

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

Інститут інженерної механіки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Свирида Сергій Володимирович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.9  
(індекс)

**БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА**

Технологія виготовлення деталі "Втулка ПМК-71 00 003"

(назва роботи)

Прикладна механіка

(назва освітньої програми)

131- Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Врюкало В.В., доцент кафедри КМВ

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

**Допущено до захисту**

Завідувач кафедри

професор

(посада)

(підпис)

(дата)

В.Г. Панчук

(ініціали та прізвище)

Рецензент

(посада)

(підпис)

(дата)

(ініціали та прізвище)

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

м.Івано-Франківськ-2021 рік

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

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут інженерної механіки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Освітній рівень - бакалавр

Спеціальність 131-Прикладна механіка

(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри**

В.Г. Панчук

«   »                      20   року

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

Свириді Сергію Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Технологія виготовлення деталі “Втулки ПМК - 71 00 003”

керівник роботи Врюкало В.В., доцент кафедри КМВ

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “10”березня 2021 року № 42/8

2. Строк подання студентом роботи до 15.06.2021 р.

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

2. Типовий технологічний процес (базовий)

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

1. Конструкторсько-технологічний аналіз

2. Проектування технології виготовлення деталі

3. Проектування технологічної оснастки

4. Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК

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

1. Креслення деталі і заготовки

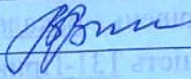

2. Карти технологічних налагоджень

3. Складальне креслення пристрою або вузла

4. Креслення технологічної оснастки

5. Автоматизована розробка керуючої програми для верстату з ЧПК

6. Консультанти розділів роботи

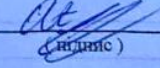
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
	Врюкало В.В., доцент кафедри КМВ		

7. Дата видачі завдання 12 березня 2021 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

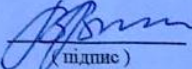
№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Конструкторсько-технологічний аналіз	26.03.2021	
2	Проектування технології виготовлення деталей	20.04.2021	
3	Проектування технологічної оснастки	20.05.2021	
4	Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК	02.06.2021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

Студент

  
(підпис)

Свирида С.В.  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

  
(підпис)

Врюкало В.В.  
(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

кваліфікаційної бакалаврської роботи: «Технологія виготовлення деталі “Втулка ПМК-71 00 003”».

Розрахунково-пояснювальна записка: 47 сторінок, 20 рисунків, 8 таблиць, 11 посилань, 6 аркушів ф. А4 додатків.

Графічна частина: 5 аркушів формату А1.

Об'єкт дослідження – технологічний процес механічної обробки.

Предмет дослідження - деталь “Втулка ПМК-671 00 003”.

Мета роботи – розробити, альтернативну заводській, технологію виготовлення втулки ПМК-71 00 003, яка дозволить зменшити витрати на її виготовлення; - розробити конструкцію спеціального верстатного пристрою для закріплення деталі на одній з механообробних операцій; - скласти керуючу програму для верстату з ЧПК.

Для досягнення поставленої задачі в роботі проведено детальний аналіз конструкції та технологічних вимог до деталі, базового способу отримання заготовки та маршруту механічної обробки. По результатах аналізу та рекомендацій технічних літературних джерел розроблено проектний маршрут механічної обробки втулки, для впровадження якого розроблено груповий 10-ти місний пристрій на горизонтально-фрезерну операцію, складено керуючу програму для обробки деталі на токарному верстаті з ЧПК. В додатках наведена уся необхідна технологічна документація.

В графічній частині накреслено робочі креслення деталі, заготовки, креслення двох різальних інструментів та оправки (призначення описано в третьому розділі ПЗ), схеми до карти налагодження, складальне креслення верстатного пристрою, керуюча програма для токарного верстату з ЧПК та схеми до неї.

Результати роботи можна буде використати в машинобудівній галузі.

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

Студент: Свирида С.В.

## SUMMARY

qualifying bachelor's thesis: "Technology of manufacturing parts PMK-71 00 003".

Calculation and explanatory note: 47 pages, 20 figures, 8 tables, 11 references, 6 sheets f. A4 applications.

Graphic part: 5 sheets of A1 format.

The object of research is the technological process of machining.

The subject of research is the part "IIMK-671 00 003 bushing".

The purpose of the work is to develop, alternative to the factory, the technology of manufacturing the IIMK-71 00 003 sleeve, which will reduce the costs of its production; - to develop a design of a special machine tool for fixing a part on one of the machining operations; - to make the control program for the machine with NSC.

To achieve this goal, a detailed analysis of the design and technological requirements for the part, the basic method of obtaining the workpiece and the route of machining. Based on the results of the analysis and recommendations of technical literature sources, a design route of machining the sleeve was developed, for the implementation of which a group 10-bed device for horizontal milling operation was developed, a control program for machining a part on a NSC lathe was developed. The appendices contain all the necessary technological documentation.

The graphic part shows working drawings of the part, workpiece, drawings of two cutting tools and mandrels (the purpose is described in the third section of the software), diagrams to the debugging map, assembly drawing of the machine tool, control program for NSC lathe and diagrams to it.

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

**Keywords:** *workpiece, part, technological process, cutting modes, cutting speed, cutting force, operation, tool, equipment, device, clamping force.*

*Student: Svirida S.V.*

# Зміст

Вступ

1 Конструкторсько-технологічний аналіз

1.1 Опис призначення та конструкції деталі

1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

2 Проектування технології виготовлення деталі

2.1 Визначення річної програми випуску деталей і кількості деталей в партії

2.2 Аналіз заводського варіанту технологічного процесу

2.4 Вибір способу отримання заготовки

2.4 Засоби технологічного оснащення

2.5 Розрахунок міжопераційних припусків

2.6 Розрахунок режимів різання

2.7 Нормування технологічної операції

2.8 Аналіз техніко-економічних показників

3 Проектування технологічної оснастки

3.1 Пристрій верстатний

3.1.1 Опис призначення, будови і роботи пристрою

3.1.2 Розрахунок потрібної сили затиску заготовки в пристрої

3.2 Інструменти

3.2.1 Опис та розрахунок токарного різця

3.2.2 Опис свердла

3.3 Призначення та опис оправки

4 Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК

Висновки

Список використаної літератури

Додатки

					<b>БР.ПМ-71.00.000 ПЗ</b>			
Зм.	Арк	Недокум	Підпис	Дата				
Розроб.	Свирида				<i>Технологічний процес механічної обробки деталі – Втулка ПМК - 71 00 003</i>	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перев.	Врюкало					н		
Реценз.						<i>ПМЗ-19-1К</i>		
Н. контр.	Врюкало							
Затв.	Панчук							

## Вступ

Метою бакалаврської роботи є вдосконалення технологічного процесу механічної обробки деталі - «втулка ПМК-71 00 003». Вдосконалення технологічного процесу повинно бути направленим на зменшення собівартості виготовлення втулки і зменшення при цьому енерговитрат, матеріаловитрат і витрат праці.

Досягнення цієї мети в сучасних умовах може будуватись тільки на застосуванні найбільш продуктивних і гнучких технологій обладнання і оснащення. Це зокрема зумовлює використання металорізальних верстатів з ЧПК, які є продуктивними і мають широкі технологічні можливості в середньо-серійному виробництві, а також використання таких методів отримання заготовки, зокрема обробкою тиском, які дають високий коефіцієнт використання матеріалу і мінімальні припуски на обробку.

Для забезпечення зменшення собівартості виготовлення втулки в роботі потрібно проаналізувавши заводську технологію обґрунтувати спосіб отримання і конструкцію заготовки, послідовність (маршрут) механічної обробки втулки, структуру, обладнання і оснащення операцій, а також розробити і обґрунтувати спеціальну оснастку для виготовлення втулки.

					БР.ПМ-71.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1 Конструкторсько-технологічний аналіз

## 1.1 Опис призначення та конструкція деталі

Деталь втулка ПМК-71 00 003 входить до складу блоку живлення та призначена для проведення крізь неї кабелю живлення, що підводиться до гнізда живлення яке вкручується в дану втулку по різьбовій поверхні М16×1-7Н. Втулка в свою чергу вкручується різьбовою поверхнею М22×1,5-8g в корпус і виступом Ø30 на відстані 19 мм (торець) впирається в нього. Лиски, що розміщені на Ø25, розмір 22, призначені для вкручування втулки (під ключ). На торці зі сторони Ø30 є чотири різьбові отвори призначені для закріплення кришки яка фіксує ущільнення що входить Ø15 в ступінчатий отвір.

Деталь виготовляється із сталі 20 ГОСТ 1050-88 механічні властивості згідно ГОСТу подані в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Механічні властивості.

Параметри	$\sigma_m$ , МПа	$\sigma_T$ , МПа	$\Psi$ , %	$\delta$ , %	НВ	$\rho$ , кг\м <sup>3</sup>	Е, МПа	G, МПа
Нормалізована	420	250	50	20	156	7859	212000	78000
Цементована	490	295	40	16	HRC 60			

*Зварюваність:* зварюється без обмежень крім матеріалів після ХТО.

*Застосування:* панелі, основи, плати, кронштейни кутники, ребра жорсткості та деталі після цементації і термообробки, що працюють на тертя, для виготовлення деталей що обробляються різанням, зваркою, холодною висадкою у вигляді поковок та штамповок.

Замінники: сталь 15, сталь25.

Таблиця 1.2 - Хімічний склад в сталі 20 ГОСТ 1050-88

C, %	Si, %	Mn, %	S, %	P, %
0,18...0,23	0,11...0,17	0,20...0,50	до 0,035	до 0,035

					БР.ПМ-71.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

Деталь втулка ПМК-71 00 003 являється технологічною по наступних признаках:

- вона має не велику масу 0,0216 кг і габарити Ø30 довжина 27 мм;
- проста форма, хоча внутрішня поверхня має складну ступінчасту форму, але оскільки перепад діаметрів не великий (6 і 2,5 мм) і вони розташовані на одній осі, то деталь вважається технологічною.

- усі поверхні, крім різьбових, виконані по 14<sup>му</sup> квалітету тобто, не потребують точної обробки;

- наявні технологічні елементи: фаски для заходу інструмента при нарізці різьби, канавка для виходу інструменту на зовнішній різьбі, передбачений недоріз при обробці внутрішньої різьби;

- можливість обробки декількох поверхонь з однієї установки;

- матеріал має високий коефіцієнт оброблюваності  $K = 1,2$ ;

- наявність поверхонь, що можуть служити базами.

- До нетехнологічних ознак відносяться:

- наявність різьбових отворів малого діаметру;

- невідповідність шорсткості та точності поверхонь (торець виступу Ø30);

- складна форма внутрішньої поверхні;

- обробка отвору потребує два установи;

- низький коефіцієнт використання матеріалу.

Отже, деталь має ряд технологічних і не технологічних ознак, але технологічних ознак значно більше тому деталь загалом можна вважати технологічною.

					БР.ПМК-71.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2 Проектування технології виготовлення деталі

### 2.1 Визначення річної програми випуску деталей і кількості деталей в партії

Згідно завдання задано середньо-серійний тип виробництва.

Режим роботи підприємства двозмінний.

Дані існуючого технологічного процесу на підприємстві заносимо в таблицю

2.1.

Таблиця 2.1 – Норми штучного часу за базовим технологічним процесом.

Назва операції	Тшт, хв	Назва операції	Тшт, хв
005 Відрізна	0,35	025 Фрезерна	2,35
010 Заточна	0,52	030 Слюсарна	1,05
015 Токарна з ЧПК	2,05	035 Настільно-свердлильна	4,3
020 Токарна	3,35		

Число операцій згідно базового технологічного процесу  $n=7$ .

Сумарний штучний час:

$$\begin{aligned}\sum T_{um} &= T_{um005} + T_{um010} + T_{um015} + T_{um020} + T_{um025} + T_{um030} + T_{um035} = \\ &0,35 + 0,52 + 2,05 + 3,35 + 2,35 + 1,05 + 4,3 = 13,97 \text{ хв.}\end{aligned}$$

Середній штучний час:

$$T_{um.cep} = \frac{\sum T_{um}}{n} = \frac{13,97}{7} = 1,99 \text{ хв.}$$

Такт випуску деталей:

$$t_g = K_3 \cdot T_{um.cep}$$

де  $K_3$  – коефіцієнт закріплення операцій (для серійного виробництва 10-20) приймаємо 15, тоді

$$t_g = 15 \cdot 1,99 = 29,85 \text{ хв.}$$

Річна програма випуску деталей

$$N = \frac{F_d \cdot 60}{t_g} = \frac{4015 \cdot 60}{29,85} = 8070 \text{ ум.}$$

де  $F_d$  – дійсний річний фонд робочого часу устаткування;  $F_d=4015$  год.

					БР.ПМ-71.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість деталей у партії:

$$n_o = \frac{N \cdot a}{F}$$

де  $a$  – періодичність запуску виробів  $a=24$  дні;

$F$  - число робочих днів в році,  $F=250$  дні.

$$\text{Отже } n_o = \frac{2152 \cdot 24}{250} = 775 \text{ шт}$$

Розрахункове число змін на обробку партії деталей:

$$C = \frac{T_{\text{ум.сер.}} \cdot n_o}{480 \cdot 0,8} = \frac{1,99 \cdot 775}{480 \cdot 0,8} = 4,01 \text{ зміни}$$

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

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

Приймаємо кількість змін  $C_{np} = 4$  зміни зміни.

Прийнята кількість деталей в партії:

$$n_{np} = \frac{C_{np} \cdot 480 \cdot 0,8}{T_{\text{ум.сер}}} = \frac{4 \cdot 480 \cdot 0,8}{1,99} = 775 \text{ шт.}$$

## 2.2 Аналіз заводського варіанту технологічного процесу

Згідно базовому технологічному процесу виготовлення деталі виконують наступні операції:

*005 Відрізна.* На даній операції виконують порізку прутка на мірні групові заготовки. Обробка проводиться на абразивно відрізному автоматі 8252.

*010 Заточна.* Зачистка заусенець, що залишились після попередньої операції. Обробка проводиться на заточному верстаті моделі ЗБ633. Заготовка утримується вручну.

*020 Токарна з ЧПК.* Дана операція пов'язана безпосередньо з зміною форми та розмірів поверхонь. Операція виконується на токарному верстаті який оснащений числовим програмним керуванням. Деталь на даному верстаті закріплюється в патроні з пневозатиском. Пруток подається автоматично. Інструмент, закріплюється в револьверній головці.

На даній операції виконують наступні переходи:

					БР.ПМ-71.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Підрізка торця.
2. Точіння зовнішньої поверхні Ø 25 на довжину 15 мм.
3. Свердління центровочного отвору.
4. Свердління центрального отвору Ø 10,3 на довжину 28 мм.
5. Розточування отвору Ø 10,5 на довжину 12 мм.
6. Розточування отвору Ø 12,5 на довжину 1,5 мм.
7. Відрізання деталі в розмір 27,5 (з припуском на підрізку торця).

*030 Токарна.* Дана операція виконується на токарному верстаті. Деталь закріплюється в трьохкулачковому самоцентруючому патроні. Інструмент закріплюється в чотирьох позиційному різцетримачі, а осьовий інструмент в пінолі задньої бабки. Переходи, що виконуються на даній операції:

1. Підрізка деталі в розмір 27 мм.
2. Обточування зовнішньої поверхні Ø 21,85 на довжину 9 мм.
3. Точіння фаски 1×45°.
4. Прорізка канавки до Ø 20 на довжину 9 мм витримуючи розмір R1,5 та кут 45°.
5. Нарізка різьби M22×1,5-8g на довжину 9 мм.
6. Розточувати отвір Ø10,3 до Ø14,95.
7. Розточувати фаску 1×45°.
8. Нарізати різьбу M16×1-7H на довжину 8 мм.

*035 Вертикально-фрезерна.* Операція виконується на вертикально-фрезерному верстаті моделі 6P10. Деталь закріплюється в спеціальному пристрої з допомогою цанги. Закріплення деталі відбувається механічно, поворотом рукоятки яка повертає гайку з конусним отвором яка в свою чергу обтискає цангу. На даній операції виконуються обробка лисок в розмір 22 за два установи.

*040 Слюсарна.* На даній операції виконується зачистка заусенець, що утворились на попередній операції. Деталь закріплюється в лещатах з призматичними вставками. Обробку проводять напилком.

*045 Настільно-свердлильна.* Операція виконується на настільно-свердлильному верстаті моделі 2M112. Заготовка закріплюється в спеціальному пристрої - кондукторі. Закріплюється деталь в даному пристрої по поверхні лиски

					БР.ПМ-71.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(розмір 22). Закріплення деталі відбувається механічно з допомогою ексцентрикового

Інструмент змінюється за рахунок швидкозмінного патрона. Після свердління чотирьох отворів кондукторна плита відводиться.

На даній операції виконуються наступні операції:

1. Свердління отворів під різьбу.
2. Обробка фасок  $0,3 \times 45^\circ$ .
3. Нарізання різьби МЗ-7Н.

Базовий технологічний процес механічної обробки корпусу забезпечує його якісну обробку, але є ряд недоліків, які можна виключити з проектного технологічного процесу.

В даному технологічному процесі невдало вибрано обладнання. Потужність більшості верстатів набагато більша ніж необхідна, це ж саме можна сказати про розміри робочої поверхні верстатів (висота центрів над станиною, для токарних верстатів і розміри стола у фрезерних) ці параметри теж надто великі для обробки даної деталі з врахуванням габаритних розмірів пристроїв що застосовують для закріплення заготовки на конкретній операції.

Для свердління отворів і подальшого нарізання різьби використовується настільно-свердлильний верстат з кондуктором, що в свою чергу приводить до збільшення основного і допоміжного часу; великої затрати часу на зміну інструменту (свердло, зенковка, мітчик) та відсутність механічної подачі призводить до трудомісткості виконання операції.

На операції 030 (токарно-гвинторізній) обробляється ряд поверхонь торець, зовнішній діаметр, канавка, фаска, розточування отвору, нарізання різьби, всі ці переходи можливо виконати на більш продуктивних верстатах: з числовим програмним керуванням, токарно-револьверному верстаті, що є більш ефективно при середньо-серійному виробництві.

Також при даному типі виробництва можливе використання комбінованого інструменту так наприклад ступінчастий отвір можна обробляти комбінованим свердлом-зенкером, після чого немає необхідності проводити розточування отвору, (розточування є дещо важчим тому що інструмент працює в важких

					БР.ПМ-71.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

умовах, а його розміри в даному випадку невеликі) і поверхня отримується за один прохід. Але після цього виникає необхідність зняття конічної поверхні що залишиться від різальної кромки такого свердла.

При фрезеруванні лисок в базовому технологічному процесі обробка проводиться кінцевою фрезою. При цьому є необхідність поворотного пристрою. При обробці набором фрез такої необхідності немає.

Отже базовий технологічний процес складається з операцій, які виконуються на морально і фізично застарілому обладнанні. Верстати і пристрої слід вибирати насамперед з урахуванням конфігурації, габаритів і вимог до точності деталі, принципу концентрації операцій та вимоги якнайповнішого використання можливостей обладнання за точністю, продуктивністю, ступенем гнучкості, кількістю інструментів. При переході від базової технології, яка використовує універсальні засоби технологічного оснащення, перспективним напрямком вирішення комплексу задач щодо вибору технологічних баз, схем установки методів обробки та їх послідовності, типу обладнання і структури операцій є використання засобів з ЧПК та принципу концентрації операцій за рахунок зменшення кількості установок і операцій. Тому зміни щодо вдосконалення базового технологічного процесу слід проводити з врахуванням цих вимог.

