

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

Інститут інженерної механіки  
Кафедра комп'ютеризованого машинобудування  
Бохінський Андрій Тарасович

\_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові)

**УДК 621.91**  
(індекс)

**БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА**

\_\_\_\_\_  
Технологія виготовлення деталі “Палець 25 06 18”  
(назва роботи)

Прикладна механіка  
(назва освітньої програми)

131- Прикладна механіка  
(шифр і назва спеціальності)

\_\_\_\_\_  
А.Т. Бохінський  
(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Карпик Р.Т. к.т.н. доцент каф.КМВ  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

**Допущено до захисту**  
Завідувач кафедри

професор \_\_\_\_\_ Панчук В.Г.  
(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Рецензент

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

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

**м.Івано-Франківськ-2021 рік**

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

(повне найменування закладу вищої освіти)

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

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри**

**проф. Панчук В.Г.** \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

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

Бохінському Андрію Тарасовичу \_\_\_\_\_

(прізвище, ім'я, по батькові)

**1. Тема роботи:** Технологія виготовлення деталі "Палець 25 06 18" \_\_\_\_\_

керівник роботи Карпик Р.Т. к.т.н. доцент каф.КМВ \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від "10"березня 2021року №92/7 \_\_\_\_\_

**2.** Строк подання студентом роботи 15 червня 2021 р. \_\_\_\_\_

**3.** Вихідні дані до роботи креслення деталі-"Палець 25 06 18",тех.процес виготовлення деталі, тип виробництва-середньосерійний \_\_\_\_\_

**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) \_\_\_\_\_

1Креслення деталі і заготовки-1арк.фор.А1 \_\_\_\_\_

2Карта технологічних налагоджень-1арк. фор.А1 \_\_\_\_\_

3.Складальне креслення пристроїв 2арк.фор.А1іА2 \_\_\_\_\_

4.Керуюча програма для верстату з ЧПК та моделювання операції-1арк. фор.А1 \_\_\_\_\_

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
	Карпик Р.Т. к.т.н. доцент каф.КМВ		
	Карпик Р.Т. к.т.н. доцент каф.КМВ		
	Карпик Р.Т. к.т.н. доцент каф.КМВ		
	Карпик Р.Т. к.т.н. доцент каф.КМВ		

7. Дата видачі завдання 10.03.2021р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Конструкторсько-технологічний аналіз	20.03.2021	
2	Проектування технології виготовлення деталі _	01.04.2021	
3	. Проектування технологічної оснастки	21.04.2021	
4	Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК	19.05.2021	
5	Оформлення графічного матеріалу	30.05.2021	
6	Оформлення технічної документації	15.06.2021	

Студент \_\_\_\_\_ А.Т. Бохінський  
 ( підпис ) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Карпик Р.Т.  
 ( підпис ) (прізвище та ініціали)

## Анотація

Тема бакалаврської дипломної роботи: Технологія виготовлення деталі “Палець 25 06 18”

Мета бакалаврської дипломної роботи - полягає в тому щоб для певної деталі Палець 25 06 18 , потрібно практично на основі типового технологічного процесу , розробити свій технологічний процес. При цьому користуватись нормативною технічною літературою.

Вміло розв’язувати в комплексі конструкторсько-технологічні задачі. Провести аналіз даної деталі, її матеріалу, обґрунтування методу отримання заготовки і послідовність механічної обробки, характеристика металообробного обладнання.

Вибір ріжучих, вимірювальних і допоміжних інструментів, верстатних пристосувань, а так само розрахунок операційних припусків та режимів різання все це обґрунтовано в даній бакалаврській дипломній роботі.

Досягнення поставленої мети здійснюється за рахунок більш економічної заготовки, високопродуктивних верстатів з ЧПК та зменшення кількості операцій; Застосовано модернізовані засоби технологічного оснащення та різальних інструментів для забезпечення прогресивних режимів різання.

**Ключові слова:** технологічність конструкції, технологічний процес, вал, технологічне оснащення, режими різання, заготовки, верстатні пристосування, механічна обробка, припуски.

## Summary

Theme of the bachelor's thesis: Technology of making the part "Finger 25 06 18"

The purpose of the bachelor's thesis - is that for a certain detail Finger 25 06 18, you need almost on the basis of a typical technological process, to develop their own technological process. At the same time use the normative technical literature.

Able to solve design and technological problems in a complex. To analyze this part, its material, substantiation of the method of obtaining the workpiece and the sequence of machining, the characteristics of metalworking equipment.

The choice of cutting, measuring and auxiliary tools, machine tools, as well as the calculation of operating allowances and cutting modes are all justified in this bachelor's thesis.

Achieving this goal is due to more economical procurement, high-performance CNC machines and reducing the number of operations; Modernized means of technological equipment and cutting tools have been applied to ensure advanced cutting modes.

**Key words:** manufacturability of construction, technological process, shaft, technological equipment, cutting modes, blanks, machine tools, machining, allowances.

## Зміст

Вступ

1 Конструкторсько-технологічний аналіз

1.1 Аналіз призначення і конструкція деталі

1.2 Аналіз технологічності деталі

1.3 Визначення організаційних умов виробництва.

1.3.1 Організаційні умови.

1.4 Аналіз типового технологічного процесу виготовлення деталі.

2 Проектування технології виготовлення деталі

2.1 Вибір заготовки

2.1.1 Спосіб виготовлення заготовки

2.1.2 Визначення припусків і розмірів заготовки.

Визначаємо вихідний індекс поковки.

2.2 Вибір маршруту і операцій обробки деталі

2.3 Вибір засобів технологічного оснащення

2.4 Визначення міжопераційних припусків і розмірів обробки

2.5 Розрахунок режимів різання

2.6 Нормування технологічної операції.

3 Проектування технологічної оснастки

3.1 Пристрій свердлильний

3.1.1 Розрахунок сили затиску і визначення основних параметрів механізму затиску свердлильного пристрою

3.1.2 Розрахунок слабкої ланки механізму і точності пристрою

3.2 Пристрій контрольний

4 Розробка керуючої програми для верстату з ЧПК

Висновок

Список використаних джерел

Додатки

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ						
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Пояснювальна записка						
Розроб.	Бохінський								Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	Карпик Р.Т.									4	
Реценз.									ІФНТУНГ ПМЗ-19-1К		
Н. Контр.	Карпик Р.Т.										
Затверд.	Панчук В.Г.										

## Вступ

Метою бакалаврської дипломної роботи є розробка технологічного процесу виготовлення однієї з деталей фіксатора для кріплення котлів “Палець 25 06 18” в умовах середньосерійного виробництва.

Головним завданням машинобудівного виробництва є виготовлення машин належної якості з мінімальною собівартістю та забезпечення високої продуктивності виробничого процесу.

Скорочення життєвого циклу виробів машинобудування характеризуються зростанням обсягів продукції, що виробляється в умовах багатноменклатурного виробництва, частина якого становить від 80% до 85% загального обсягу продукції машинобудування.

Комплексна автоматизація багато номенклатурного виробництва, для якого характерна часта змінність виробів, сприяла розвитку гнучкого автоматизованого виробництва.

Технічні засоби автоматизації автоматизованого виробництва, які мають властивості автоматично виконувати свої функції та швидко переналагоджуватися при зміні об'єкта виробництва, утворюючи гнучкі виробничі системи.

Останні характеризуються використанням сучасного обладнання з широкими технологічними властивостями, оснащені системами числового програмного керування, промисловими роботами та засобами автоматизації транспортних, нагромаджуючих та обслуговуючих операціях.

Досягнення поставленої мети здійснюється за рахунок більш економічної заготовки, високопродуктивних верстатів та зменшення кількості операцій; застосування спеціальних пристроїв з механізованим приводом та різальних інструментів для забезпечення прогресивних режимів різання.

Ці заходи дозволяють зменшити енерго- та металомісткість технологічного процесу, високу продуктивність та культуру праці, що забезпечує низьку собівартість виготовлення деталі у порівнянні з типовою.

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Перелік основних позначень і скорочень, символів і одиниць

Скорочення:

с. – сторінка;

р. – рік;

рр. – роки;

мін. – мінімум;

мах. – максимум;

абс. – абсолютне;

відн. – відносне;

т. т. – тобто;

і т. д. – і так далі;

і т. ін. – і таке інше;

див. – дивись;

номін. – номінальне;

гран. відх. - граничне відхилення.

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1 Конструкторсько-технологічний аналіз

## 1.1 Аналіз призначення і конструкція деталі

Деталь “Палець 25 06 18”, виготовляється з вуглецевої сталі звичайної якості сталь Ст. 3 використовується у вузлі «фіксатора». Дана деталь не є основною, а служить для правильної орієнтації та положення деталі «захват», що кріпиться в корпусі фіксатора.

Дана деталь не працює в агресивному середовищі, про що також свідчить відсутність особливих вимог щодо точності, міцності та зносостійкості зовнішніх та внутрішніх поверхонь.

Найбільшим лінійним розміром деталі “Палець 25 06 18” є лінійний розмір між поверхнями **2** та **10** довжина якого становить 261 мм, тобто довжина самої деталі. Найбільшою зовнішньою поверхнею є поверхня **4**(Ø40 мм), що отримується при отриманні заготовки, як вказано на кресленні, ця поверхня не обробляється механічно - із зрізанням верхнього шару металу. Паз **13** служить кріплення планки, яка фіксується віссю, що кріпиться в отворі **3** поверхня **7** служить для затримки мастильної речовини. На поверхні **6** кріпиться втулка, на яку запресовують фіксатор, ця втулка стопориться стопорним кільцем, яке заходить в канавку **8** шириною 3 мм. Зовнішня фаска **9** служить для полегшення монтажу даної деталі з іншими деталями. Фаска **1** зроблена для притуплення гострих країв деталі, фаски **17** та **18** призначені для полегшення монтажу та складання. Поверхня **5** служить опорою для втулки яка кріпиться на поверхні **6**.

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Таблиця 1.1 – Характеристики поверхонь деталі

№ поверхні	Конфігурація та службове призначення поверхонь	Розміри мм	Розмір точності, допуск, мм	Точності форми та розміщення поверхонь, мм	Шорсткість, Ra, мкм
1, 9, 17, 18	Фаска, вільна. Для покращення умов складання.	2×45°	$\pm \frac{IT14}{2}$ (±0,125)	Особливих вимог немає	6,3
2,10	Торець, вільна.	261	$\pm \frac{IT14}{2}$ (±0,405)	Особливих вимог немає	6,3
3	Внутрішня циліндрична поверхня. Робоча. Для кріплення планки за допомогою осі.	Ø10	H14 <sup>(+0,2)</sup>	Особливих вимог немає	6,3
4	Зовнішня, вільна, поверхня отримується при виготовленні заготовки.	Ø10		Особливих вимог немає	
5	Зовнішня, уступ, допоміжна, служить опорою для втулки, утворюється 6 і 4 поверхнями			Особливих вимог немає	
6	Зовнішня. Робоча. Для кріплення втулки.	Ø35	b11 <sub>(-0,43)</sub> <sup>-0,17</sup>	Особливих вимог немає	3,2
7	Внутрішня. Допоміжна Для затримки мастила.	Ø11	H13 <sup>(+0,27)</sup>	Особливих вимог немає	6,3
8	Зовнішня. Допоміжна. Для стопоріння втулки.	Ø28	h14 <sup>(-0,27)</sup>	Особливих вимог немає	6,3
11,12, 13	Внутрішня. Допоміжна. Для кріплення планки.	14	H13 <sup>(+0,24)</sup>	≡ несиметричність паза відносно осі не більше 1 мм	3,2

										Арк.
										9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ					

## Характеристика матеріалу деталі

Перед вибором матеріалу для даної деталі(Палець 25 06 18) приведемо її механічні властивості та хімічний склад.

Таблиця 1.2 - Хімічний склад сталі Ст.3 ГОСТ 535–88

Вміст елементів, %						
C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
0,14...0,22	0,12...0,3	0,4...0,65	0...0,3	0...0,3	0...0,05	0...0,04

Таблиця 1.3. Механічні властивості сталі Ст.3 ГОСТ 977–88.

Межа міцності на розтяг, $\sigma_p$ , МПа	Межа міцності на зріз, $\sigma_{зр}$ , МПа	Твердість НВ, кг/мм <sup>2</sup>	Межа текучості $\sigma_T$ , МПа
420	400	124	230

Дана марка сталі добре обробляється і тиском і литтям з неї виготовляють прокат різного роду в тому числі і стрічки, поковки, листи ковани, заготовки.

Згідно стандарту ISO 513:2012, вибраний матеріал, а саме Сталь Ст.3 за оброблюваність відноситься до групи «Р», тобто сталі крім нержавіючих які кодуються синім кольором. Ця категорія досить легко обробляється і частіше за все не потребує особливих умов різання. Сталь Ст.3 відноситься до сталей загального призначення, її заміниками можуть бути такі сталі: Ст.2, Ст.5, Ст.6. Температура ковки 1300-750° С, коефіцієнт оброблюваності цієї сталі швидкорізальним інструментом - 1,65, твердосплавним – 1,7.

З цієї сталі виготовляють профільний прокат, рами, каркаси, щитки, кожухи для зварних конструкцій.

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

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.2 Аналіз технологічності деталі

Технологічність деталі – це сукупність показників, які визначають витрати на її виготовлення, експлуатацію і ремонт при заданих показниках якості, обсягу виготовлення і умов виконання робіт.

Технологічність виробу визначається матеріалом, точністю розмірів і форми, якості поверхні і можливості забезпечення цих вимог.

В даній бакалаврській роботі розробляється технологічний процес на виготовлення деталі Палець 25 06 18.

Методика обробки кожної поверхні обирається згідно вимог досягнення точності і шорсткості поверхонь. При цьому записуємо повну послідовність видів обробки і заносимо в таблицю 1.4.

Таблиця 1.4 – План механічної обробки поверхонь.

№ Поверхні	Послідовність обробки (методи, вид); інструменти	Точність, шорсткість	Тип верстата, пристрій
1	2		4
1	Точіння однократне	$\pm IT14/2$ Ra 6,3	Токарний Трикулачковий патрон
2;10	Фрезерування однократне	$\pm IT14$ Ra 6,3	Фрезерний лещата
3	Свердління	$\pm IT14/2$ Ra 6,3	Свердлильний Пристрій спеціальний
4	-	-	-
5;6	. Точіння чорнове Точіння чистове	$\pm IT12/2$ Ra 6,3 $\pm IT11/2$ Ra 3,2	Токарний Трикулачковий патрон
7	Свердління	H14/2 Ra 6,3	Свердлильний Пристрій спеціальний
8	Точіння однократне	H14/2 Ra 6,3	Токарний Трикулачковий патрон

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Продовження таблиці 1.4 – План механічної обробки поверхонь.

1	2	3	4
9	Точіння однократне	H14/2 Ra 6,3	Токарний Трикулачковий патрон
11;12;13	Фрезерування однократне	±IT12 Ra 3,2	Фрезерний лещата
14;15;16	Фрезерування однократне	±IT14 Ra 6,3	Фрезерний лещата
17;18	Зенкування	H14/2 Ra 6,3	Свердлильний Пристрій спеціальний

Деталь виготовляється з сталі Ст.3, сталі звичайної якості, яка відповідає її призначенню, конфігурація деталі нескладна, має форму тіла обертання, найбільший діаметр деталі - 40 мм, найбільший лінійний розмір деталі - 261 мм, найбільший внутрішній розмір деталі - Ø11 мм, його довжина становить 28 мм, він є глухим, що ускладнило умови обробки, якби він мав велику довжину свердління, найменший внутрішній діаметр - 10 мм, довжиною 40 мм, є наскрізним, що покращує умови обробки, так як відбувається краще охолодження, а також полегшує виготовлення деталі. На кресленні всі розміри проставлені, правило розмірного ланцюга витримано, шорсткість поверхонь відповідає їх точності, проставлені усі необхідні розміри, на кресленні достатньо виглядів обробки деталі, обробку деталі проводимо стандартним і спеціальним різальним інструментом, для контролю якості деталі використовується стандартні вимірні інструменти, а також контрольний пристрій.

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

## 1.3 Визначення організаційних умов виробництва.

### 1.3.1 Організаційні умови.

Тип виробництва – середньосерійний ;  
режим роботи підприємства – двозмінний;  
число металорізальних операцій –  $n=8$ .  
Згідно із завданням на бакалаврську роботу,  
тип виробництва - середньо серійний.

Для визначення програми випуску деталей скористаємось даними заводського технологічного процесу.

Таблиця 1.5 – Трудомісткість операції обробки деталі

№ операції	Назва операції	$T_0$ , хв.	$\varphi_k$	$T_{(ш-к)}$
№№ переходів	Розрахунок основного часу			$(T_{шт})$ , хв.
005	Фрезерно-відрізна	1,11	1,11	2,26
010	Токарно-гвинторізна	0,45	0,36	2,11
015	Токарно-гвинторізна	0,35	0,7	1,8
020	Токарно-гвинторізна	1,32	2,44	4,343
025	Вертикально-фрезерна	2,8	11,2	13,76
030	Горизонтально-фрезерна	2,84	2,84	4,773
035	Вертикально-свердлильна	0,81	0,84	2,623
040	Вертикально-свердлильна	0,58	0,58	2,346
Разом				<b>34,015</b>

Число операцій  $n=8$ ; сумарний штучний час  $\sum T_{шт} = 34,015$  хв.

Середній штучний час:

$$T_{шт.сер} = \frac{\sum T_{шт}}{n} = \frac{34,015}{8} = 4,25 \text{ хв.}$$

Такт випуску деталей:

$$t_г = k_з \cdot T_{шт.сер},$$

де  $k_з$  – коефіцієнт закріплення операцій для заданого типу виробництва.

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Для середньосерійного виробництва згідно з ГОСТ 14.004-83 приймаємо  $k_3 = 3$

$$t_e = 4,25 \cdot 3 = 12,75 \text{ хв.}$$

Річна програма випуску деталей:

$$N = \frac{F_d \cdot 60}{t_e} = \frac{4015 \cdot 60}{12,75} = 18894,12 \text{ шт.},$$

де  $F_d$  – дійсний річний фонд робочого часу устаткування;

$F_d = 4015$  год. ([11] стор.116.). Приймаємо річну програму деталей  $N = 18890$  шт.

Розрахункова кількість деталей у партії:

$$n_d = \frac{N \cdot a}{F} = \frac{18890 \cdot 6}{251} = 451,6 = 452 \text{ шт.},$$

де  $a$  – періодичність запуску виробів,  $a = 6$  днів ([1] стор.23.).

$F$  – кількість робочих днів у році,  $F = 251$  днів.

Розрахункове число змін на обробку партії деталей:

$$C = \frac{T_{шт.сер} \cdot n_d}{480 \cdot 0,8} = \frac{4,25 \cdot 452}{480 \cdot 0,8} = 5,002 = 5 \text{ змін},$$

де 480 – дійсний фонд часу роботи устаткування за зміну, хв.;

0,8 – нормативний коефіцієнт завантаження верстатів у середньосерійному виробництві.

Прийнята кількість змін  $C_{пр} = 3$  зміни.

Прийнята кількість деталей в партії:

$$n_d = \frac{C_{пр} \cdot 480 \cdot 0,8}{T_{шт.сер}} = \frac{3 \cdot 480 \cdot 0,8}{4,25} = 271 \text{ шт.},$$

Приймаємо  $n_d = 270$  шт.

Уточнюємо програму випуску для кратності її до партії запуску.

$$\text{Число запусків } i = \frac{N}{n_d} = \frac{18890}{270} = 69,96.$$

Приймаємо  $i = 70$ ;

$$N = i \cdot n_d = 70 \cdot 270 = 18900 \text{ шт.}$$

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.4 Аналіз типового технологічного процесу виготовлення деталі.

Технології обробки за типовим тех.процесом приведені в табл. 1.6

Інші можливі варіанти обробки поверхонь, що дозволяють забезпечити задану точність і шорсткість поверхонь та точність їх розміщення - в табл.1. 6..

Маршрут технологічної обробки деталі і зміст операцій (типовий технологічний процес) - в табл.1.6

Типовий тех.процес спроектований під одиничне з елементами дрібносерійного виробництва без застосування спеціальних пристроїв. Заготовки встановлюють на столі верстата і закріплюються при допомозі заводського комплекту технологічних кріпильних деталей, куди крім болтів, гайок та шайб входять опори, упори, притискачі, трикулачкові патрони, лещата.

Таблиця 1.6 – Технології обробки за типовим технологічним процесом.

№ пов.	Назва операції		Тип обладнання, оснастка
	Основні технологічні переходи;	№обр.пов	
005	Фрезерно-відрізна	2,10	Фрезерний Пристрій при верстаті
010	Токарно-гвинторізна Установ А 1 підрізати торець 2 2 центрувати поверхню 2 Установ Б 1 підрізати торець 10 в розмір 261 мм 2 центрувати поверхню 10	1,2,5, 6, 8,9, 10	Токарний Трикулачковий Самоцентрувальний патрон
015	Токарно-гвинторізна 1 точити поверхню 6,5 до діаметра Ø35 b11 (-0,43 <sup>-0,17</sup> ) 2 точити поверхню 9 3 точити поверхню 8 в розмір	6,5  9  8	Токарний Трикулачковий самоцентрувальний патрон, обертовий центр

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ	Арк. 15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 1.6 – Технології обробки за типовим технологічним процесом

1	2	3	4
020	Вертикально-фрезерна 1 розмітити розмір 170 згідно ескізу 2 фрезерувати лиску витримуючи розміри: довжина $170 \pm 0,5$ мм, $30 \pm 0,26$ мм, $155^{+2,0}$ мм, $22_{-0,52}$ мм, кут $30^\circ \pm 5^\circ$	14,15, 16	Фрезерний лещата
025	Горизонтально-фрезерна 1 фрезерувати паз шириною $14^{+0,24}$ мм, глибиною $33^{+0,34}$ мм згідно	11,12, 13	Фрезерний лещата
030	Вертикально-свердлильна 1 свердлити отвір $\varnothing 10^{+0,2}$ мм на прохід, витримуючи розмір $22 \pm 0,26$ мм 2 зенкувати фаски $2 \times 45^\circ$ на $\varnothing 10^{+0,2}$ мм з переустановкою	3 17,18	Свердлильний лещата
035	Вертикально-свердлильна 1 свердлити отвір $\varnothing 11^{+0,24}$ мм на довжину $28 \pm 0,26$ , витримуючи розмір $9 \pm 0,18$ мм	7	Свердлильний лещата

Опис та характеристика операцій за типовим технологічним процесом

005- Фрезерно-відрізна на цій операції відбувається різка прокату на певну довжину, з певними припусками під наступну обробку торців з двох боків, на мою думку цю операцію можна було б поєднати з токарною, поєднавши її у токарно-револьверній операції, або токарній з ЧПК - при виготовлення заготовки з прокату, цим би я зменшив кількість моделей обладнання та скоротив би витрати, пов'язані з його ремонтом та обслуговуванням, а також чисельністю працівників, що необхідні для обслуговування додаткового обладнання.

010,015 Токарно-гвинторізна, недоліком цієї операції є те, що закріплення заготовки тобто її затиск здійснюється вручну, тому на цій операції я пропоную

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використати верстат з числовим програмним керуванням з пневматичним затиском, тобто з пневмопатроном.

020 Вертикально-фрезерна - недолік цієї операції - застосування стандартних затискних пристроїв з ручним затиском, а також завелика потужність верстату, крім того для цієї операції необхідна розмітка, оскільки спеціальний пристрій не використовується.

025 Горизонтально-фрезерна - недолік цієї операції - застосування стандартних затискних пристроїв з ручним затиском, а також завелика потужність верстату.

030 Вертикально-свердлильна - недолік цієї операції - застосування стандартних затискних пристроїв з ручним затиском, а також завелика потужність верстата, його типорозмір.

035 Вертикально-свердлильна - недолік цієї операції - застосування стандартних затискних пристроїв з ручним затиском, а також завелика потужність верстатного типорозмір.

040 Контрольна - всі вимірювання здійснюються вручну.

До позитивних сторін базового технологічного процесу можна віднести правильно спроектований порядок виконання операцій технологічної обробки деталей, технологічний процес спроектований вірно з точки вибору чорнових і чистових баз.

При розробці нового технологічного процесу необхідно максимально усунути вказані недоліки, при цьому не втративши позитивних сторін, застосувати більш сучасне та прогресивне обладнання, що дозволить скоротити час технологічного процесу, підвищити продуктивність праці і забезпечити безпечні умови праці.

Токарну обробку поверхонь в типовому процесі проводимо на токарно-гвинторізному верстаті 16К20 і деталь закріплюється в трикулачковому патроні, а в проектному застосуємо токарний верстат з числовим програмним керуванням моделі 16К20Ф3.

При середньосерійному виробництві механічну обробку деталі здійснюємо на металорізальних верстатах, які оснащені числовим програмним керуванням.

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

## 2 Проектування технології виготовлення деталі

### 2.1 Вибір заготовки

#### 2.1.1 Спосіб виготовлення 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.

Враховуючи дану форму деталі та матеріал її виготовлення вибираю литво в оболонкові форми. Виготовлення заготовки за допомогою литва в оболонкові форми підходить за такими характеристиками:

- годиться для середньосерійного типу виробництва;
- даним способом заготовки з чавунів добре виливати;
- дозволяє отримати більш високу точність виливка і меншу мікронерівність поверхонь, аніж при литві наприклад в піщано-глиняні форми;
- коефіцієнт використання матеріалу 0,75...0,90;
- маса виливка 0,1...80 кг.

Згідно типового технологічного процесу заготовка для деталі Палець 25 06 18є прокат гарячекатаний Ø40 мм по ГОСТ 2590-81, що ріжеться на фрезерно-відрізному верстаті 8В66А, на довжину 265 мм, крім того отримати заготовку для даної деталі можна й іншими способами, що зменшують витрати матеріалу, зокрема отримати заготовку-поковку, що дасть змогу одразу зробити наскрізну лиску з наступною обробкою із зменшеними припусками на неї.

Для даного типу виробництва отримувати заготовку таким чином нам не вигідно, тому що виникає потреба в послідуєчій механічній обробці. Тому я пропоную для даної заготовки прийняти гарячу об'ємну штамповку на гарячих пресах [6]стор. 134.

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.1.2 Визначення припусків і розмірів заготовки. Визначаємо вихідний індекс поковки.

