

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

Інститут інженерної механіки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Петришин Тадей Ігорович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.9
(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Технологія виготовлення деталі "Вал ПМК-17 00 010/22"

(назва роботи)

Прикладна механіка

(назва освітньої програми)

131- Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

Т.І. Петришин

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Шуляр І.О., доцент кафедри КМВ

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

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

професор

(посада)

(підпис)

(дата)

В.Г. Панчук

(ініціали та прізвище)

Рецензент

(посада)

(підпис)

(дата)

(ініціали та прізвище)

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

м. Івано-Франківськ-2022 рік

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної бакалаврської роботи: «Технологія виготовлення деталі “Вал ПМК-17 00 010/22”».

Розрахунково-пояснювальна записка: 35 сторінок, 20 рисунків, 9 таблиць, 17 посилань, 12 аркушів ф. А4 додатків.

Графічна частина: 4 аркуші формату А1.

Об’єкт дослідження – технологічний процес механічної обробки.

Предмет дослідження - деталь “Вал ПМК-17 00 010/22”.

Мета роботи – розробити технологічний процес виготовлення вала ПМК-17 00 010/22 відповідно до заданого типу виробництва. Для забезпечення виконання розробленої маршрутної технології підібрати різальний інструмент, сконструювати спеціальний верстатний пристрій для базування і закріплення деталі на одній з механообробних операцій та скласти керуючу програму для верстата з ЧПК.

Щоб досягти поставленої задачі проведено аналіз конструкції деталі на технологічність, її можливого функціонального призначення у виробі, призначено оптимальний спосіб отримання заготовки (штампування на ГKM) та по рекомендаціях технічної літератури сплановано маршрут механічної обробки відповідно заданому типу виробництва. Для закріплення деталі на вертикально-фрезерній операції 035 розроблено конструкцію пристрою та визначено силу затиску. В конструкторській частині також описано конструкцію різальних інструментів (токарних різців) та розраховано розміри контрольного інструмента (калібр-скоби). Для обробки на токарному верстаті з ЧПК розроблено керуючу програму. В додатках наведена уся необхідна технологічна документація.

Результати роботи можуть бути використані в машинобудівній галузі.

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

Студент: Петришин Т.І.

SUMMARY

qualifying bachelor's thesis: "Technology of manufacturing parts" Shaft ПМК-17-00 010/22 "".

Calculation and explanatory note: 35 pages, 20 figures, 9 tables, 17 references, 12 sheets f. A4 applications.

Graphic part: 4 sheets of A1 format.

The object of research is the technological process of machining.

Subject of research - detail "Shaft ПМК-17 00 010/22".

The purpose of the work - to develop the technological process of manufacturing the shaft ПМК-17 00 010/22 in accordance with the specified type of production. To ensure the implementation of the developed route technology, select a cutting tool, design a special machine tool for basing and fixing the part in one of the machining operations and compile a control program for the NSD machine.

To achieve this goal, the analysis of the design of the part for manufacturability, its possible functional purpose in the product, the optimal method of obtaining the workpiece (stamping on GKM) and the recommendations of the technical literature planned route machining according to the type of production. To fix the part on the vertical milling operation 035, the design of the device was developed and the clamping force was determined. The design part also describes the design of cutting tools (turning cutters) and calculates the dimensions of the control tool (caliber). A control program has been developed for machining on a NSD lathe. The appendices contain all the necessary technological documentation.

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

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

Student: Petrishin TI

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**

Петришину Тадею Ігоровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Технологія виготовлення деталі “ Вал ПМК-17 00 010/22”

керівник роботи Шуляр І.О., доцент кафедри КМВ

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “18”травня 2022 року № 130/2

2. Строк подання студентом роботи до 15.06.2022 р.

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

2. Тип виробництва - дрібносерійний

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

1. Конструкторсько-технологічний аналіз

2. Проектування технології виготовлення деталі

3. Проектування технологічної оснастки

4. Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК

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

1. Креслення деталі і заготовки

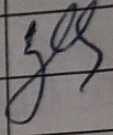
2. Карти технологічних налагоджень

3. Складальне креслення пристрою або вузла

4. Креслення технологічної оснастки

5. Автоматизована розробка керуючої програми для верстату з ЧПК

6. Консультанти розділів роботи

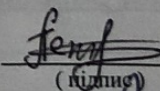
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
	Шуляр І.О., доцент кафедри КМВ		12.03.22

7. Дата видачі завдання 12 Березня 2022

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

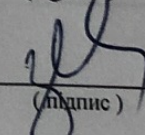
№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Конструкторсько-технологічний аналіз	27.03.2022	
2	Проектування технології виготовлення деталей	21.04.2022	
3	Проектування технологічної оснастки	20.05.2022	
4	Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК	03.06.2022	
5	Пояснювальна записка	12.06.2022	
6	Графічна частина	15.06.2022	

Студент


(підпис)

Петришин Т.І.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Шуляр І.О.
(прізвище та ініціали)

Зміст

Вступ

1 Технологічна частина

1.1 Опис призначення та аналіз технічних вимог до деталі

1.1.1 Опис призначення деталі і її функції у вузлі

1.1.2 Точність, шорсткість поверхонь і їх взаємне розміщення

1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

1.2.1 Методи обробки кожної поверхні для досягнення заданої точності і шорсткості

1.2.2 Аналіз можливостей механічної обробки

1.3 Визначення програми випуску деталей

1.4 Вибір способу отримання заготовки

1.5 Розробка маршруту обробки деталі

1.6 Призначення припусків на механічну обробку поверхонь

1.7 Розрахунок режимів різання і основного часу

1.8 Технічне нормування операцій

2. Конструкторська частина

2.1 Пристрій для механічної обробки

2.1.1 Опис роботи і принцип роботи пристрою

2.1.2 Розрахунок потрібної сили затиску заготовки в пристрої і параметрів приводу

2.2 Опис інструменту

2.2.1 Різальний інструмент

2.2.2 Контрольний інструмент

3 Проектування керуючої програми для верстата з ЧПК

Висновки

Перелік використаних джерел

Додатки

					БР.ПМ-17.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ Докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Петришин				Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	Шуляр						1	
Реценз.								
Н. Контр.	Шуляр							
Затверд.	Панчук							
						ІФНТУНГ	ПМ-18-1	

Вступ

Основою для економічного розвитку держави, та її економічної і політичної стабільності, є виробництво власної готової продукції, із власної сировини, яка б за якістю не поступалася закордонній, при цьому її ціна була дешевшою.

Досягненню таких цілей сприяє розвиток машинобудівної галузі, яка забезпечує матеріальну основу науково-технічного прогресу всіх галузей народного господарства. Використання прогресивних високопродуктивних методів обробки, методів зміцнення робочих поверхонь покращуючих ресурс роботи деталей, методів ефективного використання металооброблюваних верстатів, іншої нової техніки, застосування прогресивних форм організації та економіки виробничих процесів дозволить вирішити головні завдання: підвищення ефективності виробництва і якості продукції (високу точність, якість та міцність поверхонь деталей).

Ринкові відносини посилюють тенденцію випуску високоефективних машин і устаткування, оснащених роботизованими приладами та мікропроцесорами. В сучасних технологічних процесах передбачається: концентрація операцій з використанням багатоцільових верстатів, застосування комбінованого і високопродуктивного різального інструменту, використання багатошпindelних головок, застосування групової обробки.

Основні цілі проекту направлені на зниження працемісткості виготовлення і собівартості продукції за рахунок використання верстатів з ЧПК, швидкодіючих верстатних пристроїв, використання прогресивних напрямків розвитку технологічних методів і засобів механічної обробки деталей.

					БР.ПМ-17.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 Технологічна частина

1.1 Опис призначення та аналіз технічних вимог до деталі

1.1.1 Опис призначення деталі і її функції у вузлі

Дана деталь, зважаючи на її конструкцію може використовуватися як проміжна деталь в редукторі (котра передає обертовий рух з одного зубчатого колеса на інше, змінюючи частоту обертання вала на виході). Така деталь є досить відповідальною у вузлі. Зважаючи на це, дана деталь повинна мати хороші конструкційні характеристики: міцність та зносостійкість.

Хімічний склад та механічні властивості приведені в таблиці 1.1 та 1.2.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі 45 ГОСТ 1050-88

C	Si	Mn	S	P	Ni	Cr
			Не більше			
0,42–0,50	0,17–0,37	0,50-0,80	0,045	0,045	0,30	0,30

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі 45ГОСТ 1050-88

σ _T , кг/мм ²	σ _{вр} , кг/мм ²	δ ₅ , %	ψ, %	ρ, кг/м ³	α _н , кГс/см ²	НВ (не більше)	
						гарячекатана	відпалена
не менше							
36	61	16	40	7810	5	241	197

1.1.2 Точність, шорсткість поверхонь і їх взаємне розміщення

Вимоги точності та якості поверхонь зобразимо в вигляді таблиці 1.3 [3, с.80]

Таблиця 1.3 - Точність, шорсткість поверхонь і їх взаємне розміщення

№ поверхонь	Розмір, який зв'язує поверхні	Точність розміру, допустимі відхилення від правильності форми і взаємного розміщення поверхонь	Шорсткість Ra
1-20	140	h14(-,1)	6,3
2, 9, 19	3x45 ⁰	(±0,2)	6,3
3, 18	∅35	k6(+0,018 +0,002)	1,6
4, 21, 23	1,5x45 ⁰	(±0,2)	6,3
5-6, 16-17	3x∅32	h14(-,0,62)	6,3
7, 15	∅40	h14(-,0,62)	6,3
8	44	h14(-,0,62)	6,3
10	∅68	h14(-,0,74)	6,3
11	82	h14(-,0,87)	6,3
12	∅52x3	h14(-,0,74)	6,3
13	∅55	n6(+0,039 +0,02)	0,8
14	45	h14(-,0,62)	6,3
22	6x16x28	H12(+0,12), P9(-0,018 -0,061), H15(+0,84)	6,3

									Арк.	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-17.00.000 ПЗ					

1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

1.2.1 Методи обробки кожної поверхні для досягнення заданої точності і шорсткості

Згідно літературних джерел [7, ст.28, $L/d > 2 = 140/68 = 2,06 > 2$] дана деталь відноситься до класу вали, підклас 1 – гладкі і ступінчасті вали, і ця ж література [7, с. 34 ... 39] пропонує такі методи обробки, їх занесемо у таблицю 1.4.

Таблиця 1.4 - Методи досягнення заданої точності і шорсткості поверхонь деталі

№ поверхні	Розмір, точність та шорсткість поверхні	Види обробки	Тип верстату
1, 20	140 h14 Ra12,5	Точіння чорнове	Токарний
2, 9, 19	3x45 ⁰ Ra6,3	Точіння чорнове	Токарний
3, 18	Ø35k6 Ra1,6	Точіння: чорнове, напів-чистове, чистове Чистове шліфування	Токарний Шліфувальний
4, 5 і 6, 16, 17 і 21 11, 12 і 23	Ø32 h14 Ra6,3 Ø52 h14, Ra 6,3	Точіння чорнове	Токарний
7, 15	Ø40 h14 Ra6,3	Точіння чорнове	Токарний
10	Ø68 h14 Ra6,3	Точіння чорнове	Токарний
11, 20	82 h14 Ra 6,3	Точіння чорнове	Токарний
13	Ø55n6 Ra 0,8	Точіння: чорнове, напів-чистове, чистове Чистове шліфування	Токарний Шліфувальний
14, 20	45 h14 Ra 6,3	Точіння чорнове	Токарний
16, 20	24 h14 Ra 6,3	Точіння чорнове	Токарний
22	6H12x16P9x28H15 Ra 6,3	Фрезерування	Фрезерний

					БР.ПМ-17.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2.2 Аналіз можливостей механічної обробки

Точність та якість більшості поверхонь деталі є не висока, окрім поверхонь 3, 13 і 18, до яких ставляться найвищі вимоги щодо точності та якості поверхонь.

Отримати точність та якість цих поверхонь відповідно $\text{Ø}35\text{k}6$, $\text{Ra } 1,6$, $\text{Ø}55\text{n}6$, $\text{Ra } 0,8$, та $\text{Ø}35\text{k}6$, $\text{Ra } 1,6$ досить легко, оскільки при її обробці немає перешкод ріжучому інструменту (поверхні є відкритими, з технологічними канавками для виходу різального інструменту), матеріал деталі легко піддається механічній обробці (точінню, шліфуванню та фрезеруванню). Отримати поверхню 22 – шпонковий паз (6Н12х16Р9х28Н15, $\text{Ra}6,3$) теж легко, оскільки особливих вимог до деталі не ставиться. Решта поверхонь є легко оброблюваними і відкритими. Дана деталь не вимагає в мехобробці залучення спеціального різального інструменту та обладнання. Конструкція деталі та матеріал дозволяє застосовувати прогресивні методи обробки та режими різання і не вимагає застосування спеціального та спеціалізованого обладнання, а навпаки дозволяє застосувати універсальне обладнання для їх отримання.

Проведемо аналіз деталі на жорсткість, щоб знати чи допускає жорсткість вала одержання високої точності обробки, вал вважається не жорстким при співвідношенні $l:d > 10 \dots 12$ [1, с. 10]. Отже, для нашого валу маємо $l:d = 140/35 = 4$, як бачимо жорсткість валу дозволяє одержання високої точності обробки.

					БР.ПМ-17.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Визначення програми випуску деталей

Основою для проектування цеху є його виробнича програма, яка складається згідно виробничої програми підприємства.

Тип виробництва, як найбільш загальна організаційно-технічна характеристика виробництва, визначається рівнем спеціалізації робочих місць, номенклатурою об'єктів виробництва, формою переміщення виробів по робочих місцях. Рівень спеціалізації робочих місць характеризується коефіцієнтом закріплення операцій, тобто кількістю різних операцій що виконуються на одному робочому місці протягом місяця.

Поділ серійного виробництва на дрібно-, середньо- та велико серійне є умовний. У різних галузях машинобудування при однаковій кількості в серії машин, що випускаються, але розмірах, складності і трудомісткості виробництво може належати до різних типів. Великосерійне виробництво наближається до масового, дрібносерійне до одиничного. За типом виробництва, що переважає, визначається тип дільниці, цеху та заводу в цілому.

В залежності від типу виробництва, характеру продукції, що випускається і стадії проектування виробнича програма може бути точною, приведеною і умовною. Для серійного типу виробництва програма представляє собою відомість, яка включає повний перелік деталей, які повинні обробитись в даному цеху, з вказанням їх кількості, матеріалу та маси.

Програма випуску згідно ГОСТ 14.004-83 - це предмети праці одної назви і типорозміру, які запускаються в обробку на протязі певного інтервалу часу, при одному і тому ж підготовчо-заключному часі на операцію.

Згідно завдання: тип виробництва – дрібносерійний,

маса деталі – 4,76 кг.

Оскільки ми не маємо норм часу на виготовлення вала то річну програму випуску приймаємо приблизно, користуючись нормативами. Отже, згідно [5, табл.

					БР.ПМ-17.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1] $N=1000 - 5000$ шт. (маса деталі $m < 20$ кг, тип виробництва – дрібносерійний), згідно завдання приймаємо середнє значення $N=2500$ шт.

Розмір партії запуску визначаємо за формулою:

$$n = N \cdot a / F,$$

де F – число робочих днів у році, в 2022 році в Україні $F=249$ днів.

a – число днів на, які необхідно мати запас деталей, приймаємо $a=6$ днів;

$$n = 2500 \cdot 6 / 249 = 60,2 \text{ шт.}$$

Приймаємо 60 деталей.

Уточнимо річну програму випуску:

$$N = n \cdot F / a = 60 \cdot 249 / 6 = 2490 \text{ штук.}$$

1.4 Вибір способу отримання заготовки

На вибір способу отримання заготовки впливає: матеріал деталі, її форма та розміри, тип виробництва. Форма заготовки повинна бути найбільш наближеною по формі до деталі, що дозволить зменшити розхід матеріалу, витрати на мехобробку чим зменшить собівартість самої деталі.

Основними способами для отримання заготовок деталей типу ступінчаті вали є: прокат, ковальсько-пресові способи, трубний прокат, листове штампування з тонколистового прокату, комбінований спосіб – різання прокату і зварювання, методи порошкової металургії, ливарні способи [4, ст. 51]. Отже, оберемо один найбільш раціональний із цих способів метод отримання заготовки для нашої деталі, зважаючи на її конструктивні особливості, тип виробництва та матеріал.

Конструкція деталі проста, деталь має 4 ступені різних діаметрів. Величина діаметра збільшується від торця до середини $\varnothing 35k6$, $\varnothing 40$, $\varnothing 55n6$, $\varnothing 68$, а потім спадає $\varnothing 40$, $\varnothing 35k6$.

Тип виробництва дрібносерійний (річна програма випуску 750 штук) не вимагає високого коефіцієнта використання матеріалу.

Матеріал деталі сталь 45 має непогані ливарні властивості, легко піддається обробці тиском та різанням.

					БР.ПМ-17.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отже, зважаючи на описані особливості деталі, заготовка може бути отримана литвом, ковальсько-пресовим способом або з прокату.

Розглянемо ці методи отримання заготовки.

Прокат. Штучна заготовка з прокату матиме розміри: $d \times L = 70 \times 145$. до довжини деталі $L = 140$ мм додаємо припуск на сторону для підрізання торця. Припуск дорівнює 2,5 мм.

