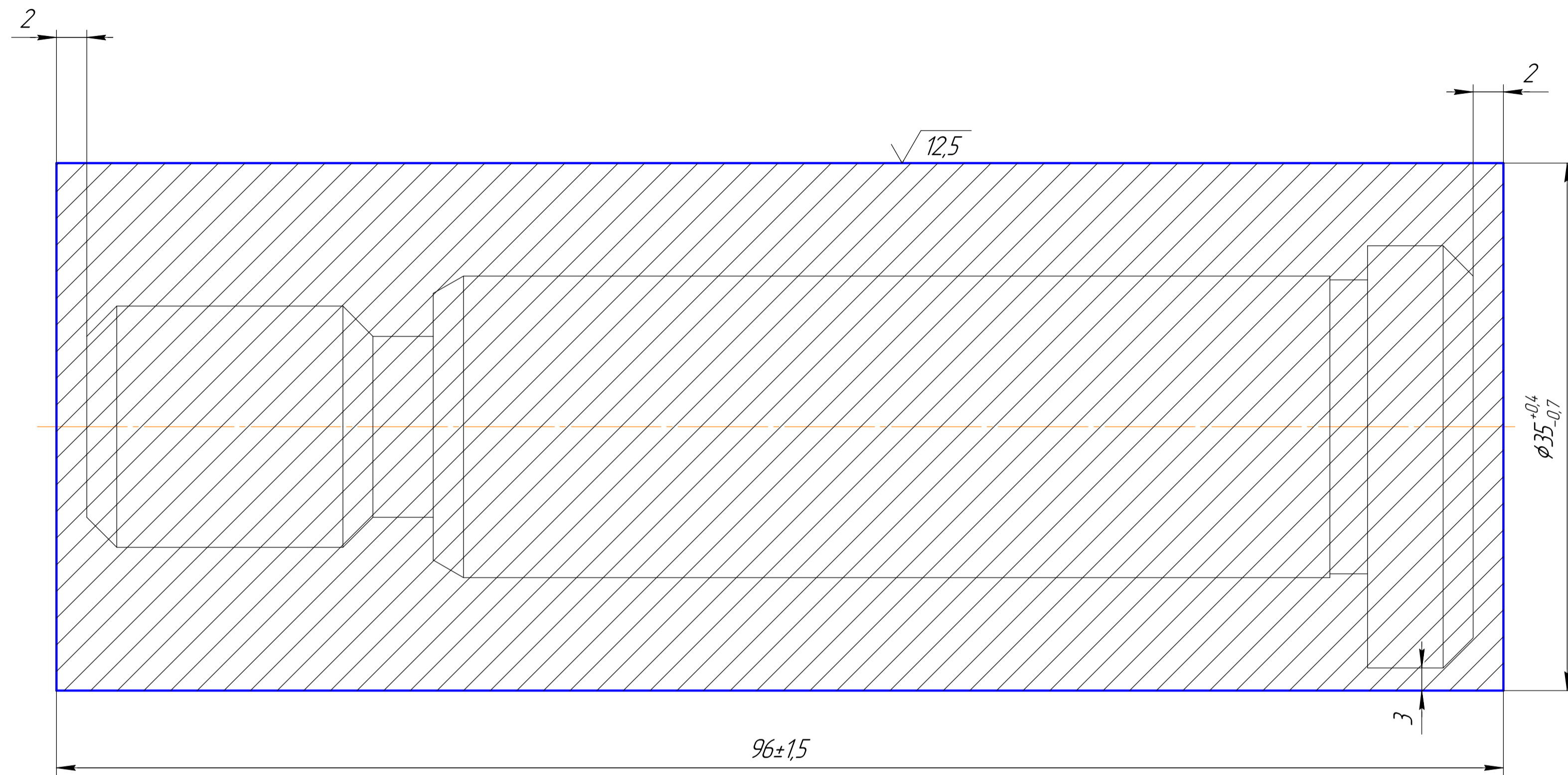
Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Зм	Ар	№ док.	Підпис	Дата

Розробив	Пенгерин			І Ф Н Т У Н Г	ПМК-50 00 005	025		
Перевірів	Шуляр							
Н. контр.				Палець			Н	







1. Допустима овальність до 0,45 мм
2. Допустима кривизна до 0,5 мкм/мм
3. Допустима кривизна різку 1 мм
4. Решта технічних вимог згідно ГОСТ 2590-71

				БР.ПМ-50.01.02.000		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>Заготовка</b>	
Разраб.	Ленгрин					
Проб.	Щуляр				Лист	Листов
Т.контр.						1
Н.контр.					Сталь 45 ГОСТ 1050-88	
Чтв.					ІФНТУНГ ПМ-17-1	

Перв. примен.

Справ. №

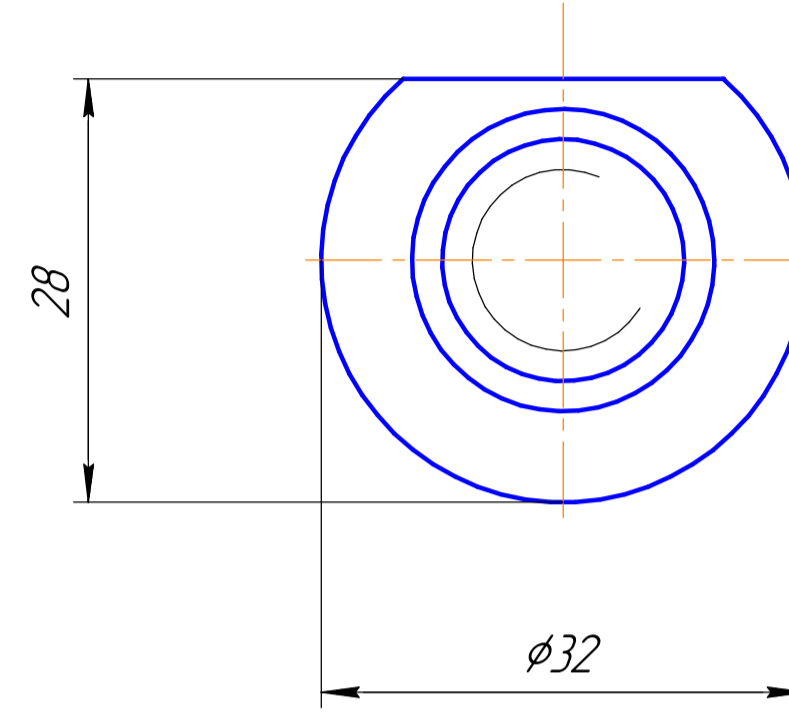
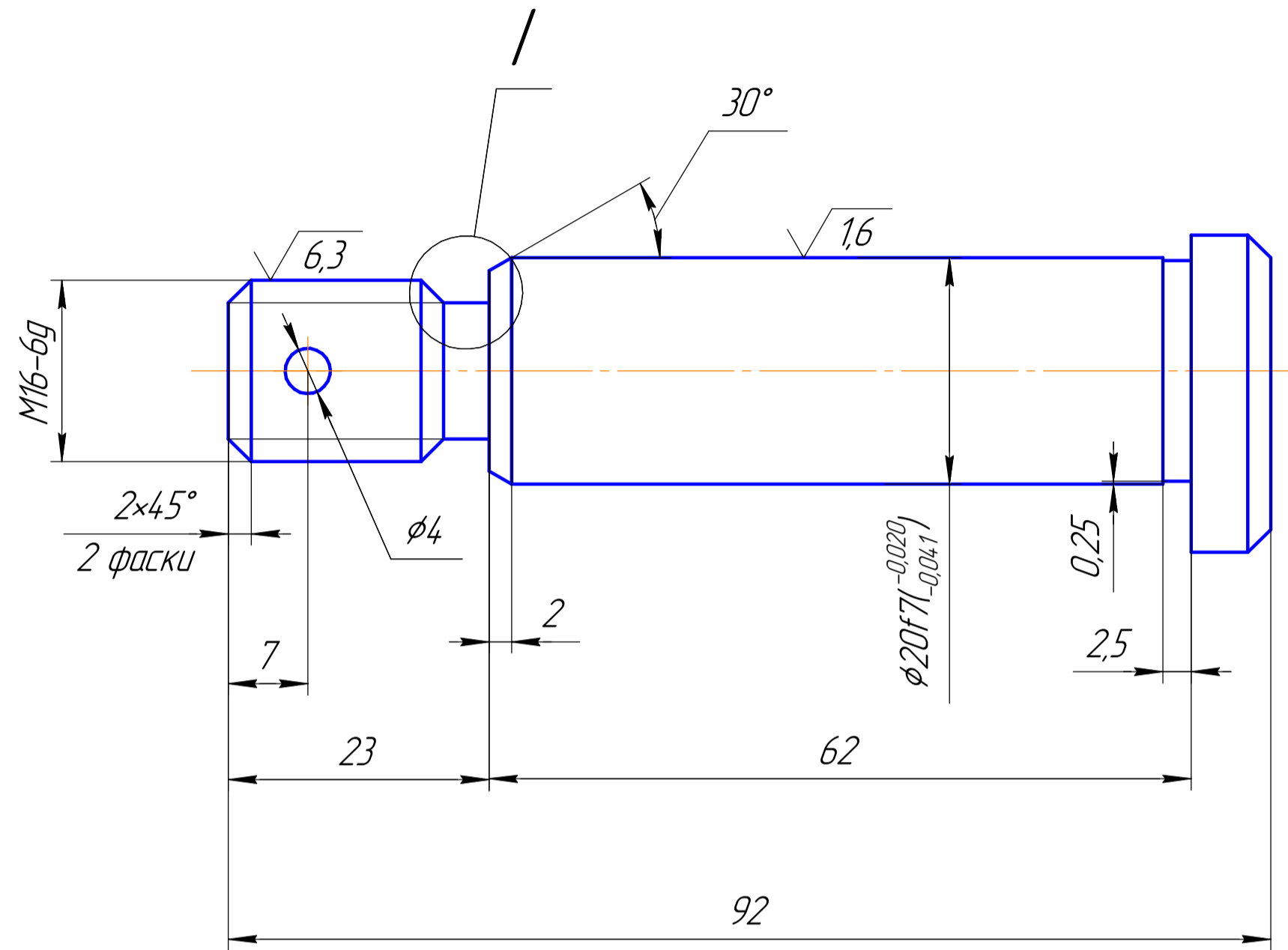
Подп. и дата

Инд. № дубл.

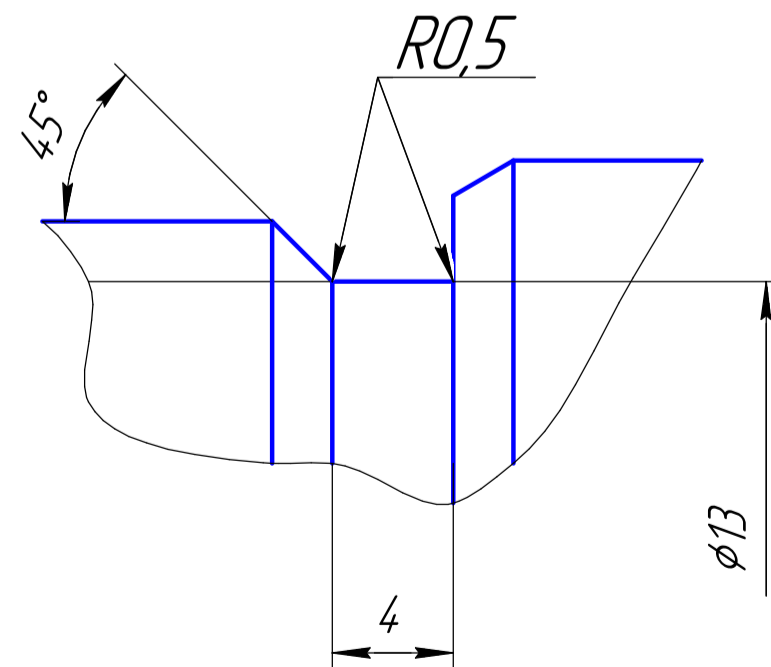
Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.