Для зручності складаємо таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 - Проектний варіант технологічного процесу обробки деталі "Втулка ПМК 71 00 003"

№ оп.	Назва і зміст операції	Тип і модель верстата	Характеристика пристрою
1	2	3	4
005	<b>Відрізна.</b> Порізати прутки в розмір	-	-
010	<b>Токарно-револьверна</b> А. Подати пурок до упору 1. Підрізати торець 2. Точити зовнішню поверхню Ø30 на довжину 30 мм 3. Точити зовнішню поверхню Ø25 на довжину 15 мм. 4. Свердлимо отвір Ø10,3 на довжину 30мм. 5. Розсвердлимо отвір Ø10,3 на довжину 12 мм до Ø12,5 мм. 6. Зенкувати уступ Ø15 на довжину 1,5 мм. 7. Відрізати деталь в розмір 28 мм.	Токарно-револьверна мод. 1Г340	Цанговий патрон

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМК-71.00.000 ПЗ				

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4
015	<b>Токарна з ЧПК</b> А. Встановити та закріпити деталь. 1. Підрізати торець в розмір 27 мм. 2. Точити зовнішню поверхню Ø21,8 на довжину 9 мм (під різьбу). 3. Розточити отвір Ø15 на довжину 12,5 (під різьбу). 4. Точити канавку діаметром Ø20 шириною 2 мм витримавши кут 45°. 5. Точити фаску 1x45°. 6. Розточити фаску 1x45°. 7. Нарізати зовнішню різьбу М22x1,5. 8. Нарізати внутрішню різьбу М16x1 на довжину 8 мм..	Токарний з ЧПК 16Б02Т1	Цанговий патрон
020	<b>Горизонтально - фрезерна.</b> А. Встановити деталі. 1. Фрезерувати лиски 17 набором дискових фрез Б. Зняти деталі.	Горизонтально-фрезерний 6Т804Г	Спеціальний пристрій
025	<b>Настільно-свердлильна.</b> А. Встановити деталь 1) Свердлити 4 отвори під різьбу. 2) Зенкувати фаски. 0,3x45° в чотирьох отворах. 3) Нарізати різьбу М3-7Н в чотирьох, отворах Б. Зняти деталь	Настільно-свердлильний 2М112	І Спеціальний пристрій
030	<b>Настільно-свердлильна.</b> А. Встановити деталь Нарізати різьбу М3-7Н в чотирьох, отворах Б. Зняти деталь	Настільно-свердлильний 2М112	Спеціальний пристрій
035	<b>Контрольна</b>	-	

**2.3 Вибір способу отримання заготовки.**

**Розрахунок маси заготовки і визначення коефіцієнта використання матеріалу**

Заготовкою в базовому технологічному процесі є круглий прокат.

Дана заготовка є оптимальною для даної деталі оскільки використання інших видів заготовок (штампова, поковка, лиття та ін.) є недоцільне через невеликі розміри деталі. І невеликі перепади діаметрів (1...2 мм).

При зміні обладнання є необхідності у використанні каліброваного прокату, що дещо зменшує припуски в порівнянні із базовим технологічним процесом де використовується звичайний прокат.

Розрахунок КВМ

					БР.ПМ-71.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для базової заготовки:

- об'єм і маса,  $\text{дм}^3$  :

$$V = \frac{\pi \cdot d_b^2 \cdot L}{4 \cdot 10^6}$$

де  $L$  - довжина прутка, мм;

$d$  - діаметр прутка в базовій заготовці (прутку), мм.

Отже: 
$$V = \frac{3,14 \cdot 35^2 \cdot 600}{4 \cdot 10^6} = 0,81 \text{ дм}^3$$

Тоді маса заготовки рівна

$$G_{\text{заг.пр}} = V \cdot \rho = 0,81 \cdot 7,82 = 6,3 \text{ кг}$$

Оскільки з одного прутка можна виготовити 10 деталей (враховуючи припуск на підрізку торців та відрізання) коефіцієнт використання матеріалу буде рівний:

$$K_{\text{VM}} = \frac{10 \cdot G_{\text{дет}}}{G_{\text{заг.пр}}}$$

де  $G_{\text{дет}}$  - маса деталі, кг;

отже 
$$K_{\text{VM баз}} = \frac{10 \cdot 0,067}{6,3} = 0,106$$

Для проектної заготовки розраховуємо за таким самим принципом підставляючи свої розміри.

Об'єм заготовки,  $\text{дм}^3$  : 
$$V = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot L}{4 \cdot 10^6} = \frac{3,14 \cdot 32^2 \cdot 600}{4 \cdot 10^6} = 0,718$$

Маса заготовки  $G_{\text{заг.пр}} = 7,81 \cdot 0,718 = 5,6 \text{ кг}$

Коефіцієнт використання металу  $K_{\text{VM пр}} = \frac{10 \cdot 0,067}{5,6} = 0,12$

Відносна економія матеріалу:

$$E_M = (K_{\text{VM баз}}^{-1} \cdot K_{\text{VM пр}}^{-1}) K_{\text{VM баз}} \cdot K_{\text{VM пр}} = 18,89\%$$

Річна економія матеріалу

$$E_M = m_d \cdot N \cdot (K_{\text{VM баз}} - K_{\text{VM пр}}) = 0,067 \cdot 8070 \cdot (0,106 - 0,12) = 0,81 \cdot 10^3 \text{ кг.}$$

					БР.ПМ-71.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.4 Засоби технологічного оснащення.

### 2.4.1 Токарно-револьверна

Для установки і закріплення заготовки на даному верстаті [2, с.74, т.5] застосовують цанговий патрон для токарно-револьверних автоматів 6100-0010А ГОСТ 2876-80 діаметром 35 мм [3, с. 183, т. 2].

Деталь подається до упору і кріпиться за поверхню прутка, проводиться токарна обробка поверхонь, відрізка деталі.

Підрізка торця і відрізання проводиться з поперечного супорту всі інші інструменти кріпляться в шести позиційній револьверній головці.

### 2.4.2 Токарна з ЧПК.

Для установки і закріплення деталі на даній операції використовується спеціальний цанговий патрон з ручним затиском.

Деталь закріплюється за Ø25 впираючись в торець. Інструмент кріпиться в інструментальній головці.

### 2.4.3 Горизонтально-фрезерна операція.

На даній операції доцільно застосувати груповий пристрій для кріплення одночасно декількох деталей. Деталі встановлюються на торець 2 і закріплюються з допомогою призм за Ø 30.

Набір фрез кріпиться на оправці 6225-0134 ГОСТ 15067-80 с. 359 Т.53 [3].

### 2.4.4 Настільно-свердлильна

Для установки та закріплення деталі на даних операціях (025 та 030) використовується спеціальний пристрій - кондуктор. При свердлінні кондукторна плита із кондукторними втулками використовується для напрямлення свердла та забезпечення необхідного розміру. Після свердління кондукторна плита повертається і здійснюється зенкування фасок (операція 025).

					БР.ПМ-71.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.3 - Опис різальних інструментів

Поверхня, операція, переходи, Методи обробки, Розміри D, L, мм	Зовнішня 4, 5 010 (2)/010 (3) Точіння Ø 30×30/025×15	010(7) Відрізання Ø 30×15	Торець 6 010(1) Підрізання Ø 25×12,5
1	2	3	4
Матеріал деталі	Сталь 20 ГОСТ 1050-88		
Тип і назва інструмента (позначення, стандарт)	Різець автоматний прохідний упорний / -//- -//- відігнутий ГОСТ 18880-73 (ГОСТ 17680-73)	Різець автоматний відрізний ГОСТ 18884-88	Різець автоматний підрізний ГОСТ 18879-73
Різальний матеріал чорновий/чистовий	Твердий сплав Т5К6/Т15К10	Твердий сплав Т5К10	Твердий сплав ВК8
Розміри габаритні та робочої приєднувальної частини	$h \times b = 16 \times 10$ $L = 100; m = 4; a = 10.$	$h \times b = 16 \times 10$ $L = 100; v = 3.$	$h \times b = 25 \times 20$ $L = 140; m = 11$ $a = 20$
Геометрія різальної частини	$\varphi = 90^\circ; \varphi_1 < 10^\circ;$ $(\varphi = 45^\circ; \varphi = 45^\circ);$ $\varepsilon = 80^\circ; (\varepsilon = 90^\circ)$ $\gamma = 10^\circ; \alpha = 8^\circ$	$\varphi = 90^\circ;$ $\varphi_1 = 10^\circ; \varphi_2 = 10^\circ;$ $\gamma = 10^\circ; \alpha = 5^\circ$	$\varphi = 100^\circ; \varphi_1 = 10^\circ;$ $\varepsilon = 90^\circ; \gamma = 10^\circ; \alpha = 8^\circ$
Довідник	[2], с.121, табл. 8	[2] стор.122, табл.12	[2], с.121, табл. 8
Поверхня Операція Метод обробки Розміри D обробки, мм. L	Отвір 9 010(4) Свердління Ø10,3 39	Отвір 8 010(5) Свердління Ø12,5 12	Отвір 010 (6) Зенкування Ø15 1,5
Матеріал	Сталь 20 ГОСТ 1050-88		
Тип і назва інструмента, (позначення, стандарт)	Свердло спіральне Ø 10 ГОСТ 10903-77	Свердло спіральне Ø12,5 ГОСТ 4010-77	Зенковка Ø15 ГОСТ 21584-77
Матеріал різальної частини	Швидкорізальна сталь		
	P6M5	P6M5	P6M5
Розміри габаритні та робочої приєднувальної частини	$D=10, L=168; l=87;$ іконус Морзе 1	$d=12,5; L=102; l=51$ конус Морзе 1	$d=15; L=30; l=6$ конус Морзе 1
Геометрія різальної частини	$2\varphi = 118^\circ; \gamma = 20^\circ;$ $\alpha = 12^\circ$	$2\varphi = 180^\circ; \gamma = 20^\circ; \alpha = 12^\circ$	$2\varphi = 180^\circ; \gamma = 20^\circ; \alpha = 12^\circ$
Довідник	[3], с.276, табл. 31	[3], с.273, табл. 28	[3], с.273, табл. 28
Поверхня Операція Метод обробки Розміри D обробки, мм. L	Горець 19 015(1) Точіння Ø22 6	Зовнішня 1/Фаска 10 015 (2,4) Точіння Ø21,8 12	Отвір 12 / Фаска 11 015(3,5) Розточування Ø15 1,5
Матеріал	Сталь 20 ГОСТ 1050-88		
Тип і назва інструмента, (позначення, стандарт)	Різець підрізний 2112-0031 ГОСТ 2379-77	Різець прохідний упорний 2103-0017 ГОСТ 18879-73	Різець розточний 2141-0201 ГОСТ 18883-73

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-71.00.000 ПЗ				

## Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4
Матеріал різальної частини	Твердий сплав		
	T15K6	T15K6	T15K6
Розміри габаритні та робочої приєднувальної частини	L=100; m=4; h × b = 16 × 10	L=110; m = 4; R=0,4 h × b = 16 × 10	d=8; L=100; m=3,5; l=20; D <sub>min</sub> =14 h × b = 16 × 10
Геометрія різальної частини	φ =15°; γ =8°; α=10°	φ =90° ; γ =10; α =12°	φ =95°; φ <sub>1</sub> =15°; γ =8°; α=12°
Довідник	[3], с.248, табл. 6	[3], с.247, табл. 5	[3], с.251, табл. 9
Поверхня Операція Метод обробки Розміри D або B обробки, мм L	Різьба зовнішня 1 015 (4) Точіння M22 × 1,5 8	Різьба внутрішня 12 015(5) Точіння M 16 × 1 9	Лиски 17,18 020 (1) Фрезерування 22 13
Матеріал	Сталь 20 ГОСТ 1050-88		
Тип і назва інструмента, (позначення, стандарт)	Плашка 2650-2149 ГОСТ 9740-77	Мітчик 2650-2149 ГОСТ 3266-71	Фреза 2240-0397 / 2240-0398 ГОСТ 3755-78
Матеріал різальної частини	Швидкорізальна сталь		
	P18	P6M5	P6M5
Розміри габаритні та робочої і приєднувальної частини	L=9; D=45; l= 5;	L=48; l=16; R= 4,5	d=27; d <sub>1</sub> =41; z=18; B=8; D=80
Геометрія різальної частини	2φ =90°; γ =5°; α=4°	2φ=30°; γ =3°; α =4°	φ =90°; γ =15°; α =20°
Довідник	[3], с.311,табл. 57	[2], с.222, табл. 135	[3], с.280, табл. 35
Поверхня Операція Метод обробки Розміри D або B обробки, мм L	Отвори 25 ...29 025(1) Свердління Ø 2,6 9	Фаски 20... 24 025 (2) Свердління 0,3 × 45° 0,3	Різьба внутр. 13...16 030 Нарізання M3-7H 6
Матеріал	Сталь 20 ГОСТ 1050-88		
Тип і назва інструмента, (позначення, стандарт)	Свердло Ø 2,5 2300-0008 ГОСТ 4010-77	Свердло Ø 5 2300-0015 ГОСТ 4010-77	Мітчик 2650-2149 ГОСТ 3266-71
Матеріал різальної частини	Швидкорізальна сталь		
	P18	P6M5	P6M5
Розміри габаритні та робочої і приєднувальної частини	L=46; l=16; d=2,5;	L=55; l=22; d=5;	L=18; l=6; R= 0,5
Геометрія різальної частини	2 φ =118°; γ =5°; α =4°	2φ =90°; γ =3°; α =4°	φ =60°; γ =5°; α =4°
Довідник	[3], с.144, табл. 41	[2], с.222, табл. 135	[3], с.280, табл. 35

					БР.ПМ-71.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.4 - Опис металорізальних верстатів

Операція	Токарно-револьверна
1	2
Тип і модель верстата	Токарно-револьверний 1Г340
Найбільший діаметр оброблюваного прутка	40
Найбільша довжина подачі прутка	100
Найбільший діаметр виробу, встановленого над станиною	400
Відстань від торця шпинделя до передньої грані револьверної головки	350
Частота обертання шпинделя, об/хв	45-2000
Повздовжня подача револьверного супорта мм/об	0,035-1,6
Поперечна подача супорта	0,02-0,8
Потужність головного приводу, кВт	6,2
Довідник	[2], с.13 таблиця 7
Операція	Токарна з ЧПК: 015
Тип і модель верстата	Токарний з ЧПК 16Б02Ф3
Діаметр заготовки (max), мм	над станиною: 125, над супортом: 220
Довжина заготовки (max), мм	250
Отвір (конус) шпинделя, мм	Ø8 (Морзе 3)
Частот обертання	6
Частоти обертання, хв <sup>-1</sup> .	60... 1250
Число ступенів подач	(без ступеневе регулювання)
Діапазон подач, мм/хв.	повздовжня 3...120 поперечна 1,5...600
Січення різця (max), мм	16 × 10
Потужність приводу N, кВт	5,0
Довідник	[2], с. 13... 14, таблиця 7
Операція	Настільно-свердлильна (025, 030)
Тип і модель верстата	Настільно-свердлильний 2М112
Діаметр свердління (max), мм	Ø10
Розміри стола L × B, мм	150 × 150 45...200
Конус в шпинделі	Морзе 2
Висота шпинделя над столом	160
Довжина (хід) обробки	80
Число частот обертання шпинделя	5
Частоти обертання, хв. <sup>-1</sup>	45...200
Число ступеней подач	-
Діапазон подач, мм/хв.	-
Потужність N <sub>8</sub> , кВт	0,7
Довідник	[2], с.13...14, таблиця 7
Операція	Горизонтально-фрезерна
Тип і модель верстата	Горизонтально - фрезерний 6Г804Г
Діаметр свердління (шах), мм	Ø 10
Розміри стола L×B, мм	800×200

					БР.ПМ-71.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Продовження таблиці 2.4

1	2
Найбільше переміщення стола, мм:	
- повздовжній напрям	400
- поперечний напрям	160
- вертикальний напрям	320
Конус шпинделя	7:24 АТ5 ГОСТ 15945-82
Відстань від осі горизонтального шпинделя до робочої поверхні стола, мм:	160
	80
	5
- найбільше	350
- найменше	50
Частоти обертання шпинделя, хв. <sup>-1</sup>	63...2800
Подача стола, мм/хв:	
- повздовжня	11,2-500
- поперечна	-//-/-
- вертикальна	5,6-250
Потужність ел. двигуна головного руху Nв, кВт	2,2
Довідник	[2], с. 56...57, таблиця 15
Тип і модель верстата	Абразивно відрізний автомат
Розміри абразивного круга D × b, мм	Ø300 × 3
Розміри стола L × B, мм	800 × 200
Найбільші розміри оброблюваного прутка, мм	35
Довжина заготовки	30-600
Частоти обертання шпинделя, хв. <sup>1</sup>	3050 та 5100
Подача абразивного круга, мм/хв:	60-1460
Потужність ел. двигуна головного руху Nв, кВт	4
Довідник	[2], с. 64...65, таблиця 48

					БР.ПМ-71.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.5 Розрахунок міжопераційних припусків

Розраховуємо припуски на зовнішню поверхню 4 Ø30h14

Мінімальний припуск призначаємо на максимальний діаметр. На решта поверхонь призначаємо напуски що знімаються за один, або декілька робочих ходів.

Найменший розмір прокату знаходимо по формулі:

$$D_{min_{заг}} = d_{min} + 2Z_{min},$$

де  $d_{min}$  - найменший граничний розмір згідно креслення, мм;

$2Z_{min}$  - розрахунковий мінімальний припуск .

$$2Z_{min} = 2 \left[ (R_z + h) + \sqrt{\varepsilon^2 + \Delta^2} \right]$$

де:  $R_z$  - висота нерівностей профілю прокату;

$h$  - глибина дефектного шару,

$\Delta$  - сумарне відхилення розміщення поверхні, перпендикулярності, співвісності,

$\varepsilon$  - похибка установки в цанговому патроні, мкм

$$R_z = 125 \text{ мкм}, \quad h = 150 \text{ мкм} \quad [7, \text{ с.180, т.1}],$$

$$\varepsilon = 50 \text{ мкм}, \quad [7, \text{ с. 42, т. 13}],$$

$$\Delta = 0$$

$$\text{Тоді: } 2Z_{min} = 2[(125 + 150) + 90] = 365 \text{ мкм} = 0,365 \text{ мм}$$

$$\text{отже } D_{min_{заг}} = 29,48 + 0,365 = 29,845 \text{ мм.}$$

Округляємо розмір до найближчого по сортаменту прутка з  $D_{min} \leq 29,845$  і приймаємо пруток Ø31h12 для якого  $D_{min} = 30,75$  мм.

$$D_{max_{заг}} = d_{min_{заг}} + T_{d_{заг}} = 29,88 + 0,21 = 30,09 \text{ мм.}$$

Розраховуємо дійсні припуски на поверхню Ø30 h14 та на решта поверхонь.