Проведемо економічне обґрунтування способу отримання заготовки.

Визначення маси поковки:

$$Q = \sum V_3 \cdot \rho.$$

Густина матеріалу  $\rho = 0,00000785$  кг/мм<sup>3</sup>;

1. Визначаємо розрахункову

$$C_n = C_D \cdot K_p, \quad \text{дЗ.т.20, с.31 [ 26 ]}$$

де  $K_p$  – коефіцієнт для визначення орієнтовної розрахункової маси поковки,

$K_p = 1,3 \dots 1,5$ , приймаємо  $K_p = 1,5$ , таким чином розрахункова маса поковки

$$C_n = 1,5 \cdot 1,4 = 2,1 \text{ кг}$$

2. Визначаємо клас точності ст..28, т.19 [7], приймаємо закриту штамповку, з класом точності Т3.

3. Визначаємо групу сталі ст..8 т.1, так як відсотковий вміс вуглецю до 0,35%, то згідно таблиці 1 група сталі М1.

4. Визначаємо степінь складності поковки.

Визначаємо діаметр уявного циліндра

$$d_u = d_{\max} \cdot 1,05 = 40 \cdot 1,05 = 42 \text{ мм}$$

$$L_u = L_{\text{дет}} \cdot 1,05 = 261 \cdot 1,05 = 274,05 \text{ мм}$$

Знаходимо об'єм циліндра

$$V_u = \frac{\pi \cdot d_u^2}{4} L_u$$

$$V_u = \frac{3,14 \cdot 42^2}{4} 274 = 379418,76 \text{ мм}^3$$

$$M_\phi = 379418,76 \cdot 0,0000078 = 2,98 \text{ кг}$$

$$\frac{C_n}{C_\phi} = \frac{2,1}{2,98} = 0,7$$

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

по додатку 2 ст. 30 [7] знаходимо степінь складності, степінь складності С1,

$$\text{при } \frac{Cn}{C\phi} > 0,63$$

5. Визначаємо конфігурацію роз'єму штамп – плоска, т 1 ст. 8 [7]

6. Визначаємо вихідний індекс за таблицею 2, с. 10 [7].

Вихідний індекс, при С1, М1, Мп=2,1 становить 7

7. Визначаємо величину припусків с.12 т.3 [277], для зручності зводимо дані до таблиці

Таблиця 1.7 Припуски заготовки

Ø 35 – припуск на сторону 1,0 мм
261 - припуск на сторону 1,5 мм
155 - припуск на сторону 1,3 мм
170 - припуск на сторону 1,4 мм
22 - припуск на сторону 1,0 мм
30 - припуск на сторону 1,0 мм
Ø 40 - припуск на сторону не призначається, оскільки поверхня механічно не обробляється

.

8. Знаходимо додаткові припуски, що враховують відхилення від площинності с.14 т. 5, додатковий припуск 0,5 мм.

9. Визначаємо радіуси заокруглень т.7, с.15, r=2,5 мм

10. Визначаємо значення допусків на поверхні т.8, с.17-19.

$$\text{Ø 35 – допуск } \begin{matrix} +0,6 \\ -0,3 \end{matrix},$$

$$261 – \text{ допуск } \begin{matrix} +1,3 \\ -0,7 \end{matrix},$$

$$155 – \text{ допуск } \begin{matrix} +0,9 \\ -0,5 \end{matrix},$$

$$170 – \text{ допуск } \begin{matrix} +0,9 \\ -0,5 \end{matrix},$$

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

$$221 - \text{допуск } \frac{+0,9}{-0,5},$$

$$\varnothing 40 - \text{допуск } \frac{+0,6}{-0,3},$$

$$22 - \text{допуск } \frac{+0,6}{-0,3},$$

$$30 - \text{допуск } \frac{+0,6}{-0,3}.$$

11. Зміщення по поверхні роз'єму штампа с.14, т.40,1

Таблиця 1.8 Припуск, розміри і допуск заготовки

№ поверхні	Розмір поверхні	Припуск	Допуск	Розмір заготовки	література
6	Ø 35	(1,0+0,5+0,1)·2	$\frac{+0,6}{-0,3}$	Ø 38,2 $\frac{+0,6}{-0,3}$	[13], С.14 т.4, Т1 с.8,Т2 с.10, Д1 с.28, т.19, Д3 т.20, с.31 С 12, т.3, Т8 с.17-19
2,10	L =261	(1,5)·2	$\frac{+1,3}{-0,7}$	L =264 $\frac{+1,3}{-0,7}$	
15	L =155	(1,3)·2	$\frac{+0,9}{-0,5}$	L =151,4 $\frac{+0,9}{-0,5}$	
14,16	L =170	(1,4)·2	$\frac{+1,1}{-0,5}$	L =166,2 $\frac{+0,9}{-0,5}$	
4	Ø 40	-	$\frac{+0,6}{-0,3}$	Ø 40 $\frac{+0,6}{-0,3}$	
14,16	<30°	-	±1°30'	<30°±1°30'	
15	L =22	1,0+0,5+0,1+1	$\frac{+0,6}{-0,3}$	L =24,6 $\frac{+0,6}{-0,3}$	
6	L =30	1,5+1,0	$\frac{+0,6}{-0,3}$	L =32,5 $\frac{+0,6}{-0,3}$	
	L =261	1,5-1,4	$\frac{+1,1}{-0,5}$	L =221,1 $\frac{+0,9}{-0,5}$	

Технічні вимоги:

- Вихідний індекс 7
- Відхилення від площинності 0,5 мм
- Зміщення по поверхні роз'єму штампа 0,1 мм
- Гранична величина залишкового облою для поковок масою 1-5,6 кг не повинна перевищувати 3 мм

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

- Вогнутість й відхилення від плоскостності й прямолінійності с.14, т.5 0,4 мм

- Допуск радіусів заокруглень кутів поковок  $r = 2,5$  мм

12. Виконуємо креслення заготовки

13. Знаходимо масу заготовки

$$Q = \sum V_3 \cdot \rho,$$

де  $V_3 = \sum V_n$ ,  $V_n$ - об'єми окремих елементів заготовки

$$V_1 = 221,1 \cdot \frac{38,2^2 \cdot 3,14}{4} = 253270,8 \text{ мм}^3$$

$$V_2 = (264 - 221,1) \cdot \frac{40^2 \cdot 3,14}{4} = 53882,4 \text{ мм}^3$$

$$V_3 = \left(\frac{1}{2} [19,1 \cdot (0,01745 \cdot 19,1 \cdot 146) - 36,58(19,1 - 13,6)] \cdot 158,8\right) = 57851,3 \text{ мм}^3$$

$$V_{заг} = V_1 + V_2 - V_3 = 253270,8 + 53882,4 - 57851,3 = 249301,9 \text{ мм}^3$$

Маса заготовки рівна:

$$Q = \sum V_3 \cdot \rho = 249301,9 \cdot 0,0000078 = 1,945 \text{ кг}$$

Знаходимо коефіцієнт використання матеріалу, приймаємо утрату на чад 10%, тоді

$$Q_1 = Q + (Q \cdot 0,1)$$

$$Q_1 = 1,945 + 1,945 \cdot 0,1 = 2,1395 \text{ кг}$$

$$K = \frac{Q}{q} = \frac{1,4}{2,1395} = 0,65$$

Вартість заготовки, яку отримуємо методом об'ємного штампування можна визначити за формулою:

$$S_3 = \left( \frac{C_j}{1000} \cdot Q \cdot k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_{II} \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{відх}}{1000} \quad (1.4.1) [1 \text{ ст.31}]$$

$$S_3 = \left( \frac{2100}{1000} \cdot 2,1395 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1,14 \cdot 1 \cdot 1 \right) - (2,1395 - 1,4) \cdot \frac{281}{1000} = 36,3 \text{ грн.}$$

де  $C_j = 2100$  [12 ст. 59], грн. – базова вартість 1 т заготовок;

$k_T = 1$  [1 ст. 37],

$k_C = 0,75$  [1 ст. 38],

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

$$k_B = 1,14 \text{ [1 ст. 38]},$$

$$k_M = 1 \text{ [1 ст. 37]},$$

$k_{II} = 1$  [1 ст. 38] - коефіцієнти які залежать від класу точності, групи складності, маси, марки матеріалу та об'єму випуску заготовок;

$Q$ - маса заготовки, кг;  $q$ - маса готової деталі, кг;

$S_{відх} = 281$  грн. – ціна 1 т відходів.

Визначення маси заготовки з прокату:

$$V_3 = \frac{\pi \cdot d^2}{4} L,$$

$$V_3 = \frac{3,14 \cdot 40^2}{4} \cdot 265 = 332840 \text{ мм}^3$$

$$Q = \sum V_3 \cdot \rho,$$

$$Q = 332840 \cdot 0,00000785 = 2,613 \text{ кг}$$

Густина матеріалу  $\rho = 0,00000785$  кг/мм<sup>3</sup>;

Вартість заготовки, яку отримуємо різанням круглого прокату можна визначити за формулою:

$$C_{заг} = \frac{C_1}{1000} \cdot M_{заг} + C_p \quad [12\text{ст. 56}];$$

де  $C_1 = 1800$  грн. – затрати на матеріал заготовки [12ст. 56];

$C_p = 0,8$  – вартість різання, грн. [12ст. 56];

$M_{заг} = 2,613$  – маса заготовки, кг.

$$C_{заг} = \frac{1800}{1000} \cdot 2,613 + 0,8 = 55 \text{ грн.}$$

Знаходимо коефіцієнт використання матеріалу

$$K = \frac{Q}{G_{зн}} = \frac{1,4}{2,613} = 0,54$$

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.2 Вибір маршруту і операцій обробки деталі

Враховуючи усі недоліки та переваги типового технологічного процесу, я пропоную наступний технологічний процес:

005 Фрезерно-центрувальна, МР71- Фрезерно-центрувальний напівавтомат призначений для фрезерування та центрування торців з двох сторін, цим забезпечується паралельність торців й перпендикулярність їх до осі деталі, що дає змогу їх не обробляти при наступній обробці.

010 Токарна з ЧПК (обробка всіх зовнішніх поверхонь зліва і з права), за допомогою використання штиркового повідкового плаваючого центру, є можливість обробки фаски (поверхня 1) безпере установки деталі.

015- Вертикально-фрезерна (обробка лиски)

020 -Горизонтально-фрезерна (обробка лиски)

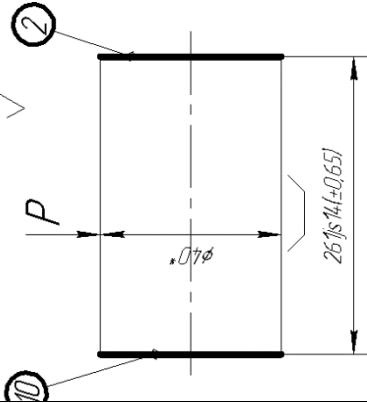
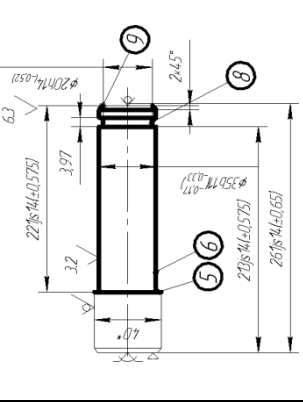
025 -Вертикально-свердлильна (обробка отвору Ø10 мм)

030 -Вертикально-свердлильна (обробка отвору Ø11 мм)

035 -Контрольна

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.9 – Опис проектного технологічного процесу

№ опер.	Назва та зміст операції, інструмент	Тип і модель верстата	Характеристика пристрою	Схема установки
005	Фрезерно-центрувальна	Фрезерно-центрувальний напівавтомат	Пристрій при верстаті (лещата із самоцентруючими губками призматичної форми з пневмоприводом)	
010 А	Токарно-гвинторізна з ЧПК 1 Точити поверхню 6, 5 (начорно) 2 Точити поверхню 6, 5 (начисто) 3 Точити поверхню 8 4 Точити поверхню 9 5 Точити поверхню 1	Токарно-гвинторізний з ЧПК 16К20Ф3	Штирковий повідковий плаваючий центр, обертовий центр	

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

продовження таблиці 1.8 – Опис проектного технологічного процесу

№ опер.	Назва та зміст операції, інструмент	Тип і модель верстата	Характеристика пристрою	Схема установки
015	Вертикально-фрезерна 1 Фрезерувати лиску витримуючи розміри: довжина $170 \pm 0,5$ мм, $30 \pm 0,26$ мм, $155^{+2,0}$ мм, $22_{-0,52}$ мм, кут $30^\circ \pm 5^\circ$	Вертикально-фрезерний 6P10	Пристрій спеціальний	
020	Горизонтально-фрезерна 1 фрезерувати паз шириною $14^{+0,24}$ мм, глибиною $33^{+0,34}$ мм згідно ескізу	Горизонтально-фрезерний 6T80	Пристрій спеціальний	

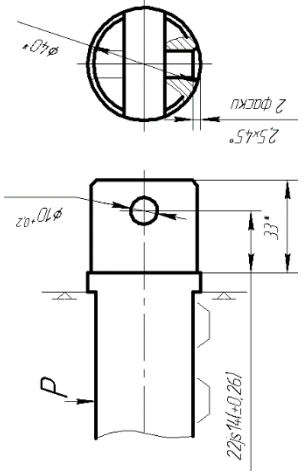
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ

Арк.

27

продовження таблиці 1.8 – Опис проектного технологічного процесу

№ опер.	Назва та зміст операції, інструмент	Тип і модель верстата	Характеристика пристрою	Схема установки
025	Вертикально-свердлильна 1 свердлити отвір $\text{Ø}10^{+0,2}$ мм на свердлильний прохід, витримуючи розмір $22 \pm 0,26$ мм 2 зенкувати фаски $2 \times 45^\circ$ на $\text{Ø}10^{+0,2}$ мм з переустановкою	Вертикально-свердлильний	Пристрій спеціальний	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

продовження таблиці 1.8 – Опис проектного технологічного процесу

№ опер.	Назва та зміст операції, інструмент	Тип і модель верстата	Характеристика пристрою	Схема установки
030	Вертикально-свердлильна 1 свердлиги отвір $\varnothing 11^{+0,24}$ мм на довжину $28 \pm 0,26$ , витримуючи розмір $9 \pm 0,18$ мм	Вертикально-свердлильний 2Н118	Пристрій спеціальний	
035	Контрольна		Стіл, контрольний пристрій	

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

## 2.3 Вибір засобів технологічного оснащення

### Операція 005. Фрезерно-центрувальна код 4269 [12] ст.188

Деталь – Палець 25 06 18

Заготовка – поковка

Верстат – фрезерно-центрувальний МР-71М

Коротка характеристика верстата:

Діаметр установлюваної заготовки в лещатах, мм	25...125
Діаметр застосованих фрез, мм	100...160
Діаметр центрових свердел, мм	3...6
Частота обертів шпинделя фрез, об/хв.	125, 179, 249, 358, 497, 712
Подачі (регулювання безступінчасте), мм/хв.	
Фрезерування	20...400
Свердління	20...300
Потужність, кВт:	
Фрезерування головок	10×2
Свердлильних головок	2,2×2
Габаритні розміри (довжина x ширина x висота), мм	2640×1630×1740
Маса, кг	300

#### *Різальний інструмент*

1 Торцева фреза – 2 шт. фреза 2214-0153/001 Т5К12В ГОСТ 9473-80 [6] ст. 291, т.41, стійкість 180 хв., код 381855

2 Центровочні свердла 2шт.свердло 2317-0005 Р6М5 ГОСТ 14952-75, стійкість 60 хв., код 391210.

#### *Допоміжний інструмент*

1 оправка для фрези – 2 шт.

2 цанговий патрон для центрових свердел – 2 шт.

#### *Вимірювальний інструмент*

1 Штангенциркуль ШЦ-II-320-0,05 ГОСТ 166-80, код 393311

МОР – мастильно-охолоджуюча рідина – емульсія.

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

**Операція 025.** Вертикально-свердлильна код 4121 [12] ст.188

Деталь – Палець 25 06 18

Заготовка – поковка

Верстат – вертикально-свердлильний 2Н118

Коротка характеристика верстата:

Найбільший умовний діаметр свердління, мм		18
Робоча поверхня, мм		320×360
Найбільша відстань від торця до робочої поверхні	столу, мм	650
Виліт шпинделя		200
Найбільший хід шпинделя		150
Найбільше вертикальне переміщення свердлильної	головки, мм	300
Конус морзе отвору шпинделя		2
Число швидкостей шпинделя		9
Частота обертання шпинделя, хв <sup>-1</sup>		180-2800
Потужність електродвигуна головного привода, кВт		1,5
Габаритні розміри (довжина x ширина x висота), мм		870x590x2080
Маса, кг		250

1 встановити і закріпити заготовку в пристрої

2 свердлити отвір 7 Ø11<sup>+0,27</sup>

3 Зняти деталь, покласти в тару.

Пристрій: спеціальний

Різальний інструмент

1 Свердло 2317-0005 Р6М5 ГОСТ 14952-75, стійкість 60 хв.

Допоміжний інструмент

1 цанговий патрон для свердла

Вимірювальний інструмент

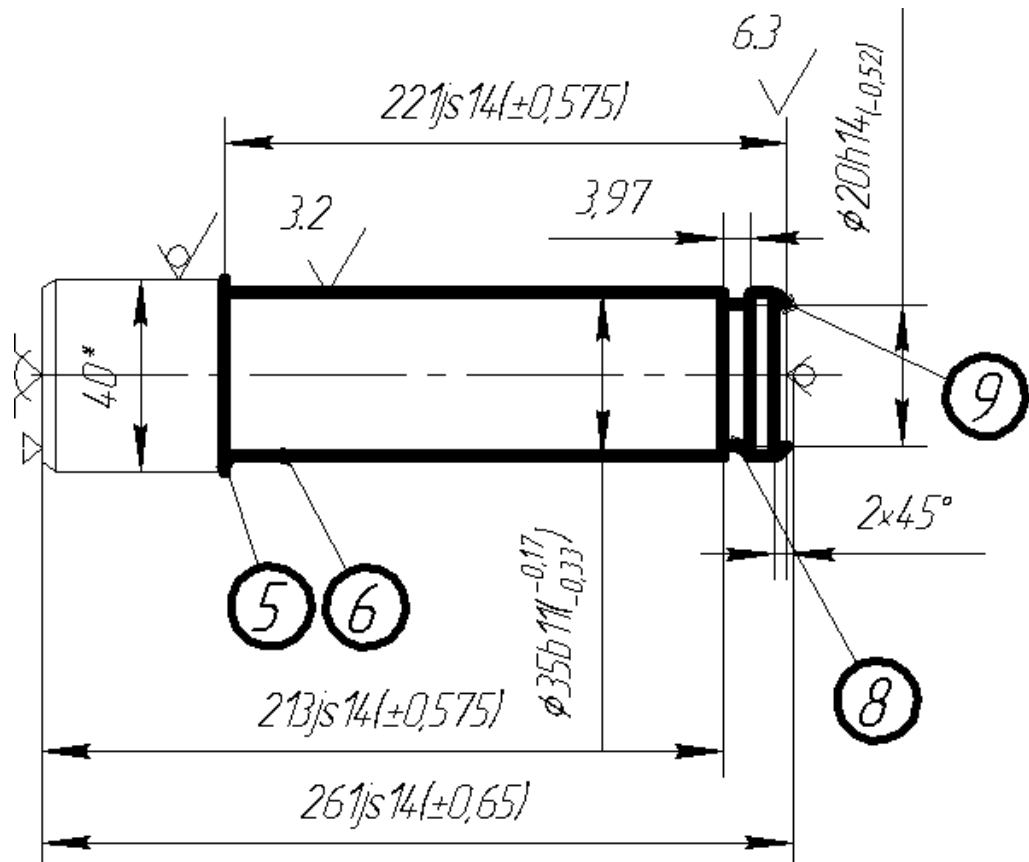
1 Штангенциркуль ШЦ- 1 - 125-0,1 ГОСТ 166-80, код 393311

МОР – мастильно-охолоджуюча рідина - емульсія.

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.4 Визначення міжопераційних припусків і розмірів обробки

Приведемо визначення операційних припусків аналітичним методом на обробку зовнішньої циліндричної поверхні  $\varnothing 35b11 (-0,17 / -0,33)$  мм.



\* Розміри для довідок.

Рисунок 2 – Схема установки заготовки при обробці поверхні  $\varnothing 35b11 (-0,17 / -0,33)$

мм.

Технологічний маршрут обробки ([4], табл.6, с.586):

- чорнове точіння (b13);
- напівчистове точіння (b11).

Двохсторонній мінімальний припуск при обробці в центрах:

$$2Z_{i\min} = 2 \cdot (R_{zi-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1}) \text{ мм [12] ст.60}$$

$$\rho_o = \sqrt{\rho_{ko}^2 + \rho_u^2} \text{ [12] ст.45}$$

$$\rho_{ko} = \Delta K \cdot L \text{ мм [12] ст.62}$$

$$\Delta K = 0,15 \text{ мкм/мм [12] ст.62}$$

$$\rho_{ko} = 0,15 \cdot 265 = 39,75 \text{ мкм}$$

									Арк.
									32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ				

$L = 265$  мм – довжина заготовки

$$\rho_{\text{ц}} = 0,25\sqrt{IT^2 + 1} \text{ мм [12] ст.62}$$

$$\rho_{\text{ц}} = 0,25\sqrt{0,9^2 + 1} = 0,336 \text{ мм} = 336 \text{ мкм}$$

$$\rho_o = \sqrt{39,75^2 + 336^2} = 338 \text{ мкм}$$

$$\rho_1 = 0,06 \cdot 338 = 20 \text{ мкм}$$

$$\rho_2 = 0,05 \cdot 20,28 = 1,014 \text{ мкм}$$

Значення  $\rho_2$  знехтуємо, оскільки воно дуже мале, приймаємо  $\rho_2 = 0$ .

Визначаємо похибку установки на всіх операціях за формулою:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2}$$

де  $\varepsilon_{\delta}$  - похибка базування;

$\varepsilon_3$  - похибка закріплення.

Так як обробка в центрах, передній центр – плаваючий, то похибка базування  $\varepsilon_{\delta} = 0$ ,  $\varepsilon_3 = 0$ .

$R_{Zi-1}$  – висота мікронерівностей профілю на попередньому переході, мкм;

$T_{i-1}$  – глибина дефектного шару на попередньому переході, мкм;

$\rho_{0i-1}$  – сумарне відхилення розміщення поверхні (від паралельності, перпендикулярності...);

$IT$  – допуск діаметра базової поверхні заготовки, що використовується при зацентруванні.

$\varepsilon_y$  - похибка установки деталі на операції, мкм.

Маршрут обробки, дані для розрахунків та результати розрахунків заносимо в табл. 1.10

Заготовка:  $R_Z = 160$  мкм;  $T = 200$  мкм ([4], табл.7, с.186).

На послідуючих переходах механічної обробки:

- чорнової обробки  $R_Z = 100$  мкм; ([4], табл.25, с.189);

- напівчистої обробки  $R_Z = 50$  мкм; ([4], табл.25, с.189).

Для визначення  $\beta_i$   $\varepsilon_i$  використовуються коефіцієнти уточнення  $K_{yi}$  ([4], табл.29, с.191):

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

- для чорнової обробки  $K_{y1} = 0,06$ ;
- для напівчистої обробки  $K_{y2} = 0,05$ .

Розрахунок мінімальних припусків:

$$2Z_{1pmin} = 2 \cdot (R_z + T + \rho_0) \quad [12] \text{ ст.60}$$

$$2Z_{1pmin} = 2 \cdot (160 + 200 + 338) = 1396 \text{ мкм} = 1,396 \text{ мм}$$

$$2Z_{2pmin} = 2 \cdot (R_{z1} + T_1 + \rho_1) \quad [12] \text{ ст.60}$$

$$2Z_{2pmin} = 2 \cdot (125 + 100 + 20) = 490 \text{ мкм} = 0,49 \text{ мм}$$

Розрахункові розміри:

$$d_{pзаг} = d_{min} = 34,67 \text{ мм},$$

$$d_{p1} = d_{p1} + \delta 1 = 34,67 + 0,49 = 35,16 \text{ мм},$$

$$d_{p2} = d_{p2} + \delta 2 = 35,16 + 1,396 = 36,556 \text{ мм}.$$

Максимальні розміри:

$$d_{2max} = 34,67 + 0,16 = 34,83 \text{ мм},$$

$$d_{1max} = 35,16 + 0,62 = 35,78 \text{ мм},$$

$$d_{загmax} = 36,556 + 0,9 = 37,456 \text{ мм}.$$

Граничні припуски:

$$2Z_{min}^{2p} = d_{imin} - d_{(i-1)min} \text{ мм},$$

$$2Z_{max}^{2p} = d_{imax} - d_{(i-1)max} \text{ мм},$$

$$2Z_{min1}^{2p} = 35,16 - 34,67 = 0,49 \text{ мм},$$

$$2Z_{min2}^{2p} = 36,556 - 35,16 = 1,396 \text{ мм},$$

$$2Z_{max1}^{2p} = 37,456 - 35,78 = 1,676 \text{ мм},$$

$$2Z_{max2}^{2p} = 35,78 - 34,83 = 0,95 \text{ мм}.$$

Загальні припуски

$$\sum Z_{min} = 1,886 \text{ мм}, \quad \sum Z_{max} = 2,626 \text{ мм}$$

Значення граничних розмірів та припусків наводимо в табл. 1.10.

Перевірка правильності розрахунків:

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$2Z_{max}^{заг} - 2Z_{min}^{заг} = 2,626 - 1,886 = 0,74 \text{ мм} = 740 \text{ мкм.}$$

$$T_{заг} - T_{\delta} = 900 - 160 = 740 \text{ мкм, отже розрахунки правильні.}$$

Схема графічного розташування припусків на обробку поверхні приведена на рис. 3.