1 (M 4:1)

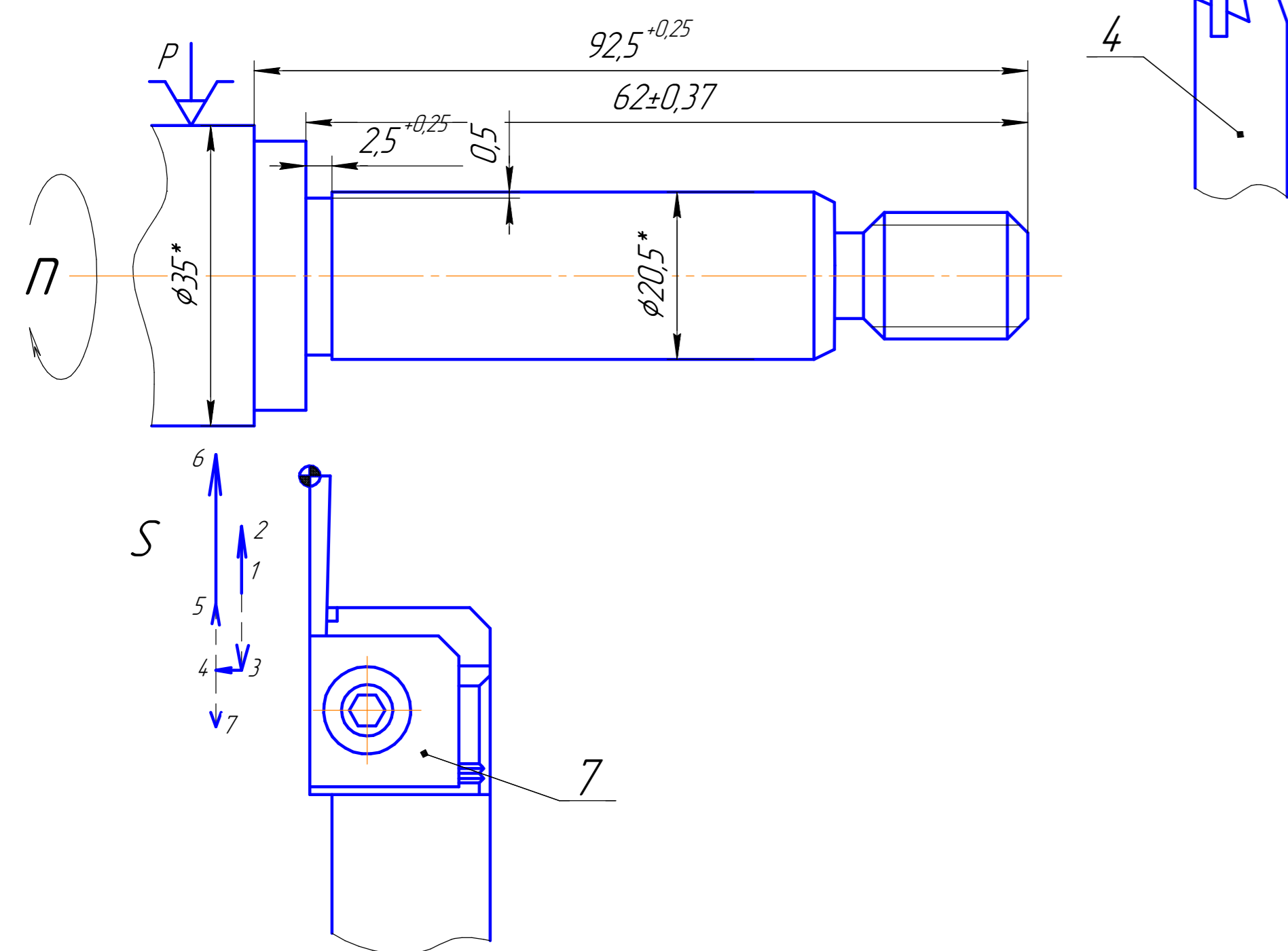
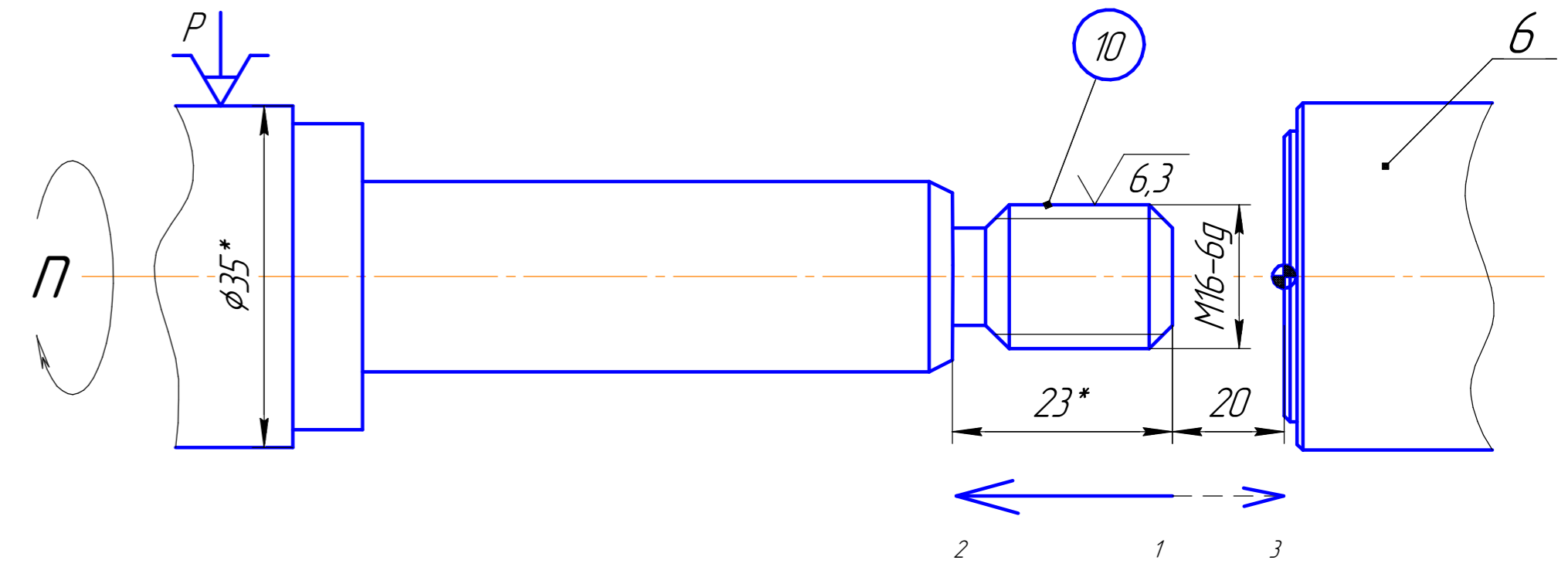
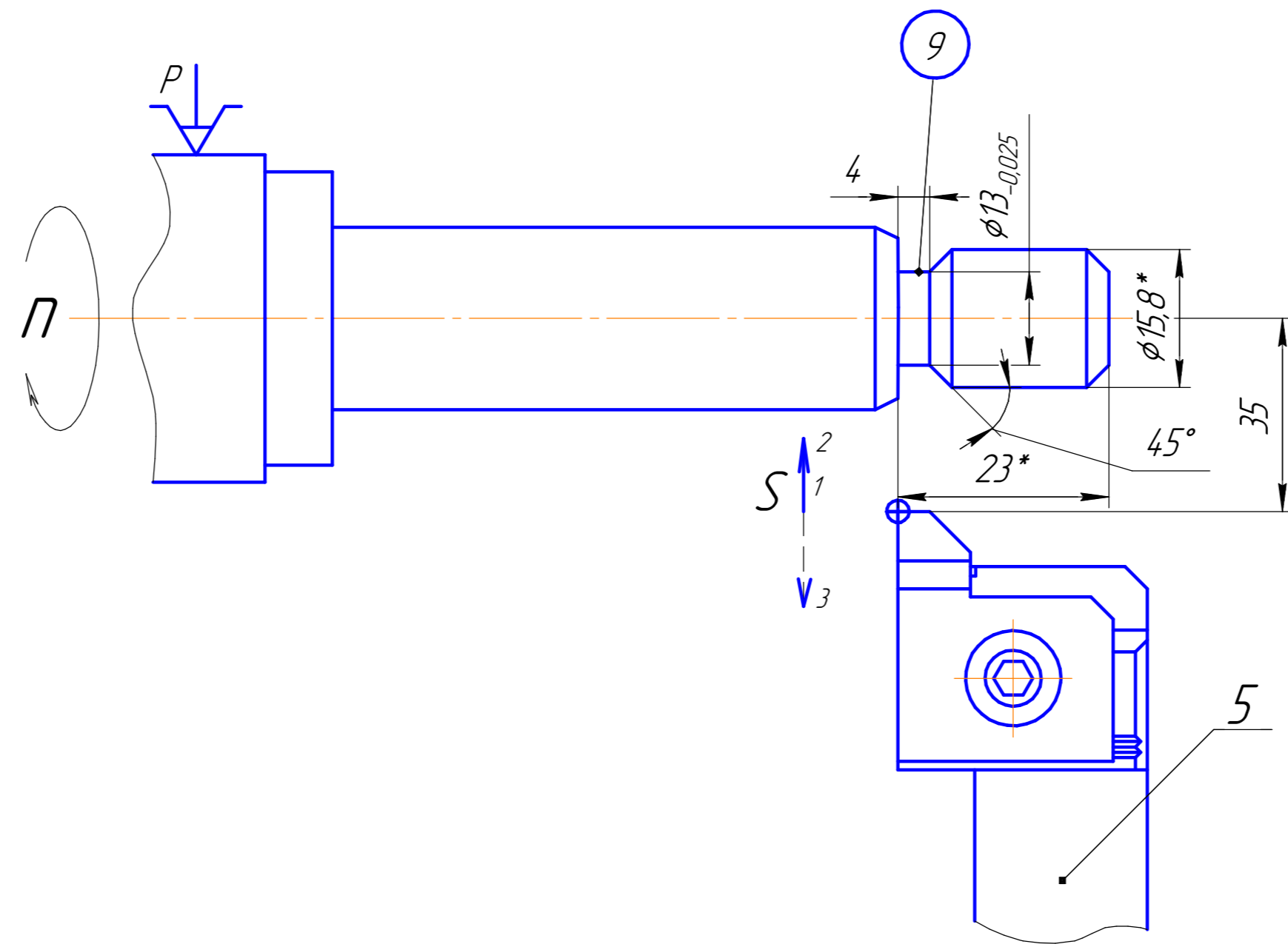
