

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

Інститут інженерної механіки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Левицький Євген Мирославович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.9  
(індекс)

**БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА**

Технологія виготовлення деталі “Вал ступінчатий БР ПМ 035.10.00.001/23”

(назва роботи)

Прикладна механіка

(назва освітньої програми)

131- Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

Є.М. Левицький

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Онисько О.Р., проф. каф. 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-2023 рік

## РЕФЕРАТ

кваліфікаційної бакалаврської роботи: «Технологія виготовлення деталі “Вал ступінчатий БР ПМ 035.10.00.001/23”».

Розрахунково-пояснювальна записка: 44 сторінки, 26 рисунків, 9 таблиць, 12 посилань на літературні джерела, 3 додатки на 13 аркушах ф. А4.

Графічна частина: 4 аркуші ф. А1.

Об’єкт дослідження – технологічний процес механічної обробки.

Предмет дослідження - деталь “ Вал ступінчатий БР ПМ 035.10.00.001/23”.

Мета роботи – розробити технологію виготовлення вала ступінчатого БР ПМ 035.10.00.001/23, що забезпечить його виготовлення з мінімальними затратами коштів, та відповідно розробленому технологічному маршруту (вибраних металообробних верстатів) сконструювати спеціальний верстатний пристрій для базування та закріплення деталі на одній з механообробних операцій, створити керуючу програму для верстата з ЧПК.

Щоб досягти поставленої мети в роботі проведено аналіз конструкції деталі на технологічність та її призначення у виробі, вибрано згідно заданого типу виробництва оптимальний спосіб отримання заготовки (круглий сортовий прокат), по рекомендаціях технічних літературних джерел розроблено проектний маршрут механічної обробки. Для закріплення деталі на вертикально-свердлильній операції 045 розроблено конструкцію спеціального пристрою із пневмоприводом. В конструкторській частині також описано конструкцію та призначення різальних інструментів (токарного різця та спірального свердла), та контрольного інструменту – калібр-скоби. Для обробки на токарному верстаті з ЧПК моделі Starchip 520 з використанням комп’ютерної САМ-системи SPRUT-SAM. В додатках наведена уся необхідна технологічна документація.

Результати роботи можуть бути використані в машинобудівній галузі.

**Ключові слова:** *заготовка, деталь, технологічний процес, режими різання, норми часу, операція, інструмент, обладнання, пристрій.*

*Студент: Левицький Є.М.*

## SUMMARY

of the qualifying bachelor's work: "Manufacturing technology of the part "Stepped shaft BP ПИМ 035.10.00.001/23"".

Explanatory note: 44 pages, 26 figures, 9 tables, 12 references to literary sources, 3 appendices on 13 sheets of A4.

Graphic part: 4 sheets of f. A1.

The object of research is the technological process of machining.

Subject of research - part "Stepped shaft BP ПИМ 035.10.00.001/23".

The aim of the work is to develop a manufacturing technology for the stepped shaft BP ПИМ 035.10.00.001/23, which will ensure its manufacture with minimal cost, and in accordance with the developed technological route (selected metalworking machines) to design a special machine tool device for basing and fixing the part on one of the machining operations, to create a control program for a NPC machine.

To achieve this goal, we analyzed the design of the part for manufacturability and its purpose in the product, selected the optimal method of obtaining the billet (round bars) according to the given type of production, and developed a design route for machining based on the recommendations of technical literature. To fix the workpiece on the vertical drilling operation 045, the design of a special device with a pneumatic drive was developed. The design part also describes the design and purpose of the cutting tools (lathe cutter and spiral drill) and the control tool - gauge staple. For machining on a Starchip 520 NPC lathe using the SPRUT-CAM computer CAM system. The appendices contain all the necessary technological documentation.

The results of the work can be used in the machine-building industry.

**Keywords:** *workpiece, part, technological process, cutting modes, time standards, operation, tool, equipment, device.*

*Student: Levitsky E.M.*



6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
	Онисько О.Р., професор кафедри КМВ		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

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

Студент \_\_\_\_\_  
( підпис )

Левицький Є.М. \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
( підпис )

Онисько О.Р. \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

## Зміст

### Вступ

1. Технологічна частина
  - 1.1. Опис призначення та конструкції деталі
  - 1.2. Аналіз технологічності конструкції деталі
  - 1.3. Визначення програми випуску деталей і кількості деталей в партії
  - 1.4. Аналіз заводського варіанту технологічного процесу виготовлення деталі і запропоновані зміни по поліпшенню технології виготовлення
  - 1.5. Вибір способу отримання заготовки. Розрахунок маси заготовки і визначення коефіцієнта використання матеріалу
  - 1.6. Засоби технологічного оснащення
  - 1.7. Розрахунок міжопераційних припусків і міжопераційних розмірів
  - 1.8. Розрахунок режимів різання і норм часу
  - 1.9. Аналіз технологічних можливостей засобів технологічного оснащення

### 2. Конструкторська частина

#### 2.1 Пристрій для механічної обробки

2.1.1 Опис призначення і принцип роботи пристрою.

2.1.2 Розрахунок потрібної сили затиску заготовки в пристрої і параметрів приводу

#### 2.2 Інструменти

2.2.1 Спиральне свердло

2.2.2 Калібр-скоба

### 3 Створення керуючої програми для верстата з ЧПК

### Висновки

### Перелік використаної літератури

### Додатки

					БР.ПМ-035.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Левицький Є.М.			Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Онисько О.Р.					1	
Реценз.								
Н. Контр.		Онисько О.Р.						
Затверд.		Панчук В.Г.						
						ІФНТУНГ, ПМ-19-1		

## Вступ

Машинобудування – це ключова галузь економіки, якій належить керівна роль в підвищенні рівня суспільного виробництва і росту продуктивності праці.

Основними задачами в машинобудуванні являються перехід на зовсім нові безвідходні технології, перехід машинобудування як галузі на ринкові рейки, виробництво конкурентноздатної на світовому ринку лічильної техніки, приладота електронної продукції. Велике значення має поновлення парку обладнання, активної частини виробничих основних фондів. Необхідно скоротити час розробки і освоєння нових виробів, нової техніки, підвищувати в економічнооправданих границях одиничні потужності машин і обладнання знизити затрати на виробництво в розрахунку на одиницю його продуктивності.

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

Для створення теоретичних основ технології машинобудування велике значення мали роботи Н. А. Бородачеві, К. В. Боннова, які здійснили обширні дослідження жорсткості системи: «верстат – пристрій – інструмент», та її вплив на точність механічної обробки.

Основні наукові положення машинобудування і методику технологічних розрахунків, загальних для різних галузей машинобудування містяться в працях В. М. Кована.

Ними, та рядом інших вчених створені передумови для розвитку технології машинобудування як науки.

Мета науки і техніки – розв'язування економічних і соціальних завдань, сприяння переходу економіки на шлях інтенсивного розвитку.

Для цього необхідно:

					БР.ПІМ-035.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- освоїти серійне виробництво нових машин, обладнання, засобів автоматизації, і приладів, які сприятимуть впровадженню в широких масштабах високопродуктивної технології;

- підвищити технологічний рівень і якість продукції машинобудування, засобів автоматизації та приладів, значно підняти економічність, надійність та довговічність техніки, що випускається;

- збільшити виробництво систем машин і обладнання автоматичних маніпуляторів з ЧПК.

					БР.ЛІМ-035.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1. Технологічна частина

## 1.1. Опис призначення і конструкції деталі.

Деталь «Вал ступінчастий БР ПМ 035.10.00.001/23» є тілом обертання. Даний вал використовують у редукторах для передачі крутного моменту та зміну частоти обертання через зубчастий блок шестерень насаджений на даний вал.

Шпонковий паз призначений для встановлення зубчастого блоку, який передаватиме крутний момент. Оскільки є передача крутного моменту значить вал повинен повертатись і витримувати динамічні навантаження без значних втрат потужності, для цього служать підшипники. Судячи з поля допуску це підшипники ковзання, які насаджуються на поверхню  $\varnothing 20f9$ . Найточнішою поверхнею являється різьба  $M32 \times 1,5-6g$  та  $M10-6g$ , але так як шорсткість поверхонь 5 клас то можна сказати що найточніший розмір це  $\varnothing 10H7$  із шорсткістю 6 класу.

Таблиця 1.1 - Хімічний склад сталі 45 ДСТУ 7809:2015

C %	Si %	Mn %	Cr	Ni	Cu	S	P
			Не більше %				
0,42-0,50	0,17-0,37	0,50-0,80	0,25	0,25	0,25	0,04	0,035

ст. 143 [1]

Таблиця 1.2 - Основні механічні властивості сталі 45 ДСТУ 7809:2015

Межа міцності $\sigma$ , МПа	Залишкове звуження	$\Delta$ 5, %	Межа текучості ст., МПа	НВ (гарячекат)	Розміри січення для випробування
не менше					
600	40	16	350	229	25

ст. 146 [1]

## 1.2. Аналіз технологічності конструкції деталі

Деталь «Вал ступінчастий» не є достатньо жорстка, так як відношення її довжини до середнього діаметру деталі більше 10. Деталь відноситься до довгих валів, що створить деякі незручності в механічній обробці. Деталь не є складної конфігурації, матеріал деталі – Сталь 45, коефіцієнт оброблюваності якої – 1. Згідно цього показника визначаємо, що обробка не потребуватиме особливих умов, а прості геометричні форми деталі дозволяють використовувати стандартний інструмент.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-035.00.000 ПЗ				

Оцінюючи якісно дану деталь можна зауважити, що центрувати торці деталі буде погано тому, що з однієї сторони знаходиться центр отвору на відстані від торця 10 мм, а інший торець тому, що шийка вала досить малого діаметру (різьба M10). Виходячи із конструкції даної деталі потрібно центрувати деталь на невелику довжину. Для обробки точних поверхонь і різьби M32X1,5 передбачені канавки під вихід інструменту, але водночас вони являються концентраторами напружень. Різьбу M10 виносимо в окрему операцію, тому що там немає канавки під вихід інструменту і її оброблятимемо плашкою.

Отвір  $\varnothing 10H7$  обробляють на вертикально-свердильному верстаті і закріплюють у спеціальному пристрої.

Лиски у розмір 32<sub>-0,4</sub> оброблятимемо в універсальній ділильній головці. Їх обробка не має жодних ускладнень.

Шпонковий паз стандартний за розмірами і прив'язка зроблена нормально для його виготовлення. Одним із нетехнологічних параметрів являється те, що один із розмірів 5 від шпонкового пазу лишній.

На кресленні деталі проставлені всі необхідні розміри, вказані точності та шорсткості всіх елементів деталі, а також показано всі види і січення даної деталі.

### 1.3. Визначення програми випуску деталей чи типу виробництва і кількості деталей в партії

Тип виробництва – великосерійний

Режим роботи підприємства – 2 зміни

Таблиця 1.3 – Трудомісткість операцій

Назва операції	Тшт
005 Відрізна	2,58
015 Токарно-гвинторізна (чорнова)	6,34
020 Токарно-гвинторізна (чистова)	4,37
025 Вертикально-фрезерна	7,4
030 Вертикально-фрезерна	1,23
035 Вертикально-свердильна	1,86
045 Слюсарна	2,45
055 Круглошліфувальна	3,42

Число операцій  $n = 8$

					БР.ПІМ-035.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сумарний штучний час  $\sum T_{шт} = 29.65 \text{ хв.}$

Середній штучний час  $T_{шт.ср} = \frac{\sum T_{шт}}{n} = \frac{29.65}{8} = 3.706 \text{ хв.}$

Такт випуску деталей  $t_г = k_з \cdot T_{шт.ср} = 7 \cdot 3.706 = 25.942 \text{ хв.}$

Річна програма випуску деталей штук  $N = \frac{F \cdot 60}{t_г} = \frac{4015 \cdot 60}{25.942} = 9286.1 \text{ шт}$

Проведемо розрахунок кількості деталей в партії

$N = 9290$

$T_{шт.ср} = 25,942 \text{ хв.}$

Періодичність запуску виробів  $a = 24$  днів.

Число робочих днів у році  $F = 252$  дні.

Розрахунок кількості деталей в партії:

$n_д = \frac{N \cdot a}{F} = \frac{9290 \cdot 24}{252} = 884.76$ , приймаємо 885.

Розрахункове число змін на обробку партії деталей

$C = \frac{T_{шт.ср} \cdot n_д}{480 \cdot 0.8} = \frac{25.942 \cdot 885}{480 \cdot 0.8} = 59.78$ ,

Прийнята кількість змін – 60

Прийнята кількість деталей в партії

$n_д = \frac{C_{пр} \cdot 480 \cdot 0.8}{T_{шт.ср}} = \frac{60 \cdot 480 \cdot 0.8}{25.942} = 888,13 = 889 \text{ шт}$

					БР.ПІМ-035.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## Продовження таблиці 1.4

1	2	3	4
020	<p>Токарно-гвинторізна</p> <p>А) Встановити заготовку в центрах і повідковому патроні, закріпити</p> <p>1) Точити заготовку по зовнішній поверхні 1 з <math>\phi 20,8</math> до <math>\phi 20,3h10_{(-0,084)}</math> на довжину 57 мм</p> <p>2) Точити заготовку по зовнішній поверхні 2 з <math>\phi 10,5</math> до <math>\phi 9,88h10_{(-0,12)}</math> на довжину 15 мм</p> <p>3) Точити канавку по зовнішній поверхні 3 з <math>\phi 20,3</math> до <math>\phi 18</math></p> <p>4) Точити фаску пов. 4, витримавши розмір <math>1,9 \times 45^\circ</math>.</p> <p>5) Точити фаску пов. 5, витримавши розмір <math>1,48 \times 45^\circ</math>.</p> <p>6) Нарізати різьбу пов. 6, M10g6</p> <p>Б) Переустановити заготовку в центрах і повідковому патроні</p> <p>7) Точити заготовку по зовнішній поверхні 1 з <math>\phi 20,8</math> до <math>\phi 20,3h10_{(-0,084)}</math> на довжину 58 мм</p> <p>8) Точити заготовку по зовнішній поверхні 2 з <math>\phi 32</math> до <math>\phi 29,92_{(-0,1)}</math>, витримавши розмір <math>26 \pm 0,215</math> мм</p> <p>9) Нарізати різьбу M32g6 різцем.</p> <p>10) Точити канавку по зовнішній поверхні 3 з <math>\phi 20,3</math> до <math>\phi 18</math></p> <p>11) Точити канавку по зовнішній поверхні 2 з <math>\phi 29,92</math> до <math>\phi 26,5</math></p>	Токарно-гвинторізний верстат моделі 1К62	Повідковий патрон 7108-0025 ГОСТ 2571-71, хомутик 7107-0045 ГОСТ 13598-68, центр 7032-0035 ГОСТ 13214-67, центр I-5-Н ГОСТ 8742-75.
025	<p>Вертикально-фрезерна</p> <p>А) Встановити і закріпити деталь пристрій спеціальний</p> <p>1) Фрезерувати паз 6P9 пов. 1, витримавши розміри <math>200 \pm 0,6</math>, 6P9, <math>3,5^{+0,1}</math></p>	Вертикально-фрезерний верстат моделі 6P12	Пристрій спеціальний
030	<p>Вертикально-фрезерний мод. 6P12</p> <p>Вертикально-фрезерна</p> <p>А) Встановити і закріпити деталь Пристрій спеціальний</p> <p>1) Фрезерувати лиски на пов. <math>\phi 40</math> витримавши розмір <math>32_{-0,4}</math></p>	Вертикально-фрезерний верстат моделі 6P12	Пристрій спеціальний Пристрій спеціальний
035	<p>Вертикально-свердлильна</p> <p>А) Встановити і закріпити деталь пристрій спеціальний</p> <p>1) Свердлити отвір на пов. 1 <math>\phi 9,585</math> H10</p> <p>2) Зенкерувати отвір на пов. 1 <math>\phi 9,829</math> H9</p> <p>3) Розвірчувати отвір на пов. 1 <math>\phi 10</math> H7</p>	Вертикально-свердлильний верстат моделі 2H125	Пристрій спеціальний
040	Транспортна	Візок цеховий	

					БР.ПІМ-035.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Продовження таблиці 1.4

1	2	3	4
045	Слюсарна А) Встановити заготовку на підставку 1) Притупити гострі кромки після механічної обробки 2) Маркувати позначення креслення ударним способом		Стіл слюсарний
050	Транспортна	Візок цеховий	
055	Круглошліфувальна А) Встановити деталь в центрах верстата, закріпити, попередньо витерши посадочні поверхні. 1) Шліфувати пов. 1 з $\phi 20,5$ мм до $\phi 20f9(-0,020/-0,072)$ , витримуючи шорсткість $R_a=1,6$ мкм, відхилення радіального биття відносно базової поверхні Г не більше 0,04 мм. Б) Переустановити деталь в центрах верстата, закріпити 2) Шліфувати пов. 1 з $\phi 20,5$ мм до $\phi 20f9(-0,020/-0,072)$ , витримуючи шорсткість $R_a=1,6$ мкм, відхилення радіального биття відносно базової поверхні Г не більше 0,04 мм.	Круглошліфувальний верстат моделі 3У133	Центри верстатні, повідковий патрон, ключ, технічні серветки.
060	Контрольна		Стіл контролера

Аналіз існуючого технологічного процесу виконується з точки зору забезпечення заданої якості продукції.

Виходячи з конструкції вала, робимо висновок, що метод отримання заготовки – сортовий прокат, підбрано раціонально для даної конфігурації деталі. Обладнання, що використовується при виготовленні вала, відповідає по точності, потужності та продуктивності, але для підвищення продуктивності та точності поверхонь раціональніше використати токарний верстат з ЧПК. При цьому зменшиться час на обробку, а також випаде круглошліфувальна операція покращиться якість обробки, що покращує монтажні і експлуатаційні показники виробу.

Для обробки шпонкового пазу замінено вертикально-фрезерну операцію замінено на шпонко-фрезерну, а на іншій вертикально-фрезерній операції змінено пристрій.