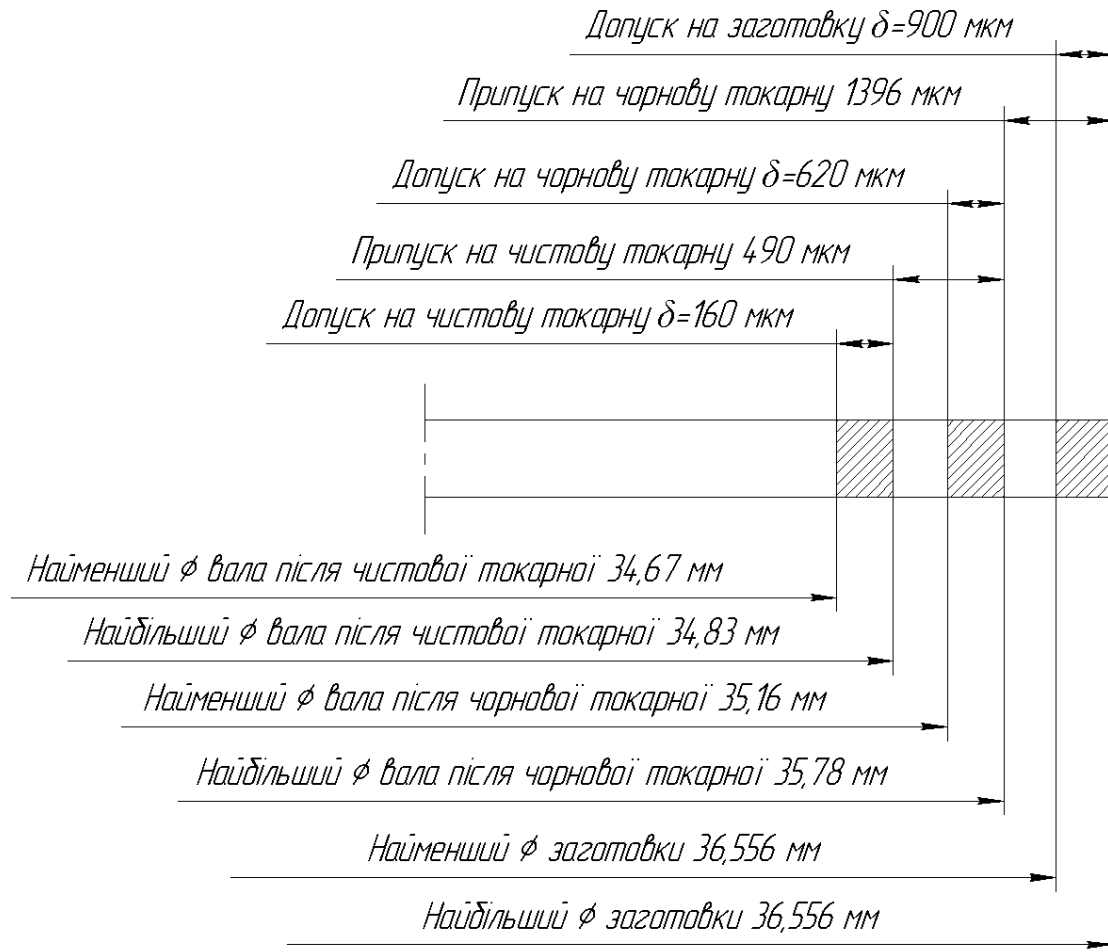


Рисунок 3 - Схема графічного розташування припусків на обробку поверхні  $\text{Ø}35\text{b}11(-0,17 / -0,33)$  мм.

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Таблиця 1.11 – Граничні розміри та припуски на обробку поверхні Ø35b11 ( $_{-0,33}^{-0,17}$ )

мм.

Технологічні операції та переходи	Точність заготовки (оброблюваної) поверхні	Елементи припуску, мкм				Допуск, Тмкм	Проміжні розміри заготовки, мм		Проміжні припуски, мкм	
		Rz мкм	h мкм	ρ мкм	ε <sub>y</sub> мкм		d <sub>max</sub>	d <sub>min</sub>	2Z <sub>min</sub> <sup>ep</sup>	2Z <sub>max</sub> <sup>ep</sup>
Заготовка		160	200	338	-	900	37,456	36,556	-	-
Чорнове точіння	14	125	100	20	-	620	35,78	35,16	1396	1,676
Чистове точіння	11	40	50	0	-	160	34,83	34,67	490	0,95
Загальний припуск									1,886	2,626
Перевірка	$T_{заг} - T_{\delta} = 2Z_{max}^{заг} - 2Z_{min}^{заг}$					740			740	

Таблиця 1.12 – Граничні розміри та припуски обробку поверхні

Поверхня	Розмір	Припуск
1; 9	2,5×45°	2,5
2; 10	261	1,5
3	10	5
5; 6	221	1,4
7	Ø11	5,5
8	3	3
11; 12; 13	14	33
14; 16	170	1,5
15	22	2,6
17; 18	2,5×45°	2,5

## 2.5 Розрахунок режимів різання

Розрахунок режимів різання проводиться аналітичним та нормативним методами.

Розрахунок основного часу виконується формулою:

$$T_6 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_o}, \text{ хв. ([6], табл. 1, с.610,611,613),}$$

де довжина робочого ходу

$$L = l + l_1 + l_2, \text{ мм;}$$

де  $l$  – довжина обробки, мм;

$(l_1 + l_2)$  – величини на врізання та перебіг інструменту (довідник [6]), мм;

$i$  – число проходів інструменту;

$n$  – частота обертання шпинделя, хв<sup>-1</sup>;

$S_o$  – подача на оберт шпинделя.

Для верстатів, де визначається хвилинна подача,  $S_x = n \cdot S_o$  - застосовується в знаменнику.

*Розрахунок режимів різання аналітичним методом.*

### **Операція 005.** Фрезерно-центрувальна код 4269 [12] ст.188

Деталь – Палець 25 06 18

Заготовка – штамповка

Верстат – фрезерно-центрувальний МР-71М

Коротка характеристика верстата:

Діаметр установлюваної заготовки в лещатах, мм	25...125
Діаметр застосованих фрез, мм	100...160
Діаметр центрових свердел, мм	3...6
Частота обертів шпинделя фрез, об/хв.	125, 179, 249, 358, 497, 712
Подачі (регулювання безступінчасте), мм/хв.	
Фрезерування	20...400
Свердління	20...300
Потужність, кВт:	
Фрезерування головок	10×2

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Свердлильних головок 2,2×2

Габаритні розміри (довжина x ширина x висота), мм 2640×1630×1740

Маса, кг 300

Технологічна база – поверхня заготовки Ø38,8 мм

Зміст операції:

1 установити і закріпити заготовку в пристрої

2 фрезерувати торці **2, 10** з двох сторін одночасно в розмір 261Is14(±0,65)

3 центрувати поверхні **2, 10** з двох сторін одночасно Ø6 мм, довжиною L=9 мм

4 зняти деталь, покласти в тару.

Пристрій: лещата із самоцентруючими губками призматичної форми з пневмоприводом. Код 306131 [12] ст. 190.

Різальний інструмент

1 Торцева фреза – 2 шт. фреза 2214-0153/001 T5K12B ГОСТ 9473-80 [6] ст. 291, т.41, стійкість 180 хв., код 381855

2 Центровочні свердла 2шт.свердло 2317-0005 P6M5 ГОСТ 14952-75, стійкість 60 хв., код 391210.

Допоміжний інструмент

1 оправка для фрези – 2 шт.

2 цанговий патрон для центрових свердел – 2 шт.

Вимірювальний інструмент

1 Штангенциркуль ШЦ-II-320-0,05 ГОСТ 166-80, код 393311

МОР – мастильно-охолоджуюча рідина – емульсія.

### ***Розрахунок режимів різання на фрезерування торців***

1 Знаходимо глибину різання

$$t_1 = t_2 = P_1 = P_2 = 1,5 \text{ мм};$$

де  $P$  – припуск на торець, мм

2 Подача на зуб  $S_z = 0,18$  мм [12] ст. 662 т.87.

Подача на оберт  $S_o = S_z \cdot Z = 0,18 \cdot 10 = 1,8$  мм/об.

$Z$  – число зубів фрези.

3 Швидкість різання при фрезеруванні торців розрахункова:

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

$$V_p = \frac{C_V \cdot D^q \cdot K_V}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p}, [5], \text{ с. 282 м/хв.}$$

Поправочний коефіцієнт на швидкість різання:

$$K_V = K_{M_V} \cdot K_{П_V} \cdot K_{i_V};$$

де коефіцієнт на якість оброблювального матеріалу

$$K_{M_p} = \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = \left( \frac{750}{420} \right)^{0,3} = 1,19 [5], \text{ с. 262}$$

За таблицею 2 ([5], с. 262):  $n_v = 1$

Коефіцієнт на стан поверхні заготовки:

$$K_{П_V} = 0,8; ([5], \text{ табл. 5, с.263}).$$

Коефіцієнт на матеріал різальної частини інструменту:

$$K_{i_V} = 0,35; ([5], \text{ табл. 6, с.263}).$$

Стійкість фрези  $T = 180$  хв. ([5], табл. 40, с.290).

Значення коефіцієнта та показників степенів ([5], табл. 39, с.288):

$C_V = 332; q = 0,2; x = 0,1; y = 0,4; u = 0,2; p = 0; m = 0,2.$

$$K_V = 179 \cdot 0,8 \cdot 0,35 = 0,5;$$

$$V_p = \frac{332 \cdot 100^{0,2} \cdot 0,5}{180^{0,2} \cdot 1,5^{0,1} \cdot 0,18^{0,4} \cdot 38,8^{0,2} \cdot 10^0} = 135,38 = 135 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя; розрахункова:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_{cp}} = \frac{1000 \cdot 135}{\pi \cdot 100} = 429,9 = 430 \text{ хв}^{-1}.$$

Прийнята  $n = 358 \text{ хв}^{-1}$ (паспорт).

Фактична швидкість різання:

$$V = \frac{\pi \cdot D_{cp} \cdot n}{1000} = \frac{\pi \cdot 100 \cdot 358}{1000} = 112,4 = 112 \text{ м/хв.}$$

Хвилинна швидкість різання:

$$S_x = S_o \cdot n = 1,8 \cdot 358 = 644,4 \text{ мм/хв.}$$

Прийнята  $S_x = 400 \text{ мм/хв.};$

Фактичні:  $S_o = 1,1 \text{ мм/об.}; S_z = 0,11 \text{ мм/зуб.};$

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Сила різання окружна:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^\omega} \cdot K_{Mp}, \text{ Н ([5], табл.9, с. 282).}$$

$$K_{Mv} = \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{nv} = \left(\frac{750}{420}\right)^{0,3} = 1,19; n = 0,3 \text{ ([5], табл.9, с. 264).}$$

Коефіцієнти і показники степенів ([5], табл.41, с. 291).

$$C_p = 825; q = 1,3; x = 1,0; y = 0,75; u = 1,1; \omega = 0,2.$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 1,5^1 \cdot 0,11^{0,75} \cdot 38,8^{1,1} \cdot 10}{100 \cdot 358^{0,2}} \cdot 1,19 = 4078, \text{ Н}$$

Крутний момент на шпинделі:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D_\phi}{z \cdot 1000} = \frac{4078 \cdot 100}{10 \cdot 1000} = 40,78 \text{ Нм.}$$

Потужність різання ефективна:

$$N_p = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{4078 \cdot 112}{61200} = 7,46 \text{ кВт.}$$

Ефективна потужність на шпинделі верстату:

$$N_e = N_{\partial\partial} \cdot \eta, \text{ кВт,}$$

де потужність головного приводу (двигуна)  $N_{\partial\partial} = 10$  кВт;

ККД приводу  $\eta = 0,8$  ([1], с.95).

$$N_e = 10 \cdot 0,8 = 8,0 \text{ кВт,}$$

$N_p = 7,46$  кВт – за потужністю верстат працездатний.

Основний технологічний час:

$$T_o = \frac{L}{S_x} = \frac{53,8}{400} = 0,13 \text{ хв.,}$$

де  $L = l + l_1 + l_2$ , мм;  $L = 38,8 + 7,5 + 7,5 = 53,8$

величина на врізання і перебіг фрези  $l_1 + l_2 = 15$  мм,  $l_1 = 7,5$  мм ([21], П4, с.378),  $l_2 = 5 \dots 10$  мм, приймаємо 7,5 с.19 [21].

$i$  – число проходів інструменту;

$n$  – частота обертання шпинделя,  $\text{хв}^{-1}$ ;

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

*Розрахунок режимів різання на центрування торців*

1 Знаходимо глибину різання

$$t_1 = t_2 = \frac{D}{2} = \frac{6,3}{2} = 3,15 \text{ мм};$$

де  $D = 6,3$  мм – найбільший діаметр центровочного свердла, мм

2 Подача  $S_o = 0,14$  мм/об [20] ст. 103К41.

Подача  $S_o = S_o \cdot K_{IS} = 0,14 \cdot 1,0 = 0,14$  мм/об.

3 Швидкість різання при свердлінні розрахункова:

$$V_p = \frac{C_V \cdot D^q \cdot K_V}{T^m \cdot S^y}, [5], \text{ с. 276 м/хв.}$$

Поправочний коефіцієнт на швидкість різання:

$$K_V = K_{M_V} \cdot K_{П_V} \cdot K_{i_V};$$

де коефіцієнт на якість оброблювального матеріалу

$$K_{M_V} = K_r \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = \left( \frac{750}{420} \right)^{-0,9} = 0,59 [5], \text{ с. 261}$$

За таблицею 2 ([5], с. 262):

$$n_V = -0,9; K_r = 1,0$$

Коефіцієнт на стан поверхні заготовки:

$$K_{П_V} = 0,8; ([5], \text{ табл. 5, с.263}).$$

Коефіцієнт на матеріал різальної частини інструменту:

$$K_{i_V} = 1; ([5], \text{ табл. 6, с.263}).$$

Стійкість свердла  $T = 25$  хв. ([5], табл. 30, с.279).

Значення коефіцієнта та показників степенів ([5], табл. 39, с.278):

$$C_V = 7,0; q = 0,4; y = 0,7; m = 0,2.$$

$$K_V = 0,59 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,5;$$

$$V_p = \frac{7 \cdot 6,3^{0,4} \cdot 0,5}{25^{0,2} \cdot 0,14^{0,7}} = 15,2 = 15 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя; розрахункова:

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_c} = \frac{1000 \cdot 15}{\pi \cdot 6,3} = 758 \text{ хв}^{-1}.$$

Прийнята  $n = 712 \text{ хв}^{-1}$  (паспорт).

Фактична швидкість різання:

$$V = \frac{\pi \cdot D_c \cdot n}{1000} = \frac{\pi \cdot 6,3 \cdot 712}{1000} = 14 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо крутячий момент:

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

Визначаємо осьову силу:

$$P_o = 10 C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p ;$$

Де 
$$K_p = K_{M_V} = \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_p} = \left( \frac{750}{420} \right)^{0,75} = 1,54,$$

$n_p = 0,75$ ; ([5], табл.9, с. 264).

Коефіцієнти і показники степенів ([5], табл.32, с. 281).

$C_m = 0,0345$ ;  $q = 2,0$ ;  $y = 0,8$ ;  $C_p = 68$ ;  $y = 0,7$ ;  $q = 1,0$ ;

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 1,5^1 \cdot 0,11^{0,75} \cdot 38,8^{1,1} \cdot 10}{100 \cdot 358^{0,2}} \cdot 1,19 = 4078, \text{ Н}$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 6,3^2 \cdot 0,14^{0,8} \cdot 1,54 = 4,37 \text{ Нм}$$

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 6,3^1 \cdot 0,14^{0,7} \cdot 1,54 = 1665,94 \text{ Н}$$

Потужність різання ефективна:

$$N = M \cdot \frac{n}{9750} \text{ кВт} \text{ ([22], с.111).}$$

$$N = 4,37 \cdot \frac{712}{9750} = 0,32 \text{ кВт}$$

Ефективна потужність на шпинделі верстату:

$$N_e = N_{\text{дв}} \cdot \eta, \text{ кВт,}$$

де потужність головного приводу (двигуна)  $N_{\text{дв}} = 2,2 \text{ кВт}$ ;

ККД приводу  $\eta = 0,8$  ([1], с.95).

$$N_e = 2,2 \cdot 0,8 = 1,76 \text{ кВт,}$$

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$N_p = 0,32$  кВт – за потужністю верстат працює датний.

Основний технологічний час:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S} = \frac{10,5}{0,14 \cdot 712} = 0,11 \text{ хв.},$$

де  $L = l + l_1 + l_2$ , мм;  $L = 9 + 1,5 = 10,5$  величина на врізання і перебіг фрези  $L = 9$  мм – довжина різання.  $l_1 + l_2 = 1,5 + 0 = 1,5$  ([12], с.191).

Загальний машинний час на операцію

$$T_m = \sum T_o = 0,11 + 0,13 = 0,24, \text{ хв.};$$

**Операція 025.** Вертикально-свердлильна код 4121 [12] ст.188

Деталь – Палець 25 06 18

Заготовка – штамповка

Верстат – вертикально-свердлильний 2Н118

Коротка характеристика верстата:

Найбільший умовний діаметр свердління, мм		18
Робоча поверхня, мм		320×360
Найбільша відстань від торця до робочої поверхні	столу, мм	650
Виліт шпинделя		200
Найбільший хід шпинделя		150
Найбільше вертикальне переміщення свердлильної	головки, мм	300
Конус морзе отвору шпинделя		2
Число швидкостей шпинделя		9
Частота обертання шпинделя, хв <sup>-1</sup>		180-2800
Потужність електродвигуна головного привода, кВт		1,5
Габаритні розміри (довжина x ширина x висота), мм		870x590x2080
Маса, кг		250

Технологічна база - поверхня заготовки Ø38,8 мм

Зміст операції:

1 установити і закріпити заготовку в пристрої

2 свердлити отвір 7 Ø11<sup>+0,27</sup>

3 Зняти деталь, покласти в тару.

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пристрій: спеціальний

Різальний інструмент

1 Свердло 2317-0005 Р6М5 ГОСТ 14952-75, стійкість 60 хв.

Допоміжний інструмент

1 цанговий патрон для свердла

Вимірювальний інструмент

1 Штангенциркуль ШЦ- 1 - 125-0,1 ГОСТ 166-80, код 393311

МОР – мастильно-охолоджуюча рідина - емульсія.

*Розрахунок режимів різання на свердління отвору*

1 Знаходимо глибину різання

$$t_1 = \frac{D}{2} = \frac{11}{2} = 5,5 \text{ мм};$$

де  $D = 11$  мм – діаметр свердла, мм

2 Подача  $S_o = 0,19$  мм/об [20] ст. 103 К41.

$K_{IS} = 1,0$  К4, ст.103 [20] ст. 103 К41.

Подача  $S_o = S_o \cdot K_{IS} = 0,19 \cdot 1,0 = 0,25$  мм/об.

3 Швидкість різання при свердлінні розрахункова:

$$V_p = \frac{C_V \cdot D^q \cdot K_V}{T^m \cdot S^y}, [5], \text{ с. 276 м/хв.}$$

Поправочний коефіцієнт на швидкість різання:

$$K_V = K_{M_V} \cdot K_{П_V} \cdot K_{i_V};$$

де коефіцієнт на якість оброблювального матеріалу

$$K_{M_V} = K_r \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = \left( \frac{750}{420} \right)^{-0,9} = 0,59 [5], \text{ с. 261}$$

За таблицею 2 ([5], с. 262):  $n_V = -0,9$ ;  $K_r = 1,0$

Коефіцієнт на стан поверхні заготовки:

$$K_{П_V} = 0,8; ([5], \text{ табл. 5, с.263}).$$

Коефіцієнт на матеріал різальної частини інструменту:

$$K_{i_V} = 1; ([5], \text{ табл. 6, с.263}).$$

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Стійкість свердла  $T = 45$  хв. ([5], табл. 30, с.279).

Значення коефіцієнта та показників степенів ([5], табл. 39, с.278):

$$C_V = 7,0; q = 0,4; y = 0,7; m = 0,2.$$

$$K_V = 0,59 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,5;$$

$$V_p = \frac{7 \cdot 11^{0,4} \cdot 0,5}{45^{0,2} \cdot 0,19^{0,7}} = 13,64 = 14 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя; розрахункова:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_c} = \frac{1000 \cdot 14}{\pi \cdot 11} = 405 \text{ хв}^{-1}.$$

Прийнята  $n = 400$  хв<sup>-1</sup>(паспорт).

Фактична швидкість різання:

$$V = \frac{\pi \cdot D_c \cdot n}{1000} = \frac{\pi \cdot 11 \cdot 400}{1000} = 13,82 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо крутячий момент:

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

Визначаємо осьову силу:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p;$$

$$\text{де } K_p = K_{M_V} = \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_p} = \left( \frac{750}{420} \right)^{0,75} = 1,54,$$

$n_p = 0,75$ ; ([5], табл.9, с. 264).

Коефіцієнти і показники степенів ([5], табл.32, с. 281).

$C_M = 0,0345$ ;  $q = 2,0$ ;  $y = 0,8$ ;  $C_p = 68$ ;  $y = 0,7$ ;  $q = 1,0$ ;

$$M_{KK} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 11^2 \cdot 0,19^{0,8} \cdot 1,54 = 17,03 \text{ Нм}$$

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 11^1 \cdot 0,19^{0,7} \cdot 1,54 = 3602,05 \text{ Н}$$

Потужність різання ефективна:

$$N = M \cdot \frac{n}{9750} \text{ кВт} \text{ ([22], с.111)}.$$

$$N = 17,03 \cdot \frac{400}{9750} = 0,7 \text{ кВт}$$

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Ефективна потужність на шпинделі верстату:

$$N_c = N_{\text{дв}} \cdot \eta, \text{ кВт},$$

де потужність головного приводу (двигуна)  $N_{\text{дв}} = 1,5$  кВт;

ККД приводу  $\eta = 0,8$  ([1], с.95).

$$N_c = 1,5 \cdot 0,8 = 1,2 \text{ кВт},$$

$N_p = 0,7$  кВт – за потужністю верстат працездатний.

Основний технологічний час:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S} = \frac{34}{0,19 \cdot 400} = 0,45 \text{ хв.},$$

де  $L = l + l_1 + l_2$ , мм;  $L = 28 + 6 = 34$  величина на врізання і перебіг свердла

$L = 9$  мм – довжина різання.

$$l_1 + l_2 = 1,5 + 0 = 1,5 \text{ ([12], с.374 П4, Л2)}.$$

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.11 – Зведена таблиця режимів різання та основного часу

№ опер. переробки	Назва та зміст операції	D або B обробки	Довжина		Глибина	Подача		Швидкість різання		Частота обертання шпинделя		Потужність		i	T <sub>o</sub> , хв.	
			l	L		t	S <sub>o</sub>	S <sub>x</sub>	V <sub>p(D)</sub>	V <sub>np</sub>	n <sub>p</sub>	n	N <sub>pis</sub>			N <sub>o</sub>
<b>005</b>	<b>Фрезерно-центрувальна</b>															
1	Фрезерувати пов. 2, 10	100	38,8	53,8	1,5	1,1	400	135	112	430	358	7,46	10	1	0,13	
2	Центрувати пов. 2, 10	6,3	9	10,5	3,15	0,14	-	15	14	758	712	0,32	2,2	1	0,11	
<b>010</b>	<b>Токарна з ЧПК</b>															
1	Точити поверхню 6, 5 (начорно)	38,8	221	223	1,425	0,42	-	199	170	1633	1400	3,4	7,1	1	0,37	
2	Точити поверхню 6, 5 (начисто)	35,78	221	223	0,475	0,25	-	320	224	2848	2000	2,4	7,1	1	0,446	
3	Точити поверхню 8	35	3,5	5,5	3	0,12	-	311,5	219,8	2834	2000	3,4	7,1	1	0,023	
4	Точити поверхню 9	35	2	4	2	0,25	-	167	153,86	1519	1400	1,7	7,1	1	0,011	
5	Точити поверхню 1	40	2	4	2	0,25	-	167	175,84	1329	1400	1,7	7,1	1	0,011	
<b>015</b>	<b>Вертикально-фрезерна</b>															
1	Фрезерувати пов. 14, 15, 16	155	35	54,5	2,6	2,08	520	155	133,45	290	250	2,7	3	1	0,1	

продовження таблиці 1.11

№ опер. пере-ходу	Назва та зміст операції	D або B обробки	Довжина		Глибина	Подача		Швидкість різання		Частота обертання шпинделя		Потужність		То, хв.
			l	L		t	S <sub>o</sub>	S <sub>x</sub>	V <sub>p(T)</sub>	V <sub>np</sub>	n <sub>p</sub>	n	N <sub>pis</sub>	
		мм	мм			мм/об	мм/хв	м/хв		хв <sup>-1</sup>		кВт		
<b>020</b>	<b>Горизонтально-фрезерна</b>													
1	Фрезерувати пов. 11, 12, 13	160/ 14	40	110	33	1,08	217	224	200,96	445	400	5,4	5,5	1 0,5
<b>025</b>	<b>Вертикально-свердлильна</b>													
1	Свердлити пов. 3	10	40	45	5	0,23	-	17,3	15,7	550	500	0,7	1,5	1 0,39
2	Зенкерувати пов. 17,18	15	2,5	3,5	2,5	ручна	-	17,3	16,7	367	355	0,7	1,5	2 0,09
<b>030</b>	<b>Вертикально-свердлильна</b>													
1	Свердлити пов. 7	11	28	34	5,5	0,25	-	14	13,82	405	400	0,7	1,5	1 0,45

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

БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ

Арк.  
48

## 2.6 Нормування технологічної операцій.

Під технічно обґрунтованою нормою часу розуміється час, необхідний для виконання заданого об'єму роботи при певних умовах роботи із найбільш ефективному використанні всіх засобів виробництва.

В середньосерійному виробництві призначеному для штучно-калькуляційного часу:

Штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт.к} = T_{шт} + \frac{T_{н.з}}{n_d} \text{ хв.},$$

Штучний час  $T_{шт} = T_{оп} + T_{обс} + T_{пер} \text{ хв.},$

Оперативний час  $T_{оп} = T_o + T_\delta \text{ хв.},$

$n_d$  – число деталей в партії;  $n_d = 34$  шт.