Визначимо коефіцієнт використання матеріалу для заготовки з прокату.

$$K_{вм} = \frac{m_{\partial}}{m_3},$$

Отже знайдемо масу заготовки з прокату:

$$m_{зп} = V_{зп} \times \rho_m,$$

де $V_{зп}$ – об'єм заготовки з прокату,

ρ_m – густина матеріалу (сталь 45 ГОСТ 1050-88), $\rho_m = 7810 \text{ кг/м}^3$.

$$V_{зп} = \frac{\pi d^2}{4} L = \frac{3,14 \cdot 70^2}{4} 145 = 557742,5 \text{ мм}^3 = 0,0005577425 \text{ м}^3.$$

$$m_{зп} = 0,0005577425 \times 7810 = 4,36 \text{ кг.}$$

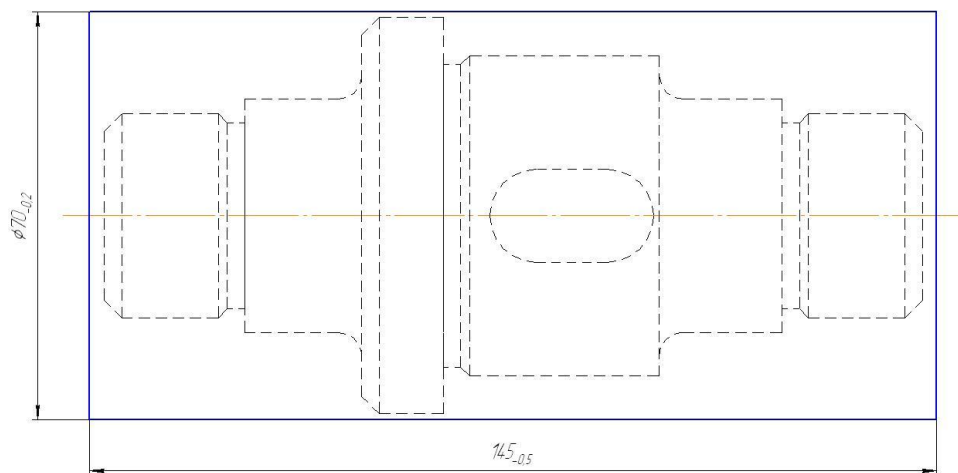


Рисунок 1.2 – Ескіз штучної заготовки з прокату.

Оскільки маса заготовки по розрахунках більша маси деталі що вказана на кресленні то перерахуємо масу деталі.

Визначимо приблизну масу деталі за формулою:

$$m_{\partial} = V_{\partial} \times \rho_m,$$

$$V_{\partial} = 2V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5,$$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-17.00.000 ПЗ					

де V_1, V_2, V_3, V_4, V_5 - об'єми елементарних фігур, з яких складається деталь.

$$V_0 = \frac{\pi}{4} (2 \cdot 35^2 \cdot 24 + 40^2 \cdot 20 + 68^2 \cdot 14 + 55^2 \cdot 37 + 40^2 \cdot 21) =$$

$$= 0,785(58800 + 32000 + 64736 + 111925 + 33600) = 236332,885 \text{ мм}^3$$

$m_0 = 0,000236332885 \times 7810 = 1,85 \text{ кг}$, отже в штампі на кресленні опечатка і відкинувши не враховані об'єми ми отримаємо масу деталі рівну $m_d = 1,76 \text{ кг}$.

Отже $K_{вм} = \frac{1,76}{4,36} = 0,4$, як бачимо коефіцієнт використання матеріалу є низький, рекомендується приймати до уваги той метод який дає коефіцієнт використання матеріалу більше 0,5.

Вилівок. Для одиничного та дрібносерійного виробництва, для деталей класу вали пропонують використовувати литво в пісчано-глинисті форми. Тож розглянемо заготовку отриману литвом в пісчано-глинисті форми з машинною формовкою.

Клас точності розмірів та мас – 7...13т, ряд припусків – 3...6 [7, с. 11, табл. 2.3], приймаємо клас точності розмірів – 10, ряд припусків – 5. Формувальні ухили – 1^0 , ливарні радіуси заокруглень та радіуси галтелей – 4 мм.

Таблиця 1.5 – Значення допусків, припусків та розмірів заготовки згідно [7, с.19,21, табл. 2.7 та 2.8].

Розмір деталі,	Ø35	Ø40	Ø55	Ø68	140	24	45
Допуск, мм	2,2	2,2	2,4	2,4	3,2	2,0	2,4
Припуск на сторону, мм табличне прийняте	4,6...5,5 5	4,6...5,5 5	4,6...5,5 5	4,6...5,5 5	5,5...7,0 6	4,2...5,0 4,5	4,6...5,5 5
Розмір заготовки, мм	Ø45(±1,1)	Ø50(±1,1)	65(±1,2)	78(±1,2)	152(±1,6)	25,5(±1,0)	Ø48(±0,8)

Продовження таблиці 1.5.

Розмір деталі,	44	82
Допуск, мм	2,4	2,8
Припуск на сторону, мм табличне прийняте	4,6...5,5 5	5,0...6,5 5,5
Розмір заготовки, мм	Ø102,2(±1)	Ø74,2(±1)

					БР.ПМ-17.00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Конфігурація поверхні рознімання штампу – П – плоска, допустима величина зміщення по поверхні рознімання штампу – 0,6 мм [7, с. 45, табл. 3.8].

Штампувальні ухили приймаємо: для зовнішніх поверхонь $-0^{\circ}30'$, для внутрішніх - 1° [6, с. 121, табл. 5.10]. Штампувальні радіуси заокруглень – 2,5 мм [6, с. 122, табл. 5.11].

Згідно [6, с. 116, рис. 5.21] вихідний індекс заготовки рівний 11.

Таблиця 1.6 – Значення припусків, допусків та розмірів поковки згідно [6, с.119,120, табл. 5.8 і 5.9].

Розмір деталі, мм	Ø35	Ø40	Ø55	Ø68	140
Припуск на сторону, мм табличне	1,8	2,0	2,0	1,8	1,4
Допуск, мм	1,6 ^(+1,1) _(-0,5)	1,6 ^(+1,1) _(-0,5)	2,0 ^(+1,3) _(-0,7)	2,0 ^(+1,3) _(-0,7)	2,2 ^(+1,4) _(-0,8)
Розмір заготовки, мм	Ø38,6 ^(+1,1) _(-0,5)	Ø44 ^(+1,1) _(-0,5)	Ø59 ^(+1,3) _(-0,7)	Ø71,6 ^(+1,3) _(-0,7)	142,8 ^(+1,4) _(-0,8)

Продовження таблиці 1.6.

Розмір деталі, мм	24	45	44	82
Припуск на сторону, мм табличне	1,2	1,3	1,3	1,3
Допуск, мм	1,6 ^(+1,1) _(-0,5)	2,0 ^(+1,3) _(-0,7)	2,0 ^(+1,3) _(-0,7)	2,0 ^(+1,3) _(-0,7)
Розмір заготовки, мм	Ø24,2 ^(+1,1) _(-0,5)	Ø45,1 ^(+1,3) _(-0,7)	44,1 ^(+1,3) _(-0,7)	82,1 ^(+1,3) _(-0,7)

Ескіз заготовки для приблизних розрахунків див. рис. 4.

$$V_n = 2Vn_1 + Vn_2 + Vn_3 + Vn_4 + Vn_5,$$

$$V_v = \frac{\pi}{4} (2 \cdot 38,6^2 \cdot 24,2 + 44^2 \cdot 19,9 + 71,6^2 \cdot 16,6 + 59^2 \cdot 37 + 44^2 \cdot 20,9) =$$

$$= 0,785(72114 + 38526,4 + 85100,9 + 128797 + 40462,4) = 286525,55 \text{ мм}^3$$

$$m_v = 0,00028652555 \times 7810 = 2,24 \text{ кг.}$$

					БР.ПМ-17.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

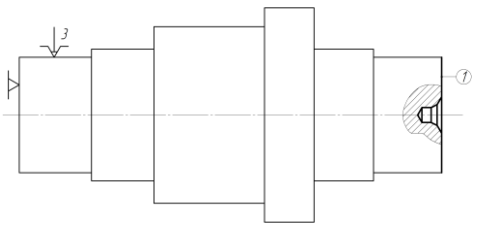
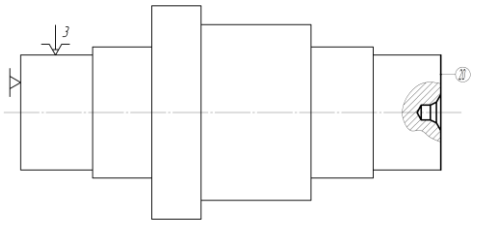
1.5 Розробка маршруту обробки деталі

Дрібносерійне виробництво відноситься до серійного проте воно є більш наближене до одиничного, тому воно є універсальне, тобто охоплює різнохарактерні типи виробів, отже воно повинно бути дуже гнучким і пристосоване для виконання різновидних завдань. Технологічний процес виготовлення деталей має щільний характер: на одному верстаті виконується декілька операцій і часто може виконуватися повна обробка деталі, різної конструкції та з різних матеріалів.

Пристрої та ріжучий інструмент теж є універсальними.

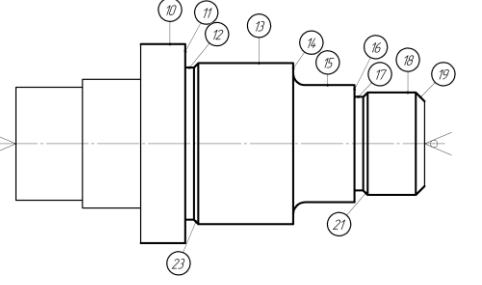
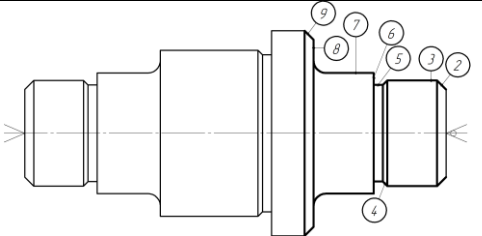
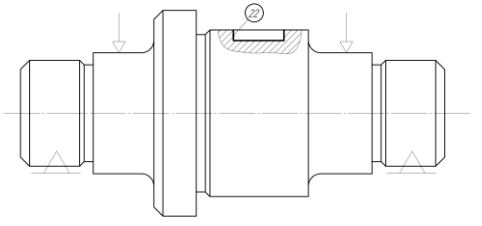
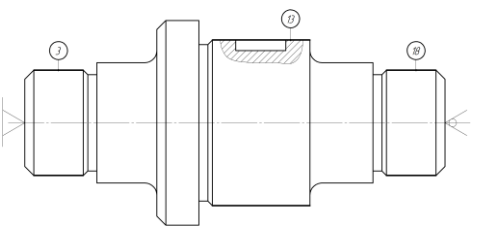
Отже на основі проведеного аналізу технологічності конструкції деталі та назначеного способу отримання заготовки, та рекомендацій [4, с.34; 9, с.410] розробимо маршрут виготовлення ступінчастого вала ПМК-17 00 010/22.

Таблиця 1.7 – Проектний технологічний процес виготовлення вала.

№ оп.	Назва та зміст операції	Обладнання	Схема базування
1	2	3	4
005	Заготівельна	-	-
010	Термообробка Нормалізація.	-	-
015	Токарно-гвинторізна 1. Підрізати торець1. 2. Свердлити центровочний отвір.	ТГВ мод. 16К20 Патрон трьохкулачковий самоцентруючий ГОСТ 2675-80	
020	Токарно-гвинторізна 1. Точити торець 20 в розмір 140. 2. Засвердлити на торці центровочний отвір.	ТГВ мод. 16К20 Патрон трьохкулачковий самоцентруючий ГОСТ 2675-80	

					БР.ПМ-17.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 1.7.

1	2	3	4
025	<p>Токарна з ЧПК</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Точити пов. 10 начорно. 2.Точити попередньо по контуру пов. 18, пов. 15, пов. 13. 3.Підрізати торець пов. 14. 4.Точити напівчисто пов.:18; 13. 5.Точити канавки: пов.17, 21 з підрізкою торця пов.16; пов. 12, 23 з підрізкою торця пов.11; 6.Точити начисто пов.:18; 13. 7. Точити фаску пов. 19. 	<p>Токарна з ЧПК мод. 16К20Ф3 Центри</p>	
030	<p>Токарна з ЧПК</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Точити попередньо по контуру пов. 3, пов. 7. 2. Підрізати торець пов. 8. 3. Точити начисто пов. 7, пов. 3. 4. Точити напівчисто пов. 3. 5. Точити канавку пов. 5, пов. 4 з одночасною підрізкою торця пов.6. 6. Точити фаски пов. 2 та пов. 9. 	<p>Токарна з ЧПК мод. 16К20Ф3 Центри</p>	
035	<p>Вертикально-фрезерна</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Фрезерувати шпонковий паз 22. 	<p>Вертикально-фрезерний мод. 6P12 Пристрій спеціальний</p>	
040	<p>Круглошліфувальна</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Шліфувати пов. 3, 13 і 18 начисто. 2. Шліфувати пов. 3, 13 і 18 тонко витримуюч и відповідно $\varnothing 35^{+0,018}_{+0,002}$ та $\varnothing 55^{+0,039}_{+0,02}$. 	<p>Круглошліфувальний мод. 3A110 Центри</p>	
045	<p>Контрольна</p> <p>Контролювати розміри поверхні 3, 18 та 13.</p>	<p>Стіл ВТК Калібр скоба.</p>	<p>-</p>

Продовження таблиці 1.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
035	Вертикально-фрезерна Фрезерувати шпонковий паз 22.	55	28	3	S, мм/хв 31,5	28,1	560	1,2 $\Sigma T_o=1,2xв$
040	Круглошліфувальна Шліфувати поверхні 3 і 18 в розмір Ø35k6 (Ra1,6) Шліфувати поверхню 13 в розмір Ø55n6 (Ra0,8)	35 55	24 36	0,025 0,025	S, м/хв 15 15	$\frac{V_k (м/с)}{V_o (м/хв)}$ $\frac{30}{25}$ $\frac{30}{25}$		0,25 0,3 $\Sigma T_o=0,55xв$

Розрахунок режимів ведемо наступним чином: враховуючи матеріал деталі, розмір та вид обробки поверхні, матеріал різальної частини інструменту із нормативів вибираємо глибину різання, подачу і швидкість. Маючи швидкість

різання за формулою:

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

визначаємо число обертів шпинделя, потім згідно даних паспорту відповідного верстату приймаємо відповідну частоту і уточнюємо швидкість різання.

Основний час (T_o , хв.) визначаємо по формулах що наведені в [2, с.146...147]:

Чорнове підрізання торця – $0,037(D^2-d^2)$;

Чорнове точіння за один прохід – $0,17dl$;

Напівчистове точіння по 10-му квалітету – $0,11dl$;

Чистове точіння по 8-му квалітету – $0,18dl$;

Шліфування чистове по 6-му квалітету - $0,15dl$;

Фрезерування чистове шпонковою фрезою по 9-му квалітету – $7l$;

Свердління отворів – $0,52dl$.

Чорнове і чистове обточування фасонним різцем - $0,63(D^2-d^2)$.

					БР.ПМ-17.00.000 ПЗ			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

1.8 Технічне нормування операцій

Під технічним нормуванням розуміють встановлені норми часу на виконання певної роботи або норму виробітку в штуках в одиницю часу.

Правильне нормування витрат робочого часу на обробку деталей, зборку і виготовлення всієї машини має дуже важливе значення для виробництва. Величина витрати часу на виготовлення тієї чи іншої продукції при необхідній якості є одним з основних критеріїв для оцінки удосконалення технологічного процесу.

Норму часу визначають на основі технічного розрахунку і аналізу, виходячи із умов можливості більш повного використання технічних можливостей обладнання і інструмента в відповідності з вимогами до обробки даної деталі.

В серійному виробництві визначається норма штучно-калькуляційного часу.

Згідно рекомендацій [2, с.147] норму штучно-калькуляційного часу визначають по формулі:

$$T_{\text{шт.к.}} = \varphi \cdot T_o.$$

Таблиця 1.8 – Технічне нормування операцій

Номер і назва операції	T_o , хв	φ	$T_{\text{шт.к.}}$, хв
015 Токарно-гвинторізна	0,06	2,14	0,13
020 Токарно-гвинторізна	0,06	2,14	0,13
025 Токарна з ЧПК	2,11	1,5	3,17
030 Токарна з ЧПК	0,74	1,5	1,11
035 Вертикально-фрезерна	1,2	1,84	2,21
040 Круглошліфувальна	0,55	2,1	0,96
Всього $T_{\text{шт.к.}}$			7,71

					БР.ПМ-17.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пристрій працює так: деталь встановлюємо на дві призми 6 базуючи по внутрішніх торцях призм, далі подаємо повітря в пневмокамеру 1, воно через поршень тисне на шток пневмокамери, котрий в свою чергу натискає на важіль 4. Важіль повертається навколо вісі 5 притискає вал до призм 6, чим запобігає його повертанню, викиданню і т.д. в процесі обробки шпонкового пазу.

Після завершення обробки шпонкового пазу здійснюємо розкріплення деталі. Стравлюємо повітря в пневмокамері, пружина тисне на поршень заставляючи його рухатись вправо разом із штоком, тим самим звільняючи важіль від своєї дії. Пружина 12 повертає важіль навколо осі 5 звільняє вал, тим самим дозволяє його зняти з пристрою і поставити наступну заготовку.