					БР.ПМ-71.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.5 - Міжопераційні припуски і розміри обробки, мм

№	Переходи обробки	Кваліте т IT	Допуск Т, мм.	Розміри, мм		Припуски, мм		Операційний розмір
				Min	Max	Min	Max	
Поверхня 4 Ø30 h14								
1	Заготовка	12	0,25	30,75	31	-	-	31 <sup>+0,025</sup>
2	Точіння	14	0,13	29,87	30	0,88	1	30 <sup>+0,13</sup>
Поверхня 6 27Js14 (±0,26)								
1	Заготовка	16	0,65	26,96	27,61	-	-	27,4±0,32
2	Підрізання торця	14	0,26	26,87	27,13	0,092	0,772	27±0,13
Поверхня 9 27Js14 (±0,26)								
1	Заготовка	16	0,65	31,09	29,43	-	-	31,41±0,32
2	Відрізання	15	0,42	27,96	28,38	3,130	4,2	28,17±0,21
3	Підрізання торця	14	0,26	26,87	27,13	0,092	0,772	27±0,13
[7, с.180, т.1]								
Поверхня 1 (під різьбу M22) Ø21,8g8(-0,084)								
1	Заготовка	12	0,21	30,75	31	-	-	31 <sub>-0,21</sub>
2	Точіння	10	0,084	21,716	21,8	9,034	9,2	21,8 <sub>-0,084</sub>
Поверхня 5 Ø25h10 (-0,084)								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Заготовка	12	0,21	30,75	31	-	-	31 <sub>-0,21</sub>
2	Точіння	10	0,084	24,916	25	5,874	6	25 <sub>-0,084</sub>
Поверхня 9 Ø10,3 H14 ( <sup>+0,43</sup> )								
1	Свердління	14	0,43	10,3	10,73	5,15	5,365	10,3 <sup>+0,43</sup>
Поверхня 8 Ø12,5 H12( <sup>+0,18</sup> )								
1	Свердління	14	0,43	10,3	10,73	5,15	5,365	10,3 <sup>+0,43</sup>
2	Розсвердлювання	12	0,18	12,5	12,68	1,95	2,2	12,5 <sup>+0,18</sup>
Поверхня 7 Ø 15H11 ( <sup>+0,11</sup> )								
1	Свердління	14	0,43	10,3	10,73	5,15	5,365	10,3 <sup>+0,43</sup>
2	Розсвердлювання	12	0,18	12,5	12,68	1,95	2,2	12,5 <sup>+0,18</sup>
3	Зенкування	11	0,11	15	15,11	2,43	2,5	15 <sup>+0,11</sup>
Поверхня 12 (під різьбу) Ø 15H11 ( <sup>+0,11</sup> )								
1	Свердління	14	0,43	10,3	10,73	5,15	5,365	10,3 <sup>+0,43</sup>
2	Розсвердлювання	12	0,18	12,5	12,68	1,95	2,2	12,5 <sup>+0,18</sup>
3	Розточування	11	0,11	15	15,11	2,43	2,5	15 <sup>+0,11</sup>
Поверхня 18 Ø22h10 (-0,084)								
1	Заготовка	12	0,21	30,79	31	-	-	31 <sub>-0,21</sub>
2	Точіння	10	0,084	24,916	25	5,874	6	25 <sub>-0,084</sub>
3	Фрезерування	12	0,21	21,895	22,105	2,895	3,021	22±0,105
Поверхні 13...16 (під різьбу) Ø2,6H14 ( <sup>+0,25</sup> )								
1	Свердління	14	0,25	2,6	2,85	1,3	1,425	2,6 <sup>+0,25</sup>

Арк.

БР.ПМ-71.00.000 ПЗ

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

## 2.6 Розрахунок режимів різання

Розрахунок режимів різання проводжу розрахунково-аналітичним методом для обробки зовнішньої поверхні Ø25 (токарна операція) та фрезерування лисок 22 на фрезерній операції.

Обробка зовнішньої поверхні Ø25

$$\text{Глибина різання рівна } t = \frac{D-d}{2} = \frac{30-25}{2} = 2.5 \text{ мм}$$

Подача:  $S=0,25$  стор.268 Т.14 [2].

Стійкість різця  $T=60$  стор.268.

Швидкість різання визначаю за формулою

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \text{ м/хв}$$

де значення коефіцієнта  $C_v$  і показників степенів визначаю з [2], стор.269, т.17:

$$C_v = 420, x = 0,15, y = 0,2, m = 0,2.$$

$K_v$  - загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, який враховує фактичні умови різання,

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{Iv}, \quad ([6], \text{ с.282}),$$

де  $K_{Mv}$  - коефіцієнт, який враховує якість оброблюваного матеріалу, для сталі

$$K_{Mv} = \left( \frac{750}{\sigma_6} \right)^{nv}, \quad [2], \text{ стор.261, т.1), } n_v = 1 \quad ([2], \text{ стор.262, т.2).} \quad \text{Тоді } K_{Mv} = \left( \frac{750}{420} \right)^1 = 1,7$$

$K_{Iv}$  - коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки,  $K_{Iv} = 1$  ([2], стор.263, т.5);

$K_{nv}$  - коефіцієнт, який враховує матеріал інструменту: для ВК6  $K_{nv} = 0,65$ , для Т15К6  $K_{nv} = 0,65$  ([2], стор.263, т.6).

Підставивши значення визначаю швидкість різання

$$V = \frac{420 \cdot 200^{0.2}}{60^{0.2} \cdot 0,25^{0.2} \cdot 2,5^{0.15}} \cdot 1,7 \cdot 1 \cdot 0,65 = 235,2 \text{ м/хв},$$

Розрахункова частота обертання шпінделя верстата

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 235,2}{3,14 \cdot 25} = 2996,3 \text{ хв}^{-1}$$

Коректую частоту обертання шпінделя по паспортним даним верстата:

					БР.ПМ-71.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n = 2850 \text{ хв}^{-1}$$

Силу різання визначаю за формулою:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot k_p, \text{ Н} \text{ ([2], с.271),}$$

де значення коефіцієнта  $C_p$  і показників степенів визначаю з [2], стор.273, т.22:

$$C_p = 300, x = 1,0, y = 0,75, n = -0,15;$$

$$k_p = k_{MP} \cdot k_{\varphi p} \cdot k_{\gamma p} \cdot k_{\lambda p} \cdot k_{r p}$$

коефіцієнти вибираємо з таблиць 9, 10, 23 [2] стор.265-268.

$$K_{Mp} - \text{поправочний коефіцієнт на якість оброблюваного матеріалу, } K_{Mp} = \left( \frac{\sigma_a}{750} \right)^n,$$

$$n = 0,75 \text{ ([2], стор.264, т.9),}$$

Коефіцієнти, що враховують вплив геометричних параметрів відповідно  $\varphi, \gamma, \lambda, r$

$$k_{\varphi p} = 1,08, k_{\gamma p} = 1,25, k_{\lambda p} = 1,0, k_{r p} = 0,87$$

$$\text{Тоді } K_{Mp} = \left( \frac{420}{750} \right)^{0,75} = 0,64,$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,25^{-1} \cdot 2,5^{0,75} \cdot 235,2^{-0,15} \cdot 0,64 \cdot 1,08 \cdot 1,25 \cdot 0,87 = 494 \text{ Н}$$

Потужність різання (ефективна):

$$N_e = \frac{P_{z4} \cdot V_4}{1020 \cdot 60} = \frac{494 \cdot 235,2}{1020 \cdot 60} = 1,899 \text{ кВт}$$

Умова  $N_e \leq \eta \cdot N_g = 0,85 \cdot 3 = 2,55 < 1,899$  виконується.

Визначаю основний час за формулою:

$$T_0 = \frac{L}{S \cdot n},$$

де  $L = l + l_1 + l_2$  - довжина обробки враховуючи перебіг та врізання, мм

$$T = \frac{25 + 5 + 0}{0,25 \cdot 2850} = 0,042 \text{ хв}$$

Фрезерування лисок в розмір 22 мм.

Глибина фрезерування  $t = 3$  мм,

Подача на один оберт фрези:

$$S = 0,5 \text{ мм/об, [2], стор.285, т.37;}$$

Подача на один зуб фрези  $S_z = S/z$ , тобто  $S_z = 0,063$  мм/зуб.

Стійкість фрези  $T = 120 \text{ хв}$  [2], стор.290, т.40;

					БР.ПМ-71.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

швидкість різання визначаю за формулою

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_1, \text{ м/хв}$$

де значення коефіцієнта  $C_v$  і показників степенів визначаю з [2], стор.288, т.39:

$$C_v=85, q = 0,2; x = 0,5; y = 0,4; u = 0,1; p=0,1; m = 0,15.$$

$K_v$  - загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, який враховує фактичні умови різання,

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Iv} \cdot K_{Lv}, \quad ([2], \text{ с.282}),$$

де  $K_{Mv}$  - коефіцієнт, який враховує якість оброблюваного матеріалу, для

сталі  $K_{Mv} = \left(\frac{270}{\sigma_s}\right)^{nv}$  ([2], стор.261, т.1),  $n_v = 0,9$  ([2], стор.262, т.2). Тоді

$$K_{Mv} = \left(\frac{270}{420}\right)^{-0,9} = 1,488;$$

$K_{Iv}$  - коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки,  $K_{Iv} = 1$  ([2], стор.263, т.5);

$K_{Lv}$  - коефіцієнт, який враховує матеріал інструменту: для Т15К6  $K_{Lv} = 1$ , [2], стор.263, т.6.

Підставивши значення визначаю швидкість різання:

$$V = \frac{85 \cdot 100^{0,2}}{120^{0,32} \cdot 3^{0,5} \cdot 0,063^{0,4} \cdot 12^{0,1} \cdot 8^{0,1}} \cdot 1,488 \cdot 1 \cdot 1 = 107 \text{ м/хв},$$

Розрахункова частота обертання шпінделя верстата:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 107}{3,14 \cdot 100} = 340,76 \text{ хв}^{-1}$$

Коректую частоту обертання шпінделя по паспортним даним верстата:  $n = 340 \text{ хв}^{-1}$ .

Дійсна швидкість різання:

$$V_o = \frac{\pi D n_1}{1000} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 340}{1000} = 106,76 \text{ м/хв},$$

Хвилинна подача  $S_{xв} = S_z \cdot n \cdot z$ , тобто  $S_{xв} = 0,063 \cdot 8 \cdot 340 = 171,4 \text{ мм/хв}$ .

Коректую по паспорту верстата  $S_{xв} = 164 \text{ мм/хв}$ .

Силу різання при фрезеруванні визначаю за формулою:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^o} \cdot K_{MP}, \text{ Н} \quad ([2], \text{ стор.282})$$

					БР.ПМ-71.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де значення коефіцієнта  $C_p$  і показників степенів визначаю з [6], стор.291, т.41:  
 $C_p=825$ ,  $x = 1,0$ ,  $y = 0,75$ ,  $u = 1$ ,  $q = 1,3$ ,  $\omega = 0,2$ ;

$K_{MP}$  - поправочний коефіцієнт на якість оброблюваного матеріалу,  $K_{MP} = \left(\frac{\sigma_6}{750}\right)^n$ ,  
 $n=0,3$  ([20], стор.264, т.9).

Тоді  $K_{MP} = \left(\frac{420}{750}\right)^{0,3} = 0,84$

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 1,5^1 \cdot 0,064^{0,75} \cdot 12^{0,3} \cdot 8}{100^{1,3} \cdot 340^{0,2}} \cdot 1,211 = 17.590 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Визначаю крутний момент на шпинделі для фрезерування з найбільшим навантаженням за формулою:  $M_{кр} = \frac{2 \cdot P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{2 \cdot 17.459 \cdot 100}{200} = 17.590 \text{ Н} \cdot \text{м}$

Потужність різання (ефективна):  $N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{17,59 \cdot 106,7}{1020 \cdot 60} = 0,03 \text{ кВт}$

Умова  $N_e \leq \eta \cdot N_e = 2,2 \cdot 0,85 = 1,87$  виконується.

Визначаємо основний час за формулою:

$$T_0 = \frac{L}{S_{xв}}, \text{ де } L = l_1 + l_2$$

де  $L$ - 300 мм довжина фрезерування;

$l_1 + l_2$  - відповідно врізання і перебіг,  $l_1 + l_2 = 10 \text{ мм}$ , [2], стор. 122, т.6.

Розрахунок режимів різання на решта переходів проводимо у таблиці 2.6 аналогічно.

Таблиця 2.6 - Режими різання та норми часу.

Операція Переходи	$D/B$ , мм	L, мм	V, м/хв	n, хв <sup>-1</sup>	S, мм/об (мм/хв)	t, мм	T <sub>о</sub> , хв	T <sub>д</sub> , хв	T <sub>шт</sub> , хв	N <sub>р</sub> , кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
005 - Відрізна										
1. Відрізати заготовку в розмір 600 <sub>-2,3</sub>	30	30	287,31	3050	(92)	3	1,3	0,1	0,12	3,3
010 Токарно-револьверна										
1 Підрізати торець	31	15	130	1250	0,58	3,4	0,025	0,12		4,3
2 Точити зовнішню поверхню 4.	31	30	110	1000	0,58	0,5	0,06	0,02		1,8
3 Точити зовнішню поверхню 5	30	15	110	1000	0,58	2,5	0,031	0,06		3,2
4 Свердлити отвір 9.	10,3	30	20	630	0,18	5,365	0,29	0,06	1,171	0,65
5 Розсвердлити отвір 8.	12,5	12	25	630	0,18	2,2	0,13	0,06		0,81
6. Зенкувати уступ 7.	15	1,5	45	1000	0,412	2,5	0,005	0,06		0,85
7. Відрізати деталь.	31	10,65	82	800	0,126	3	0,119	0,06		3,6

					БР.ПМ-71.00.000 ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
015 Токарна з ЧПК										
1. Підрізати торець в розмір 9.	31	10,65	130	1250	0,58	3,4	0,0180	0,125		4,3
2. Точити зовнішню поверхню (під різьбу) 1.	22	9	110	1250	0,58	2,25	0,0160	0,065		2,7
3. Розточити отвір (під різьбу) 12.	15	12,5	100	1250	0,58	1,1	0,0180	0,065		2,2
4. Точити канавку 3.	22	1,5	85	1000	0,41	2	0,0040	0,065	1,195	1,8
5. Точити фаску 10.	22	1	110	1250	0,41	1	0,0030	0,065		0,54
6. Розточити фаску 11.	15	1	85	1250	0,41	1	0,0030	0,065		0,43
7. Нарізати зовнішню різьбу 1.	22	9	5	80	1,5	1,5	0,2	0,065		0,52
8. Нарізати внутрішню різьбу 12.	16	8	3	63	1	1	0,28	0,065		0,43
020 Горизонтально-фрезерна.										
1. Фрезерувати лиски 17 набором дискових фрез	15	13	107	340	(164)	3	0,1890	0,0440	0,248	1,25
025 Настільно-свердлильна.										
1. Свердлити отвори 25...29 (під різьбу).	2,5	9	17	2000	0,03	1,125	0,8640	0,144	1,238	0,34
2. Зенкувати фаски 10...24.	3,1	0,3	17	2000	0,03	0,3	0,02	0,135		0,12
030 Настільно-свердлильна.										
1. Нарізати різьбу 25...29.	3	6	2	200	0,25	0,25	0,42	0,1440	0,606	0,08

### 2.7 Нормування технологічної операції

Нормування операції 025 - Настільно-свердлильна.

Операцію 025 виконують на настільно-свердлильному верстаті моделі 2М112.

$$\text{Штучний час: } T_{\text{шт}} = (T_0 + T_{\delta}) \cdot \left( 1 + \frac{P_{\text{обс}} + P_{\text{пер}}}{100} \right),$$

де  $T_0$  і  $T_{\delta}$  - відповідно сумарний основний і допоміжний час на операції, хв.;

$P_{\text{обс}}$  і  $P_{\text{пер}}$  - відповідно процент часу на обслуговування і на перерви від оперативного часу.

$$T_0 = T_{01} + T_{02} = 0,864 + 0,02 = 0,884 \text{ хв.}$$

Розрахунок норм допоміжного і підготовчо-заключного часу. [5, с.202-218, т.5.5-6.4;]:

$$T_{\delta} = 0,034 + 0,01 + 0,02 \cdot 4 + 0,01 + 0,035 + 0,01 + 0,02 \cdot 4 + 0,01 = 0,279 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{пз}} = 3 + 5 + 7 = 15 \text{ хв.}$$

Процент на обслуговування та технічні перерви  $P_{\text{обс}} + P_{\text{пер}} = 5,5\%$ .

Тоді штучний час рівний: 
$$T_{\text{шт}} = (0,884 + 0,279) \cdot \left( 1 + \frac{5,5}{100} \right) = 1,226 \text{ хв}$$

Штучно-калькуляційний час становить

					БР.ПМ-71.00.000 ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

$$T_{\text{шт.к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{нз}}}{n} = 1.266 + \frac{15}{775} = 1.245 \text{ хв}$$

Для решта операцій норми часу зведені в таблицю 2.6.

## 2.8 Аналіз техніко-економічних показників

Трудомісткість проектного технологічного процесу за штучно-калькуляційним часом:

$$\sum T_{\text{шт.к}} = \left(171 + \frac{28}{775}\right) + \left(1,195 + \frac{22}{775}\right) + \left(0,248 + \frac{18}{775}\right) + \left(1,238 + \frac{15}{775}\right) + \left(0,606 + \frac{15}{775}\right) = 4,5 \text{ хв}$$

Планова річна економія часу:

$$E_m = \left(\sum T_{\text{шт.к}}^{\text{б}} - \sum T_{\text{шт.к}}^{\text{н}}\right) \cdot N = (13,97 - 4,58) \cdot 8070 = 75777 \text{ хв} = 1263 \text{ год}$$

Коефіцієнт використання верстатів за основним часом:

$$K_0 = \frac{\sum T_0}{\sum T_{\text{шт.к}}} = 2,695 / 4,58 = 0,588 = 58,8 \%$$

Коефіцієнт використання верстатів за потужністю

$$K_N = \frac{\sum (N_p \cdot T_0)}{\sum (N \cdot T_0)}$$

$$K_N = \frac{(4,3 \cdot 0,025 + 1,8 \cdot 0,06 + 3,2 \cdot 0,031 + 0,65 \cdot 0,29 + 0,81 \cdot 0,13 + 0,85 \cdot 0,05 + 3,6 \cdot 0,119) + (4,3 \cdot 0,018 + 2,7 \cdot 0,016 + 2,2 \cdot 0,018 + 1,8 \cdot 0,004 + 0,54 \cdot 0,003 + 0,43 \cdot 0,003 + 0,52 \cdot 0,2 + 0,43 \cdot 0,28) + (0,018 + 0,016 + 0,018 + 0,004 + 0,003 + 0,003 + 0,02 + 0,28) \cdot 5 + 0,189 \cdot 22 + (1,25 \cdot 0,189) + (0,34 - 0,0864 + 0,12 - 0,02) + (0,08 - 0,42)}{(0,025 + 0,06 + 0,031 + 0,29 + 0,13 + 0,05 + 0,119) \cdot 6,2 + (0,018 + 0,016 + 0,018 + 0,004 + 0,003 + 0,003 + 0,02 + 0,28) \cdot 5 + 0,189 \cdot 22 + (0,0864 + 0,02 + 0,42) \cdot 0,7} = 0,44$$

Отже  $K_N = 44\%$ .

					БР.ПМ-71.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3 Проектування технологічної оснастки

#### 3.1 Пристрій верстатний

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

Пристрій призначений для установки і закріплення деталі на фрезерній операції 020 на якій проводиться обробка лисок на горизонтально-фрезерному верстаті 6Т804Г.

Пристрій складається з плити 1, на якій виготовлено корпус заповнений гідропластом який підтискає поршень 7. Гідропласт при дії поршня зменшується в об'ємі, що приводить до переміщення плунжерів які в свою чергу діючи на призми переміщують їх.

Для усунення зміщення рухомої призми її рух здійснюється вздовж шпонок що прикріплені в пазі плити і заходять в паз у призмі. Рухомі призми притискаються болтом так щоб був можливий їх рух. При розкріпленні для зміщення у вихідне положення призм і плунжерів застосовується пружина.