Допоміжний час  $T_\delta = T_{вст} + T_{упр} + T_{вим} \text{ хв.},$

де,  $T_{вст}$  – час на встановлення та зняття деталі, хв.;

$T_{упр}$  – час на управління верстатом, хв.;

$T_{вим}$  – час на вимірювання, хв.;

$T_{обс}$  – час на обслуговування робочого місця, хв.;

$T_{пер}$  – час нормованих перерв, хв.;

Як правило,  $(T_{обс} + T_{пер})$  задають в процентах від оперативного часу,

$$(P_{обс} + P_{пер}).$$

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

$$T_{н.з} = T_{н.з1} + T_{н.з2} \text{ хв.},$$

де,  $T_{н.з1}$  – час на комплекс прийомів на наладку верстата, пристрою, інструменту, хв.;

$T_{н.з2}$  – час на прийоми, що не ввійшли в  $T_{н.з1}$ , хв., – до нього відноситься час на отримання до початку роботи і здачі в її кінці тех.документації, інструментів, пристроїв і інструктаж майстра, тощо.

Приклад визначення норм часу.

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### Операція №030. Вертикально-свердлильна

Початкові дані:

$$T_o = 0,45 \text{ хв.}$$

Маса деталі на операції  $M_d = 1,4$  кг.

Одночасно оброблюється 1 деталь.

Час на встановлення деталі:  $t_{вст} = 0,31$  хв. ([21], с. 76).

Час на очищення пристрою від стружки щіткою:  $t_{оч} = 0,11$  хв. ([21], с. 77).

Час на закріплення заготовки важелем пневмозатиску:  $t_{закр} = 0,03$  хв. ([12], с. 707, т.143).

$$T_{вст} = 0,31 + 0,11 + 0,03 = 0,45 \text{ хв.}$$

Час пов'язаний з переходом  $T_{пер} = 0,11$  хв. К18 Л2 П56 [21]

Часи які не ввійшли в комплекс:

Зміна кількості обертів шпинделя 0,07 К31 ст. 108 [21]

Зміна величини і напрямку подачі 0,08 П16 К31 ст. 108 [21]

Ввімкнути гальма шпинделя 0,07 К31 ст. 108 [21]

Час на вимірювання:  $T_{вим} = 0,1$  хв. К86, л1, ст. 185 [21]

Знаходимо коефіцієнт періодичності промірів  $K_v = 0,5$  к87 л1 ст. 200 [21]

Таким чином час на вимірювання становить:

$$T_{вим} = 0,1 \cdot 0,5 = 0,05 \text{ хв.}$$

Знаходимо допоміжний час без поправочного коефіцієнта, що залежить від величини партії деталей

$$T'_{дон} = T_{уст} + T_{пер} + T_{нк} + T_{вим} \text{ хв.,}$$

$$T'_{дон} = 0,45 + 0,11 + 0,07 + 0,08 + 0,05 = 0,83 \text{ хв.,}$$

Знаходимо коефіцієнт, що залежить від величини партії деталей

$K=1$  к.1 ст. 31, таким чином допоміжний час:

$$T_{дон} = T'_{дон} \cdot K = 0,83 \cdot 1 = 0,83 \text{ хв.,}$$

Величина оперативного часу

$$T_{оп} = T_o + T_{дон}$$

$$T_{оп} = 0,83 + 0,45 = 1,28 \text{ хв.}$$

Знаходимо час на обслуговування робочого місця

$$a = 3,5 \text{ к.32 с. 110 [21]}$$

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{обс} = a \cdot T_{мон} / 100 \text{ хв.},$$

$$T_{обс} = 3,5 \cdot 1,28 / 100 = 0,0448 \text{ хв.}$$

Знаходимо час на відпочинок і особисті потреби

$$b=4 \quad \text{ст. 203 к. 88[21]}$$

$$T_{відп} = b \cdot \frac{T_{он}}{100} = 4 \cdot 1,28 / 100 = 0,0512 \text{ хв.}$$

Знаходимо величину штучного часу:

$$T_{шт} = T_{відп} + T_{он} + T_{обс} = 1,28 + 0,0448 + 0,0512 = 1,376 \text{ хв.},$$

Визначаємо величину підготовчо-заключного часу

$$T_{пз} = 7 \text{ хв.} \quad \text{К28 ст. 100 П10 [21]}$$

Штучно-калькуляційний час

$$T_{шт.к} = T_{шт} + \frac{T_{п.з}}{n} \text{ хв.},$$

$$T_{шт.к} = 1,376 + \frac{7}{270} = 1,402 \text{ хв.},$$

Аналогічно проводимо розрахунки на інші операції, елементи і результати розрахунків заносимо в таблицю 1.12

Таблиця 1.12 – Нормування технологічного часу

№ операції	Назва операції	$T_0$ , хв.	$T_d$ , хв.	$P_{обс} + P_{пер}$ , %	$T_{шт}$ , хв.	$T_{п.з}$ , хв.	$T_{шт.к}$ , хв.
005	Фрезерно-центрувальна	0,24	0,87	7,5	1,19	10	1,23
010	Токарна з ЧПК	0,861	0,28	8	1,23	29,3	1,34
015	Вертикально-фрезерна	0,1	0,99	7	1,17	10	1,21
020	Горизонтально-фрезерна	0,5	0,37	7	0,93	19	1,0
025	Вертикально-свердлильна	1,29	1,53	6	2,99	7	3,02
030	Вертикально-свердлильна	0,45	0,83	6	1,376	7	1,402
Разом							9,202

### 3 Проектування технологічної оснастки

#### 3.1 Пристрій свердлильний

Вихідні дані:

деталь Палець 25 06 18 встановлюється на призми з кутом  $\alpha=90^\circ$ .

Діаметр свердла  $D_c=11$  мм,

Свердло 2317-0005 P6M5 ГОСТ14952-75,

стійкість 60 хв.,

глибина різання  $t=5,5$  мм,

подача  $S_0=0,19$  мм/об,

швидкість різання 13,82 м/хв.,

частота обертів шпинделя  $n=400$  хв-1.

Деталь встановлюється в призми в вертикальному положенні, при цьому на рухомій правій призмі є пружний елемент, який орієнтує деталь, тобто розташування лиски відносно отвору, крім того інструмент орієнтується за допомогою кондукторної втулки. При подачі повітря в пневмокамеру, поршень рухається ліворуч і притискає деталь до призматичної поверхні, утримуючи її в постійному положенні під час процесу обробки, розтискання деталі відбувається подачею повітря в без штокову частину пневмоциліндра, таким чином розтискаючи її.

#### 3.1.1 Розрахунок сили затиску і визначення основних параметрів

##### механізму затиску свердлильного пристрою

Наведемо розрахункову схему та основні дані, отримані на попередніх розрахунках:

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 11^1 \cdot 0,19^{0,7} \cdot 1,54 = 3602,05 \text{ Н}$$

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

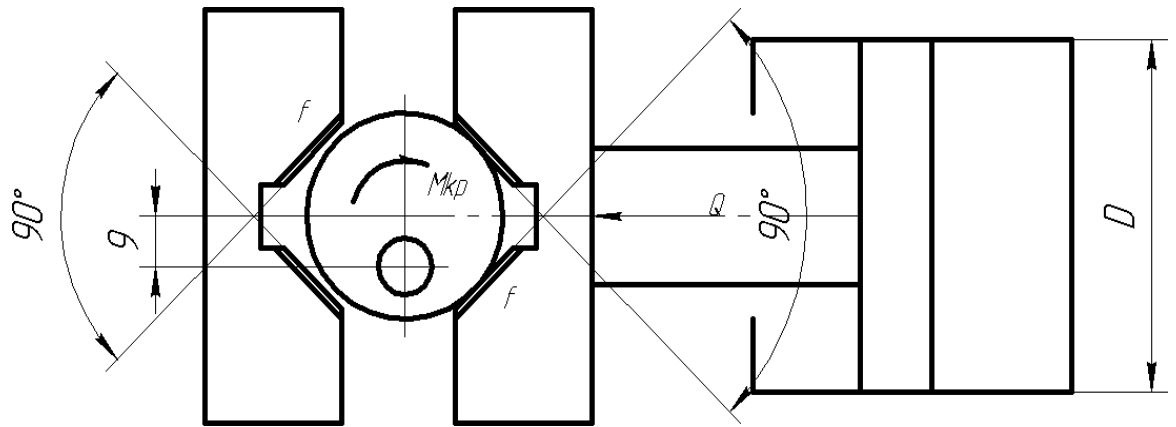


Рисунок 4 – Розрахункова схема

Визначаємо силу затиску за формулою:

$$Q = \frac{K \cdot M_{кр} \cdot \sin \alpha / 2}{f_1 D_3} \text{ Н}$$

$M_{кр} = P \cdot l$ , де  $P$  - осьова сила,  $l$  - плече, 9 мм,  $D_3 = 35$  мм.

$$M_{кр} = 9 \cdot 3602,05 = 32418,45 \text{ Н} \cdot \text{мм} = 32,41845 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Враховуючи коефіцієнт запасу:

При розрахунку сил затиску застосовується коефіцієнт запасу ([5], с.84, табл.9):

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

$K_1$  - коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання через випадкові нерівності на оброблюваних поверхнях:  $K_1 = 1,2$  - при чорновій обробці,  $K_1 = 1,0$  - при чистовій обробці;

$K_2$  - коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання внаслідок затуплення різального інструменту: , при свердлінні для сталі  $K_2 = 1,6$ , при свердлінні, при врахуванні  $M_{кр}$  -  $K_2 = 1,15$ ;

$K_3$  - коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання за рахунок переривчастого різання. При переривчастому різанні та при свердлінні  $K_3 = 1,2$ ;

$K_4$  - коефіцієнт, що враховує постійність сили закріплення в затискаючому механізмі. Для пневмо - та гідроциліндрів подвійної дії  $K_4 = 1,0$ ; для пневмо - та гідроциліндрів односторонньої дії  $K_4 = 1,3$ ;

									Арк.
									53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ				

$K_5$  - коефіцієнт, що враховує ергономіку ручних затискних механізмів. При зручному розміщенні рукояток та куті повороту до  $90^\circ$  -  $K_5=1,0$ ;

$K_6$  - коефіцієнт, що враховується тільки при наявності моментів, що стараються повернути встановлену на опори заготовку. При опорах-пластинах  $K_6=1,6$ ; при опорах циліндричних -  $K_6=1,0$ .

Якщо  $K < 2,5$ , то приймають  $K = 2,5$ ;

$f$  - коефіцієнт тертя в місцях контакту заготовки з опорами та затискними елементами. Вибирається за таблицею 10 ([5], с.85).

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,15 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,484,$$

Тоді:

$$Q = \frac{32,41845 \cdot \sin 45^\circ \cdot 2,484}{0,16 \cdot 0,035} = 10168,12 \text{ Н}$$

Визначаємо діаметр циліндра з формули:

$$Q = \frac{\pi \cdot D_{ц}^2}{4} \cdot q,$$

де,  $q$ - тиск в мережі =  $0,4 \dots 0,6$  МПа

$\pi$  – константа =  $3,14$ .

$$D_{ц} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi q}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10168,12}{\pi \cdot 0,6}} = 146,9 \text{ мм}$$

Приймаємо згідно з ГОСТ1250-84 діаметр циліндра  $D_{ц} = 150$  мм.

Найбільше застосування пневмокамери діаметром 150, 200, 230, 250 мм

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.1.2 Розрахунок слабкої ланки механізму і точності пристрою

В спроектованому пристрої опора поз. 24 на розтяг, що показано на рисунку 5

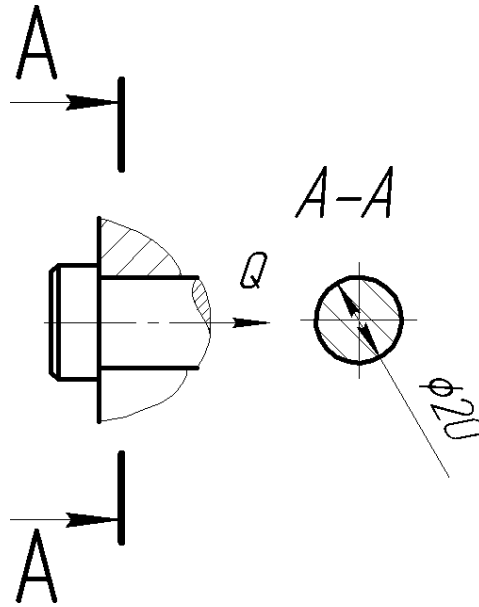


Рисунок 5- Схема опори

Умова міцності на розтяг:

$$\sigma < [\sigma],$$

де  $[\sigma]$  – допустима напруга на розтяг. Для сталі приймаємо  $[\sigma] = 1100$  МПа

$$\sigma = \frac{Q}{F} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2},$$

Умова витримується:  $172,8 < 1100$  МПа

Похибку базування можна визначити за наступною формулою:

$$E_{\delta} = 1,21 \cdot TД [12] \text{ ст. 123}$$

(для кута призми  $\alpha = 90^\circ$ ), де  $TД$  - допуск на зовнішню циліндричну поверхню, на яку деталь установлюється на призму  $TД = 0,160$  мм.

Похибка базування буде дорівнювати:  $E_{\delta} = 1,21 \cdot 0,16 = 0,1936$  мм, що менше за допуск на оброблювану поверхню 3,  $TД = 0,36$  мм ( $\varnothing 10$ , зміщення від осі 9 мм).

									Арк.
									55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ				

## 3.2 Пристрій контрольний

Призначений для контролю співвісності бічних поверхонь паза, складається з плити, на якій розміщується центр - жорсткий, а також дві стійки, одна з яких призначена для кріплення індикатора 15, а друга - для фіксації деталі під час контрольних промірів. Принцип роботи такий: спочатку пристрій налагоджують за допомогою мірних пластинок або деталі - еталону, потім здійснюють виміри інших деталей, попередньо закріпивши їх в пристрої, міряють одну сторону паза. Потім деталь розкріпляють, повертають в потрібне положення, фіксують, заміряють іншу сторону паза, результати показів сторін додають і ділять на два. Деталь вважається придатною, якщо різниця показів не перевищує 1 мм.

Сумарна похибка вимірювання за методикою с. 551 ([6]):

$$U_{\Sigma} = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + U_4^2 + U_5^2 + U_6^2} \text{ мкм}$$

де  $U_1$  – похибка засобів вимірювання,

$$U_1 = \sqrt{U_{1.1}^2 + U_{1.2}^2};$$

$U_{1.1} = 0,0018$  ([6], с. 562) – похибка індикатора;

$U_{1.2} = 0,0017$  ([5], табл.6, с. 562) – налагодження на розмір.

$$U_1 = \sqrt{0,0018^2 + 0,0017^2} = 0,0025;$$

де  $U_2$  – похибка методу вимірювання,

$$U_2 = \sqrt{U_{2.1}^2 + U_{2.2}^2 + U_{2.3}^2 + U_{2.4}^2 + U_{2.5}^2 + U_{2.6}^2};$$

$U_{2.1} = 0,16$  – похибка базування;

$U_{2.2} = 0$  – похибка від неповного охоплення вимірюваної поверхні;

$U_{2.3} = 0$  – похибка від невиключеного впливу шорсткості вимірюваної поверхні;

$U_{2.4} = 0$  – похибка від невиключеного впливу відхилення вимірюваної поверхні;

$U_{2.5} = 0$  – похибка від нестабільного характеру вимірювання відхилення форми та розташування;

$U_{2.6} = 0$  – інші невиявлені похибки;

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$U_2 = \sqrt{0,16^2} = 0,16 \text{ мм};$$

$U_3 = 0$  – температурна похибка;

$U_4 = 0$  – похибка від вимірюваного зусилля;

$U_5$  – суб'єктивна похибка оператора, залежить від досвіду і кваліфікації.

Приймаємо 1 поділку індикатора,  $U_5 = 0,001$  мм.

$U_6 = 0$  – інші невиявлені похибки;

$$U_{\Sigma} = \sqrt{0,0025^2 + 0,16^2 + 0,001^2} = 0,160023$$

$$U_{\Sigma} = 0,160023 \text{ мкм}$$

Визначення придатності деталі:

$$T_{\text{вим}} = T_{\text{д}} - U_{\Sigma} \text{ мм},$$

де  $T_{\text{д}}$  – допуск деталі, мм;  $T_{\text{д}} = 1$  мм;

$$T_{\text{вим}} = 1 - 0,160023 = 0,839977 \text{ мм}.$$

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 4 Розробка керуючої програми для верстату з ЧПК

Розробка керуючої програми для верстату з ЧПК є важливим етапом технологічної підготовки виробництва. Це є досить трудомістким процесом, тому великою перевагою є використання автоматизованих систем (САМ-систем) для даних робіт. Для розробки керуючої програми на операції токарної обробки пальця було використано систему СПРУТ-САМ. Початковою інформацією для виконання розрахунків є тривимірна модель деталі, яка записана в універсальному форматі та імпортується в систему (рисунок 6).

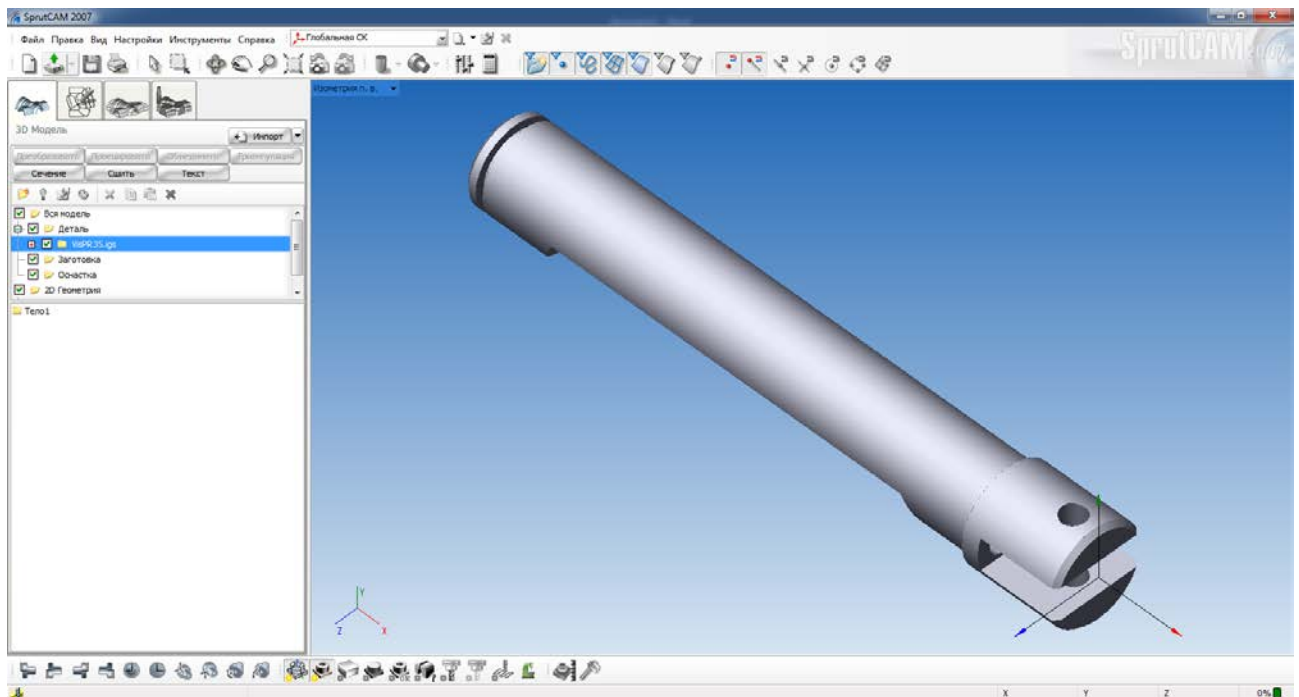


Рисунок 6 – Модель деталі, імпортована в систему

Так як заготовка – круглий прокат, то її задаємо в системі як циліндр навколо деталі (рисунок 7). Операції обробки вибираємо зі списку операцій, які висвітлює система відповідно до вибраного виду обладнання. Хід проведення розрахунків траєкторії обробки для створення керуючої програми показаний на рисунках 8 – 16.

										Арк.
										58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ					

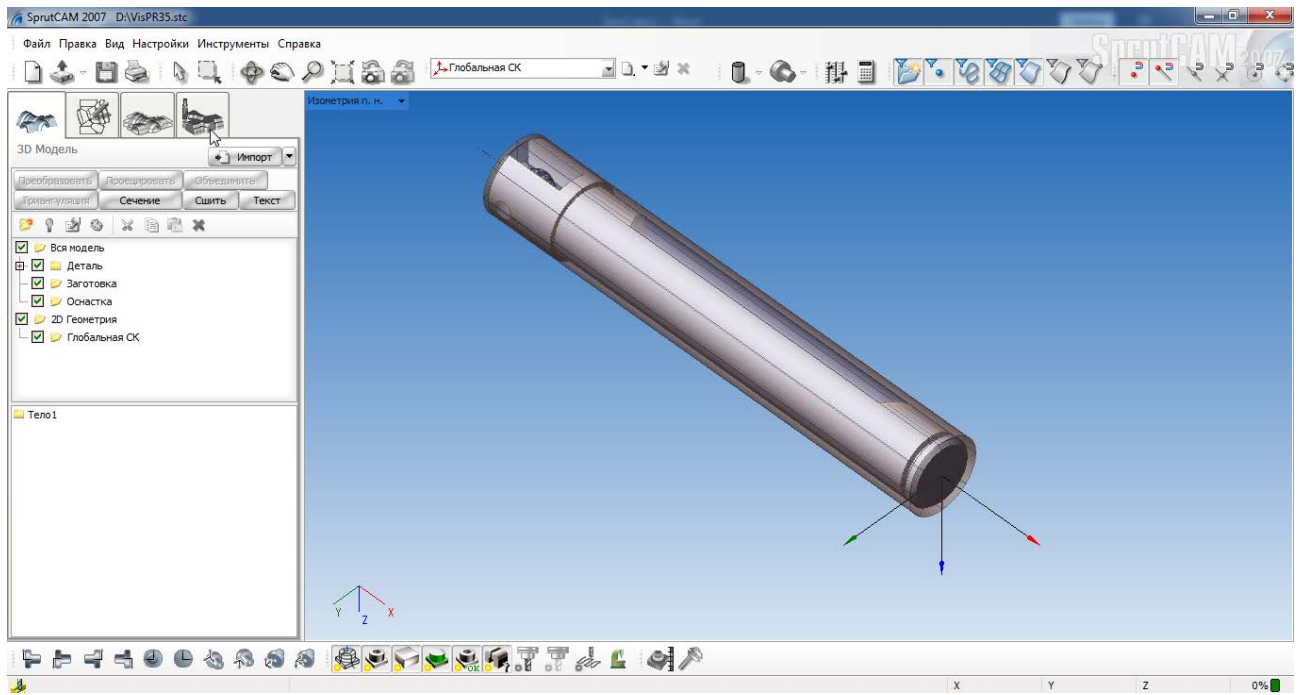


Рисунок 7 – Призначення заготовки

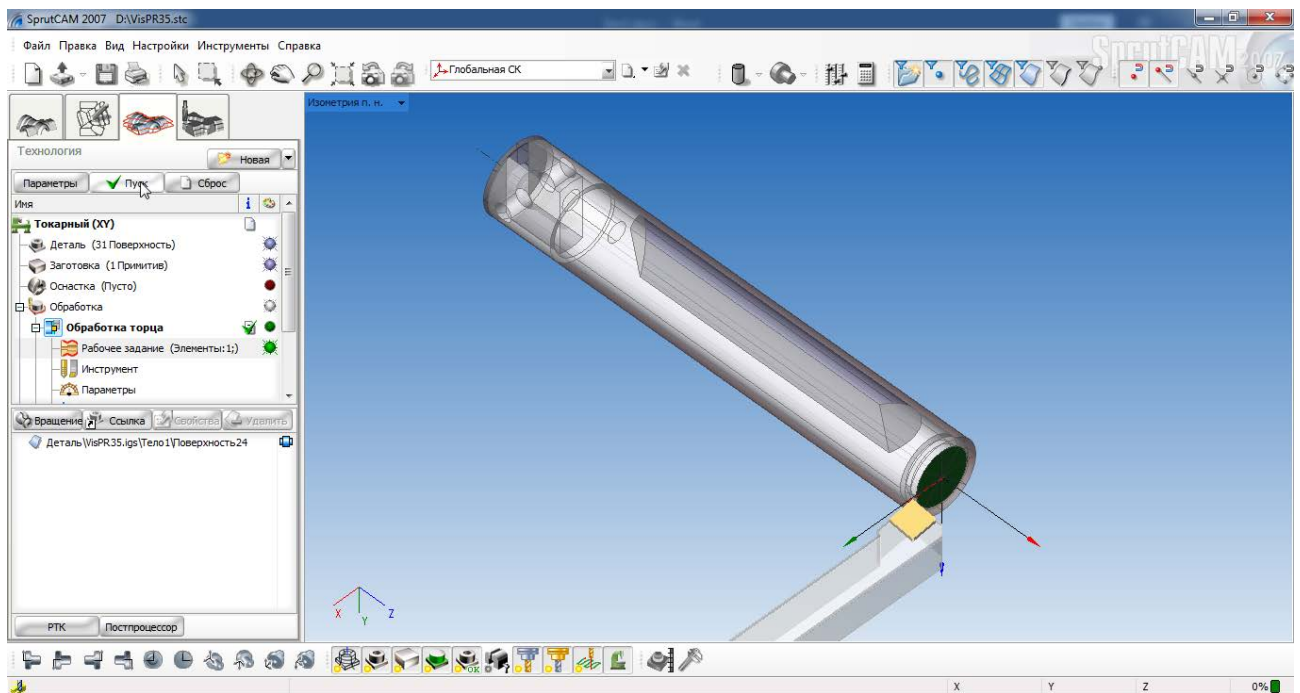


Рисунок 8 – Проектування операції обробки торця

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ

Арк.