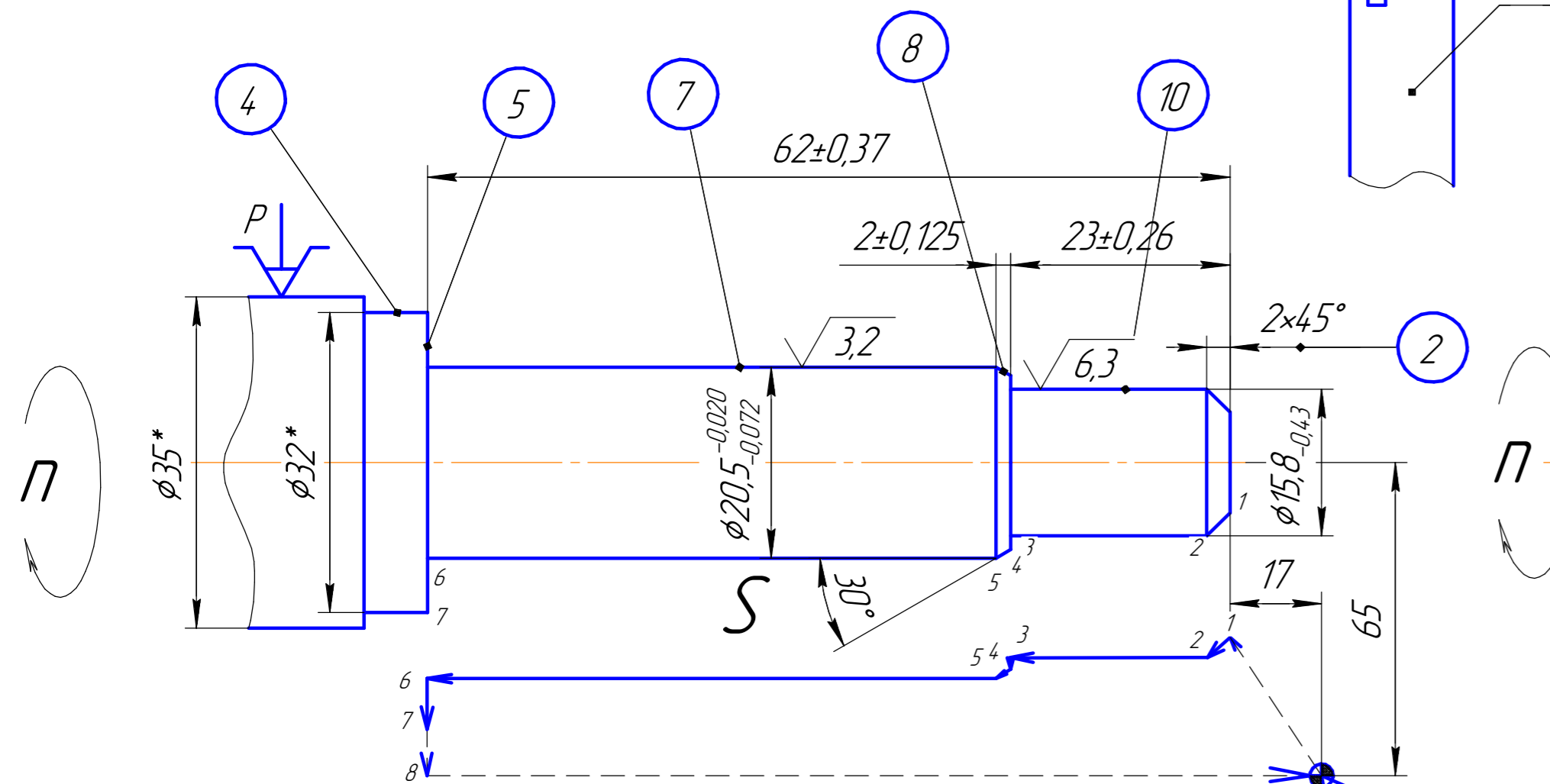
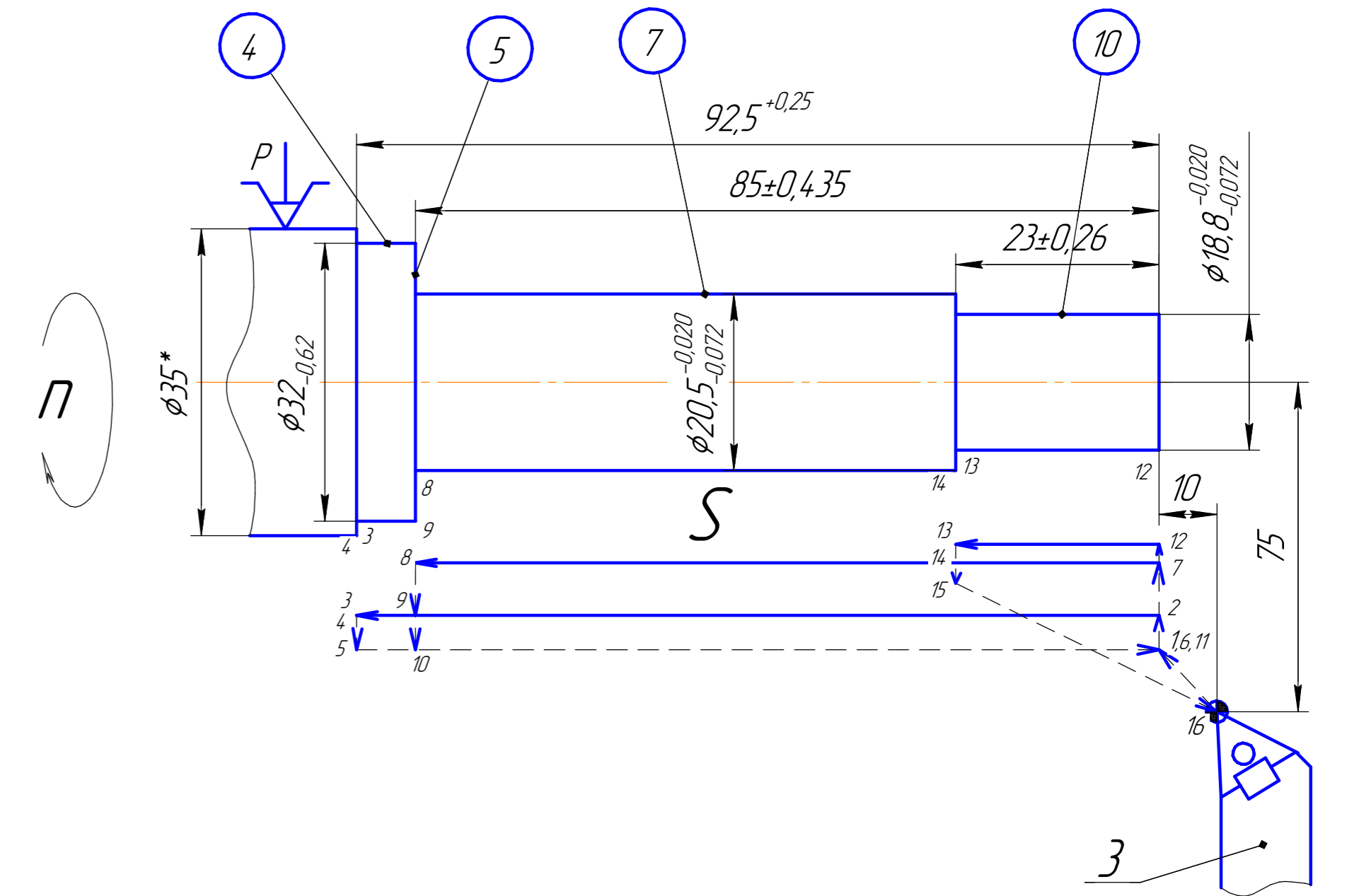
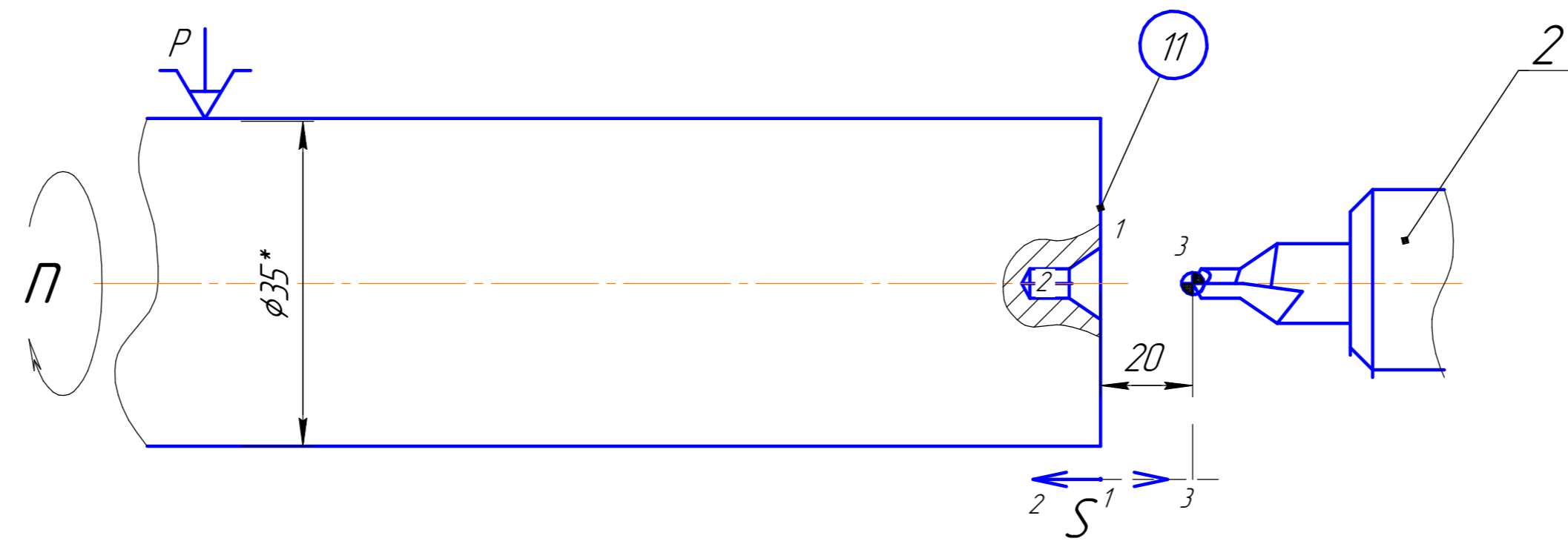
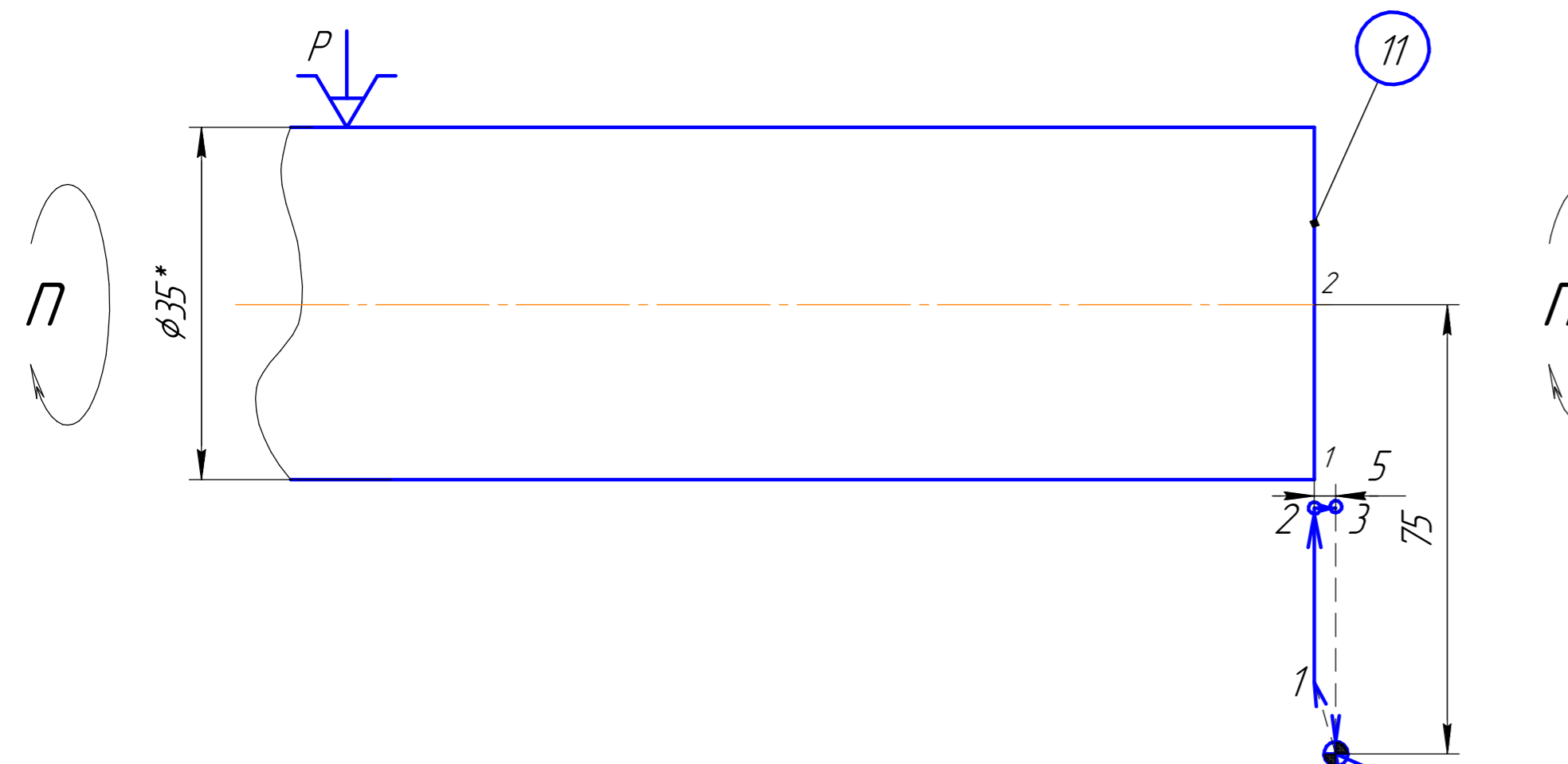