Нерухомі призми закріпленні до плити з допомогою гвинтів, для здійснення їх прямолінійності з віссю рухомої призми вони встановлені на шпонку що кріпиться в тому ж пазі що й шпонка рухомої призми. Паз є прямолінійний по всій довжині.

Для здійснення переміщення поршня застосовується ексцентриковий механізм, який складається із ексцентрика та осі на якій він кріпиться. Вісь вкручена в установчу плиту. Для здійснення прямолінійності встановлення пристрою на верстаті застосовуються напрямні шпонки що прикріпленні на установчій плиті.

Пристрій являється багатомісним.

##### 3.1.2 Розрахунок потрібної сили затиску заготовки в пристрої

При обробці лисок на деталь діє осьова сила різання  $P_z$ , яка намагається вивернути деталь з призм. Цьому перешкоджають сили тертя на поверхнях призм, викликані дією сили затиску  $Q$ .

					БР.ПМ-71.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Схема дії сил різання, затиску, тертя і ваги показана на рисунку 1. Рівняння рівноваги моментів відносно точки  $O$ :

$$K \cdot P_z \cdot L_1 = F_t \cdot L_2$$

де:  $K = 2$  - коефіцієнт запасу сили затиску,

$P_z = 174$  - сила різання при фрезеруванні, Н

$L_1 = 18$ ,  $L_2 = 30 \cdot \sin 45^\circ = 21,21$  - плечі сили різання та сили тертя, мм.

$F_t$  - сила тертя між заготовкою та призмою.

Знаходимо необхідну силу тертя:

$$F_t = \frac{K \cdot P_z \cdot L_1}{L_2} = \frac{2 \cdot 174 \cdot 18}{21,21} = 295,3 \text{ Н}$$

Знаходимо необхідну силу затиску:  $Q = \frac{F_t \cdot \cos 45^\circ}{f} = \frac{295,3 \cdot \cos 45^\circ}{0,15} = 1392 \text{ Н}$

Визначаємо необхідний тиск на плунжери 7 в пристрої:

$$P = \frac{4Q}{\pi D^2} = \frac{4 \cdot 1392}{3,14 \cdot 16^2} = 6,9 \text{ Н / мм}^2$$

де  $d = 16$  - діаметр плунжера, мм.

Визначаємо силу, що прикладається до поршня 6:

$$F = P \frac{\pi D^2}{4\eta} = 6,9 \frac{3,14 \cdot 25^2}{4 \cdot 0,6} = 4859 \text{ Н}$$

$D$  - діаметр поршня, мм

$\eta$  - коефіцієнт, що враховує втрати тиску в гідропласті.

Визначаємо передаточне відношення ексцентрикового механізму

$$n = \frac{F}{F_{роб}} = \frac{4859}{140} = 34,8$$

$F_{роб} = 140$  - сила яку прикладає робітник до рукоятки, Н.

Визначаємо довжину рукоятки

$$L = n \cdot \varepsilon = 3,1417 = 591,6 \text{ мм}$$

					БР.ПМ-71.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Осьовий момент інерції перерізу державки:

$$I_x = \frac{bh^3}{12} = \frac{20 \cdot 25^3}{12} = 2.604 \cdot 10^4 \text{ мм}^4$$

$$\text{Прогин вершини різця: } f = \frac{P_z \cdot I_p^3}{3 \cdot E \cdot I_x} = \frac{2205 \cdot 51^3}{3 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 26040} = 0.019 \text{ мм}$$

де  $E$  - модуль пружності,  $E = 200000 \text{ Н/мм}^2$ .

Допустимий прогин

$$f = 0.1 \cdot T_h = 0.1 \cdot 0.26 = 0.026 \text{ мм}$$

$$[f] = 0.026 \text{ мм} > f = 0.019 \text{ мм}$$

Сила різання, яку допускає жорсткість різця:

$$P_z = \frac{3 \cdot f \cdot E \cdot I_x}{I_p^3} = \frac{3 \cdot 0.026 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 26040}{51^3} = 3.063 \cdot 10^3 \text{ Н}$$

$$[P_z] = 3062 \text{ Н} > P_z = 2205 \text{ Н}$$

Розрахунки підтверджують працездатність різця.

### 3.2.2 Опис свердла

На листі формату А3 в графічній частині зображено свердло спіральне з циліндричним хвостовиком  $\varnothing 12,5$  мм та довжиною 102 мм. Робоча частина свердла має  $\varnothing 12,5h8$  та довжину 51мм, виготовлена із швидкорізальної сталі Р6М5 ГОСТ 19265-73. Кут нахилу гвинтової канавки  $\omega=30^\circ$ , ширина стрічки пера – 2 мм. Хвостовик виготовлений із сталі 45 ГОСТ 1050-88. Свердло виготовлено по ГОСТ 4010-77.

### 3.3 Призначення та опис оправки

На листі формату А2 в графічній частині зображена універсальна оправка для горизонтально-фрезерних верстатів загальною довжиною 562 мм. Хвостова частина конічна ( $\angle 7:24$ ). Оправка кріпиться в шпинделі верстату з допомогою конуса Морзе. Робоча частина оправки (посадочна під фрези) загальною довжиною 380 мм має посадочний діаметр  $\varnothing 27h7$  та два наскрізних шпонкових пази  $10 \times 3,5$  мм. На посадочну циліндричну поверхню  $\varnothing 27h7$  можна встановити

					БР.ПМ-71.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

як одну та і декілька фрез відрегулювавши між ними відстань з допомогою мірних розпірних втулок. Фрези через втулки підтискаються гайкою М22. Шпонка запобігає прокручуванню фрези. Дану оправку застосуємо на горизонтально-фрезерній операції 020, верстат мод. 6Т804Г для одночасного фрезерування лисок втулки в розмір  $13\pm 0,2$  мм, при цьому втулки будуть встановлені та закріплені в груповому багатомісному пристрої.

					БР.ПМ-71.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 4 Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК

Дуже важливим етапом розробки технології обробки деталей в сучасному виробництві є розробка керуючої програми для верстату з ЧПК. Найбільш ефективним є автоматизований розрахунок керуючих програм з використанням сучасних програмних систем.

Було використано програмний комплекс СПРУТ-САМ. За вхідну інформацію для системи слугує тривимірна модель деталі. Модель була створена в САД-системі Компас, збережена у форматі \*.igs і далі імпортована в СПРУТ-САМ (рисунок 4.1).

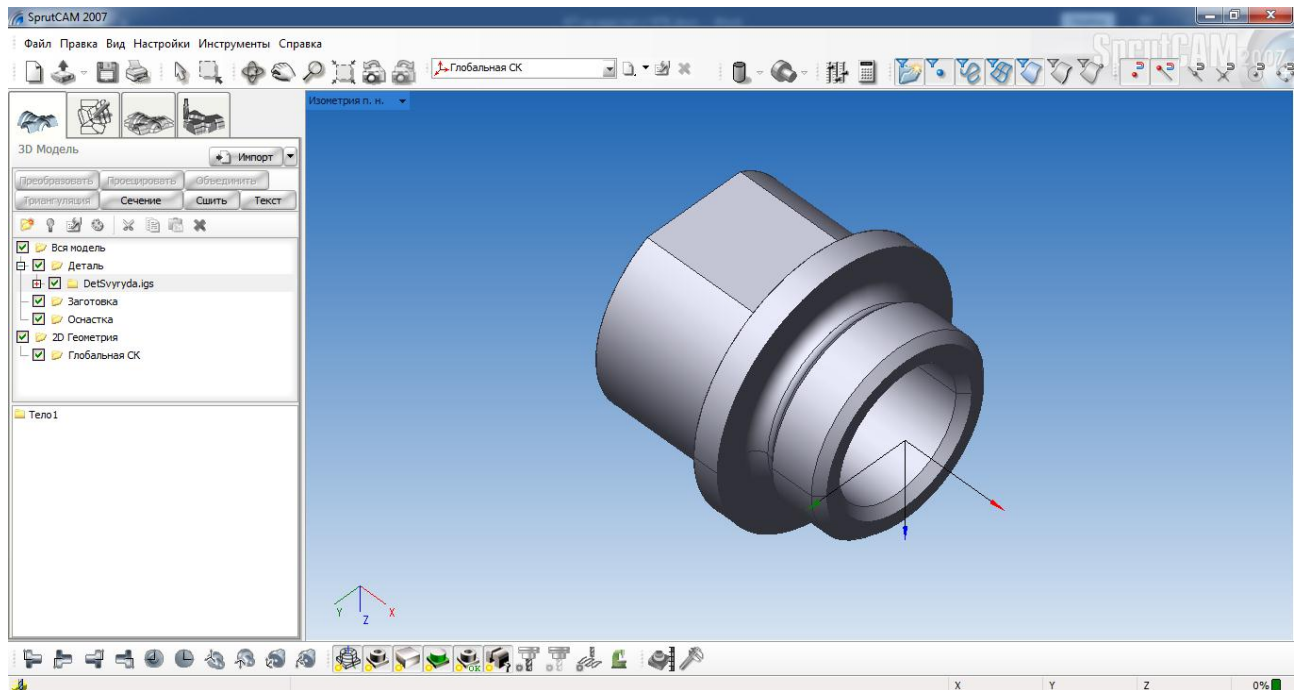


Рисунок 4.1 – Тривимірна модель деталі

На рисунках 4.2 – 4.19 зображені скріншоти етапів розрахунку траєкторії руху інструментів під час обробки деталі, моделювання обробки та створення КП для верстату з ЧПК.

					БР.ПМ-71.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



















Керуюча програма для верстату з ЧПК

%

N001G27M004

N002G58F70000

N003G27M004

N004G01X-03260Z+00340S600

N005Z+00271

N006X-03441

N007F0M008

N008X-03300Z+00200

N009X-01538

N010X-01680Z+00271

N011X-03441F70000

N012Z+00171

N013X-03300Z+00100F0

N014X-01521

N015X-01662Z+00171

N016X-02304F70000

N017Z+00071

N018X-02162Z+00000F0

N019X-01503

N020X-01645Z+00071

N021F70000

N022Z+00199

N023X-02941

N024F0

N025X-02800Z+00128

N026Z-00900

N027X-02941Z-00829

N028Z+00181F70000

N029X-02541

					БР.ПМ-71.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

N030X-02400Z+00110F0  
N031Z-00900  
N032X-02541Z-00829  
N033Z+00170F70000  
N034X-02141  
N035X-02000Z+00100F0  
N036Z-00012  
N037X-02141Z+00059  
N038F70000  
N039Z+00131  
N040X-01998  
N041F0  
N042X-01856Z+00060  
N043X-01998Z-00011  
N044X-02188Z-00106  
N045G03X-02200Z-00120I+00028K+00014  
N046G01Z-00896  
N047G02X-02260Z-00900I-00060K-00126  
N048G01X-02960  
N049G03X-03000Z-00920K+00020  
N050G01Z-01301  
N051X-03141Z-01230  
N052F70000  
N053Z-00800  
N054X-03400  
N055X-03200  
N056X-02200F0  
N057X-02077  
N058X-02200  
N059X-03200F70000  
N060Z-00888

					БР.ПІМ-71.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

N061X-02200F0  
N062X-02150  
N063X-02171Z-00877  
N064X-03170F70000  
N065Z-00888  
N066X-02170F0  
N067X-02150  
N068G03X-02030Z-00831I-00110K-00118  
N069G01X-03170F70000  
N070Z-00800  
N071X-02170F0  
N072X-02077  
N073X-02077  
N074G02X-02071Z-00803I-00182K+00093  
N075X-02065Z-00806I-00189K+00089  
N076X-02061Z-00808I-00196K+00086  
N077X-02051Z-00815I-00199K+00084  
N078X-02048Z-00817I-00208K+00078  
N079X-02043Z-00821I-00212K+00075  
N080X-02039Z-00823I-00218K+00071  
N081X-02032Z-00830I-00221K+00069  
N082X-02030Z-00831I-00229K+00061  
N083G01X-03370F70000  
N084Z-00899  
N085X-03451  
N086X-03251  
N087X-02251F0  
N088X-02222  
N089X-02251  
N090X-03451F70000  
N091X-03251

					БР.ПІМ-71.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

N092Z-00900  
N093X-02251F0  
N094X-02249  
N095G03X-02030Z-00831I-00011K-00130  
N096G01X-03251F70000  
N097Z-00808  
N098X-02251F0  
N099X-02062  
N100G02X-02030Z-00831I-00198K+00084  
N101G01X-03451F70000  
N102X-03300  
N103G27T001S000M004  
N104X-04330Z+01260S300  
N105Z+00560  
N106X+00000  
N107F0M008  
N108Z-01797  
N109Z+00560F10000  
N110F70000  
N111X-04330  
N112G27T002S000M004  
N113X-04700Z+01260S300  
N114Z+00560  
N115X+00000  
N116F0M008  
N117Z-01200  
N118Z+00560F10000  
N119F70000  
N120X-04700  
N121G27T003S000M004  
N122X-05300Z+01260S300

					БР.ПІМ-71.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

N123Z+00300

N124X+00000

N125F0M008

N126Z-00491

N127Z+00300F10000

N128F70000

N129X-05300

N130G27T000S000M004

N131X-03300Z+00950S600

N132Z-03000

N133F1M008

N134X-03100

N135X+00040F0

N136X-03300F1

N137F70000

N138S000G25X+999999

N139G25Z+999999

N140M002

					БР.ПМ-71.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Висновки

В даній бакалаврській дипломній роботі на основі заводського техпроцесу виготовлення втулки ПМК 71 00 003, яку використовують в блоці живлення, розроблено проектний технологічний процес її виготовлення.

Здешевлення собівартості виготовлення досягнуто:

- внаслідок використання каліброваного прокату, що веде до зменшення припусків на механічну обробку отримуємо економію металу 18%;
- застосування токарного верстату з ЧПК та револьверного верстату привело до зниження трудомісткості - в 1,5 раза;
- для фрезерування лисок спроектовано фрезерний пристрій, що дозволяє встановлення 10 заготовок одночасно;
- застосування токарного верстату з ЧПК (розробка для його роботи керуючої програми) дозволила зменшити затрати як основного часу на операцію так і допоміжного.

Таким чином, прийняті і обґрунтовані в роботі рішення дозволяють підвищити продуктивність механічної обробки втулки.

					БР.ПМ-71.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Список використаної літератури

1. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах. Т. 1 / Под ред. А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова - М.: Машиностроение, 1985. - 656 с.
2. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах. Т.2 / Под ред. А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова - М.: Машиностроение, 1985. - 496 с.
3. Обработка металлов резанием: Справочник технолога. / Под общ. ред. А. А. Панова. - М.: Машиностроение, 1988. - 736 с.
4. Режимы резания металлов: Справочник / Под редакцией К). В. Барановського М.: Машиностроение, 1972. - 408 с.
5. Горбацевич А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. - - Минск: Высшая школа, 1983. - 256 с.
6. Руденко П. О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні: Навчальний посібник. - К.: Вища школа, 1993. -414 с.
7. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах. Т. 1 / Под ред. А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова - М.: Машиностроение, 1973. - 694 с.
8. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя - М.: Машиностроение, 1982. - Т. 1 - 736 с., Т.2 - 559 с.
9. Методичні вказівки до виконання проекту з курсу “Технологічні основи машинобудування” . / Сторож Б. Д., Цимбалістий Я. І. — Івано-Франківськ: ІФДТУНГ, 1998.-28 с.
10. Руденко П.А. и др. Проектирование и производство заготовок в машиностроении. - К.: Вища школа, 1991. - 247 с.
11. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник. - М.: Машиздат, 1962. - 380 с.

					БР.ПМ-71.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# Додатки

					БР.ПМ-71.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дубл.													
Взамін.													
Підпис													

				<i>ІФНТУНГ</i>								

**КОМПЛЕКТ  
технологічної  
документації**

Технологічний процес  
механічної обробки деталі:  
**Втулка ПМК-71 00 003**

Розробив: ст. гр. ПМз-19-1К  
Свирида С.В.  
Перевірів: Врюкало В.В.







Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			БР.ПМ-71.03.00.000СК	Складальне креслення		
				<u>Деталі</u>		
		1	БР.ПМ-71.03.00.001	Плита установча	1	
		2	БР.ПМ-71.03.00.002	Корпус	1	
		3	БР.ПМ-71.03.00.003	Призма	10	
		4	БР.ПМ-71.03.00.004	Призма	10	
		5	БР.ПМ-71.03.00.005	Опора	1	
		6	БР.ПМ-71.03.00.006	Поршень	1	
		7	БР.ПМ-71.03.00.007	Плунжер	10	
		8	БР.ПМ-71.03.00.008	Пружина	10	
				<u>Стандартні вироби</u>		
				Болт ГОСТ 7798-70	10	
		9		M6×55	4	
		10		M8×28	2	
				Гвинт ГОСТ1491-80	10	
		11		M5×18	2	
		12		M8×45	1	
		13		M3×8	1	
		14		Кулачок7013-0011 ГОСТ12189-66	1	
				ГОСТ12189-66		
				<b>БР.ПМ-71.03.00.000 ПЗ</b>		
Зм.	Арк	Недокум	Підпис	Дата		
Розробив		Свирида			Літ.	Арк
Перевір.		Врюкало			Н	1
						2
					<b>ПМз-19-1К</b>	