					БР.ПІМ-035.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для свердління отвору в деталі в базовому технологічному процесі передбачається розмітка отворів, що є недоцільним в умовах великосерійного виробництва і потребує високої кваліфікації робітника. В новому технологічному процесі пропонується використати кондуктор, що значно зменшить затрати часу і праці.

В новий тех. процес додатково введена фрезерно-центрувальна операція.

Таблиця 1.5 - Розробка нового маршруту механічної обробки деталі вал

№ оп.	Назва та зміст операції	Обладнання	Пристрій, приспособлення
1	2	3	4
005	Абразивно-відрізна А) Установити і закріпити круг на призмах 1)Відрізати заготовку в розмір 379 мм	Абразивно-відрізний верстат моделі 872М	Лещата А2-250. 7200-0225 ГОСТ 14904-69
010	Фрезерно-центрувальна А) Установити і закріпити заготовку 1)фрезерувати торці заготовки в розмір 375 <sub>-1,4</sub> 2)зацентрувати торці	Фрезерно-центрувальний верстат моделі МР-71	Пристрій при верстаті
015	Токарна з ЧПК А) Встановити заготовку в центрах і повідковому патроні, закріпити 1) Точити заготовку по зовнішній поверхні 3 з $\phi 40$ до $\phi 20,5_{-0,54}$ на довжину $57 \pm 0,5$ мм. 2) Точити заготовку по зовнішній поверхні 4 з $\phi 20,5$ до $\phi 9,88_{-0,12}$ на довжину $15 \pm 0,215$ мм 3) Точити канавку по зовнішній поверхні з $\phi 20,5$ до $\phi 18$ 4) Точити фаску пов. 1, витримавши розмір $1,48 \times 45^\circ$ . 5) Точити фаску пов. 4, витримавши розмір $2,1 \times 45^\circ$ .	Токарний верстат з ЧПК моделі Starchip 520	Повідковий патрон 7108-0025 ГОСТ 2571-71, хомутик 7107-0045 ГОСТ 13598-68, центр 7032-0035 ГОСТ 13214-67, центр І-5-Н ГОСТ 8742-75.

					БР.ПІМ-035.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Продовження таблиці 1.5

1	2	3	4
020	<p>Токарна з ЧПК</p> <p>А) Встановити заготовку в центрах і повідковому патроні, закріпити</p> <p>1) Точити заготовку по зовнішній поверхні з <math>\phi 40</math> до <math>\phi 20,5_{-0,54}</math> на довжину <math>58 \pm 0,37</math> мм із підтримкою люнетом</p> <p>2) Точити заготовку по зовнішній поверхні з <math>\phi 40</math> до <math>\phi 32_{h12_{-0,25}}</math> на довжину <math>249_{-0,5}</math> мм із підтримкою рухомим люнетом заготовки</p> <p>3) Точити заготовку по зовнішній поверхні з <math>\phi 32</math> до <math>\phi 29,92_{(-0,1)}</math>, витримавши розмір <math>26 \pm 0,215</math> мм із підтримкою рухомим люнетом</p> <p>4) Точити канавку по зовнішній поверхні з <math>\phi 20,5</math> до <math>\phi 18</math> із підтримкою рухомим люнетом</p> <p>5) Точити канавку по зовнішній поверхні з <math>\phi 29,92</math> до <math>\phi 26,5</math> із підтримкою рухомим люнетом</p> <p>6) Точити фаску пов. 13, витримавши розмір <math>1,52 \times 45^\circ</math>.</p> <p>7) Точити фаску пов. 16, витримавши розмір <math>2,1 \times 45^\circ</math>.</p> <p>8) Нарізати різьбу М32g6 різцем.</p>	Токарний верстат з ЧПК моделі Starchip 520	Повідковий патрон 7108-0025 ГОСТ 2571-71, хомутик 7107-0045 ГОСТ 13598-68, центр 7032-0035 ГОСТ 13214-67, центр I-5-Н ГОСТ 8742-75.
025	<p>Токарна з ЧПК</p> <p>А) Встановити заготовку в центрах і повідковому патроні, закріпити</p> <p>1) Точити заготовку по зовнішній поверхні з <math>\phi 20,5</math> до <math>\phi 20f9_{(-0,020_{-0,072})}</math> на довжину <math>58 \pm 0,37</math> мм із підтримкою рухомим люнетом</p>	Токарний верстат з ЧПК моделі Starchip 520	Повідковий патрон 7108-0025 ГОСТ 2571-71, хомутик 7107-0045 ГОСТ 13598-68, центр 7032-0035 ГОСТ 13214-67, центр I-5-Н ГОСТ 8742-75.
030	<p>Токарна з ЧПК</p> <p>А) Встановити заготовку в центрах і повідковому патроні, закріпити</p> <p>1) Точити заготовку по зовнішній поверхні з <math>\phi 20,5</math> до <math>\phi 20f9_{(-0,020_{-0,072})}</math> на довжину <math>58 \pm 0,37</math> мм із підтримкою рухомим люнетом</p>	Токарний верстат з ЧПК моделі Starchip 520	Повідковий патрон 7108-0025 ГОСТ 2571-71, хомутик 7107-0045 ГОСТ 13598-68, центр 7032-0035 ГОСТ 13214-67, центр I-5-Н ГОСТ 8742-75.
035	<p>Шпонко-фрезерна</p> <p>А) Встановити і закріпити деталь</p> <p>1) Фрезерувати паз 6P9 пов. 1, витримавши розміри <math>200 \pm 0,6</math>, 6P9, <math>3,5^{+0,1}</math></p>	Шпонко-фрезерний верстат моделі 692P	Пристрій при верстаті
040	<p>Вертикально-фрезерна</p> <p>А) Встановити і закріпити деталь</p> <p>1) Фрезерувати лиски на пов. <math>\phi 40</math> витримавши розмір <math>32_{-0,4}</math></p>	Вертикально-фрезерний верстат моделі MF-5V	УДГ 7036-0061 ГОСТ 8615-79

					БР.ПМ-035.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Продовження таблиці 1.5

1	2	3	4
045	Вертикально-свердлильна А) Встановити і закріпити деталь пристрій спеціальний 1) Свердлити отвір на пов. 1 $\phi 9,585$ Н10 2) Зенкерувати отвір на пов. 1 $\phi 9,829$ Н9 3) Розвірчувати отвір на пов. 1 $\phi 10$ Н7	Вертикально-свердлильний верстат моделі 2Н125	Кондуктор
050	Токарно-гвинторізна А) Встановити заготовку в трьохкулачковий патрон закріпити 1) Нарізати різьбу М10g6 плашкою.	Токарно-гвинторізний верстат моделі 16Б05П	Патрон 250. 7100-0009 ГОСТ 2675-80
055	Контрольна		Стіл контролера
060	Покривальна		
065	Контрольна		Стіл контролера

### 1.5. Вибір способу отримання заготовки. Розрахунок маси заготовки і визначення коефіцієнта використання матеріалу

Заготовкою для деталі використовують прокат, який є найдешевшим видом заготовки, проте має найменший коефіцієнт використання матеріалу. Для даної деталі застосовувати інший вид заготовки не доцільно, так як перепад діаметрів є невеликий.

Розраховуємо заготовку

1. Вибираємо діаметр прокату

$$d = 40_{-0,7}^{+0,4} \text{ мм}$$

2. Визначаємо довжину заготовки з урахуванням припусків на підрізку торця  $L = 380 \pm 2,5$  мм

3. Визначаємо об'єм заготовки

$$V = \pi r^2 L = 3.14 \cdot 20^2 \cdot 380 = 477280 \text{ мм}^3$$

4. Визначаємо масу заготовки

$$m = V\rho = 7.8 \cdot 477.28 = 3.72 \text{ т} = 3.72 \text{ кг}$$

5. Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу

$$k = \frac{m_{\text{дет}}}{m_{\text{заг}}} = \frac{1.9}{3.72} = 0.51$$

Вибираємо заготовку прокат діаметром 40 мм.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.ПІМ-035.00.000 ПЗ

## 1.6 Засоби технологічного оснащення

Проводимо опис технологічного обладнання для зручності заносимо його в таблицю

Таблиця 1.6 – Опис технологічного оснащення

№ опер.	Назва операції. Зміст переходу	Засоби технологічного оснащення
005	Абразивно-відрізна А) Установити і закріпити 1) Відрізати заготовку в розмір 379 мм	Лещата А2-250. 7200-0225 ГОСТ 14904-69, Штангенциркуль ШЦ-III-500-0,1 ГОСТ 166-80
010	Фрезерно-центрувальна А Установити і закріпити	Верстат МР71 Пристрій при верстаті,
	1. Фрезерувати торці 2. Центрувати деталь	Різ ін-т. Фреза 2214-0005 Т5К10 ГОСТ 24359-89 Різ ін-т. Свердло 2317-0005 Р18 ГОСТ 14952-75
015	Токарна з ЧПК А. Установити і закріпити	Starchip 520 Пристрій. Повідковий патрон 7108-0025 ГОСТ 2571-71, хомутик 7107-0045 ГОСТ 13598-68, центр 7032-0035 ГОСТ 13214-67, центр I-5-Н ГОСТ 8742-75.
	1. Точити по програмі	Різ ін-т. 2100-1634 Т5К10 ГОСТ 26611-85, Різець спеціальний
020	Токарна з ЧПК А. Установити і закріпити	Starchip 520 Пристрій. Повідковий патрон 7108-0025 ГОСТ 2571-71, хомутик 7107-0045 ГОСТ 13598-68, центр 7032-0035 ГОСТ 13214-67, центр I-5-Н ГОСТ 8742-75.
	1. Точити по програмі	Різ ін-т. 2100-1634 Т5К10 ГОСТ 26611-85, Різець 2660-0005 Т15К6 ГОСТ 18885-73, Різець спеціальний
025	Токарна з ЧПК А. Установити і закріпити	Starchip 520 Пристрій. Повідковий патрон 7108-0025 ГОСТ 2571-71, хомутик 7107-0045 ГОСТ 13598-68, центр 7032-0035 ГОСТ 13214-67, центр I-5-Н ГОСТ 8742-75.
		Різ ін-т. 2100-1634 Т15К6 ГОСТ 26611-85
030	Токарна з ЧПК А. Установити і закріпити	Starchip 520 Пристрій. Повідковий патрон 7108-0025 ГОСТ 2571-71, хомутик 7107-0045 ГОСТ 13598-68, центр 7032-0035 ГОСТ 13214-67, центр I-5-Н ГОСТ 8742-75.
		Різ ін-т. 2100-1634 Т15К6 ГОСТ 26611-85
035	Шпонко-фрезерна А. Установити і закріпити	692Р Пристрій спеціальний,
	1. Фрезерувати паз	Різ ін-т. Фреза 2234-0355 Р18 ГОСТ 9140-78 Доп. ін-т. Втулка 6100-0221 ГОСТ 13598-85 Вим. Ін-т. Калібр-призма 8314-0006 МН 2981-61
040	Вертикально-фрезерна А) Установити і закріпити	MF-5V УДГ 7036-0061 ГОСТ 8615-79
	1) Фрезерувати лиски	Різ ін-т. 2210-0073 Т5К10 ГОСТ 9304-69
045	Вертикально-свердлильна	2Н125 Пристрій спеціальний
		Свердло 2300-0205 Р18 ГОСТ 10902-77 Зенкер 2320-2555 Р18 ГОСТ 12489-71 Розвертка 2360-0134 Р6М5 ГОСТ 7722-77
050	Токарно-гвинторізна А. Установити і закріпити	16Б05П Патрон 250. 7100-0009 ГОСТ 2675-80
	1) Нарізати різьбу	Плашка кругла М10 2650-0062 ГОСТ 9740-71
055	Контрольна	Вим. ін-т. Мікрометр МК25-1 ГОСТ 6507-90 Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,05 ГОСТ 166-89

					БР.ПІМ-035.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.7. Визначення міжопераційних припусків і міжопераційних розмірів.

Для розрахунку міжопераційних припусків ми спершу із необхідних джерел (Справочник технолога под ред. А.А.Панова) вибираємо найменше значення припуску. Граничні відхилення (допуски) вибираємо згідно з квалітетом обробки в системі отвору зі стандартного ряду по СТ СЭВ 144-75.

Розраховуємо граничні розміри за формулами:

$$D_{\max} = D + es$$

$$D_{\min} = D + ei$$

Граничні припуски розраховуємо за формулами:

$$2Z \min = D \min_i - D \min_{i-1}$$

$$2Z \max = D \max_i - D \max_{i-1}$$

Таблиця 1.7 – Розрахунок припусків на  $\varnothing 20f9^{(-0,020)}_{(-0,072)}$  ( $\varnothing 40^{+0,4}_{-0,7}$ )

Технологічні операції і переходи обробки окремих поверхонь	Щореткість	Квалітет точ -ті	Найменше з-ня припусків 2Z min (мм)	Розрахунковий розмір (мм)	Допуск (мкм)	Граничні розміри (мм)		Граничні припуски (мкм)	
						max	min	max	min
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Заготовка				39,3	1100	40,4	39,3		
Точіння:									
чорнове	6,3	12	18,872	20,478	210	20,688	20,478	19712	18872
чистове	1,6	9	0,5	19,928	52	19,98	19,928	708	500
								<b>20420</b>	<b>19372</b>

**Перевірка:** 20420-19372=1100-52; 1048=1048

Таблиця 1.8 – Розрахунок припусків на  $\varnothing 10H7^{+0,015}$  ( $\varnothing 40^{+0,4}_{-0,7}$ )

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Свердління:	12,5	10	4,807	9,615	58	9,615	9,585	4792	4807
Зенкерування:	3,2	9	0,25	9,865	36	9,865	9,829	284	250
Розвірчування:									
чистове	1,6	7	0,15	10,015	18	10,015	10	171	150
								<b>5247</b>	<b>5207</b>

**Перевірка:** 5247-5207=58-18; 40=40

Діаметр стержня під нарізання різьби:

M30×1,5-g6 -  $\varnothing 29,92_{-0,10}$

M10-g6 -  $\varnothing 9,88_{-0,12}$

					БР.ПІМ-035.00.000 ПЗ				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Схема розміщення полів допусків

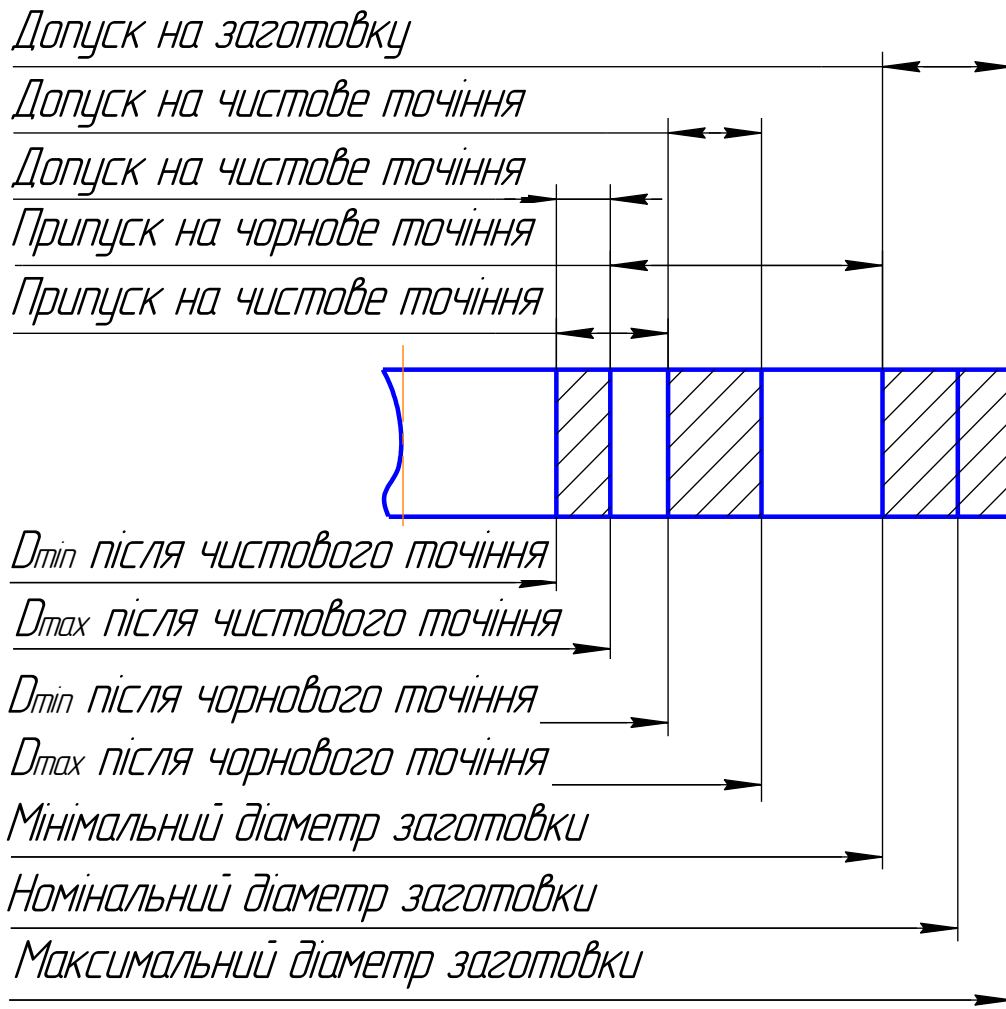


Рисунок 1- Схема розміщення полів допусків

					БР.ПІМ-035.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.8. Розрахунок режимів різання і норм часу.

### **Операція 035 Шпонко-фрезерна.**

Розробка технологічного процесу механічної обробки.

Пристрій – пристрій при верстаті.

Операція складається із наступного технологічного переходу:

Вибираємо ріжучий інструмент, його матеріал та геометричні параметри.

Вибираємо шпонкову фрезу.

Фреза 2234-0013 ГОСТ 9140-78.

Матеріал шпонкової фрези – швидкорізальна сталь Р6М5.

Діаметр фрези  $D=6$  мм.