2.1.2 Розрахунок потрібної сили затиску заготовки в пристрої і параметрів приводу

Шпонковий паз $\varnothing 16P9$ та глибиною 6 мм фрезерується в два проходи кінцевою фрезою 2223-0003 ГОСТ 17026-71, робоча частина котрої виконана із швидкорізальної сталі P18.

Режими різання:

Фреза кінцева $\varnothing 16$ мм.

Глибина різання $t=3$ мм.

Подача $S_0=31,5$ мм·хв.

Швидкість різання $V=24,1$ м/хв.

Частота обертів шпинделя $n=800$ хв⁻¹.

Визначаємо силу різання.

В процесі фрезерування на деталь діє сила P_z , яка намагається прокрутити деталь навколо своєї осі і крутний момент, який намагається повернути деталь.

Схема дій сил показана на рисунку 2.2.

					БР.ПМ-17.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_z = \frac{68,2 \cdot 3^{0,86} \cdot 31,5^{0,72} \cdot 16^1 \cdot 4}{16^{0,86} \cdot 560^0} 0,94 = \frac{68,2 \cdot 2,57 \cdot 11,99 \cdot 16 \cdot 4}{10,85 \cdot 1} 0,94 = 116,52 \text{ кГ} =$$

$$= 1165,2 \text{ Н.}$$

Визначаємо крутний момент:

$$M = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 1000} = \frac{1165,2 \cdot 16}{2 \cdot 1000} = 9,32 \text{ Н} \cdot \text{м.} \quad [16, \text{ с. 444}].$$

Для даної схеми установки по рекомендаціях літератури [17, с. 35] необхідну силу затиску визначається за формулою:

$$Q = \frac{K \cdot M}{f_1 r_1 + \frac{f_2 r_2}{\sin(\alpha / 2)}} \quad [16] \text{ с. 105, табл. 25.}$$

де W – сила затиску в Н, ($W=Q/2$);

r_1 – відстань від осі вала до точки прикладання сили затиску, мм ($r_1=20$ мм);

r_2 – відстань від осі вала до точки контакту з призмою, мм ($r_2=17,5$ мм);

f – коефіцієнт тертя на робочих поверхнях затискачів (для гладких поверхонь $f=0,25$);

α - кут призми ($\alpha=90^\circ$);

K – коефіцієнт запасу.

$$K=K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad 0 \quad [17, \text{ с. 32}].$$

де K_0 – гарантований коефіцієнт запасу, $K_0=1,5$;

K_1 – коефіцієнт що враховує випадкові нерівності деталі, $K_1=1,0$;

K_2 – коефіцієнт затуплення інструментуб, $K_2=1,0$;

K_3 – коефіцієнт перервного різання, $K_3=1,2$;

K_4 – стабільність запасу, $K_4=1,4$;

K_5 – зручність затискного механізму, $K_5=1,0$;

K_6 – повертаючий момент, $K_6=1,0$.

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

$$Q = \frac{2,52 \cdot 9320}{0,25 \cdot 20 + \frac{0,25 \cdot 17,5}{\sin(90/2)}} = 2099,40 \text{ Н}$$

					БР.ПМ-17.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 великі зусилля затиску, а також зменшувати чи збільшувати їх. Схема важільного механізму, який можна застосувати для даної деталі показано на рисунку 2.3.

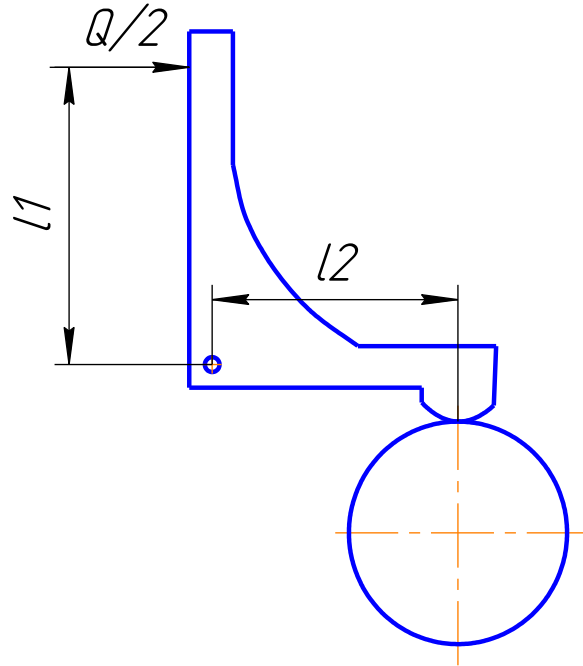


Рисунок 2.3 - Схема важільного механізму.

$$2Pl_2=Ql_1,$$

де P – зусилля рушія;

l_1 і l_2 – плечі ричала.

$$P = \frac{Q \cdot l_1}{2 \cdot l_2}$$

$l_1/l_2 = i$ - передаточне відношення механізму.

Приймаємо плечі ричала $l_1=60$ мм, $l_2=60$ мм.

$$i=60/60=1,0.$$

Необхідне зусилля рушія: $P = \frac{2099,4 \cdot 60}{2 \cdot 60} = 1050 \text{ Н}$.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.ПМ-17.00.000 ПЗ

2.2 Опис інструменту

2.2.1 Різальний інструмент

В графічній частині накреслено:

- різець токарний прохідний прямий призначений для точіння зовнішньої циліндричної поверхні 10 начорно та начисто і фасок 2, 9 і 19 р-ром $3 \times 45^\circ$. Даний різець оснащений пластиною з твердого сплаву Т15К6 ГОСТ18878-73, державку різця виготовляють з сталі 45 ГОСТ 1050-88, твёрдосплавна пластина виконана за ГОСТ25396-82.

- різець токарний прохідний опорний призначений для точіння зовнішніх циліндричних ступінчастих поверхонь до упора, витримуючи відповідні розміри. Даний різець оснащений пластиною з твердого сплаву Т15К6 ГОСТ18878-73, державку різця виготовляють з сталі 45 ГОСТ 1050-88, твёрдосплавна пластина виконана за ГОСТ25396-82.

2.2.2 Контрольний інструмент

При конструюванні калібрів використовують принцип подібності (принцип Тейлора) згідно якому прохідний калібр повинен бути подібним до деталі, спряженої із контрольованою, і повинен контролювати розмір та форму на всій поверхні довжини спряження, а непрохідний калібр повинен перевіряти кожен параметр окремо, тому непрохідний калібр має невелику довжину робочої поверхні і контакт з контрольованим елементом, який наближається до точкового. При цьому контролюється лише розмір.

Відповідно до принципу подібності, отвори треба контролювати пробками, а вали – кільцями. На практиці при конструюванні калібрів для контролю валів часто відступають від принципу подібності. Вали контролюють скобами, щоб полегшити контроль на робочому місці, коли вал встановлено в центри верстата. Користуючись скобами вал треба контролювати в двох взаємно перпендикулярних напрямках.

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

					БР.ПМ-17.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Проведемо розрахунок розмірів калібр-скоби для контролю р-ру. $\varnothing 35k6$.

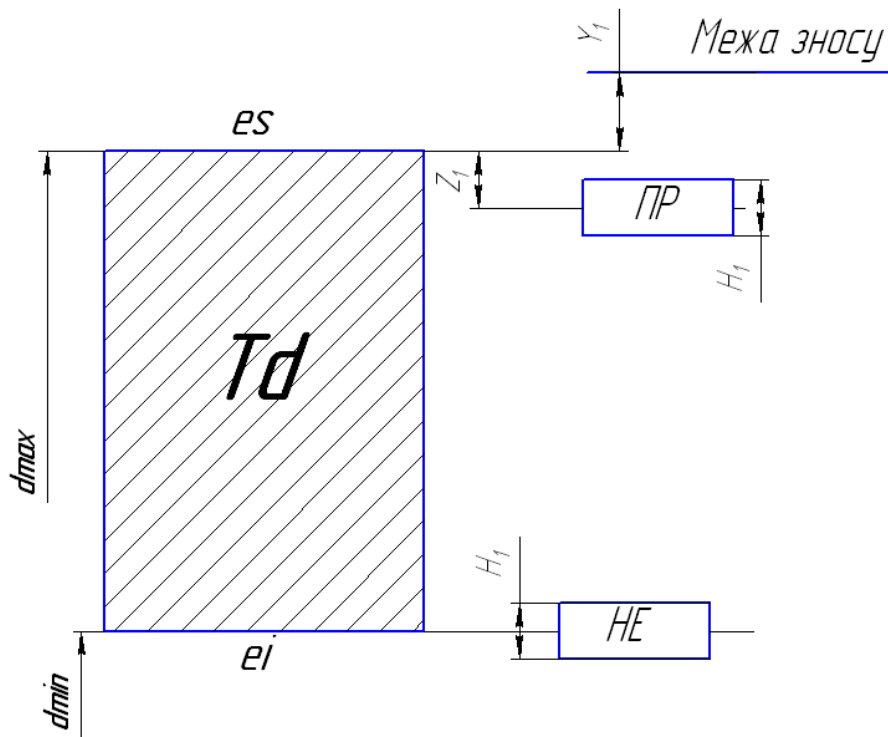


Рисунок 2.4 – Схема полів допусків калібрів-скоб для контролю $\varnothing 35k6^{(+0,018/+0,002)}$.

Таблиця 2.1 – Допуски і відхилення калібрів по ГОСТ 24853-81 для розміру $\varnothing 35k6^{(+0,018/+0,002)}$.

Z, мкм	Y, мкм	L, L _l , мкм	Z ₁ , мкм	Y ₁ , мкм	H, мкм	H ₁ , мкм	H _p , мкм
2,5	2	0	3,5	3	2,5	4	1,5

Таблиця 2.2 – Виконавчі розміри калібрів для контролю розміру $\varnothing 35k6^{(+0,018/+0,002)}$.

Маркування калібра	Призначення калібра	Вид калібра	Граничні розміри, мм		Розмір межі зносу		Виконавчий розмір, мм	
			найбільший	найменший	формула	величина	формула	величина
$\varnothing 35k6^{(+0,018/+0,002)}$ ПР	робочий	скоба	13,999	13,996	$d_{\max} + Y_1 - L_l$	35,021	$(d_{\max} - Z_1 - \frac{H_1}{2})^{+H_1}$	$35,0125^{+0,004}$
$\varnothing 35k6^{(+0,018/+0,002)}$ НЕ	робочий	скоба	13,991	13,988	-	-	$(d_{\min} + L_l - \frac{H_1}{2})^{+H_1}$	$35,000^{+0,004}$

Згідно розрахунково отриманих розмірів креслимо креслення робочого калібр-скоби.

				БР.ПМ-17.00.000 ПЗ			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

3 Проектування керуючої програми для верстата з ЧПК

Найбільш ефективним на сучасному етапі є використання для написання керуючих програм обробки деталей на верстатах з ЧПК спеціалізованих комп'ютерних систем. Тому для розробки керуючої програми обробки валу була використана САМ-система SprutCAM 2007. Ця система призначена для автоматизованої підготовки керуючих програм на верстатах з ЧПК токарної та фрезерної груп.

Для проектування керуючої програми початковими даними є тривимірні твердотільні моделі оброблюваної деталі, її заготовки та технологічний процес обробки. В системі Компас-3D були виконані відповідні побудови та створені 3D моделі заготовки та деталі, які показані на рис. 3.1.

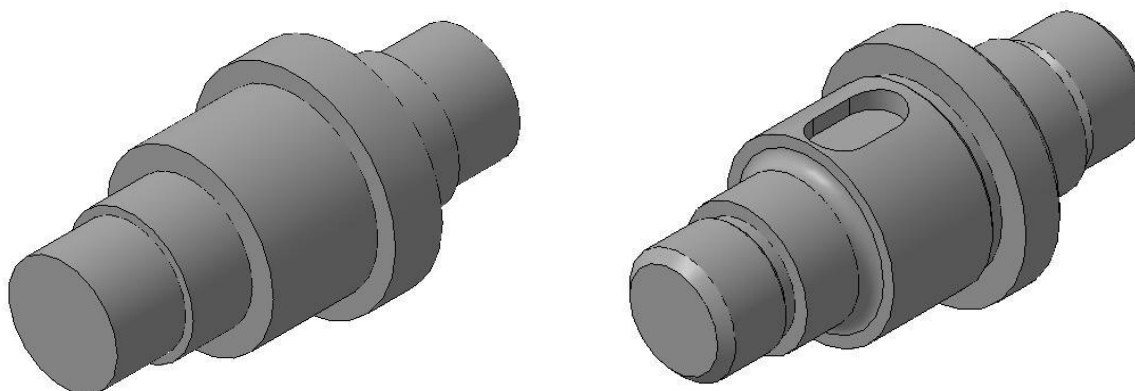


Рисунок 3.1 - 3D моделі заготовки та валу

Після побудови 3D-моделей вони були збережені у форматі «*.igs» - універсальному графічному форматі, що використовується для передачі моделей між різними CAD/CAM системами. Після запуску системи SprutCAM файли моделей деталі та заготовки імпортуються через кнопку «Імпорт» на закладці «3D модель» (рис. 3.2).

					БР.ПМ-17.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

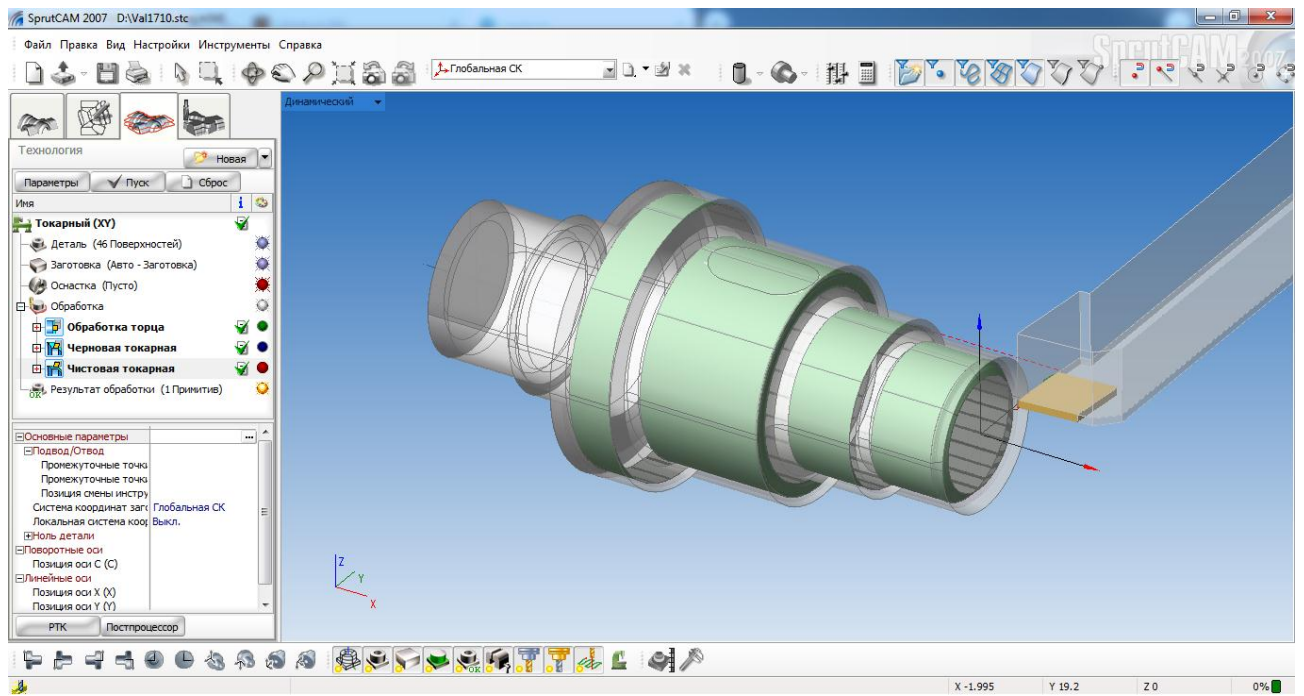


Рисунок 3.8 – Проектування чистової обробки

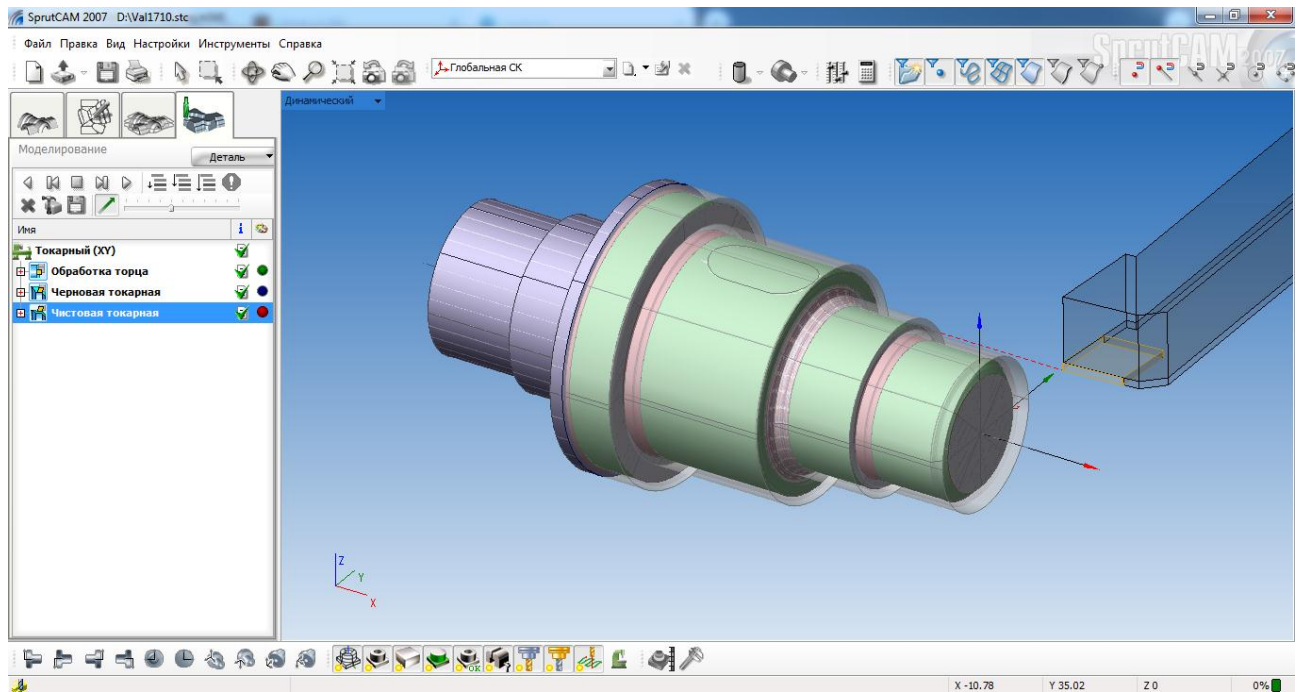


Рисунок 3.9 – Моделирование чистової обробки

					БР.ПМ-17.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

Дана бакалаврська робота складається із пояснювальної записки, графічної частини та додатків оформлених і виконаних згідно із завданням.

