

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

Інститут інженерної механіки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Кінаш Богдан Васильович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.9  
(індекс)

**БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА**

Технологія виготовлення деталі "Диск ПМК-10 00 006/22"

(назва роботи)

Прикладна механіка

(назва освітньої програми)

131- Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

Б.В. Кінаш

(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-2022 рік

## РЕФЕРАТ

кваліфікаційної бакалаврської роботи: «Технологія виготовлення деталі “Диск ПМК-10- 00 006/22”».

Розрахунково-пояснювальна записка: 35 сторінок, 13 рисунків, 11 таблиць, 9 посилань, 10 аркушів ф. А4 додатків.

Графічна частина: 4 аркуші формату А1.

Об’єкт дослідження – технологічний процес механічної обробки.

Предмет дослідження - деталь “Диск ПМК-10 00 006/22”.

Мета роботи – розробити технологію виготовлення диска ПМК-10 00 006/22, котра забезпечить його виготовлення з мінімальними витратами, а також відповідно розробленому технологічному маршруту сконструювати спеціальний верстатний пристрій для базування і закріплення деталі на одній з механообробних операцій, скласти керуючу програму для верстата з ЧПК.

Щоб досягти поставленої задачі я провів аналіз призначення та конструкції деталі на технологічність, призначив оптимальний спосіб отримання заготовки та по рекомендаціях технічної літератури розробив проектний маршрут механічної обробки керуючись при цьому заданим керівником типом виробництва. Для закріплення деталі на вертикально-свердлильній операції з ЧПК 020 розроблено конструкцію пристрою та визначено силу затиску. В конструкторській частині також описано конструкцію різальних інструментів (токарного різця, спірального свердла) та розраховано розміри контрольного інструмента (калібр-скоби). Для обробки на фрезерному верстаті з ЧПК розроблено керуючу програму. В додатках наведена уся необхідна технологічна документація.

Результати роботи можуть бути використані в машинобудівній галузі.

**Ключові слова:** *заготовка, деталь, технологічний процес, режими різання, швидкість різання, сила різання, операція, інструмент, обладнання, пристрій, сила затиску.*

*Студент: Кінаш Б.В.*

## SUMMARY

qualifying bachelor's thesis: "Technology of manufacturing parts" Disk ПМК-10- 00 006/22 "".

Calculation and explanatory note: 35 pages, 13 figures, 11 tables, 9 references, 10 sheets f. A4 applications.

Graphic part: 4 sheets of A1 format.

The object of research is the technological process of machining.

Subject of research - detail "Disk PMK-10 00 006/22".

The purpose of the work is to develop the technology of PMK-10 00 006/22 disk, which will ensure its production with minimal costs, as well as according to the developed technological route to design a special machine device for basing and fixing the part on one of the machining operations NSD.

To achieve this goal, I analyzed the purpose and design of the part for manufacturability, determined the optimal method of obtaining the workpiece and according to the recommendations of the technical literature developed a design route of machining guided by the type of production. To fix the part on the vertical drilling operation with NSD 020, the design of the device was developed and the clamping force was determined. The design part also describes the design of cutting tools (turning cutter, twist drill) and calculates the dimensions of the control tool (caliper). A control program has been developed for machining on a NSD milling machine. The appendices contain all the necessary technological documentation.

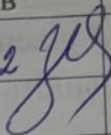
The results of the work can be used in the engineering industry.

**Key words:** *workpiece, detail, technological process, cutting modes, cutting speed, cutting force, operation, tool, equipment, device, clamping force.*

*Student: Kinash B.V.*



6. Консультанти розділів роботи

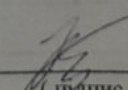
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
	Шуляр І.О., доцент кафедри КМВ	22.04.22	

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Конструкторсько-технологічний аналіз	06.05.2022	
2	Проектування технології виготовлення деталей	18.05.2022	
3	Проектування технологічної оснастки	22.05.2022	
4	Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК	30.05.2022	
5	Пояснювальна записка	08.05.2022	
6	Графічна частина	15.06.2022	

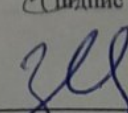
Студент

  
(підпис)

Кінаш Б.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи



Шуляр І.О.

## ***Зміст***

Вступ.....	
<b>1 Технологічна частина</b>	
1.1 Опис, призначення та аналіз технічних вимог до деталі .....	
1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі .....	
1.3 Визначення програми випуску продукції .....	
1.4 Вибір способу отримання заготовки .....	
1.5 Вибір маршруту і операцій обробки деталі .....	
1.6 Вибір засобів технологічного оснащення .....	
1.7 Визначення міжопераційних припусків і розмірів обробки .....	
1.8 Визначення режимів різання .....	
1.9 Нормування технологічних операцій .....	
<b>2 Конструкторська частина</b>	
2.1 Пристрій для механічної обробки .....	
2.1.1 Опис призначення пристрою .....	
2.1.2 Опис конструкції і принципу роботи пристрою .....	
2.1.3 Розрахунок сил затис .....	
2.2 Інструменти .....	
2.2.1 Різальний інструмент .....	
2.2.2 Контрольний інструмент .....	
<b>3 Проектування керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК</b>	
<b>Висновки</b> .....	
<b>Перелік посилань на джерела</b> .....	
<b>Додатки</b> .....	

					<b>БР.ПМ-10.00.000 ПЗ</b>						
<i>Змн</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Пояснювальна записка</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>	
<i>Розроб.</i>		<i>Кінаш</i>								<i>1</i>	
<i>Перевір.</i>		<i>Шуляр</i>									
<i>Реценз.</i>											
<i>Н. Контр.</i>		<i>Шуляр</i>									
<i>Затверд.</i>		<i>Панчук</i>								ІФНТУНГ, гр. ПМ-18-1	

## ВСТУП

Першочерговим завданням українського народу після завершення війни є вихід із економічної кризи, яка поглинула практично всі галузі народного господарства України.

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

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

В бакалаврській роботі розроблено маршрут виготовлення диска ПМК-10 00 006/22 від заготовки до деталі, призначивши припуски, назначивши по рекомендаціях літератури режими різання та норми часу. Виготовлення диска проводиться на сучасному обладнанні з ЧПК, із використанням прогресивного ріжучого інструменту, а також пристроїв з механізованим затиском із пневмоприводом. Це дозволило підвищити продуктивність праці, культуру виробництва, зменшити частку ручної праці, та зменшити собівартість виготовлення.

					БР.ПМ–10.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

## 1.1 Опис, призначення та аналіз технічних вимог до деталі

Диск відноситься до деталей типу тіл обертання. Деталь (рисунок 1.1) має підвищену точність і шорсткість по торцевій 1 та внутрішній центральній циліндричній поверхні 7, що свідчить про спряження цих поверхонь диску з поверхнями інших деталей. Спряження деталі з іншими відбувається також по наступних циліндричних поверхнях: 3; 9 та 11. Фасонні поверхні 8 та 10 виконують функцію, яка полягає в пропусканні газу через отвори обмежені цими поверхнями. Фаски  $0,5 \times 45^\circ$  служать для складання диску з іншими деталями та механізмами. Диск виготовлений із корозійностійкої легованої сталі 40Х ГОСТ 4543-71. Хімічний склад та механічні властивості сталі описані в табл. 1.1, 1.2, відповідно.

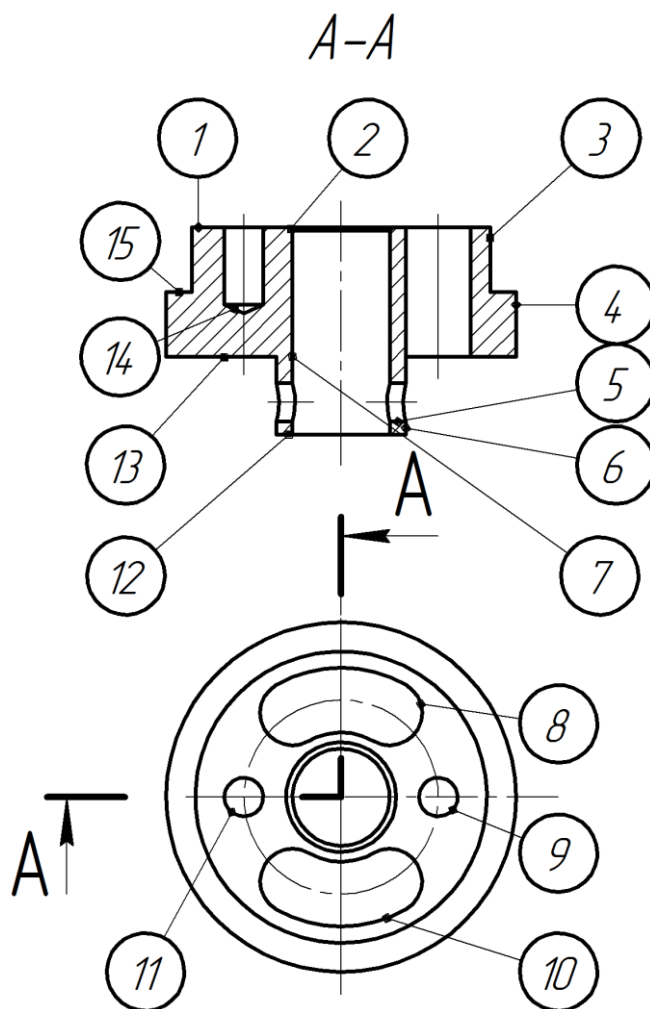


Рисунок 1.1 – Схема нумерації поверхонь деталі

						Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-10.00.000 ПЗ	

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі 40X

Назва і позначення хімічного елемента	Вміст, %
Вуглець, С	0,36 – 0,44
Кремній, Si	0,17 – 0,37
Марганець, Mn	0,5 – 0,8
Хром, Cr	0,8 – 1,1

\*Решта залізо

Таблиця 1.2- Механічні властивості сталі 40X

Параметр та одиниця його виміру	Величина
Границя текучості $\sigma_T$ , МПа	785
Тимчасовий опір $\sigma_B$ , МПа	980
Відносне видовження $\delta$ , %	10
Відносне звуження $\varphi$ , %	45

Характеристика поверхонь деталі наведена в таблиці 1.3

Таблиця 1.3 – Технічні вимоги та точносні характеристики деталі

№ поверхні	Геометрична форма, профіль поверхні	Службове призначення (функції) поверхні	Розмір, допуск, квалітет	Точність форми і розміщення	Шорсткість, мкм
1	Плоска	Допоміжна конструкторська база	$\varnothing 45 \pm 0,31$ IT14	32 IT14	3,2
2	Конічна	Вільна поверхня	$0,5 \pm 0,125$ IT14	-	6,3
3	Зовнішня циліндрична	Допоміжна конструкторська база	$\varnothing 45_{(-0,62)}$ h14	-	6,3
4	Зовнішня циліндрична	Вільна поверхня	$\varnothing 54_{(-0,74)}$ h14	-	6,3
5	Внутрішня циліндрична	Допоміжна конструкторська база	$\varnothing 6^{(+0,012)}$ H7	-	6,3
6	Зовнішня циліндрична	Вільна поверхня	$\varnothing 22_{(-0,52)}$ h14	-	6,3
7	Внутрішня циліндрична	Основна конструкторська база	$\varnothing 15^{(+0,018)}$ H7	-	0,8
8	Фасонна	Функціональна	$\varnothing 10^{(+0,36)}$ H14	$\varnothing 30, 180^0$ IT14	6,3
9	Внутрішня циліндрична	Допоміжна конструкторська база	$\varnothing 6^{(+0,012)}$ H7	$\varnothing 30, 180^0$ IT14	6,3

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ–10.00.000 ПЗ					





## 1.2.2 Аналіз можливостей механічної обробки

Технологічність конструкції – це сукупність властивостей конструкції виробу, що визначають її пристосованість для досягнення оптимальних витрат при виробництві, експлуатації і ремонті для заданих показників якості, обсягу випуску й умов виконання роботи.

Важливе місце серед вимог до техніко-економічних показників промислових виробів займають питання технологічності конструкції. Технологічність конструкції деталі аналізується з урахуванням умов її виробництва, розглядаючи особливості конструкції і вимоги якості як технологічні задачі виготовлювача.

Для визначення технологічності скористаємося якісним методом оцінки.

Конструкція деталі допускає обробку більшості площин напрохід, що значно полегшує механічну обробку.

Отвори з внутрішніми фасонними поверхнями (8; 10 рисунок 1.1) можна виконати на вертикально-фрезерному верстаті з ЧПК. Форма отворів дозволяє розточувати їх напрохід, інструмент має вільний доступ до оброблюваних поверхонь.

В конструкції деталі наявні глухі отвори (9; 11 рисунок 1.1), які можна було б замінити наскрізними.

Деталь не має поверхонь розміщених під тупими і гострими кутами.

В деталі наявні отвори, які розміщені під прямим кутом до площини входу, але це не викликає ускладнень обробки так як механічну обробку даного отвору ми виконуємо на вертикально-свердлильному верстаті.

Деталь виготовляється легованої сталі 40Х, яка не викликає ускладнень при обробці різанням.

Диск має достатню жорсткість, яка не обмежує режими різання.

					БР.ПМ–10.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Контроль шорсткості та параметрів точності можливо здійснити з використанням простих схем вимірювання та стандартних вимірювальних інструментів.

Отже, шорсткість поверхонь деталі є середньою, відповідно більшість поверхонь можна обробляти продуктивними методами.

В даному розділі ми визначились з методами досягнення точності різних поверхонь деталі. Оцінили технологічність деталі, і дійшли висновку, що деталь є високотехнологічною.

### 1.3 Визначення програми випуску продукції

Програму випуску визначають виходячи із заданого типу виробництва. Згідно завдання курсового проекту тип виробництва середньосерійний. А так, як тип виробництва середньосерійний, то коефіцієнт серійності приймаємо  $K_c=20$  [1, с.20]. Такт випуску визначаємо за формулою:

$$t_B = K_c \cdot T_{шт.ср.} \quad (1.1)$$

Визначаємо штучний час на кожній операції [1,с.173]

$$T_{шт} = \varphi_k \cdot T_o, \quad (1.2)$$

де  $\varphi_k$  – коефіцієнт, що залежить від типу виробництва і операції [1, табл.10, с.173];

$T_o$  – основний час, визначений в розділі 1.7,

$$\text{Операція 005, 010 } T_{шт1} = 2,14 \cdot 6,99 = 14,96 \text{ хв;} \quad (1.3)$$

$$\text{Операція 015; 020; 025; } T_{шт2} = 1,84 \cdot 0,718 = 1,32 \text{ хв;} \quad (1.4)$$

$$\text{Операція 030 } T_{шт3} = 1,72 \cdot 0,786 = 1,35 \text{ хв;} \quad (1.5)$$

$$\sum T_{шт} = 14,96 + 1,32 + 1,35 = 17,63 \text{ хв.} \quad (1.6)$$

Визначаємо середній штучний час за операціями

$$T_{шт.ср} = \sum T_{шт} / n, \quad (1.7)$$

де  $n$  – кількість технологічних операцій

$$T_{шт.ср} = 17,63 / 3 = 5,9 \text{ хв.} \quad (1.8)$$

Такт випуску деталей:

$$t_B = 20 \cdot 5,9 = 118$$

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Річна програма випуску деталей

$$N = F_d \cdot 60 / t_v \quad (1.9)$$

де  $F_d$  – дійсний річний фонд часу роботи обладнання, год [1, табл.2.1, с.23].

$F_d = 4015$  год.

$$N = 4015 \cdot 60 / 118 = 2041,5$$

Приймаємо  $N = 2042$  шт/рік.

Так, як тип виробництва середньосерійний, то визначаємо розмір партії для одного запуску [1, с.23]  $n = N \cdot a / F$ , (1.10)

де  $a = 6$  – число днів на, які необхідно мати запас деталей [1, с.23];

$F$  – число робочих днів у році,  $F = 255$  [1, с.22].

$$n = 2042 \cdot 6 / 225 = 55 \text{ шт.}$$

Розрахункове число змін на обробку партії деталі:

$$C = \frac{T_{ум.сер} \cdot n_d}{480 \cdot 0,8} = 0,75, \quad (1.11)$$

де 480 – дійсний фонд часу робочого обладнання за зміну,

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

Прийнята кількість змін  $C_{пр} = 1$ .

Прийнята кількість деталей в партії

$$n_d = \frac{C_{пр} \cdot 480 \cdot 0,8}{T_{ум.сер}} = \frac{1 \cdot 480 \cdot 0,8}{5,9} = 65 \text{ деталей.}$$

#### 1.4 Вибір способу отримання заготовки

Метод отримання заготовки для деталей машин визначається конструкцією деталі, її призначенням, масою, матеріалом, технічними вимогами, серійністю випуску і річною програмою випуску, а також економічністю виготовлення.

Вибрати заготовку значить встановити спосіб її отримання, намітити припуски на обробку кожної поверхні, розрахувати розміри і вказати допуски на неточність виготовлення.