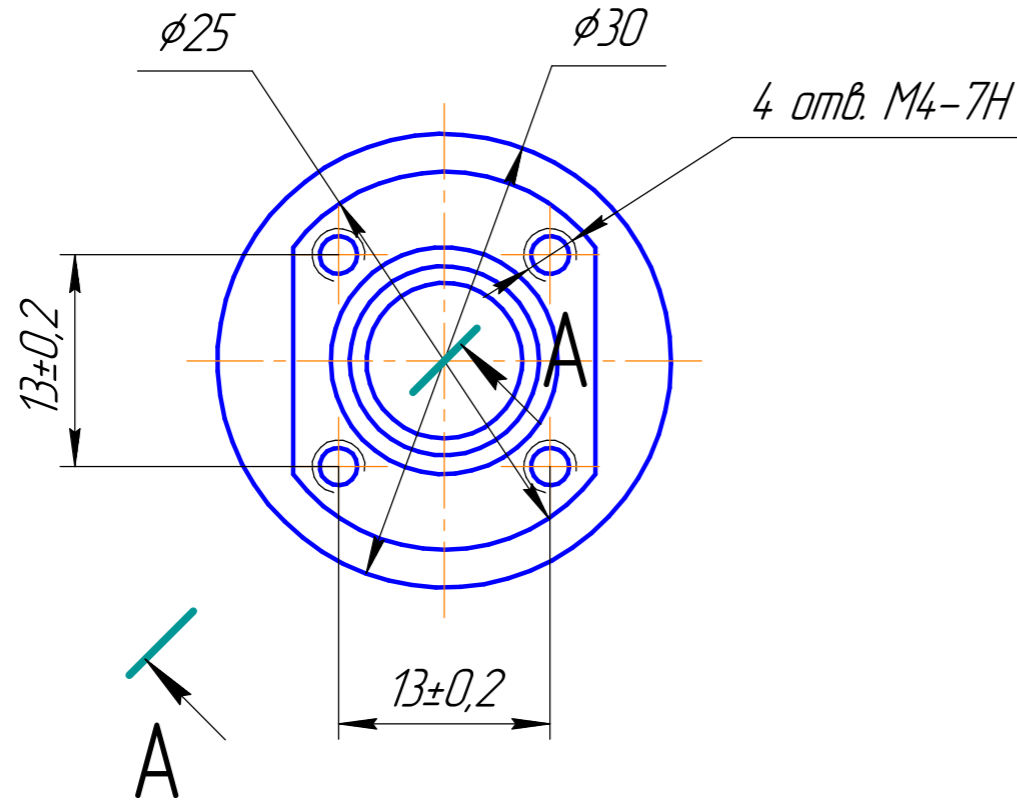
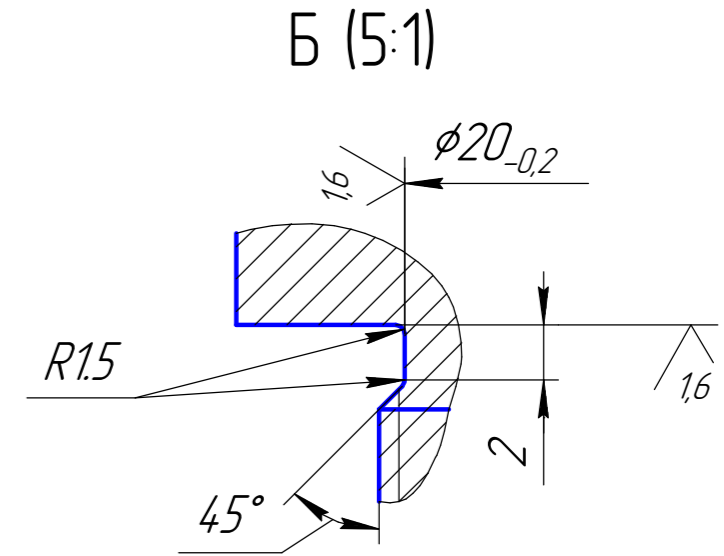
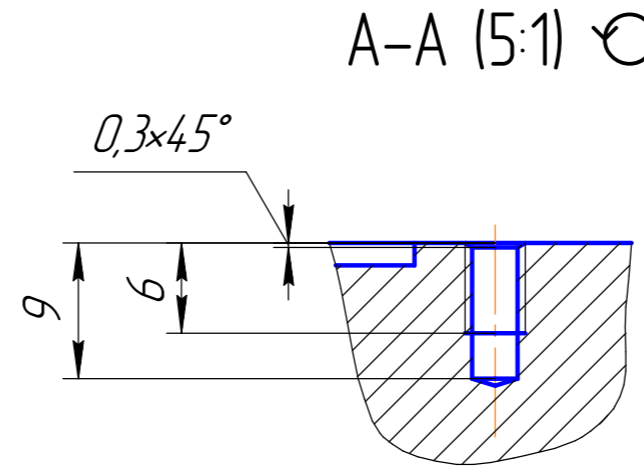
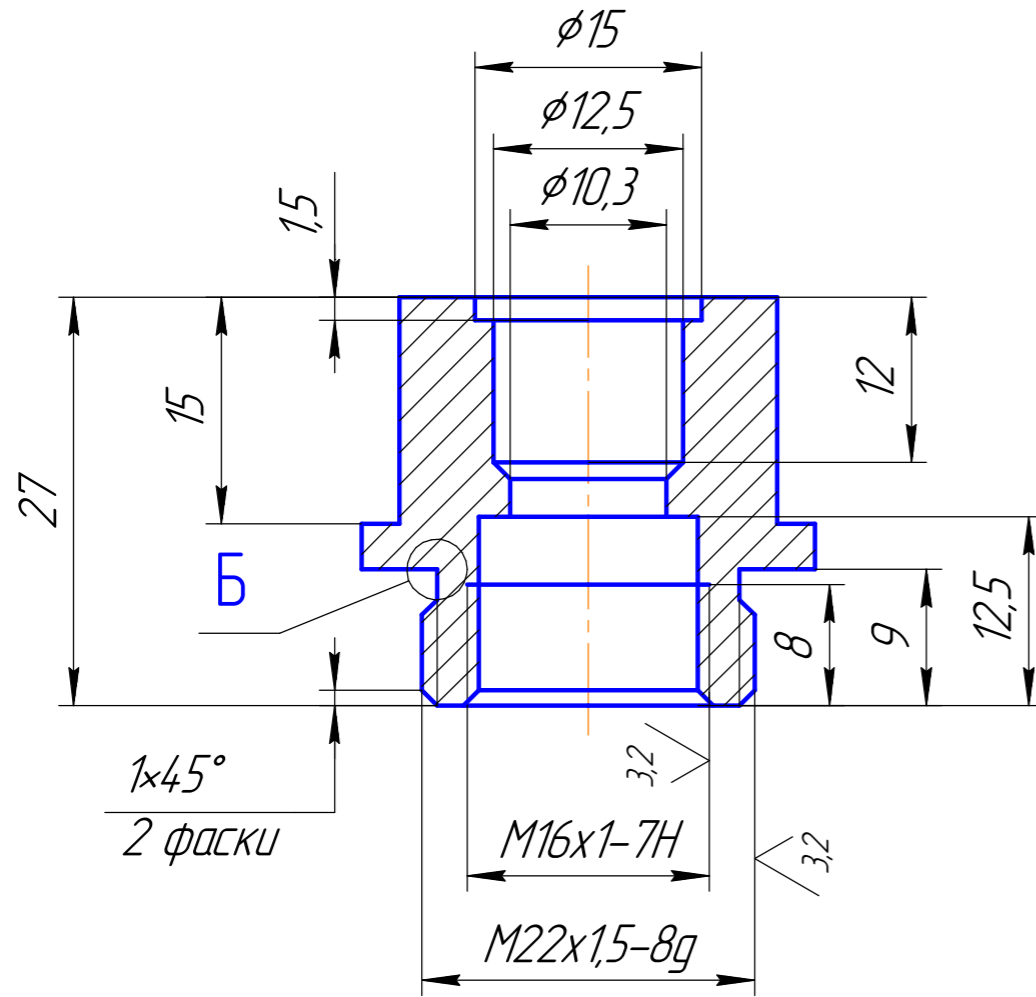
Пристрій фрезерний

ПМз-19-1К



ПМК-71 00 003

6,3 (✓)



- Невказані граничні розміри: валів по  $h14$ ; отворів  $H14$ , решта  $\frac{IT14}{2}$
- \*Забезпечується інструментом
- Покриття: Ц9 хр

				ПМК-71 00 003			
				Втулка			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Свирида				Н	0,0216	2:1
Проб.	Врюкало				Лист 1		
Т.контр.					Листов 1		
Н.контр.					Сталь 20 ГОСТ 1050-88		
Утв.					ПМЗ-19-1К		

Копировал

Формат А3

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Ихв. № дубл.

Взам. ихв. №

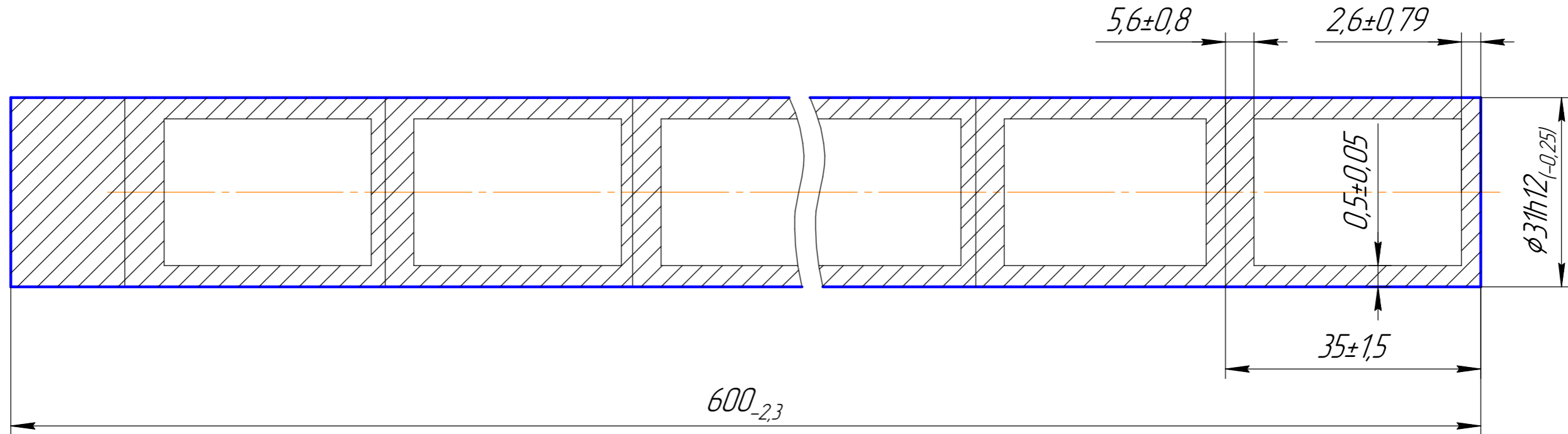
Подп. и дата

Ихв. № подл.

БР.ПМ-71.01.01.000

Перв. примен.

Справ. №



1. Прокат повинен відповідати вимогам ГОСТ 7417-75
2. Нахил торців після відрізки не більше 3°
3. Допускається викривлення заготовки по довжині не більше 2мм

Подп. и дата

Инд. № дцкл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.

					<b>БР.ПМ-71.01.01.000</b>		
					<b>Заготовка</b>		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Свирида			Н	5,6	1:1
Пров.		Врюкало					
Т.контр.					Лист	Листов	1
Н.контр.					<b>ПМЗ-19-1К</b>		
Утв.					Круг 32 ГОСТ 7417-75 20 ГОСТ 1050-73		

Копировал

Формат А3

БР.ПМ-71.01.03.000

6,3 ✓(✓)

Перв. примен.

Справ. №

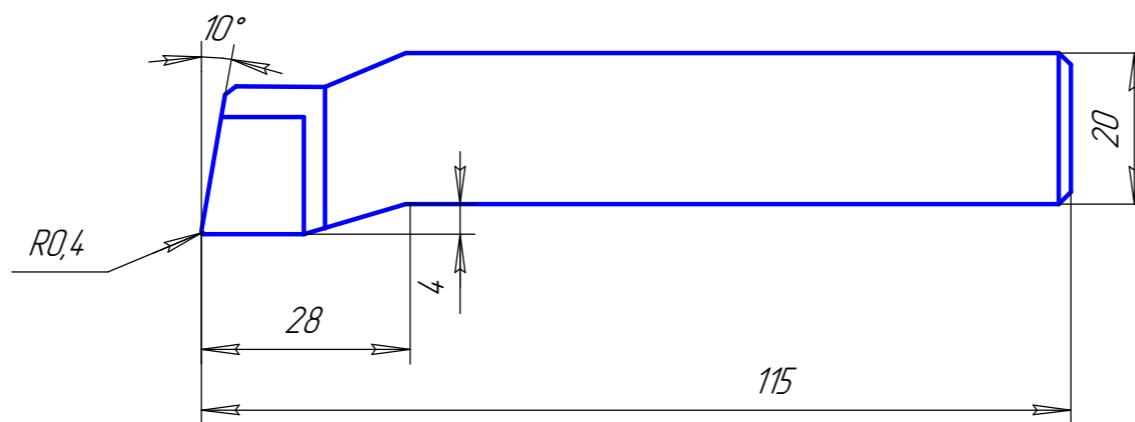
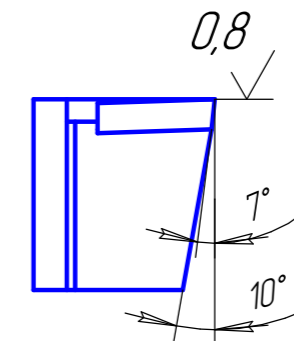
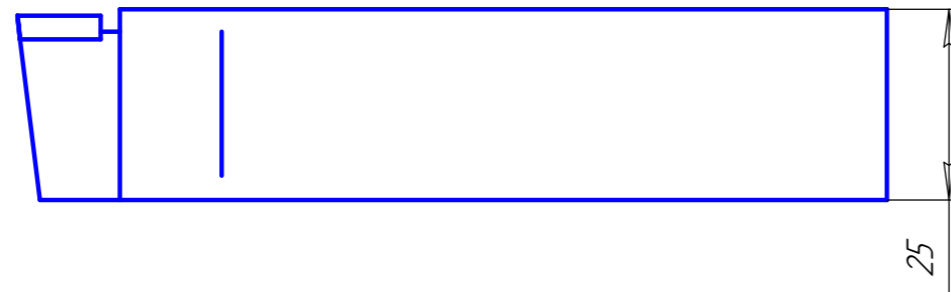
Подп. и дата

Инд. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.



Матеріал ріжучої частини Т5К10 ГОСТ 18879 - 73

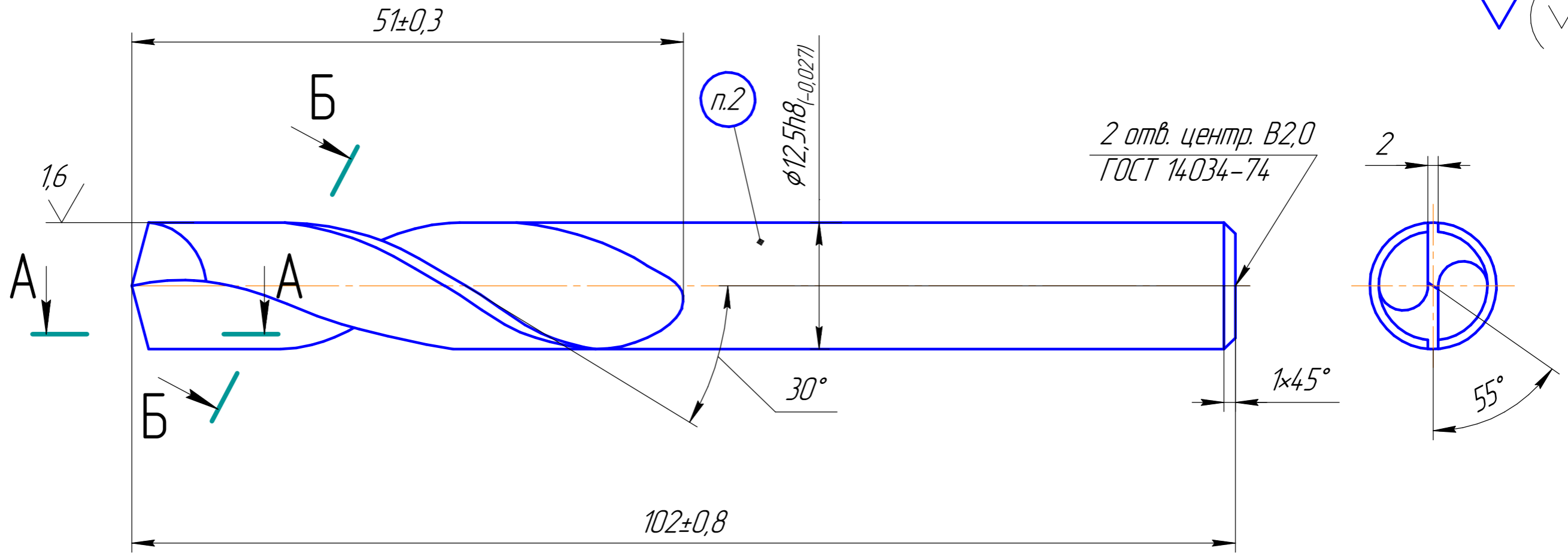
					<b>БР.ПМ-71.01.03.000</b>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Різець токарний прохідний відігнутий упорний	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Свирида					у		1:1
Пров.	Врюкало					Лист	Листов	
Т.контр.	Врюкало							
Н.контр.	Врюкало							
Утв.	Панчук							
						<b>ПМЗ-19-1К</b>		

Копировал

Формат А3

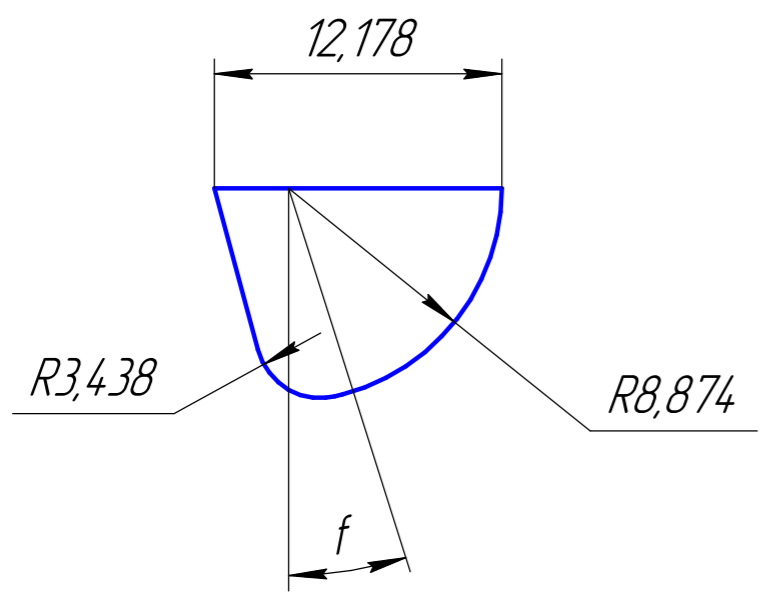
БР.ПМ-71.01.04.000

3,2 ✓ (✓)

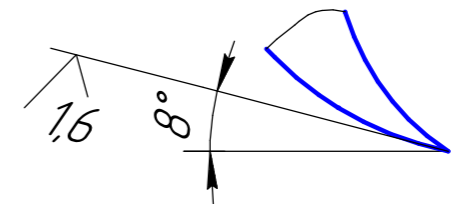
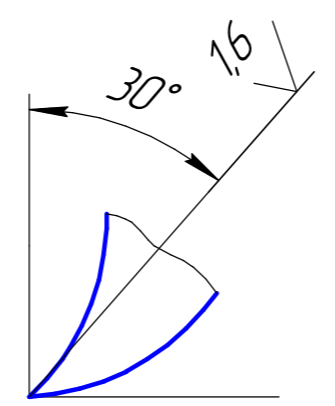


В-В

Профіль канавкової фрези (4:1)