В технологічній частині ми провели аналіз технологічності конструкції деталі, вибрали спосіб отримання заготовки (штампування на ГKM), розрахували річну програму випуску ($N=2490$ шт), спроектували маршрут обробки деталі, назначили припуски на механічну обробку, режими різання та норми часу.

В конструкторській частині проекту розробили конструкцію фрезерного пристрою на операцію 035, різальний та контрольний інструменти, креслення котрих наведені в графічній частині.

Графічна частина має 4 аркуші ф. А1:

- 1-ий аркуш складається із 4-ьох аркушів А3 на яких відповідно зображено: креслення заготовки, токарного прохідного упорного і прямого прохідного різців та калібр-скоби для контролю $\varnothing 35k6$;

- 2-ий аркуш містить карти технологічних налагоджень операцій;

- 3-ій аркуш містить складальне креслення спеціального фрезерного пристрою.

- 4-й аркуш, схеми до керуючої програми для верстату з ЧПК.

В додатках приведена керуюча програма для верстату з ЧПК, технологічна документація (маршрутна карта, операційна карта та карта ескізів) та специфікація складального креслення пристрою.

					БР.ПМ-17.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перелік використаних джерел

1. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з курсу “Технологічні основи машинобудування” для студентів напрямку підготовки 0902 – Інженерна механіка спеціальності обладнання нафтових і газових промислів. м. Івано-Франківськ 2001р. 24с.
2. Горбачевич Л.Ф. Шкред В.Л. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Минск: Высшая школа; 1983 г., 256 с.
3. Р. И. Гжиров. Краткий справочник конструктора. – Ленинград: Машиностроение, 1984 г.
4. П.І. Войтенко. Конспект лекцій з курсу « Технологія обробки типових деталей і складання машин» для студентів спеціальності 7.090202- технологія машинобудування. ІФДТУНГ, м. Івано-Франківськ 2000р.
5. Проектирования и реконструкции механических цехов и участков машиностроительных и ремонтных производств. ; Учеб. Пособие для вузов/ В. Е. Канарчук, В.М. Токаренко, А.И. Балабанов. – К. Выща шк. 1988.-223с
6. Руденко П.О. і ін. Технологічні методи виробництва заготовок деталей машин. Наука і освіта, Дніпропетровськ: 1999р, -254с.
7. Петрина Ю.Д., Гаврилів Ю.Л., Пітулей Л.Д., Павленко Т.В. Технологічні методи виробництва заготовок: Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної .-Івано-Франківськ: Факел, 2003.-50с.
8. П. О. Руденко. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні. – Київ: Вища школа; 1993 р.
9. Обработка металлов резанием: Справочник технолога /под. ред. А.А. Панова. М.:Машиностроение; 1985г., 656 с.
- 10.Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах т.1 / под. ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. М.: Машиностроение, 1972 г., 694с.
- 11.Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах т.1 / под. ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. М.: Машиностроение, т 1985 г., 320 с.
- 12.В.Е. Антонов. В помощь молодому конструктору. Минск; 1978 г. 315с.

					БР.ПМ-17.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

13. А.Н. Балабанов. Кратный справочник технолога машиностроителя. - М.: Издательство стандартов, 1992. – 464 с.
14. Барановский Ю.В. Режимы резания металлов. Справочник. М. Машиностроение, 1972.
15. П.Н. Орлова, Е.А. Скороходова. Кратный справочник металлиста. М. Машиностроение, 3-е изд., 1987.- 960с.
16. Справочник технолога машиностроителя. В двух томах. Изд. 3, переработанное. Том 2. Под ред. А.Н. Малова. М., «Машиностроение», 1972, с. 568.
17. Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений: Учебное пособие для учащихся техникумов. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Высш. Школа, 1980. – 240 с., ил.

					БР.ПМ-17.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додатки

					БР.ПМ-17.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток – Код керуючої програми для верстату з ЧПК

%

N001G27M004

N002G58F70000

N003G27M004

N004G01X-07320Z+00220S600

N005Z+00171

N006X-04201

N007F0M008

N008X-04060Z+00100

N009X+00180

N010X+00039Z+00171

N011X-03215F70000

N012Z+00071

N013X-03074Z+00000F0

N014X+00198

N015X+00056Z+00071

N016F70000

N017X-07040

N018Z-07899

N019F0

N020X-06899Z-07970

N021Z-09401

N022X-07040Z-09330

N023Z-04199F70000

N024X-05840

N025X-05699Z-04270F0

N026Z-07851

N027X-05840Z-07780

N028Z-04199F70000

N029X-05440

N030X-05299Z-04270F0

N031Z-04500

N032X-05440Z-04429

N033Z-04199F70000

N034X-05040

N035X-04899Z-04270F0

N036Z-04500

N037X-05040Z-04429

N038Z-02109F70000

N039X-04240

N040X-04099Z-02180F0

N041Z-04201

N042X-04240Z-04130

N043Z+00198F70000

					БР.ПМ-17.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

N044X-03840
N045X-03699Z+00127F0
N046Z-02051
N047X-03840Z-01980
N048Z+00181F70000
N049X-03440
N050X-03299Z+00110F0
N051Z-00211
N052X-03440Z-00140
N053Z+00170F70000
N054X-03040
N055X-02899Z+00100F0
N056Z-00011
N057X-03040Z+00060
N058F70000
N059Z+00131
N060X-02897
N061F0
N062X-02755Z+00061
N063X-02897Z-00010
N064X-03488Z-00306
N065G03X-03500Z-00320I+00028K+00014
N066G01Z-02400
N067X-03960
N068G03X-04000Z-02420K+00020
N069G01Z-04120
N070G02X-04760Z-04500I-00760
N071G01X-05460
N072G03X-05500Z-04520K+00020
N073G01Z-08200
N074X-06760
N075G03X-06800Z-08220K+00020
N076G01Z-09402
N077X-06941Z-09331
N078F70000
N079Z-08104
N080X-06700
N081X-06500
N082X-05500F0
N083X-05200
N084X-05500
N085X-06500F70000
N086Z-07944
N087X-05500F0
N088X-05488

					БР.ПМ-17.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

N089X-05517Z-07958
N090X-06500F70000
N091Z-08200
N092X-05500F0
N093X-05200
N094X-05228Z-08186
N095X-06501F70000
N096Z-08200
N097X-05501F0
N098X-05200
N099Z-08094
N100X-06501F70000
N101Z-07944
N102X-05501F0
N103X-05488
N104X-05200Z-08088
N105Z-08194
N106X-06701F70000
N107Z-02304
N108X-04500
N109X-03500F0
N110X-03200
N111X-03500
N112X-04500F70000
N113Z-02144
N114X-03500F0
N115X-03488
N116X-03517Z-02158
N117X-04500F70000
N118Z-02400
N119X-03500F0
N120X-03200
N121X-03228Z-02386
N122X-04501F70000
N123Z-02400
N124X-03501F0
N125X-03200
N126Z-02294
N127X-04501F70000
N128Z-02144
N129X-03501F0
N130X-03488
N131X-03200Z-02288
N132Z-02394
N133X-04701F70000

					БР.ПМ-17.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

N134Z-04445
N135X-05928
N136X-05728
N137X-04728F0
N138X-04367
N139X-04728
N140X-05728F70000
N141Z-04285
N142X-04728F0
N143X-04076
N144X-04728
N145X-05928F70000
N146X-05728
N147Z-04500
N148X-04728F0
N149G03X-04000Z-04125I-00032K-00380
N150G01X-05928F70000
N151X-07360
N152S000G25X+999999
N153G25Z+999999
N154M002

					БР.ПМ-17.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

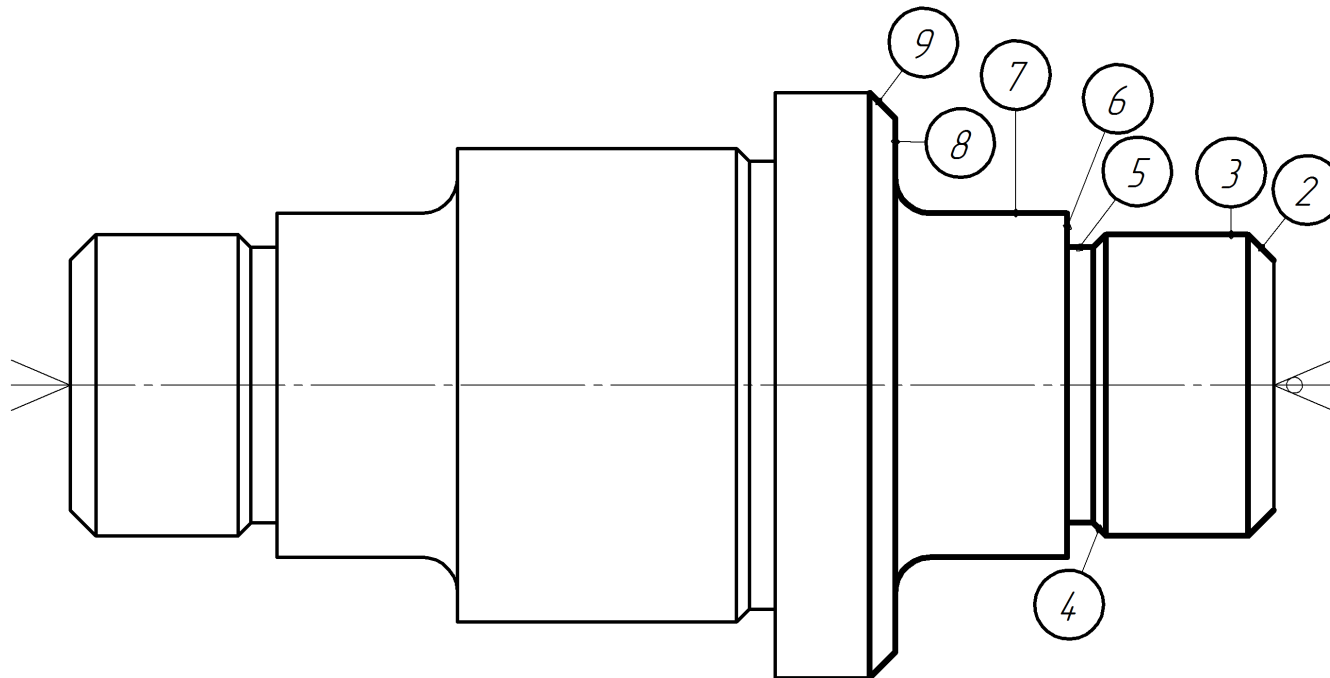
**КОМПЛЕКТ
технологічної
документації**

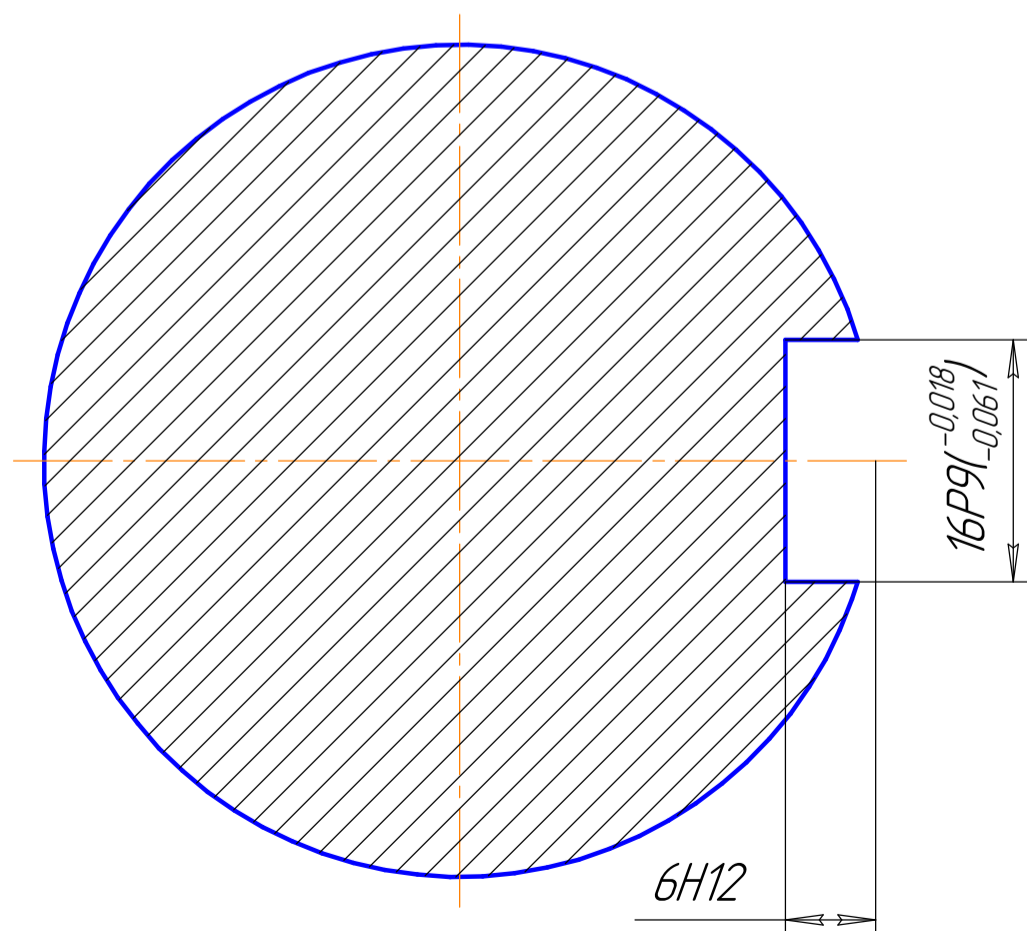
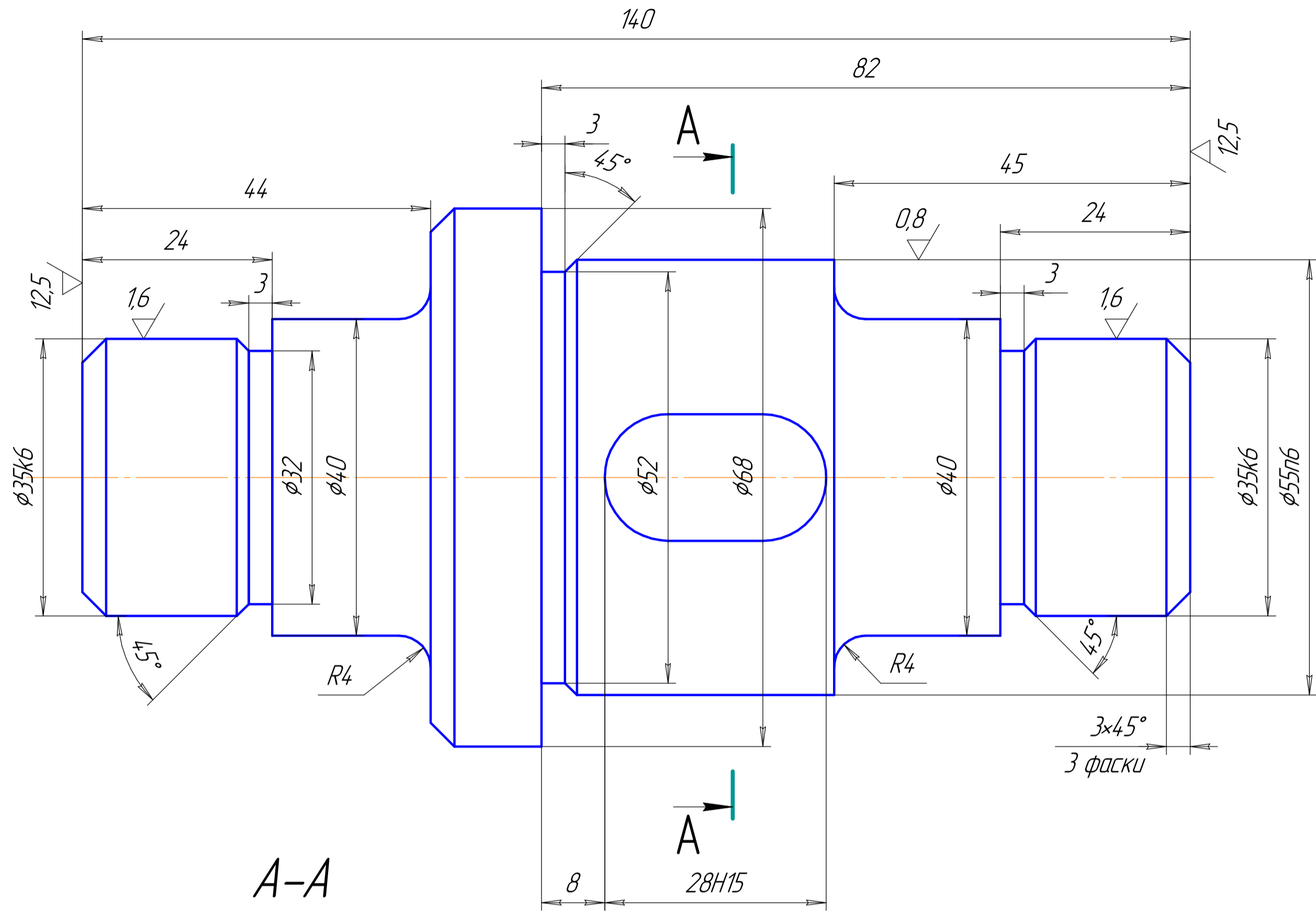
*Технологічний процес
механічної обробки деталі:
Вал ПМК – 17 00 010/22*

Розробив: ст. гр. ПМ-18-1
Петришин Т. І.
Перевірив: Шуляр І.О.