Частота обертання шпинделя - фрезерного - свердлильного	хв. <sup>-1</sup>	68 – 780 250-1600
Границі подач - фрезерної головки - свердлильної головки	мм/хв	55-630 20-300
Потужність електродвигуна	кВт	7,0
Коефіцієнт корисної дії	-	0,8

1. Визначаємо глибину різання

$$t=3,5 \text{ мм}$$

2. Назначаємо подачу фрези (к198 ст.342 [2])

Вертикальна  $S=10$  мм/хв;

$$S_{хв}=250 \text{ мм/зуб}$$

3. Знаходимо швидкість різання:

$$V_{різ} = 30 \text{ м/хв} \quad (\text{ст. 198 к342 [2]})$$

4. Визначаємо частоту обертів шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 30}{3.14 \cdot 6} = 1592,36 \text{ хв}$$

5. Коректуємо знайдене значення по паспорту верстата  $n=1600$  хв<sup>-1</sup>

6. Знаходимо дійсну швидкість головного руху різання:

					БР.ПІМ-035.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{\partial} = \frac{\pi D n_{\partial}}{1000} = \frac{3.14 \cdot 6 \cdot 1600}{1000} = 30.1 \text{ м/хв}$$

7. Приймаємо  $S_{хв} = 63 \text{ мм/хв}$

8. Перевіряємо достатність тягового зусилля приводу верстата при умові що

$$N_{\text{різ}} \leq N$$

Оскільки потужність мала, то нею нехтуємо.

Отже обробка можлива.

10. Визначаємо величину машинного часу по формулі:

$$T_{\text{осн}} = \frac{L}{S_x} = \frac{200}{250} \cdot 7 = 5,88 \text{ хв}$$

### Визначення основного (технологічного) часу

Штучно-калькуляційний час

$$T_{\text{шт.к}} = \frac{t_{\text{нз}}}{n} + t_{\text{он}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{відн}}$$

Оперативний час  $t_{\text{он}} = t_o + t_{\text{дон}}$

Допоміжний час  $t_{\text{дон}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{вим}}$

$t_{\text{уст}} = 0,17$  час на установку

$t_{\text{пер}} = 0,17 + 0,11 = 0,28$  час на перехід (підвід інструменту і його заміна)

$t_{\text{вим}} = 0,22$  час на вимірювання

$t_{\text{дон}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{вим}} = 0,17 + 0,28 + 0,22 = 0,67 \text{ хв}$ ,

Знаходимо основний час  $T_{\text{осн}} = \left( \frac{l + l_1}{n_{\partial} \cdot S} + \frac{l + l_1}{n_1 \cdot S} \right) \cdot i$

$$T_{\text{осн}} = \left( \frac{12,5 + 4,5}{80 \cdot 1,5} + \frac{12,5 + 4,5}{100 \cdot 1,5} \right) \cdot 1 = 0,25 \text{ хв}$$

Знаходимо штучний час  $t_{\text{он}} = t_o + t_{\text{дон}} = 0,25 + 0,67 = 0,92 \text{ хв}$

Штучно-калькуляційний час  $T_{\text{шт.к}} = \frac{20}{889} + 0,92 + 0,037 + 0,032 = 1,013 \text{ хв}$

					БР.ПІМ-035.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.8 - Зведена таблиця режимів різання і норм часу

№ і зміст операції	Розміри поверхні		Режими і різання						Норми часу			
	D/B	L	t	S	V <sub>g</sub>	V	n	N	T	T <sub>д</sub>	T <sub>шт</sub>	T <sub>п</sub> <sub>з</sub>
	мм				м/хв		хв. <sup>-1</sup>	кВт	хв.			
005 Заготівельна												
010 Фрезерно-центрувальна												
1 Фрезерувати торці в розмір	80	50	2	0,2	164	138	552	3,4	2,47	2,55	3,26	17
2 Центрувати деталь	2,5	5,5	1,25	0,15	18	13,2	1050	0,7				
015 Токарна з ЧПК												
1 Точити пов. 6, 22	40	59	2,696	0,3	140	125,6	1000	2,9				
2 Точити пов. 4, 23	20,5	17	2,655	0,3	140	102	1000	2,9				
3 Точити пов. 7	20,5	4	6	0,1	140	112,4	1250	3,4	1,18	1,58	2,92	24
4 Точити пов. 1	9,88	5	1,48	0,1	157	79,6	1250	1,7				
5 Точити пов. 5	20,5	4	2,1	0,1	140	102	1000	1,7				
020 Токарна з ЧПК												
1 Точити пов. 14, 18	40	60	2,696	0,3	140	125,6	1000	2,9				
2 Точити пов. 9, 21	40	241	2,67	0,3	140	125,6	1000	2,9				
3 Точити пов. 12	32	28	2,08	0,3	140	135,4	1000	2,4				
4 Точити пов. 8	20,5	4	4	0,1	157	112,4	1250	3,4	3,87	1,58	5,82	24
5 Точити пов. 11	29,92	4	3,42	0,1	140	135,4	1000	3,4				
6 Точити пов. 13	29,92	4	1,52	0,1	157	79,6	1250	1,7				
7 Точити пов. 16	20,5	5	2,1	0,1	140	102	1000	1,7				
8 Нарізати різьбу. 12	29,92	32	0,3	1,5	80	80,4	800	1,47				
025 Токарна з ЧПК												
1 Точити по програмі	20,3	44	0,5	0,1	157	128,7	2000	2,4	0,22	1,35	1,06	23
030 Токарна з ЧПК												
1 Точити по програмі	20,3	60	0,5	0,1	157	128,7	2000	2,4	0,22	1,35	1,06	23
035 Шпонко фрезерна												
1 Фрезерувати шпонк. паз	6	200	0,5	250	30	30,1	1400	-	5,88	0,39	6,49	33
040 Вертикально-фрезерна												
1 Фрезерувати лиски	80	40	4	400	280	188,8	1000	-	0,2	0,63	0,89	23
045 Вертикально-свердлильна												
1 Свердлити отвір												
2 Зенкерувати отвір	9,5	28	4,75	0,2	24	24,1	800	1				
3 Розвертати отвір	9,85	28	0,175	0,56	10,6	7,8	250	-	0,22	0,33	0,59	19
	10	28	0,075	0,56	10,6	7,8	250	-				
050 Токарно-гвинторізна												
1 Нарізати різьбу М10	9,88	18	1,5	1,5	2,75	2,5	80	-	0,25	0,67	0,99	20

					БР.ПІМ-035.00.000 ПЗ							Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								

## 1.9 Аналіз технологічних можливостей засобів технологічного оснащення

Виходячи із розмірів та конфігурації деталі, а також із типу виробництва обираємо наступні верстати і записуємо їх технічні характеристики.

Фрезерно-центрувальний верстат моделі МР-73.

Розміри оброблюваної заготовки, мм;

    діаметр 20-100

    довжина 125-500

Число обертів шпинделя, хв.<sup>-1</sup>

    фрезерного 68 – 780

    свердлильного 12,5 – 1400

Границі подач, мм/хв.

    фрезерного 185 – 630

    свердлильного 0,1-0,6

Потужність двигуна, кВт

7

Хід головки, мм

    фрезерного 125

    свердлильного 30

Вертикально-фрезерний MF-5V

Розміри робочої поверхні стола, мм 1371×250

Найбільше переміщення по осях

    -X, -Y, -Z, 914×405×456

Кріплення шпинделя

ISO 40

Частота обертів шпинделя, об/хв.

70- 3600

Подача піноля, мм/об

0,04, 0,08, 0,15

Потужність двигуна головного руху, кВт

3.75.

Вертикально-свердлильний верстат 2Н125

Найбільший умовний діаметр свердління в сталі, мм 25

Робоча поверхня стола, мм 400X450

Найбільший хід шпинделя, мм 200

Виліт шпинделя, мм 250

КМ отвору шпинделя 3

Частота обертів шпинделя, об/хв. 45-2000

Подача шпинделя, мм/об 0,1-0,16

Потужність електродвигуна головного руху, кВт 2,2

Шпонко-фрезерний 692P

Робочі розміри деталі

    max діаметр, що обробляється 150

    min діаметр, що обробляється 20

Найбільша довжина деталі, яку можна встановити, мм 1000

Найбільше переміщення стола, мм

    поздовжнє 600

    поперечне 300

					БР.ПІМ-035.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Частота обертання шпинделя, об/хв.	480-3750
Конус Морзе (7:24)	№50
Потужність двигуна головного руху, кВт	1,6

Токарний з ЧПК Starchip 520	
Система ЧПК	SIEMENS 802D
Макс. діаметр точіння над супортом, мм	520
Макс. діаметр точіння над станиною, мм	350
Макс. довжина деталі, мм	530
Число обертів шпинделя, об/хв.	35-3500
Діаметр отвору шпинделя, мм	80
Хвостовик інструмента, мм	25×25
К-сть інструментальних місць, шт.	10
Торець шпинделя	A2-8

					БР.ПІМ-035.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Розкріплення заготовки відбувається при стравленні тиску повітря в пневмокамері. Пружини, які знаходяться на поршні повертають їх у вихідне положення звільняючи при цьому оброблену заготовку.

### 2.1.2 Розрахунок потрібної сили затиску заготовки в пристрої і параметрів приводу

Даний отвір ( $\varnothing 10H7^{+0,015}$ ) піддається свердлильній обробці.

Обробка ведеться стандартним свердлом зі швидкорізальної сталі Р18.

Свердло 2300-0205 ГОСТ 10902-77.

Режими різання розраховуються по [1].

Розмір свердла  $\varnothing 9,6$  мм.

Глибина різання  $t=4,8$  мм.

Подача  $S_0=0,2$  мм/об.

Швидкість різання  $V=24,1$  м/хв.

Частота обертів шпинделя  $n=800$  хв<sup>-1</sup>.

Визначаємо силу різання:

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p$$

$C_p=68$ ;

$q=1,0$

$y=0,7$

$D_c=9,6$ мм

$K_p=0,75$ .

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 9,6^1 \cdot 0,2^{0,7} \cdot 0,75 = 1568,95H$$

Визначаємо момент різання

$$M_{kp} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p$$

$C_m=0,0345$

$q=1,0$

$y=0,7$

$D_c=9,6$ мм

$K_p=0,75$

$$M_{kp} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 9,6^2 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 0,75 = 6,58H \cdot m$$

					БР.ПІМ-035.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



де  $K_0$  – гарантований коефіцієнт запасу;

$K_1$  – коефіцієнт що враховує випадкові нерівності деталі;

$K_2$  – коефіцієнт затуплення інструменту;

$K_3$  – коефіцієнт перервного різання;

$K_4$  – стабільність запасу;

$K_5$  – зручність затискного механізму;

$K_6$  – повертаючий момент.

$$K_0=1,5; \quad K_1=1,0; \quad K_2=1,0; \quad K_3=1,2; \quad K_4=1,4;$$

$$K_5=1,0; \quad K_6=1,0 \quad [11] \text{ с } 91.$$

$$K=1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,4 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,52.$$

$$Q = \frac{2 \cdot 2,52 \cdot 6,58}{0,16 \cdot 0,1} - 1 \cdot \sin 45^\circ = 1415H$$

### Вибір конструктивних розмірів затискного механізму

Для заданої схеми базування і конструкції деталі доцільно застосувати для затиску важільний механізм. Він є простий у використанні, може передавати значні зусилля затиску, а також зменшувати чи збільшувати їх. Схема важільного механізму, який можна застосувати для даної деталі показано на рисунку 2.3.

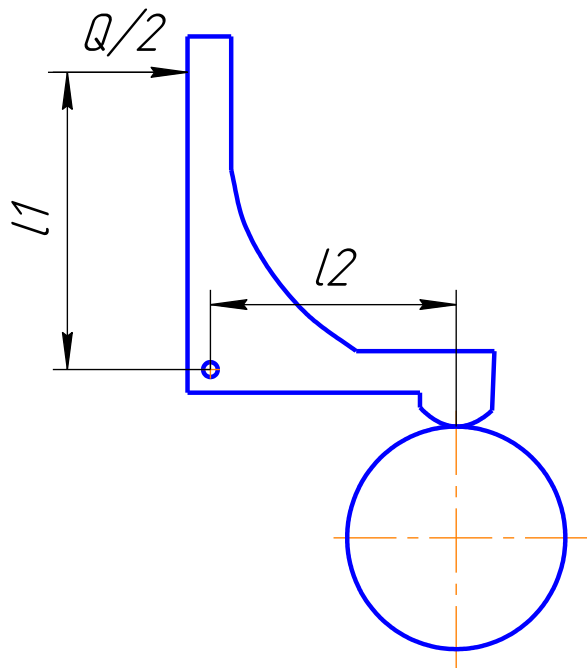


Рисунок 2.3 - Схема важільного механізму.

$$2Pl_2 = Ql_1,$$

де  $P$  – зусилля рушія;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПІМ-035.00.000 ПЗ

Арк.



## 2.2 Інструменти

### 2.2.1 Спиральне свердло

#### 2.2.1 Конструювання та розрахунок одного ріжучого інструменту

Розрахувати і сконструювати спіральне свердло із швидкорізальної сталі з конічним хвостовиком для отримання глухих отворів  $\varnothing 10,25H14^{+0,43}$  і дожиною  $l=36$

1. Діаметр свердла беремо  $\varnothing 9,6$

Свердло спеціальне  $\varnothing 9,6 h14$

2. визначаємо режими різання.

2.1. Знаходимо глибину різання

$$t = \frac{D}{2} = \frac{9,6}{2} = 4,8 \text{ мм}$$

2.2 Знаходимо величину подачі  $S=0.19-0.23$  мм/об,  $k=1$ , приймаємо  $S=0.2$  мм/об.

2.3 Знаходимо швидкість різання.  $V=24$  м/хв К42 ст104-105[2]

2.4 знаходимо число обертів шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 24}{3.14 \cdot 10.25} = 796,2 \text{ хв.}^{-1}$$

Приймамо  $n=800 \text{ хв.}^{-1}$

2.5 Знаходимо дійсну швидкість різання

$$V_{\partial} = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 10.25 \cdot 1000}{1000} = 32.2 \text{ хв.}^{-1}$$

2.6 Знаходимо величину осьового зусилля  $P_x$

$P_x = 10 \cdot C_p \cdot D^x \cdot p S o Y_p K^m p$ ;  $C_p=68, g=1.0, y=0.7$  ст 281[8] ст 264 [8]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_p}{75}\right)^{0.75} = \left(\frac{59}{75}\right)^{0.75} = 0.835$$

$$P_x = 10 \cdot 68 \cdot 9,6 \cdot 0.2^{0.7} \cdot 0.835 = 1809,5 \text{ Н}$$

2.7 Знаходимо крутний момент

$$N_{різ} = \frac{Mn}{975000}, \text{ кВт}$$

$$N_{різ} = 1 \text{ кВт} - \text{к 43, ст. 106 [6]}$$

					БР.ПІМ-035.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$i_{\text{эд}} = \frac{N\delta^3\zeta \cdot 975000}{n} = \frac{1 \cdot 975000}{800} = 12.18 \text{ Нм}$$

### 5. Визначаємо номер конуса морзе хвостовика

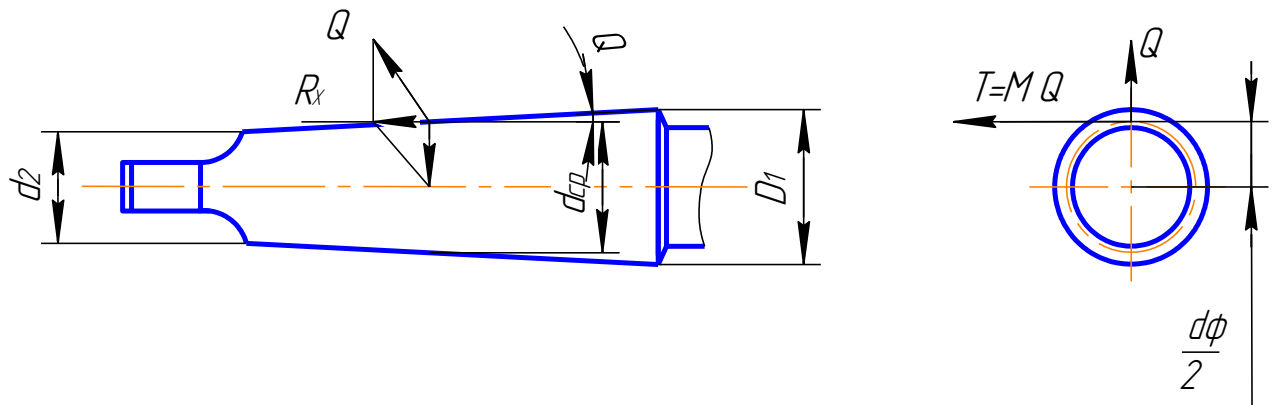


Рисунок 2.4 – Схема хвостовика свердла

Осьову силу різання можна розкласти на 2 складові. Силу  $Q$ , яка діє по нормалі, до твірної конуса і силу  $P_x$ , яка діє в радіальному напрямі.

$$Q = \frac{P_x}{\sin \theta}, \text{ де } \theta - \text{тета кут конуса хвостовика.}$$

Сила  $Q$  створює дотичну складову силу  $T$  з врахуванням коефіцієнта тертя, ця сила дорівнює  $T = \frac{P_x M}{\sin \theta}$ ; Момент тертя між хвостовиком і втулкою можна

знайти по формулі  $M_{mp} = \frac{M P_x (D_1 + d_2)}{4 \sin \theta} \times (1 = 0,04 \Delta \theta)$   $M$ - коефіцієнт тертя.  $\Delta \theta$ -допуск

на відхилення кута конусності. Приміняємо момент тертя до моменту який створює затупленим свердлом, який приблизно в 3 рази більший ніж при роботі заточеним свердлом, тобто,

$$3M_{mp} = M_{тер} = \frac{M \times P_x \times d_{cp}}{2 \sin \theta} (1 - 0,04 \Delta \theta); d_{cp} = \frac{3M_{кр} \times 2 \sin \theta}{(1 - 0,04 \Delta \theta) M \times P_x} = \frac{6m_{кр} \times \sin \theta}{M \times p_x (1 - 0,04 \Delta \theta)} ;$$

знаходимо середній  $\varnothing$  конуса хвостовика.

$$d_{\text{пад}} = \frac{6 \times 12,18 \times \sin 1^\circ 30'}{0,096 \times 1809,5 (1 - 0,2)} = \frac{1,913}{138,9} = 0,0137 \text{ м} = 13,4 \text{ мкм} ; \text{ По ГОСТ 25577-82}$$

вибираємо ближчий, більший конус. Конус морзе №1 з лапкою і слідуючими конструкційними розмірами:  $D_1 = 12,2$ ;  $d_2 = 9,0$ ;  $l_4 = 65,5$ ;  $l_3 = 640$ ;  $d_3 = 8,7$ ;  $bh13 = 5,2$ ;  $l = 13,5$ ;  $R_1 = 1,2$ ; конусність  $1:20,047 = 0,04988$ .  $d = 3,5$ ;  $c = 8,5$ ;  $R = 5,0$ ;  $V = 0,06$  – ст. 189 [12].