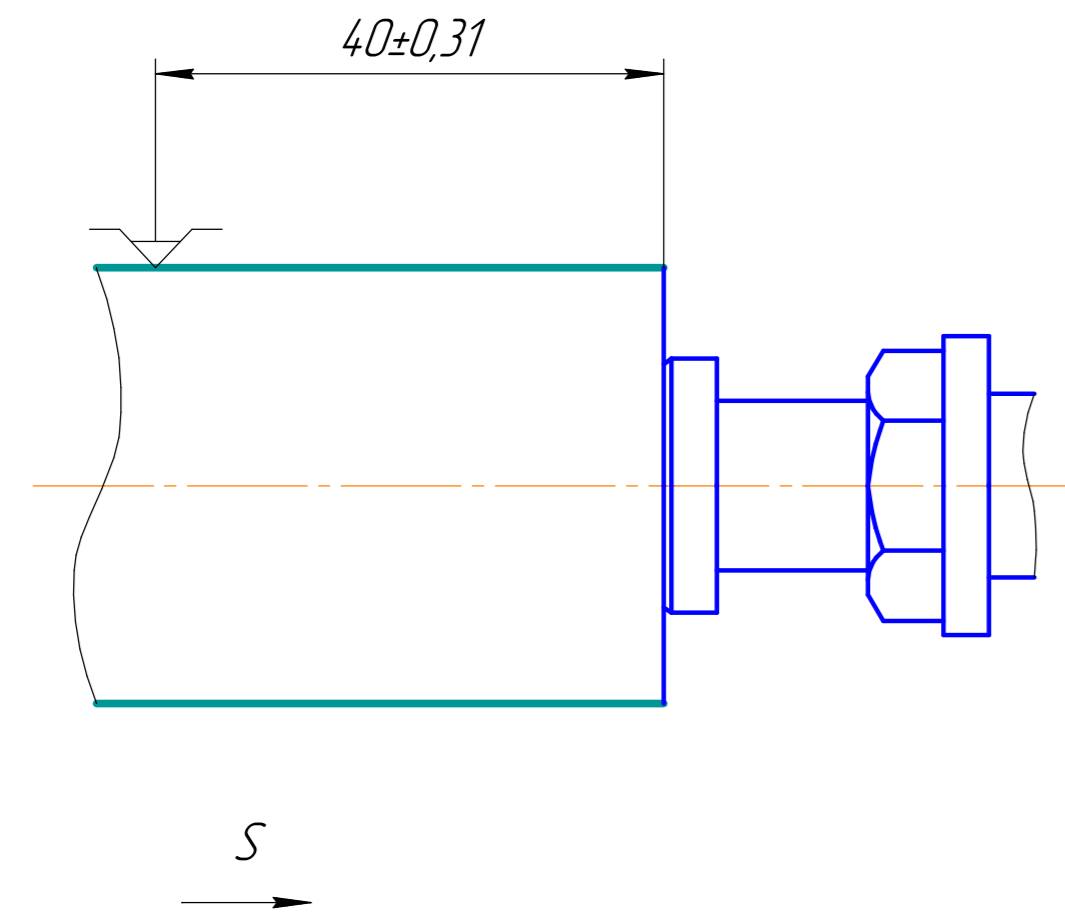
Б-Б



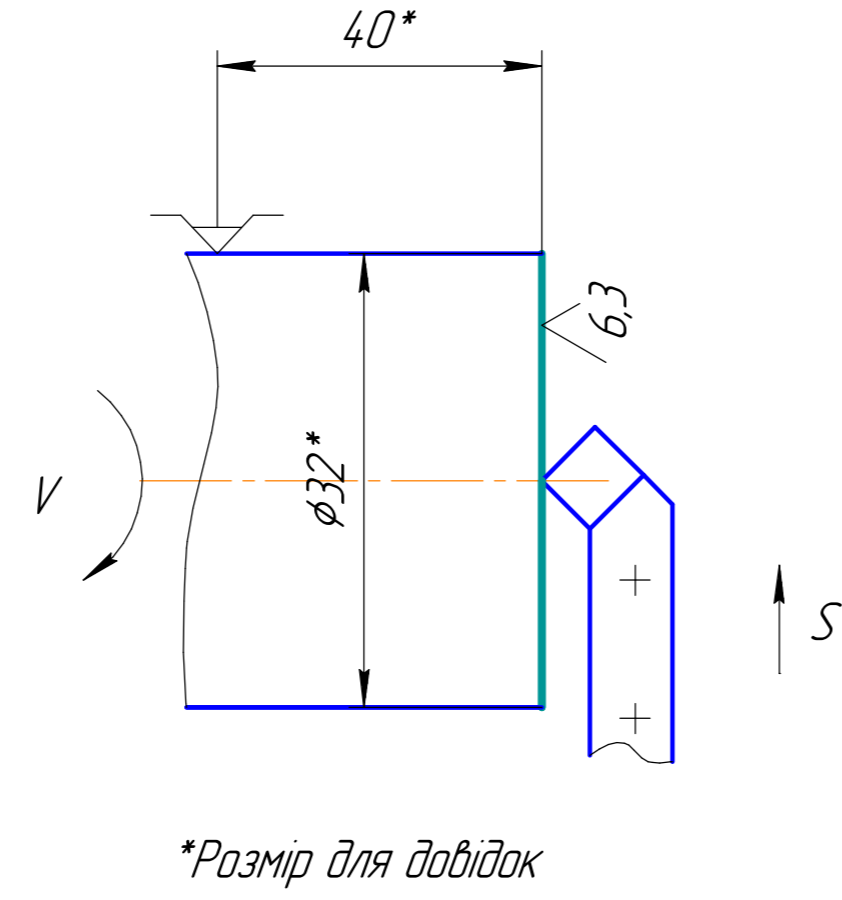
1. Твердість різальної частини - HRCз 62...65
2. Маркувати: φ12,5 Р6М5
3. Свердло повинно відповідати вимогам ГОСТ 4010-77

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

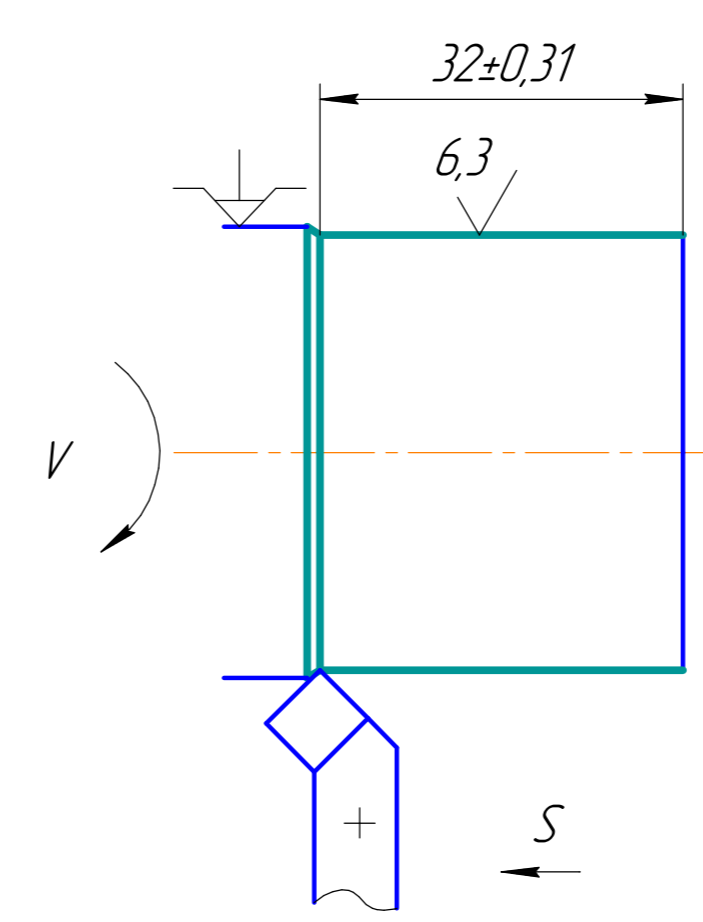
				<b>БР.ПМ-71.01.04.000</b>				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>Свердло спіральне</b>	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Свирида					Н	0,8	2,5:1
Пров.	Врюкало					Лист	Листов	1
Т.контр.								
Н.контр.					<b>Р6М5 ГОСТ19265-73</b>	<b>ПМЗ-19-1К</b>		
Утв.					Копировал			Формат А3



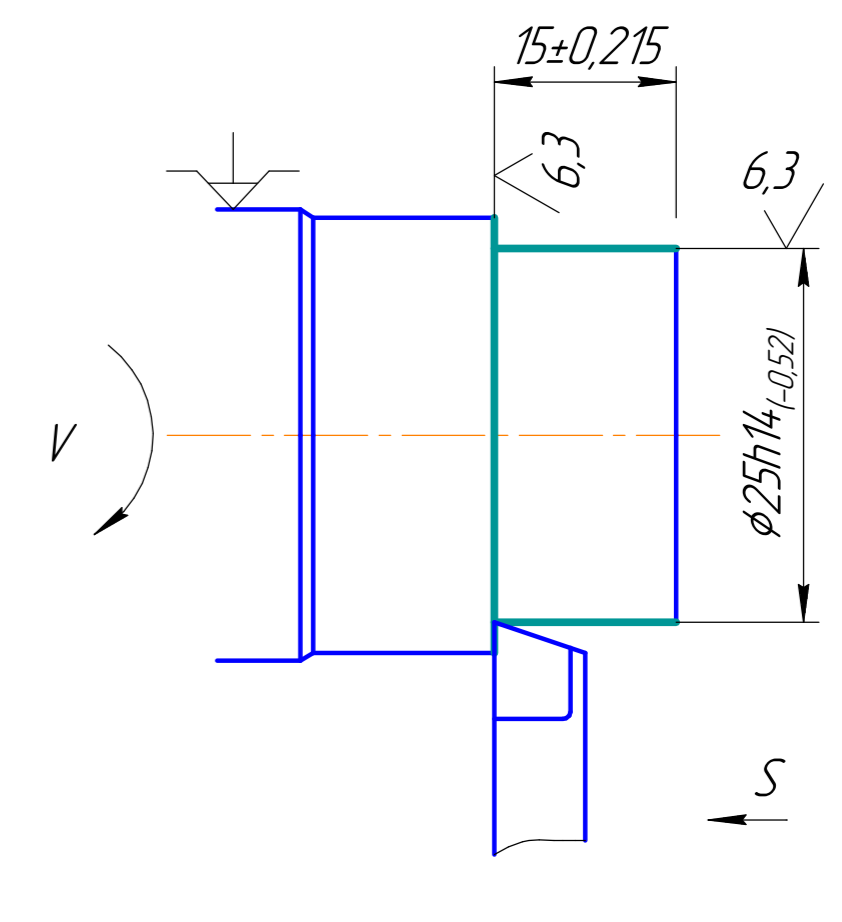
Операція №010 перехід А токарна верстат 1Г340  
Характеристика  
Подати прутак до упору на довжину 35 мм



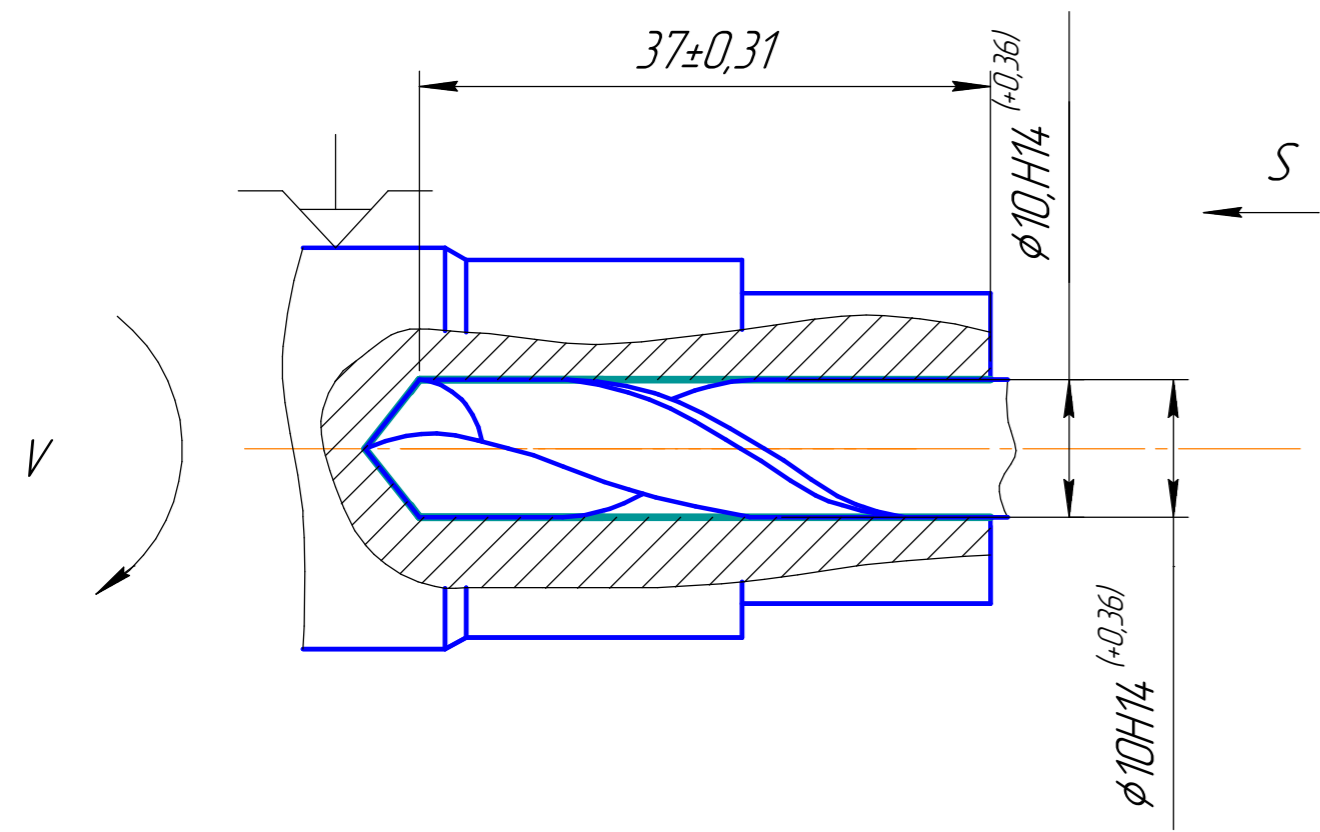
Операція №010 перехід 1 токарна верстат 1Г340  
Режими різання  
t, мм S, мм/об n, об/хв V, м/хв Lрх, мм Та, хв  
2,45 0,8 1120 130,54 16 0,05



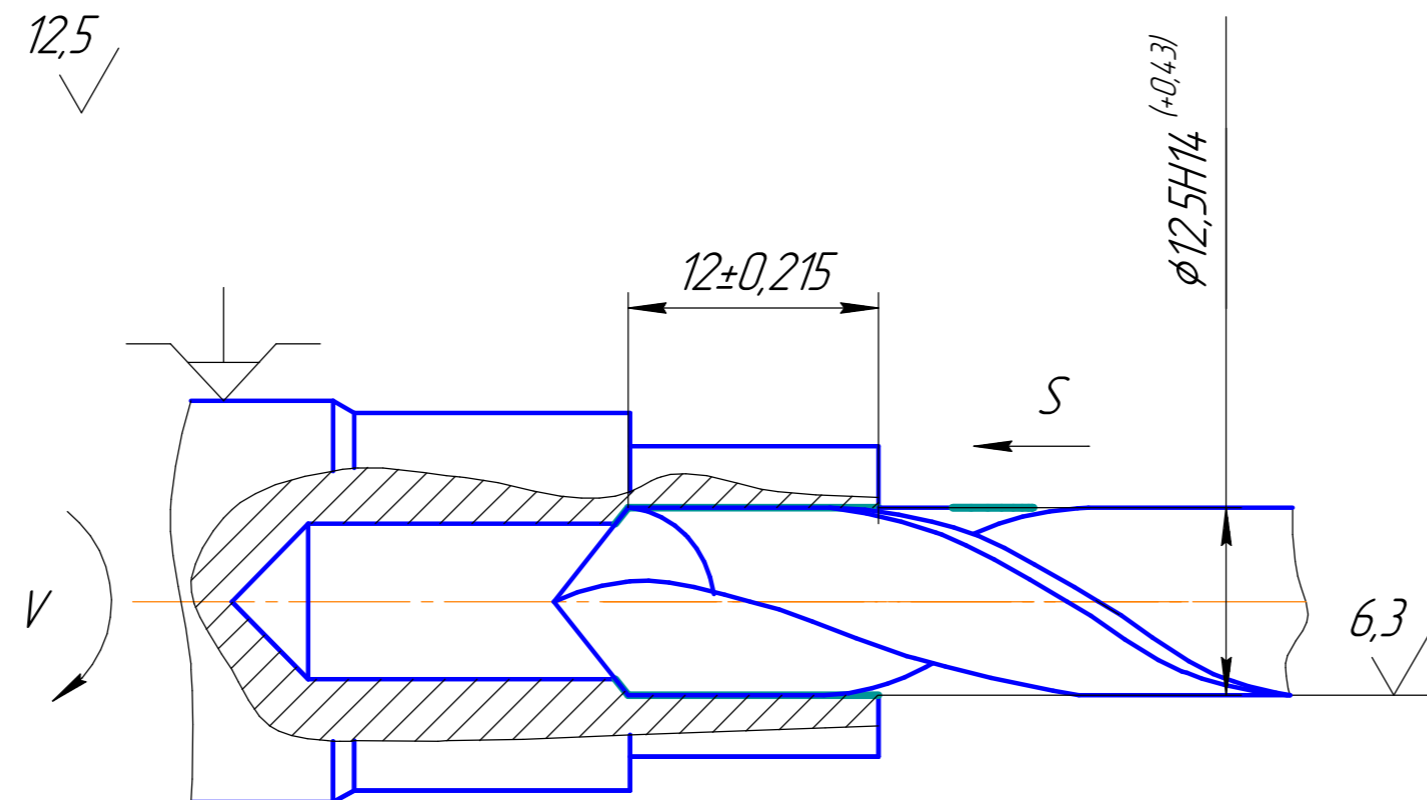
Операція №010 перехід 2 токарно-револьверний верстат 1Г340  
Режими різання  
t, мм S, мм/об n, об/хв V, м/хв Lрх, мм Та, хв  
0,5 0,58 1000 109,8 30 0,06



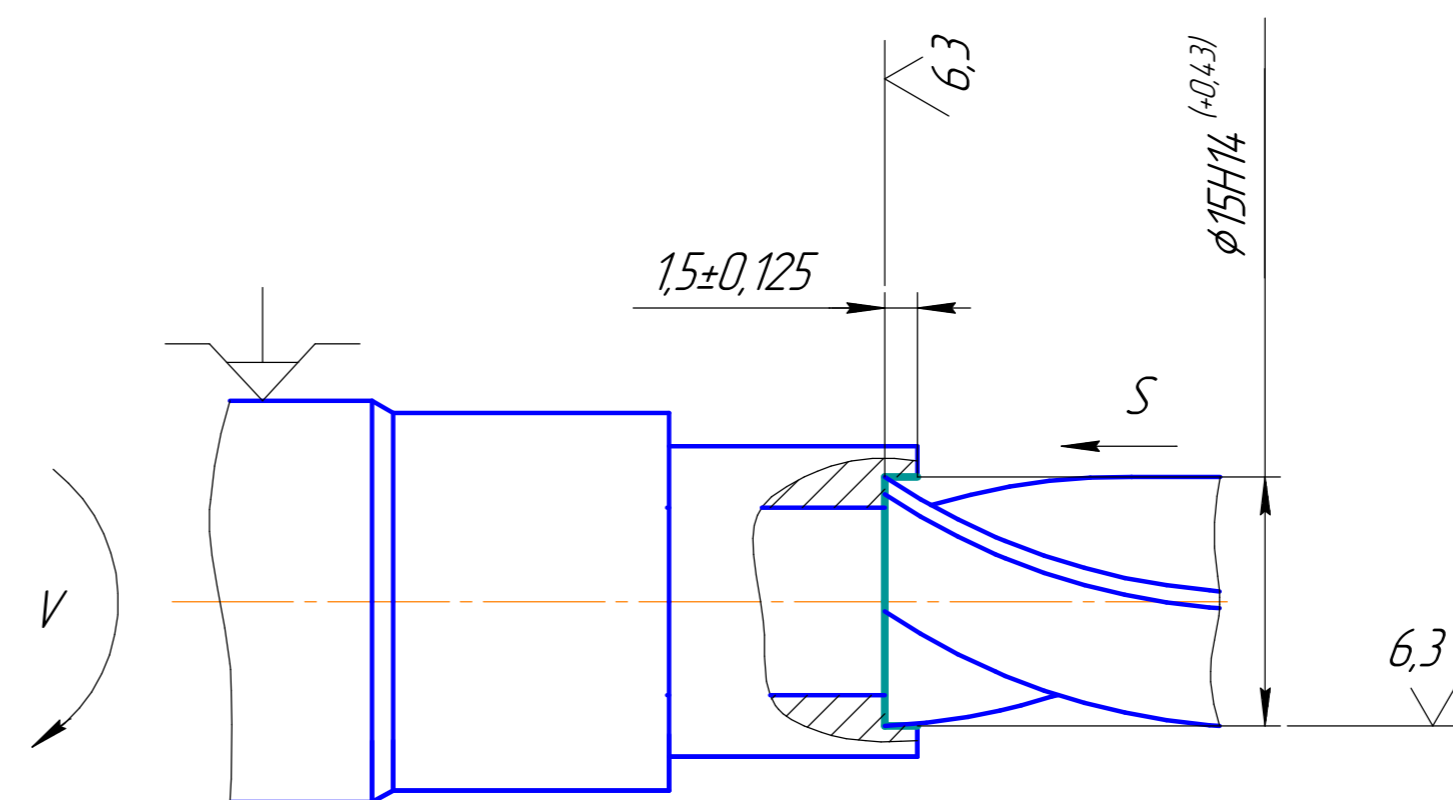
Операція №010 перехід 3 токарно-револьверний верстат 1Г340  
Режими різання  
t, мм S, мм/об n, об/хв V, м/хв Lрх, мм Та, хв i  
2,5 0,58 1000 110,1 15 0,031 1