Дубл.													
Взамін.													
Підпис									Зм	Ар	Недок.	Підпис	Дата

Розробив	Петришин			І Ф Н Т У Н Г	ПМК-17 00 010/22	030			
Перевірів	Шуляр								
Н. контр.	Петришин			Вал				Н	

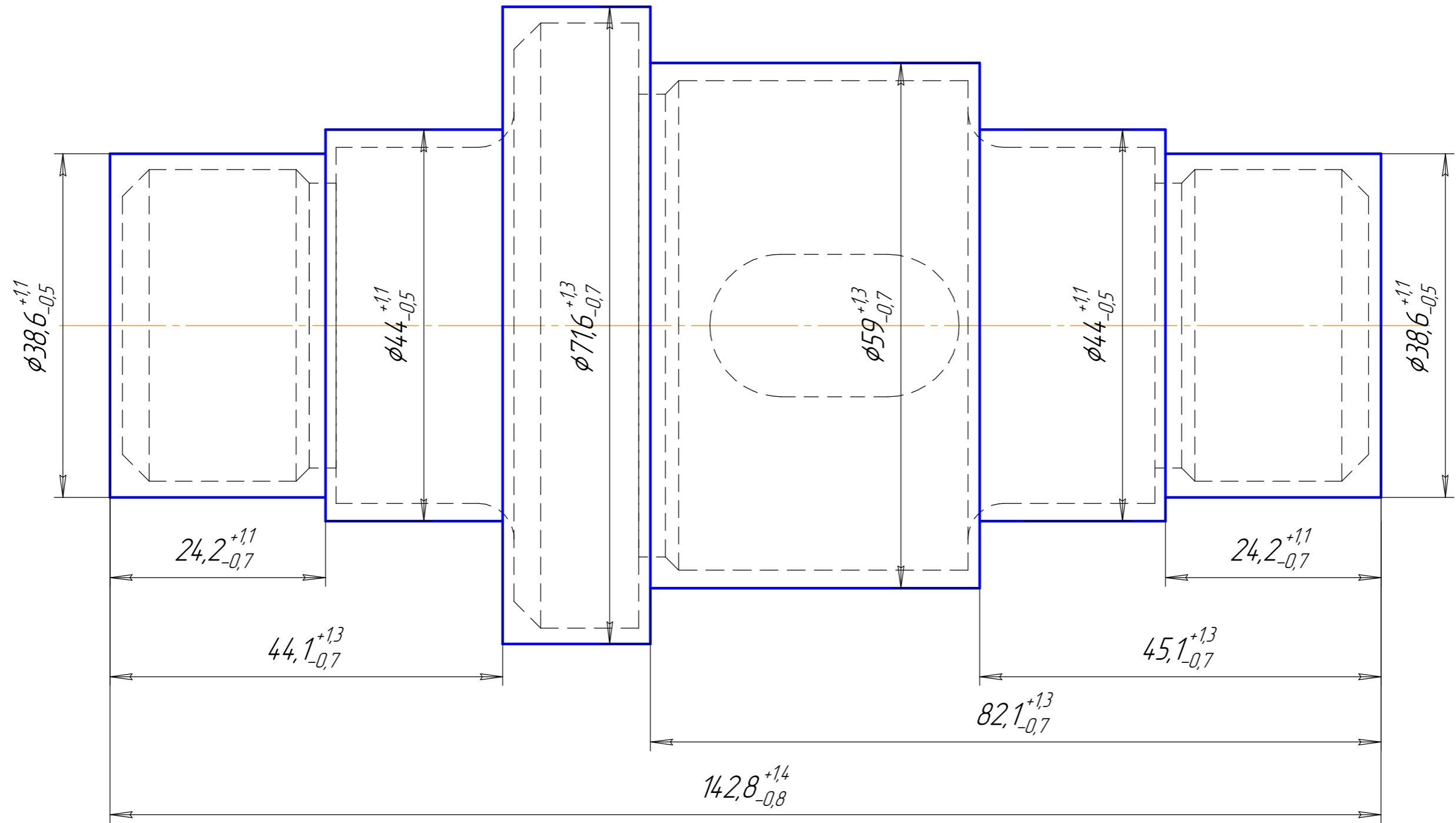




- 1 Термообробка - нормалізація HB 200...220
- 2 Невказані граничні відхилення розмірів: вала h14, інші $\pm \frac{IT14}{2}$
- 3 Невказані радіуси скруглень R0,5

				ПМК-17 00 010/22		
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Петришин			Н	1,76	2:1
Проб.	Шуляр			Лист Листов		
Т.контр.	Шуляр			ИФНТУНГ		
Н.контр.	Шуляр			ПМ-18-1		
Утв.	Панчук			Сталь 45 ГОСТ 1050-74		
				Копировал		
				Формат А2		

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



1. Твердість HB 200...220.
2. Невказані штампувальні ухили: внутрішні - 1° , зовнішні - 30° .
3. Невказані штампувальні радіуси - 2,5 мм.
4. Зміщення по площині роз'єму штамп - до 0,6 мм.
5. Клас точності - T4; Група сталі - M2; Ступінь складності - C1.

				БР.ПМ-17.01.02.000				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Заготовка	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Петришин					Н	2,24	1:1
Пров.	Щуляр					Лист	Листов	
Т.контр.	Щуляр				Сталь 45 ГОСТ 1050-88		ІФНТУНГ ПМ-18-1	
Н.контр.	Щуляр							
Утв.	Панчук							

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инд. № дщл.

Взам. инв. №

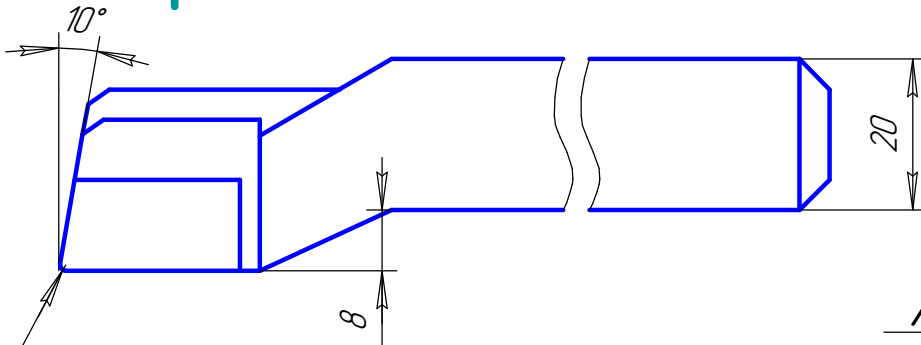
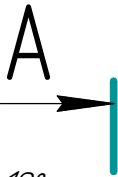
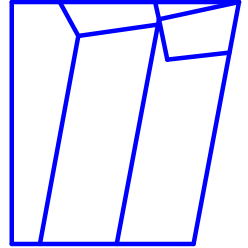
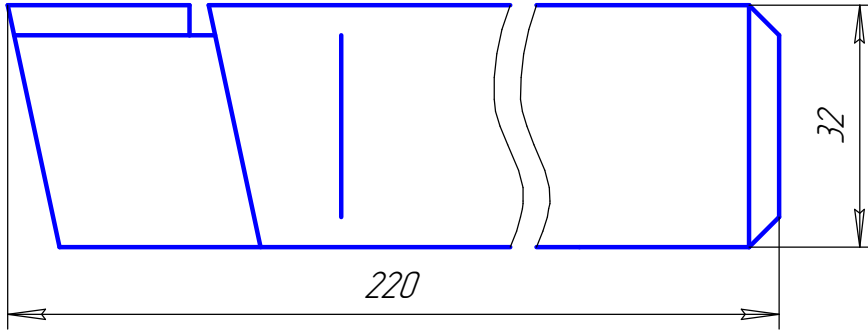
Подп. и дата

Инд. № подл.

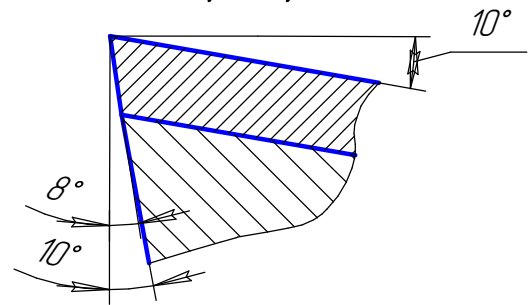
БР.ПМ-17.01.04.000

Перв. примен.

Справ. №



A-A
M(4:1)



Матеріал ріжучої частини Т15К6 ГОСТ 18879 - 73

БР.ПМ-17.01.04.000

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Петришин		
Пров.		Щуляр		
Т.контр.		Щуляр		
И.контр.		Щуляр		
Утв.		Панчук		

Різець прохідний упорний

Лит.	Масса	Масштаб
Н	-	1:1
Лист	Листов	
ІФНТУНГ		
ПМ-18-1		

Копировал

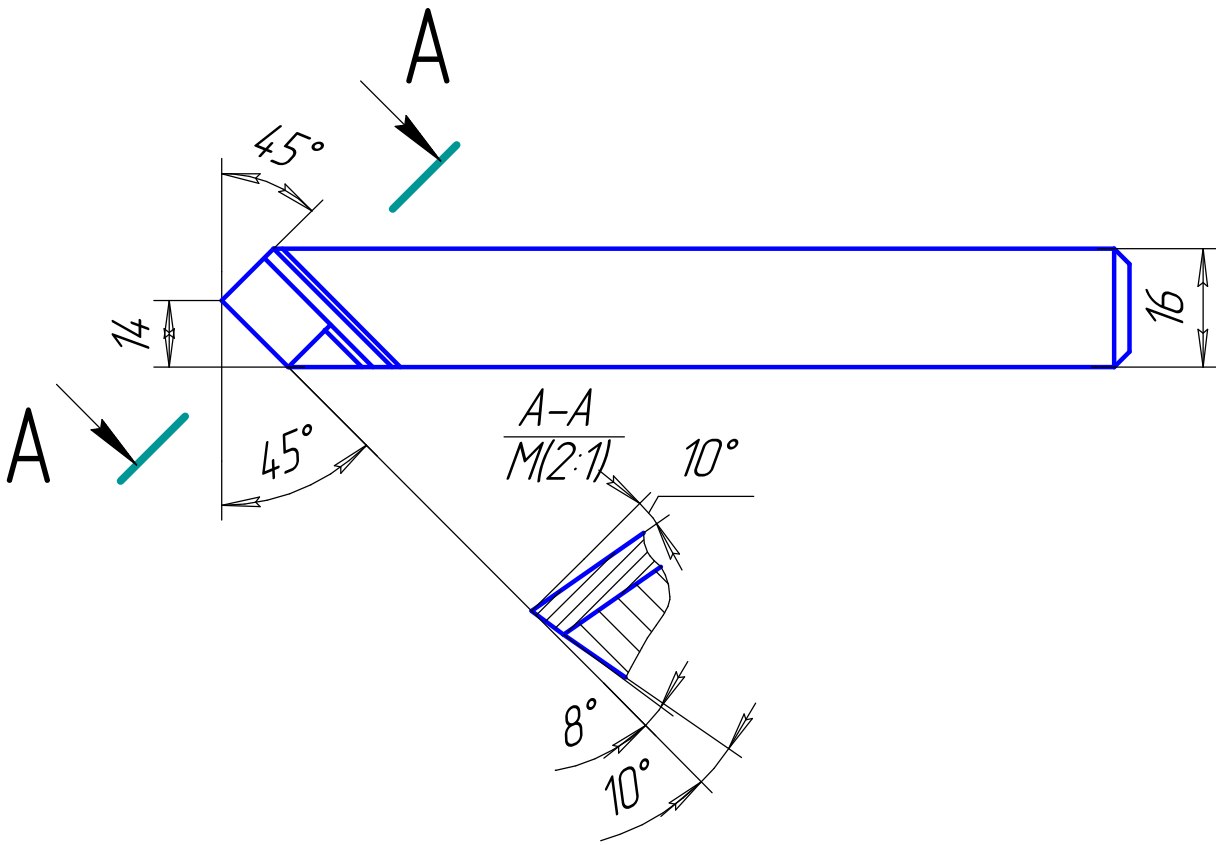
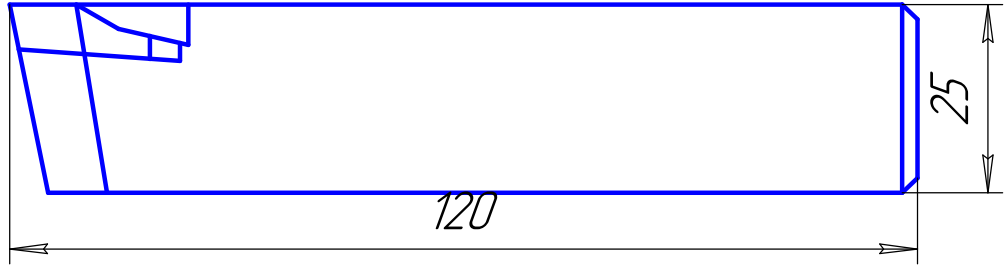
Формат А4

БР.ПМ-17.01.03.000

3,2 ✓ (✓)

Перв. примен.

Справ. №



1. Основні розміри різця по ГОСТ 18878-73
2. Матеріал пластини - твердий сплав Т15К6

Подп. и дата

Инд. № дробл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.