59

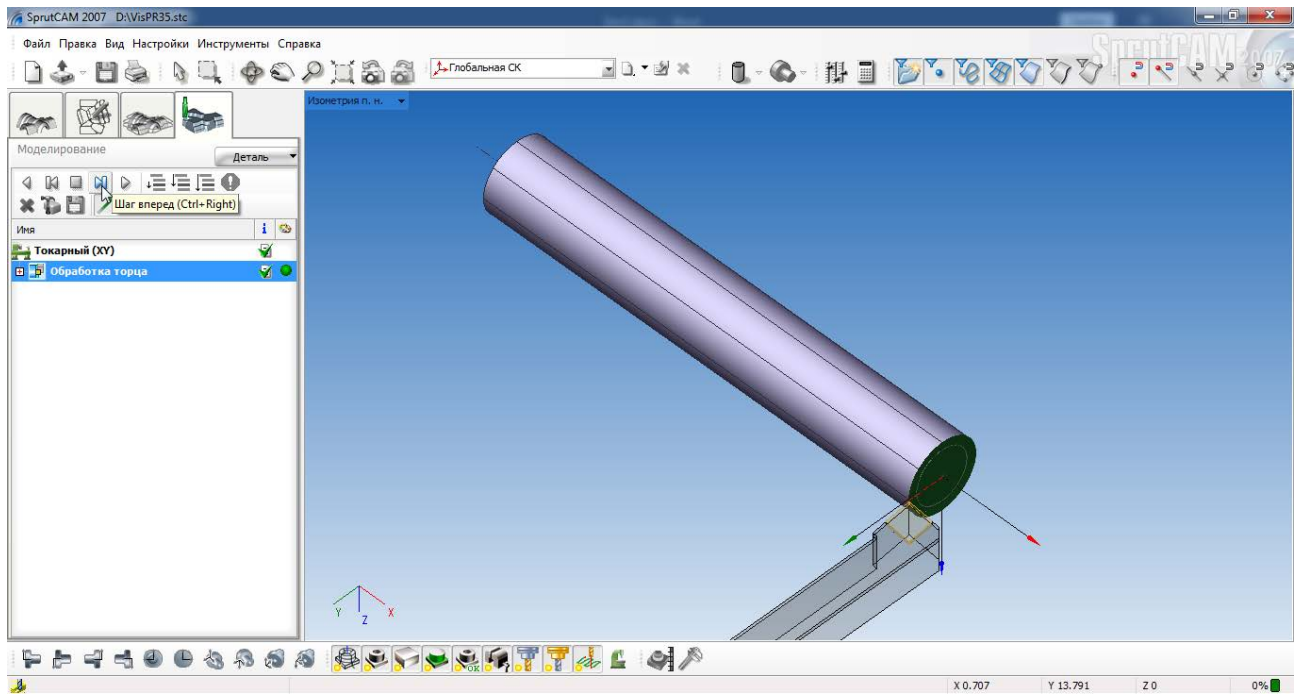


Рисунок 9 – Моделювання операції обробки торця

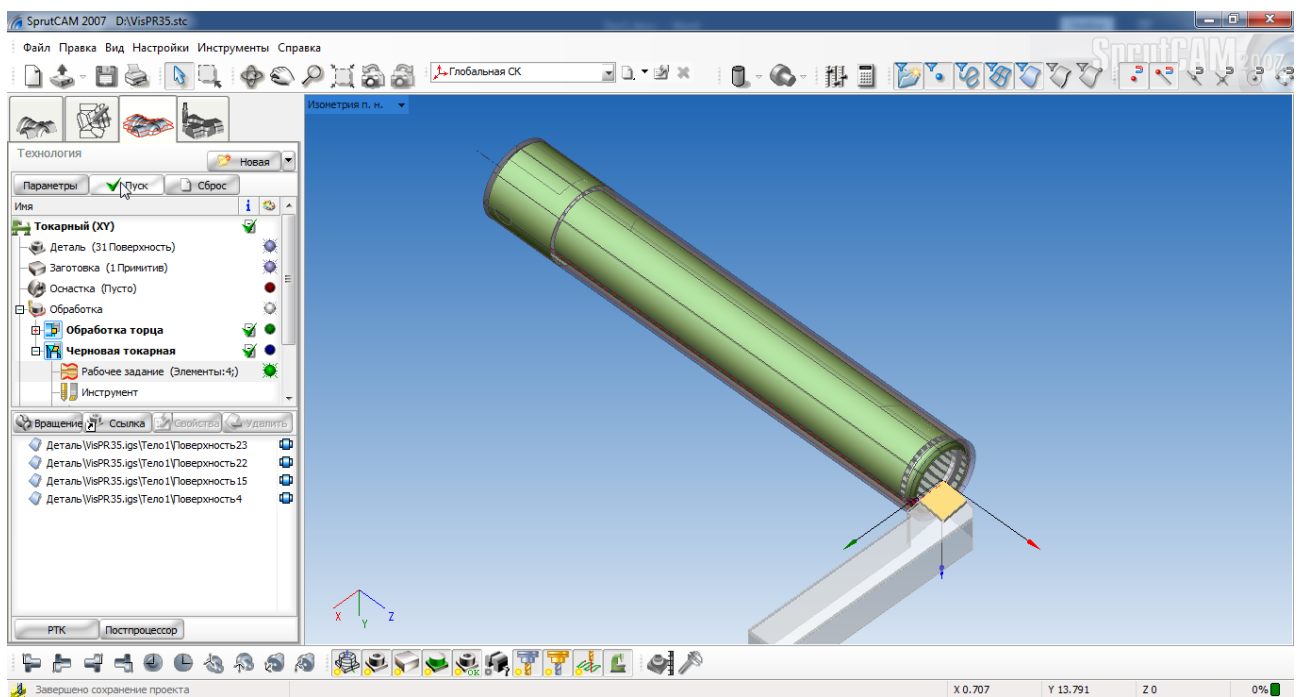


Рисунок 10 – Проектування операції чорнового точіння

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

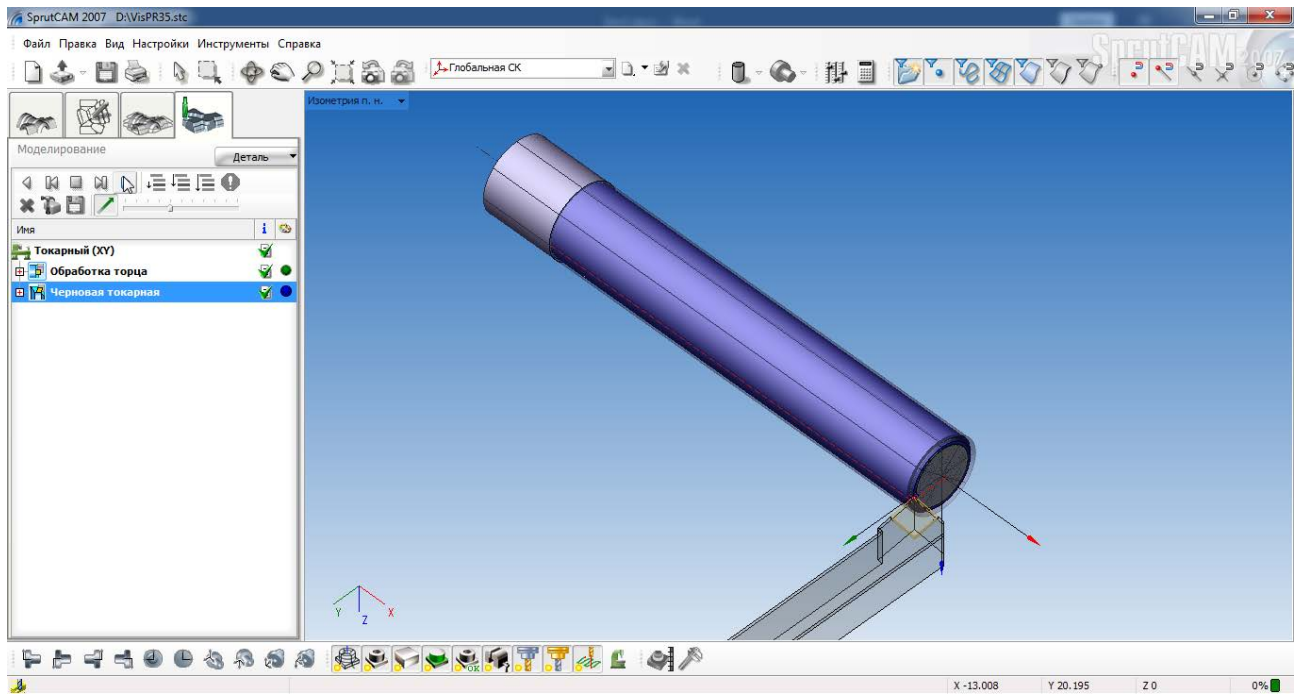


Рисунок 11 – Моделювання операції чорнового точіння

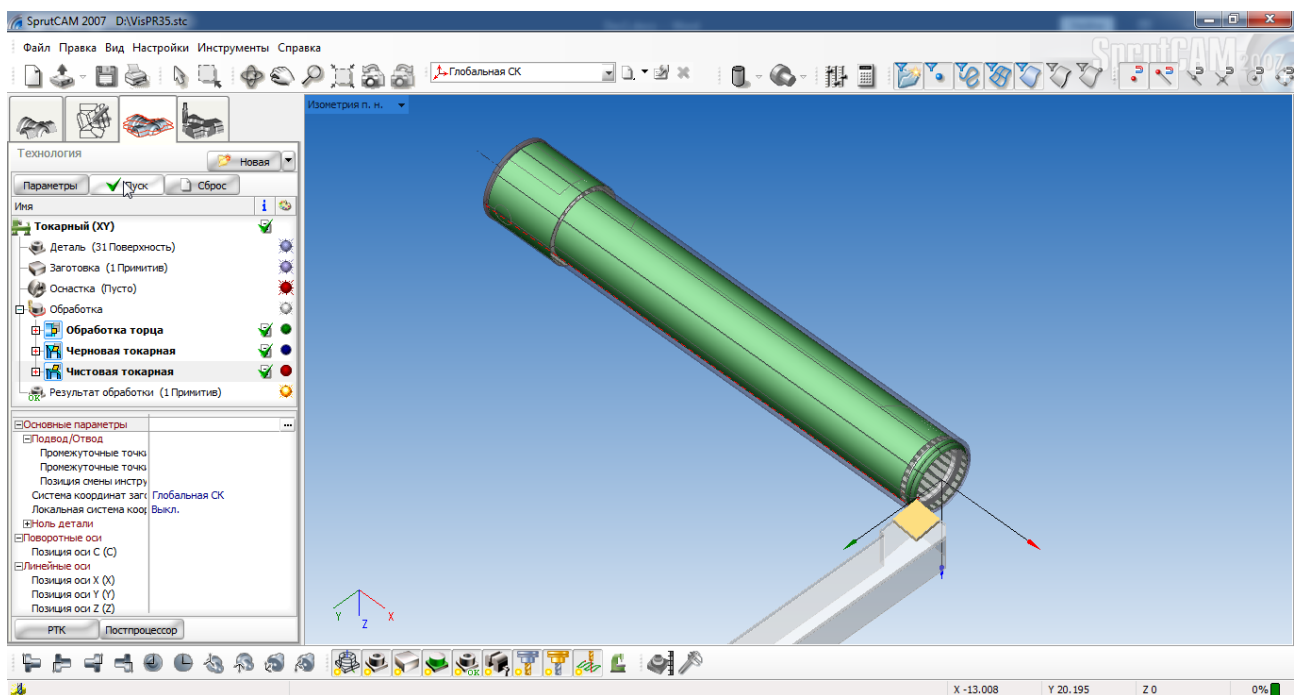


Рисунок 12 – Проектування операції чистового точіння

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ

Арк.

61

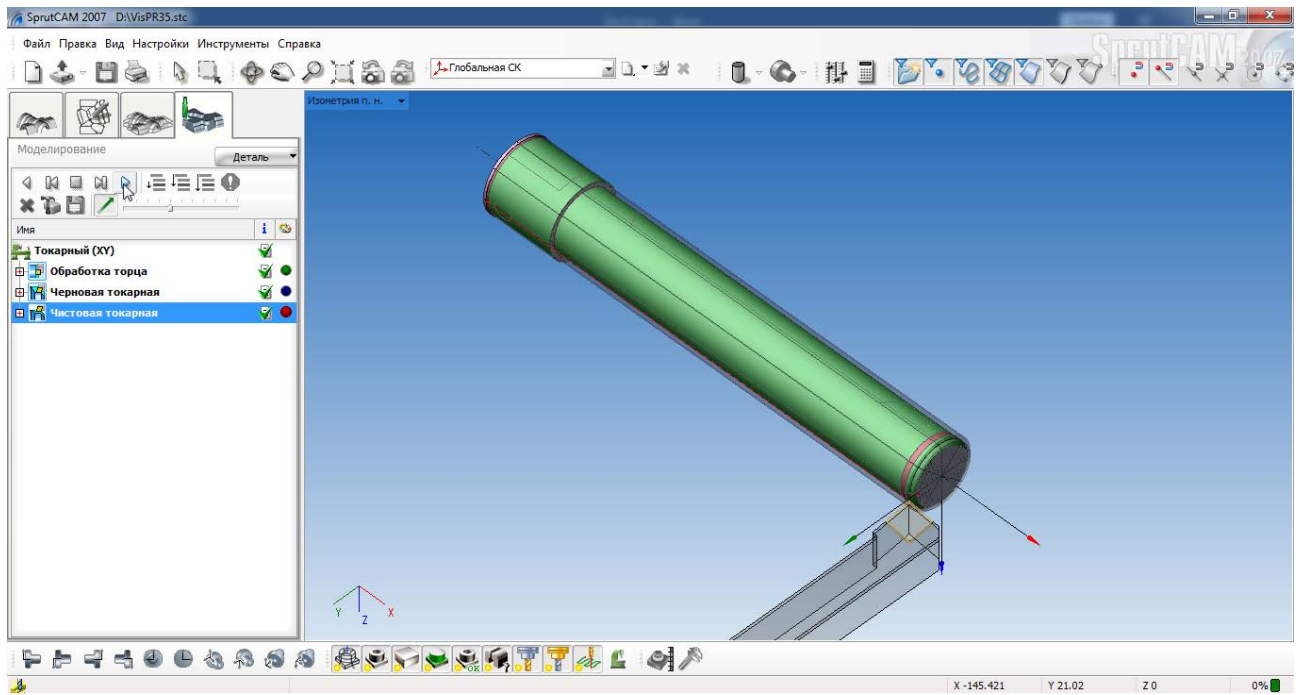


Рисунок 13 – Моделювання операції чистового точіння

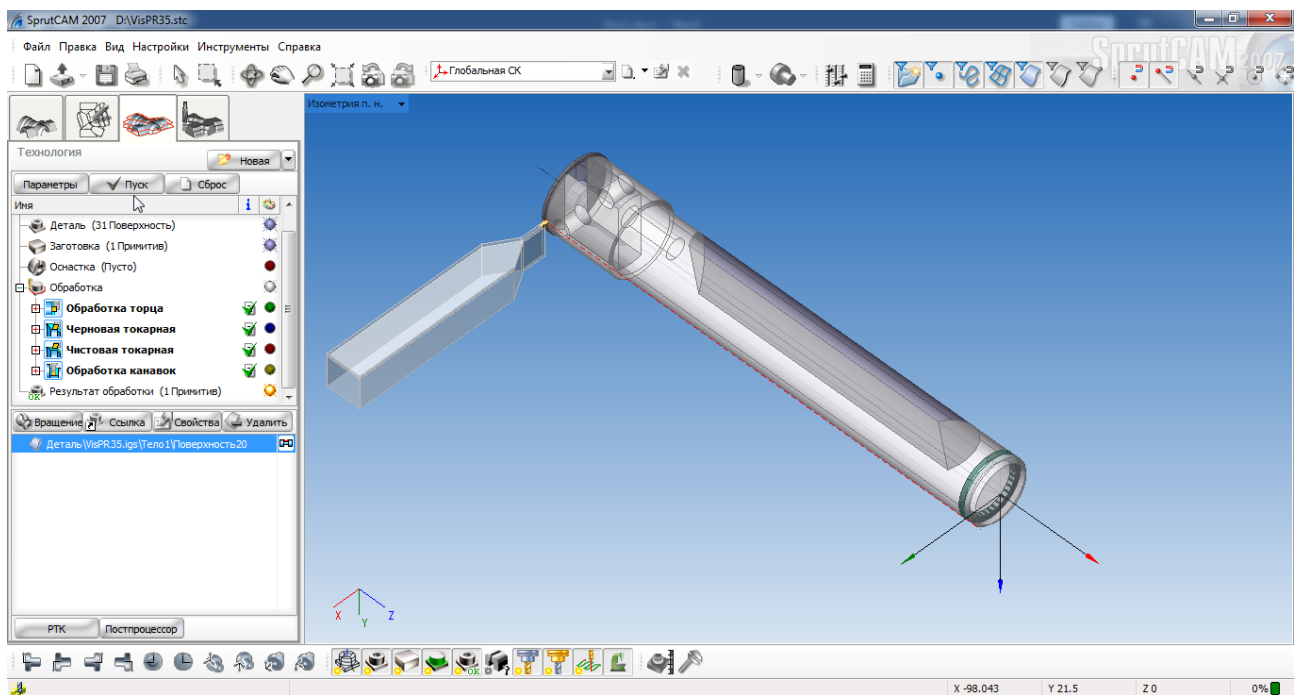


Рисунок 14 – Проектування операції точіння канавки

									Арк.
									62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ				

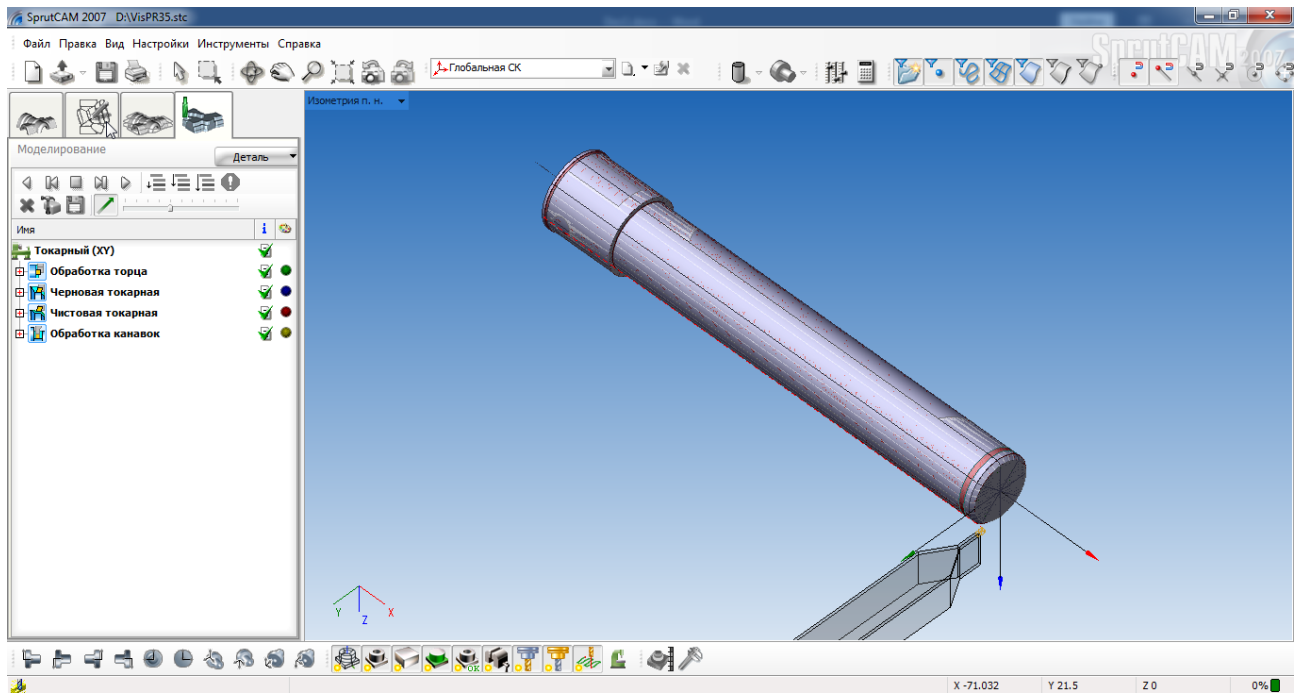


Рисунок 4.15 – Моделирование операции точиния канавки

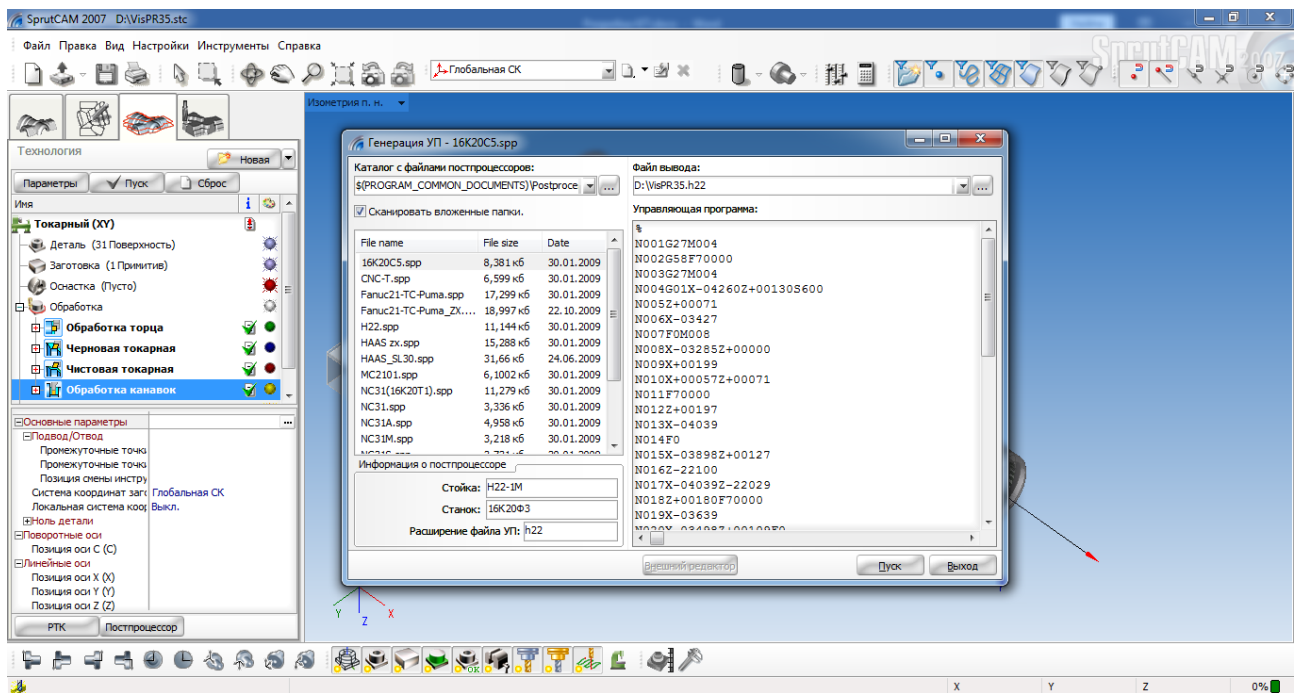


Рисунок 16 – Генерация керуючої програми

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ

Арк.

63

**Керуюча програма:**

%

N001G27M004

N002G58F70000

N003G27M004

N004G01X-04260Z+00130S600

N005Z+00071

N006X-03427

N007F0M008

N008X-03285Z+00000

N009X+00199

N010X+00057Z+00071

N011F70000

N012Z+00197

N013X-04039

N014F0

N015X-03898Z+00127

N016Z-22100

N017X-04039Z-22029

N018Z+00180F70000

N019X-03639

N020X-03498Z+00109F0

N021Z-00213

N022X-03639Z-00142

N023Z+00170F70000

N024X-03240

N025X-03098Z+00100F0

N026Z-00011

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

N027X-03240Z+00060

N028F70000

N029Z+00132

N030X-03096

N031F0

N032X-02954Z+00061

N033X-03096Z-00010

N034X-03488Z-00206

N035G03X-03500Z-00220I+00028K+00014

N036G01Z-22100

N037X-03960

N038G03X-04000Z-22120K+00020

N039G01Z-26002

N040X-04141Z-25931

N041F70000

N042X-04300

N043S000G25X+999999

N044G25Z+999999

N045M002

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Висновок

В даній бакалаврській роботі розроблено і обґрунтовано маршрутну технологію виготовлення деталі (Палець 25 06 18) в умовах середньосерійного виробництва.

В бакалаврській роботі проведено аналіз типового технологічного процесу та заготовки, в результаті чого обґрунтовано застосування більш економної заготовки, змінено маршрут обробки на більш раціональний; для проектного технологічного процесу, пораховані припуски, режими різання та норми часу.

Розроблено карту налагодження.

В конструкторській частині спроектовано засоби технологічного оснащення – пристрій свердлильний і пристрій контрольний.

Розроблено керуючу програму для верстату з ЧПК ,що містить опис автоматизованого розрахунку траєкторії руху інструментів та розробки керуючої програми для верстату з ЧПК, використаного в розробленому технологічному процесі, а також використано програмні комплекси, СПРУТ-САМ системи.

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Список використаних джерел

1. Панчук В.Г., Карпик Р.Т., Врюкало В.В., Одосій З.М. Бакалаврська робота: методичні вказівки. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2021. с.
2. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технолога машиностроения. - Минск: Высш. Школа, 1993. - 256с.
3. Руденко П.А. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні: Навчальний посібник. - Київ: Вища школа, 1993.-414с. і.
4. Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х т. Т.1 /Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К. Мещерякова. - М.: Машиностроение, 1985., 826с.
5. Одосій З. М., Войтенко П. І., Палійчук І. І., Копей В. Б. Технологічні основи машинобудування: Розрахунково-графічний практикум. - Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2019. - 56 с.
6. Обработка металлов резанием: Справочник технолога/Под редакцией АА. Панова - М.Машиностроение, 2004. - 736 с.
7. Режимы резания металлов: Справочник/ Под ред. Ю.Р. Барановского.М.: Машиностроение, 2015. - 344с.
8. ГОСТ 7505-80. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски.2010
9. Врюкало В. В. Системи комп'ютеризованої підготовки виробництва: Лабораторний практикум – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ. 2016. – 55 с.
10. Серебrenицкий П.П. Краткий справочник технолога-машиностроителя. /П.П. Серебrenицкий – СПб.: Политехника, 2007. – 951 с..
11. Сторож Б.Д., Карпик Р.Т. Розрахунок верстатних пристроїв на точність: Нач.посібник. - Івано-Франківськ: Факел, 1999, - 187с.
12. Панова А. А. Обработка металлов резанием: справочник технолога / [Панова А. А., Аникин В. В., Бойм Н. Г. та ін.] – Москва: Машиностроение, 2004.– 736 с.
13. ГОСТ 8522-79. Патроны сверлильные трехкулачковые. Основные размеры.
14. ГОСТ 2682-86. Оправки с конусом Морзе для сверлильных патронов. Конструкция и размеры.
15. Вардашкин Б. Н. Станочные приспособления. Том 2. / Вардашкин Б. Н., Данилевский В. В., Шатилов А. А. – Москва: Машиностроение, 1984 – 656 с.
16. Косиловой А. Г. Справочник технолога-машиностроителя В 2-х томах. Т.2 / Косиловой А. Г., Мещерякова Р. К. – Москва: Машиностроение, 1985 – 496 с
17. Яковлева В. И. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Ч-1. [2-е изд.] / Под ред. В. И. Яковлева – Москва: Машиностроение, 1994. – 406 с.