1. H14; h14;  $\pm \frac{IT14}{2}$
2. Вісь отвору  $\phi 4$  паралельна лисці 28

				ПМК-50 00 005		
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Пенгрин			Н	0,23	2:1
Проб.	Щуляр			Лист	Листов	1
Т.контр.						
Н.контр.						
Чтв.						
				Палець		
				Сталь 45 ГОСТ 1050-88		
				ІФНТУНГ ПМ-17-1		
				Формат А2		

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

# Операція 010 – Токарна з ЧПК Верстат мод. 16К20Ф3

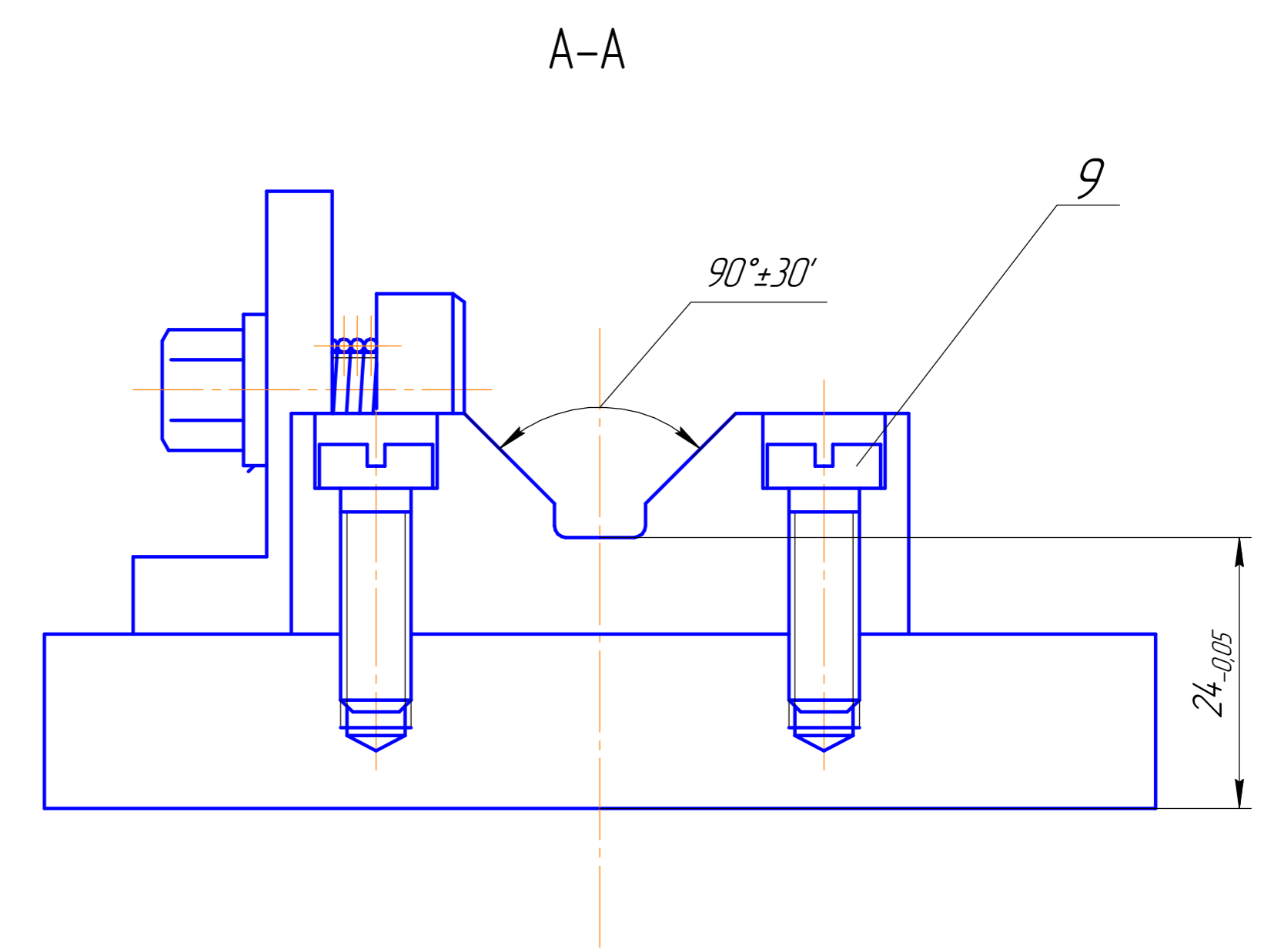
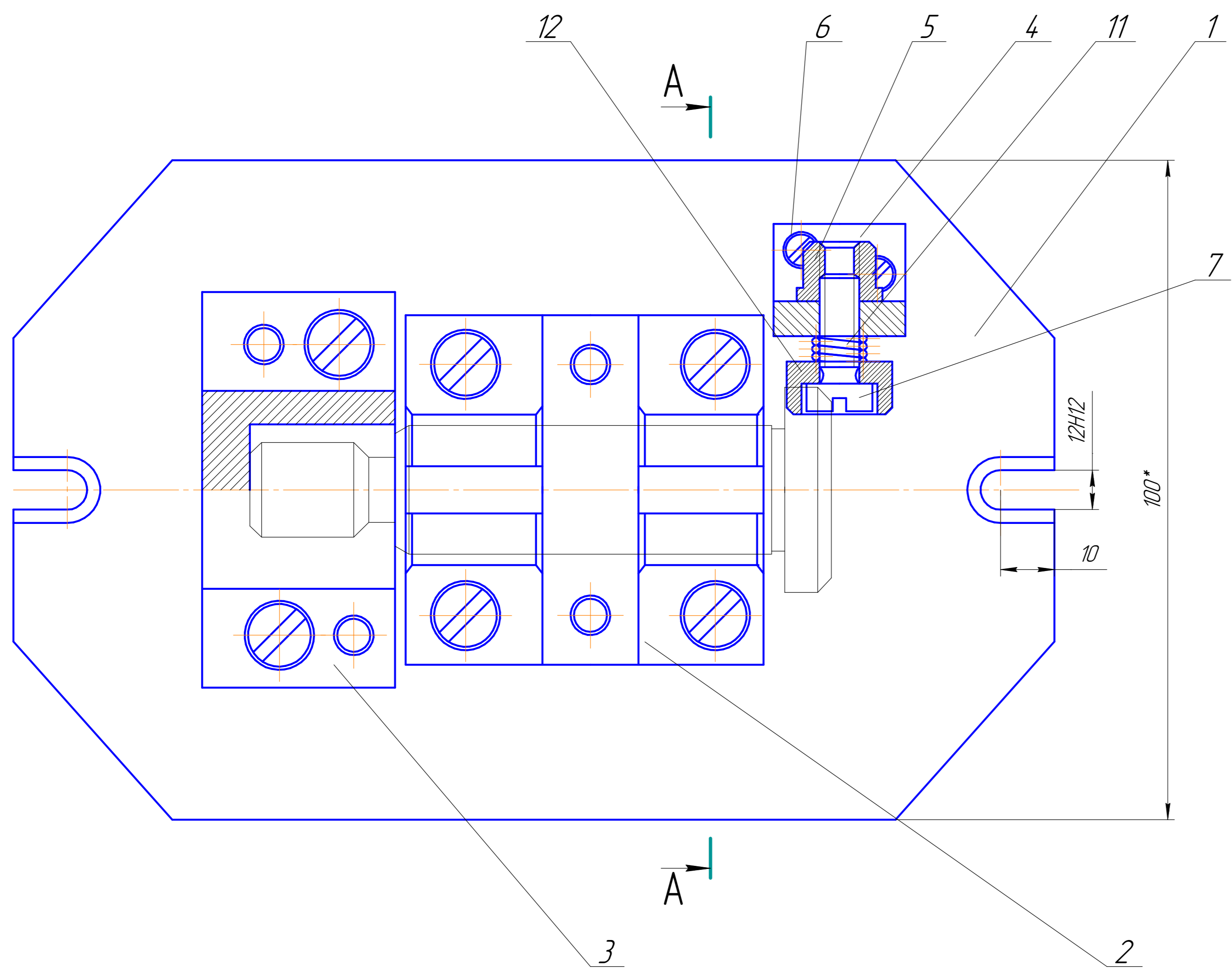
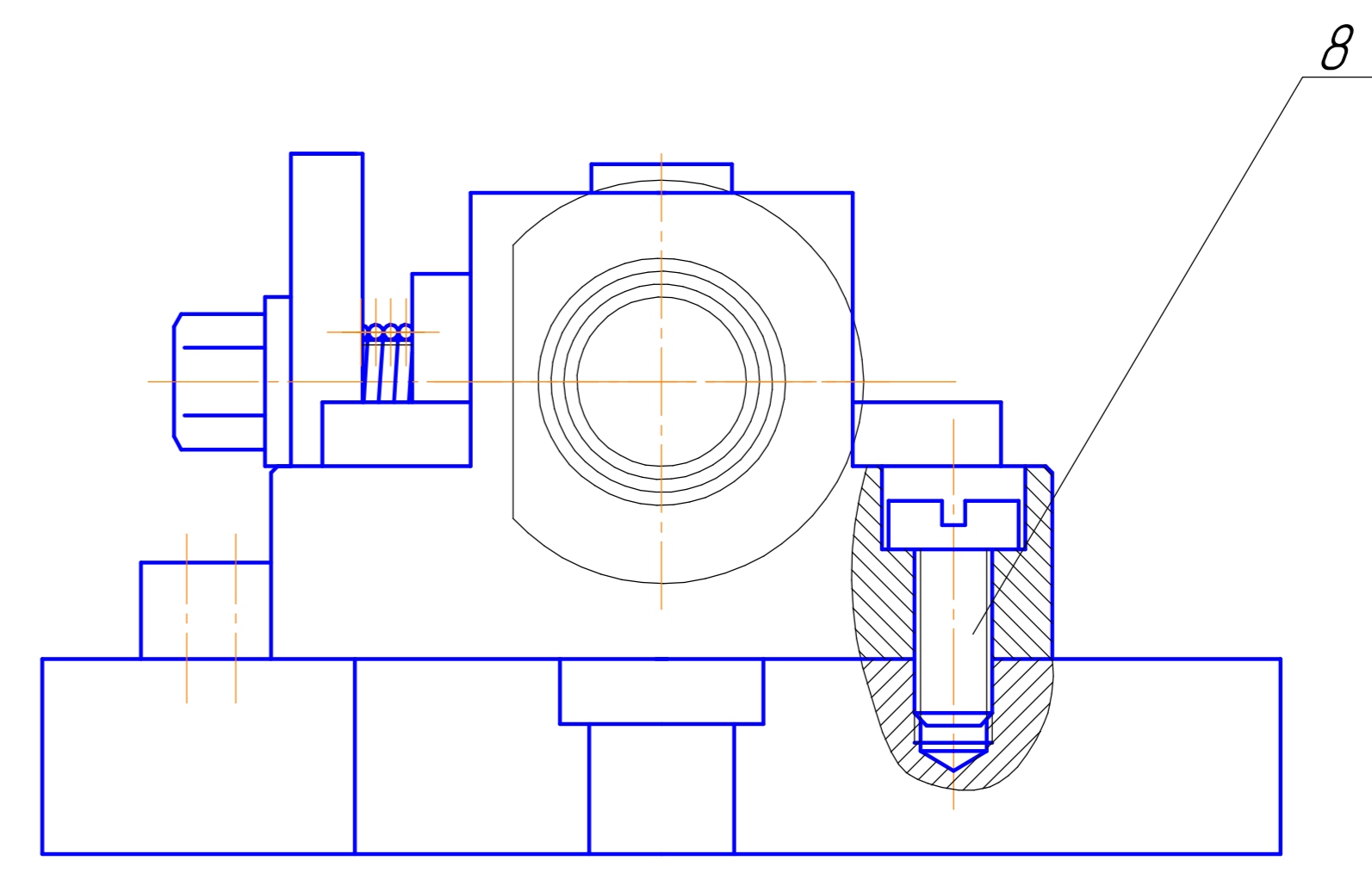
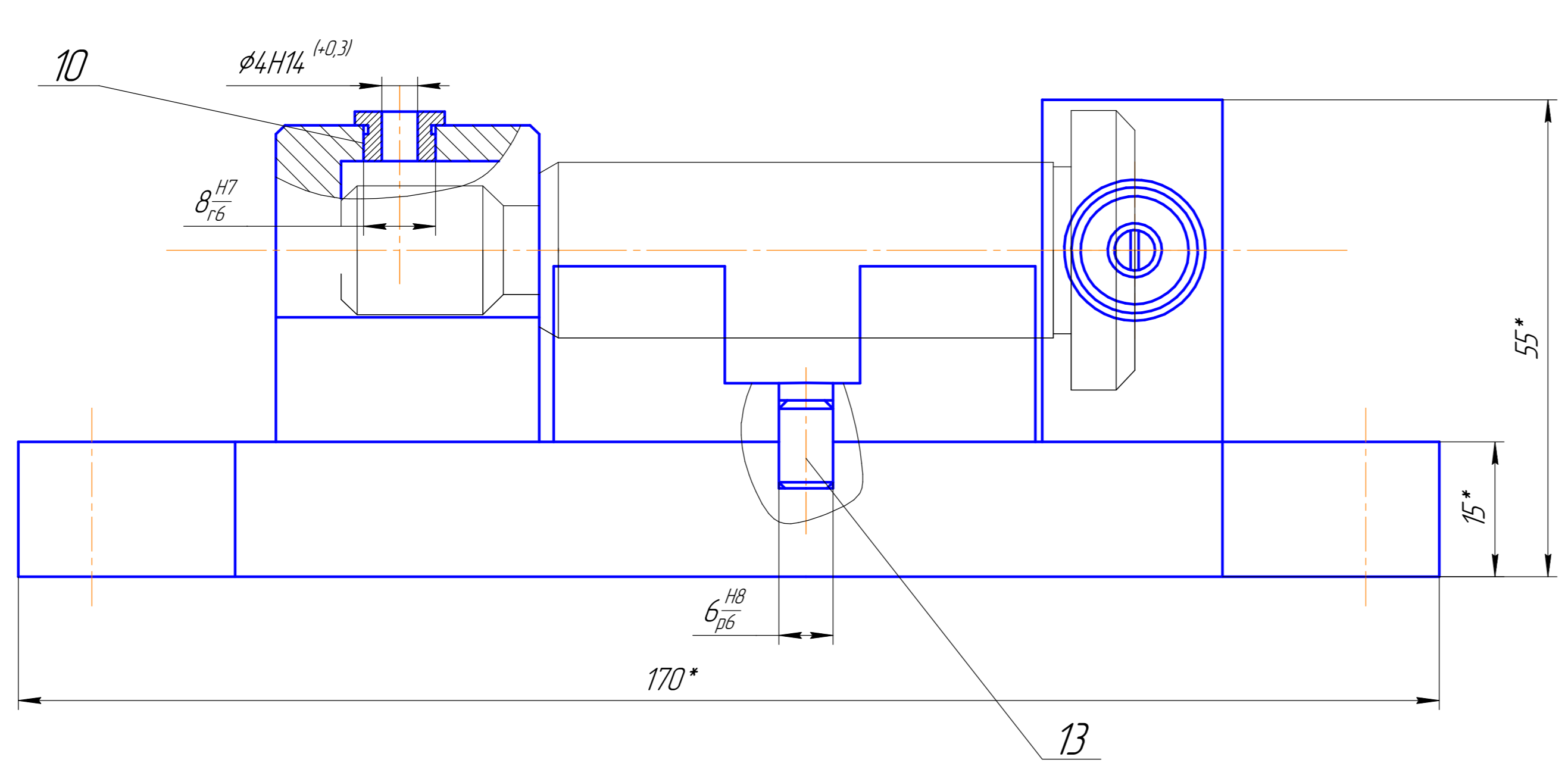