В даному випадку при середньосерійному типіві виробництва найбільш раціональним способом одержання заготовки є прокат. Виготовлення заготовок з

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

БР.ПМ–10.00.000 ПЗ

прокату стандартних профілів набуло великого поширення в одиничному, дрібносерійному та середньосерійному виробництві.

Знаходимо припуски на обробку заготовки:

Так як деталь обробляється по всій поверхні необхідно вибрати прокат 5-го класу точності, як найбільш дешевий [1, табл.6, с.27]. Прокат має наступні розміри  $D=56\pm 0,2$  мм,  $L=34\pm 0,17$  мм (рисунок 1.2).

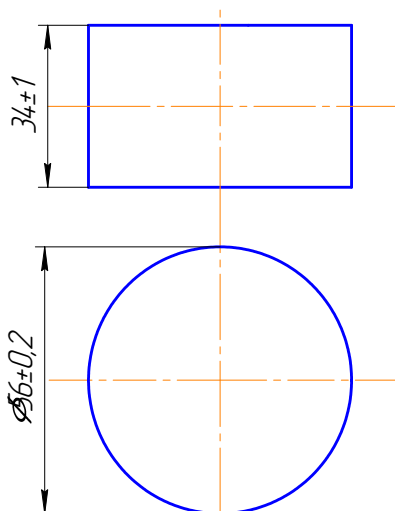


Рисунок 1.2 – Заготовка деталі

Визначаємо об'єм заготовки за формулою:

$$V_{\text{п}} = \pi r^2 l = 3,14 \cdot 0,028^2 \cdot 0,034 = 83,7 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3. \quad (1.12)$$

Маса заготовки:

$$G_{\text{п}} = V_{\text{п}} \cdot \rho = 83,7 \cdot 10^{-6} \cdot 7850 = 0,657 \text{ кг} \quad (1.13)$$

					БР.ПМ–10.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.5 Вибір маршруту і операцій обробки деталі

Проектний технологічний процес наведений у таблиці 1.5.

**Таблиця 1.5** – Опис проектної технології обробки деталі

№ операції	Назва операції. Зміст переходу	Верстат. Пристрій	Схема базування
005	<p>Токарно-гвинторізна:</p> <p>1 Підрізати торець начисто витримуючи розмір <math>33 \pm 0,5</math></p> <p>2 Центрувати отвір <math>\varnothing 8</math> на глибину 10</p> <p>3 Свердлити отвір <math>\varnothing 12</math> на прохід</p> <p>4 Розсвердлити отвір <math>\varnothing 14,6</math> напрохід</p>	<p>Токарно-гвинторізний мод. 16К20. Патрон трикулачковий</p>	

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

БР.ПМ-10.00.000 ПЗ

Арк.

Продовження таблиці 1.5

№ операції	Назва операції. Зміст переходу	Верстат. Пристрій	Схема базування
005	<p>5 Розвернути отвір: <math>\text{Ø}15 \text{H}7^{+0,018}</math> напрохід</p> <p>6 Зенкувати фаску <math>0,5 \times 45^\circ</math></p> <p>7 Точити поверхню <math>\text{Ø}46 \pm 0,1</math> на довжину <math>10_{-0,2}</math> начорно</p> <p>8 Точити поверхню <math>\text{Ø}45\text{h}14_{(-0,62)}</math> на довжину <math>10_{-0,2}</math> начисто</p> <p>9 Підрізати торець начисто витримуючи розмір <math>10 \pm 0,18</math> мм</p>		

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-10.00.000 ПЗ

Арк.

Продовження таблиці 1.5

№ операції	Назва операції. Зміст переходу	Верстат. Пристрій	Схема базування
010	<p>Токарно-гвинторізна:</p> <p>1 Підрізати торець начисто витримуючи розмір <math>32 \pm 0,31</math></p> <p>2 Точити поверхню <math>\varnothing 54h14_{(-0,74)}</math> начисто напрохід</p> <p>3 Точити поверхню <math>\varnothing 24 \pm 1</math> начорно витримуючи розмір <math>12_{-0,3}</math></p> <p>4 Точити поверхню <math>\varnothing 22h14</math> начисто витримуючи розмір <math>12_{-0,3}</math></p> <p>5 Підрізати торець начисто витримуючи розмір <math>20 \pm 0,26</math></p>	Токарно-гвинторізний мод. 16К20. Патрон трикулачковий	<p>The drawings illustrate the following stages:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Stage 1: Diameter <math>\varnothing 56 \pm 0,2</math>, length <math>32 \pm 0,31</math>.</li> <li>Stage 2: Diameter <math>\varnothing 54h14_{(-0,74)}</math>, length <math>22 \pm 0,26</math>.</li> <li>Stage 3: Diameter <math>\varnothing 24 \pm 1</math>, length <math>12_{-0,3}</math>.</li> <li>Stage 4: Diameter <math>\varnothing 22h14_{(-0,52)}</math>, length <math>12_{-0,3}</math>.</li> <li>Stage 5: Diameter <math>\varnothing 22h14_{(-0,52)}</math>, length <math>20 \pm 0,26</math>.</li> </ul>

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-10.00.000 ПЗ

Арк.

Продовження таблиці 1.5

№ операції	Назва операції. Зміст переходу	Верстат. Пристрій	Схема базування
015	Вертикально-фрезерна з ЧПК: 1 Свердлити послідовно два отвори Ø5 мм на глибину $12 \pm 0,21$ 2 Зенкерувати послідовно два отвори Ø5,8 мм 3 Розвернути послідовно два отвори Ø6H7 4 Фрезерувати послідовно два пази шириною $10 \pm 0,18$ витримуючи розмірами вказані на схемі	Вертикально-фрезерний з ЧПК мод. Mitsui Seiki VR-5A  Жорстка оправка з кріпленням на торці.	
020	Вертикально-свердлильна: 1 Свердлити отвір Ø5 мм наскрізно 2 Зенкерувати отвір в Ø5,8 мм 3 Розвернути отвір в Ø6H7	Вертикально-сверлильний мод. 2Н125. Пристрій на столі верстату.	
025	Контрольна	Калібр-пробка	-

### 1.6 Вибір засобів технологічного оснащення

Склавши маршрут механічної обробки, вибираємо технологічне обладнання, оснащення, а також ріжучий інструмент.

Підрізання торців виконуємо на токарно – гвинторізному верстаті моделі 16К20. Заготовка кріпиться в трикулачковому самоцентруючому патроні. Ріжучий інструмент – різці токарні підрізні торцеві 2112-0035 ГОСТ 18871-73 з пластинами типу 43 з швидкорізальної сталі Р6М5.

Обробку отвору  $\text{Ø}15 \text{H}7^{+0,018}$  проводимо на токарно-гвинторізному верстаті моделі 16К20. Оброблювана деталь кріпиться в трикулачковому самоцентруючому патроні. Ріжучий інструмент – свердло спіральне з циліндричним хвостовиком ГОСТ 4010-77 діаметром 12 мм; свердло спіральне з

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ–10.00.000 ПЗ				

циліндричним хвостовиком ГОСТ 4010 - 77 діаметром 14,5 мм; розвертка діаметром 15 мм ГОСТ 1672-80.

Обробку фасок  $0,5 \times 45^0$  виконуємо на токарно-гвинторізному верстаті моделі 16К20. Оброблювана деталь кріпиться в трикулачковому самоцентруючому патроні. Ріжучий інструмент – зенкер ГОСТ 12489-71.

Обробку зовнішніх циліндричних поверхонь  $\varnothing 45h14_{(-0,62)}$ ,  $\varnothing 54h14_{(-0,74)}$  та  $\varnothing 22h14$  виконуємо на токарно-гвинторізному верстаті моделі 16К20. Оброблювана деталь кріпиться в трикулачковому самоцентруючому патроні. Точіння проводиться різцем прохідним прямим 2100-0763 ГОСТ 18869 зі швидкоріжучої сталі Р6М5.

Обробку отворів  $\varnothing 6H14^{(+0,3)}$  проводимо на вертикально-свердлильному верстаті моделі 2Н125. Оброблювана деталь кріпиться на торці в жорсткій оправці. Ріжучий інструмент – спіральне свердло 2300-2433 ГОСТ 10902-77 з циліндричним хвостовиком.

Обробку отворів  $\varnothing 10H14^{(+0,36)}$  проводимо на вертикально-свердлильному верстаті моделі 2Н125. Оброблювана деталь кріпиться на торці в жорсткій оправці. Ріжучий інструмент – спіральне свердло 2300-2472 ГОСТ 10902-77 з циліндричним хвостовиком.

Обробку пазів  $\varnothing 10H14^{(+0,36)}$  проводимо на вертикально-фрезерному верстаті з ЧПК моделі Mitsui Seiki VR-5A. Оброблювана деталь кріпиться в пристрої на столі верстату. Фрезерування здійснюється кінцевою фрезою діаметром 10 мм ГОСТ 17025 – 71.

В даному розділі ми визначились з маршрутом механічної обробки, показали схеми базування, а також детально описали чим обробляють поверхні деталі.

					БР.ПМ–10.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.7 Визначення міжопераційних припусків і розмірів обробки

Призначаємо припуски за нормативами на кожну поверхню і кожен перехід і заносимо в таблицю 1.6.

**Таблиця 1.6** – Міжопераційні припуски і розміри обробки.

№ поверхні	Види обробки	Величина припуску, мм
1; 12	Чистове підрізання	$Z=1$
2	Однократне точіння фаски	$2Z=1$
3	Чорнове точіння	$2Z_1=10$
	Чистове точіння	$2Z_2=1$
4	Чистове точіння	$2Z=2$
5; 9; 11	Свердління	$2Z_1=5$
	Зенкерування	$2Z_2=0,8$
	Розвертання	$2Z_3=0,2$
6	Чорнове точіння	$2Z_1=32$
	Чистове точіння	$2Z_2=2$
7	Свердління	$2Z_1=12$
	Розсвердлювання	$2Z_2=2,6$
	Розвертання	$2Z_3=0,4$
8; 10	Фрезерування	$2Z=25,7$
13; 15	Чистове підрізання	$Z=0,3$

В даному розділі, згідно нормативів [6, с. 186] призначили загальні припуски на кожну поверхню і розподілили у рекомендованих пропорціях по видах обробки.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ–10.00.000 ПЗ					

## 1.8 Визначення режимів різання

Розрахунок режимів різання проводимо для усіх операцій і переходів. Результати розрахунку заносимо у таблицю.

### 1.8.1 Приклад розрахунку режимів різання.

Операція 005. Токарно-гвинторізна.

1. Точити поверхню 3 начисто. Верстат 16К20.

Початкові дані:

Деталь: диск.

Розміри оброблюваної поверхні:

Діаметр  $d=45_{-0,62}$  мм;

Довжини  $l=10$  мм.

Оброблюваний матеріал – сталь 40Х.

Інструмент: різець прохідний прямий  $h \times b \times L = 16 \times 10 \times 100$  мм;  $n=6$  мм;  $\varphi=45^\circ$ .

Матеріал різальної частини – швидкорізальна сталь Р6М5.

Період стійкості інструменту  $T_m=50$  хв. ([3], с. 680, табл. 10).

2 Режими різання:

Глибина різання  $t=Z_1=0,5$  мм.

Подача на оберт шпинделя, номінальна

$S_0=0,3$  мм/об [3, с. 646].

Швидкість різання таблична  $V^*=41$  м/хв. [3, с. 648].

Поправочні коефіцієнти на швидкість різання:

- на оброблюваний матеріал  $k_4=0,7$  [3, с. 649];
- на період стійкості інструменту і інструментальний матеріал  $k_5=0,9$  [3, с. 650];
- на вид обробки –  $k_6=1$  для поздовжнього точіння [3, с. 650].

Нормативна швидкість різання:

$$V_H = V^* \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 = 41 \cdot 0,7 \cdot 0,9 \cdot 1 = 25,8 \text{ м/хв.} \quad (1.14)$$

Частота обертання шпинделя:

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

БР.ПМ–10.00.000 ПЗ

$$n_H = \frac{1000 \cdot V_H}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 25,8}{3,14 \cdot 45} = 183 \text{ хв}^{-1}. \quad (1.15)$$

Приймаємо за верстатом  $n=200 \text{ хв}^{-1}$ .

Фактична швидкість різання:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 45 \cdot 200}{1000} = 28,3 \text{ м/хв.}$$

Потужність різання таблична  $N_{\text{табл}}=2 \text{ кВт}$  [3, с. 650].

Поправочний коефіцієнт на потужність різання  $k_7=0,75$  [3, с. 651].

$$N_{\text{різ}} = N_{\text{табл}} \cdot \frac{V}{100} \cdot k_7 = 2 \cdot \frac{28,3}{100} \cdot 0,75 = 0,42 \text{ кВт.} \quad (1.16)$$

Найбільша потужність різання, що допускає верстат:

$$N_e = N_B \cdot \eta = 5,5 \cdot 0,8 = 4,4 \text{ кВт} \geq N_{\text{різ}} = 0,42 \text{ кВт.} \quad (1.17)$$

Отже, вибраний верстат задовольняє вимоги за потужністю.

Остаточні режими різання:  $t=1 \text{ мм}$ ;  $S_0=0,3 \text{ мм}$ ;  $T=50 \text{ хв.}$ ;  $n=200 \text{ хв}^{-1}$ ;

$V=28,3 \text{ м/хв}$ ;  $N=0,42 \text{ кВт}$ .

**Таблиця 1.7** – Паспортні дані верстата 16К20.

Параметр та одиниця його виміру	Величина
Діапазон частот обертання шпинделя, $\text{хв.}^{-1}$	12,5...1600
Діапазон подач на оберт шпинделя (безступ.), мм	0,025...2,8 0,012...1,4
Потужність електродвигуна $N_e$ , кВт	5,5
Коефіцієнт корисної дії, $\eta$	0,8

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.ПМ–10.00.000 ПЗ

**Таблиця 1.8 – Режими різання.**

№ поверхні	Переходи механічної обробки	Розміри оброблюваної поверхні		Режими різання				Основний час $T_0$
		D, мм	L, мм	t, мм	$S_0$ , мм/об	V, м/хв	n, хв. <sup>-1</sup>	
1	Чистове підрізання	Ø56	-	1	0,15	31,7	180	1,037
2	Зенкування	-	0,5×45 <sup>0</sup>	0,5	0,15	50,2	1000	0,003
3	Чорнове точіння	Ø46	10	5	0,3	20,2	140	0,238
	Чистове точіння	Ø45	10	0,5	0,25	27,9	200	1
4	Однократне точіння	Ø54	22	1	0,3	23,7	140	0,524
5	Свердління	Ø5	7	2,5	0,12	26,4	1400	0,142
	Зенкерування	Ø5,8	7	0,4	0,12	36,4	2000	0,208
	Розвертання	Ø6	7	0,2	0,08	47,1	2500	0,103
6	Чорнове точіння	Ø24	12	16	0,3	21,1	280	1,429
	Чистове точіння	Ø22	12	1	0,25	27,6	400	0,429
7	Свердління	Ø12	33	6	0,14	25,1	800	0,295
	Розсвердлювання	Ø14,5	33	1,25	0,14	32,3	710	0,332
	Розвертання	Ø15	33	0,2	0,4	23,6	500	0,165
8	Фрезерування	Ø10	15,7	7,85	0,1	25,1	800	0,593
9	Свердління	Ø5	12	2,5	0,12	26,4	1400	0,156
	Зенкерування	Ø5,8	12	0,4	0,12	36,4	2000	0,234
	Розвертання	Ø6	12	0,2	0,08	47,1	2500	0,112
10	Фрезерування	Ø10	15,7	7,85	0,1	25,1	800	0,593
11	Свердління	Ø5	12	2,5	0,12	26,4	1400	0,156
	Зенкерування	Ø5,8	12	0,4	0,12	36,4	2000	0,234
	Розвертання	Ø6	12	0,2	0,08	47,1	2500	0,112
12	Чистове підрізання	Ø56	-	1	0,2	31,7	180	0,778
13	Чистове підрізання	Ø 54	-	0,3	0,15	30,5	180	0,593
15	Чистове підрізання	Ø 54	-	0,3	0,15	30,5	180	0,167

Глибина різання  $t$  – прийнята за максимальним міжопераційним припуском на одну сторону.

Подача  $S_0$  взята в залежності від глибини різання [3, с.646–650].