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПІМ-035.00.000 ПЗ				



Менший радіус профілю  $R_k = C_k D$ , де  $C_k = 0,015 \times \omega^{0,75} = 0,015 \times 30^{0,75} = 0,191$ , отже  $K_k = 0,191 \times 9,6 = 1,84 \text{ мм}$

$B$  – ширина профілю  $B = R_o + R_k = 4,78 + 1,84 = 6,62 \text{ мм}$ .

### 2.2.2 Калібр-скоба

Для контролю валів використовуються калібри з робочими поверхнями, розташованими на внутрішній частині вхідної частини скоби. Їх називають калібрами-скобами.

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

Проведемо розрахунок розмірів калібра-скоби для контролю р-ру  $\varnothing 20f9$ .

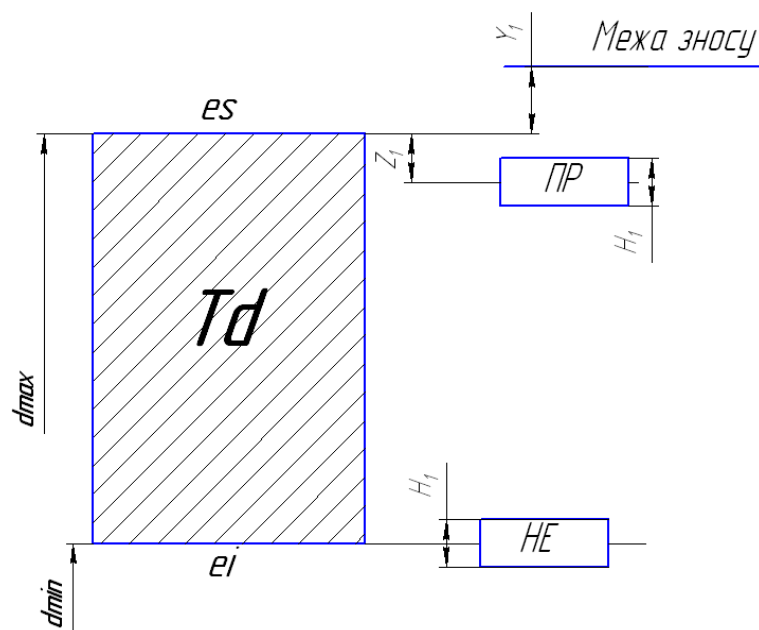


Рисунок 2.5 – Схема полів допусків калібрів-скоб для контролю  $\varnothing 20f9 \begin{matrix} (-0,020 \\ -0,072) \end{matrix}$  валу шліцевого

Таблиця 2.1 – Допуски і відхилення калібрів по ГОСТ 24853-81 для розміру

Z, мкм	Y, мкм	L, L <sub>1</sub> , мкм	Z <sub>1</sub> , мкм	Y <sub>1</sub> , мкм	H, мкм	H <sub>1</sub> , мкм	H <sub>p</sub> , мкм
9	0	0	9	0	4	6	2,5

Таблиця 2.2 – Виконавчі розміри калібрів для контролю розміру

Маркування калібру	Призначення калібру	Вид калібру	Граничні розміри, мм		Розмір межі зносу		Виконавчий розмір, мм	
			найбільший	найменший	формула	величина	формула	величина
$\varnothing 20f9 \begin{matrix} (-0,020 \\ -0,072) \end{matrix}$ ПР	робочий	скоба	19,974	19,968	$d_{\max} + Y_1 - L_1$	19,98	$(d_{\max} - Z_1 - \frac{H_1}{2})^{+H_1}$	19,968 <sup>+0,006</sup>
$\varnothing 20f9 \begin{matrix} (-0,020 \\ -0,072) \end{matrix}$ НЕ	робочий	скоба	19,931	19,925	-	-	$(d_{\min} + L_1 - \frac{H_1}{2})^{+H_1}$	19,925 <sup>+0,006</sup>

Згідно розрахунково отриманих розмірів креслимо креслення робочого калібра-скоби.

					БР.ПІМ-035.00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

### 3 Створення керуючої програми для верстата з ЧПК

Деталь «Вал ступінчатий БР ПМ 035.10.00.001/23» виготовляється з використанням сучасного токарного верстату з ЧПК моделі Starchip 520. Для керування роботою цього верстату треба створити керуючу програму. Керуючу програму створюємо з використанням комп'ютерної САМ-системи SPRUT-CAM. Вона призначена для розробки керуючих програм (КП) для верстатів з ЧПК токарної та фрезерної груп.

До початку проектування КП створюю тривимірну модель оброблюваної деталі (рис. 3.1). Готову тривимірну модель для завантаження в систему SPRUT-CAM треба записати в графічному форматі \*.igs, який є універсальним форматом для обміну інформацією між різними системами проектування. На рисунку 2 показана модель деталі, імпортована у систему SPRUT-CAM. Так як заготовкою для вала є пруток, то її призначаємо в програмі, задавши необхідний припуск.