Переходи механічної обробки	№ інструменту	Режими різання				T <sub>р</sub> , хв
		t, мм	S, мм/хв	V, м/хв	n, хв <sup>-1</sup>	
1 Точити торець пов. 11	1	2,0	500	109,9	1000	0,06
2 Центрувати торець пов. 11	2	15	70	7,536	315	0,1
3 Точити пов. 4	3	1,5	200	100,5	1000	0,49
Точити пов. 7	3	4,25	150	76,54	750	0,58
Точити пов. 10	3	2,35	200	59,03	1000	0,12
4 Точити пов. 7; 10	4	1,5	130	64,37	1000	0,7
5 Точити фаски 3; 8	5	4	200	59,03	1000	0,02
6 Нарізати різьду	6	0,2	200	37,68	750	0,14
7 Точити канавку 6	7	2,5	430	90,43	900	0,06

БР.ПМ-50.02.00.000СХ

Карта налагодження				Лист	Масштаб	Масштаб
Взм. Лист	№ док.м.	Подп.	Дата	Н	-	-
Разроб.	Ленчурин			Лист	Листов	1
Проб.	Шуляк			ІФНТЧНГ		
Т.контр.				ПМ-17-1		
Н.контр.				Формат А1		
Утв.				Копіював		

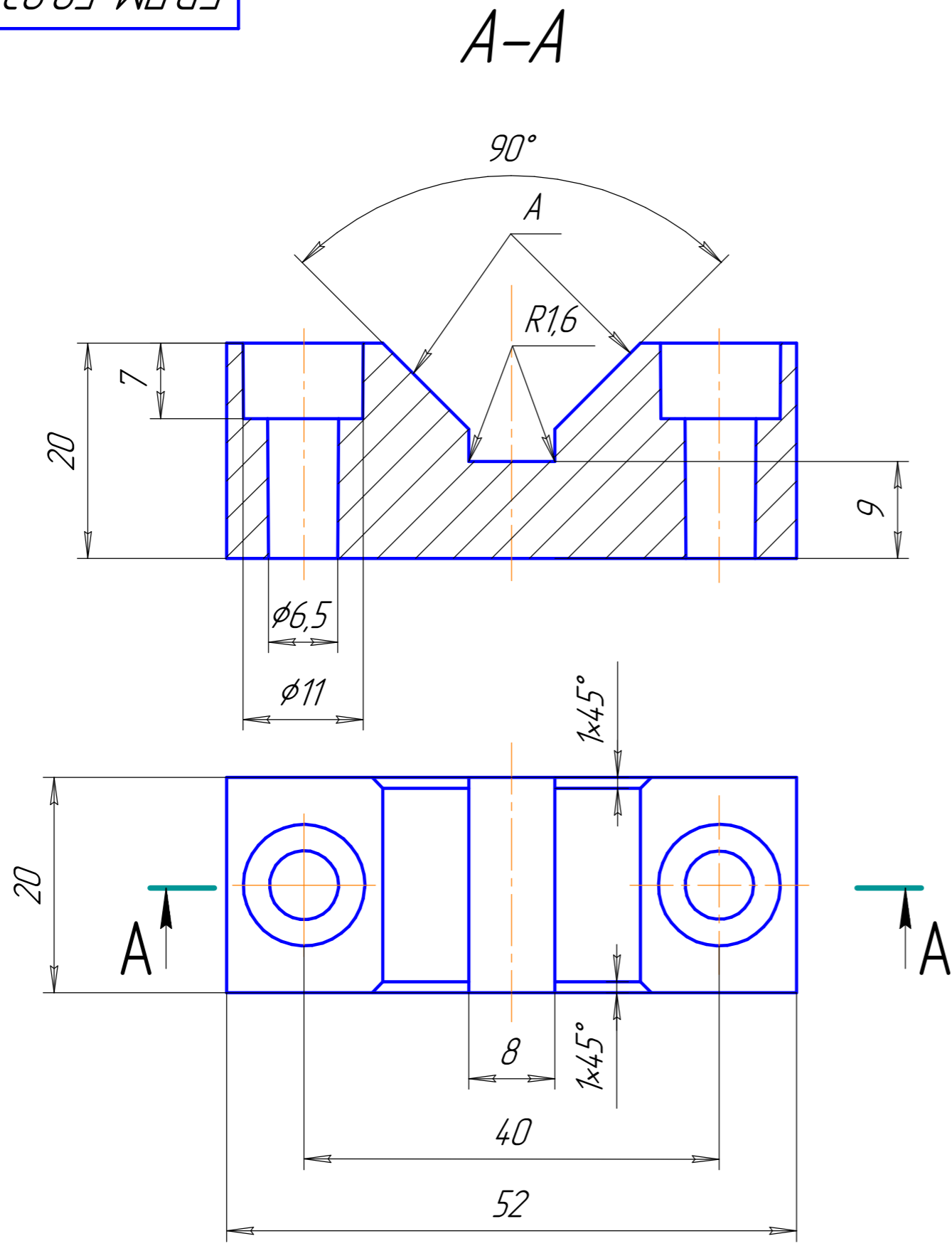
Лист № докум. Підп. Дата  
Лист № докум. Підп. Дата  
Лист № докум. Підп. Дата  
Лист № докум. Підп. Дата



1. Сила затиску  $F_z = 298,6H$   
 2. \*Размір для довідок

БР.ПМ-50.03.00.000 СК				Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Н	- 2:1
Разраб.	Ленгун				Лист	Листов 1
Проб.	Шуляр				ІФНТУНГ	
Т.контр.					ПМ-17-1	
Н.контр.					Формат А1	
Утв.					Копірован	

Лист № 1  
 Вид № 001  
 Дата 10.01.2010  
 Проект № 001  
 Стор. № 1  
 Пер. примен.

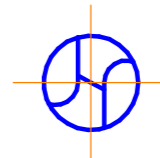
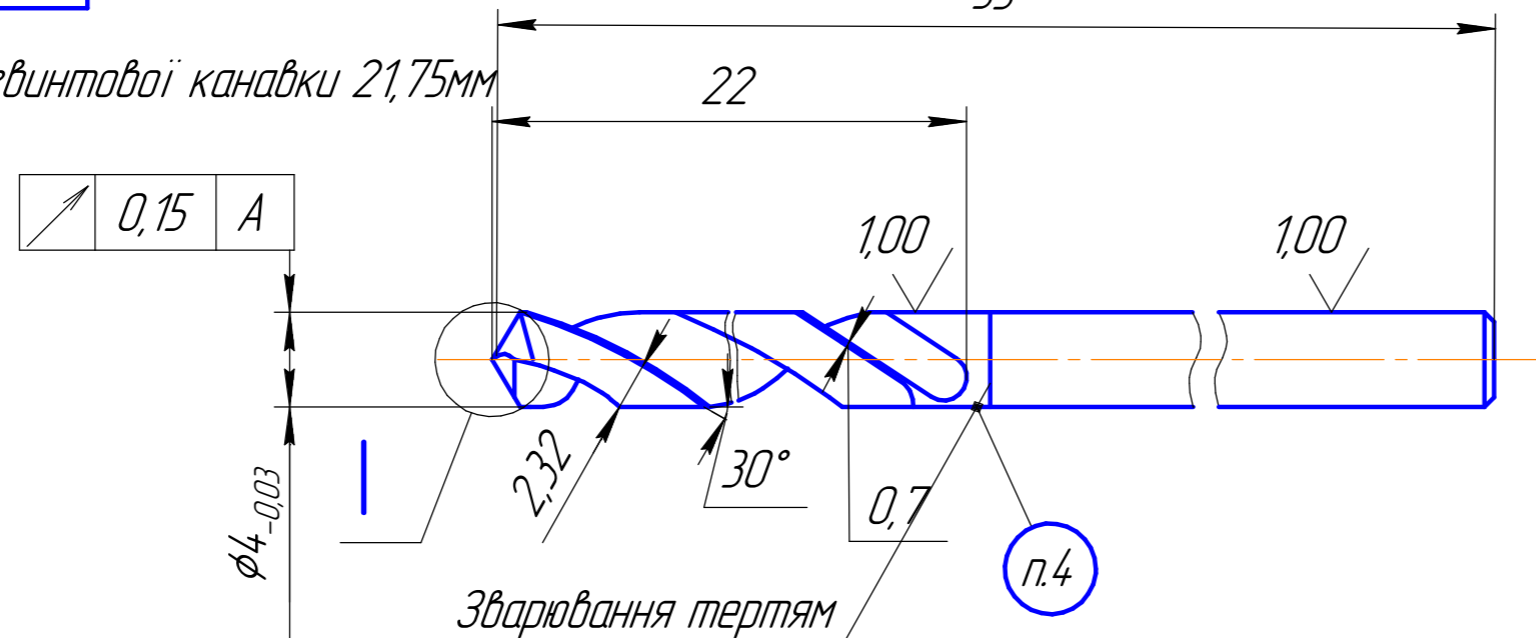


1. Поверхню А цементувати  $h \geq 0,05$  мм, 59..65 HRC<sub>3</sub>
2. h14; H14;  $\pm IT14/2$
3. Гострі кромки притупити

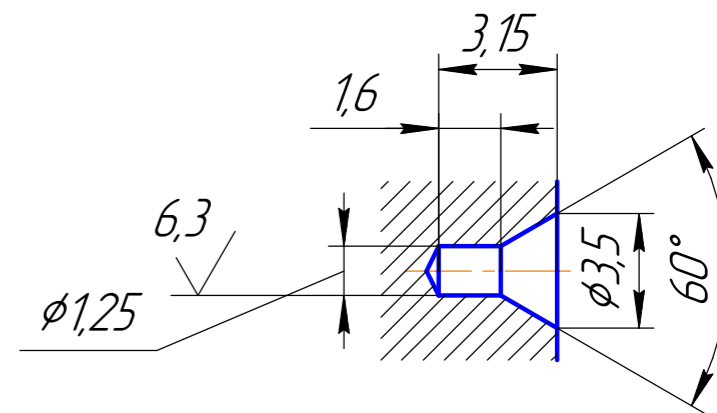
Перв. примен.	Справ. №	Подп. и дата	Инд. № дробл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инд. № подл.

				БР.ПМ-50.03.00.002					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>Призма</b>	Лит.	Масса	Масштаб	
Разраб.	Пенгрин					Н		1:1	
Пров.	Щуляр					Лист	1	Листов	1
Т.контр.									
Н.контр.					Сталь 45 ГОСТ 1050-88		ІФНТУНГ ПМ-17-1		
Утв.					Копировал		Формат А3		

Крок гвинтової канавки 21,75мм

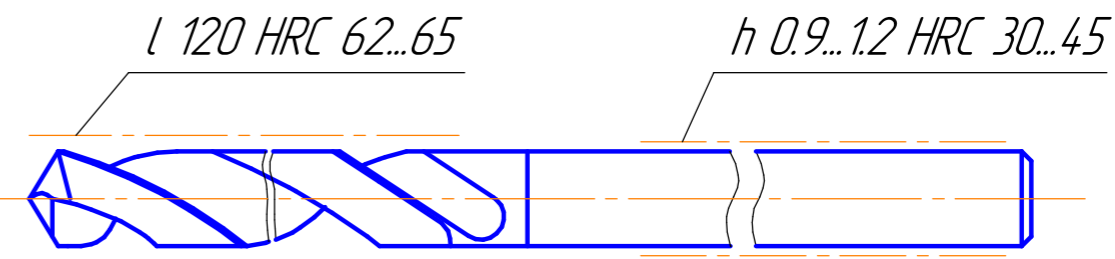
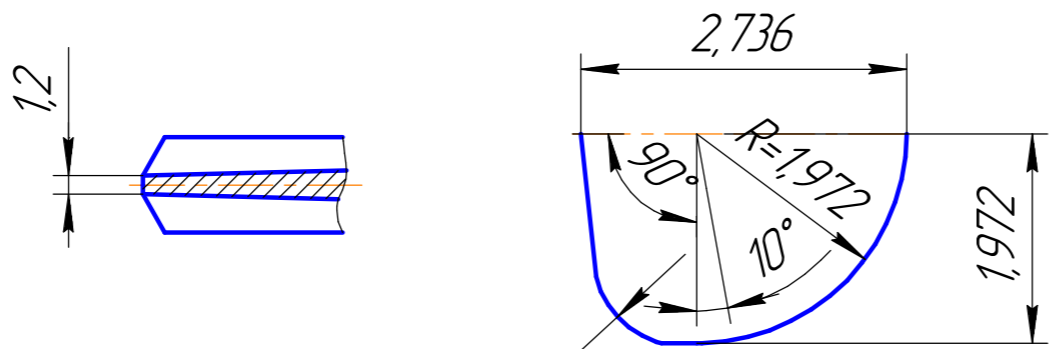


Центровий отвір (М5:1)

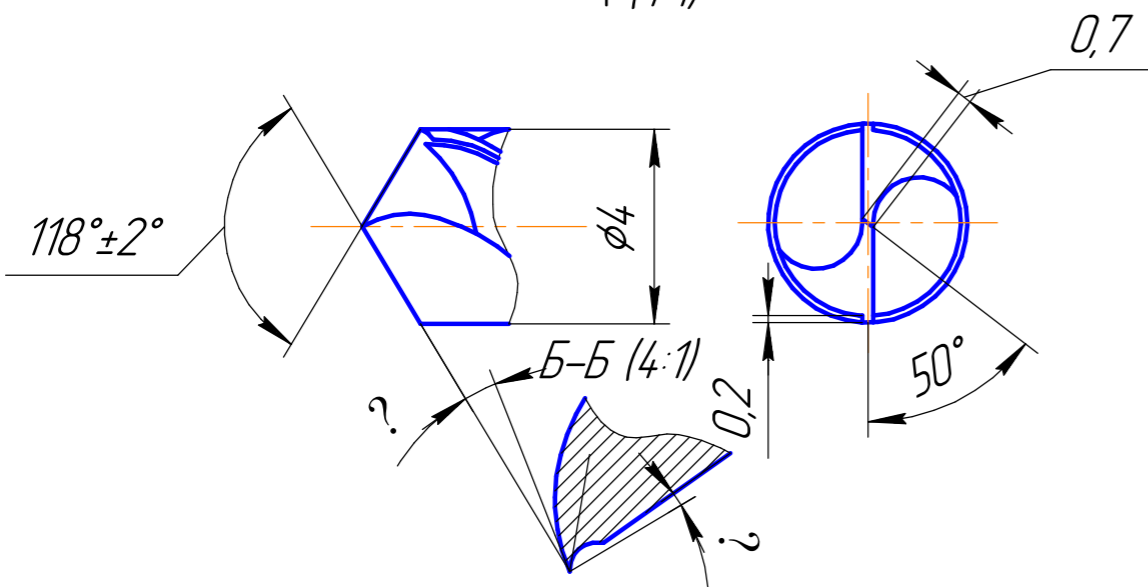


0,3 A

Профіль фрези (М10:1)



1. Матеріал ріжучої частини швидкорізальна сталь Р18
2. Матеріал хвостовика 40Х ГОС 1050-88
3. Допускається зварка тертям
4. Маркувати: діаметр свердла, марку сталі ріжучої частини і товарний знак заводу виробника.