БР.ПМ-17.01.03.000

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Петришин		
Пров.		Щуляр		
Т.контр.		Щуляр		
Н.контр.		Щуляр		
Утв.		Панчук		

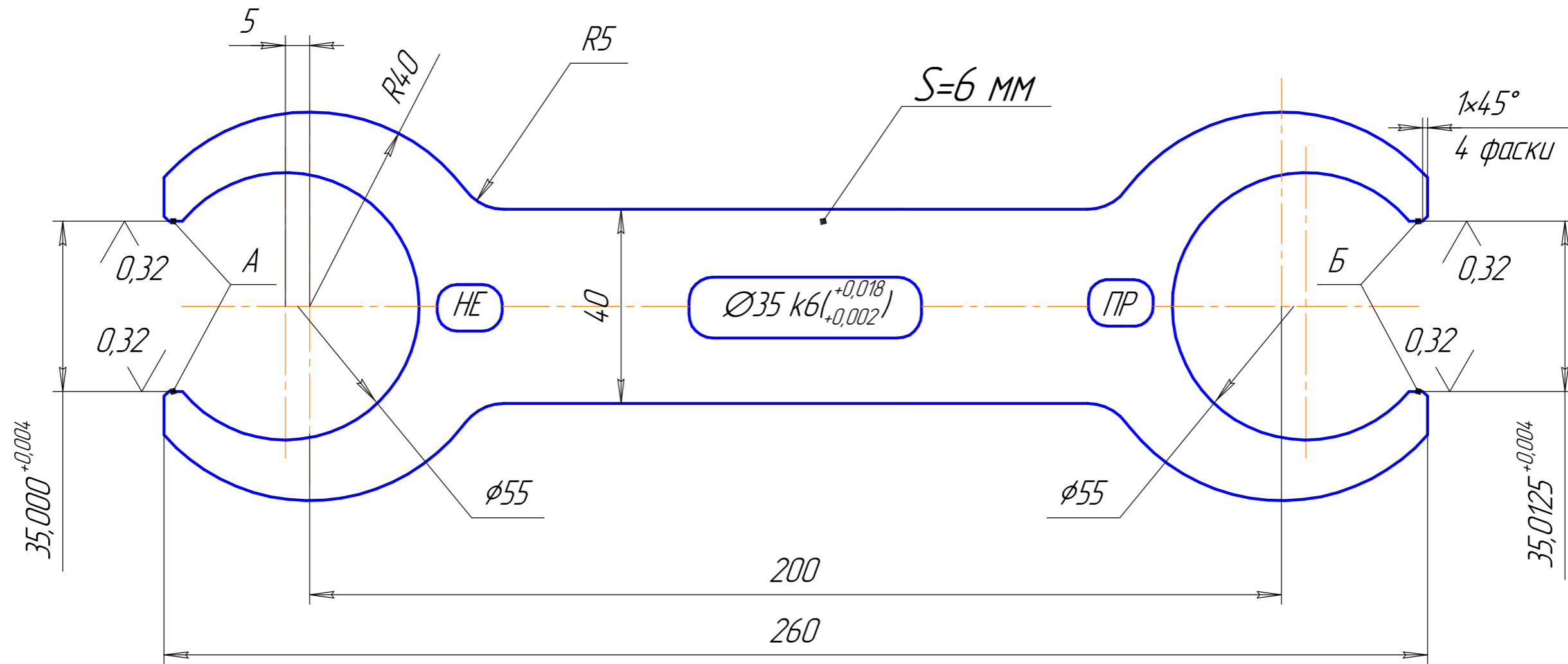
Різець токарний прохідний
прямий правий
2100-0213

Лит.	Масса	Масштаб
Н	-	1:1
Лист	1	Листов
		1

ІФНТУНГ
ПМ-18-1

Копировал

Формат А4

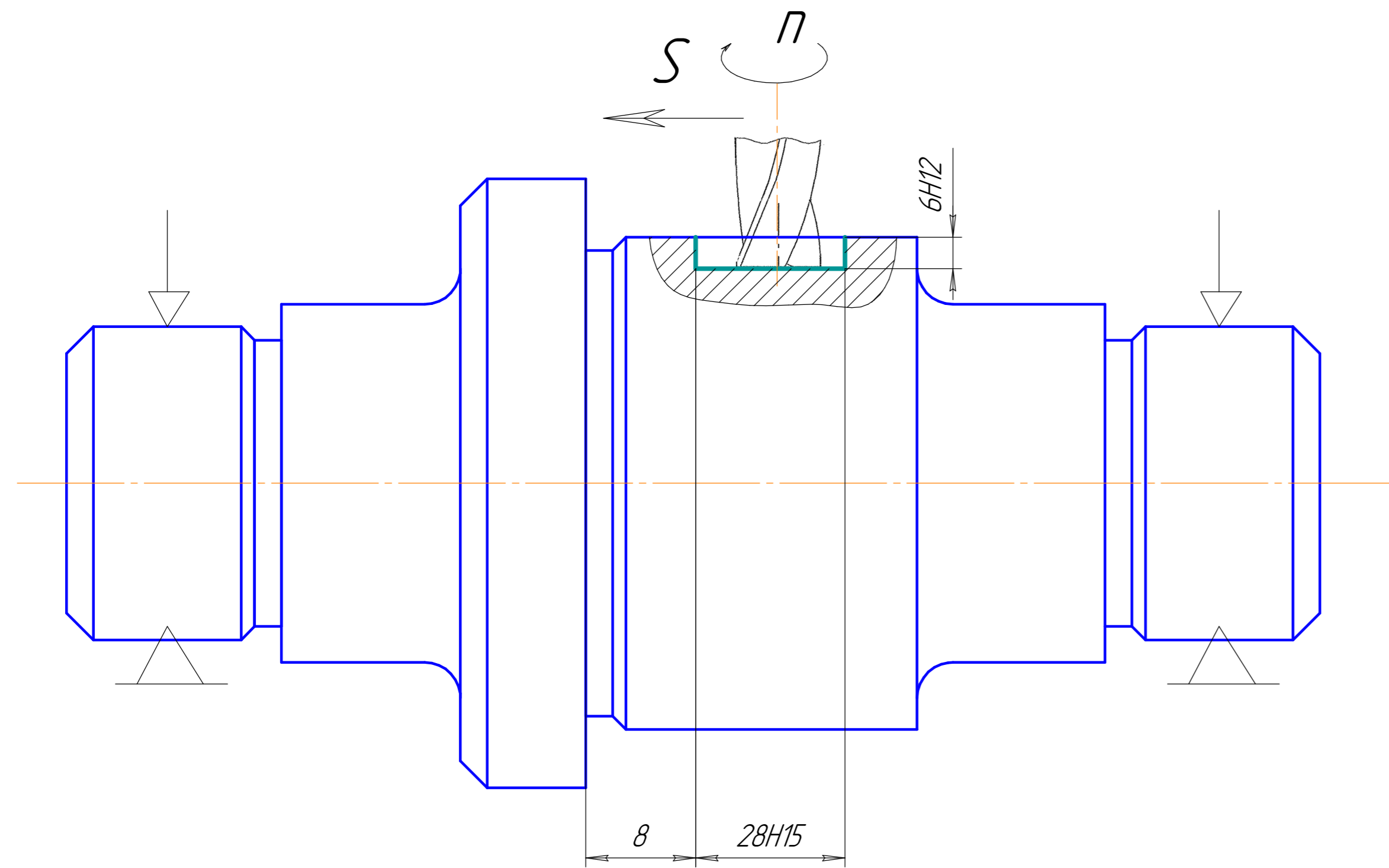


1. Поверхні А і Б цементувати $h \geq 0,05 \text{ mm}$, 59..65 HRC₃
2. H14; N14; $\pm IT14/2$

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

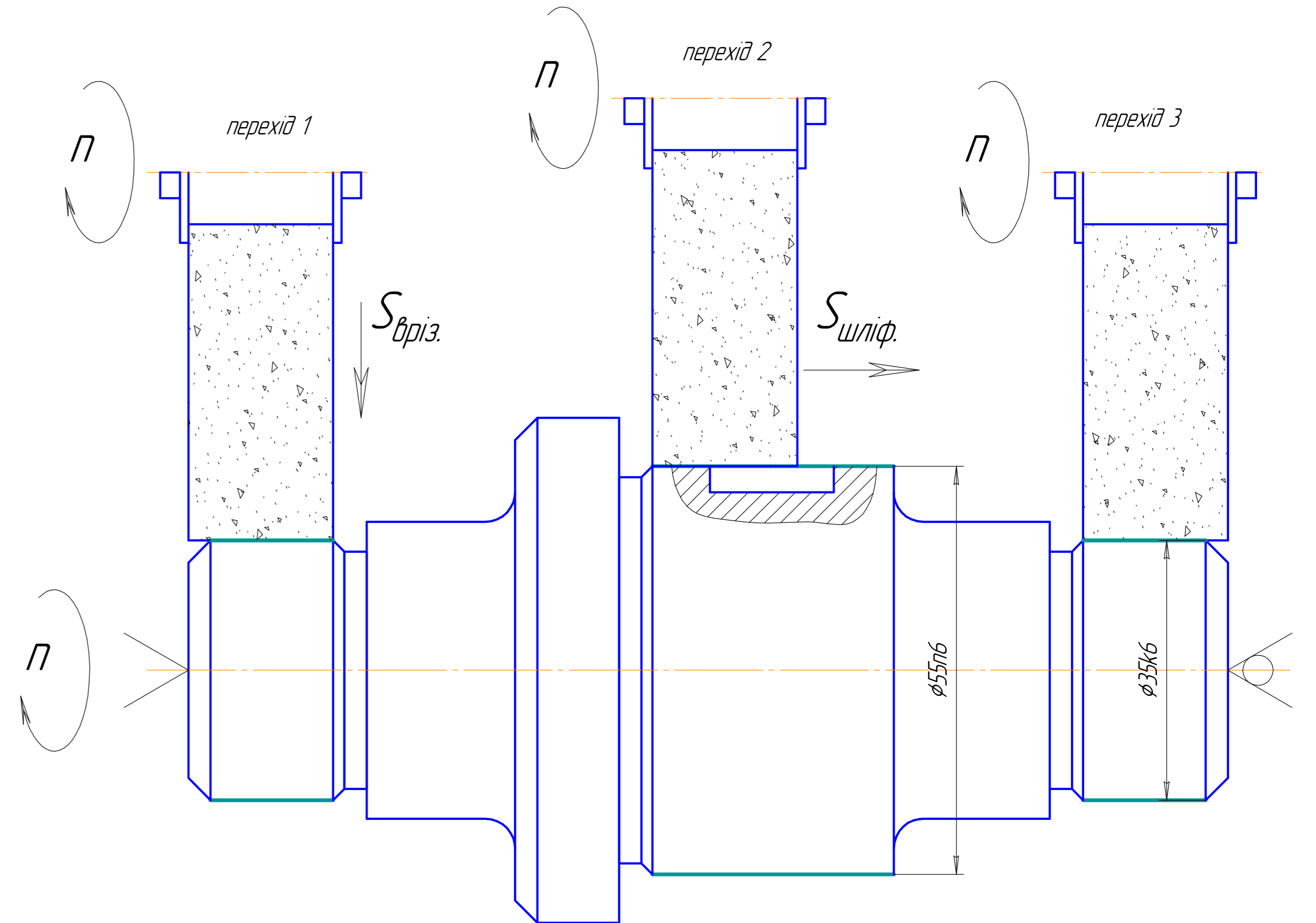
				БР.ПМ-17.01.05.000				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Калібр скода непрохідна ГОСТ 24853-81	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Петришин					Н		1:1
Пров.	Щуляр					Лист 1	Листов 1	
Т.контр.	Щуляр							
Н.контр.	Щуляр							
Утв.	Панчук							
Сталь 20 ГОСТ 1050-88						ІФНТУНГ ПМ-18-1		
Копировал						Формат А3		

Операція 035
вертикально-фрезерна,
верстат мод. 6Р82



Переходи механічної обробки	№ інструменту	Режими різання				T _д , хв
		t, мм	S, мм/хв	V, м/хв	n, хв ⁻¹	
1 Фрезерувати шпонковий паз	1	1	31,5	28,1	560	1,2

Операція 040
круглошліфувальна,
верстат мод. 3А110

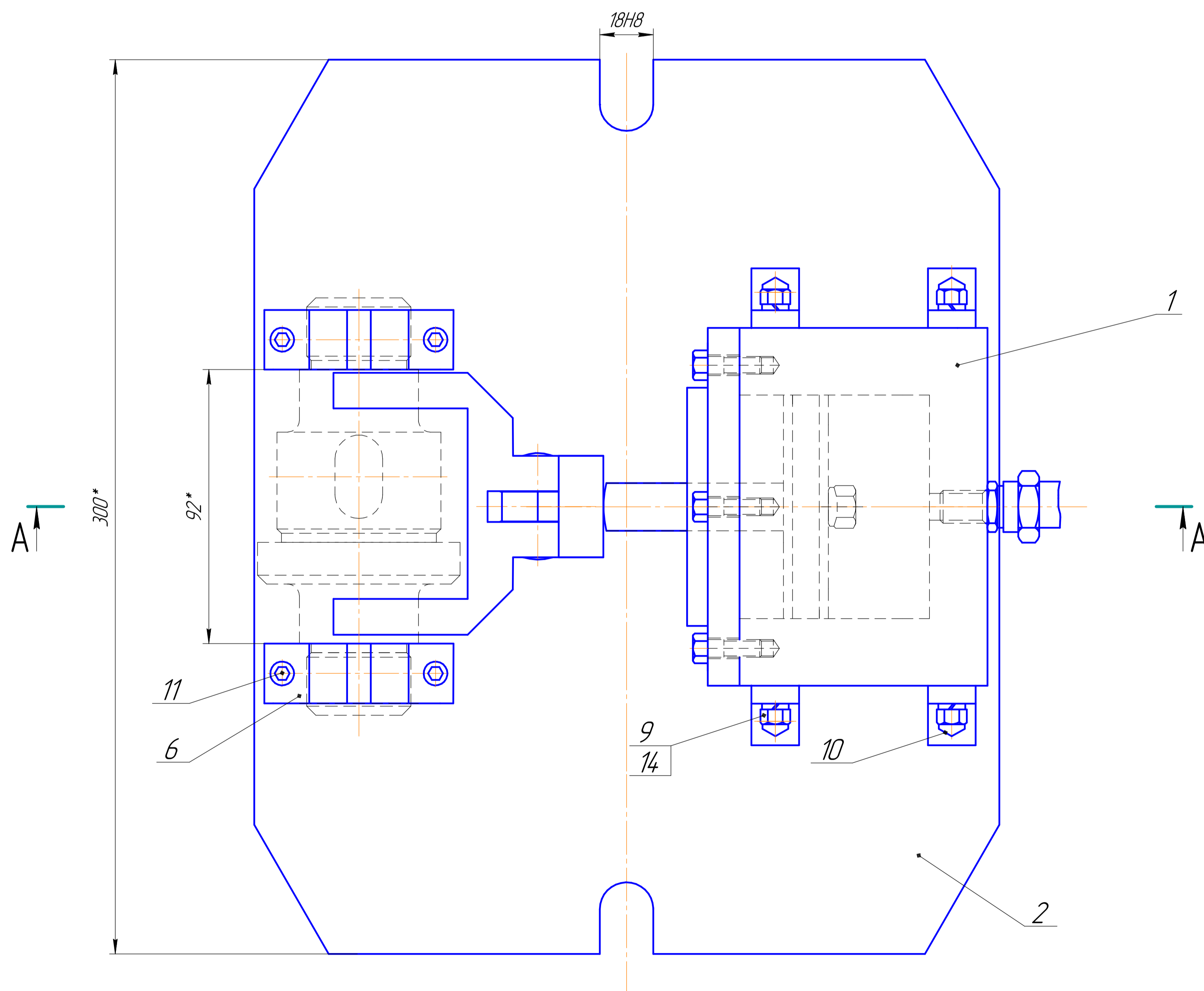
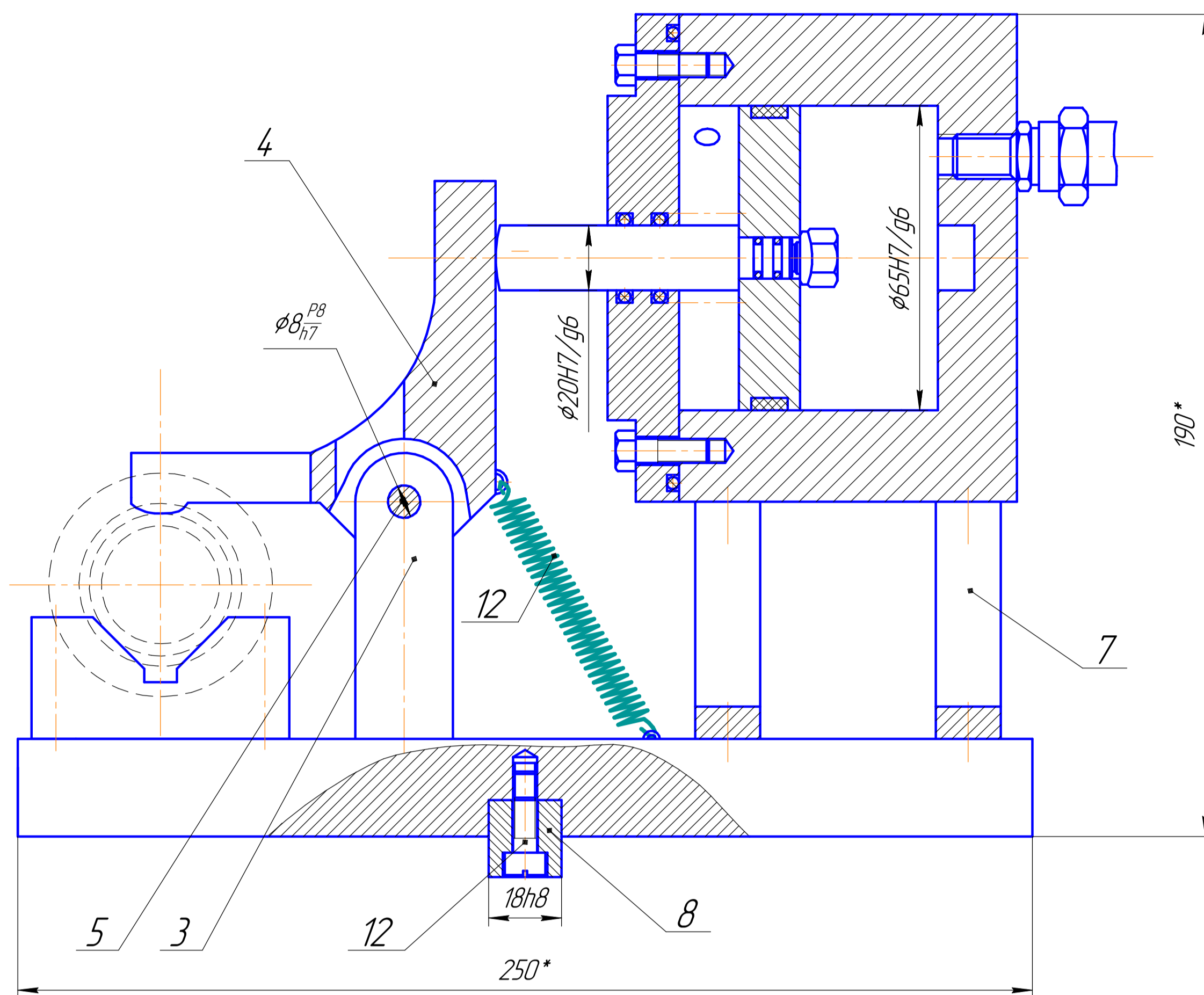


Переходи механічної обробки	№ інструменту	Режими різання			T _д , хв
		t, мм	S, мм/хв	V, м/с M/хв	
1 Шліфувати пов. 3, 13 та 19 по чергово	1	0,025	30	30 25	0,55

БР.ПМ-17.02.00.000 СХ				Лист	Маса	Масштаб
Взм. Лист	№ док.м.	Подп.	Дата	Карти технологічних налагоджень		
Разроб.	Петришин			Н		-
Проб.	Шуляр			Лист		
Т.контр.	Шуляр			Лист		
Н.контр.	Шуляр			ІФНТЧНГ		
Утв.	Панчук			ПМ-18-1		
Копіював				Формат А1		

Перв. примен.
Справ. №
Лист. і дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Лист. № дубл.
Инв. № дубл.