Рисунок 3.1 – 3D-модель вала

					БР.ПМ-035.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



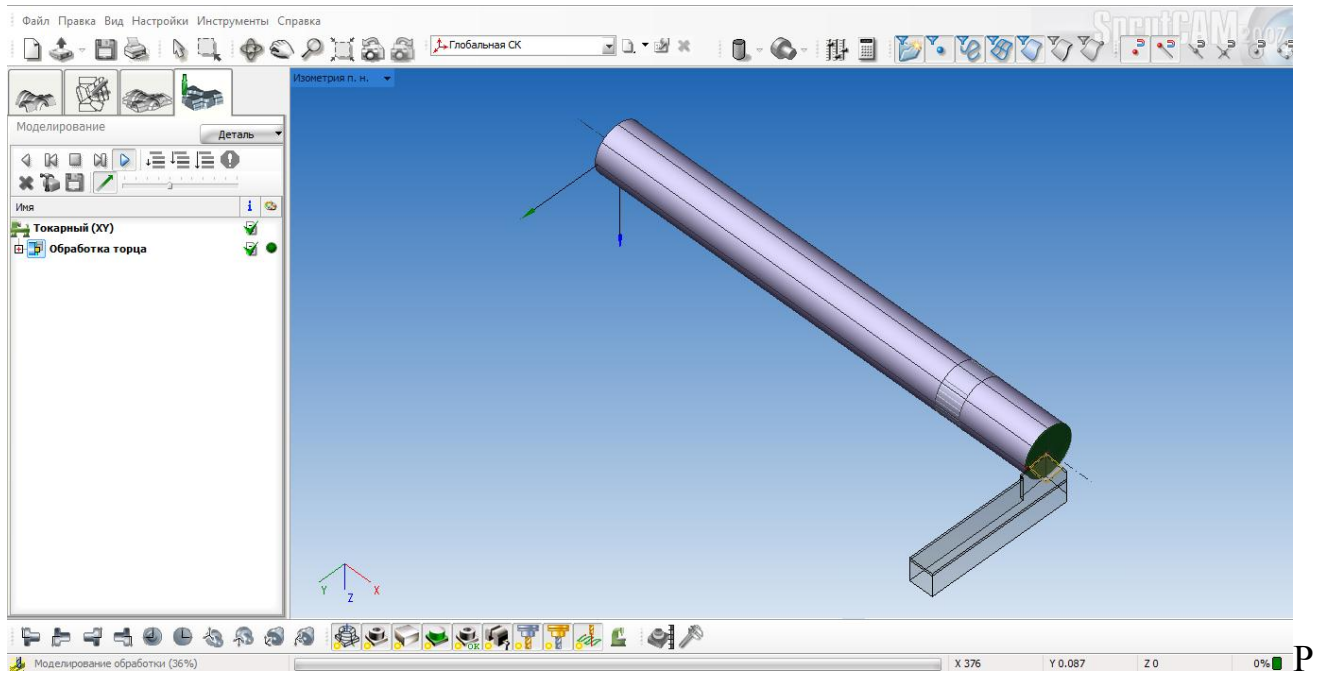


Рисунок 3.4 – Моделювання обробки торця вала

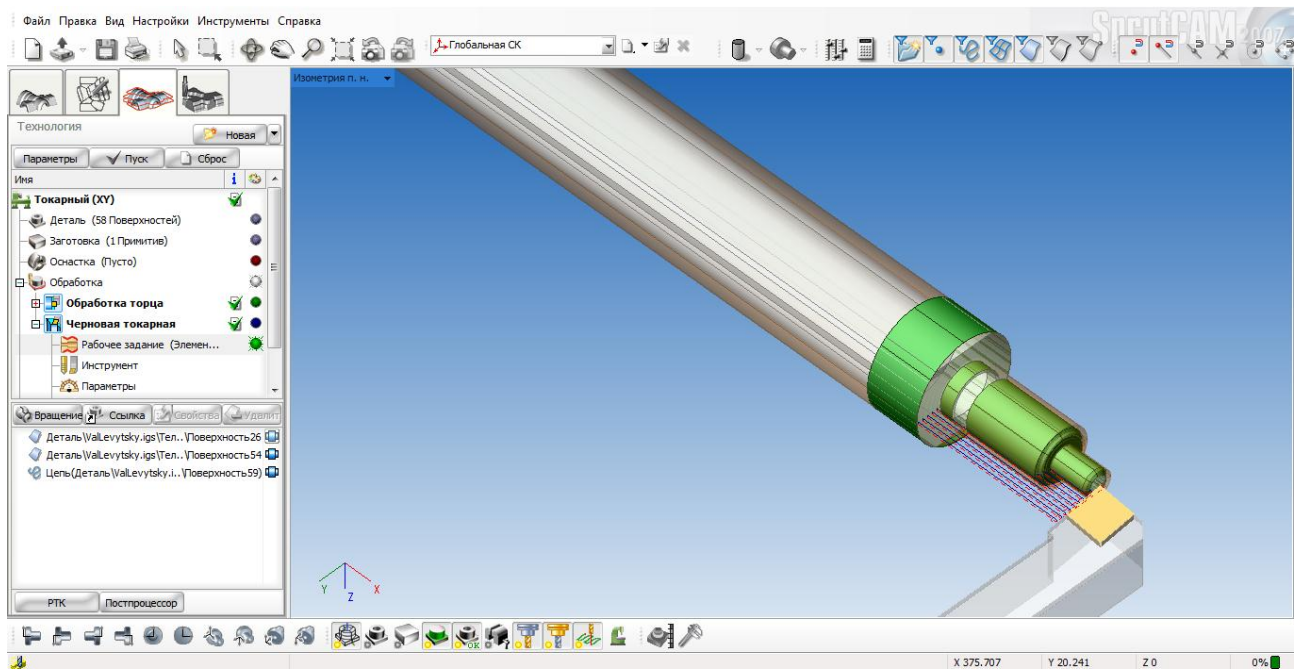


Рисунок 3.5 – Проектування чорнового точіння

						Арк.
					БР.ПМ-035.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



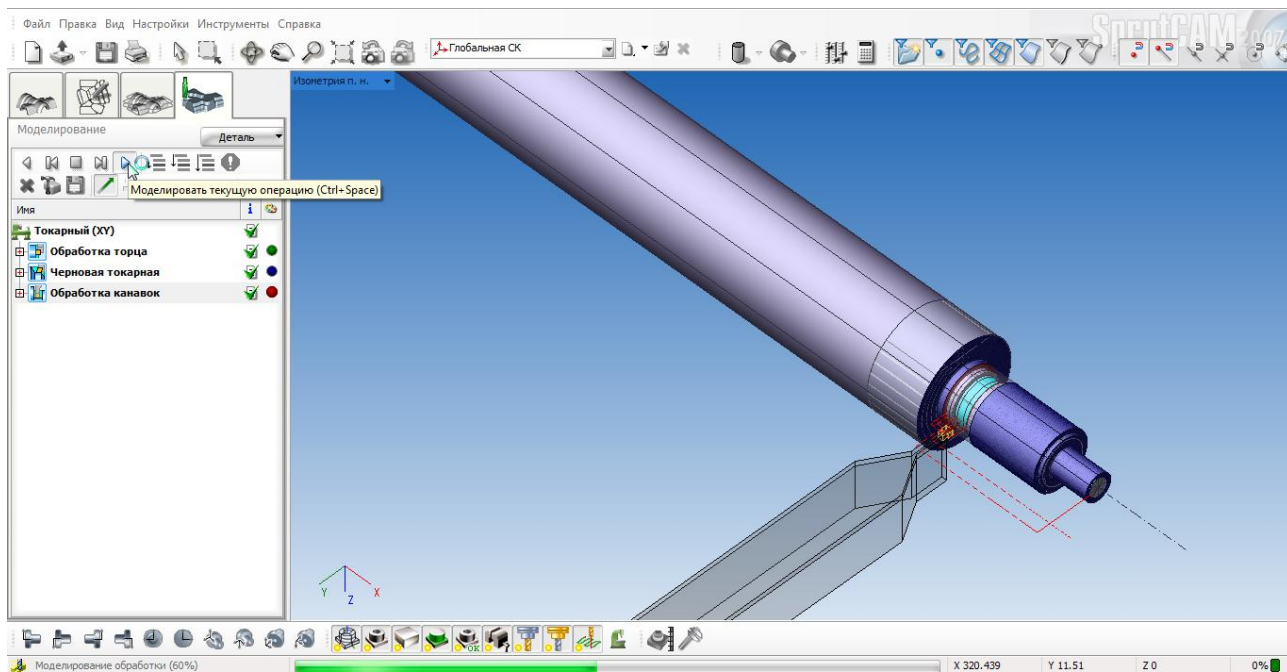


Рисунок 3.8 – Моделювання точіння канавки

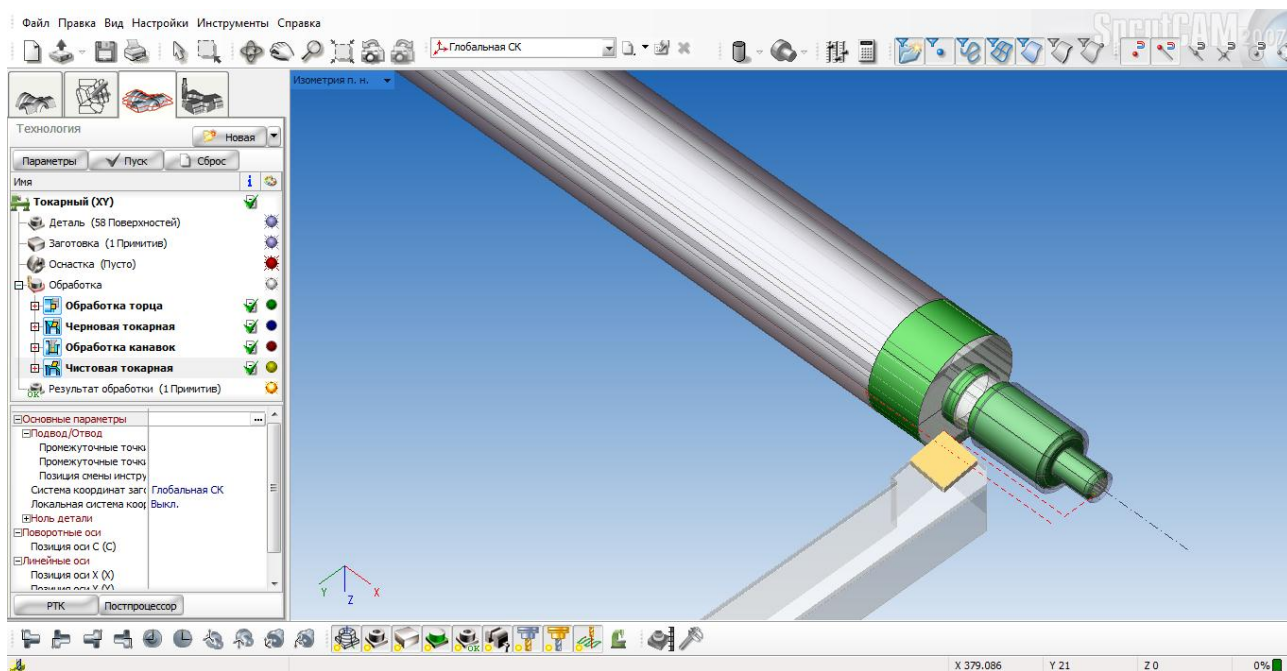


Рисунок 3.9 – Проектування чистового точіння

					БР.ПМ-035.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

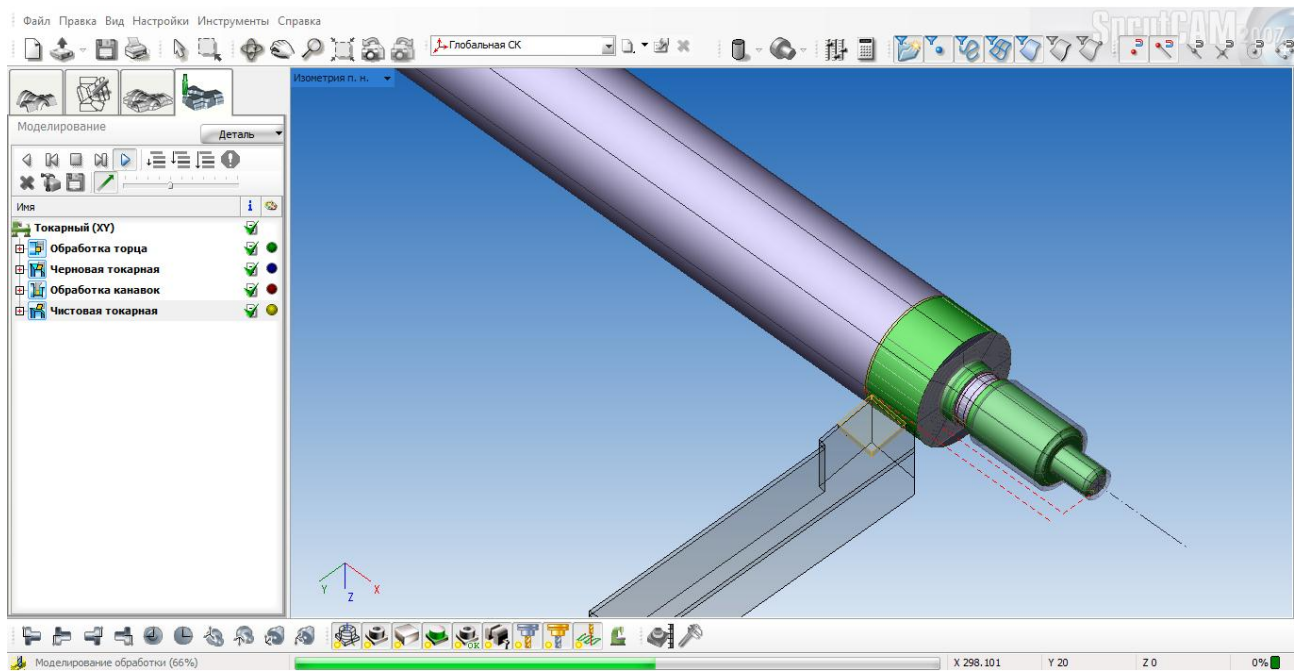


Рисунок 3.10 – Моделювання чистового точіння

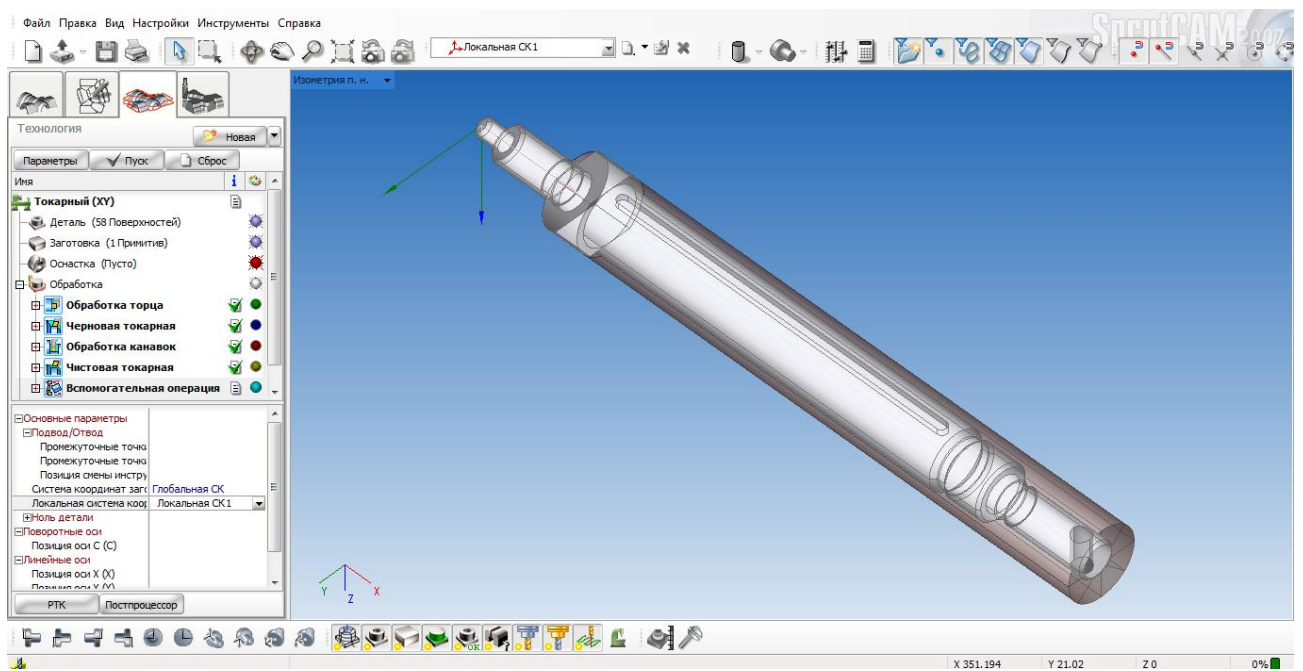


Рисунок 3.11 – Допоміжна операція - переустановка деталі

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПІМ-035.00.000 ПЗ				

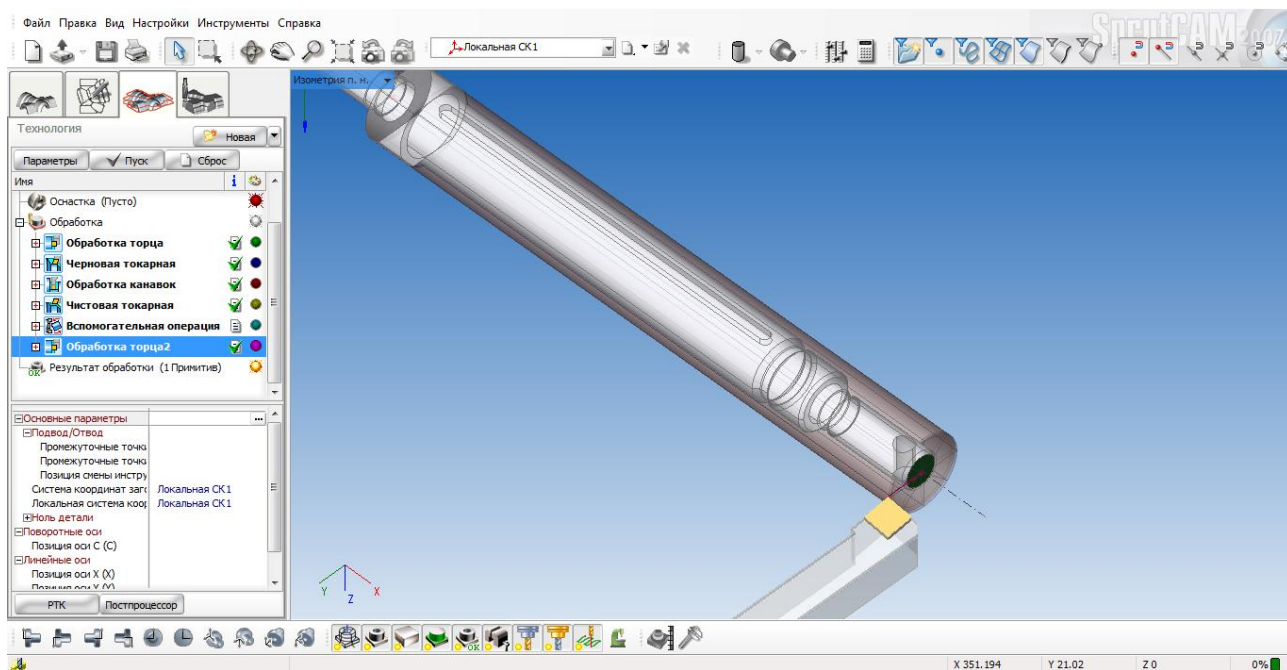


Рисунок 3.12 – Проекування обробки торця

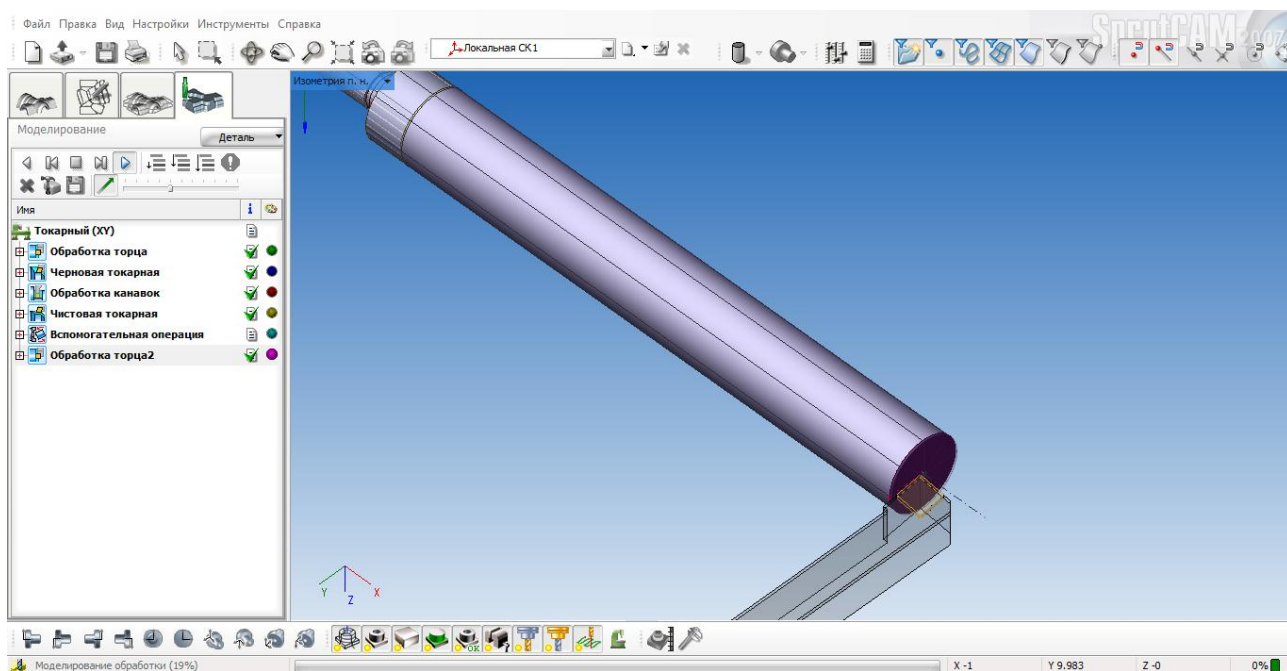


Рисунок 3.13 – Моделювання обробки торця

					БР.ПІМ-035.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		







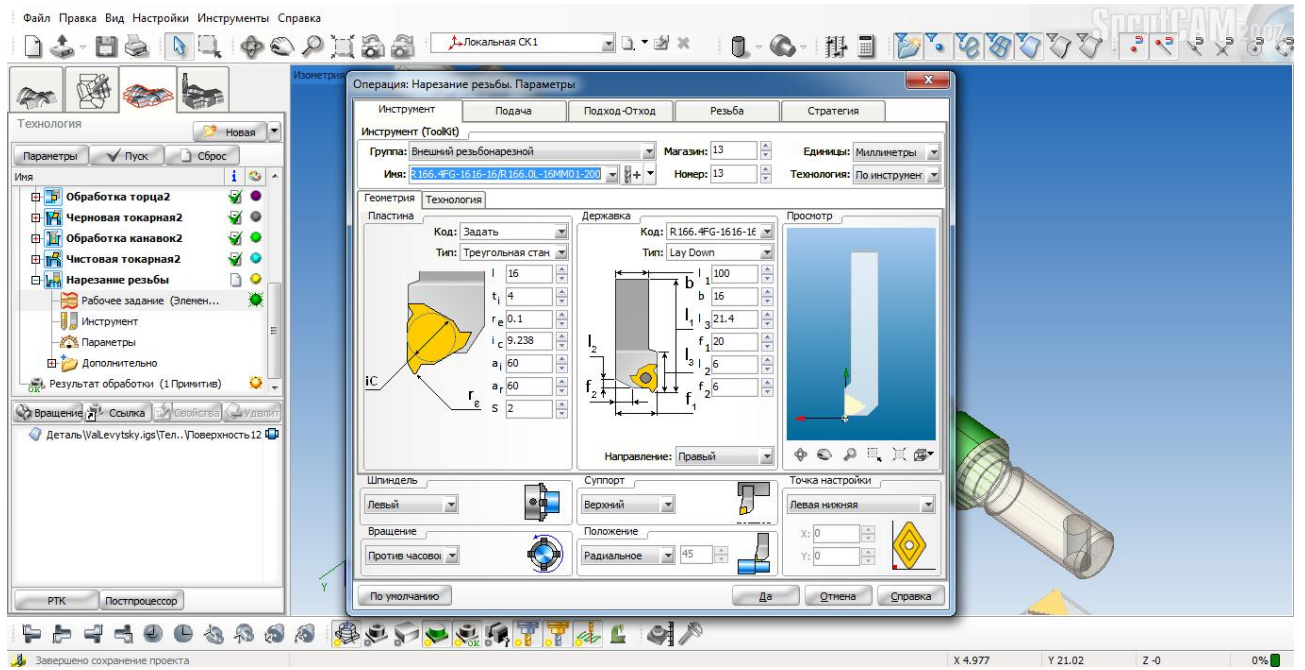


Рисунок 3.20 – Задання параметрів інструмента для нарізання нарізі

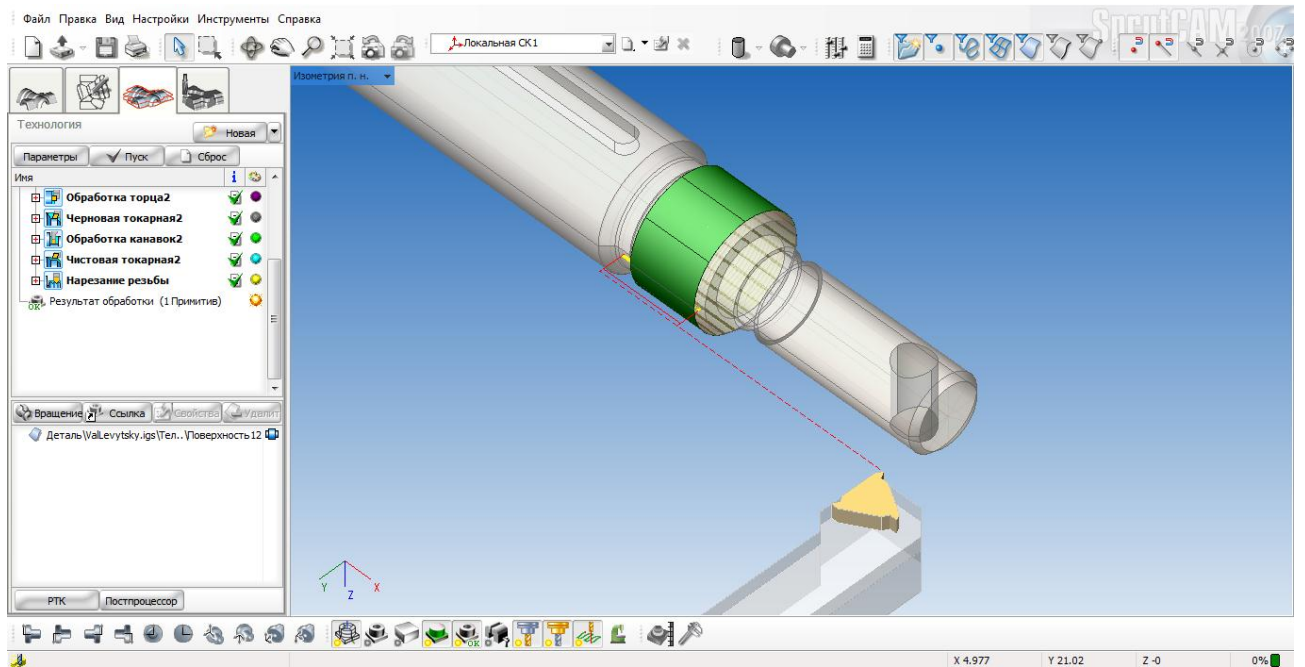


Рисунок 3.21 – Проектування нарізання нарізі

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.ПІМ-035.00.000 ПЗ



## Висновки

В даній бакалаврській роботі проаналізовано конструкцію деталі «Вал ступінчастий БР ПМ 035.10.00.001/23» з точки зору технологічності, її призначення у виробі та базову (заводську) технологію виготовлення. На основі чого вдосконалено і розроблено проектний технологічний процес її виготовлення.

В роботі вивчено конструкцію і технологічні вимоги до вала, призначено припуски на механічну обробку, розраховано режими різання і проведено технічне нормування операцій.

В конструкторській частині було описано призначення, конструкцію і принцип роботи спроектованого пристрою на свердлильну операцію (обробка отвору  $\varnothing 10H7$ ) для котрого визначено силу затиску, також розраховано різальний та контрольний інструменти.

В третьому розділі розроблено програму для ЧПК моделі Starchip 520 з використанням комп'ютерної САМ-системи SPRUT-CAM.

В додатках приведена програма для верстата з ЧПК, маршрутна документація та специфікація верстатного пристрою.

					БР.ПМ-035.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Перелік використаної літератури

1 Марочник сталей и сплавов. Под ред. В. Г. Сорокина– М.: Машиностроение, 1989.

2 общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Ч.1– М.: Машиностроение, 1974.

3 Обработка металлов резанием : Справочник технолога. / Под общ. ред. А.А.Панова. – М.: Машиностроение, 1988. – 736 с.

4 Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах. Т.2 / Под ред. А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.

5 Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах. Т.1 / Под ред. А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова – М.: Машиностроение, 1985. – 656 с.

6 Руденко П.А. и др. Проектирование и производство заготовок в машиностроении. – К.: Вища школа, 1991. – 247 с.

7 Справочник нормировщика-машиностроителя. Техническое нормирование станочных работ. Т.2. Под редакцией Е. И. Стружестраха.- М.: МАШГИЗ, 1961.- 892 с.

8 Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения.– Минск, Висшая школа, 1975.