				<b>БР.ПМ-50.04.02.000</b>				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Свердло спіральне Ø4 мм з циліндричним хвостовиком	Лит. Н	Масса 0,15	Масштаб 5:1
Разраб.	Пенгрин					Лист	Листов	1
Пров.	Щуляр					ІФНТУНГ ПМ-17-1		
Т.контр.								
Н.контр.								
Утв.								

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инд. № дщл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.

БР.ПМ-50.04.01.000

Перв. примен.

Справ. №

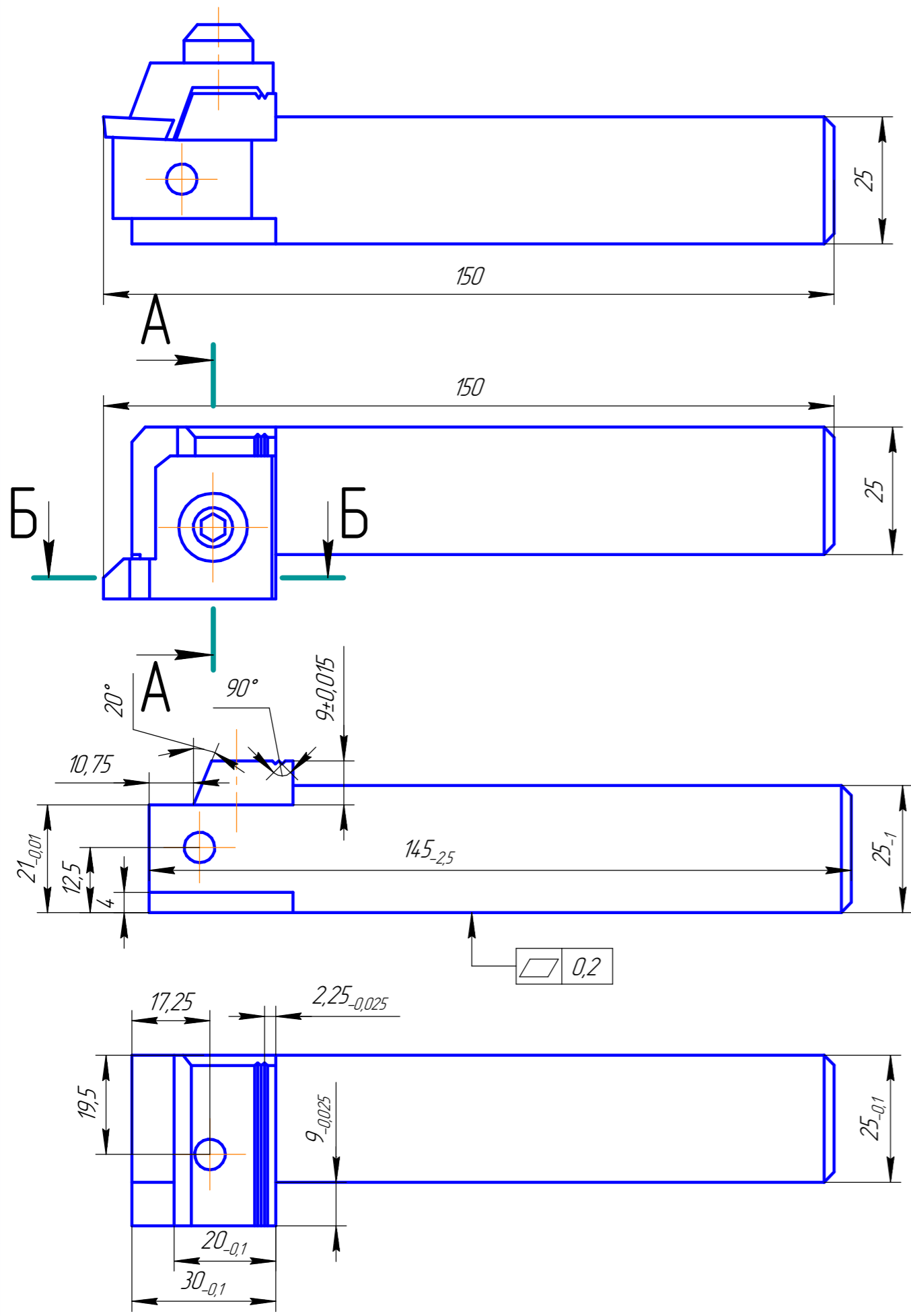
Подп. и дата

Инд. № дробл.

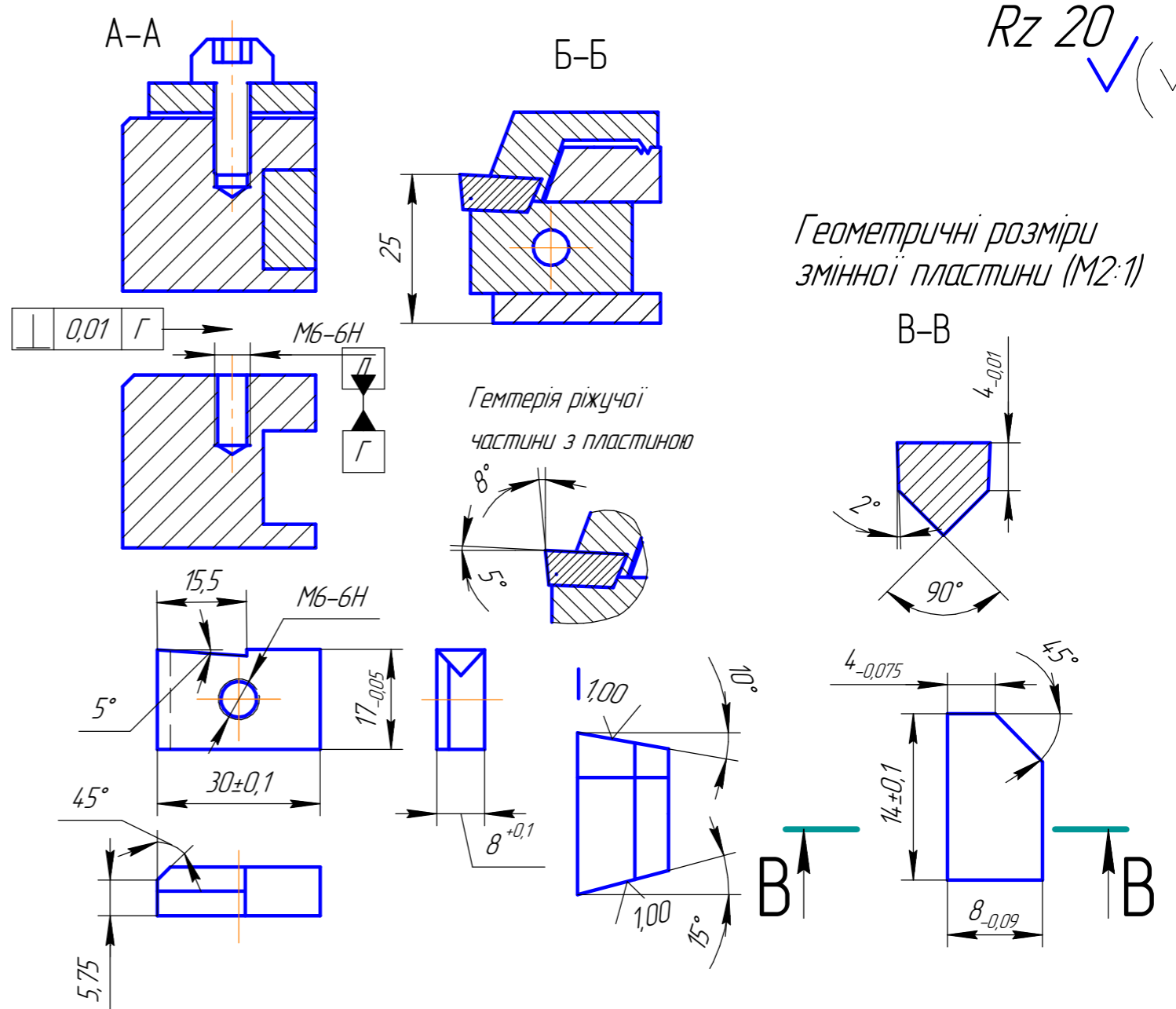
Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.



Rz 20 ✓(✓)

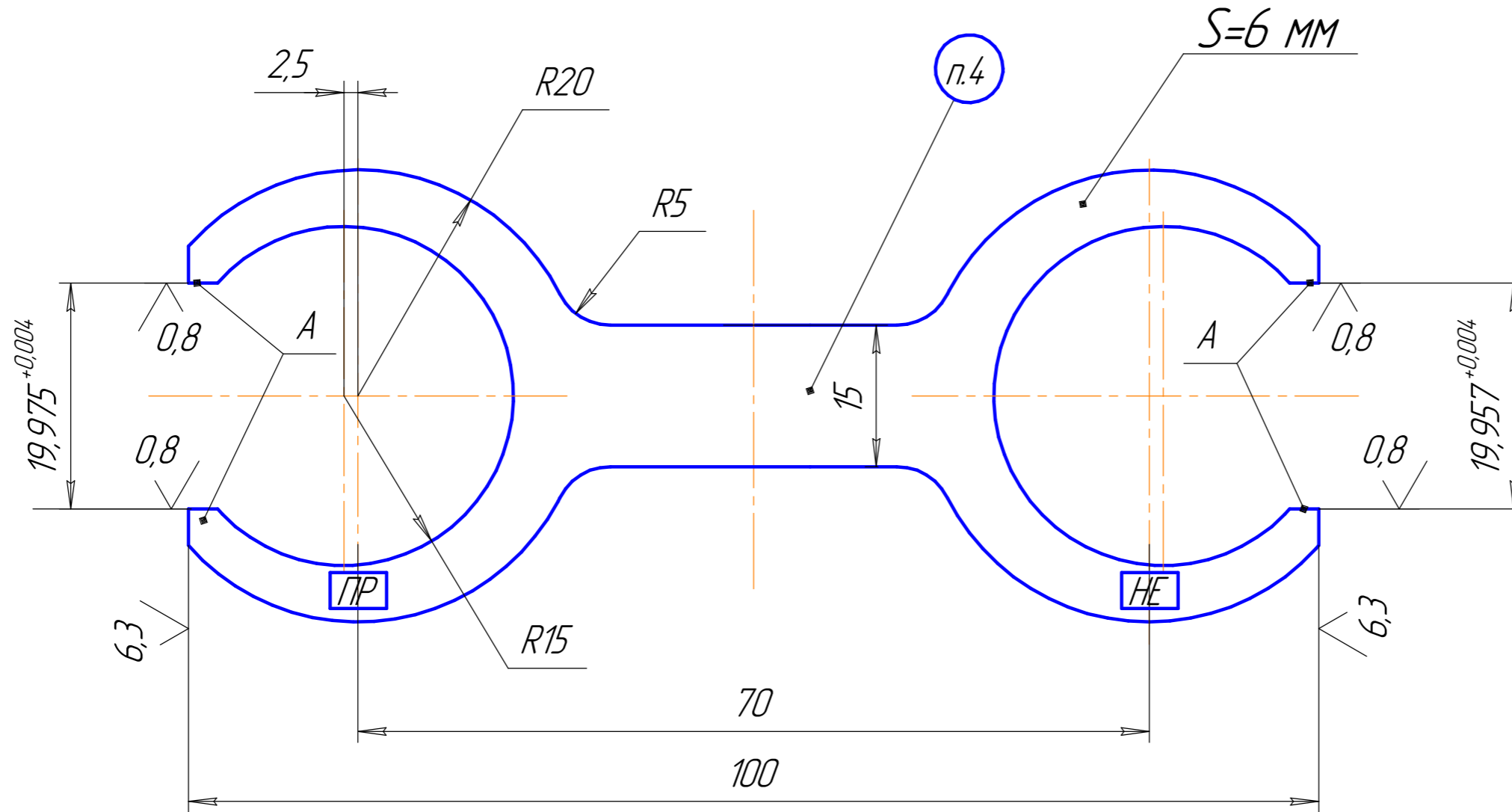


1. Матеріал державки Сталь 45 ГОСТ 1050-88.
2. Пластика твердого сплаву Т5К10 спеціальної форми.
3. Матеріал підкладної пластини Сталь 45 ГОСТ 1050-88.
4. Твердість державки після термообробки HRCe 30...32.
5. Твердість підкладної пластини HRCe 20...25.
6. Маркувати: позначення, форму пластинки і марку твердого сплаву, робочу висоту H і товарний знак заводу-виробника.