Швидкість різання: - нормативна [3, с.648–649];

$V_{H1}=31,5$  м/хв;

$V_{H7.3}= 20,8$  м/хв;

$V_{H2}=49,4$  м/хв;

$V_{H8.1}=31,2$  м/хв;

$V_{H3.1}=20,8$  м/хв;

$V_{H8.2}=25,2$  м/хв;

$V_{H3.2}=28,4$  м/хв;

$V_{H9}=24,7$  м/хв;

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ–10.00.000 ПЗ				

$$V_{H4}=25,8 \text{ м/хв};$$

$$V_{H10.1}=31,2 \text{ м/хв};$$

$$V_{H5}=26 \text{ м/хв};$$

$$V_{H10.2}=25,2 \text{ м/хв};$$

$$V_{H6.1}=20,8 \text{ м/хв};$$

$$V_{H11}=24,7 \text{ м/хв};$$

$$V_{H6.2}=27,7 \text{ м/хв};$$

$$V_{H12}=30,2 \text{ м/хв};$$

$$V_{H7.1}=31,2 \text{ м/хв};$$

$$V_{H13}=31,5 \text{ м/хв};$$

$$V_{H7.2}=33,8 \text{ м/хв};$$

$$V_{H15}=31,5 \text{ м/хв}.$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя верстата за формулою:

$$n=1000 \cdot V_H / (\pi \cdot D), \quad (1.18)$$

де  $V$ —швидкість різання, м/хв.;

$D$ — діаметр, мм.

$$n_1=1000 \cdot 31,5 / (3,14 \cdot 56)=179 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_2=1000 \cdot 49,4 / (3,14 \cdot 16)=983 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_{3.1}=1000 \cdot 20,8 / (3,14 \cdot 46)=144 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_{3.2}=1000 \cdot 28,4 / (3,14 \cdot 45)=201 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_4=1000 \cdot 25,8 / (3,14 \cdot 54)=152 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_5=1000 \cdot 26 / (3,14 \cdot 6)=1380 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_{6.1}=1000 \cdot 20,8 / (3,14 \cdot 24)=276 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_{6.2}=1000 \cdot 27,7 / (3,14 \cdot 22)=401 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_{7.1}=1000 \cdot 31,2 / (3,14 \cdot 12)=828 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_{7.2}=1000 \cdot 33,8 / (3,14 \cdot 14,5)=743 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_{7.3}=1000 \cdot 20,8 / (3,14 \cdot 15)=441 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_{8.1}=1000 \cdot 31,2 / (3,14 \cdot 10)=994 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_{8.2}=1000 \cdot 25,2 / (3,14 \cdot 10)=803 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_9=1000 \cdot 24,7 / (3,14 \cdot 6)=1311 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_{10.1}=1000 \cdot 31,2 / (3,14 \cdot 10)=994 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_{10.2}=1000 \cdot 25,2 / (3,14 \cdot 10)=803 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_{11}=1000 \cdot 24,7 / (3,14 \cdot 6)=1311 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_{12}=1000 \cdot 30,2 / (3,14 \cdot 56)=172 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_{13}=1000 \cdot 31,5 / (3,14 \cdot 54)=186 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_{15}=1000 \cdot 31,5 / (3,14 \cdot 54)=186 \text{ хв}^{-1}.$$

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ–10.00.000 ПЗ					

Частоту обертання корегуємо в залежності від паспортної частоти обертання шпинделя верстата. Прийняті величини заносимо в таблицю 2.7.

Визначаємо фактичну швидкість різання за формулою:

$$V = \pi D n / 1000, \quad (1.19)$$

де  $n$  – частота обертання шпинделя верстата,  $\text{хв.}^{-1}$ ;  $D$  – діаметр, мм.

$$V_1 = 3,14 \cdot 56 \cdot 180 / 1000 = 31,7 \text{ м/хв};$$

$$V_2 = 3,14 \cdot 16 \cdot 1000 / 1000 = 50,2 \text{ м/хв};$$

$$V_{3,1} = 3,14 \cdot 46 \cdot 140 / 1000 = 20,2 \text{ м/хв};$$

$$V_{3,2} = 3,14 \cdot 45 \cdot 200 / 1000 = 27,9 \text{ м/хв};$$

$$V_4 = 3,14 \cdot 54 \cdot 140 / 1000 = 23,7 \text{ м/хв};$$

$$V_5 = 3,14 \cdot 6 \cdot 1400 / 1000 = 26,4 \text{ м/хв};$$

$$V_{6,1} = 3,14 \cdot 24 \cdot 280 / 1000 = 21,1 \text{ м/хв};$$

$$V_{6,2} = 3,14 \cdot 22 \cdot 400 / 1000 = 27,6 \text{ м/хв};$$

$$V_{7,1} = 3,14 \cdot 12 \cdot 800 / 1000 = 25,1 \text{ м/хв};$$

$$V_{7,2} = 3,14 \cdot 14,5 \cdot 710 / 1000 = 32,3 \text{ м/хв};$$

$$V_{7,3} = 3,14 \cdot 15 \cdot 500 / 1000 = 23,6 \text{ м/хв};$$

$$V_{8,1} = 3,14 \cdot 10 \cdot 1000 / 1000 = 31,4 \text{ м/хв};$$

$$V_{8,2} = 3,14 \cdot 10 \cdot 800 / 1000 = 25,1 \text{ м/хв};$$

$$V_9 = 3,14 \cdot 6 \cdot 1400 / 1000 = 26,4 \text{ м/хв};$$

$$V_{10,1} = 3,14 \cdot 10 \cdot 1000 / 1000 = 31,4 \text{ м/хв};$$

$$V_{10,2} = 3,14 \cdot 10 \cdot 800 / 1000 = 25,1 \text{ м/хв};$$

$$V_{11} = 3,14 \cdot 6 \cdot 1400 / 1000 = 26,4 \text{ м/хв};$$

$$V_{12} = 3,14 \cdot 56 \cdot 180 / 1000 = 31,7 \text{ м/хв};$$

$$V_{13} = 3,14 \cdot 54 \cdot 180 / 1000 = 30,5 \text{ м/хв};$$

$$V_{15} = 3,14 \cdot 54 \cdot 180 / 1000 = 30,5 \text{ м/хв}.$$

Знаходимо основний час за формулою:

$$T_0 = L \cdot i / (S \cdot n), \quad (1.20)$$

де  $L$  – довжина оброблюваної поверхні, м;

$i$  – число ходів;

$s$  – подача, мм/об;

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

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ–10.00.000 ПЗ				

$$T_{o1}=28 \cdot 1 / (0,15 \cdot 180) = 1,037 \text{ хв};$$

$$T_{o2}=0,5 \cdot 1 / (0,15 \cdot 1000) = 0,003 \text{ хв};$$

$$T_{o3.1}=10 \cdot 1 / (0,3 \cdot 140) = 0,238 \text{ хв};$$

$$T_{o3.2}=10 \cdot 5 / (0,25 \cdot 200) = 1 \text{ хв};$$

$$T_{o4}=22 \cdot 1 / (0,3 \cdot 140) = 0,524 \text{ хв};$$

$$T_{o5}=7 \cdot 1 / (0,12 \cdot 1400) = 0,142 \text{ хв};$$

$$T_{o6.1}=12 \cdot 10 / (0,3 \cdot 280) = 1,429 \text{ хв};$$

$$T_{o6.2}=12 \cdot 2 / (0,14 \cdot 400) = 0,429 \text{ хв};$$

$$T_{o7.1}=33 \cdot 1 / (0,14 \cdot 800) = 0,295 \text{ хв};$$

$$T_{o7.2}=33 \cdot 1 / (0,14 \cdot 710) = 0,332 \text{ хв};$$

$$T_{o7.3}=33 \cdot 1 / (0,4 \cdot 500) = 0,165 \text{ хв};$$

$$T_{o8.1}=32 \cdot 1 / (0,12 \cdot 1000) = 0,267 \text{ хв};$$

$$T_{o8.2}=15,7 \cdot 2 / (0,1 \cdot 800) = 0,595 \text{ хв};$$

$$T_{o9}=12 \cdot 1 / (0,12 \cdot 1400) = 0,071 \text{ хв};$$

$$T_{o10.1}=32 \cdot 1 / (0,12 \cdot 1000) = 0,267 \text{ хв};$$

$$T_{o10.2}=15,7 \cdot 2 / (0,1 \cdot 800) = 0,595 \text{ хв};$$

$$T_{o11}=12 \cdot 1 / (0,12 \cdot 1400) = 0,071 \text{ хв};$$

$$T_{o12}=28 \cdot 1 / (0,2 \cdot 180) = 0,778 \text{ хв};$$

$$T_{o13}=16 \cdot 1 / (0,15 \cdot 180) = 0,593 \text{ хв};$$

$$T_{o15}=4,5 \cdot 1 / (0,15 \cdot 180) = 0,167 \text{ хв}.$$

В даному розділі проведений розрахунок режимів різання за нормативами, а також порахований основний (машинний) час обробки по операціях.

					БР.ПМ–10.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.9 Нормування технологічних операцій

Під технічнообґрунтованою нормою часу розуміють час, необхідний для виконання заданого об'єму роботи при певних організаційно-технічних умовах роботи і найбільш ефективному використанні всіх засобів виробництва.

В серійному виробництві визначають норму штучно-калькуляційного часу. Норми часу на операції визначаємо нормативним шляхом і заносимо в таблицю 1.9. Норму штучно-калькуляційного часу визначають за формулою

$$T_{\text{шт-к}} = T_o \cdot \varphi_k$$

Коефіцієнт  $\varphi_k$  вибираємо в залежності від виду обробки [4, ст. 215].

Таблиця 1.9 – Норми часу

Номер і назва операції	$T_o$ , хв	$\varphi_k$	$T_{\text{шт-к}}$ , хв
005 Токарно-гвинторізна	3,24	2,14	6,93
010 Токарно-гвинторізна	3,75	2,14	8,03
015 Вертикально-фрезерна з ЧПК	2,19	1,84	4,03
020 Вертикально-свердлильна	0,453	1,84	0,83
Всього:			19,82

В даному розділі нормативним шляхом визначені норми часу. Отже на виготовлення деталі з заготовки необхідно потратити 19,82 хв.

					БР.ПМ–10.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

### 2.1 Пристрій для механічної обробки

#### 2.1.1 Опис призначення пристрою

Для виконання вертикально-свердлильної операції 020 при свердлінні отвору (поверхня 5 рис.1.1) деталь необхідно закріпити в такому положенні, щоб вісь свердла проходила вздовж осі, яка проходить через центри отворів (поверхня 9, 11 рис.1.1), то для реалізації цього розроблений спеціальний пристрій для кріплення деталі, який дає змогу виконувати всі вище згадані функції.

Цей пристрій має конструкцію, яка дозволяє приєднати його до стола вертикально-свердлильного верстату, де він закріплюється за допомогою болтів, які вставляються в Т-подібні пази стола.

#### 2.1.2 Опис конструкції і принципу роботи пристрою

Пристрій призначений для базування та закріплення заготовок по торцях, при цьому відцентровуючи їх в необхідне положення за допомогою пальців.

Він складається з плити 1 (БР.ПМ-10.03.00.000 СК), на якій розміщені опорний кутник 2, з запресованими в нього пальцями 3 та 4, в який впирається торець заготовки. Пальці призначені надання заготовці положення необхідного свердління отвору в необхідному місці. Для затиску заготовки з іншої сторони розміщується гвинт 9, який переміщується за рахунок різьби у втулці 5 при його обертанні маховиком 7.

З метою зменшення часу на закріплювальні операції в конструкції передбачено планку 10, яка кріпиться пальцем 12 на спеціальних кутниках 11. Із застосуванням планки 10 зменшується число обертів необхідних для зняття та закріплення заготовок.

Кріплення всіх деталей до плити здійснюється болтами М6 ГОСТ 15589-70 з шайбами 6 ГОСТ 11371-78.

					БР.ПМ–10.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 2.1.3 Розрахунок сили затиску

Під час свердління отвору в деталі, виникає сила різання  $P_p$ , що намагається прокрутити заготовку навколо осі обертання свердла:

$$M_p = k \cdot P_z \cdot R_o = (k \cdot P_z \cdot d_o) / 2, \quad (2.1)$$

де  $R_o$  ( $d_o$ ) – найбільший радіус (діаметр) обробки;

$k$  – коефіцієнт запасу,  $k = 3,5$ ;

$P_z$  – сила різання, визначається з виразу:

$$P_z = 60 \cdot N_\phi / v, \quad (2.2)$$

де  $N_\phi$  – фактичне значення потужності різання

$$N_\phi = k_n \cdot N_p, \quad (2.3)$$

де  $k_n$  – поплашковий коефіцієнт,  $k_n = 0,75$  [3, с.651]

$N_p$  – розрахункове значення потужності різання

$$N_p = N_n \cdot v / 100, \quad (2.4)$$

де  $N_n$  – нормативне значення потужності різання [3, с.650].

За формулою (2.4) маємо

$$N_p = 1,4 \cdot 120 / 100 = 1,68 \text{ кВт.}$$

Тоді

$$N_\phi = 0,75 \cdot 1,68 = 1,26 \text{ кВт.}$$

Отримаємо силу різання

$$P_z = 60 \cdot 1,26 / 120 = 0,63 \text{ кН.}$$

Сили затиску визначається з рівняння суми моментів відносно точки А (рисунок 2.1).

$$\sum M_{(A)} = P_p \cdot l_1 - P_s \cdot l_2 = 0; \quad (2.5)$$

З формули 2.5 визначаємо силу затиску:

$$P_s = \frac{P_p \cdot l_1}{l_2} = \frac{0,63 \cdot 0,03}{0,08} = 0,24 \text{ кН.}$$

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ–10.00.000 ПЗ				

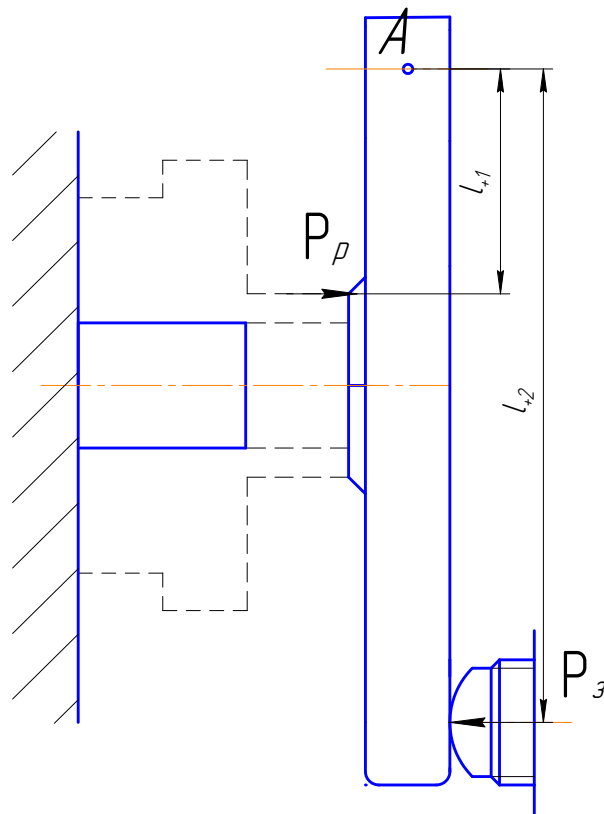


Рисунок 2.1 – Розрахункова схема

## 2.2 Інструменти

### 2.2.1 Різальний Інструмент

В графічній частині зображено креслення свердла циліндричного спірального з конічним хвостовиком  $\varnothing 14,5$  мм, та фрези кінцевої  $\varnothing 10$ Js9 з циліндричним хвостовиком. Робоча частина свердла та фрези виготовлена із швидкорізальної сталі P18 ГОСТ 19265-73.

### 2.2.2 Контрольний інструмент

Розрахуємо контрольний інструмент для контролю розміру  $\varnothing 15$ H7, в якості якого використаємо калібри-пробки.

При контролі деталей робочі поверхні калібр-пробки прохідної (ПР) повинні вільно проходити через отвір під дією власної ваги (або зусилля, не більше 1 Н).

Робочі непрохідні калібри пробки не повинні проходити через отвір під

					БР.ПМ–10.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дією власної ваги (або зусилля, не більше 1 Н).

Допуски калібрів стандартизовані ГОСТ 24853-81 „Калібри гладкі для розмірів до 500 мм. Допуски”.

Проведемо розрахунок розмірів калібр-пробки для контролю р-ру  $\varnothing 15$  H7(+0,018).