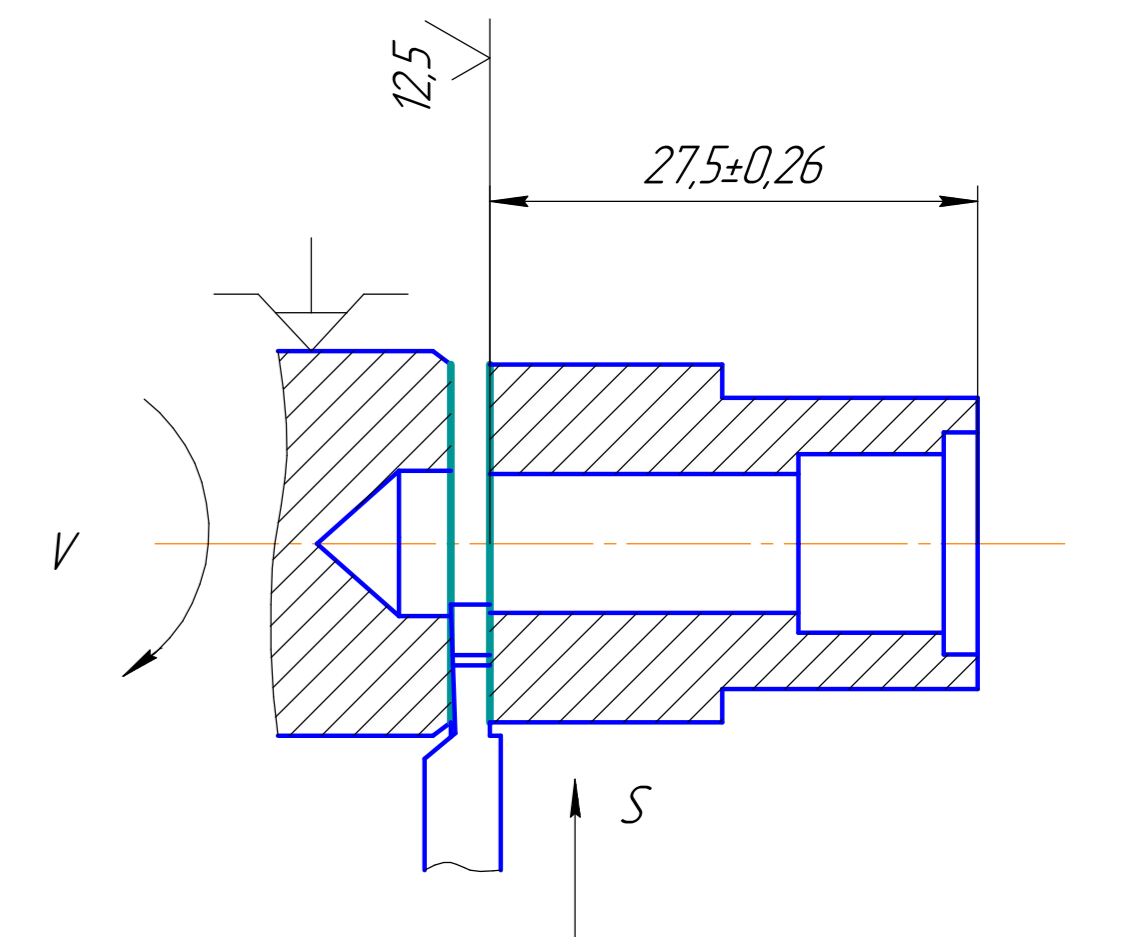
Операція №010 перехід 2 токарно-револьверний верстат 1Г340  
Режими різання  
t, мм S, мм/об n, об/хв V, м/хв Lрх, мм Та, хв  
5,365 0,18 630 21,8 30 0,29



Операція №010 перехід 5 токарно-револьверний верстат 1Г340  
Режими різання  
t, мм S, мм/об n, об/хв V, м/хв Lрх, мм Та, хв  
2,2 0,412 630 0,18 12 0,13



Операція №010 перехід 6 токарно-револьверний верстат 1Г340  
Режими різання  
t, мм S, мм/об n, об/хв V, м/хв Lрх, мм Та, хв  
2,5 0,412 1000 46,2 15 0,005



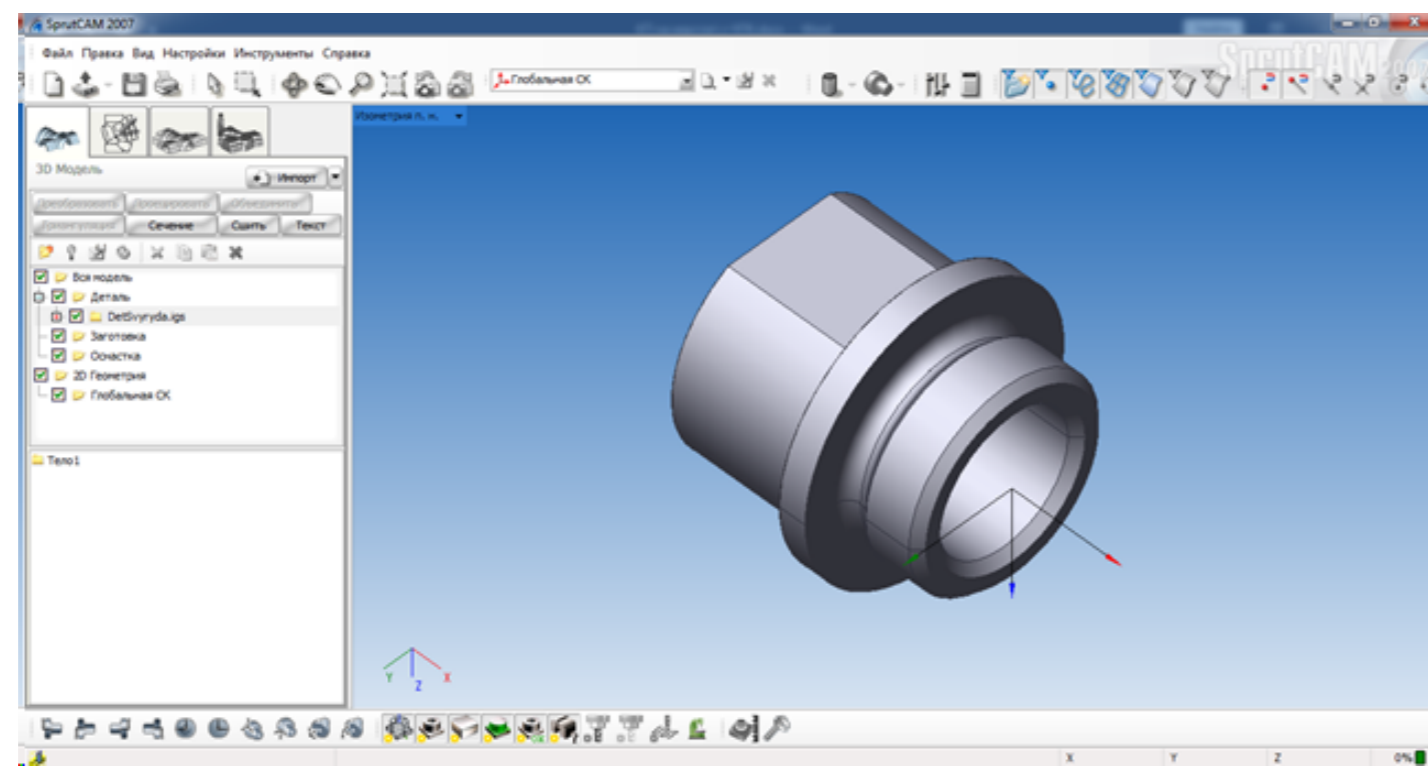
Операція №010 перехід 7 токарно-револьверний верстат 1Г340  
Режими різання  
t, мм S, мм/об n, об/хв V, м/хв Lрх, мм Та, хв  
3 0,125 800 81,95 10,65 0,119

БР.ПМ-71.02.00.000 СХ				Лит			Масса			Масштаб		
Карта налагодження				Н			-			1:1		
Лист				Листов			1			ПМз-19-1К		
Копіював				Формат			A1					

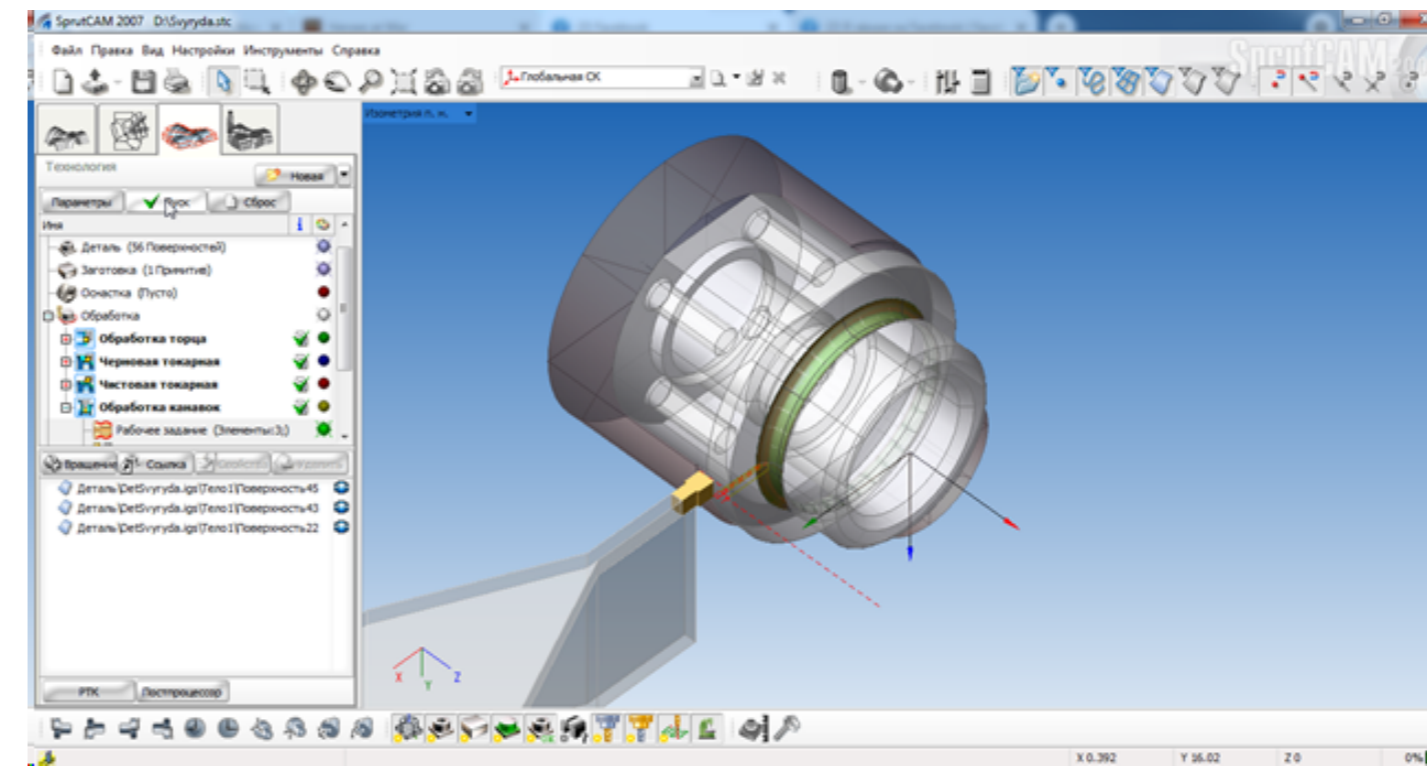
Лист № 1  
Лист № 2  
Лист № 3  
Лист № 4  
Лист № 5  
Лист № 6  
Лист № 7  
Лист № 8  
Лист № 9  
Лист № 10  
Лист № 11  
Лист № 12  
Лист № 13  
Лист № 14  
Лист № 15  
Лист № 16  
Лист № 17  
Лист № 18  
Лист № 19  
Лист № 20  
Лист № 21  
Лист № 22  
Лист № 23  
Лист № 24  
Лист № 25  
Лист № 26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