9 Нефедов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту : Учебное пособие – М.: Машиностроение, 1986. – 239 с.

10 Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя – М.: Машиностроение, 1982. – Т.1 – 736 с., Т.2 – 559 с.

11 Методичні вказівки до виконання проекту з курсу « Технологічні основи машинобудування».

12 ДСТУ 7809:2015 Прокат сортовий, калібрований зі спеціальним обробленням поверхні з вуглецевої якісної конструкційної сталі. Загальні технічні умови

					БР.ПІМ-035.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# Додатки

					БР.ПІМ-035.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А – Керуюча програма для верстату з ЧПК

%  
OLevVal  
G97S600M04  
G54X41.6Z377.8  
Z376.707  
X33.072  
G50  
S4591  
G01G99F0.1M08  
G96S600  
X31.656Z376.  
X-1.824  
X-0.41Z376.707  
X10.21  
Z375.707  
X8.796Z375.  
X-2.  
X-0.586Z375.707  
Z377.412  
X40.178  
X38.764Z376.705  
Z318.F0.05  
X40.178Z318.707F0.1  
Z377.412  
X36.178  
X34.764Z376.705  
Z318.F0.05  
X36.178Z318.707F0.1  
Z377.412  
X32.178  
X30.764Z376.705  
Z318.F0.05  
X32.178Z318.707F0.1  
Z377.412  
X28.178  
X26.764Z376.705  
Z318.F0.05  
X28.178Z318.707F0.1  
Z377.317  
X24.178  
X22.764Z376.61  
Z318.F0.05  
X24.178Z318.707F0.1  
Z377.142

					БР.ПІМ-035.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

X20.178  
X18.764Z376.435  
Z358.901F0.05  
X20.178Z359.608F0.1  
Z376.967  
X16.178  
X14.764Z376.26  
Z360.F0.05  
X16.178Z360.707F0.1  
Z376.792  
X12.178  
X10.764Z376.085  
Z360.F0.05  
X12.178Z360.707F0.1  
Z376.705  
X8.186  
X6.772Z375.998  
Z374.897F0.05  
X8.186Z375.604F0.1  
X52.762  
Z323.977  
X32.762  
X22.762  
X18.  
X22.762  
X32.762  
Z326.377  
X22.762  
X20.F0.05  
X20.424Z326.164F0.1  
X32.762  
Z328.773  
X22.762  
X20.F0.05  
X20.424Z328.561F0.1  
X32.762  
Z321.577  
X22.762  
X20.F0.05  
X20.424Z321.789F0.1  
X32.762  
Z320.227  
X22.762  
X20.F0.05  
X20.424Z320.439F0.1

					БР.ПІМ-035.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

X30.002  
Z326.181  
X20.002  
X19.998  
G03X19.6Z326.R0.2  
X18.  
Z324.  
X30.002  
Z322.904  
G01X20.002  
X19.942  
G02X19.6Z323.R0.2  
X18.  
Z325.  
X32.002  
Z376.325  
X6.744  
G01  
X5.33Z375.618  
X6.744Z374.911F0.05  
X9.882Z373.341  
G03X10.Z373.2R0.2  
Z360.  
X16.4  
X16.682Z359.941R0.2  
X19.882Z358.341  
X20.Z358.2R0.2  
Z318.  
X39.6  
X40.Z317.8R0.2  
Z295.972  
G01X41.414Z296.679F0.1  
X42.04  
M01  
G97S600M04  
X41.6Z377.8  
Z376.707  
X43.068  
G50  
S4435  
G96S600  
X41.654Z376.  
X-1.824  
X-0.41Z376.707  
X20.208

					БР.ПІМ-035.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Z375.707  
X18.794Z375.  
X-2.  
X-0.586Z375.707  
Z377.412  
X38.178  
X36.764Z376.705  
Z78.F0.05  
X38.178Z78.707F0.1  
Z377.317  
X34.178  
X32.764Z376.61  
Z78.F0.05  
X34.178Z78.707F0.1  
Z377.142  
X30.178  
X28.764Z376.435  
Z315.901F0.05  
X30.178Z316.608F0.1  
Z376.967  
X26.178  
X24.764Z376.26  
Z317.F0.05  
X26.178Z317.707F0.1  
Z376.792  
X22.178  
X20.764Z376.085  
Z317.F0.05  
X22.178Z317.707F0.1  
Z376.705  
X18.186  
X16.772Z375.998  
Z374.897F0.05  
X18.186Z375.604F0.1  
X250.762  
Z324.4  
X30.762  
X20.762  
X18.  
X20.762  
X30.762  
Z325.997  
X20.762  
X18.F0.05  
X18.282Z325.855F0.1

					БР.ПІМ-035.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

X30.762  
Z322.8  
X20.762  
X18.F0.05  
X18.282Z322.941F0.1  
X30.762  
Z322.003  
X20.762  
X18.F0.05  
X18.282Z322.145F0.1  
X30.45  
Z326.  
X20.45  
X18.  
Z323.5  
X30.45  
Z322.  
X20.45  
X18.  
Z324.5  
X50.45  
Z291.592  
X262.762  
X42.762  
X32.762  
X26.5  
X32.762  
X42.762  
Z293.192  
X32.762  
X26.652F0.05  
X26.934Z293.051F0.1  
X42.762  
Z294.789  
X32.762  
X29.844F0.05  
X30.126Z294.648F0.1  
X42.762  
Z289.992  
X32.762  
X27.888F0.05  
X28.172Z290.134F0.1  
X42.762  
Z288.392  
X32.762

					БР.ПІМ-035.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

X31.088F0.05  
X31.372Z288.533F0.1  
X42.762  
Z288.211  
X32.762  
X31.452F0.05  
X31.734Z288.352F0.1  
X42.446  
Z294.792  
X32.446  
X29.85  
X26.676Z293.205  
G02X26.5Z292.993R0.3  
Z291.341  
X42.446  
Z288.208  
G01X32.446  
X31.456  
X28.062Z289.906  
X26.576Z290.649  
G03X26.538Z290.668R0.8  
X26.5Z290.689R0.8  
Z292.341  
X62.446  
Z376.325  
X16.744  
G01  
X15.33Z375.618  
X16.744Z374.911F0.05  
X19.882Z373.341  
G03X20.Z373.2R0.2  
Z317.  
X26.4  
X26.682Z316.941R0.2  
X29.882Z315.341  
X30.Z315.2R0.2  
Z289.133  
X31.882Z288.191  
X32.Z288.05R0.2  
Z78.  
X39.6  
X39.804Z77.972R0.2  
X41.524Z77.462  
G01X42.938Z78.169F0.1  
M09

					БР.ПІМ-035.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

X42.04  
M05  
T1313  
G97S600M04  
X42.Z376.  
Z316.4  
X40.  
G50  
S4547  
G96S600  
X29.374  
G32Z293.75F1.  
G01X40.  
Z316.4  
X29.114  
G32Z293.75  
G01X40.  
Z316.4  
X28.916  
G32Z293.75  
G01X40.  
Z316.4  
X28.748  
G32Z293.75  
G01X40.  
Z316.4  
X28.6  
G32Z293.75  
G01X40.  
Z316.4  
X28.466  
G32Z293.75  
G01X40.  
Z316.4  
X28.344  
G32Z293.75  
G01X40.  
Z316.4  
X28.23  
G32Z293.75  
G01X40.  
Z316.4  
X28.122  
G32Z293.75  
G01X40.

					БР.ПІМ-035.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Z316.4  
X28.02  
G32Z293.75  
G01X40.  
Z316.4  
X28.  
G32Z293.75  
G01X40.  
Z316.4  
X28.  
G32Z293.75  
G01X40.  
X42.  
M05  
G28  
M30  
%

					БР.ПІМ-035.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дубл.													
Взамін.													
Підпис													

ІФНТУНГ

Вал ступінчатий

н

«Затверджую»

Зав. каф. КМВ  
Панчук В.Г.

**КОМПЛЕКТ  
технологічної  
документації**

Технологічний процес  
механічної обробки

Розробив: ст. гр. ПМ-19-1  
Левицький Є.М.

Перевірів: доц. каф. КМВ  
Онисько О.Р.

Акт № \_\_\_ від «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 р.

ТЛ

Обробка різанням









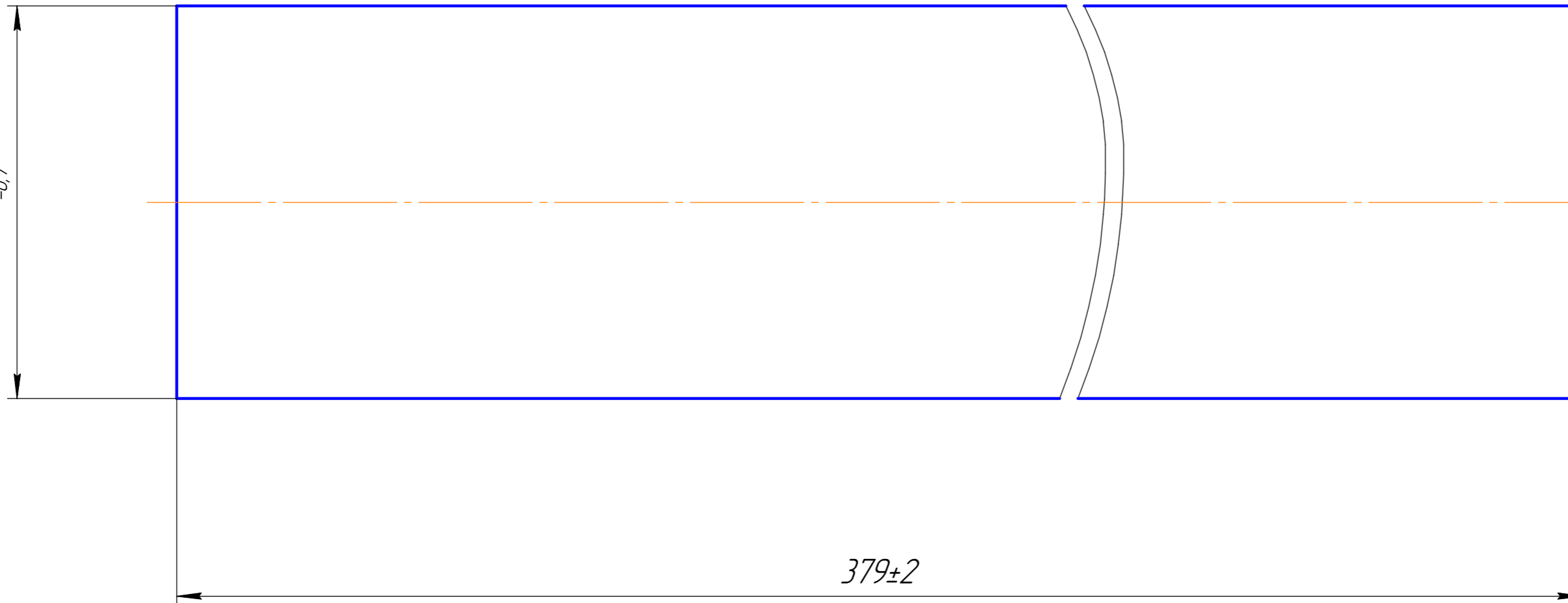




Перв. примен.

Справ. №

$\phi 40^{+0,4}_{-0,7}$



379±2

1. Степень точности заготовки - обычный

Подп. и дата

Инд. № д/дл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.

					<b>БР.ПМ-035.01.02.000</b>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>Вал ступінчатий (заготовка)</b>	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Левицький					Н	3,79	1:1
Пров.	Онисько					Лист	Листов	1
Т.контр.	Онисько							
Н.контр.	Онисько				<b>Сталь 45 ДСТУ 7809:2015</b>		<b>ПМ-19-1</b>	
Утв.	Панчук						Формат А3	

БР.ПМ-035.01.03.000

Перв. примен.

Справ. №

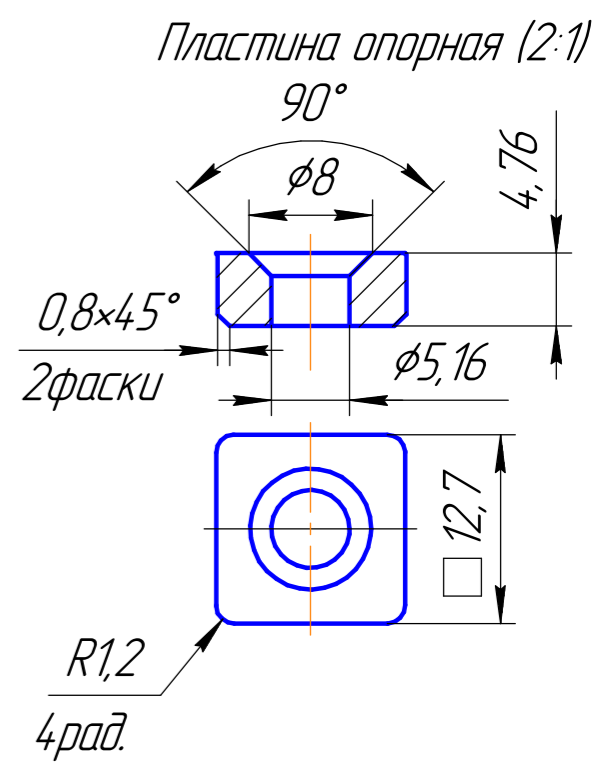
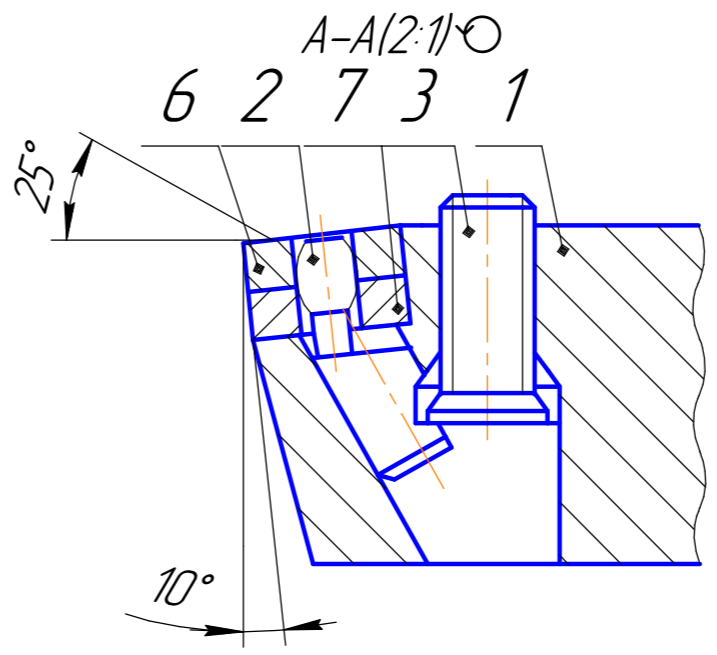
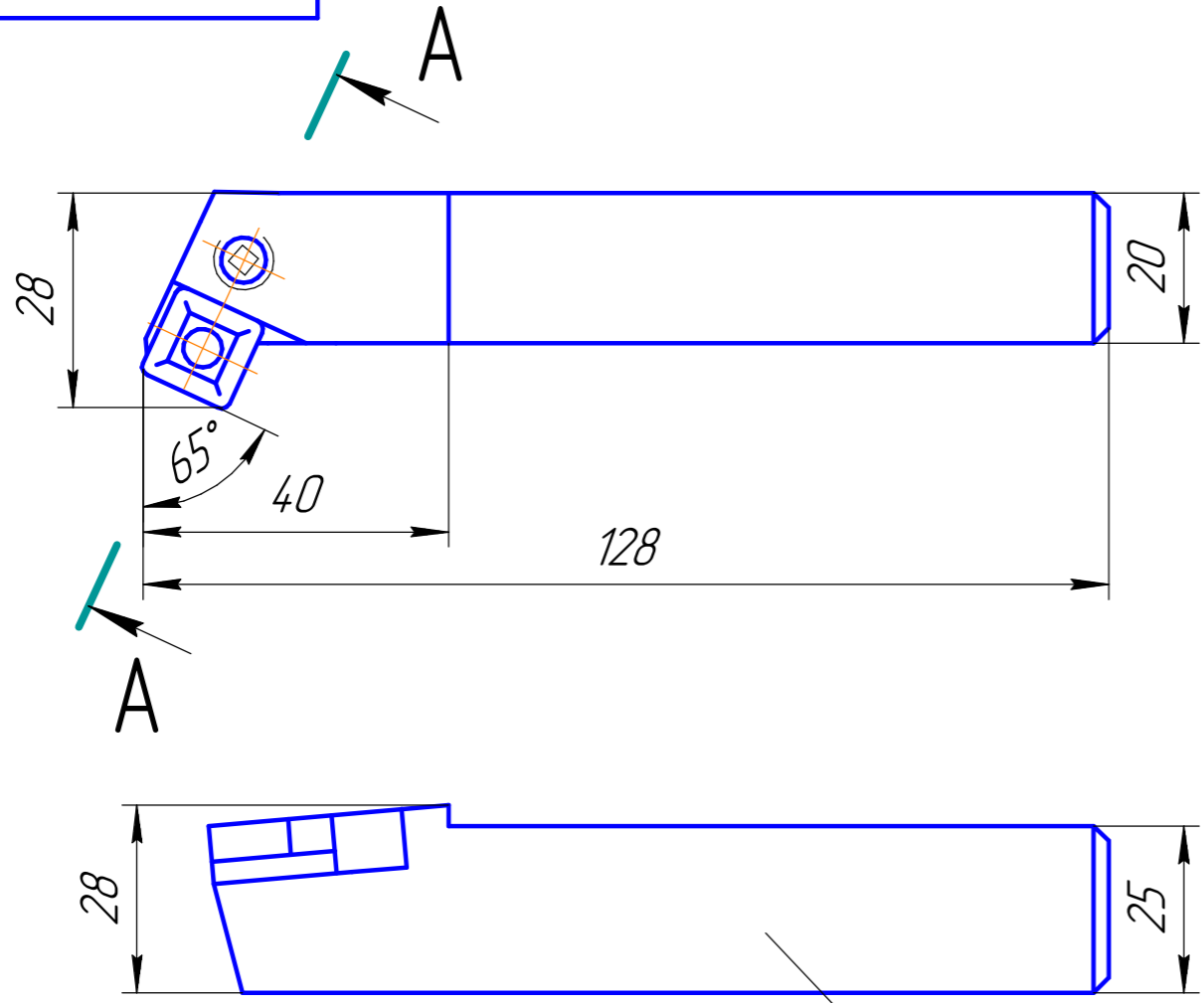
Подп. и дата

Инд. № дробл.