				БР.ПМ-50.04.01.000				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Різець канавковий	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Пенгрин					Н	0,7	1:1
Пров.	Щуляр					Лист	Листов	1
Т.контр.					ІФНТУНГ ПМ-17-1			
Н.контр.								
Утв.								

Копировал

Формат А3



1. Поверхню А цементувати  $h \geq 0,05$  мм, 59...65 HRC<sub>3</sub>
2. +t2; -t2;  $\pm t2/2$
3. Гострі кромки притупити
4. Маркувати:  $\phi 20f7(-0,020, -0,041)$ .

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

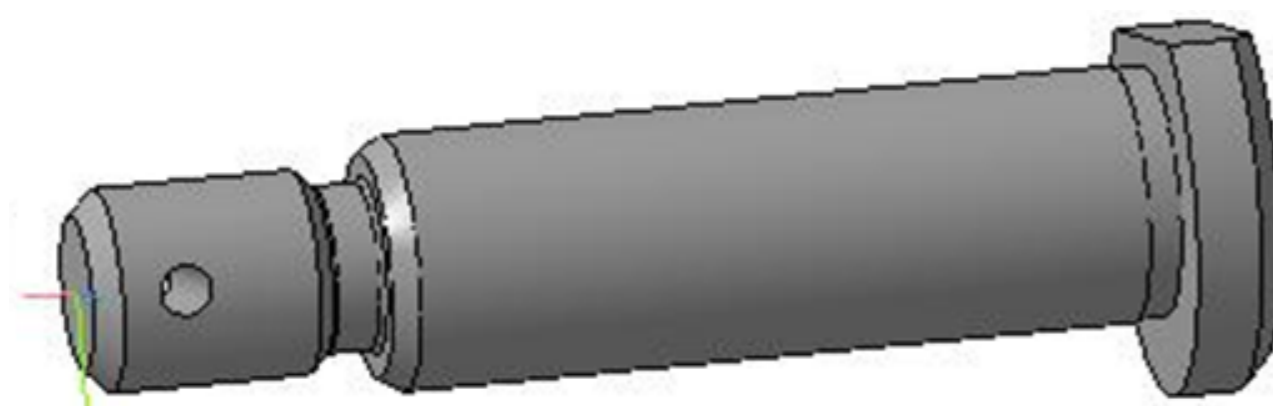
Инд. № дцкл.

Взам. инв. №

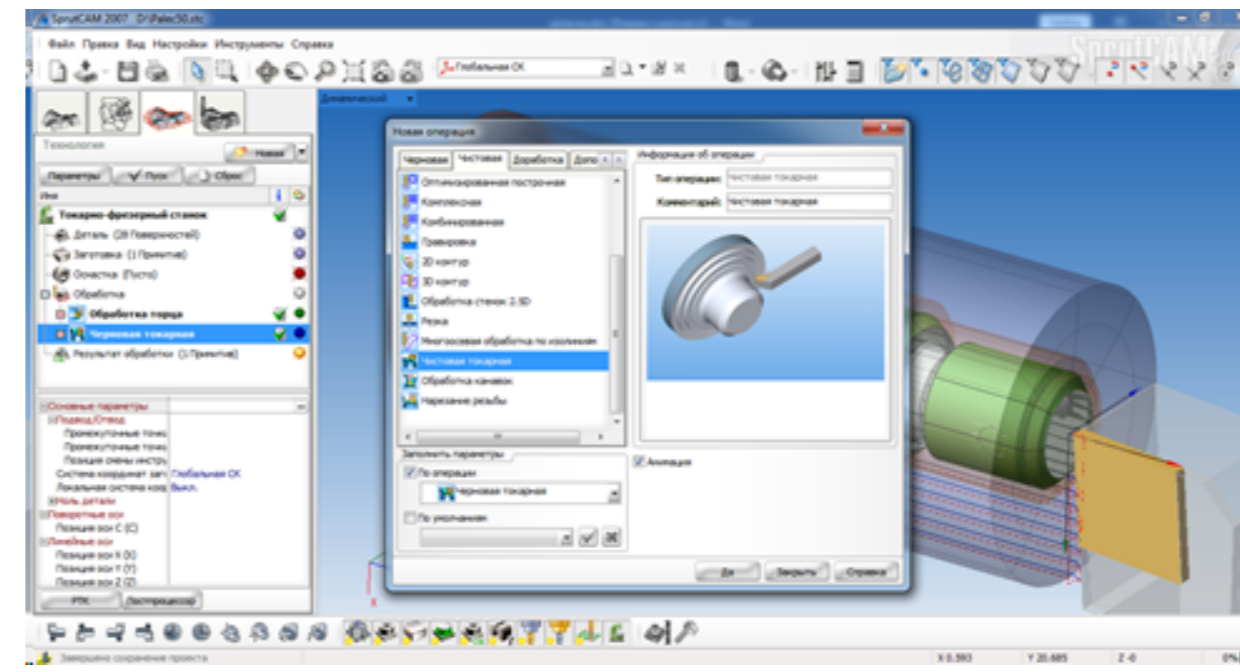
Подп. и дата

Инд. № подл.

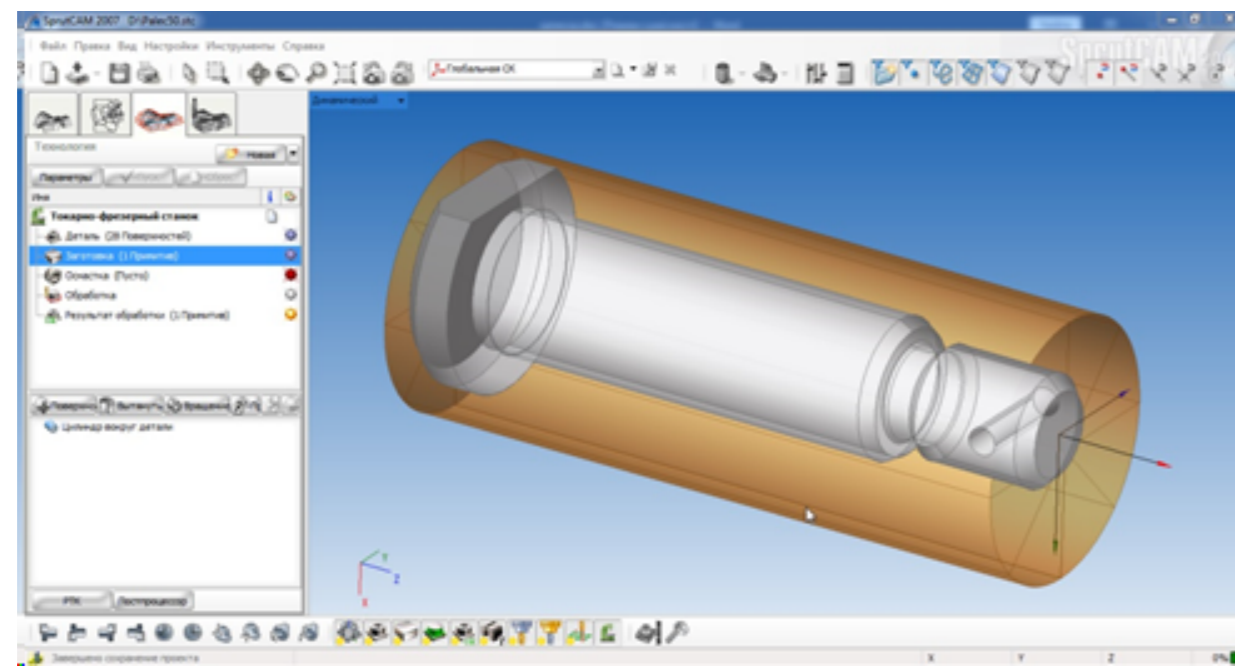
					БР.ПМ-50.04.03.000			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Калибр скода ГОСТ 24853-81	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Пенгрин					Н		1:2
Пров.	Щуляр					Лист 1	Листов 1	
Т.контр.					Сталь 20 ГОСТ 1050-88	ИФНТУНГ ПМ-17-1		
Н.контр.						Формат А3		
Утв.						Копировал		