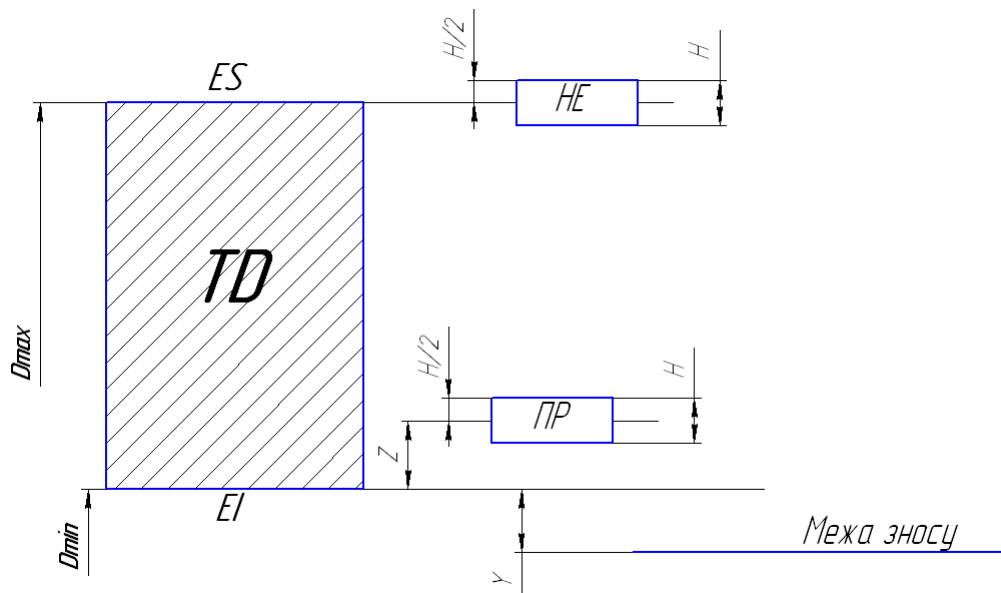


Рисунок 2.2 – Схема полів допусків калібрів-пробок для контролю отвору  $\varnothing 15$  H7(+0,018).

Таблиця 2.1 – Допуски і відхилення калібрів по ГОСТ 24853-81 для розміру  $\varnothing 15$  H7(+0,018).

Z, Z <sub>1</sub> , МКМ	Y, Y <sub>1</sub> , МКМ	L, L <sub>1</sub> , МКМ	H, H <sub>1</sub> , МКМ	H <sub>p</sub> , МКМ
2,5	2	0	3	1,2

Таблиця 2.2 – Виконавчі розміри калібр-пробки для контролю розміру  $\varnothing 15$  H7(+0,018).

Маркування калібра	Призначення калібра	Вид калібра	Граничні розміри, мм		Розмір межі зносу		Виконавчий розмір, мм	
			найбільший	найменший	формула	величина	формула	величина
$\varnothing 15$ H7(+0,018) ПР	Робочий	Пробка	15,004	15,001	$D_{\min} - Y + L$	14,998	$(D_{\min} + Z + \frac{H}{2})_{\text{H}}$	15,004 0,003
$\varnothing 15$ H7(+0,018) HE	Робочий	Пробка	15,0195	15,0165	-	-	$(D_{\max} - L + \frac{H}{2})_{\text{H}}$	15,0195 0,003

					БР.ПМ–10.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3 ПРОЕКТУВАННЯ КЕРУЮЧОЇ ПРОГРАМИ ДЛЯ ВЕРСТАТА З ЧПК

Для обробки на верстаті з ЧПК необхідно створити керуючу програму (КП). Для її розробки була використана комп'ютерна САМ-система SprutCAM 2007. Вона дозволяє проектувати обробку на сучасних верстатах з ЧПК токарної та фрезерної груп.

Початковими даними для проектування КП є тривимірні твердотільні моделі заготовки, оброблюваної деталі та технологічний процес її обробки.

Створення 3-D моделей деталі «Диск» та її заготовки було проведено в системі Компас-3D (рисунки 3.1, 3.2).

Після побудови тривимірні моделі були записані в універсальному форматі \*.igs, який використовується для обміну інформацією між різними системами проектування. У такому форматі деталь та заготовка були імпортовані у систему Sprut-CAM (рисунок 3.3).

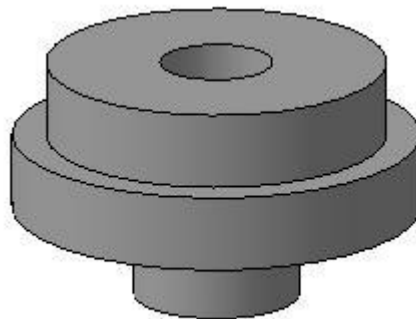


Рисунок 3.1 – 3D-модель заготовки

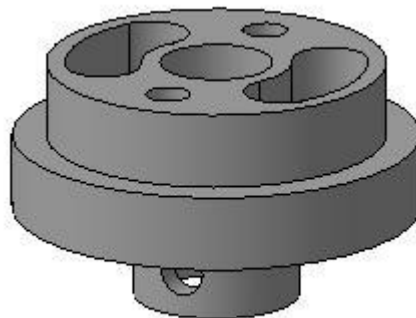


Рисунок 3.2 – 3D-модель деталі

					БР.ПМ–10.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

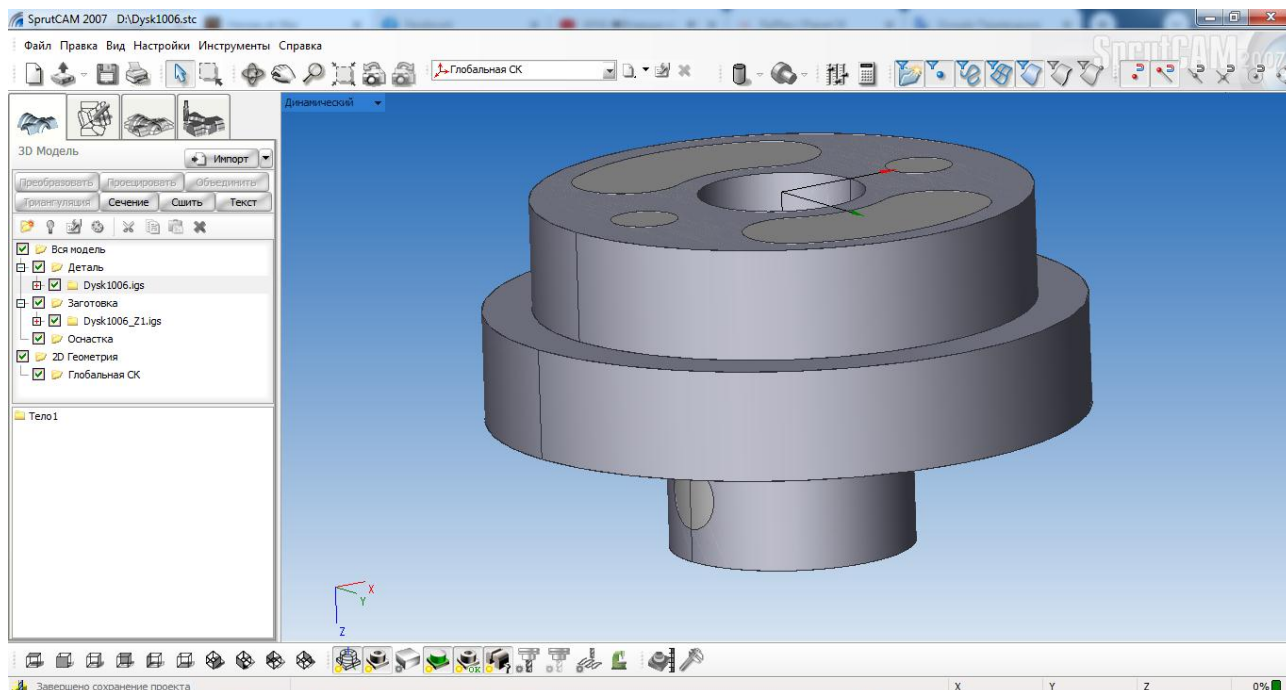


Рисунок 3.3 – 3D-модель заготовки та деталі, імпортовані у систему SprutCAM

На закладці «Технологія» системи вибираємо фрезерний трьохкоординатний верстат, на якому буде проводитись обробка з ЧПК. Далі проектуємо переходи. При проектуванні враховуємо розроблений технологічний процес шляхом задання відповідних параметрів у робочих завданнях (рисунки 4-9).

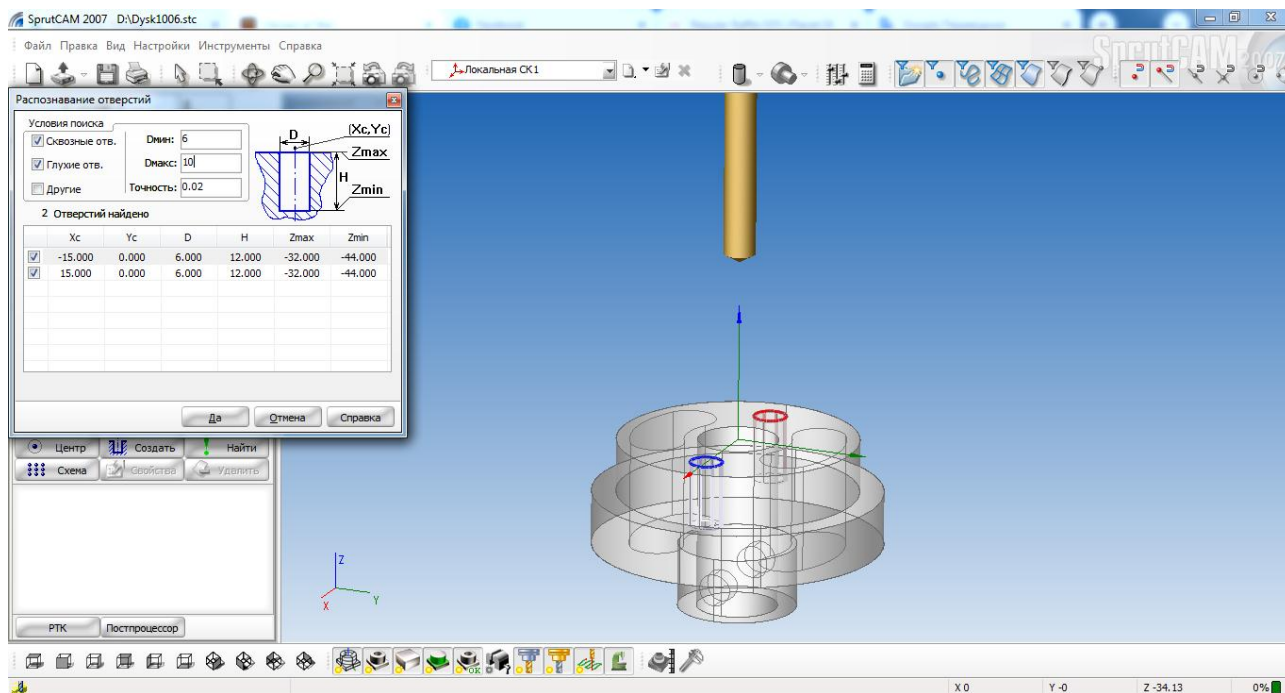
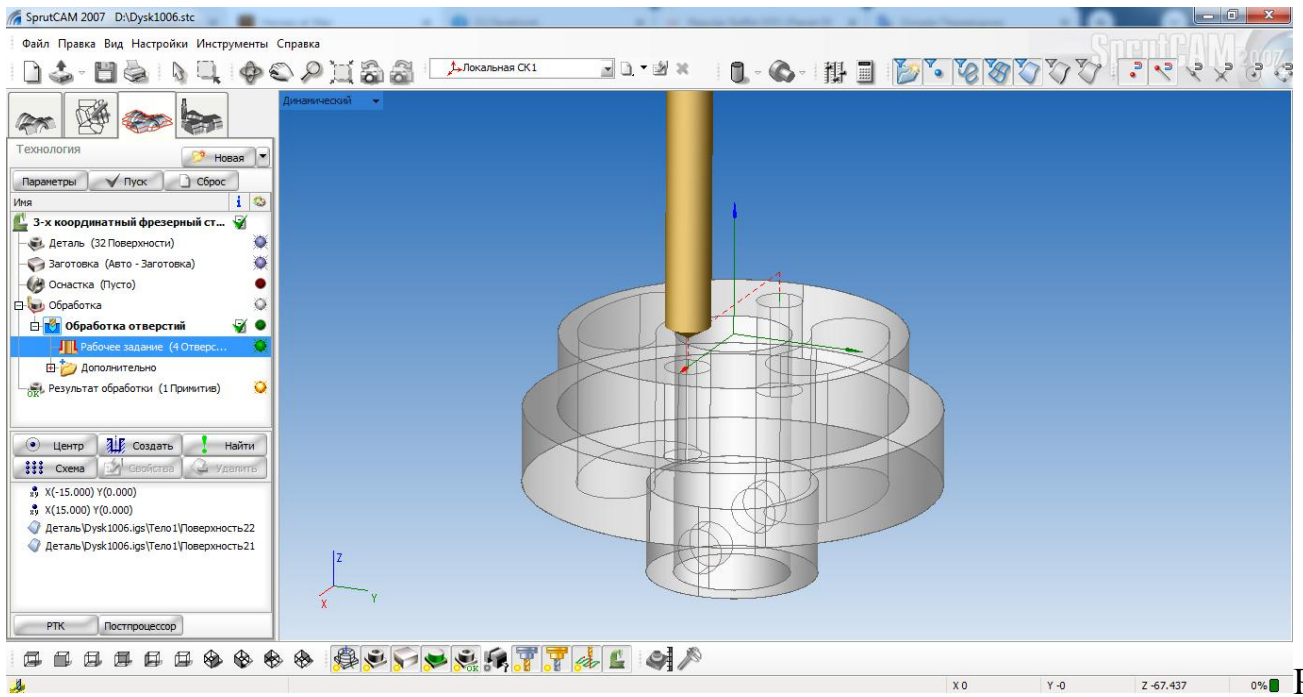


Рисунок 3.4 – Автоматичне визначення отворів  $\varnothing 6$

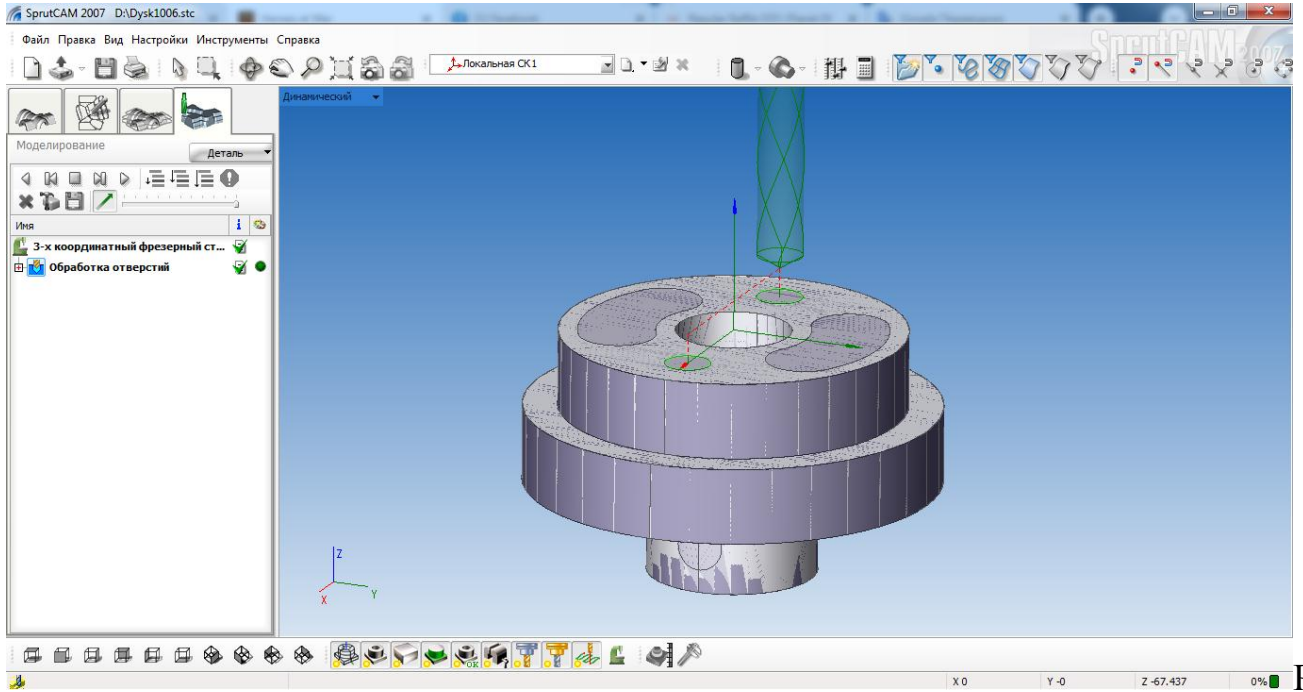
									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