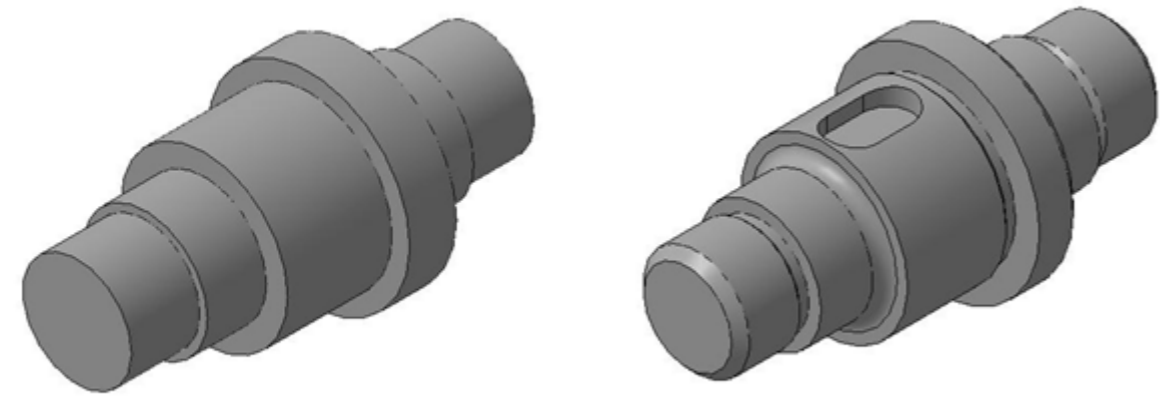
A-A



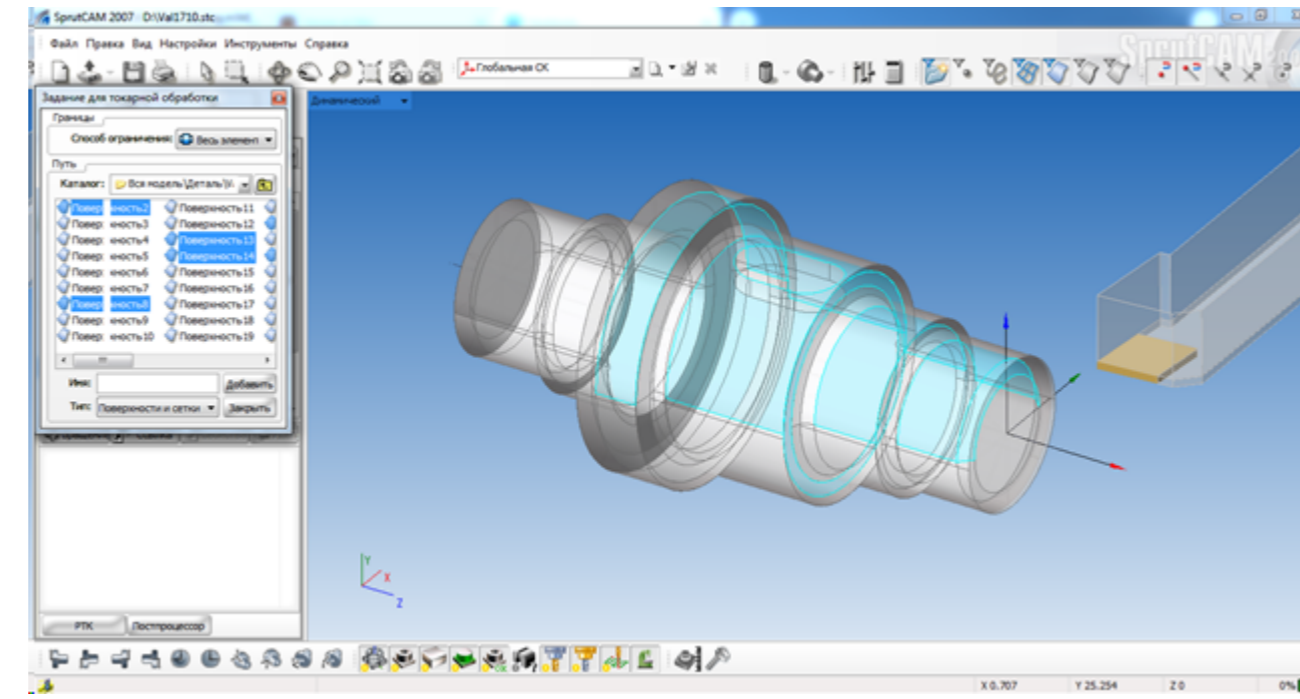
- 1 * Розміри для довідок
- 2. Зусилля затиску - 2099,4 Н
- 3. Тиск в пневмоциліндрі - 0,4 МПа

				БР.ПМ-17.03.00.000 СК		
Изм./Лист	№ док.им.	Подп.	Дата	Пристрій фрезерний (верстат мод. 6Р12)	Лист	Масштаб
Розроб.	Петришин				1	1:1
Проб.	Щуляр				Лист	Листов
Т.контр.	Щуляр				1	
Н.контр.	Щуляр			ІФНТУНГ		
Узд.	Панчук			ПМ-18-1		

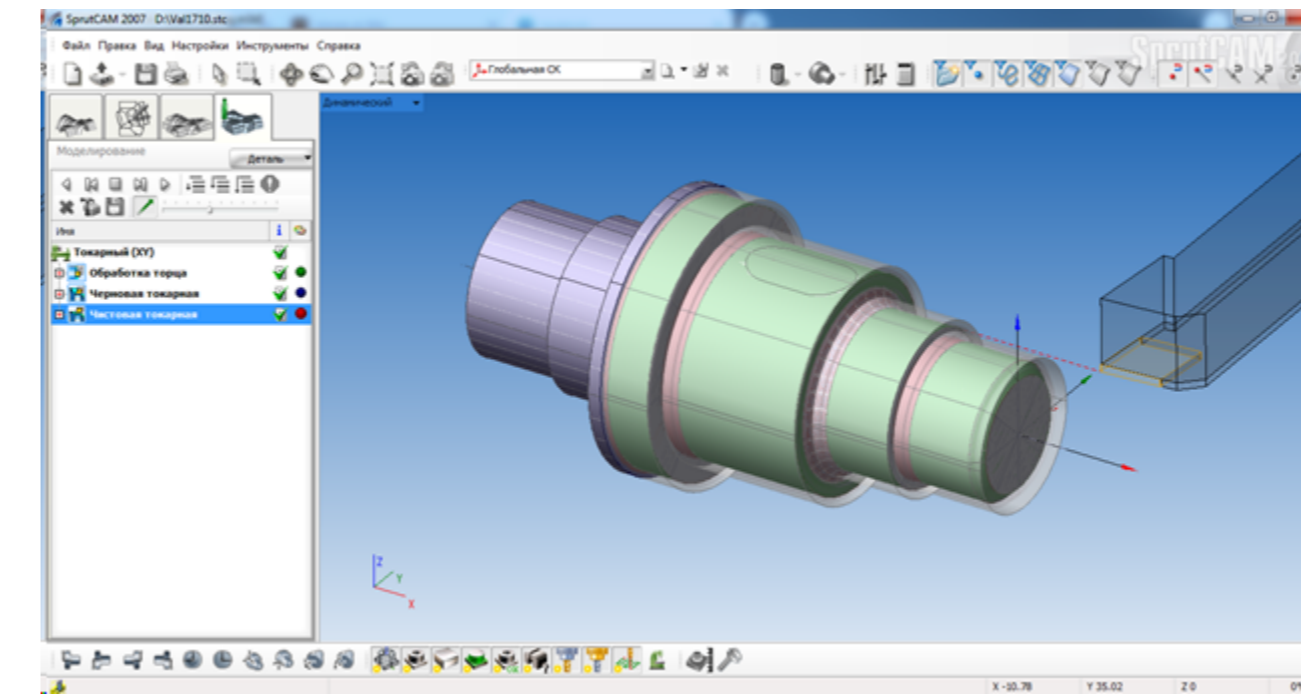
Лист № 1
 Назва документа: Пристрій фрезерний (верстат мод. 6Р12)
 Дата: 2017.03.00
 Автор: Петришин
 Інше: № 17.03.00.000 СК