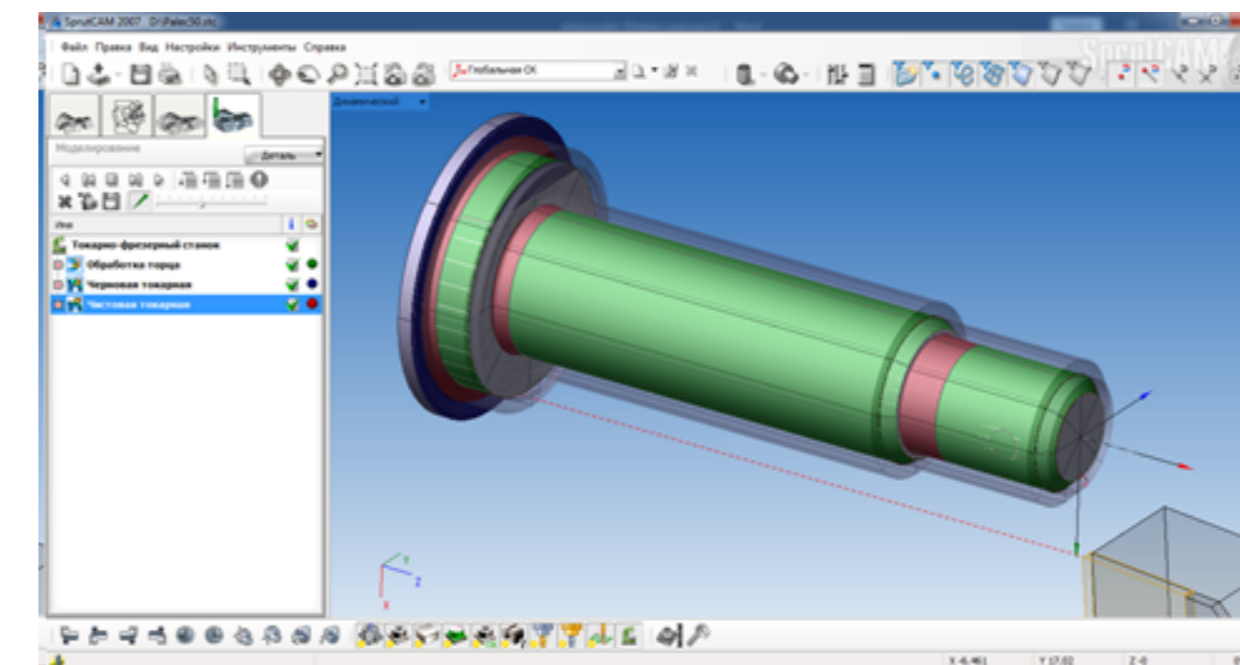
3D-модель деталі



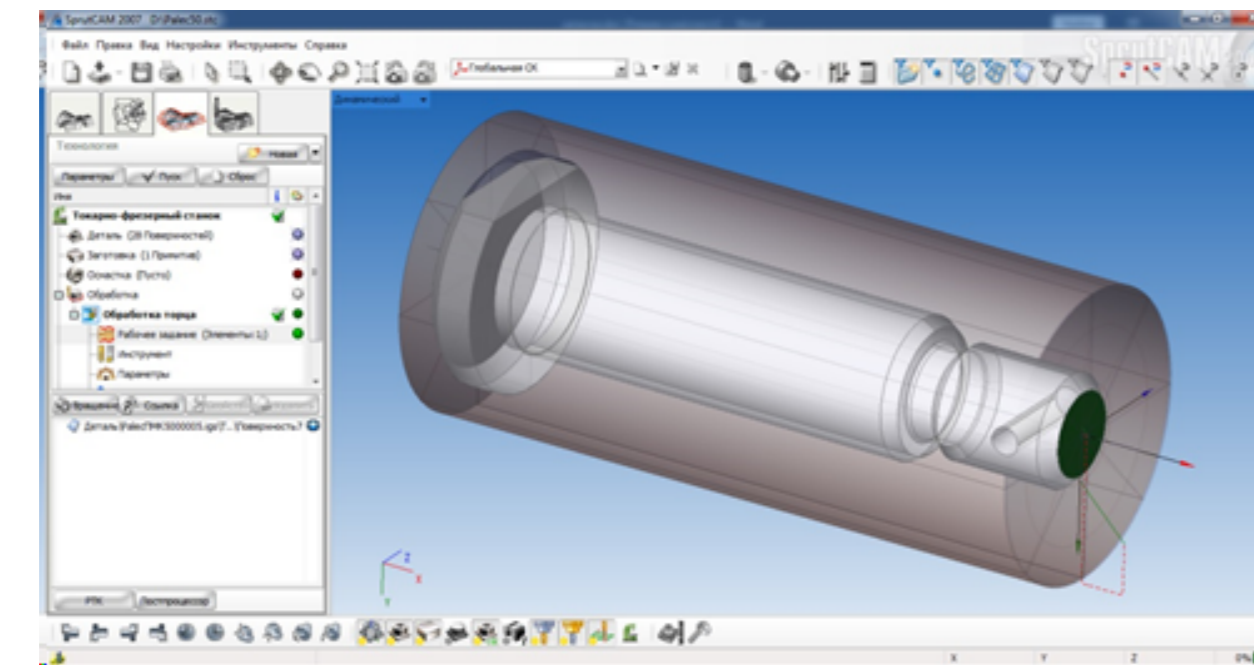
Призначення операції чистового точіння



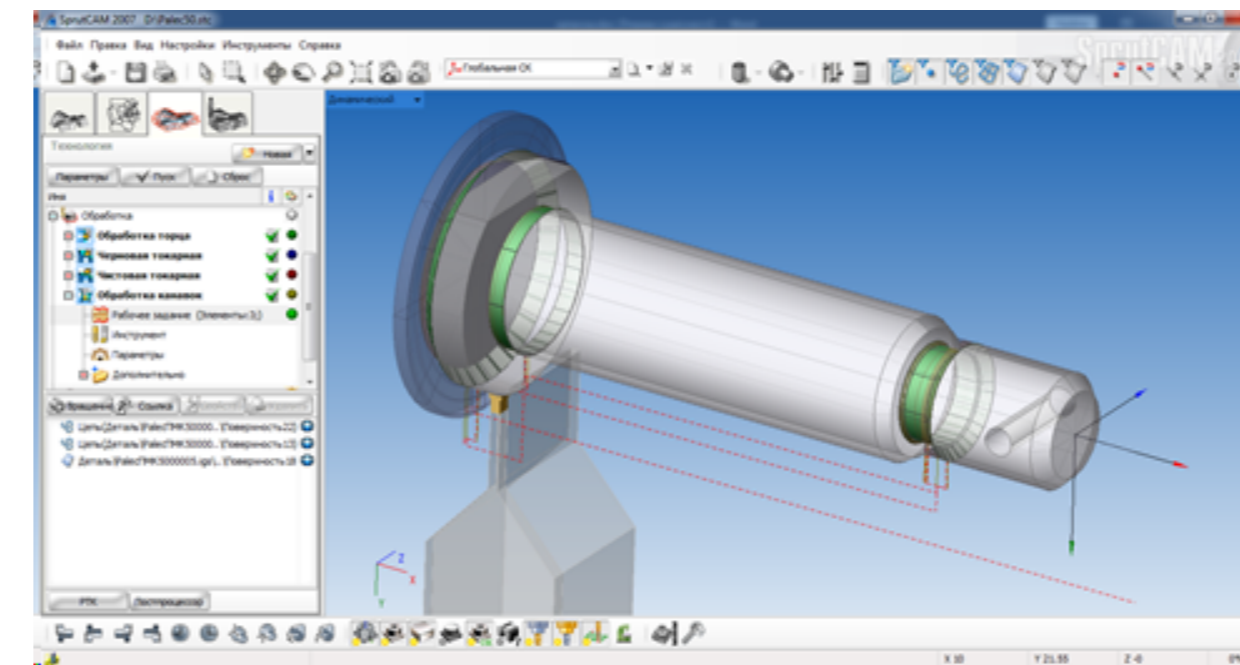
Деталь та заготовка в системі СПРУТ-САМ



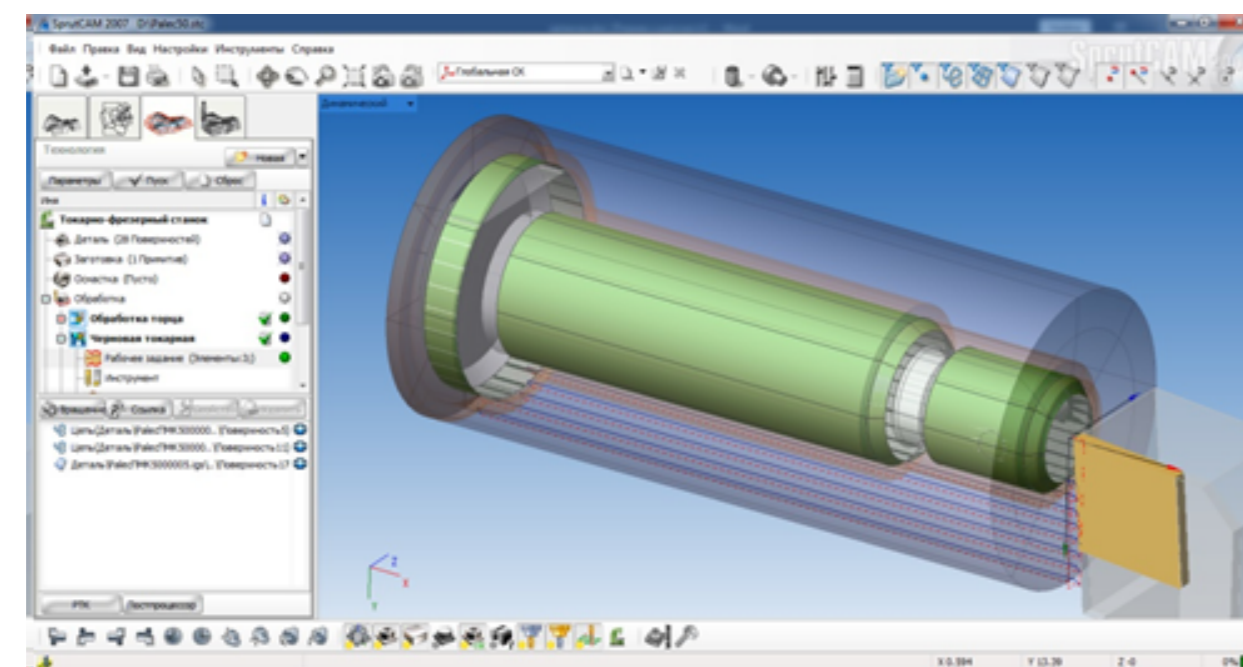
Моделювання операції чистового точіння



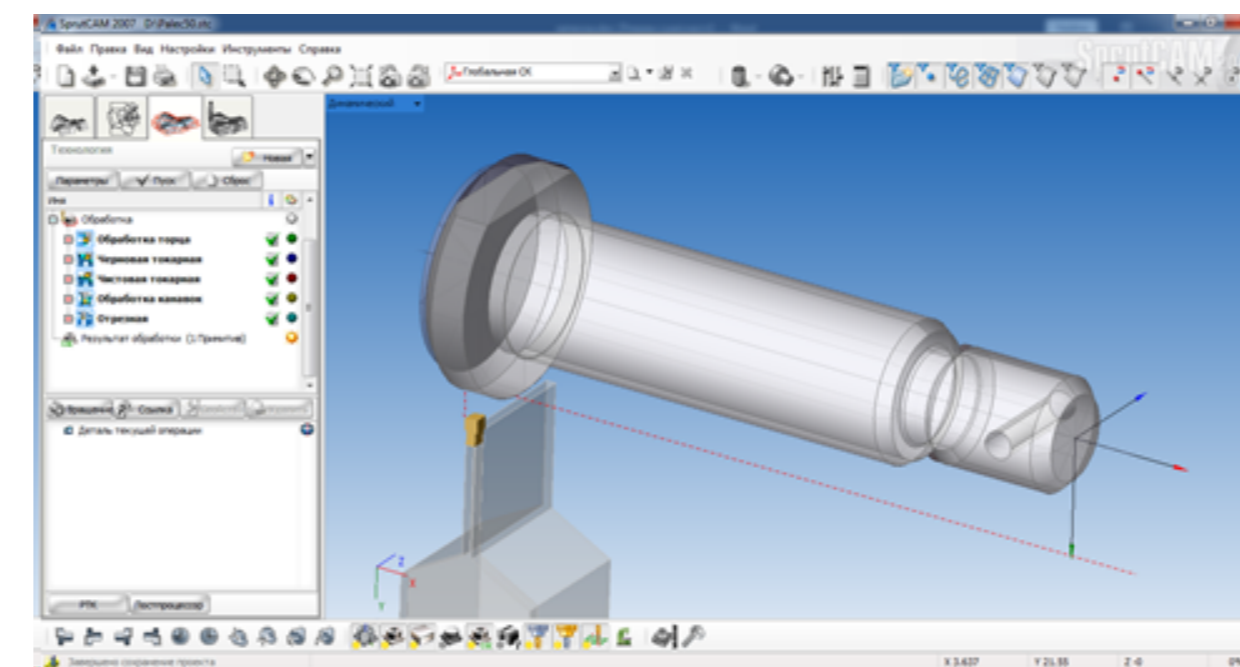
Проектування операції обробки торця



Проектування операції обробки канавок



Проектування операції чорнового точіння



Проектування відрізної операції

Керуюча програма обробки деталі на верстаті з ЧПК

- %
- N001G27M004
- N002G58F70000
- N003G27M004
- N004G01Z+02135S600
- N005Z+01391
- N006F0M008
- N007Z+00684
- N008Z-00099
- N009Z-00028
- N010F70000
- N011Z+02070
- N012F0
- N013Z+02000
- N014Z+02070
- N015F70000
- N016Z+01870
- N017Z+01800F0
- N018Z+01870
- N019F70000
- N020Z+01670
- N021Z+01600F0
- N022Z+01670
- N023F70000
- N024Z+01470
- N025Z+01400F0
- N026Z+01470
- N027F70000
- N028Z+01270
- N029Z+01200F0
- N030Z+01270
- N031F70000
- N032Z+01070
- N033Z+01000F0
- N034Z+01070
- N035F70000
- N036Z+00870
- N037Z+00800F0
- N038Z+00870
- N039F70000
- N040Z+00670
- N041Z+00600F0
- N042Z+00670
- N043F70000
- N044Z+00599
- N045F0
- N046Z+00528
- N047Z+00599
- N048Z+00794
- N049G03Z+00800K+00014
- N050G01Z+00865
- N051G03Z+00882
- N052G01Z+00997
- N053G03Z+01000K+00017
- N123M002
- N054G01Z+01580
- N055G03Z+01600
- N056G01Z+01671
- N057F70000
- N058Z+01400
- N059Z+01300
- N060Z+00800F0
- N061Z+00650
- N062Z+00800
- N063Z+01300F70000
- N064Z+00800F0
- N065Z+00794
- N066Z+00809
- N067Z+01300F70000
- N068Z+00800F0
- N069Z+00650
- N070Z+00664
- N071Z+01300F70000
- N072Z+00800F0
- N073Z+00679
- N074Z+00693
- N075Z+01300F70000
- N076Z+00800F0
- N077Z+00679
- N078G03Z+00650K-00001
- N079G01Z+01400F70000
- N080Z+01600
- N081Z+01500
- N082Z+01000F0
- N083Z+00975
- N084Z+01000
- N085Z+01500F70000
- N086Z+01000F0
- N087Z+00975
- N088Z+00989
- N089Z+01501F70000
- N090Z+01001F0
- N091Z+00975
- N092Z+01501F70000
- N093Z+01001F0
- N094Z+00975
- N095Z+01601F70000
- N096Z+02655
- N097Z+02555
- N098Z+02055F0
- N099Z+01435
- N100Z+02055
- N101Z+02555F70000
- N102Z+02055F0
- N103Z+01594
- N104Z+01608
- N105Z+02555F70000
- N106Z+02055F0
- N107Z+01394
- N108Z+02055
- N109Z+02655F70000
- N110Z+02095
- N111Z+01595F0
- N112Z+01394
- N113Z+02195F70000
- N114Z+01494
- N115F1
- N116Z+01394
- N117Z-00020F0
- N118Z+01494F1
- N119F70000
- N120Z+01700
- N121S000G25X+9999999
- N122G25Z+9999999

				БР.ПМ-50.05.00.000 СХ		
Взм. Лист	№ док.м.	Підп.	Дата	Схеми до керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК		
Разроб.	Лензгин					
Проб.	Шляяр					
Т.контр.						
Н.контр.				Лист	Листов	1
Утв.				ІФНТЧНГ ПМ-17-1		
				Копіюван		
				Формат А1		

Лист № 1  
Лист № 2  
Лист № 3  
Лист № 4  
Лист № 5  
Лист № 6  
Лист № 7  
Лист № 8  
Лист № 9  
Лист № 10  
Лист № 11  
Лист № 12  
Лист № 13  
Лист № 14  
Лист № 15  
Лист № 16  
Лист № 17  
Лист № 18  
Лист № 19  
Лист № 20  
Лист № 21  
Лист № 22  
Лист № 23  
Лист № 24  
Лист № 25  
Лист № 26  
Лист № 27  
Лист № 28  
Лист № 29  
Лист № 30  
Лист № 31  
Лист № 32  
Лист № 33  
Лист № 34  
Лист № 35  
Лист № 36  
Лист № 37  
Лист № 38  
Лист № 39  
Лист № 40  
Лист № 41  
Лист № 42  
Лист № 43  
Лист № 44  
Лист № 45  
Лист № 46  
Лист № 47  
Лист № 48  
Лист № 49  
Лист № 50