БР.ПМ-10.00.000 ПЗ



Ри

Рисунок 3.5 – Проекування обробки отворів



Ри

Рисунок 3.6 – Моделювання обробки отворів

					БР.ПМ–10.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

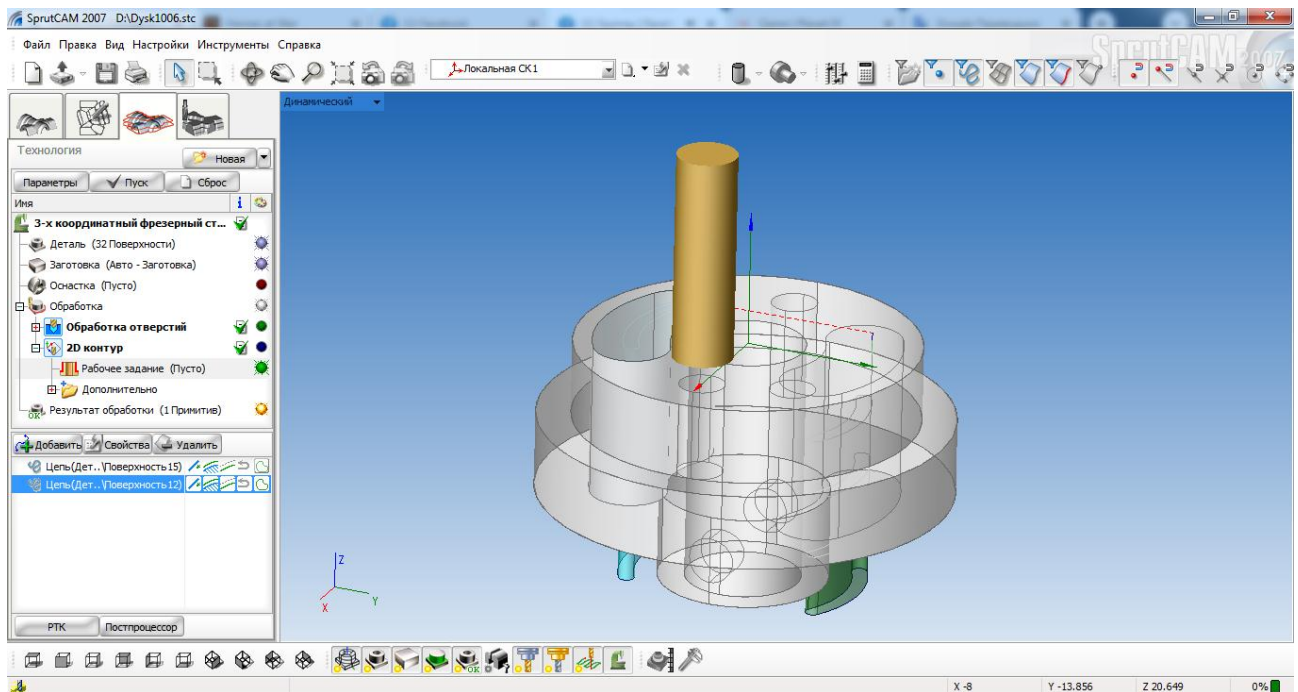


Рисунок 3.7– Проектування фрезерування пазів

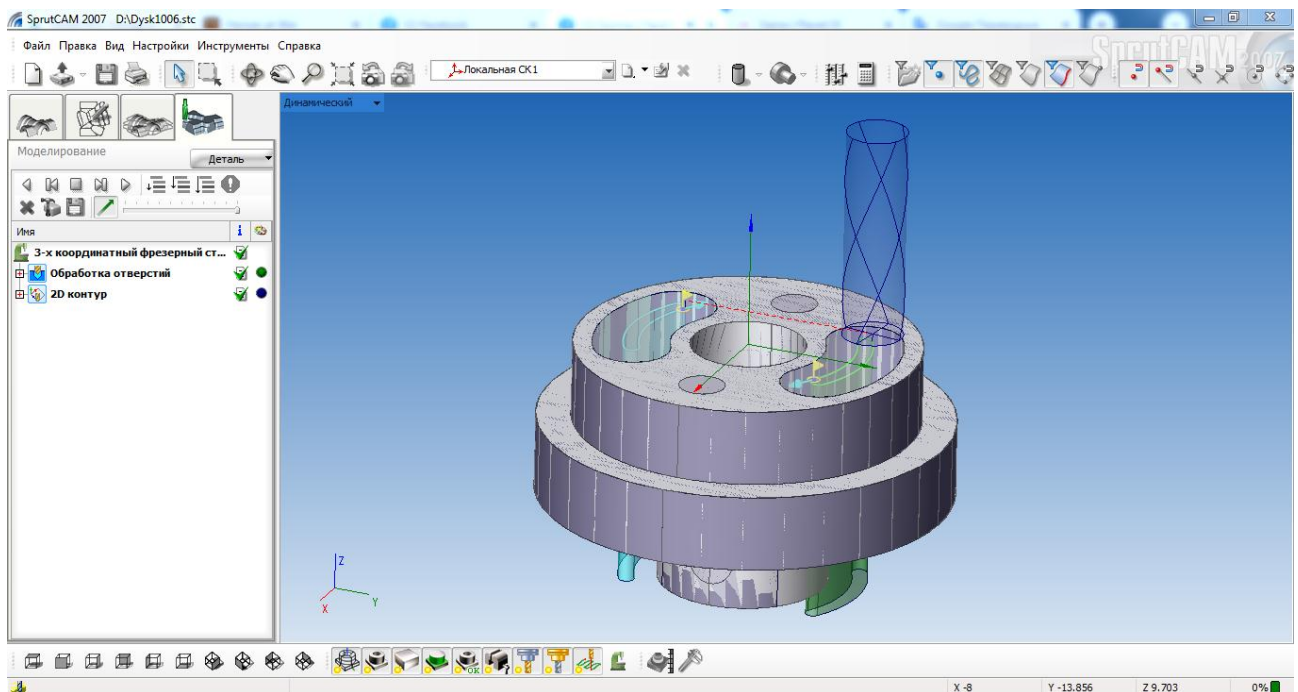


Рисунок 3.8 – Моделювання фрезерування пазів

					БР.ПМ–10.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

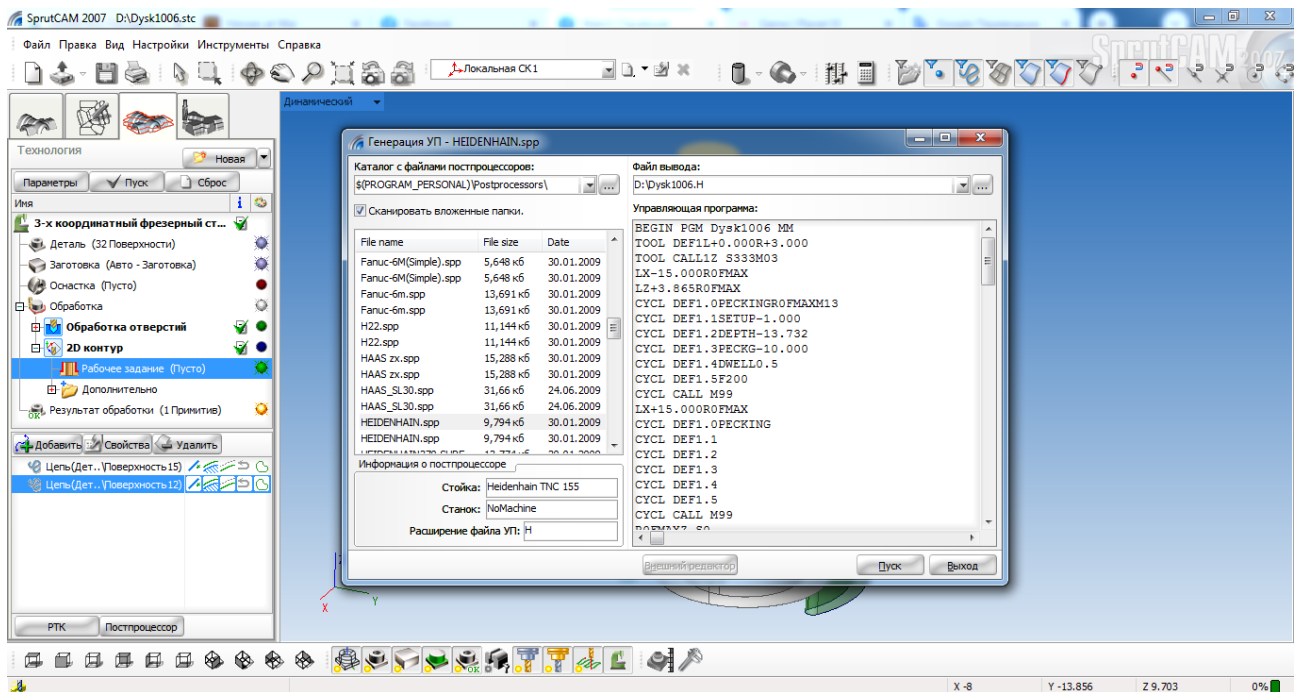


Рисунок 3.9 – Генерування керуючої програми для ЧПК

Текст керуючої програми для ЧПК подано у додатках (додаток А).

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ–10.00.000 ПЗ				

## Висновки

В бакалаврській роботі розроблено технологічний процес механічної обробки деталі Диск ПМК-10 00 006/22.

Відповідно до завдання, для досягнення запланованої мети, в роботі, у технологічній частині вивчено та проаналізовано конструкцію і технологічні вимоги до деталі, призначено припуски на механічну обробку, розраховано режими різання і проведено технічне нормування операцій; в конструкторській частині розроблено конструкцію спеціального верстатного пристрою, описано призначення та будову різального інструменту, пораховано розміри та описано призначення контрольного інструменту; у третьому розділі розроблено програму для керування системою ЧПК фрезерного верстату з ЧПК мод. Mitsui Seiki VR-5A.

Всі ці заходи сприятимуть полегшенню праці (зменшенню працемісткості), підвищенню продуктивності та здешевленню собівартості виготовлення тим самим зробимо виробництво конкурентоспроможним на ринку.

					БР.ПМ–10.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Перелік посилань на джерела

- 1 Горбачевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологи машиностроения.– Минск, Висшая школа, 1975.
- 2 Балькевич Б.В. Справочное пособие технолога машиностроительного завода.– Минск , Беларусь,1984.
- 3 Панов А.А. обработка металов резанием. Справочник технолога.– М.,Машиностроение, 1989.
- 4 ГОСТ 7505 Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски, 1990.
- 5 Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах. Т.1 / Под ред. А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова – М.: Машиностроение, 1973. – 694 с.
- 6 Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах. Т.1 / Под ред. А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – 656 с
- 7 Нефедов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту. – М.: Машиностроение, 1986. – 239 с
- 8 Корсаков В. С. Основы конструирования приспособлений. – М.: Машиностроение, 1984 – 400с.
- 9 Прогресивные режущие инструменты и режимы резания металлов. Справочник. Под ред. В.И.Баранчикова. – М.: Машиностроение. 1990.

					БР.ПМ–10.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# Додатки

					БР.ПМ–10.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Додаток А

### Керуюча програма для верстату з ЧПК

BEGIN PGM Dysk1006 MM  
TOOL DEF1L+0.000R+3.000  
TOOL CALL1Z S333M03  
LX-15.000R0FMAX  
LZ+3.865R0FMAX  
CYCL DEF1.0PECKINGR0FMAXM13  
CYCL DEF1.1SETUP-1.000  
CYCL DEF1.2DEPTH-13.732  
CYCL DEF1.3PECKG-10.000  
CYCL DEF1.4DWELL0.5  
CYCL DEF1.5F200  
CYCL CALL M99  
LX+15.000R0FMAX  
CYCL DEF1.0PECKING  
CYCL DEF1.1  
CYCL DEF1.2  
CYCL DEF1.3  
CYCL DEF1.4  
CYCL DEF1.5  
CYCL CALL M99  
R0FMAXZ S0  
TOOL DEF2L+0.000R+4.000  
TOOL CALL2Z S398M03  
LX-7.565Y-11.993R0FMAX  
LZ+1.000R0FMAX  
LZ-8.000R0F100  
CCX-7.500Y-12.990R0F200

					БР.ПМ-10.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

CX-8.000Y-13.856DR+RL  
CCX+0.000Y+0.000  
CX+8.000Y-13.856DR+RL  
CCX+7.500Y-12.990  
CX+7.000Y-12.124DR+RL  
CCX+0.000Y+0.000  
CX-7.000Y-12.124DR-RL  
CCX-7.500Y-12.990  
CX-7.565Y-11.993DR+RL  
LZ-16.000R0F100  
CCX-7.500Y-12.990R0F200  
CX-8.000Y-13.856DR+RL  
CCX+0.000Y+0.000  
CX+8.000Y-13.856DR+RL  
CCX+7.500Y-12.990  
CX+7.000Y-12.124DR+RL  
CCX+0.000Y+0.000  
CX-7.000Y-12.124DR-RL  
CCX-7.500Y-12.990  
CX-7.565Y-11.993DR+RL  
LZ-24.000R0F100  
CCX-7.500Y-12.990R0F200  
CX-8.000Y-13.856DR+RL  
CCX+0.000Y+0.000  
CX+8.000Y-13.856DR+RL  
CCX+7.500Y-12.990  
CX+7.000Y-12.124DR+RL  
CCX+0.000Y+0.000  
CX-7.000Y-12.124DR-RL  
CCX-7.500Y-12.990

					БР.ПМ–10.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

CX-7.565Y-11.993DR+RL  
LZ-32.000R0F100  
CCX-7.500Y-12.990R0F200  
CX-8.000Y-13.856DR+RL  
CCX+0.000Y+0.000  
CX+8.000Y-13.856DR+RL  
CCX+7.500Y-12.990  
CX+7.000Y-12.124DR+RL  
CCX+0.000Y+0.000  
CX-7.000Y-12.124DR-RL  
CCX-7.500Y-12.990  
CX-7.565Y-11.993DR+RL  
LZ+1.000R0FMAX  
LX-8.000Y+13.856R0FMAX  
LZ-8.000R0F100  
CCX-7.500Y+12.990R0F200  
CX-7.000Y+12.124DR+RL  
CCX+0.000Y+0.000  
CX+7.000Y+12.124DR-RL  
CCX+7.500Y+12.990  
CX+8.000Y+13.856DR+RL  
CCX+0.000Y+0.000  
CX-8.000Y+13.856DR+RL  
LZ-16.000R0F100  
CCX-7.500Y+12.990R0F200  
CX-7.000Y+12.124DR+RL  
CCX+0.000Y+0.000  
CX+7.000Y+12.124DR-RL  
CCX+7.500Y+12.990  
CX+8.000Y+13.856DR+RL

					БР.ПМ–10.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

CCX+0.000Y+0.000  
 CX-8.000Y+13.856DR+RL  
 LZ-24.000R0F100  
 CCX-7.500Y+12.990R0F200  
 CX-7.000Y+12.124DR+RL  
 CCX+0.000Y+0.000  
 CX+7.000Y+12.124DR-RL  
 CCX+7.500Y+12.990  
 CX+8.000Y+13.856DR+RL  
 CCX+0.000Y+0.000  
 CX-8.000Y+13.856DR+RL  
 LZ-32.000R0F100  
 CCX-7.500Y+12.990R0F200  
 CX-7.000Y+12.124DR+RL  
 CCX+0.000Y+0.000  
 CX+7.000Y+12.124DR-RL  
 CCX+7.500Y+12.990  
 CX+8.000Y+13.856DR+RL  
 CCX+0.000Y+0.000  
 CX-8.000Y+13.856DR+RL  
 LZ+1.000RLFMAX  
 R0FMAXZ S0  
 M30  
 END PGM Dysk1006 MM

					БР.ПМ–10.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дубл.													
Взамін.													
Підпис													

											1		
				<i>ІФНТУНГ</i>									
											<i>БР</i>		

**КОМПЛЕКТ  
технологічної  
документації**

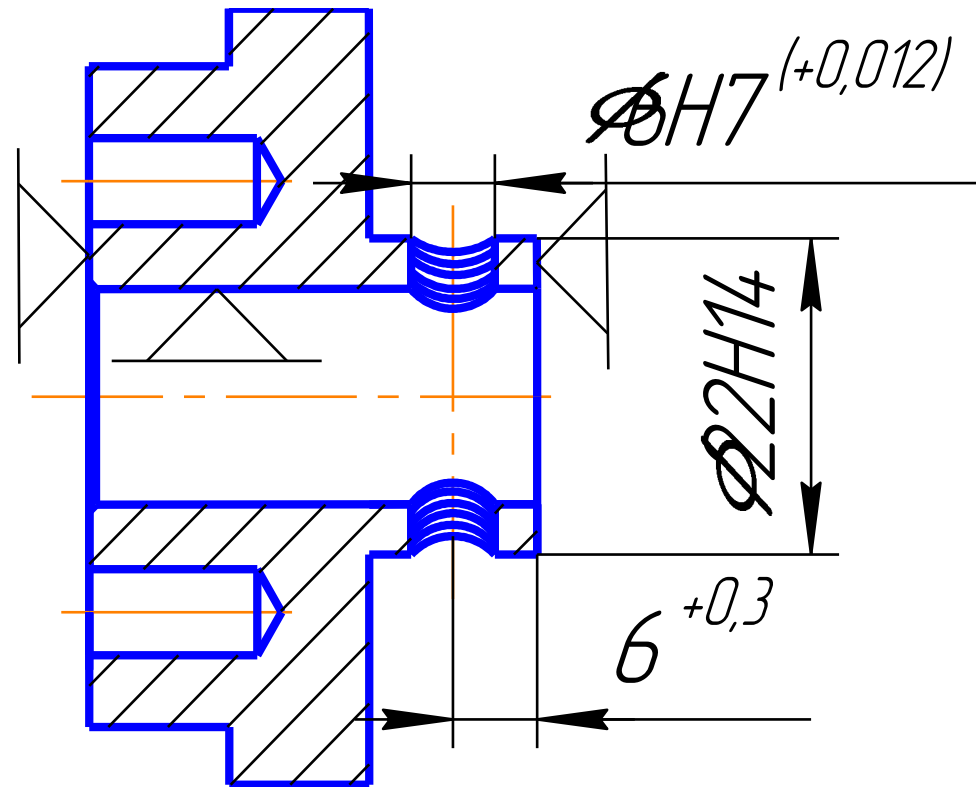
*Технологічний процес  
механічної обробки деталі:  
Диск ПМК-10 00 006/22*

Розробив: ст. гр. ПМ-18-1  
Кінаш Б.В.  
Перевірив: Шуляр І.О.