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

# ДОДАТКИ

					БДР.ПМК-164.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

БДР.ПМ-164.00.000

Перв. примен.

Справ. №

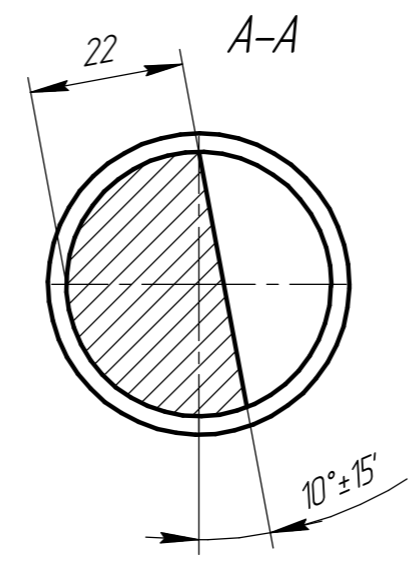
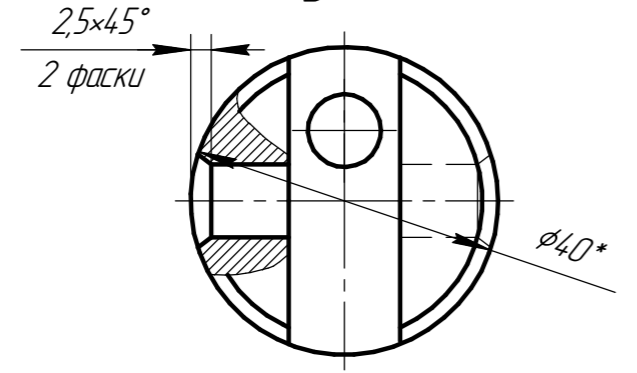
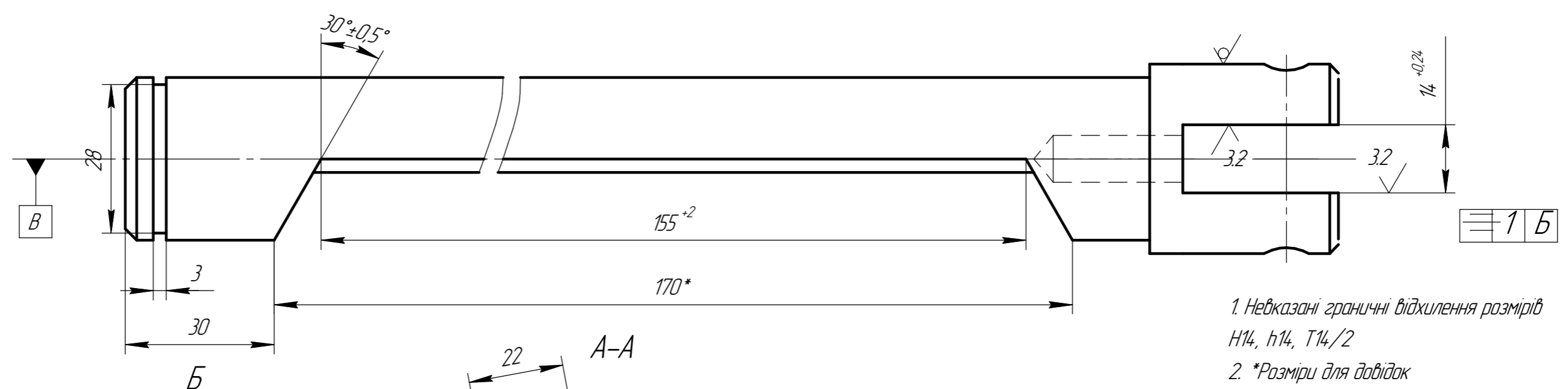
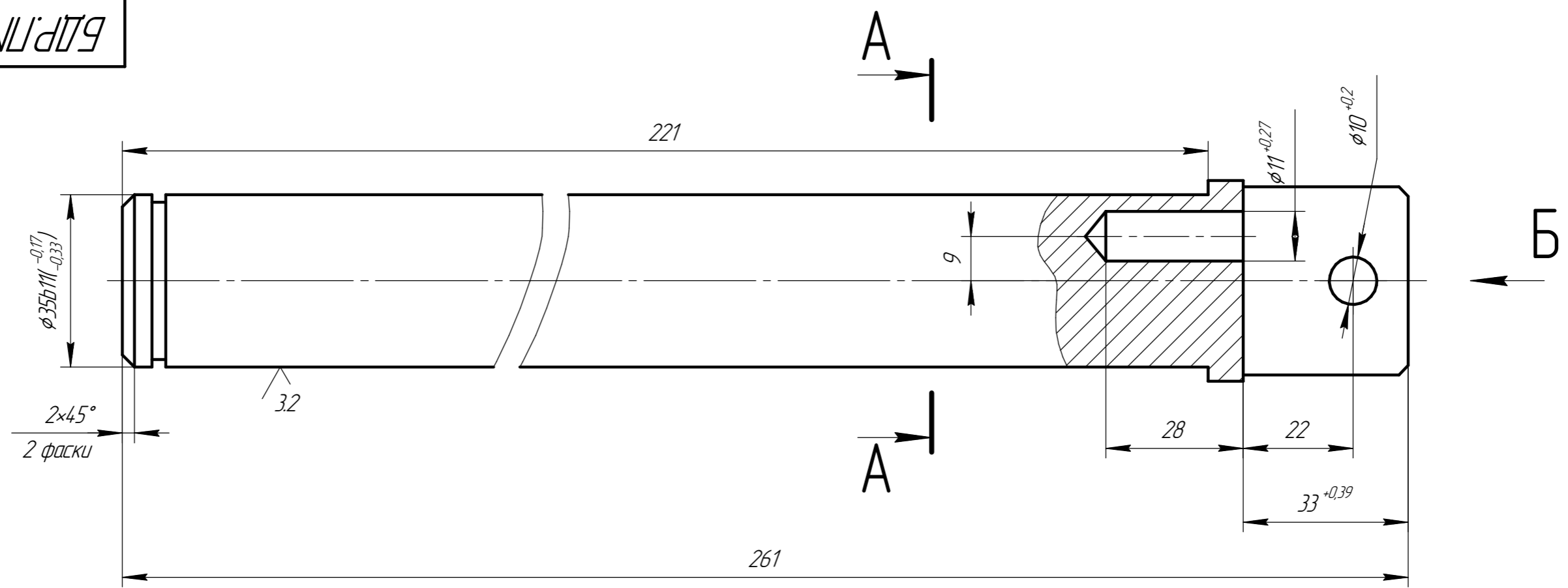
Подп. и дата

Инд. № дораб.

Взам. инв. №

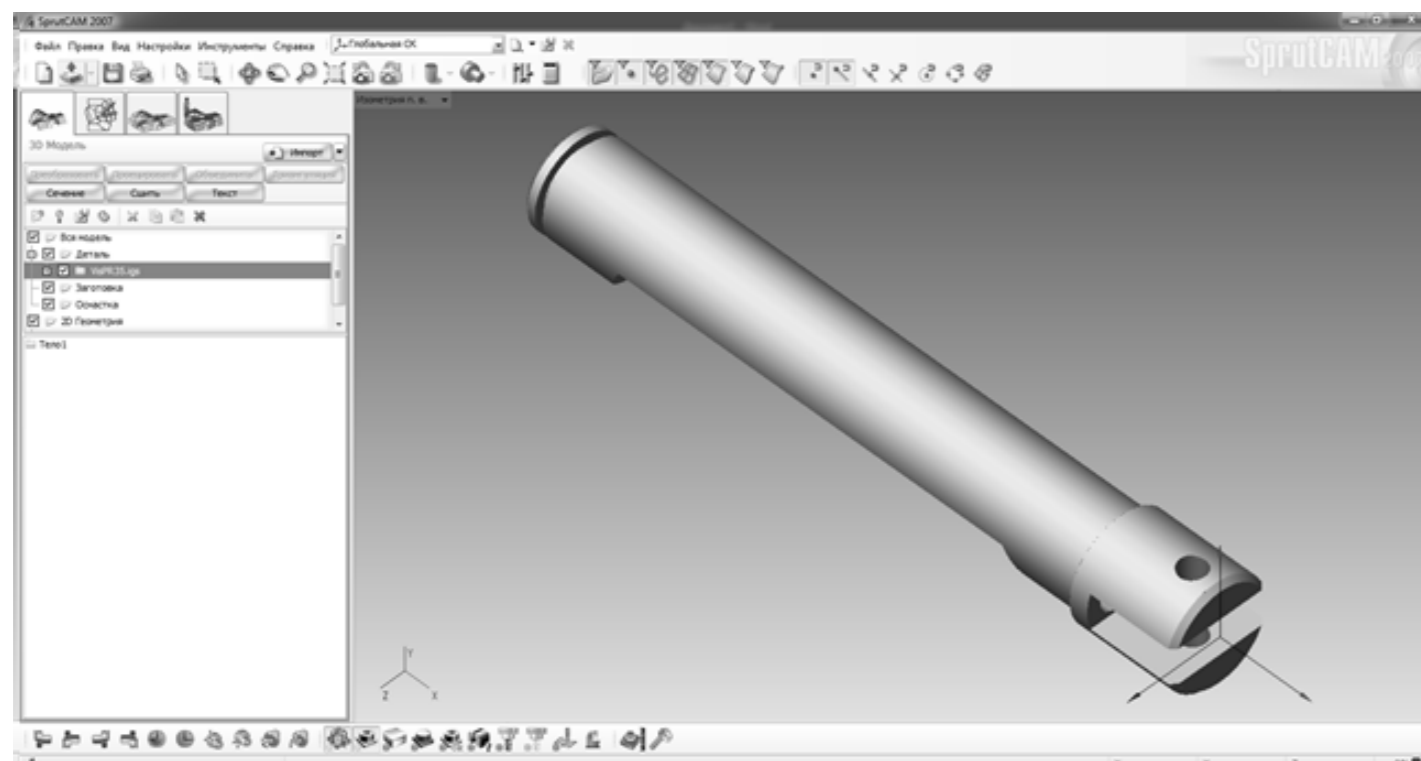
Подп. и дата

Инд. № подл.

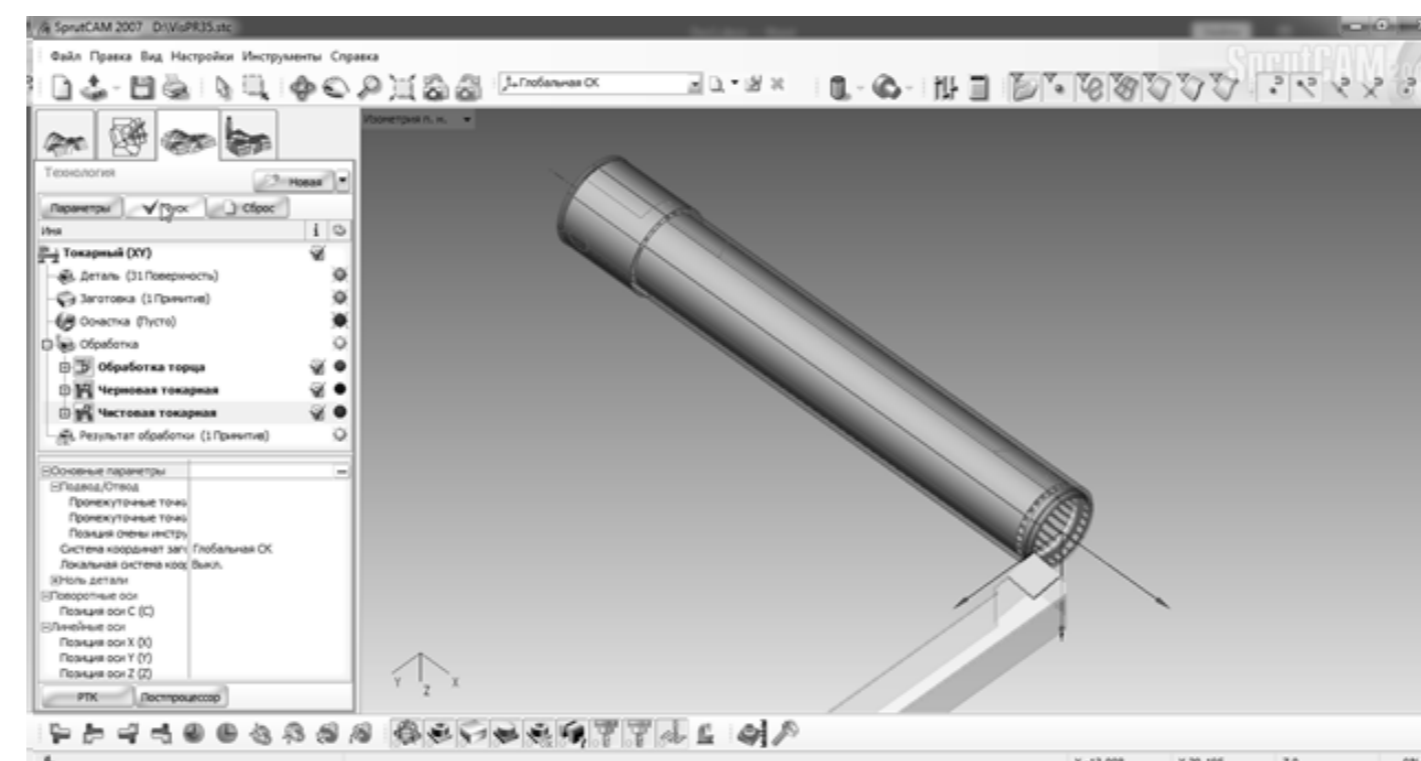


1. Неказані граничні відхилення розмірів  
H14, h14, T14/2  
2. \*Розміри для довідок

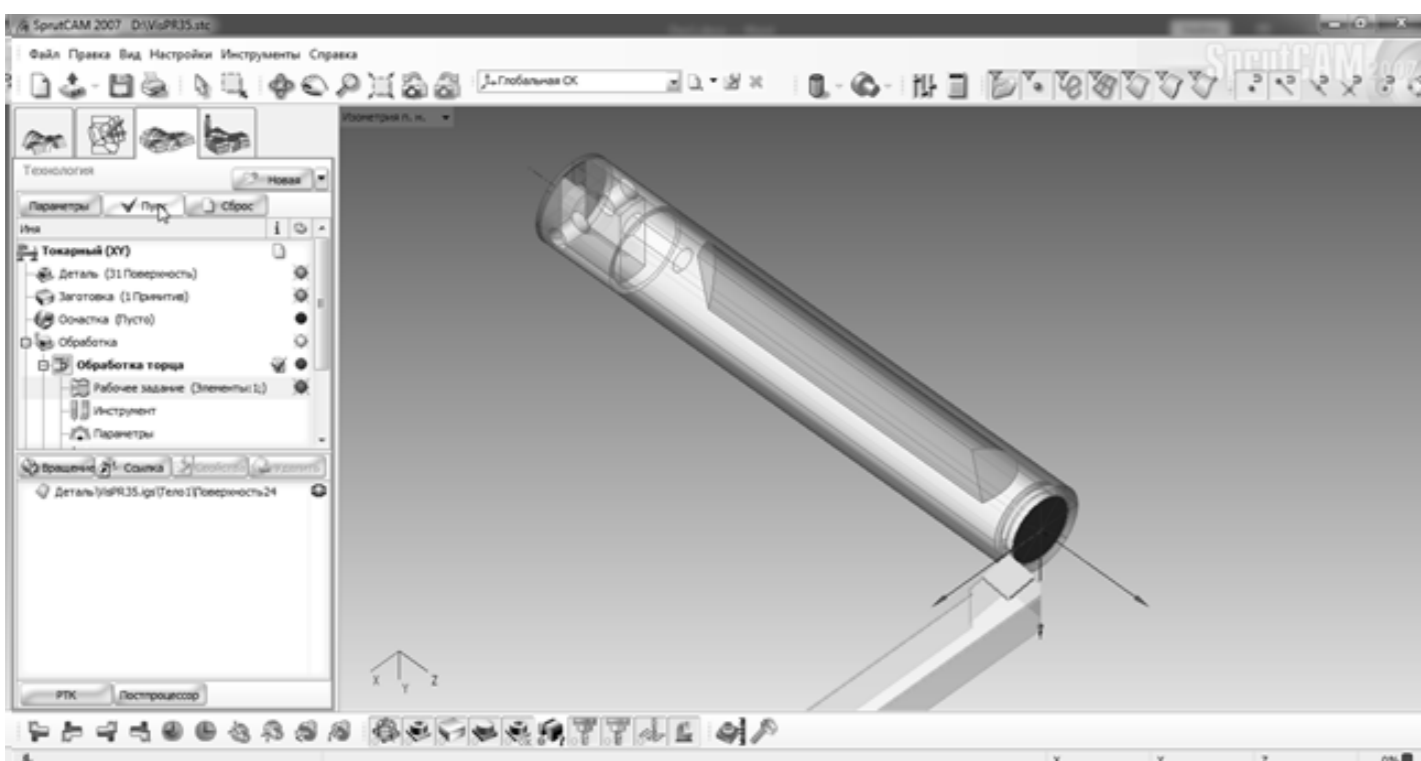
				<b>БДР.ПМ-164.00.000.</b>				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>Палець 25 06 18</b>	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Бахінський А.Т.					14	1:1
Проб.		Карлик Р.Т.				Лист	Листов	1
Т.контр.		Карлик Р.Т.			<b>Кругφ В40 ГОСТ 2590-71 Ст.3 ГОСТ 535-88</b>	<b>ІФНТУНГ ПМз-19-1К</b>		
Н.контр.		Карлик Р.Т.				<b>Формат А3</b>		
Утв.		Панчук В.Г.			<i>Копировал</i>			



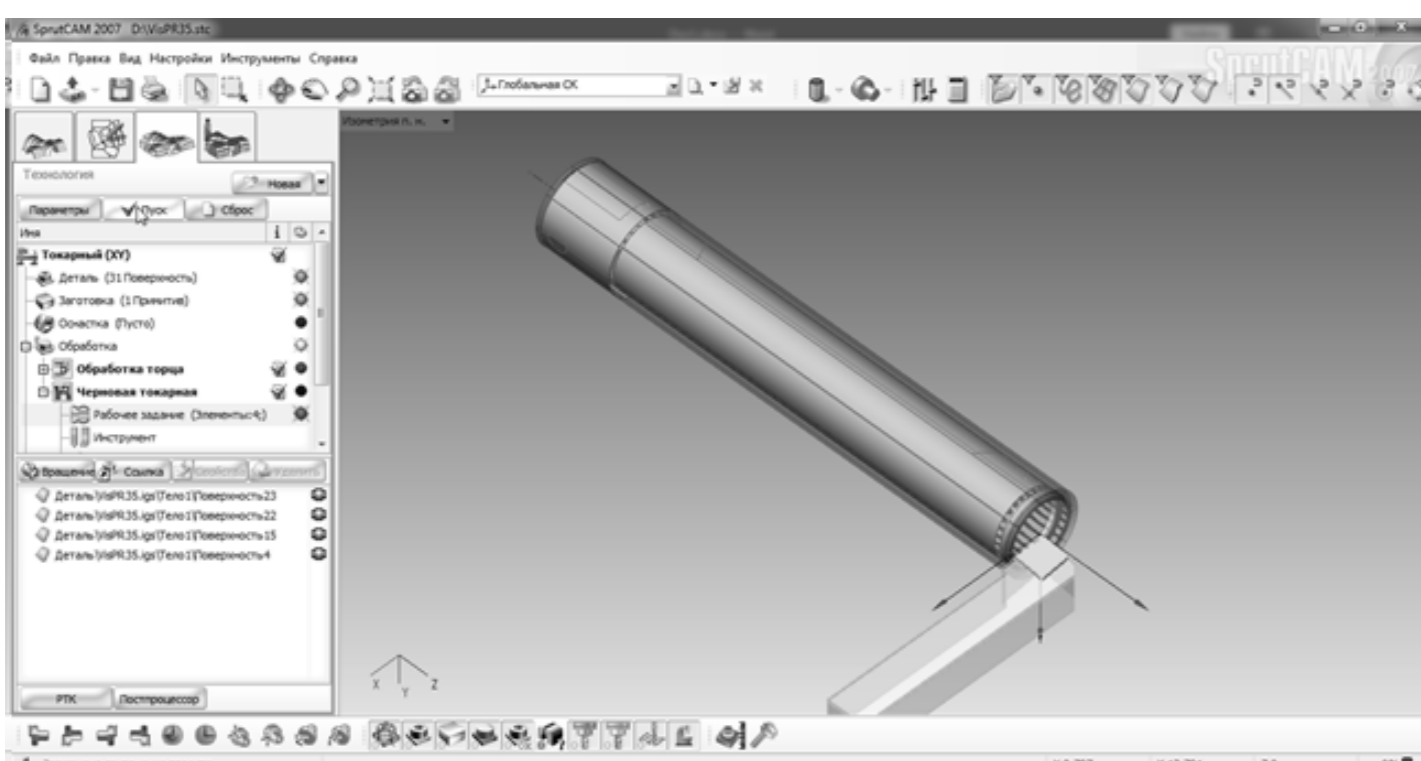
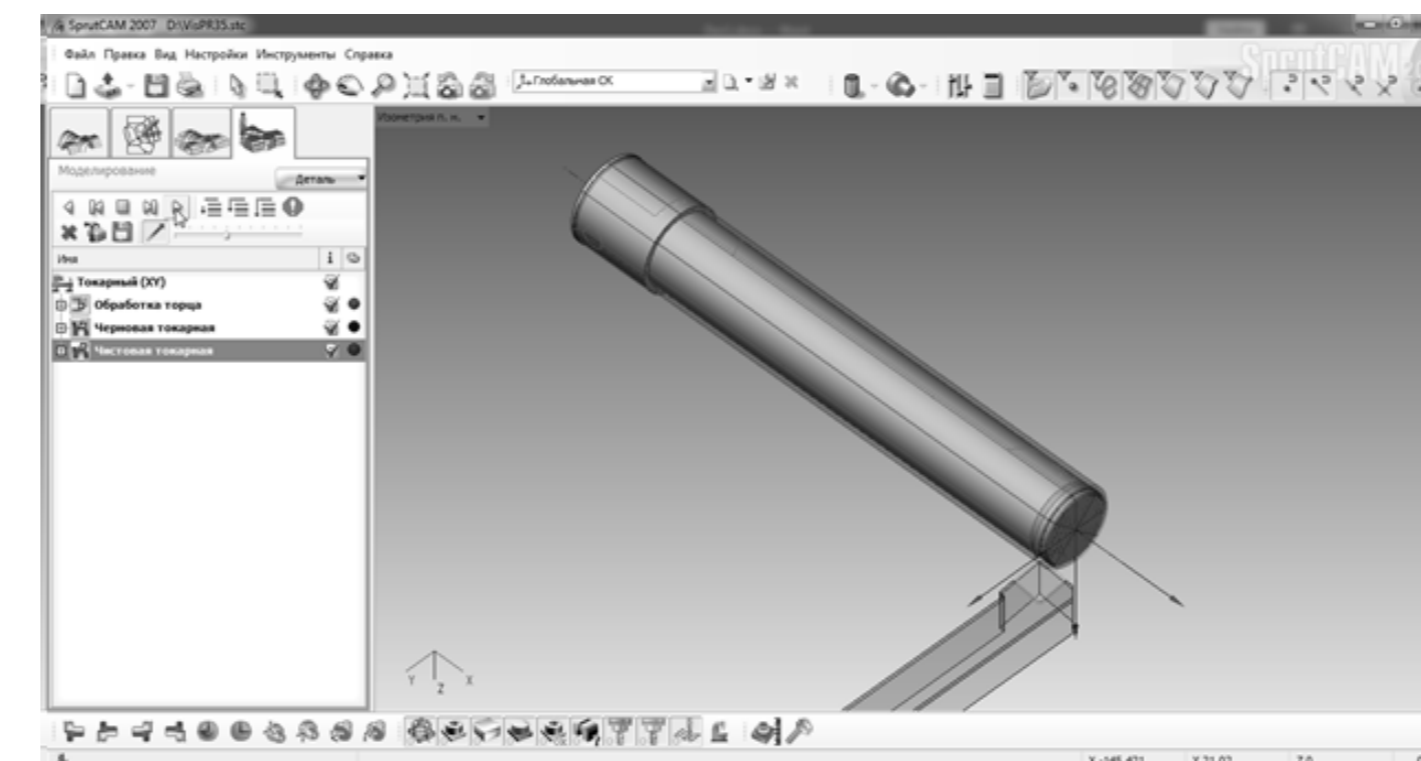
Модель деталі, імпортована в систему