Взам. инв. №

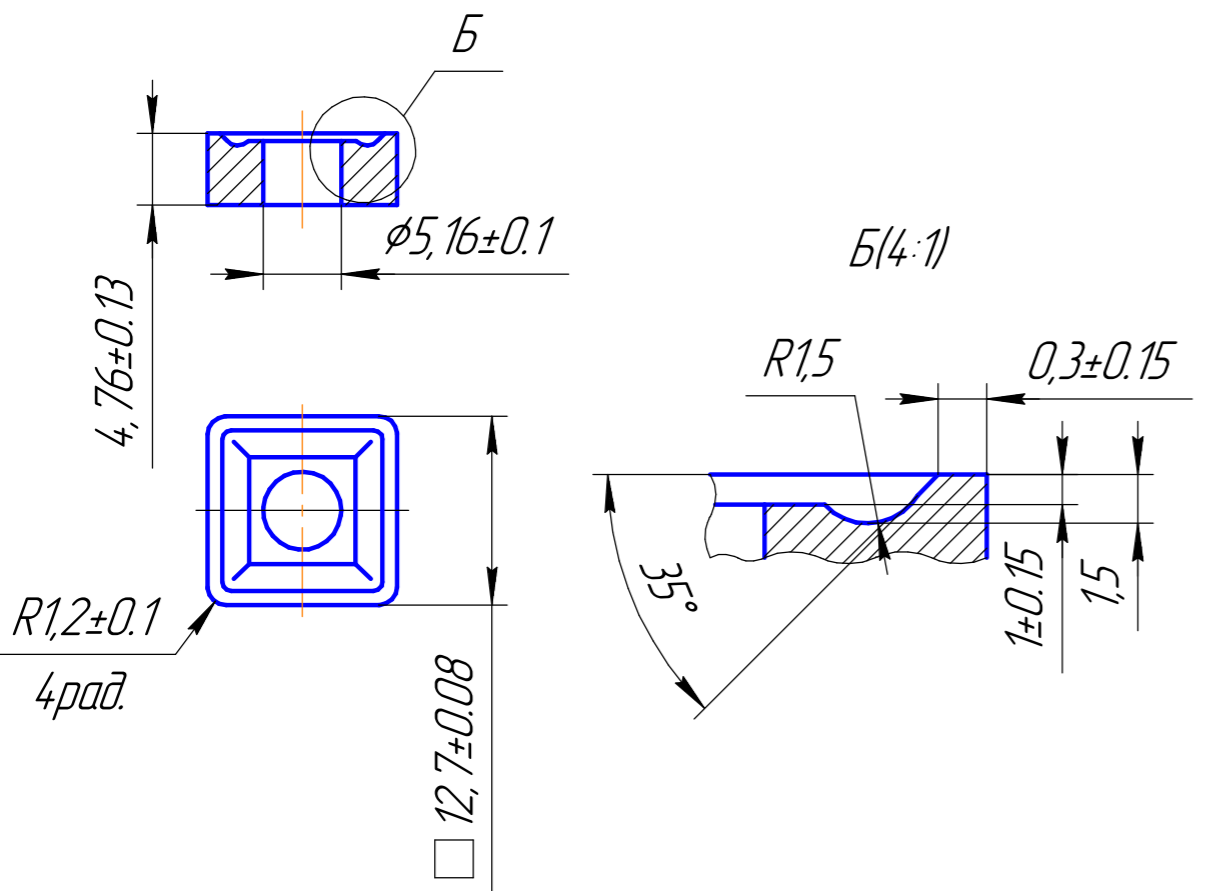
Подп. и дата

Инд. № подл.



Пластина режущая (2:1)

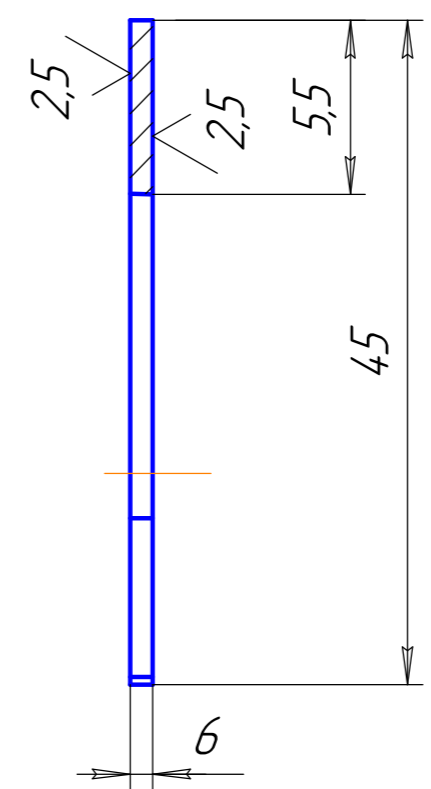
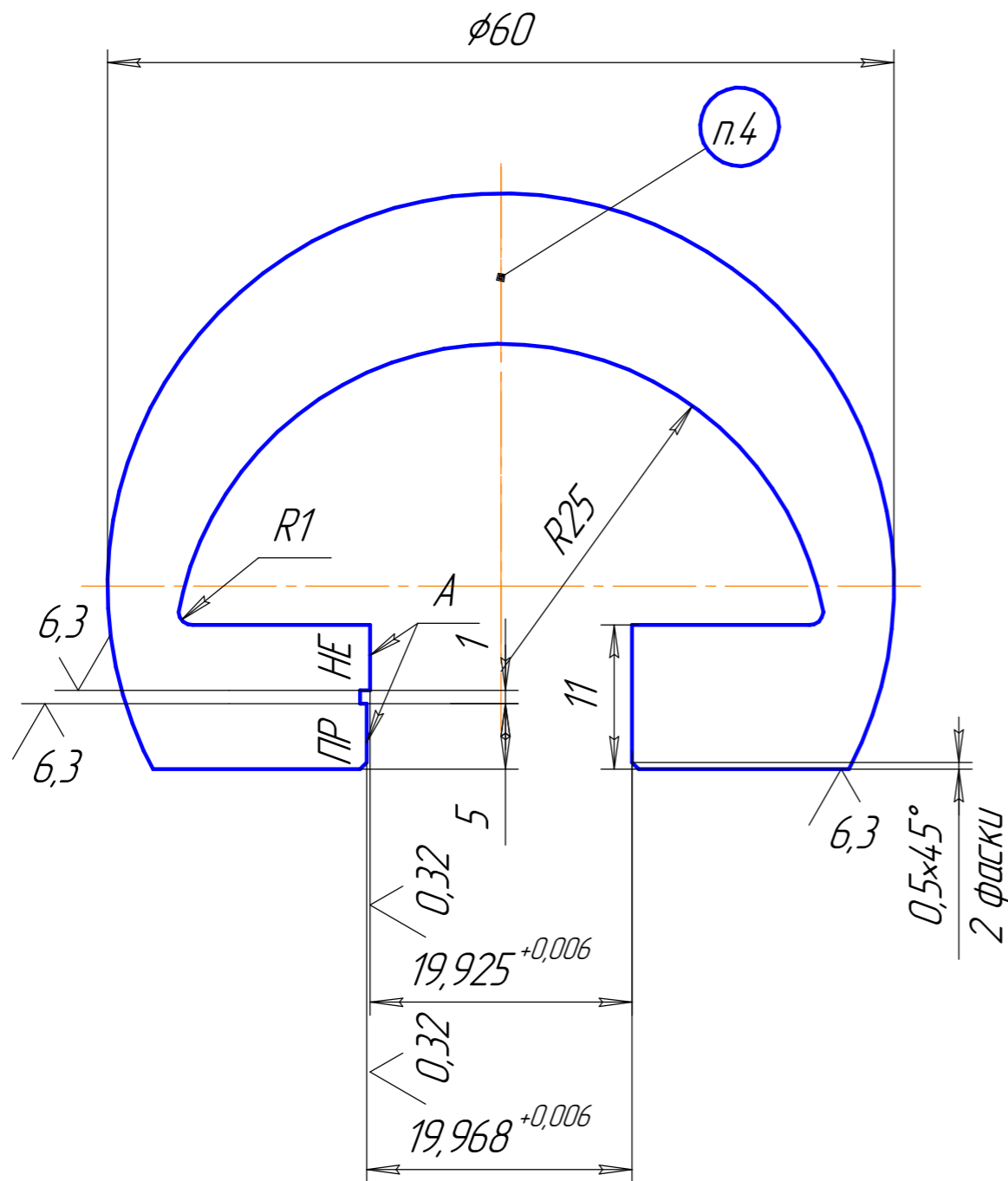
п.4



1. Матеріал: корпуса – сталь 45 ГОСТ 1050-88, ріжучої пластини – твердий сплав-КНТ16 ГОСТ 26530-85, опорної пластини – твердий сплав ВК15 ГОСТ 3882-74.
2. Позначення пластин: ріжучої SNMM-1204.12DNFN ГОСТ 19052-80, опорної OSN-1204 ГОСТ 19076-80.
3. Кріплення режучої пластини здійснюють з винтом поз. 3.
4. Маркувати: матеріал режучої пластини, позначення різця, товарний знак заводу виробника.

				БР.ПМ-035.01.03.000				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Різець проходний φ=65° (збірне креслення)	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Левицький					Н		1:1
Пров.	Онисько					Лист 1	Листов 1	
Т.контр.	Онисько							
Н.контр.	Онисько							
Утв.	Панчук							
						ПМ-19-1		



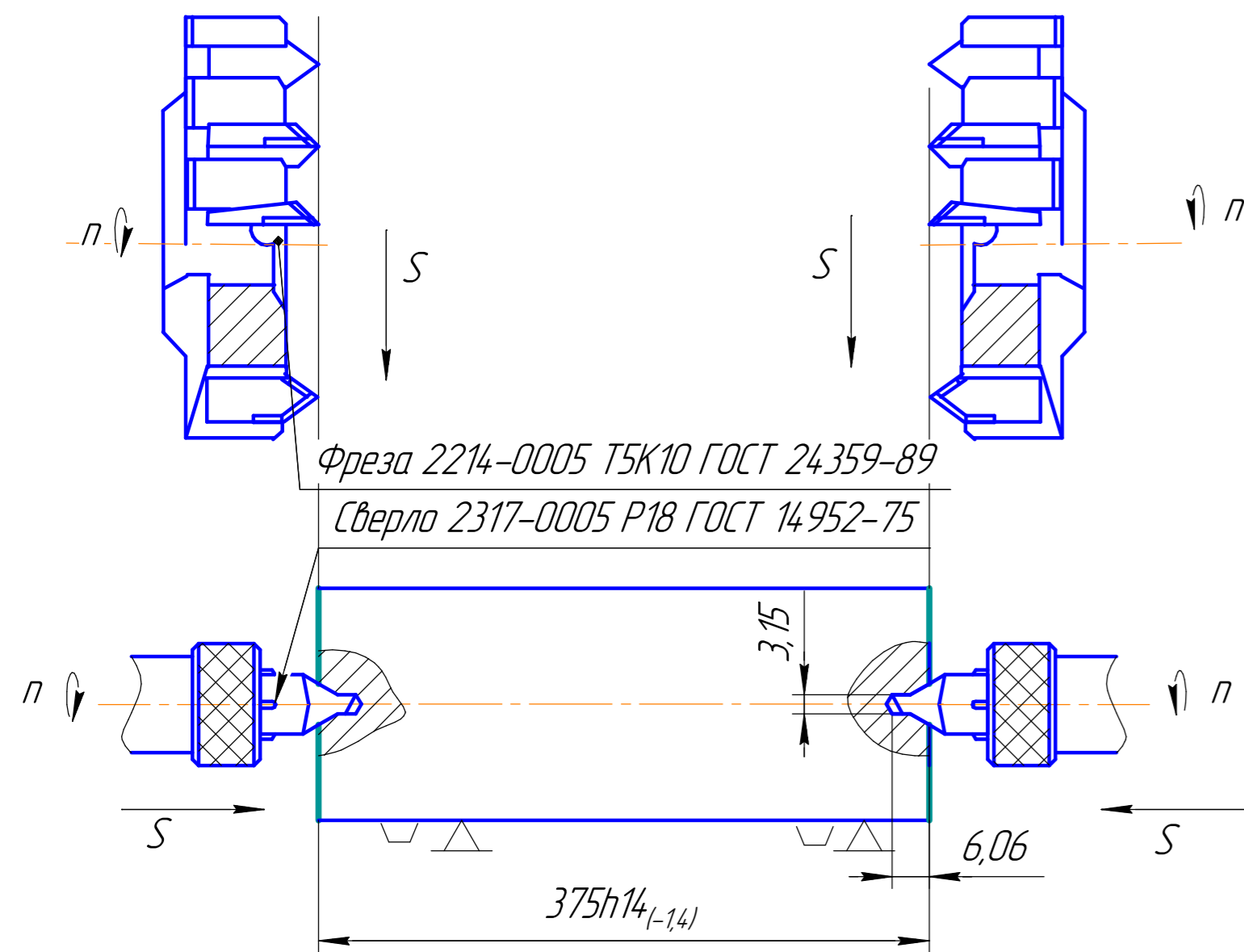


1. Поверхню А цементувати  $h \geq 0,05$  мм, 59...65 HRC<sub>3</sub>
2. +t2; -t2;  $\pm t2/2$
3. Гострі кромки притупити
4. Маркувати:  $\phi 20f9_{-0,072}^{-0,002}$

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

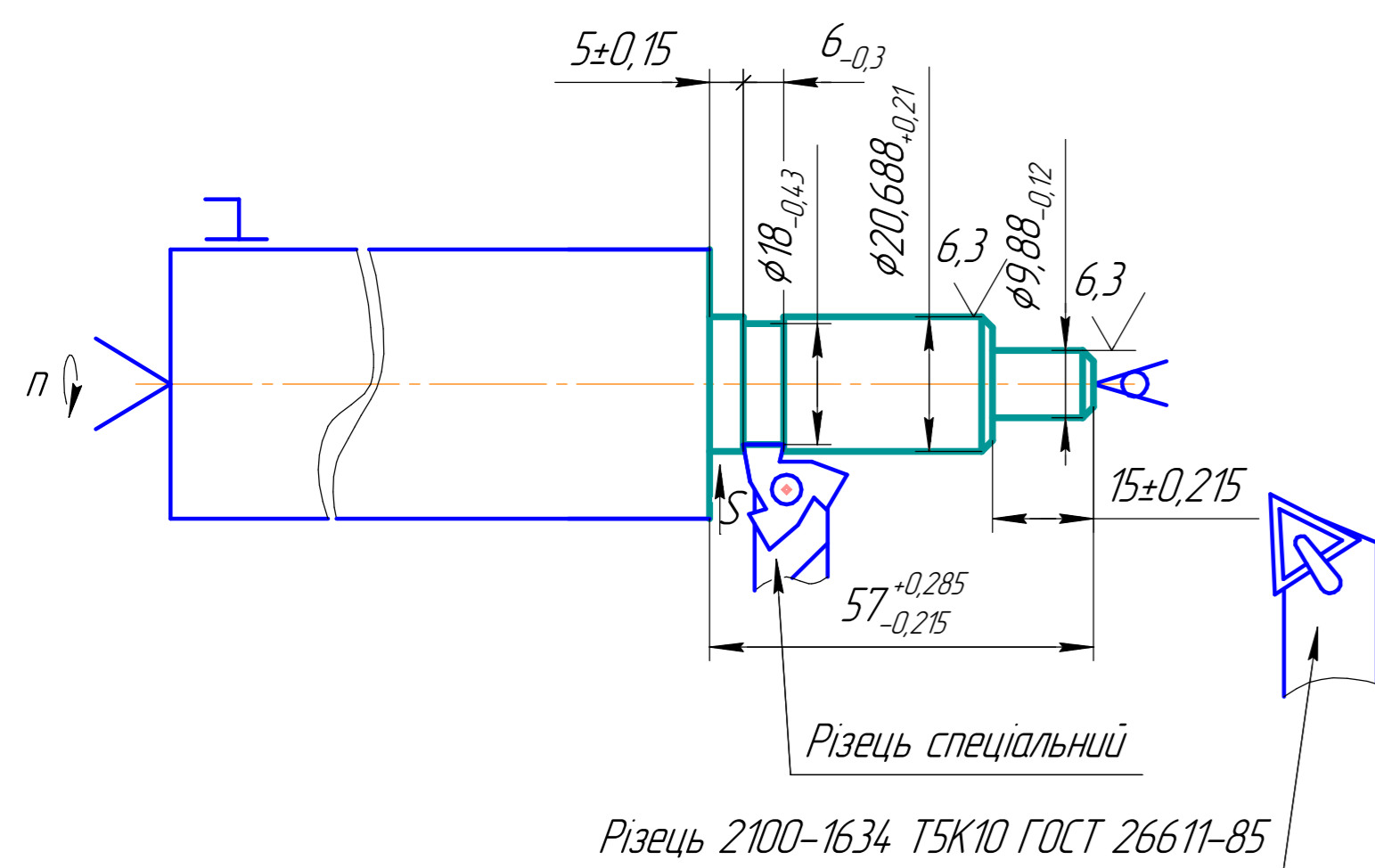
				БР.ПМ-035.01.05.000				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Калибр скода ГОСТ 24853-81	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Левицький					Н		1:1
Пров.	Онисько					Лист 1	Листов 1	
Т.контр.	Онисько							
Н.контр.	Онисько				Сталь 35 ДСТУ 7809:2015			ПМ-19-1
Утв.	Панчук							Формат А3