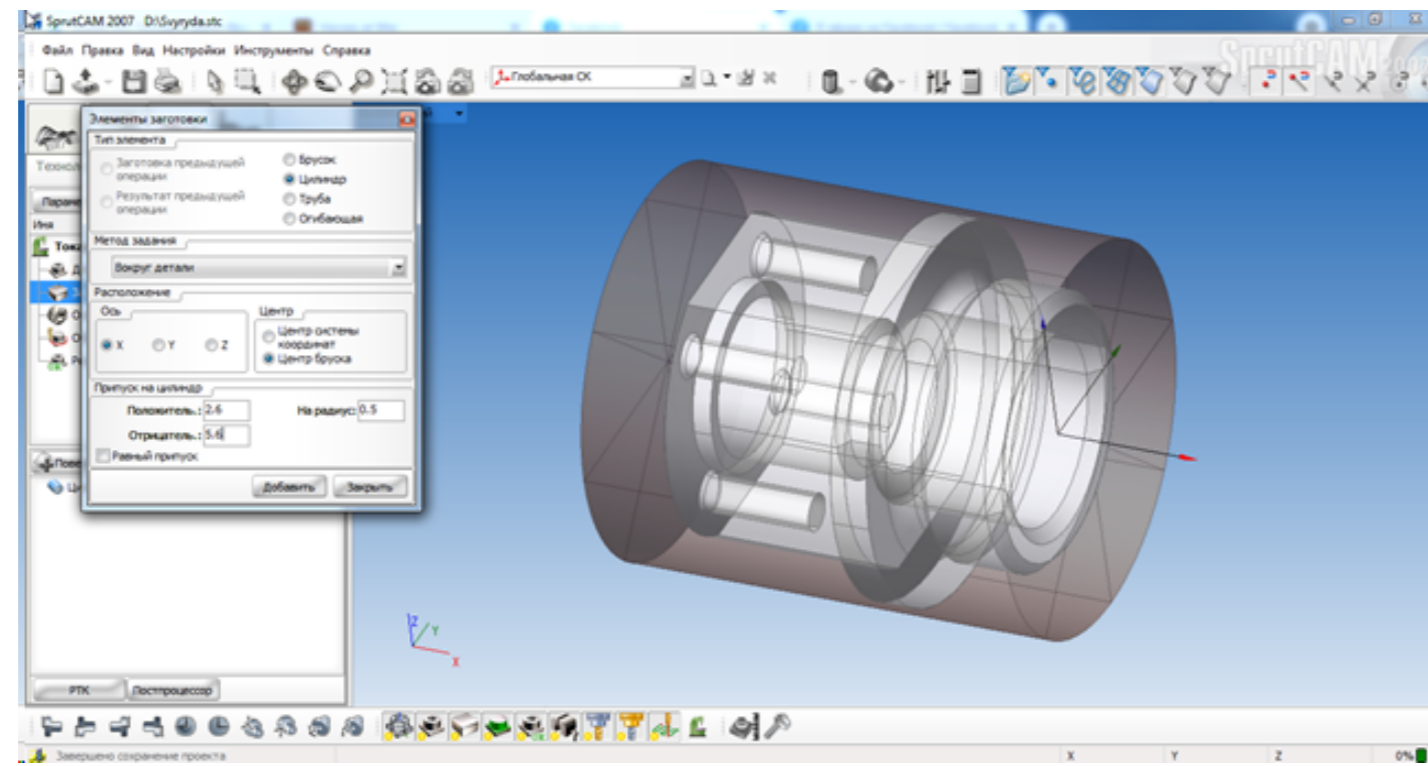




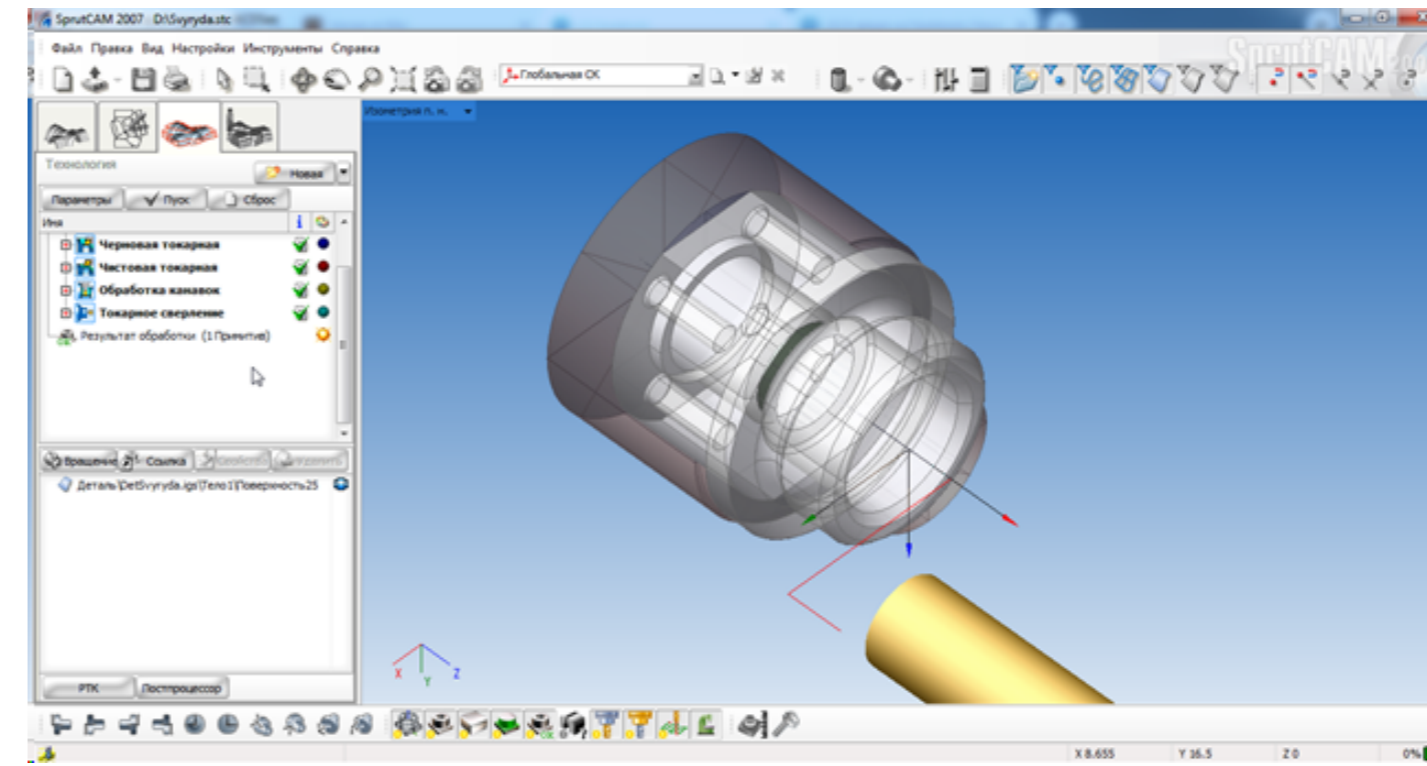
Тривимірна модель деталі



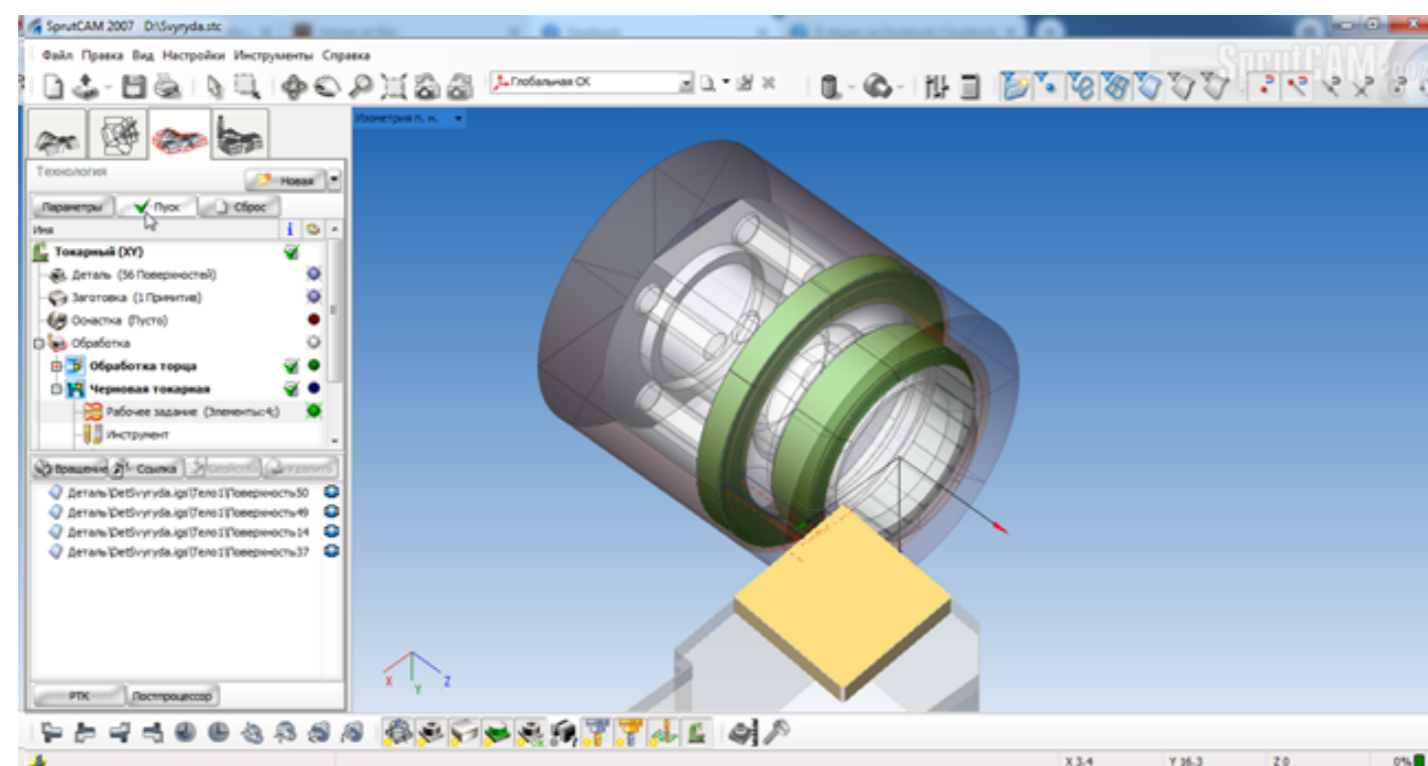
Проектування операції обробки канавок



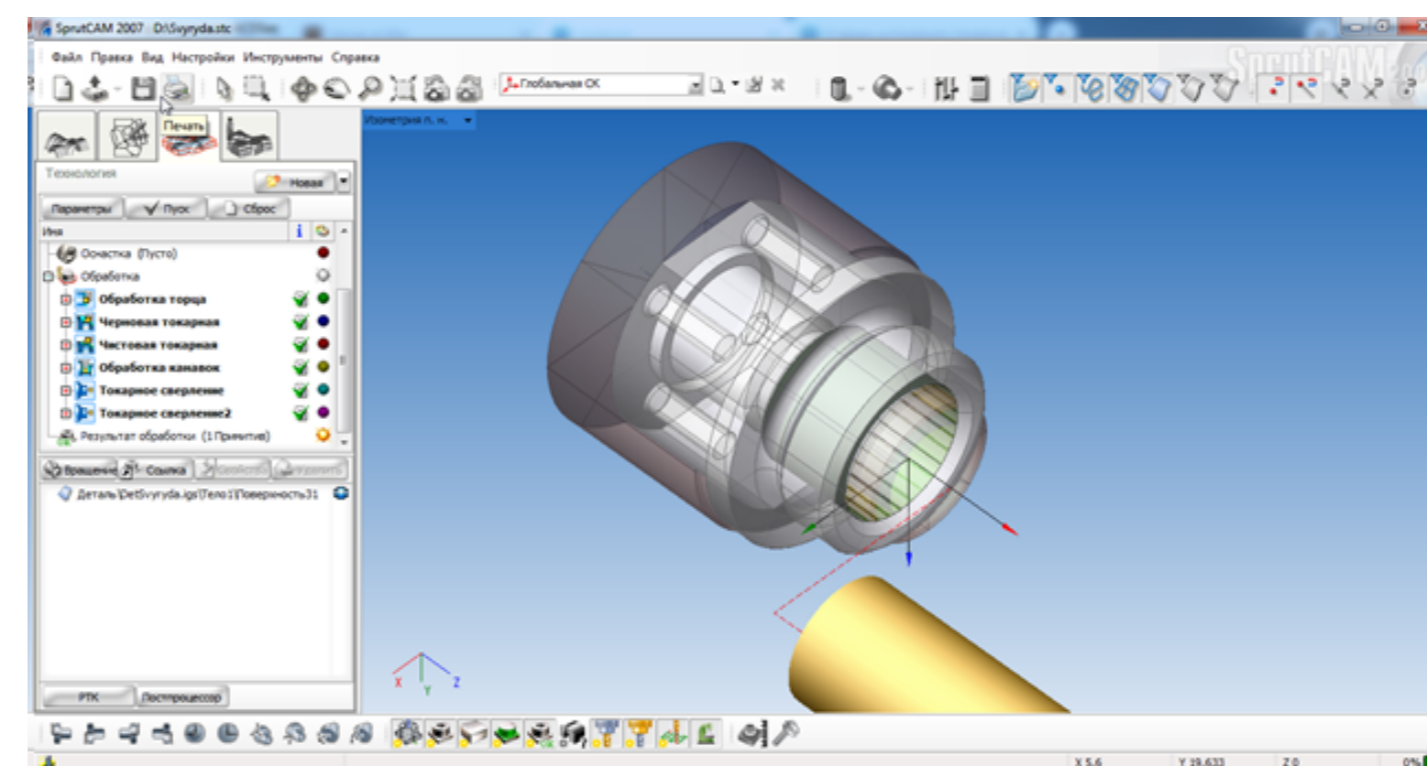
Автоматичне призначення заготовки



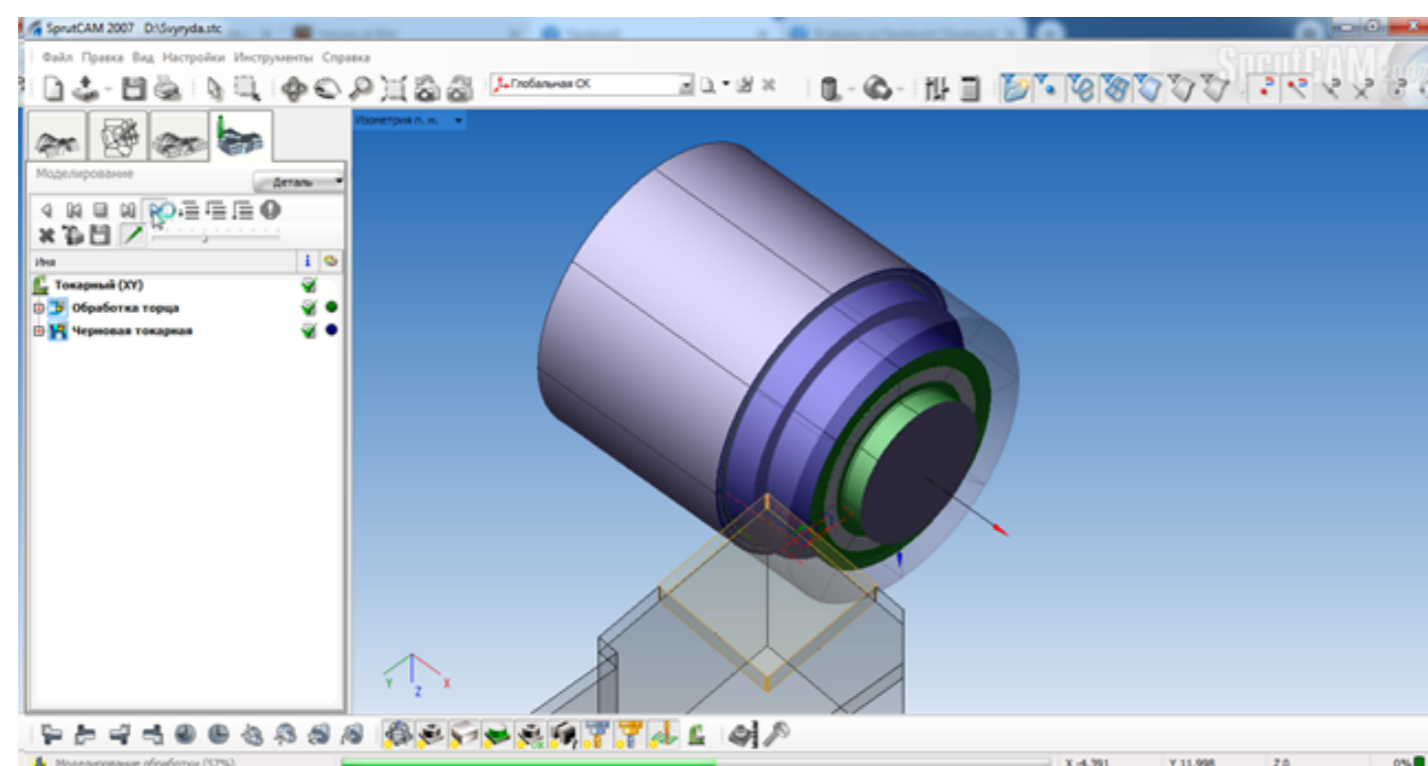
Проектування токарного свердління



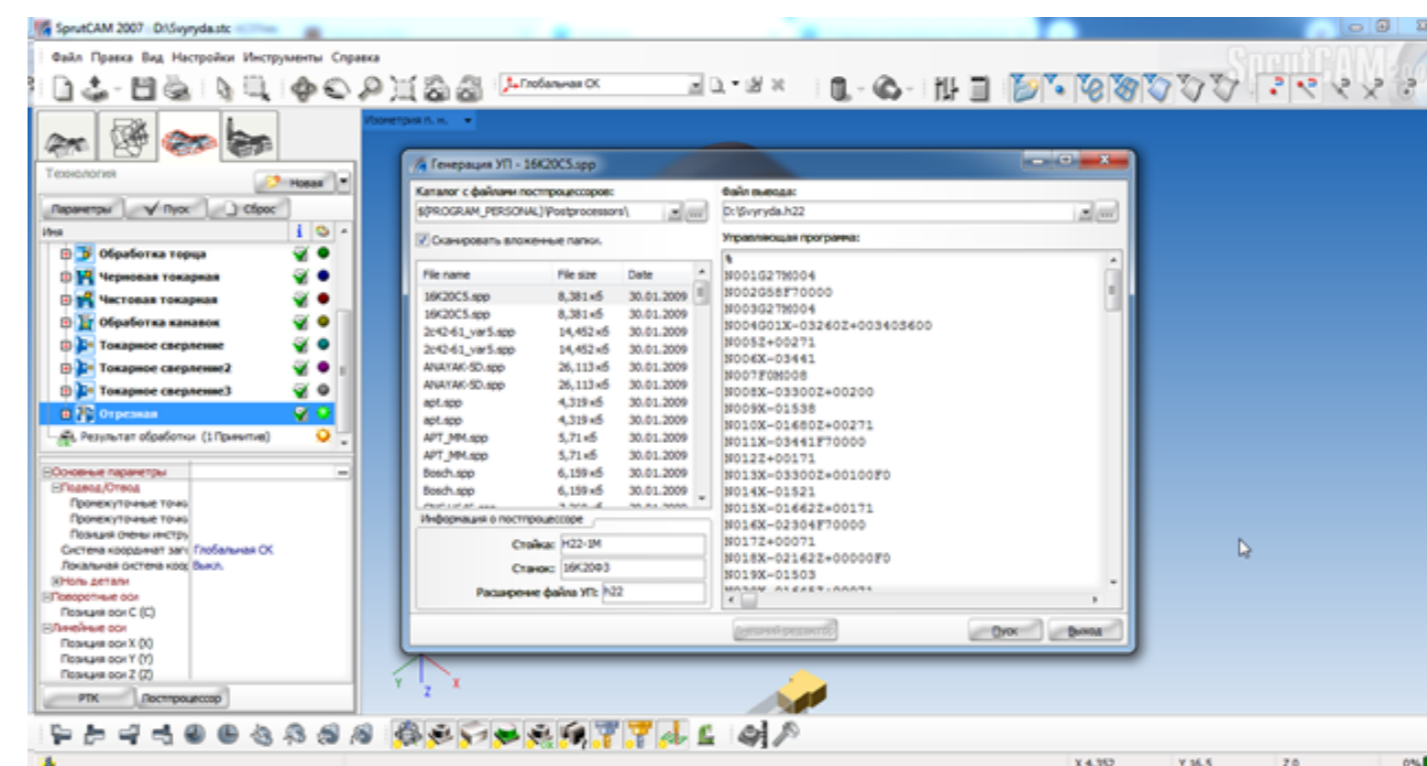
Проектування чорнкової токарної операції



Проектування операції зенкерування



Моделювання чорнкової токарної операції



Генерування КП для верстату з ЧПК

				БР.ПМ-71.05.00.000 СХ			
Взм. Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК		Лист	Масштаб
Разр.	Свід.					1:1	
Проб.	Вракоп.					Лист	Листов
Т.контр.						1	
Н.контр.						ПМЗ-19-1К	
Утв.						Копіював	
						Формат А1	

Лист № 1  
Стор. № 1  
Лист № 1  
Лист № 1  
Лист № 1

# Керуюча програма для верстату з ЧПК

%	N070Z-00800
N001G27M004	N071X-02170F0
N002G58F70000	N072X-02077
N003G27M004	N073X-02077
N004G01X-03260Z+00340S600	N074G02X-02071Z-00803I-00182K+00093
N005Z+00271	N075X-02065Z-00806I-00189K+00089
N006X-03441	N076X-02061Z-00808I-00196K+00086
N007F0M008	N077X-02051Z-00815I-00199K+00084
N008X-03300Z+00200	N078X-02048Z-00817I-00208K+00078
N009X-01538	N079X-02043Z-00821I-00212K+00075
N010X-01680Z+00271	N080X-02039Z-00823I-00218K+00071
N011X-03441F70000	N081X-02032Z-00830I-00221K+00069
N012Z+00171	N082X-02030Z-00831I-00229K+00061
N013X-03300Z+00100F0	N083G01X-03370F70000
N014X-01521	N084Z-00899
N015X-01662Z+00171	N085X-03451
N016X-02304F70000	N086X-03251
N017Z+00071	N087X-02251F0
N018X-02162Z+00000F0	N088X-02222
N019X-01503	N089X-02251
N020X-01645Z+00071	N090X-03451F70000
N021F70000	N091X-03251
N022Z+00199	N092Z-00900
N023X-02941	N093X-02251F0
N024F0	N094X-02249
N025X-02800Z+00128	N095G03X-02030Z-00831I-00011K-00130
N026Z-00900	N096G01X-03251F70000
N027X-02941Z-00829	N097Z-00808
N028Z+00181F70000	N098X-02251F0
N029X-02541	N099X-02062
N030X-02400Z+00110F0	N100G02X-02030Z-00831I-00198K+00084
N031Z-00900	N101G01X-03451F70000
N032X-02541Z-00829	N102X-03300
N033Z+00170F70000	N103G27T001S000M004
N034X-02141	N104X-04330Z+01260S300
N035X-02000Z+00100F0	N105Z+00560
N036Z-00012	N106X+00000
N037X-02141Z+00059	N107F0M008
N038F70000	N108Z-01797
N039Z+00131	N109Z+00560F10000
N040X-01998	N110F70000
N041F0	N111X-04330
N042X-01856Z+00060	N112G27T002S000M004
N043X-01998Z-00011	N113X-04700Z+01260S300
N044X-02188Z-00106	N114Z+00560
N045G03X-02200Z-00120I+00028K+00014	N115X+00000
N046G01Z-00896	N116F0M008
N047G02X-02260Z-00900I-00060K-00126	N117Z-01200
N048G01X-02960	N118Z+00560F10000
N049G03X-03000Z-00920K+00020	N119F70000
N050G01Z-01301	N120X-04700
N051X-03141Z-01230	N121G27T003S000M004
N052F70000	N122X-05300Z+01260S300
N053Z-00800	N123Z+00300
N054X-03400	N124X+00000
N055X-03200	N125F0M008
N056X-02200F0	N126Z-00491
N057X-02077	N127Z+00300F10000
N058X-02200	N128F70000
N059X-03200F70000	N129X-05300
N060Z-00888	N130G27T000S000M004
N061X-02200F0	N131X-03300Z+00950S600
N062X-02150	N132Z-03000
N063X-02171Z-00877	N133F1M008
N064X-03170F70000	N134X-03100
N065Z-00888	N135X+00040F0
N066X-02170F0	N136X-03300F1
N067X-02150	N137F70000
N068G03X-02030Z-00831I-00110K-00118	N138S000G25X+999999
N069G01X-03170F70000	N139G25Z+999999
	N140M002

БР.ПМ-71.05.00.000 СХ

Перв. примен.	Справ. №	Подп. и дата	Инд. № д/дн.	Взам. инд. №	Подп. и дата	Инд. № подл.
---------------	----------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

<b>БР.ПМ-71.05.00.000 СХ</b>						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК	
Разроб.	Свірида	Проб.	Врюкала			
Т.контр.					Лист	
Н.контр.					Листов	
Утв.					1	
					<b>ПМ3-19-1К</b>	
Копіював					Формат А2	