Дубл.										
Взамін.										
Підпис										
Розробив	Кінаш			І Ф Н Т У Н Г	ПМК-10 00 006/22				020	
Перевірів	Шуляр									
					Диск					
Н. контр.	Шуляр									





БР.ПМ-10.01.01.000

6,3  
✓ (✓)

Перв. примен.

Справ. №

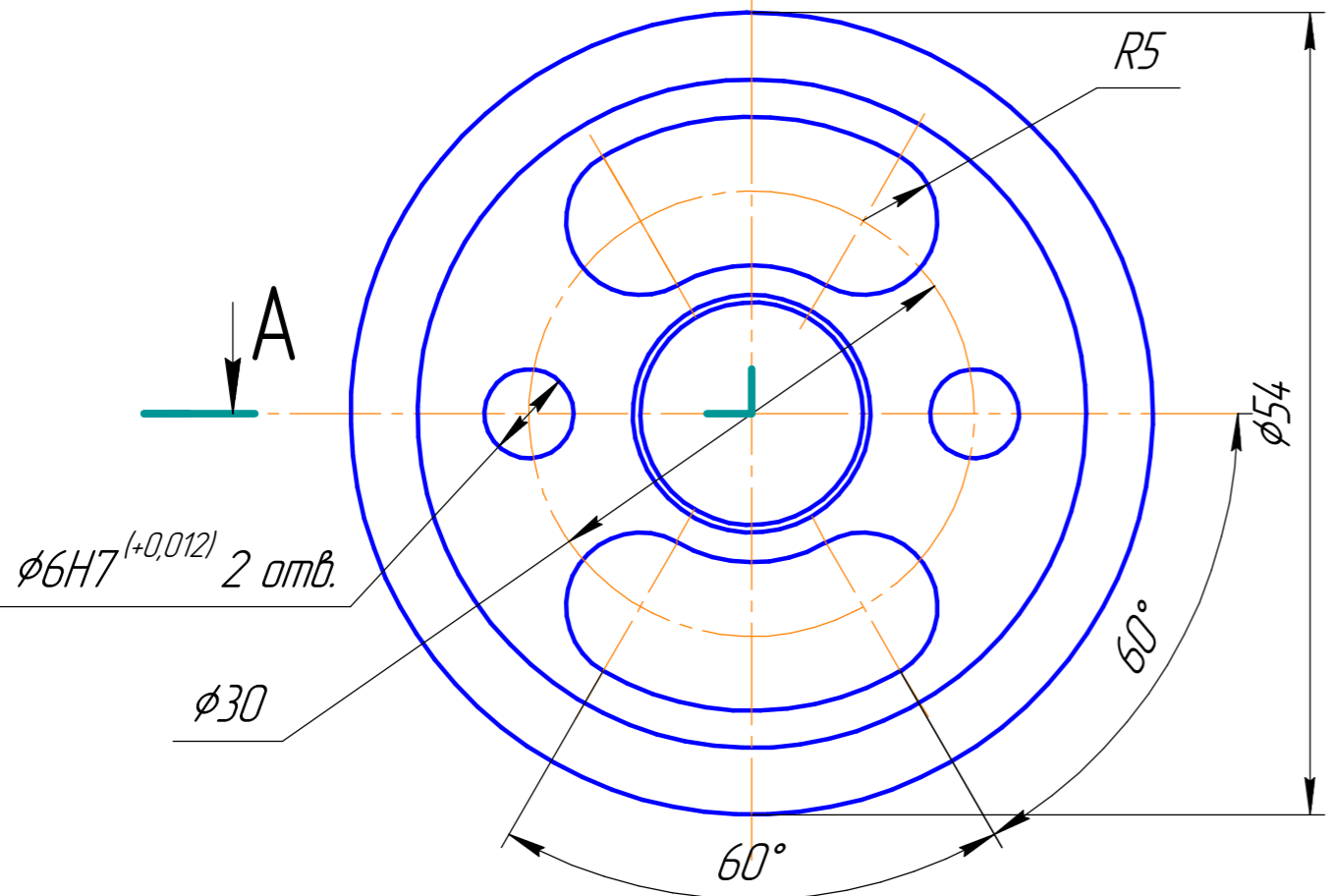
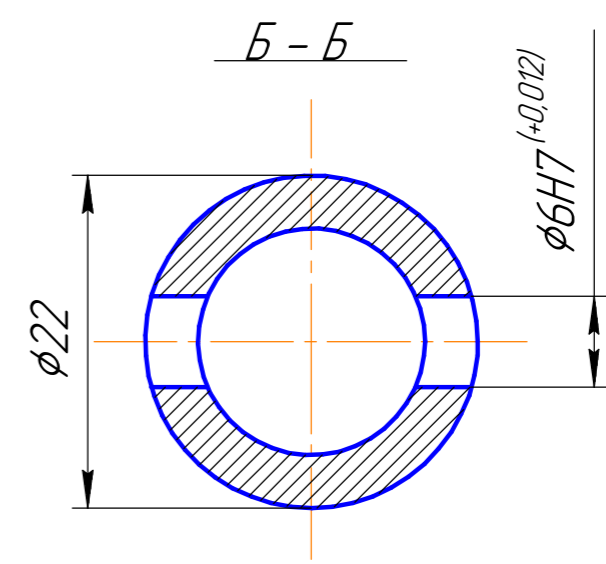
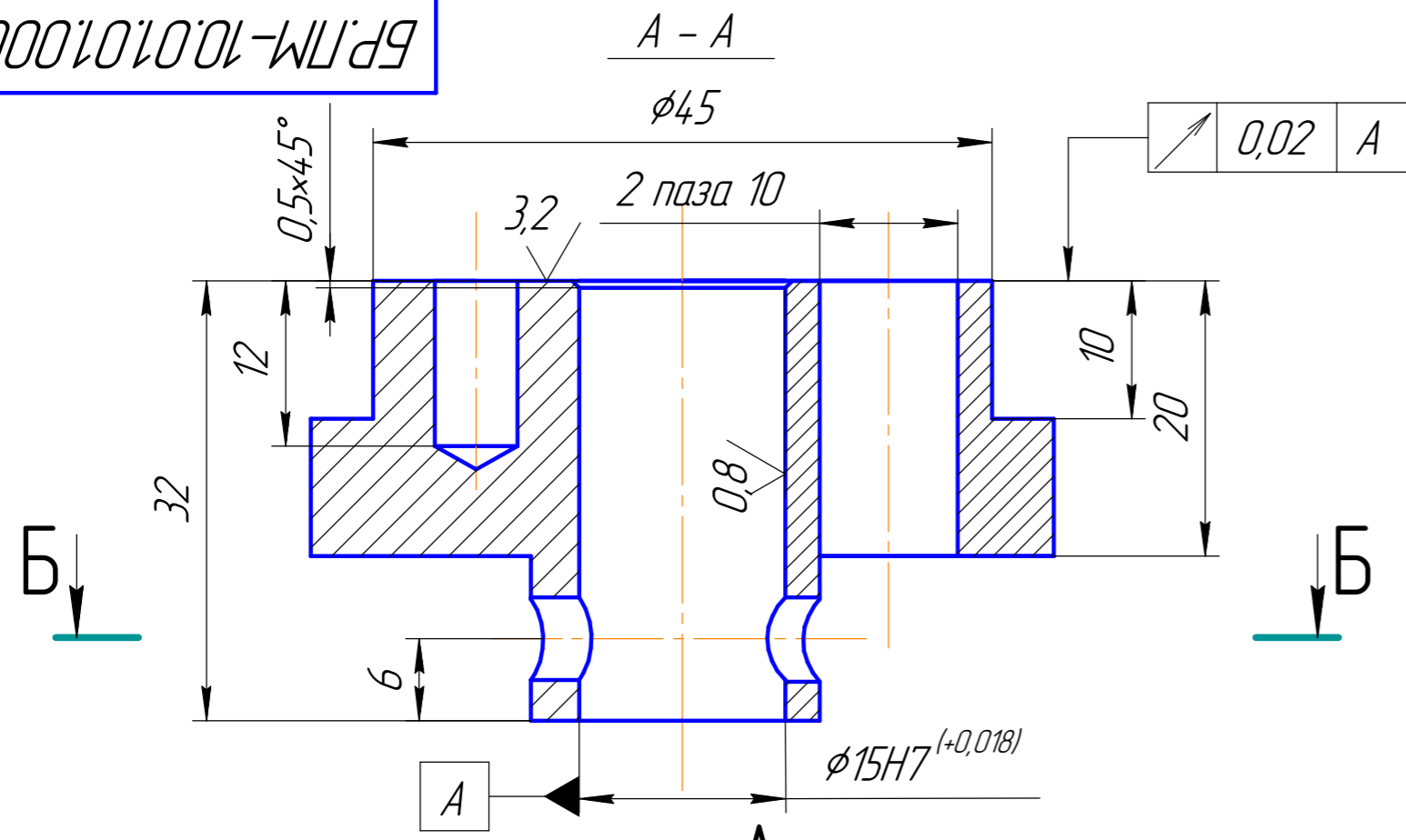
Подп. и дата

Изм. № докум.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм. № подл.



1. Гострі кромки притупити
2. Невказані граничні відхилення розмірів: діаметрів по H14, h14, інших  $\pm IT14/2$

				БР.ПМ-10.01.01.000			
				Диск			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Кінаш				Н		1:1
Пров.	Щуляр				Лист		Листов
Т.контр.	Щуляр						
Н.контр.	Щуляр				Сталь 40Х ГОСТ4543-71		ІФНТУНГ
Утв.	Панчук						ПМ-18-1

Копировал

Формат А3

БР.ПМ-10.01.02.000

Перв. примен.

Справ. №

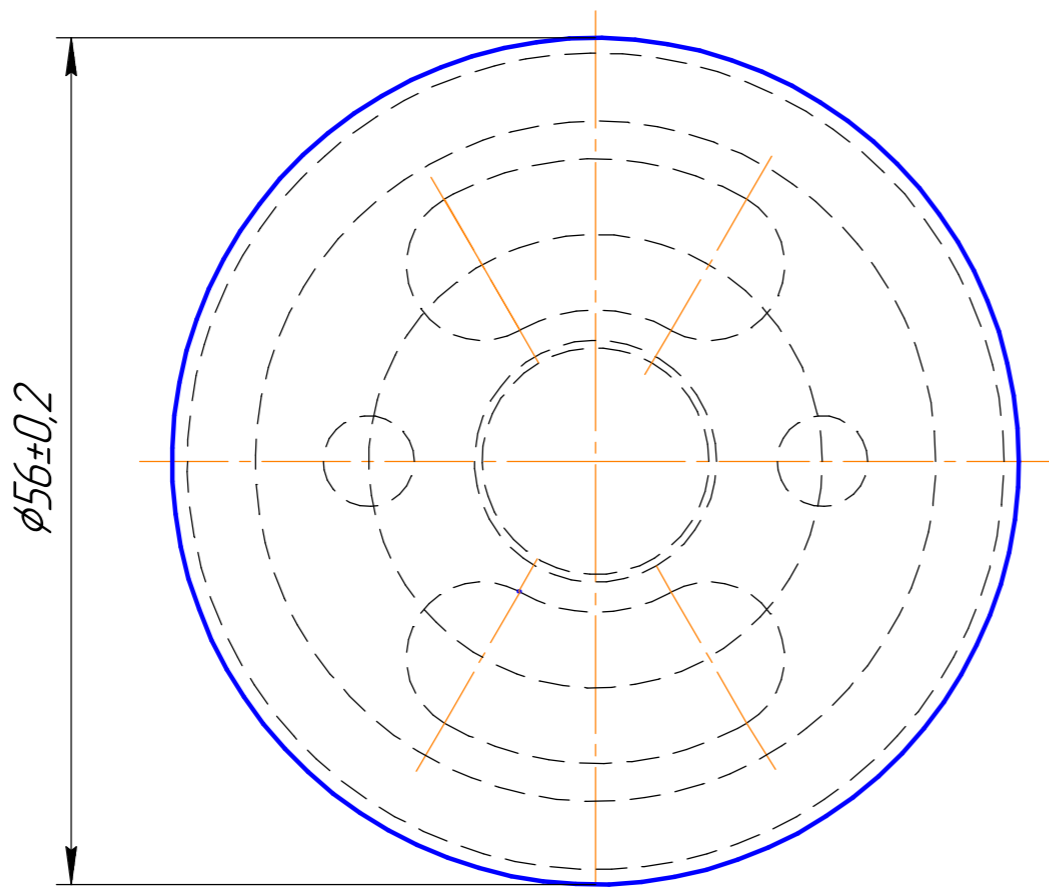
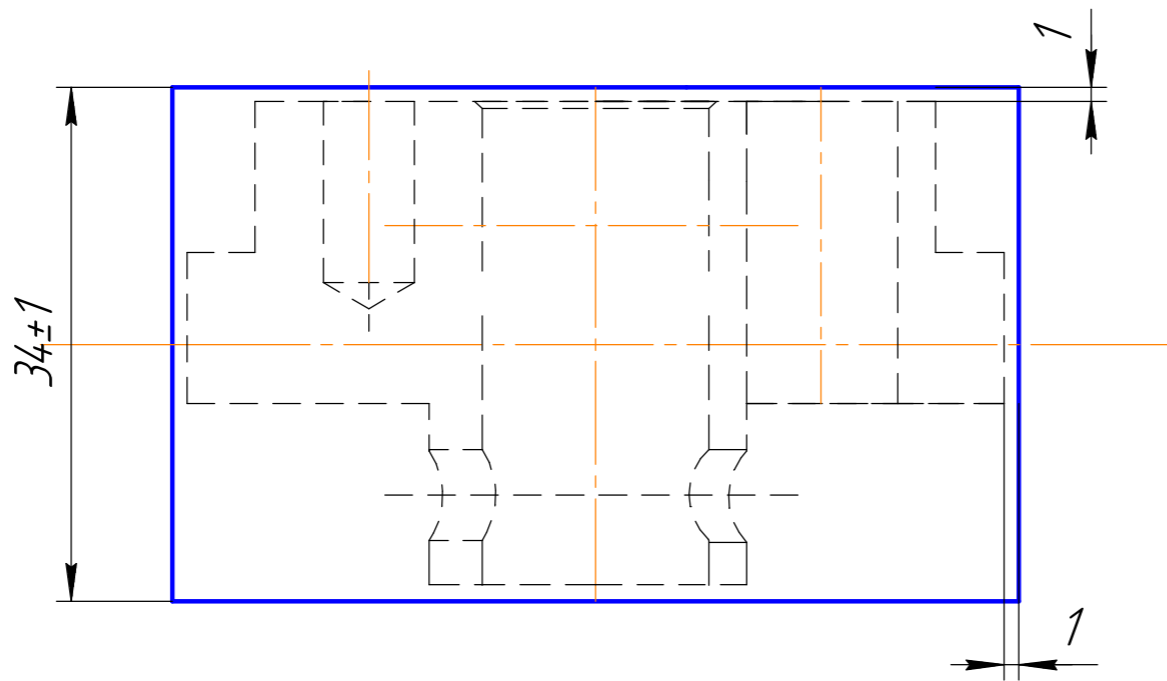
Подп. и дата

Изм. №

Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм. № подл.