### 010 Фрезерно-центрувальна MP71



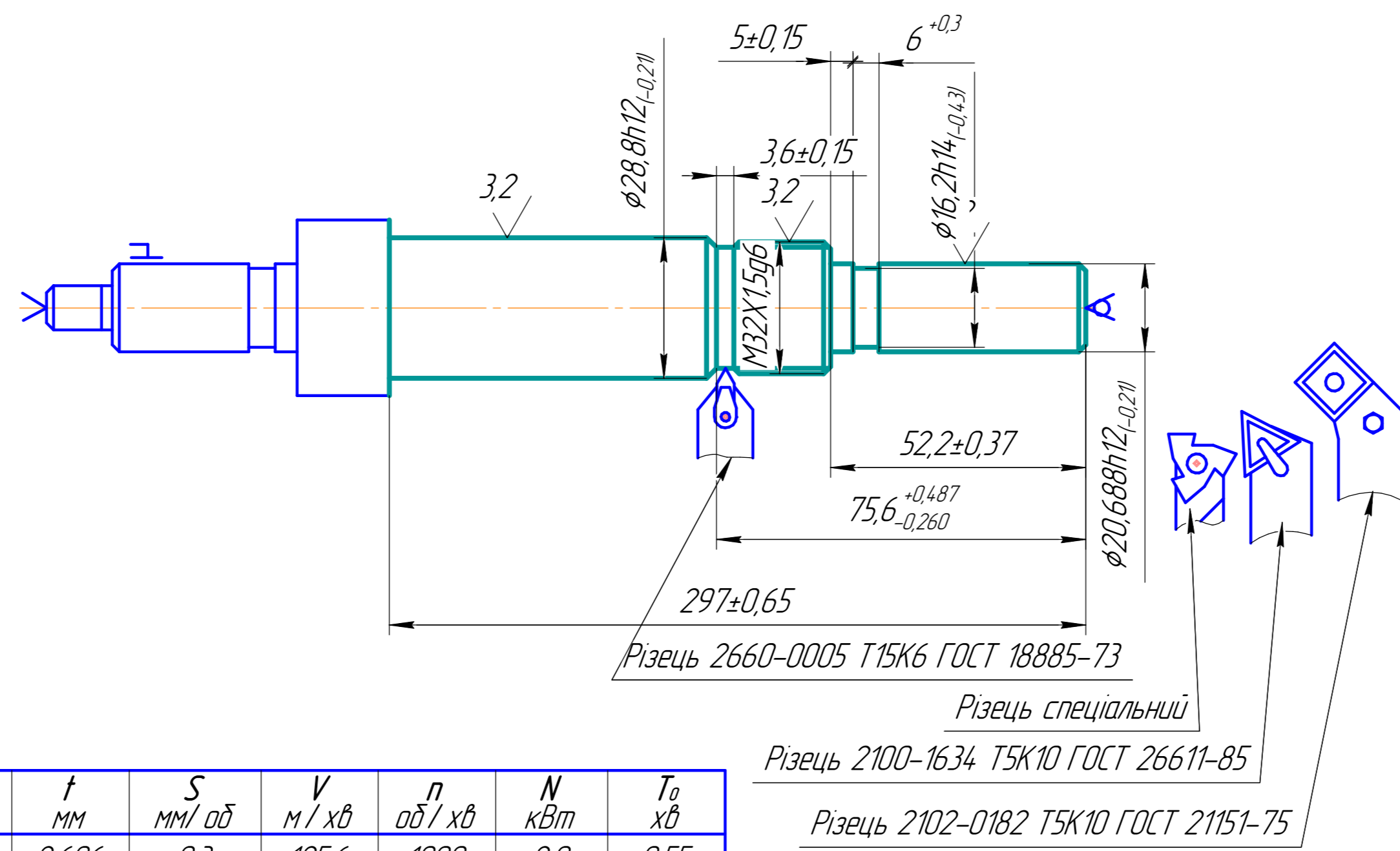
№ різ. інстр.	t мм	S мм/од	V м/хв	n од/хв	N кВт	T <sub>о</sub> хв
1	2	0.2	138	552	3.4	0.44
2	1.75	0.15	13.2	1050	0.7	0.03

### 015 Токарна з ЧПК Starchip 520



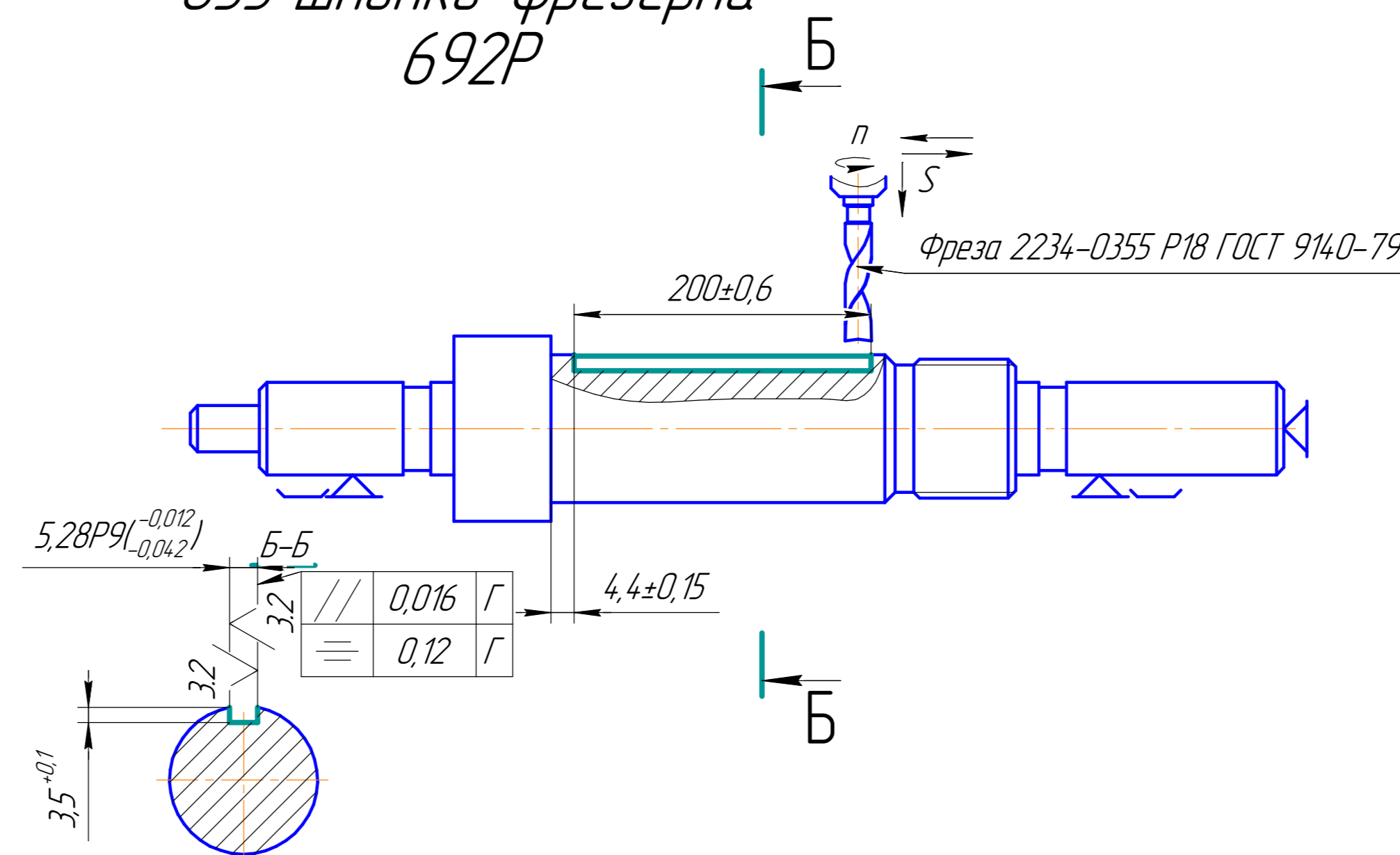
№ різ. інстр.	t мм	S мм/од	V м/хв	n од/хв	N кВт	T <sub>о</sub> хв
1	2.696	0.3	125.6	1000	2.9	0.236
1	2.655	0.3	102	1000	2.9	0.236
2	6	0.1	112.4	1250	3.4	0.236
1	1.48	0.1	79.6	1250	1.7	0.236
1	2.1	0.1	102	1000	1.7	0.236

### 020 Токарна з ЧПК Starchip 520



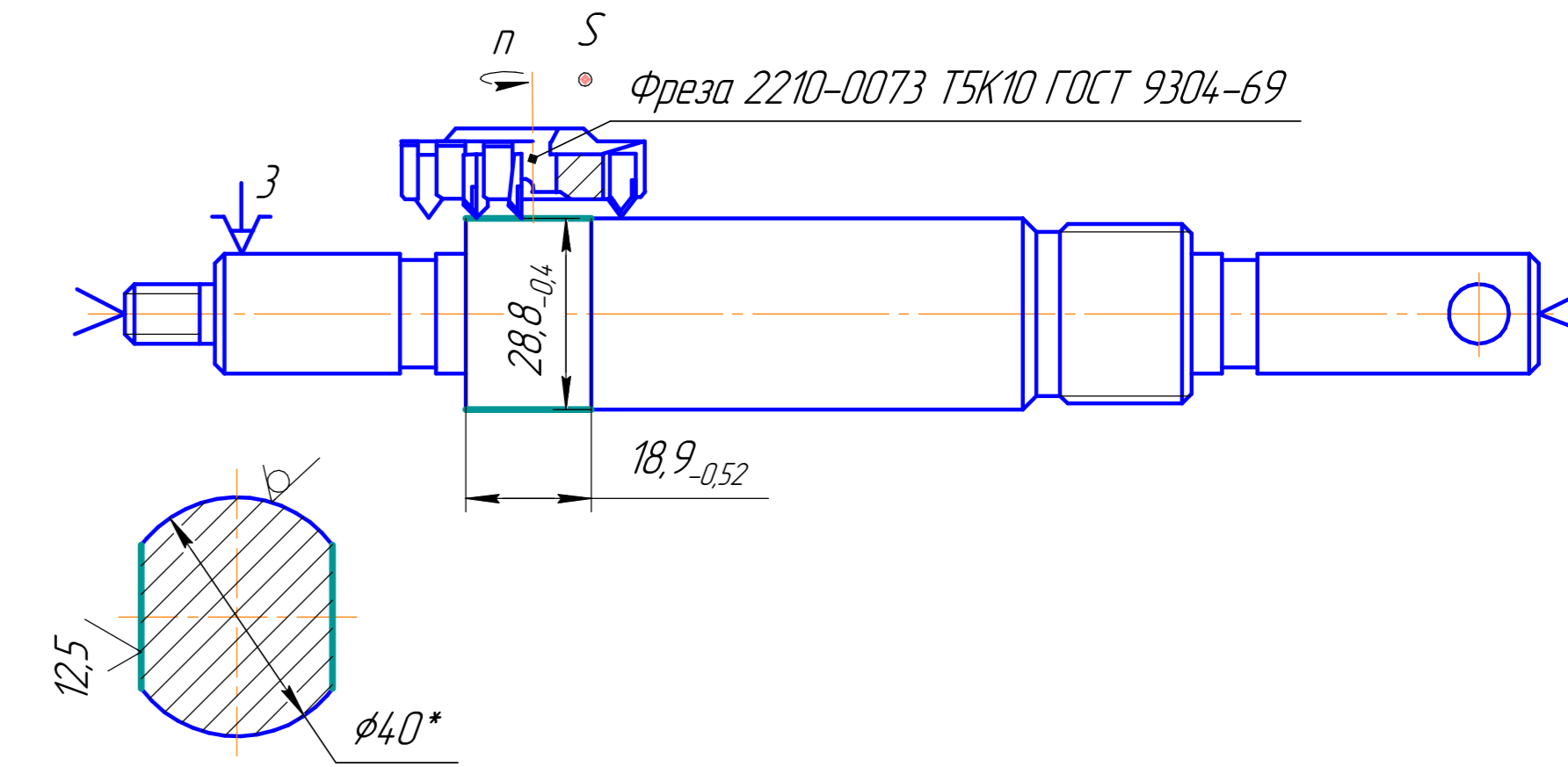
№ різ. інстр.	t мм	S мм/од	V м/хв	n од/хв	N кВт	T <sub>о</sub> хв
1	2.696	0.3	125.6	1000	2.9	0.55
1	2.67	0.3	125.6	1000	2.9	0.55
1	2.08	0.1	135.4	1000	2.4	0.55
2	4	0.1	112.4	1250	3.4	0.55
3	3.42	0.1	135.4	1000	3.4	0.55
3	1.52	0.1	79.6	1250	1.7	0.55
3	2.1	0.1	102	1000	1.7	0.55
4	0.3	1.5	80.4	800	14.7	0.57

### 035 Шпонко-фрезерна 692P



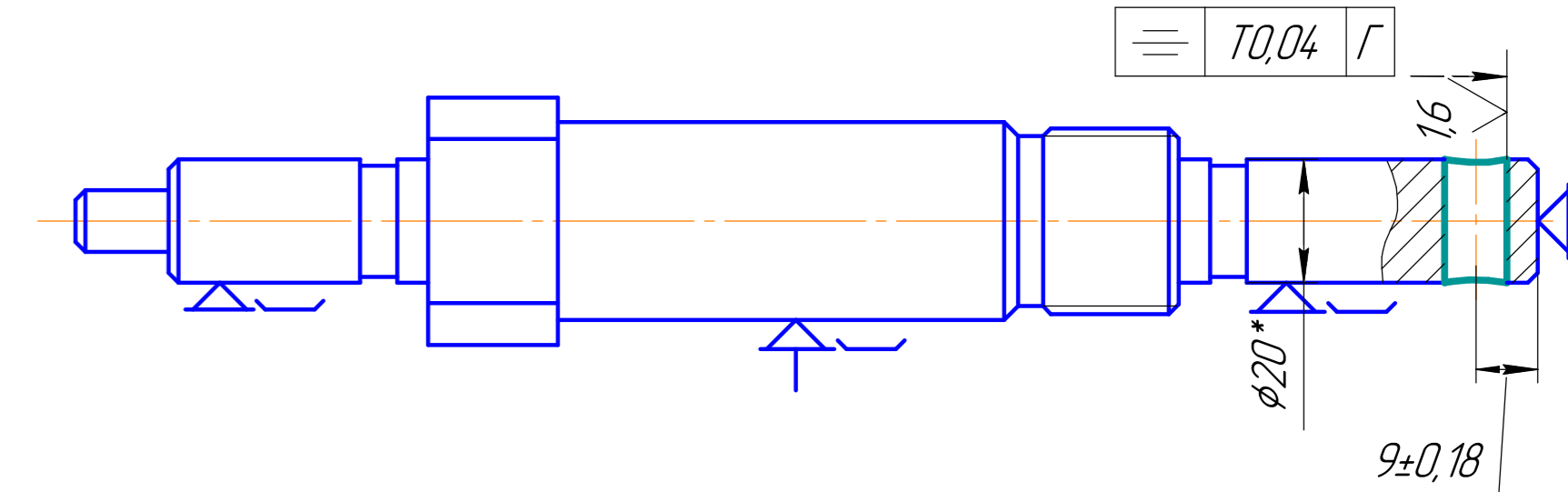
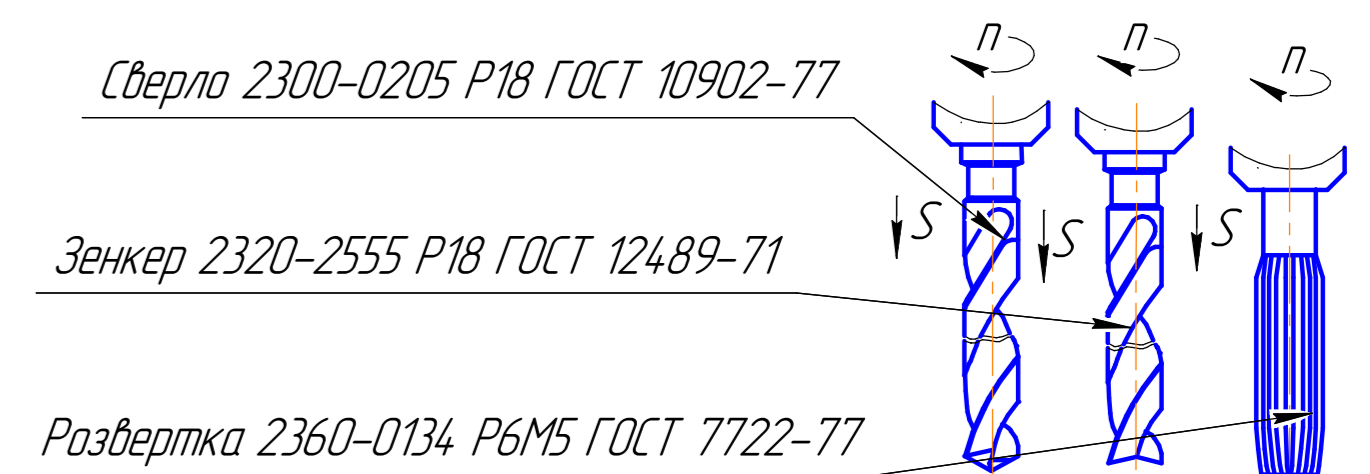
№ різ. інстр.	t мм	S мм/хв	V м/хв	n од/хв	N кВт	T <sub>о</sub> хв
1	0.5	250	30.1	1400	-	5.88

### 040 Вертикально-фрезерна 6P12



№ різ. інстр.	t мм	S мм/хв	V м/хв	n од/хв	N кВт	T <sub>о</sub> хв
1	4	400	188.8	1000	-	0.2

### 035 Вертикально-свердлильна 2H125



№ різ. інстр.	t мм	S мм/хв	V м/хв	n од/хв	N кВт	T <sub>о</sub> хв
1	4.75	0.2	24.1	800	1	0.8
2	0.175	0.56	7.8	250	-	0.7
3	0.075	0.56	7.8	250	-	0.7