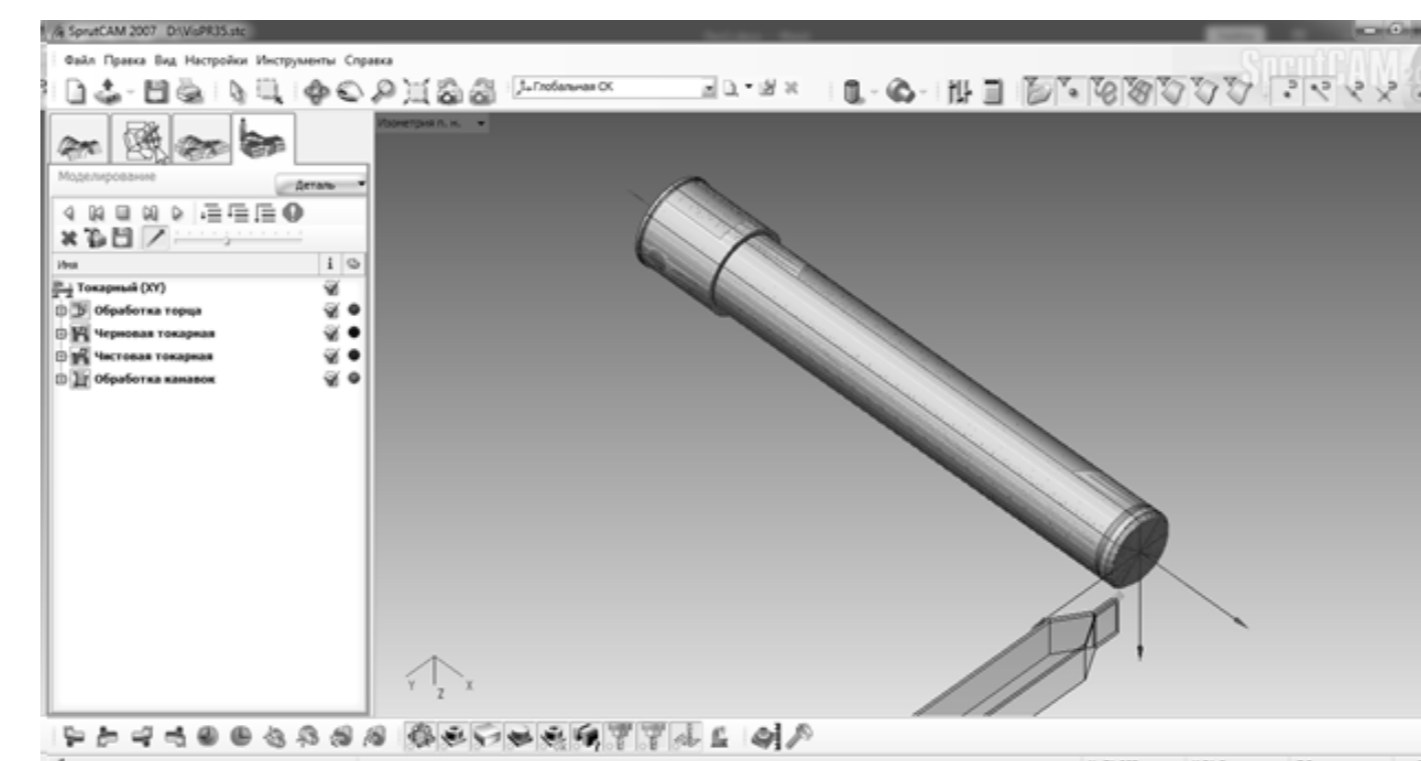
Проектування операції чистового точіння



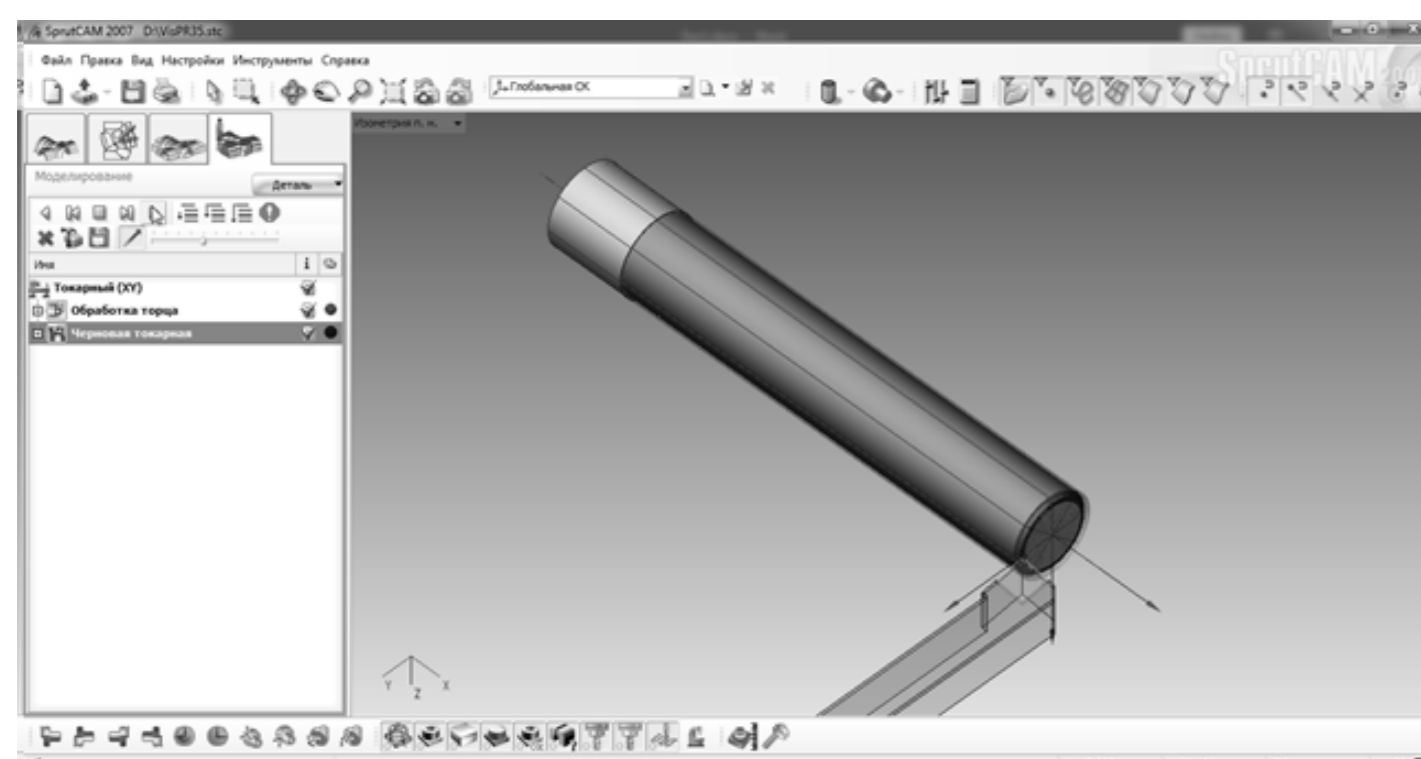
Проектування операції обробки торця



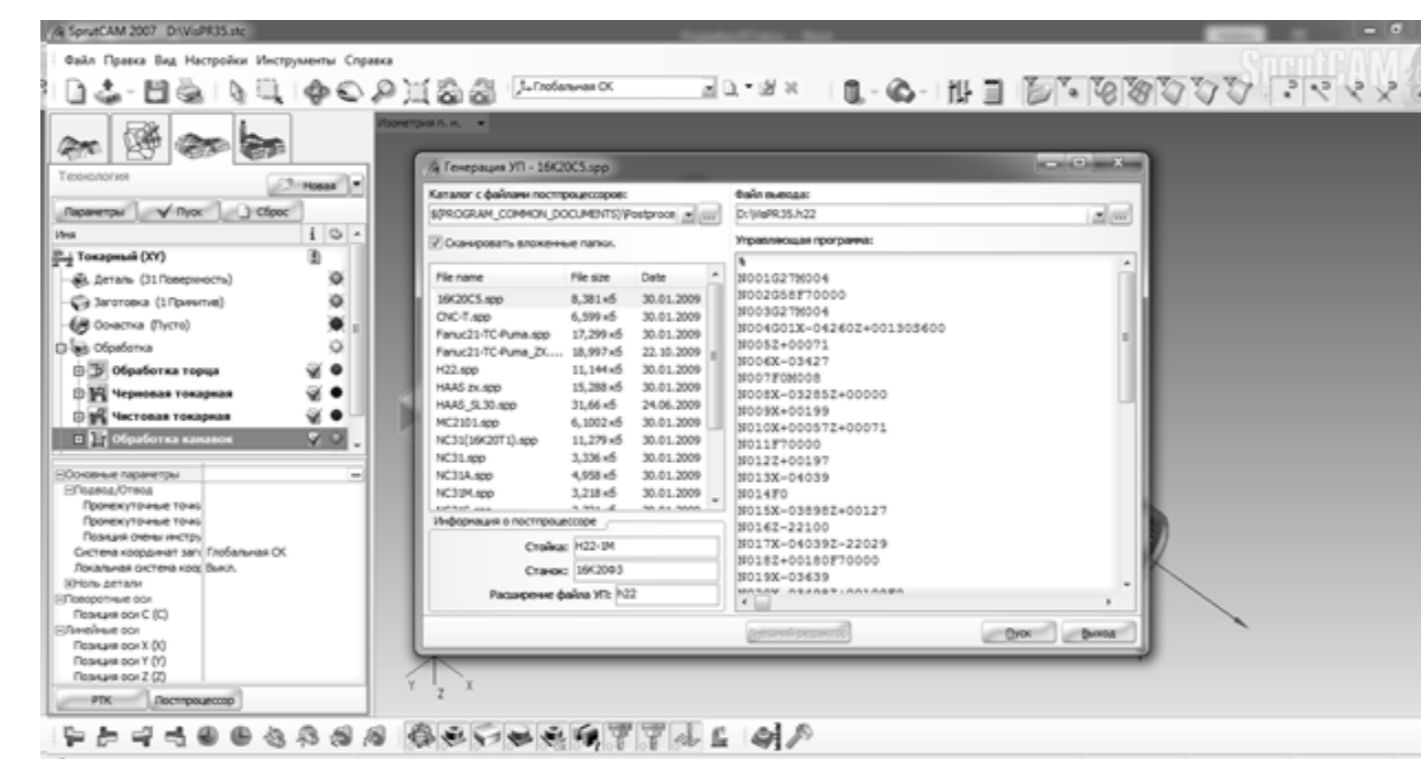
Проектування операції чорнового точіння



Модельовання операції точіння канавки



Модельовання операції чорнового точіння



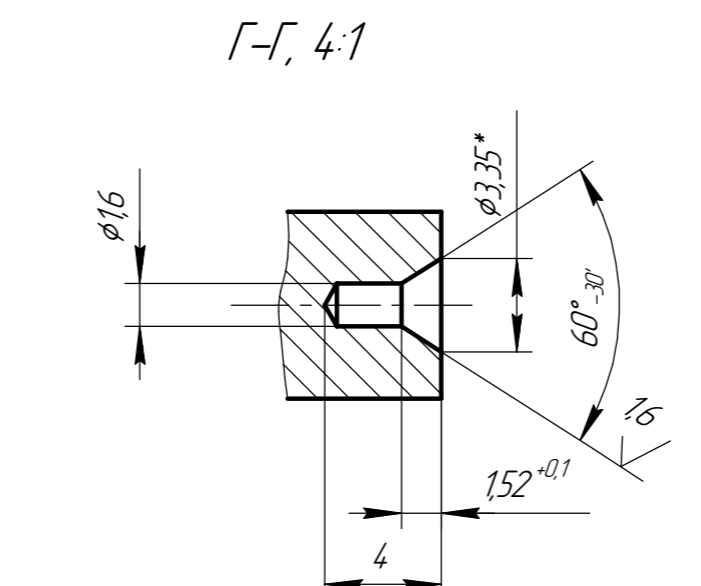
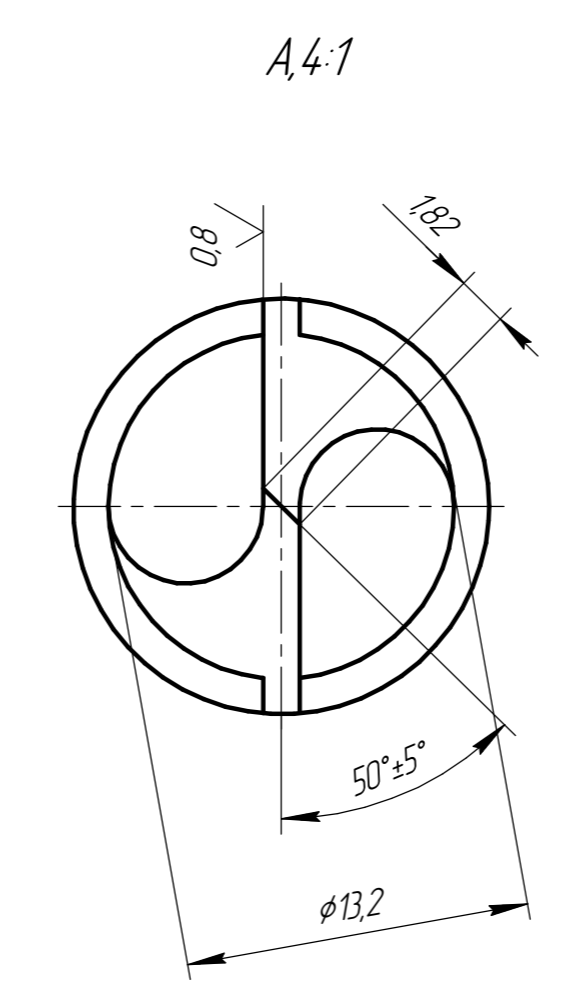
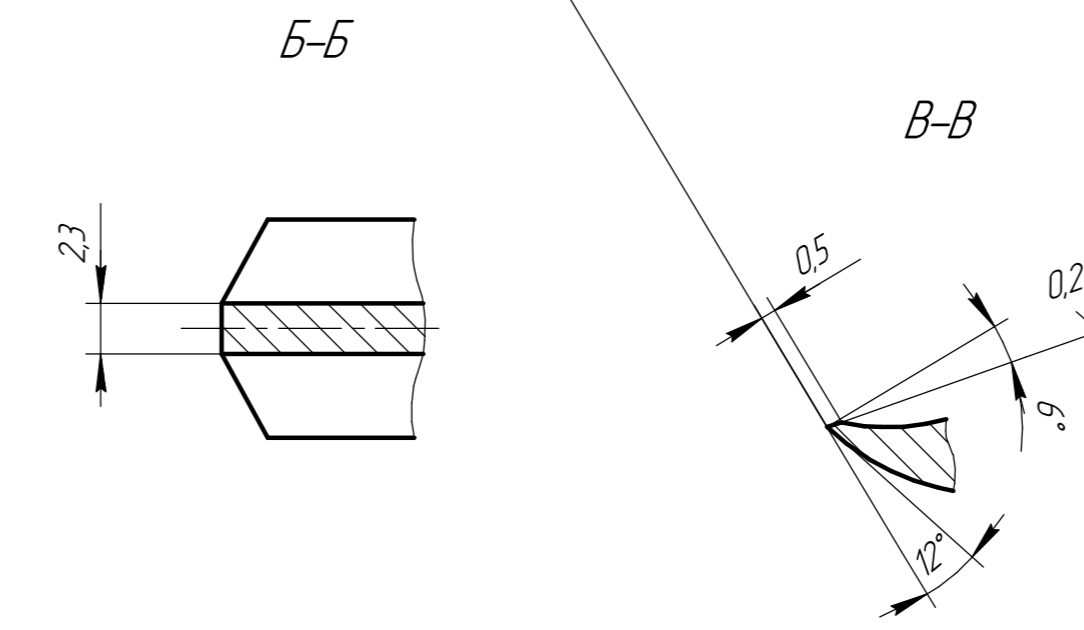
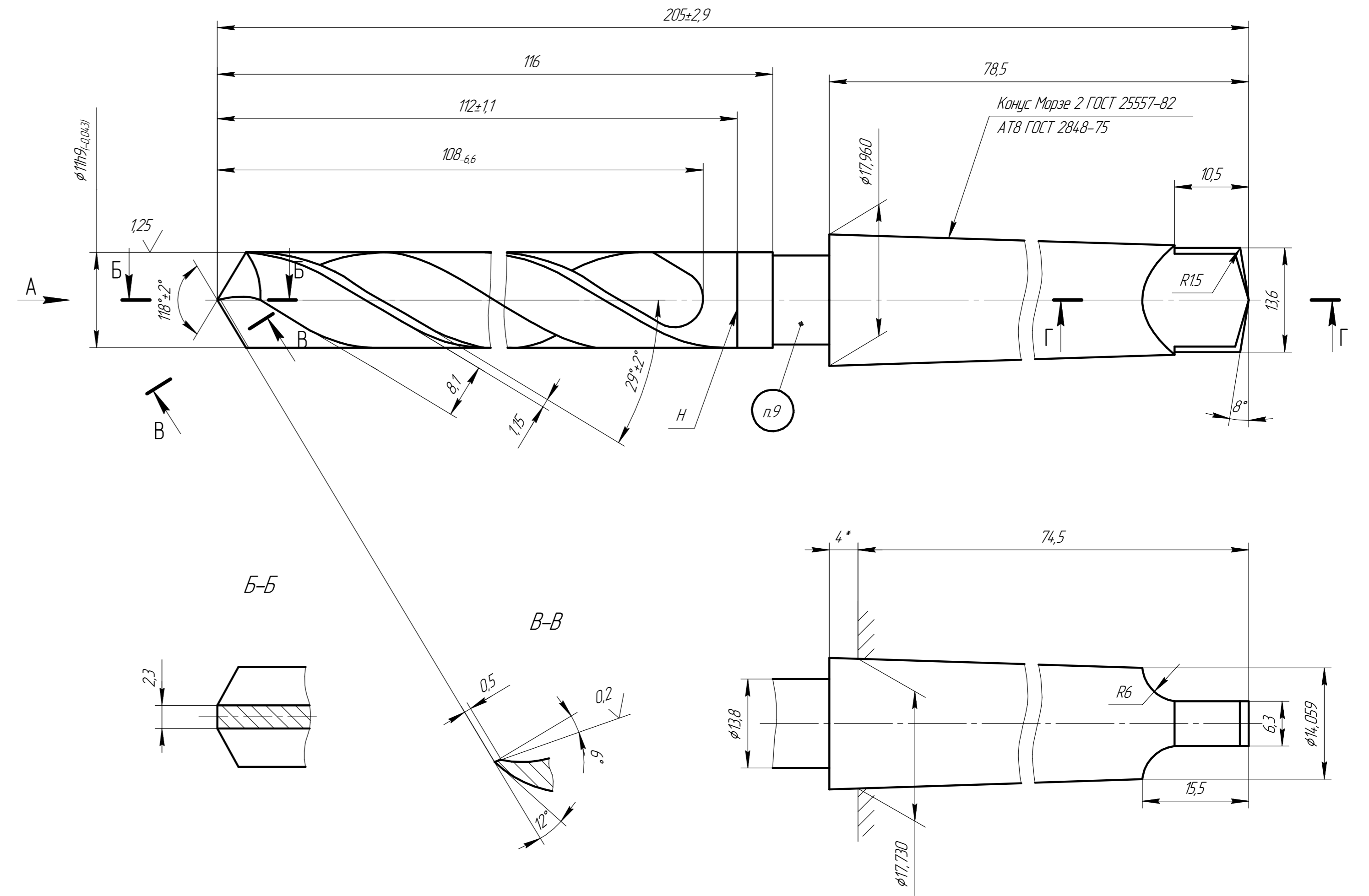
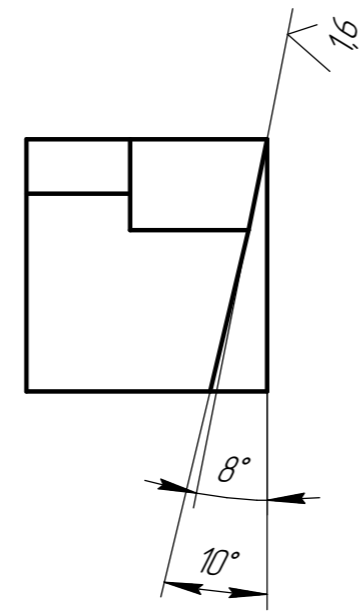
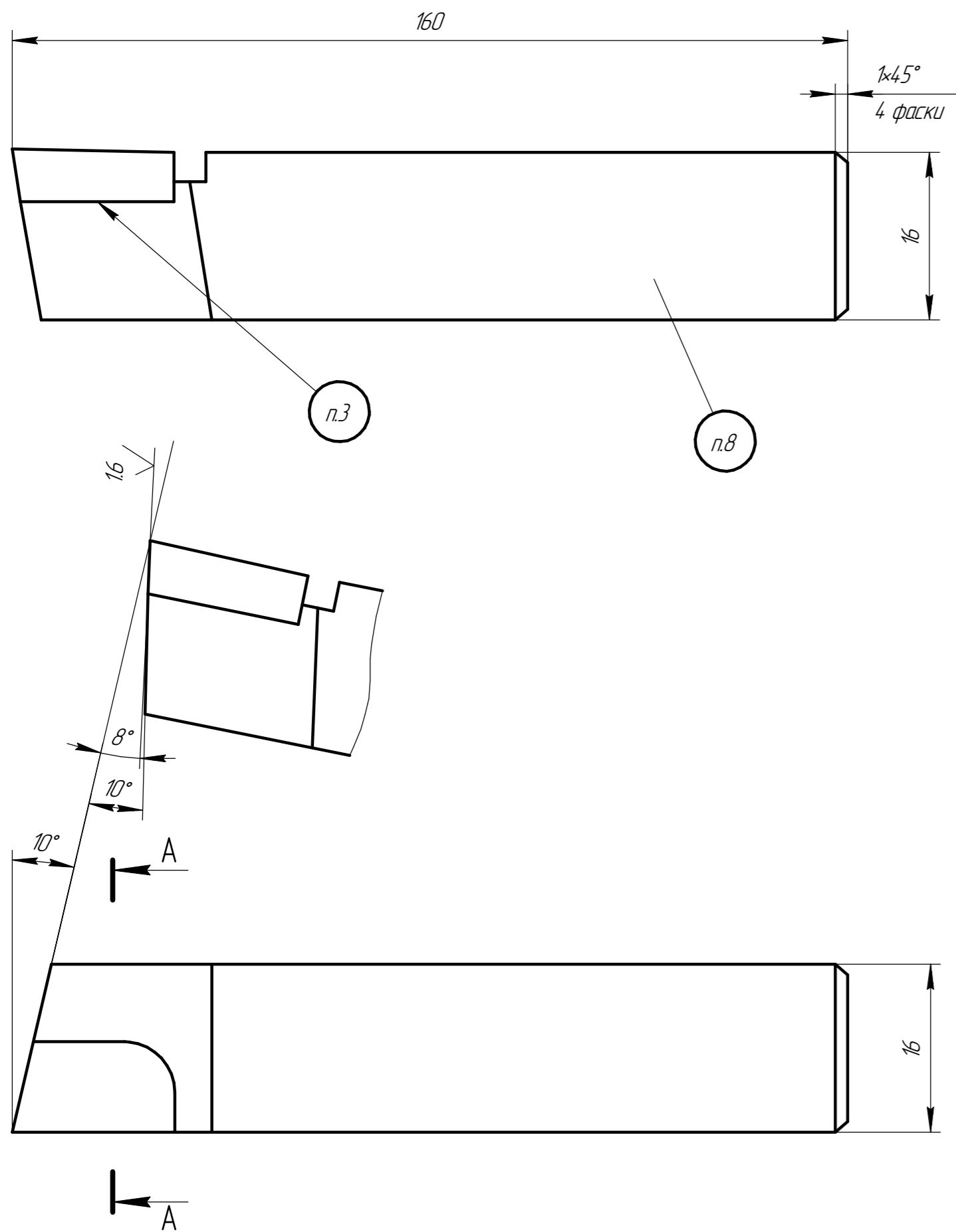
Генерація керуючої програми

Керуюча програма:

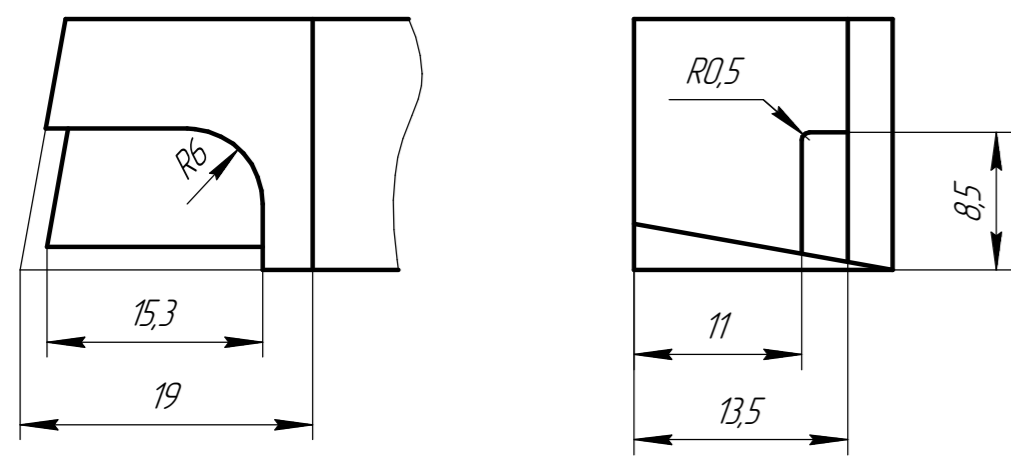
- %
- N001G27M004
- N002G58F70000
- N003G27M004
- N004G01X-04260Z+00130S600
- N005Z+00071
- N006X-03427
- N007F0M008
- N008X-03285Z+00000
- N009X+00199
- N010X+00057Z+00071
- N011F70000
- N012Z+00197
- N013X-04039
- N014F0
- N015X-03898Z+00127
- N016Z-22100
- N017X-04039Z-22029
- N018Z+00180F70000
- N019X-03639
- N020X-03498Z+00109F0
- N021Z-00213
- N022X-03639Z-00142
- N023Z+00170F70000
- N024X-03240
- N025X-03098Z+00100F0
- N026Z-00011
- N027X-03240Z+00060
- N028F70000
- N029Z+00132
- N030X-03096
- N031F0
- N032X-02954Z+00061
- N033X-03096Z-00010
- N034X-03488Z-00206
- N035G03X-03500Z-00220I+00028K+00014
- N036G01Z-22100
- N037X-03960
- N038G03X-04000Z-22120K+00020
- N039G01Z-26002
- N040X-04141Z-25931
- N041F70000
- N042X-04300
- N043S000G25X+999999
- N044G25Z+999999
- N045M002

				БДР.ПМ-164.00.00.000. Сх		
Изм. Лист	№ док.	Подп.	Дата	Керуюча програма для верстату з ЧПК та модельовання операції	Лист	Масштаб
Разраб.	Бохинський А.				1/1	
Проб.	Карлик Р.Т.					
Т.контр.	Карлик Р.Т.				Листов	1
Исполн.	Карлик Р.Т.				ІФНТУНГ	
Утв.	Ляничук В.Г.				зр. ПМЗ-19-1К	
				Формат А1		