Прокат выполняется по ГОСТ 4543-71

					<b>БР.ПМ-10.01.02.000</b>		
					<b>Заготовка</b>		
					<b>(прокат 5 клас точності)</b>		
					<b>Сталь 40Х</b>		
					<b>ГОСТ 4543-71</b>		
					<b>ІФНТУНГ</b>		
					<b>ПМ-18-1</b>		
					<b>Формат А3</b>		

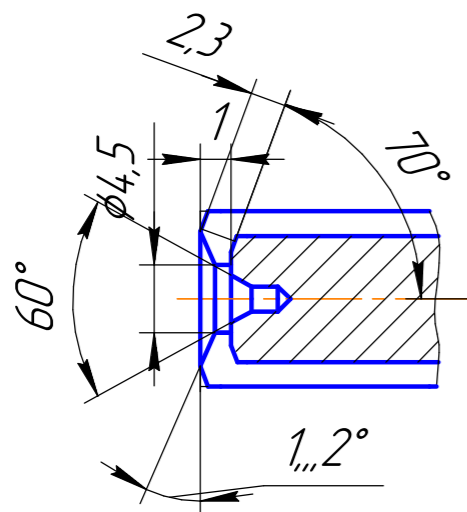
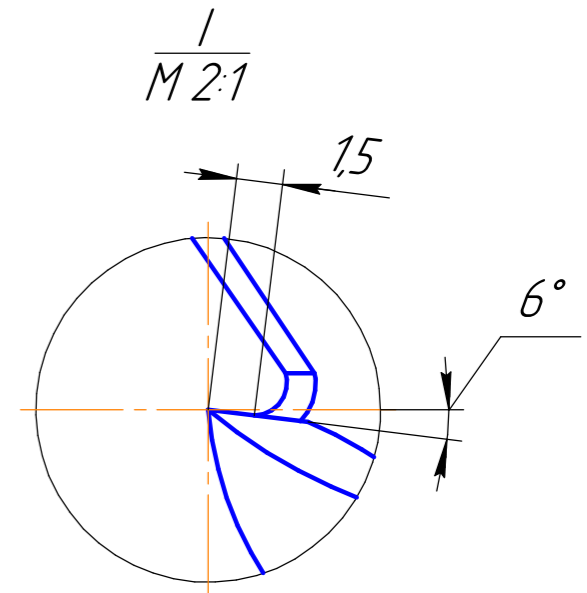
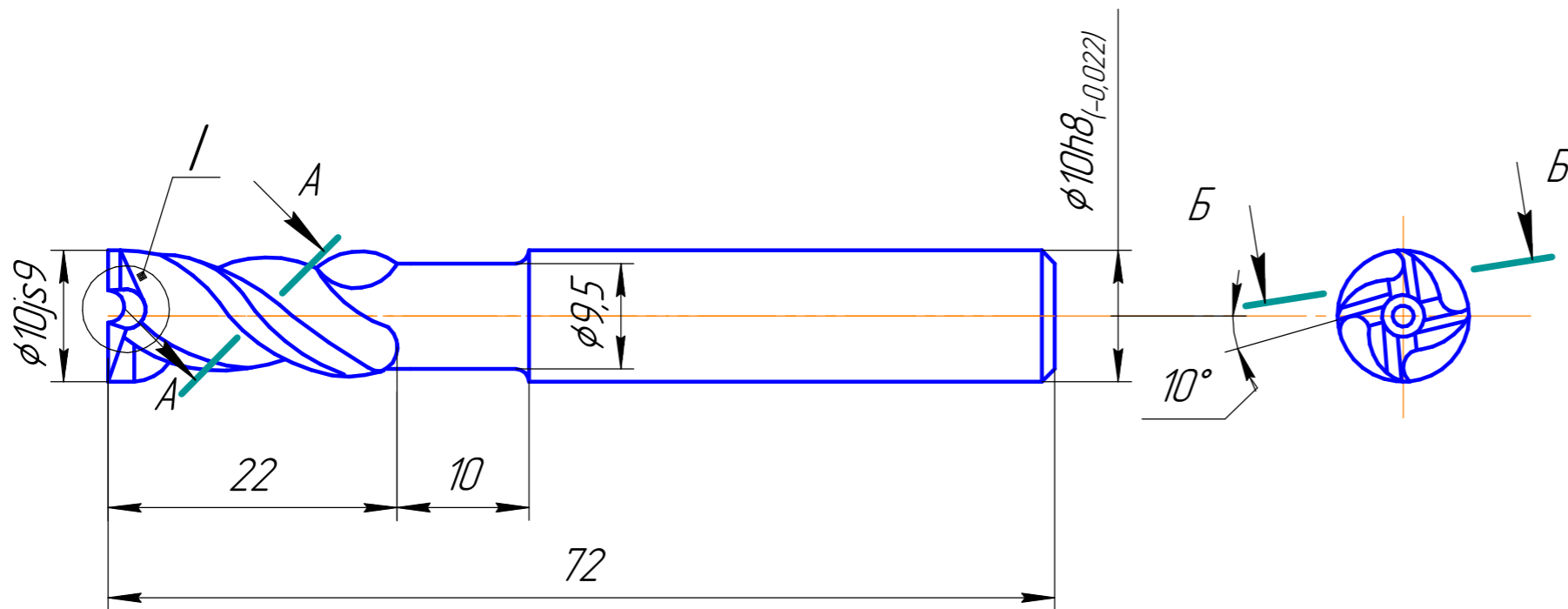
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Кінаш				Н		2:1
Пров.	Шуляр				Лист	Листов	1
Т.контр.	Шуляр						
Н.контр.	Шуляр						
Утв.	Панчук						

Копировал

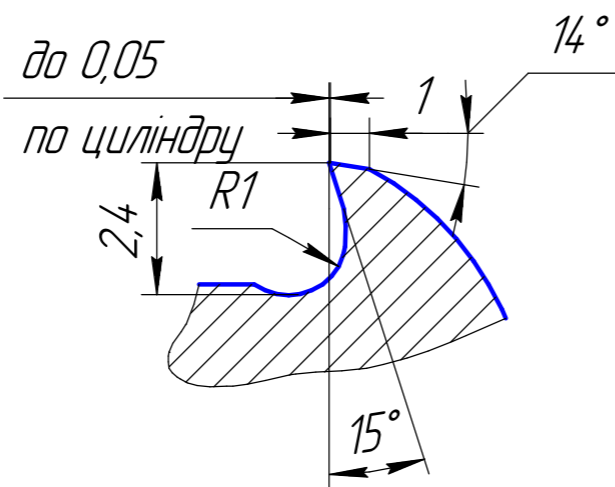
БР.ПМ-10.01.03.000

Перв. примен.

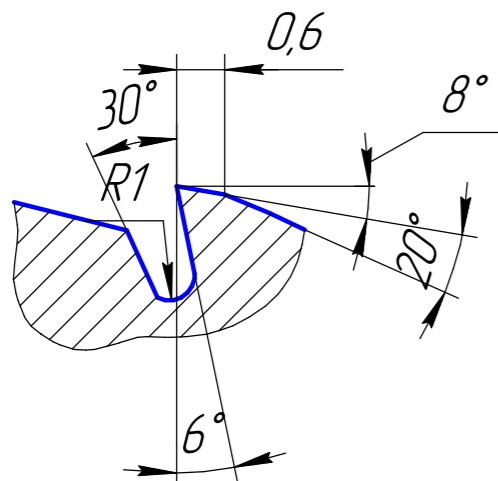
Справ. №



A-A повернута



B-B повернута



- 1 Фреза заточена нагостро
- 2 Кут нахилу стружкових канавок 35-45°
- 3 Для підвищення відростійкості крок зубців виконують нерівномірним
- 4 Фреза виготовляється зі швидкоріжучої сталі Р18 ГОСТ 19265-73
- 5 Хвостовик фрези виготовляється зі Сталі 45 ГОСТ 1050-74

Подп. и дата

Изм. № дробл.

Взам. инв. №

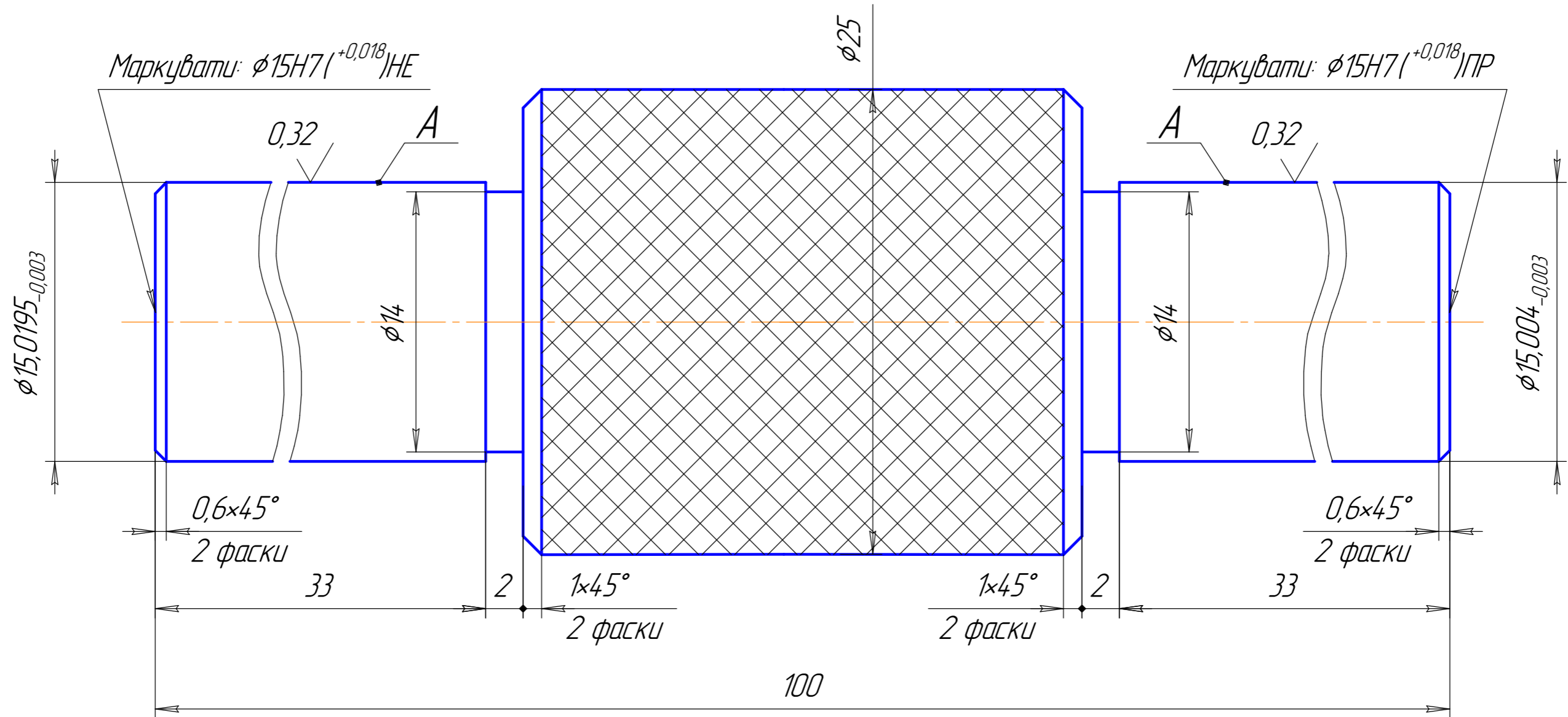
Подп. и дата

Инд. № подл.

				БР.ПМ-10.01.03.000				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Фреза кінцева	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Кінаш					Н		2:1
Пров.	Щуляр					Лист	Листов	1
Т.контр.	Щуляр					ІФНТУНГ ПМ-18-1		
Н.контр.	Щуляр							
Утв.	Панчук							

БР.ПМ-10.01.04.000

6,3 ✓ (✓)



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

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инд. № дщдл.

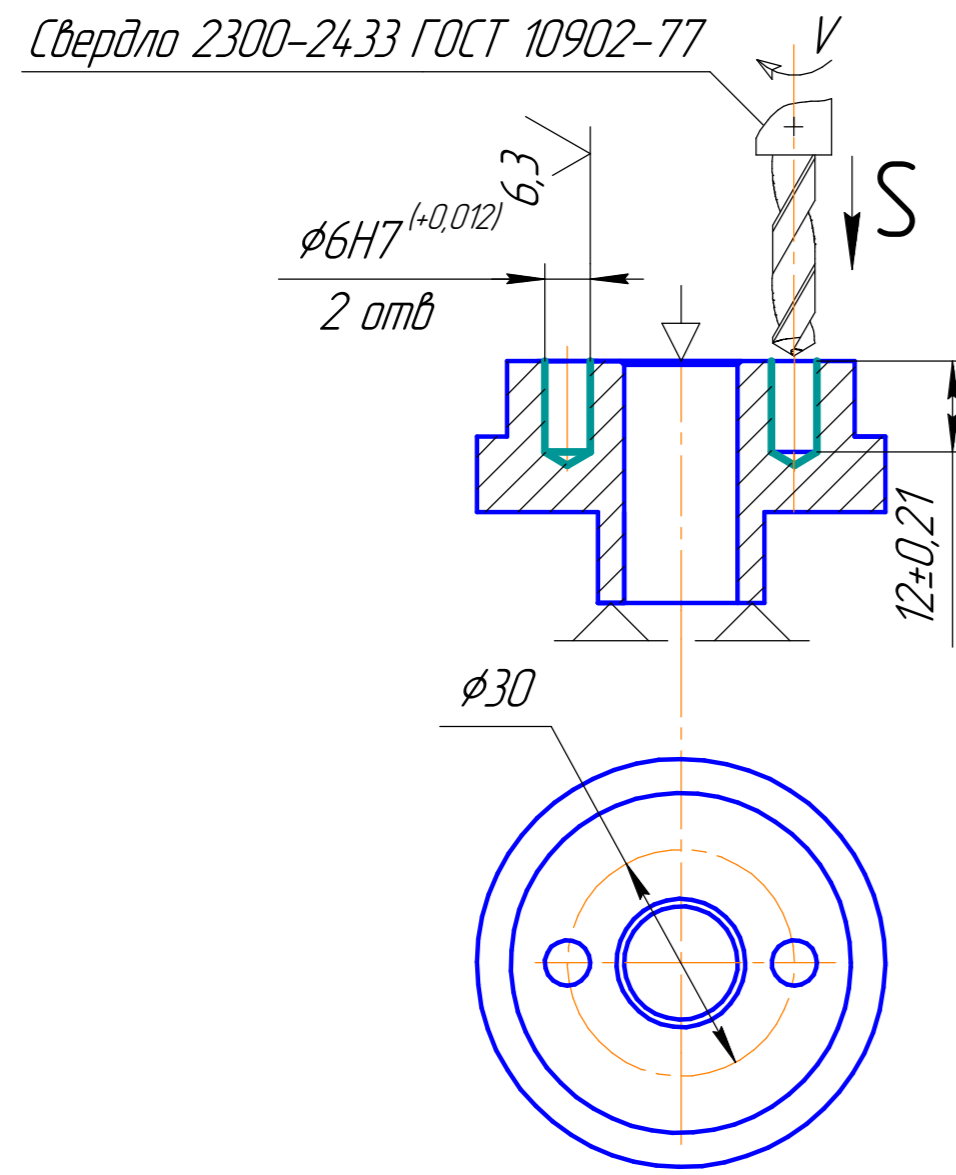
Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.