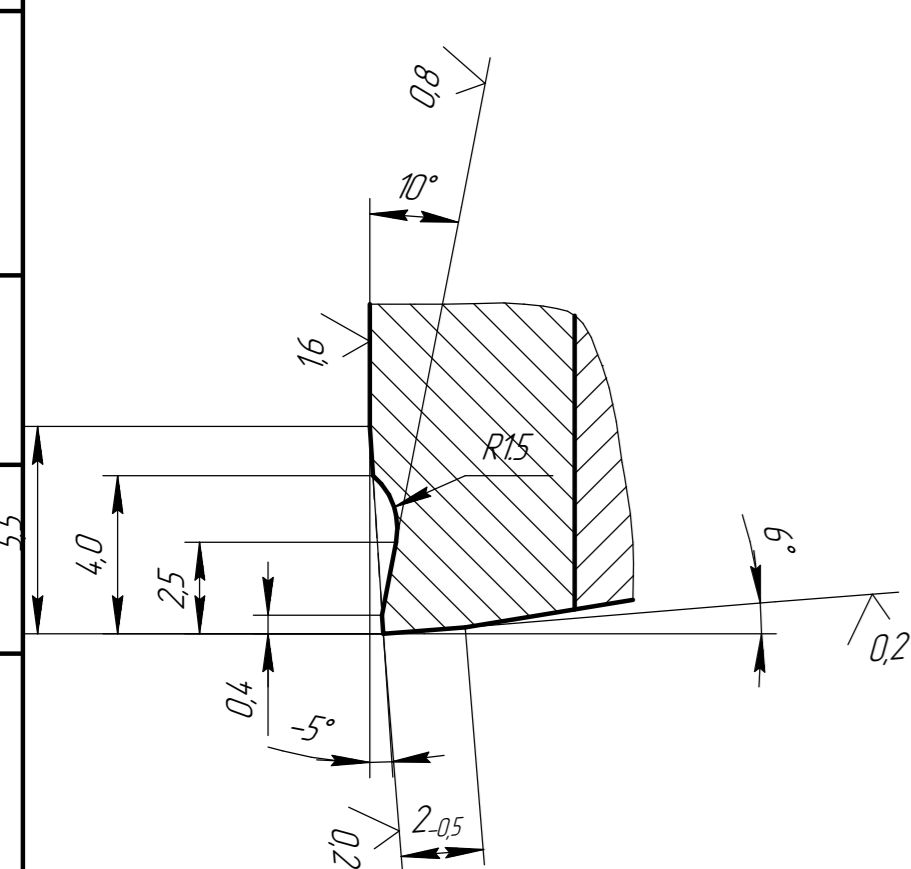
Лист 1 з 1



Гніздо під пластинку



A-A, 5:1

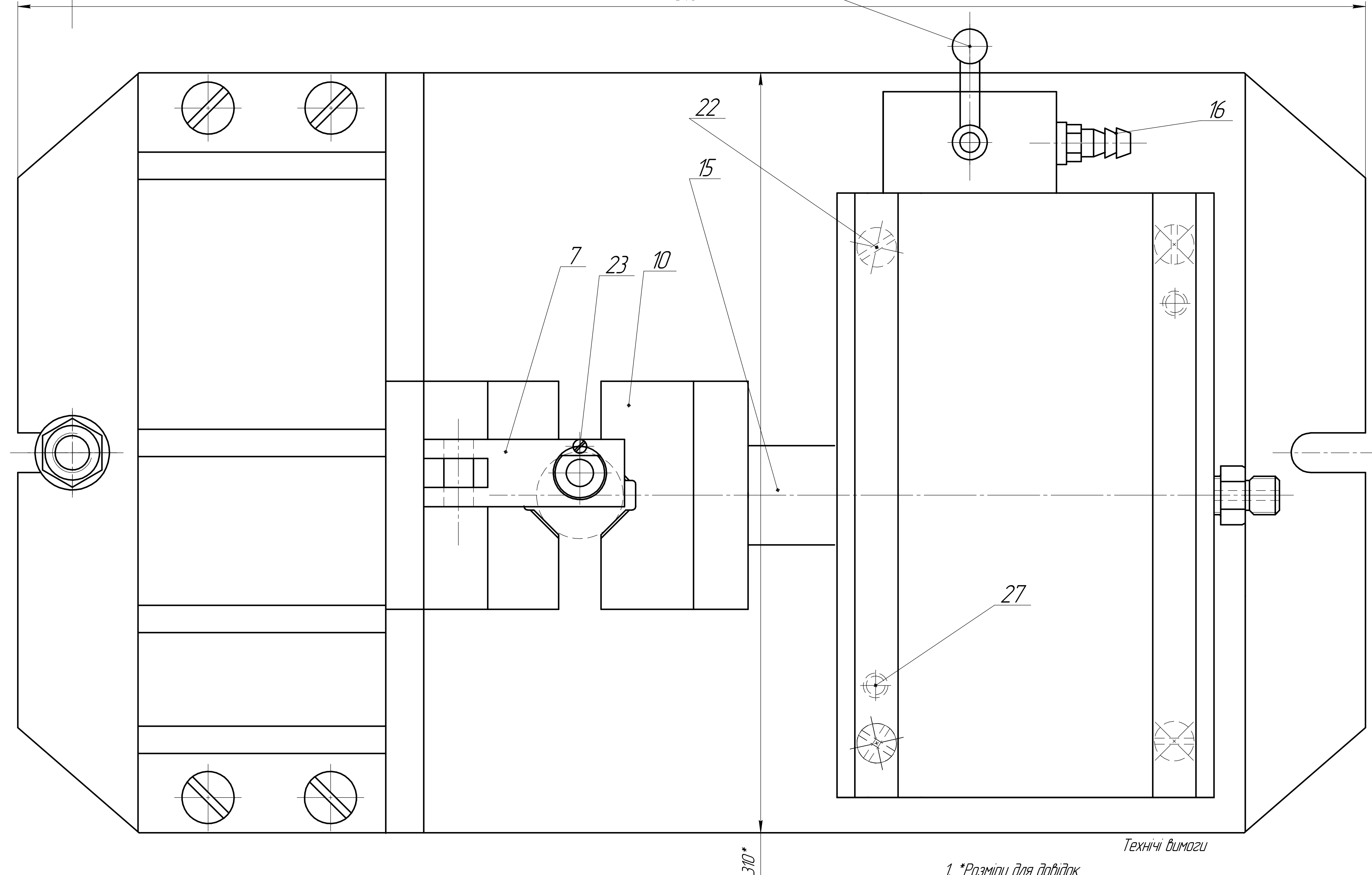
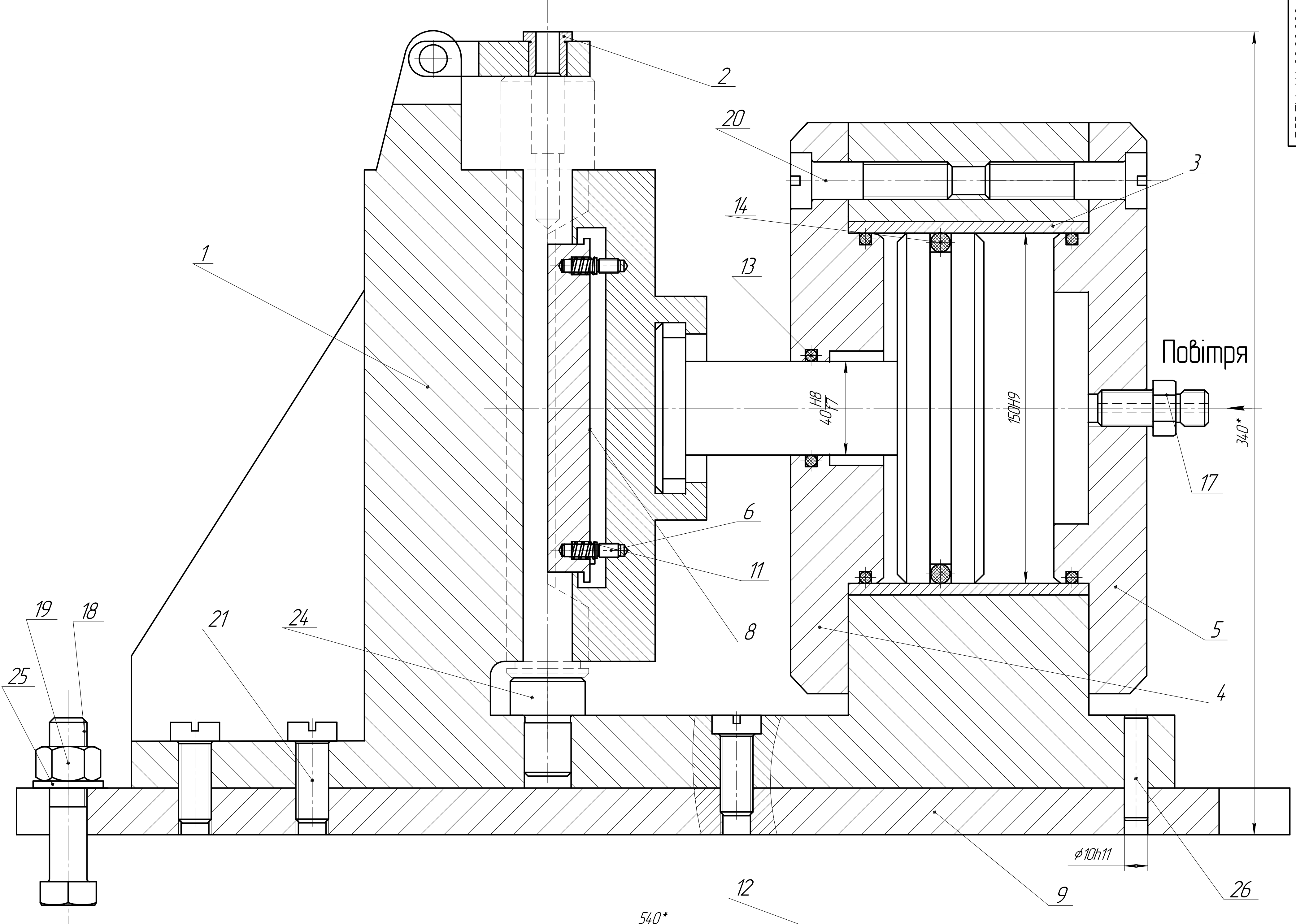


1. Матеріал державки – сталь 45 ГОСТ 1050-88
2. Пластинка 67 390- Т5К10 ГОСТ 25426-82
3. П'яти латунню 1/63 ГОСТ 15527-89
4. Н14, h14, ±<sup>12</sup>/<sub>2</sub>
5. Невказана шорсткватість оброблених поверхонь не гірше Ra=3,2мкм, шорсткватість фасок Ra=6,3мкм
6. Доводка головної ріжучої кромки за формою III, ГОСТ 18877-73
7. Решта технічних вимог за ГОСТ 5688-61
8. Маркувати: товарний знак виготовлявця, позначення креслення: Т5К6

1. Матеріал робочої частини – швидкорізальна сталь Р6М5 ГОСТ 19265-73
2. Матеріал хвостовика – сталь 45 ГОСТ 1050-88
3. Твердість робочої частини: 63.66 HRCe, твердість латки хвостовика 37.47 HRCe, твердість кінчної частини хвостовика 32...37 HRCe
4. Покриття: Хім.Окс.прм
5. \*Розміри для довідок
6. Н14, h14, ±<sup>12</sup>/<sub>2</sub>
7. Шорсткватість обробки стружковивідних каналок Ra=6,3мкм
8. Технічні вимоги за ГОСТ 2034-80
9. Маркувати: товарний знак виготовлявця, φ11 Р6М5

БДР.ПМ-164.00.00.000.				Лист	Масса	Масштаб
Свердло				Н		2:1
Сталь Р6М5 ГОСТ 19265-73				Лист	Листов	1
				ІФНТУНГ ПМЗ-19-1К		
Копіравал				Формат А1		

Перв. промен.  
Справ. №  
Лист. і дата.  
Взам. шифр №  
Лист. і дата.  
Лист. № аркуша

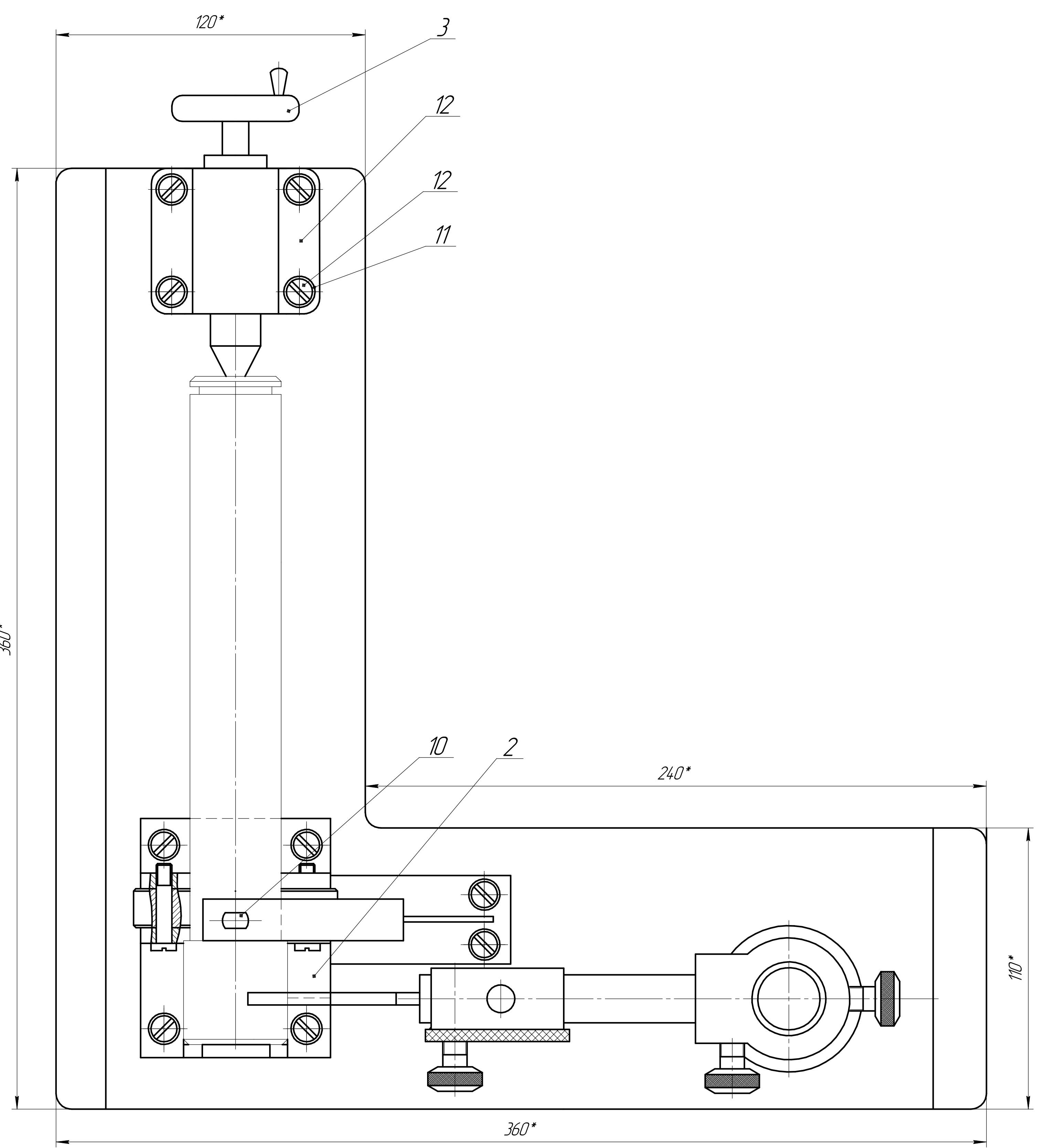
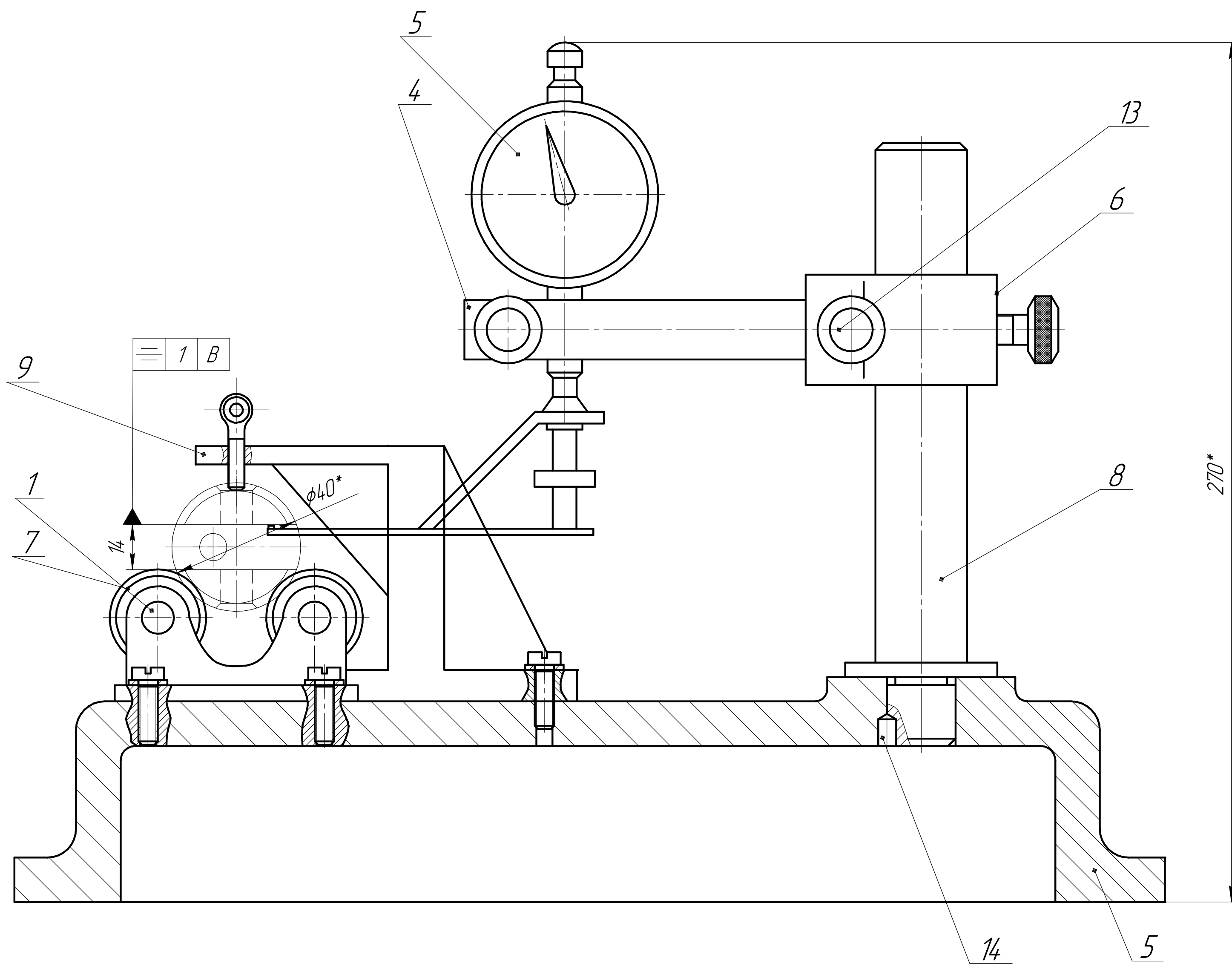


Технічні вимоги

- 1. \*Розміри для довідок
- 2. Маркувати БДР.ПМ-164.00.00.000.СК 26.05.18, 2НПВ

Технічна характеристика  
 1. Тиск стиснутого повітря в пневмережі 0,6 МПа  
 2. Зусилля на штоці пневмациліндра 10168 Н

БДР.ПМ-164.00.00.000.СК					Лист	Маса	Масштаб
Зм.	Арх.	№ докум.	Лист	Дата	Присп. свердлильний	1:1	1
Розроб.	Богданський А.						
Перев.	Карпук Р.Г.						
Т.контр.	Карпук Р.Г.						
Н.контр.	Карпук Р.Г.				Архив	Архив	1
Затв.	Панчук В.Г.				ІФНТУНГ		
						зр. ПМ3-19-1К	

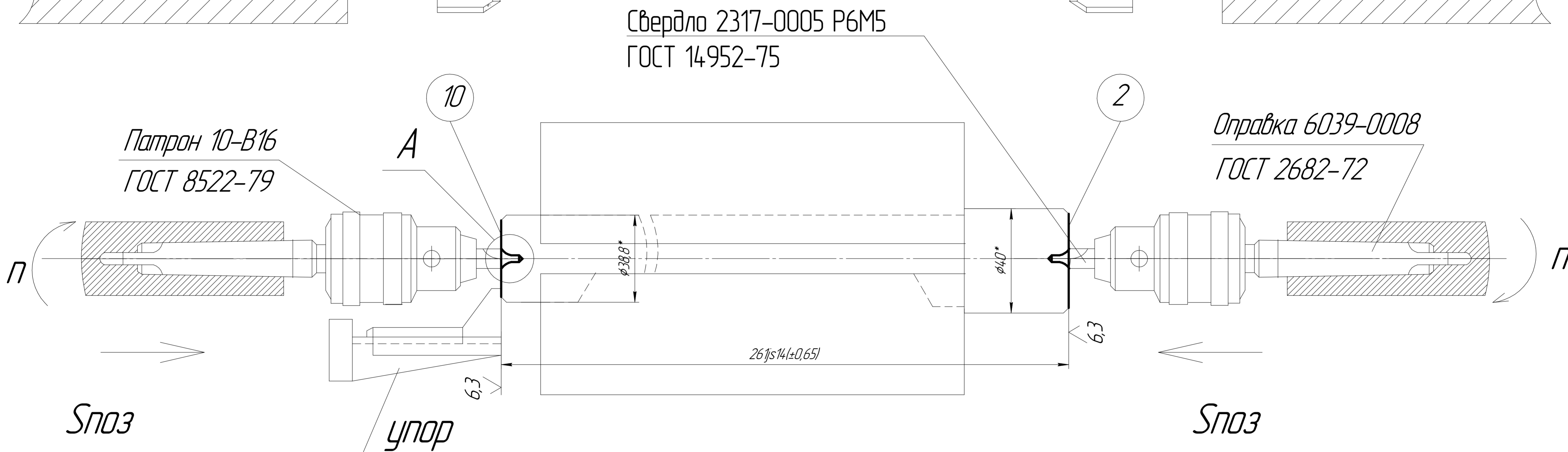
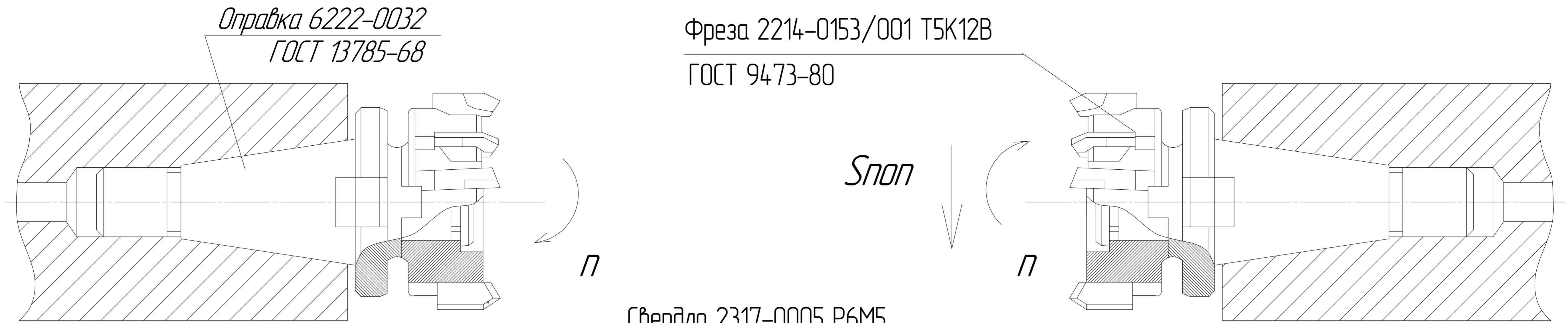


1. Розміри для довідок  
 2. Деталь придатна при різниці показників індикатора не більше 0,072 мм

3. Маркувати БДР.ПМ-164.00.000  
 25.06.18

					БДР.ПМ-164.00.000 СК		
Зм.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата	Лист	Маса	Масштаб
							1:1
Пристрій для контролю несиметричності					Аркш.	Аркш.	1
					ІФНТУНГ		
Розроб.		Божанський А.Г.			ПМЗ-19-1К		
Перев.		Карлик Р.Г.					
Т.контр.		Карлик Р.Г.					
Н.контр.		Карлик Р.Г.					
Затв.		Панчук В.Г.					

# Операція 005 Фрезерно-центрувальна



Деталь		Операція		Модель верстата		Вимірний інструмент			
Палець 25 06 18		005 Фрезерно-центрувальна		МР-71М		Штангенциркуль ШЦ-II-320_0,05 ГОСТ 166-80			
№ операції	Короткий зміст переходу	Технологічна інформація						Інструмент	
		d	t	s	s <sub>1</sub>	v <sub>1</sub>	n <sub>1</sub>	Різальний	Допоміжний
1	фрезерувати поверхні 10, 2 в розмір 261 (S14±0,65)	100	1,5	1,1	4,00	112	358	Фреза 2214-0153/001 Т5К12В ГОСТ 9473-80	Оправка 6222-0032 ГОСТ 13785-68
2	Центрувати поверхні 10, 2	6,3	3,15	0,14	100	14	712	Свердло 2317-0005 Р6М5 ГОСТ 14952-75	Оправка 6039-0008 ГОСТ 2682-72 Патрон 10-В16 ГОСТ 8522-79

\* Розмір для довідок

БДР.ПМ-164.00.000 Сх					
Зм.	Арх.	№ док.	Підп.	Дата	Карта налагодження
Розроб.	Бохінський А.І.				
Перев.	Карлик Р.Т.				
Т.контр.	Карлик Р.Т.				
Н.контр.	Карлик Р.Т.				Лит.
Затв.	Півничук В.Г.				Маса
					Масштаб
					1:1
					Архив
					Архив
					1
					ІФНТЧНГ
					гр. ПМЗ-19-1К