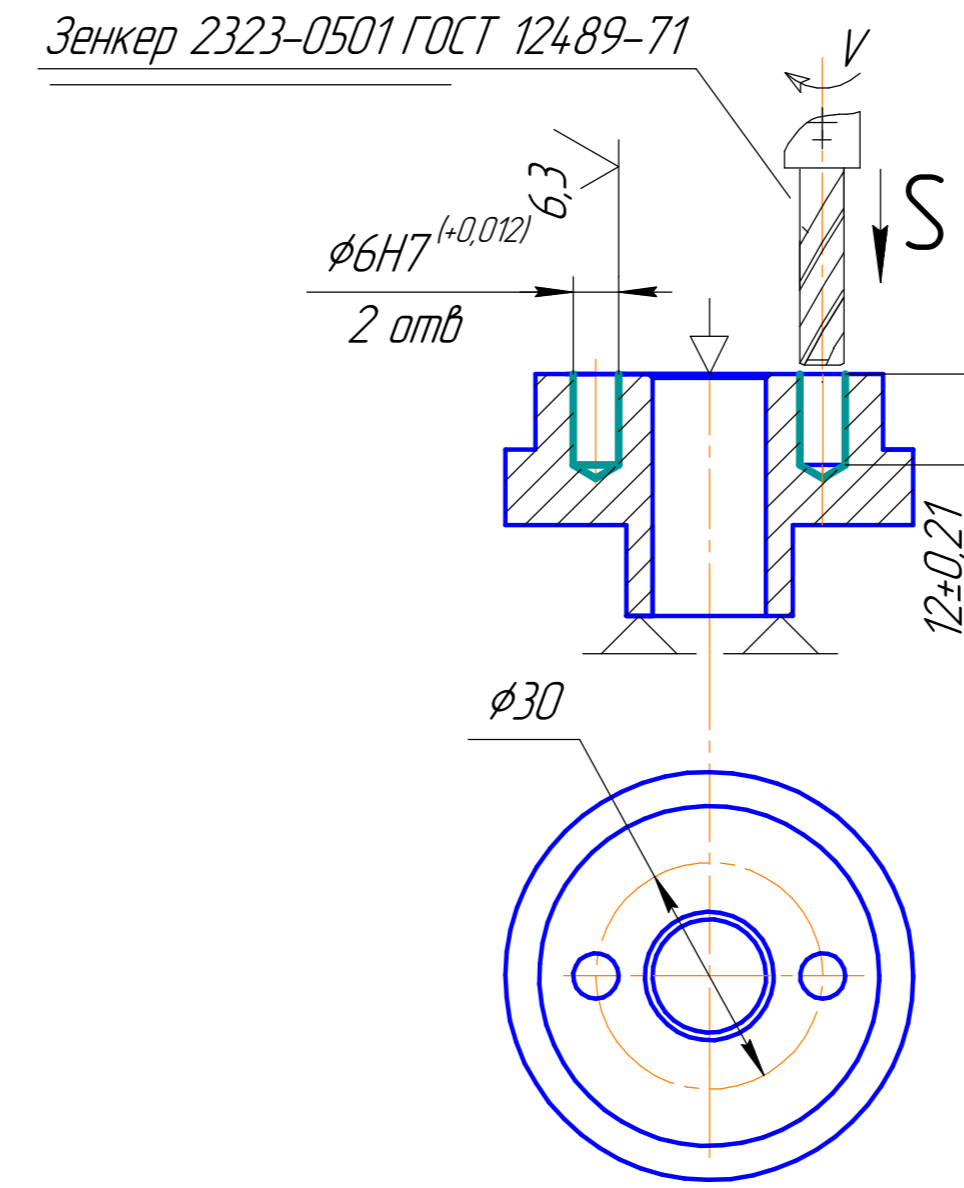
				<b>БР.ПМ-10.01.04.000</b>					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Калибр-пробка ГОСТ 24853-81	Лит.	Масса	Масштаб	
Разраб.	Кінаш					Н		4:1	
Проб.	Щуляр					Лист	1	Листов	1
Т.контр.	Щуляр					Сталь 35 ГОСТ 1050-88			
Н.контр.	Щуляр				ІФНТУНГ ПМ-18-1				
Утв.	Панчук				Копировал				
						Формат А3			

015 Фрезерна з ЧПК



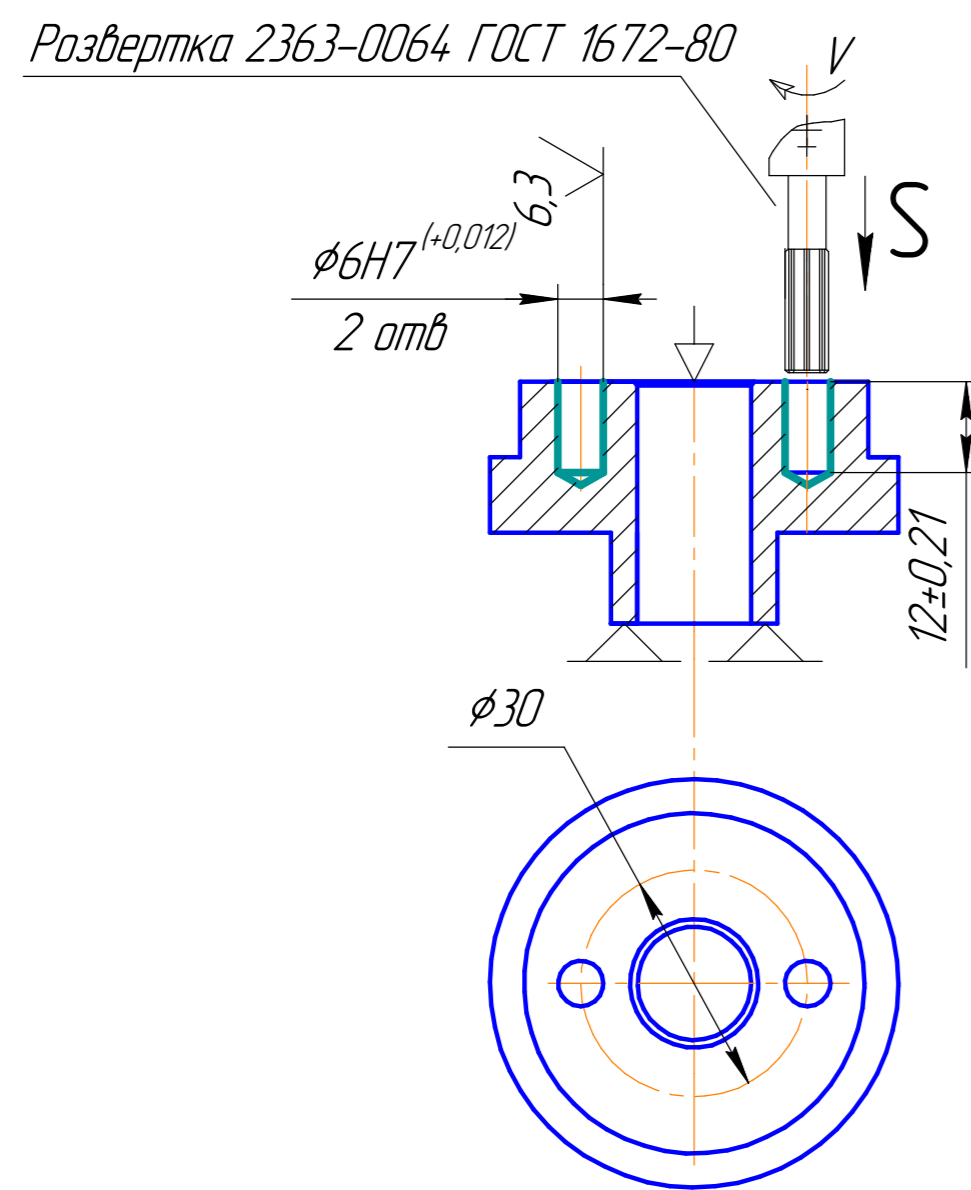
Режими різання

Назва переходу механічної обробки	Размір оброблюваної поверхні	t, мм	S <sub>a</sub> , мм/об.	V, м/хв.	n, хв	Основний час T <sub>0</sub> , хв
1 Свердлити послідовно два отвори	φ5	2,5	0,12	26,4	1400	0,156



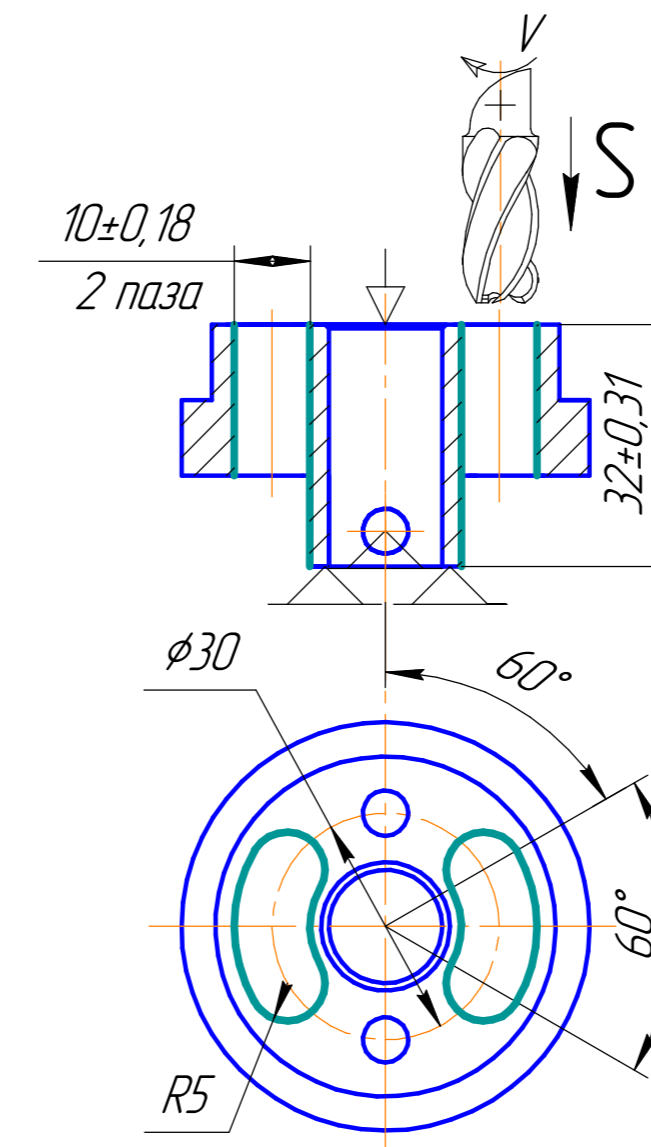
Режими різання

Назва переходу механічної обробки	Размір оброблюваної поверхні	t, мм	S <sub>a</sub> , мм/об.	V, м/хв.	n, хв	Основний час T <sub>0</sub> , хв
2 Зенкерувати послідовно два отвори	φ5,8	0,4	0,12	36,4	2000	0,234



Режими різання

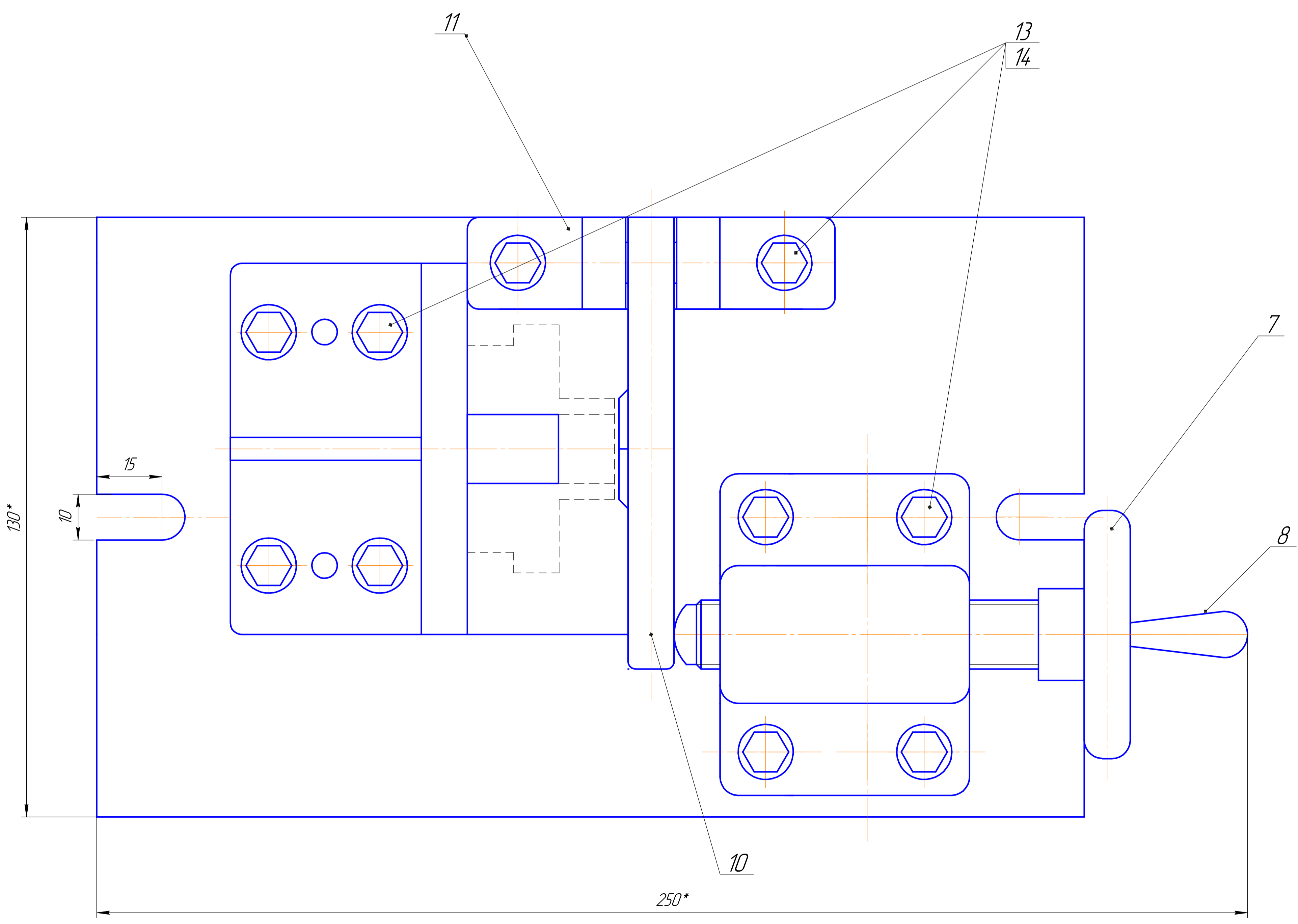
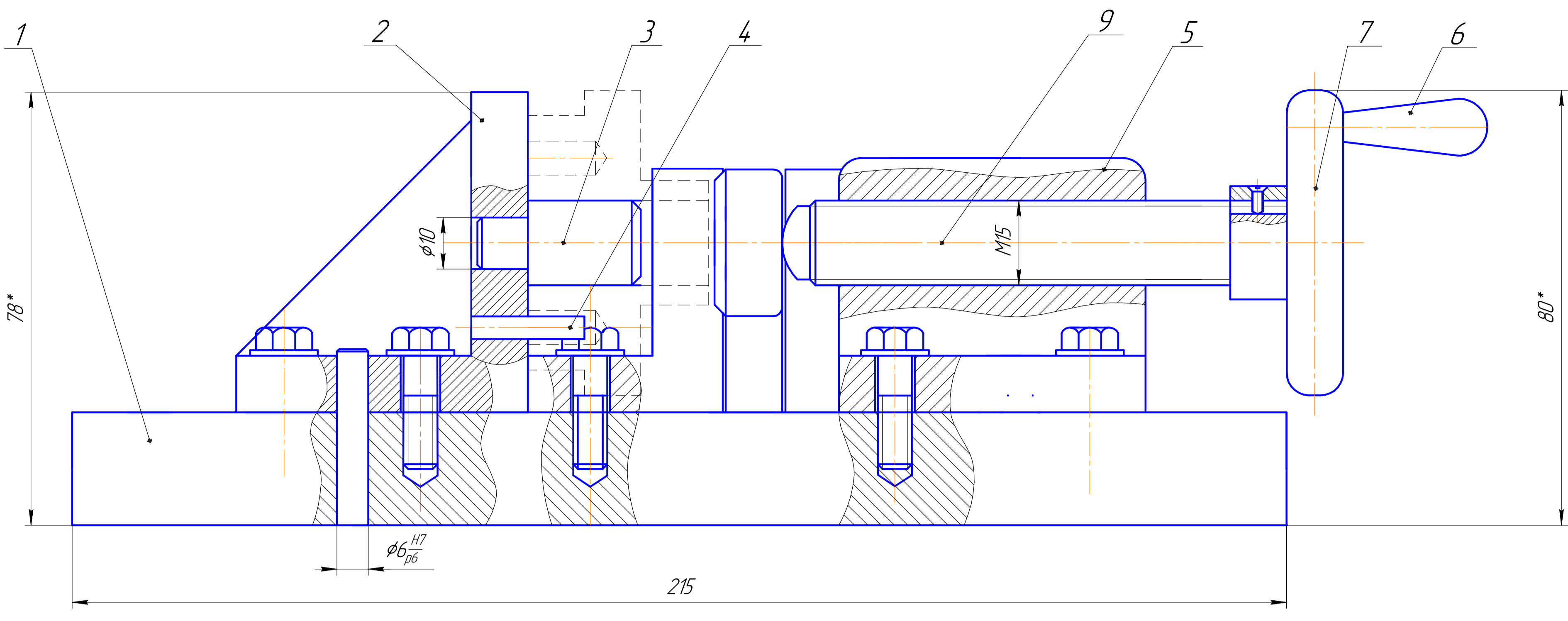
Назва переходу механічної обробки	Размір оброблюваної поверхні	t, мм	S <sub>a</sub> , мм/об.	V, м/хв.	n, хв	Основний час T <sub>0</sub> , хв
3 Развернути послідовно два отвори	φ6	0,1	0,08	4,71	2500	0,112



Режими різання

Назва переходу механічної обробки	Размір оброблюваної поверхні	t, мм	S <sub>a</sub> , мм/об.	V, м/хв.	n, хв	Основний час T <sub>0</sub> , хв
4 Фрезерувати послідовно два пази	10	7,85	0,1	25,1	800	0,595

БР.ПМ-10.02.00.000СХ				Лист	Масса	Масштаб
Карта налагодження				Н	-	-
Взм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лист	Листов
Разраб.	Клиш				1ФНТЧНГ	
Проб.	Шляр				ПМ-18-1	
Т.контр.	Шляр					
Н.контр.	Шляр					
Утв.	Ланчик					



1 \* Розмір для довідки  
2. Необхідна сила затиску - 0.24 кН.

Лист № докум. / Дата  
Склад №  
Лист № докум. / Дата  
Взам. інв. № / Інв. № дроб. / Подп. і дата  
Лист № докум. / Дата

				БР.ПМ-10.03.00.000 СК		
				Пристрій для механічної обробки		
Лист	Маса	Масштаб				
		1:1				
Лист	Листів	1				
		ІФНТУНГ, ПМ-18-1				
		Формат А1				