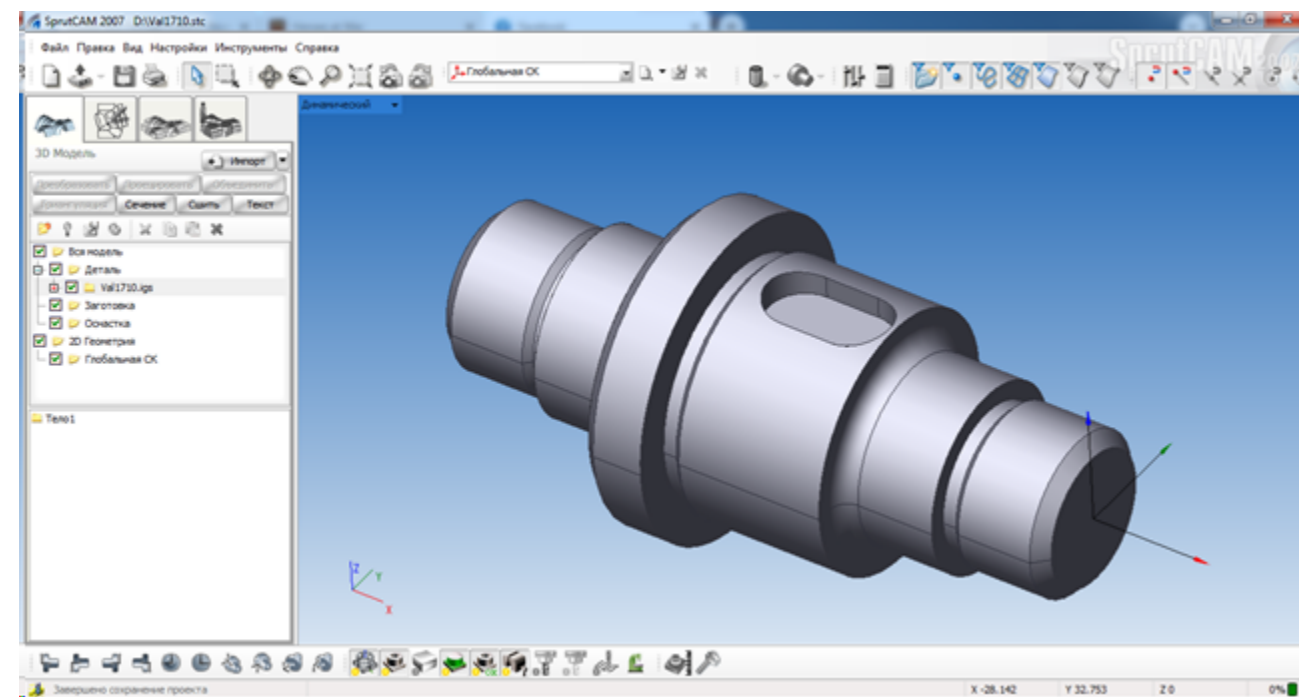
3D моделі заготовки та валу



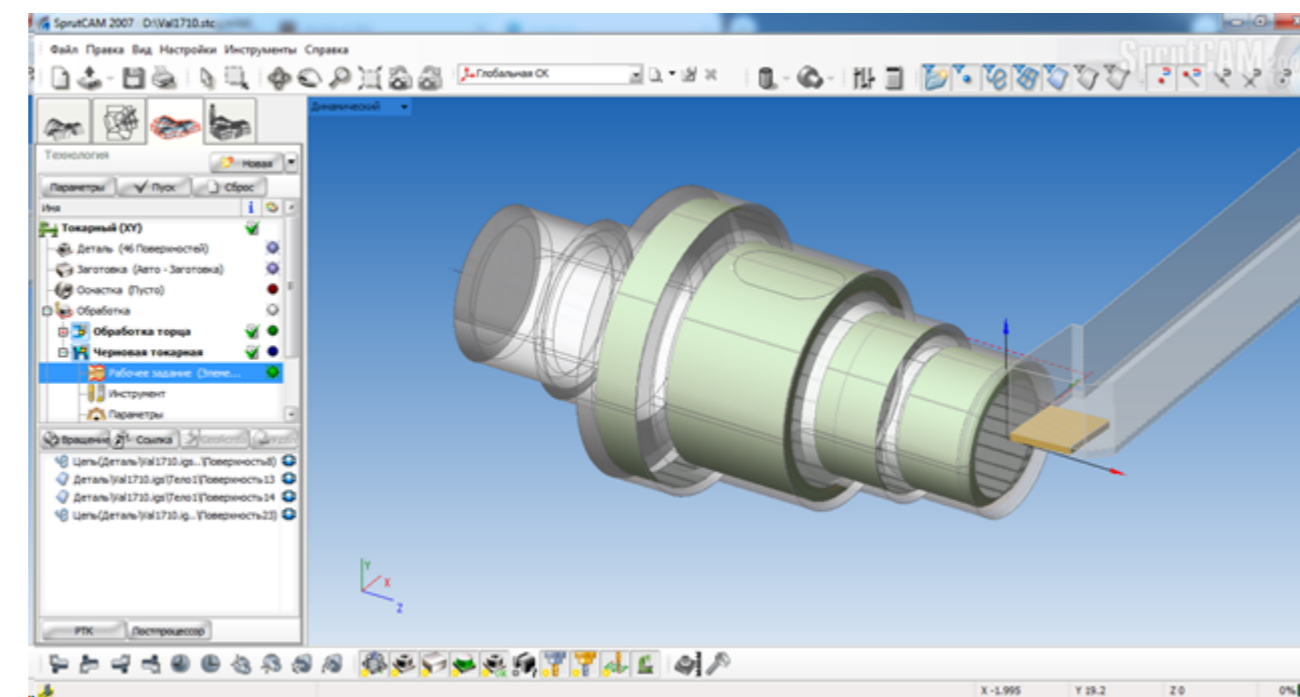
Вибір поверхонь для чорнової обробки



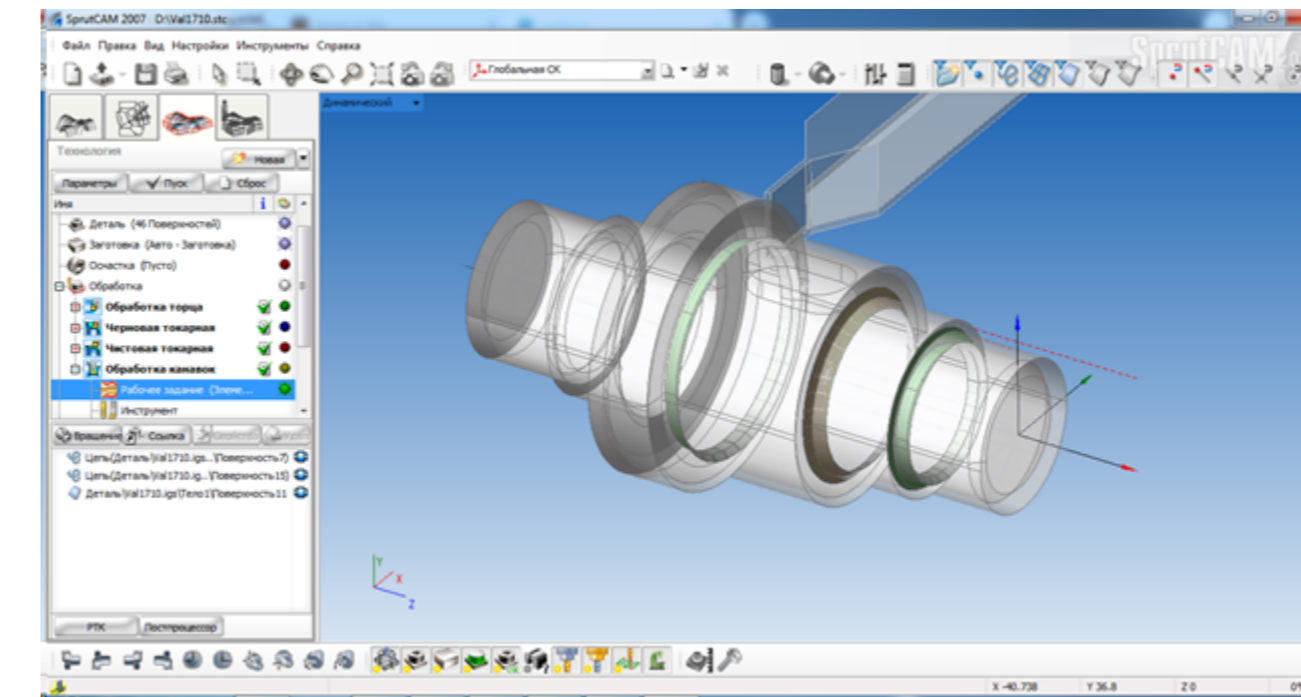
Моделювання чистової обробки



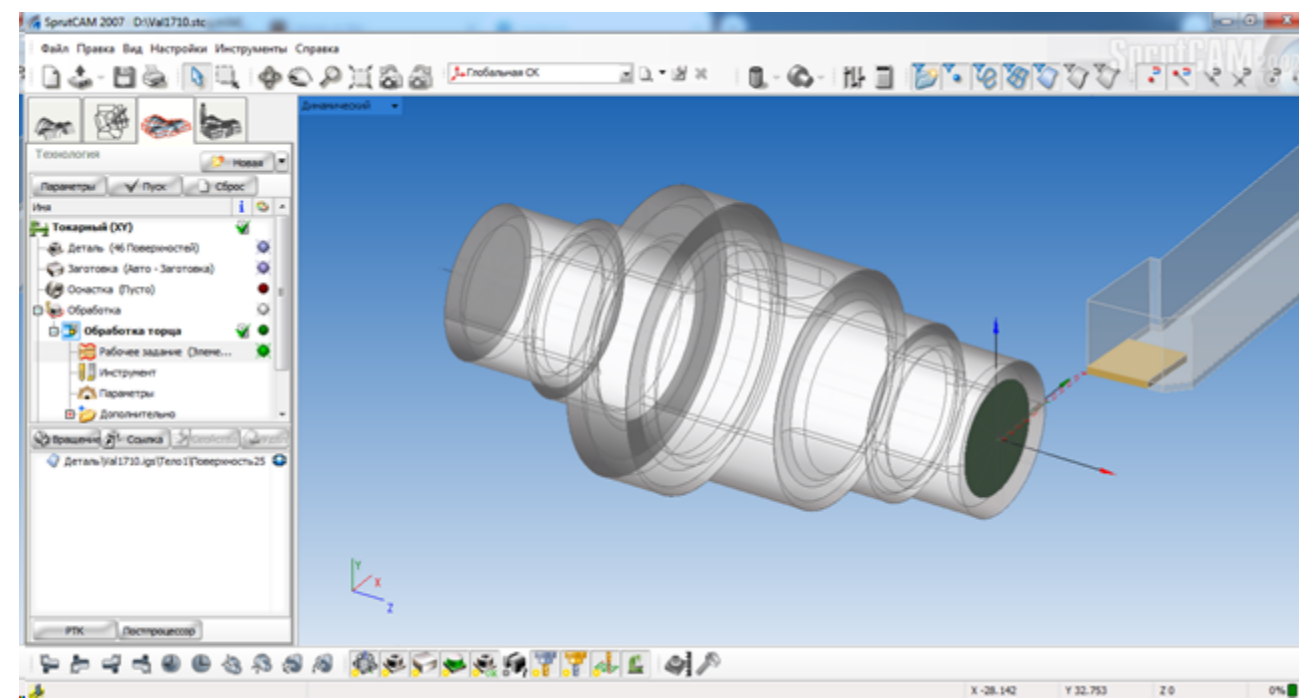
3D-модель, імпортована у систему SprutCAM



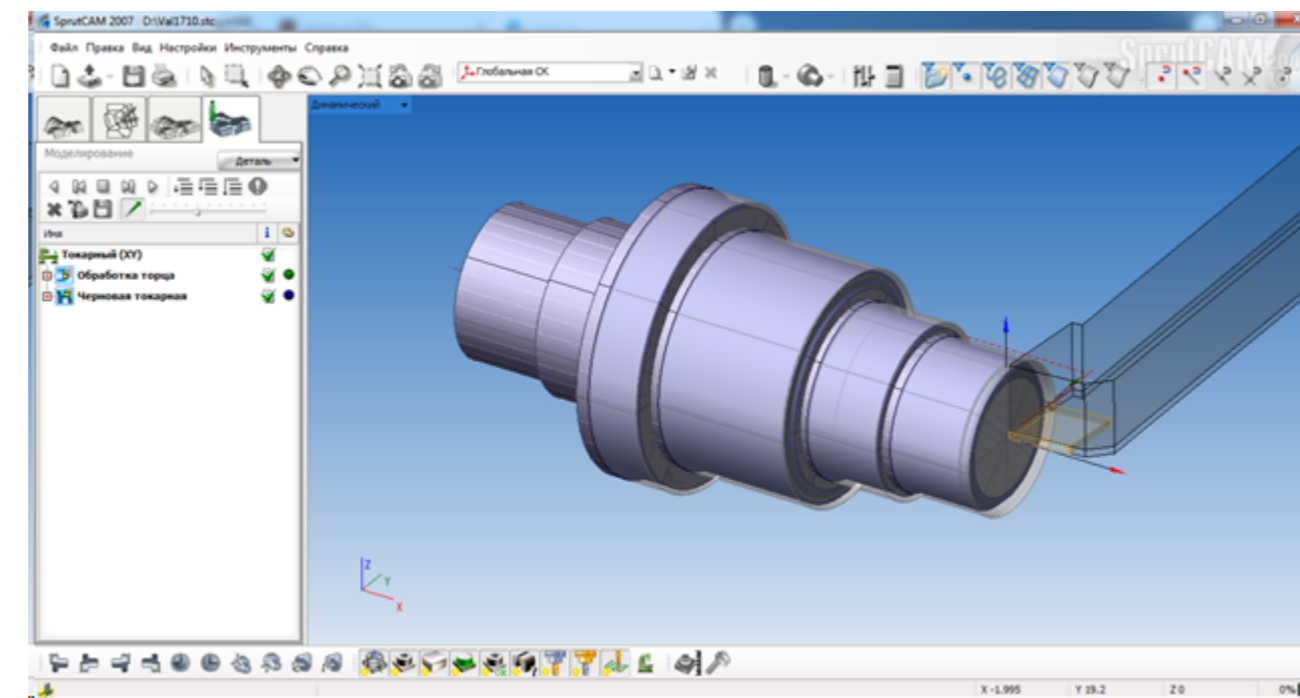
Проектування чорнової обробки



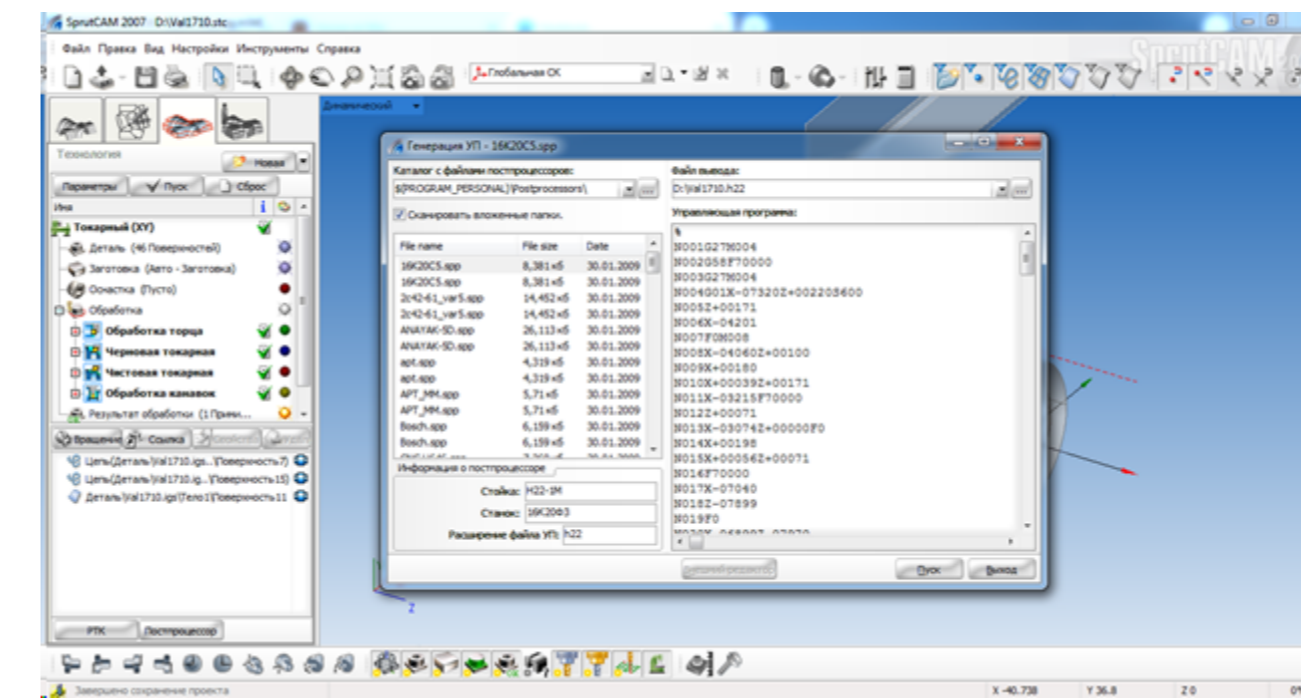
Проектування обробки канавок



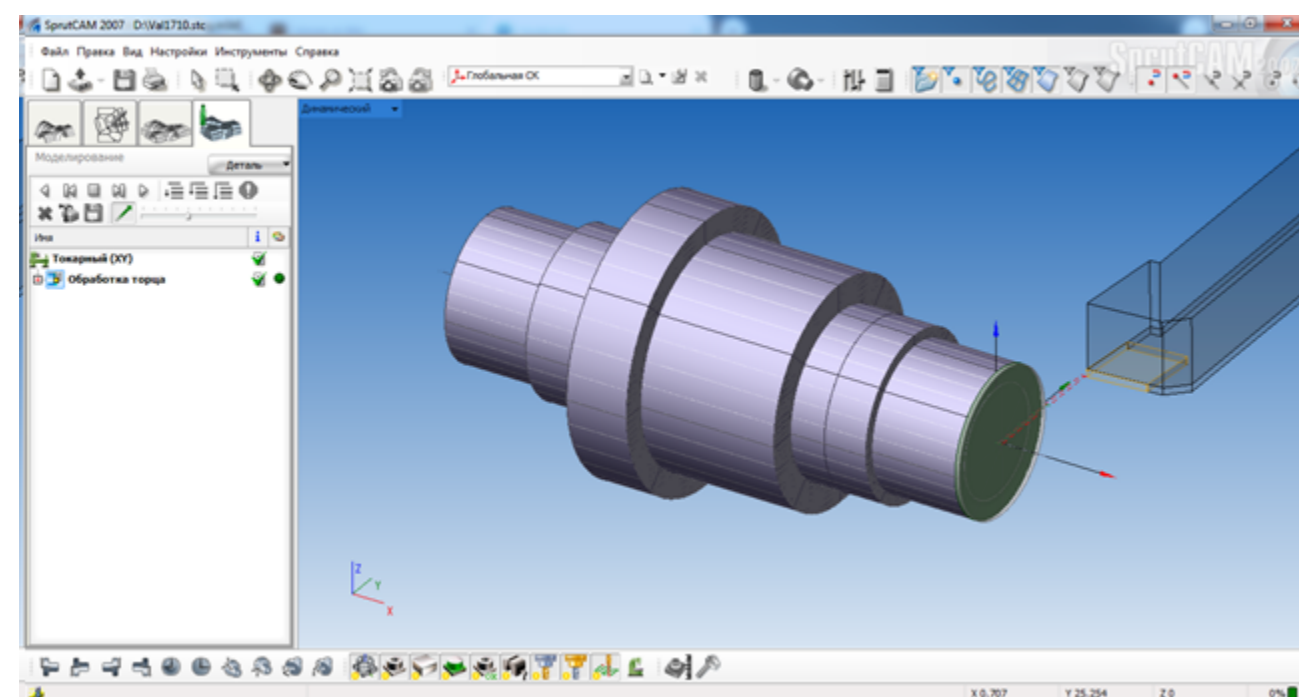
Проектування обробки торця



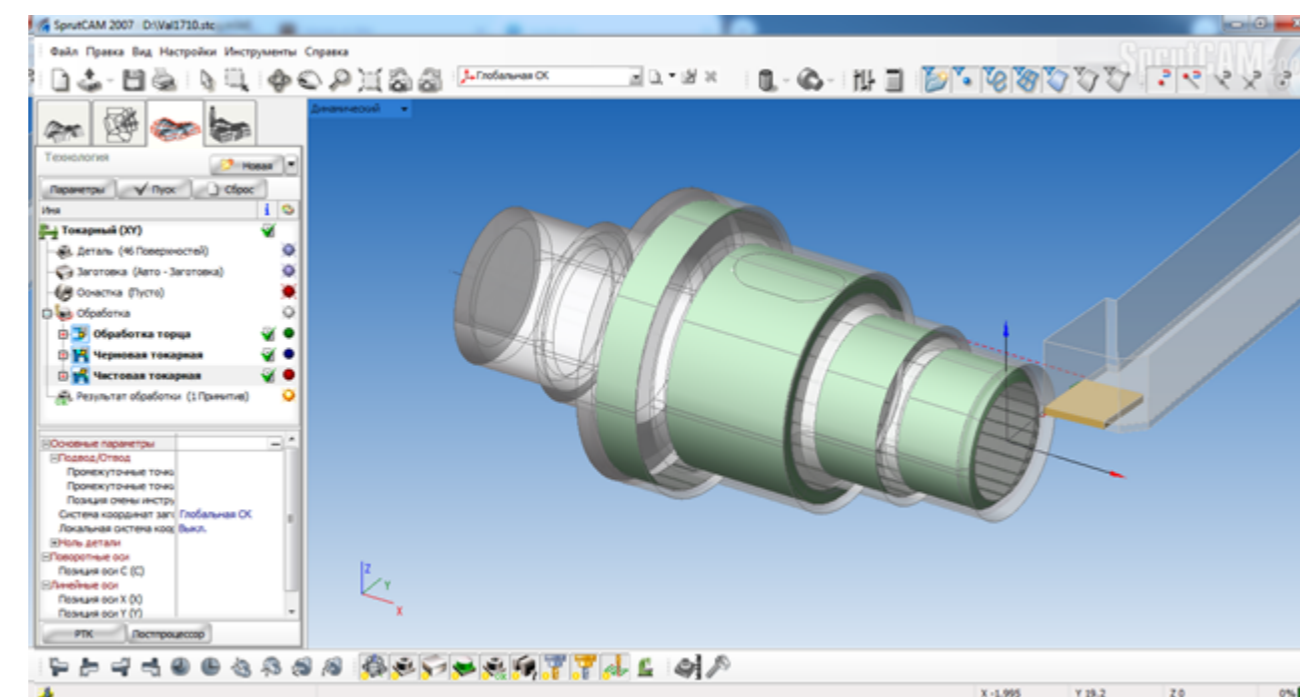
Моделювання чорнової обробки



Генерування керуючої програми для ЧПК



Моделювання обробки торця



Проектування чистової обробки

Код керуючої програми для верстату з ЧПК

```

%
N001G27M004
N002G58F70000
N003G27M004
N004G01X-07320Z+00220S600
N005Z+00171
N006X-04201
N007F0M008
N008X-04060Z+00100
N009X+00180
N010X+00039Z+00171
N011X-03215F70000
N012Z+00071
N013X-03074Z+00000F0
N014X+00198
N015X+00056Z+00071
N016F70000
N017X-07040
N018Z-07899
N019F0
N020X-06899Z-07970
N021Z-09401
N022X-07040Z-09330
N023Z-04199F70000
N024X-05840
N025X-05699Z-04270F0
N026Z-07851
N027X-05840Z-07780
N028Z-04199F70000
N029X-05440
N030X-05299Z-04270F0
N031Z-04500
N032X-05440Z-04429
N033Z-04199F70000
N034X-05040
N035X-04899Z-04270F0
N036Z-04500
N037X-05040Z-04429
N038Z-02109F70000
N039X-04240
N040X-04099Z-02180F0
N041Z-04201
N042X-04240Z-04130
N043Z+00198F70000
N044X-03840
N045X-03699Z+00127F0
N046Z-02051
N047X-03840Z-01980
N048Z+00181F70000
N049X-03440
N050X-03299Z+00110F0
N051Z-00211
N052X-03440Z-00140
N053Z+00170F70000
N054X-03040
N055X-02899Z+00100F0
N056Z-00011
N057X-03040Z+00060
N058F70000
N059Z+00131
N060X-02897
N061F0
N062X-02755Z+00061
N063X-02897Z-00010
N064X-03488Z-00306
N065G03X-03500Z-00320I+00028K+00014
N066G01Z-02400
N067X-03960
N068G03X-04000Z-02420K+00020
N069G01Z-04120
N070G02X-04760Z-04500I-00760
N071G01X-05460
N072G03X-05500Z-04520K+00020
N073G01Z-08200
N074X-06760
N075G03X-06800Z-08220K+00020
N076G01Z-09402
N077X-06941Z-09331
N078F70000
N079Z-08104
N080X-06700
N081X-06500
N082X-05500F0
N083X-05200
N084X-05500
N085X-06500F70000
N086Z-07944
N087X-05500F0
N088X-05488
N089X-05517Z-07958
N090X-06500F70000
N091Z-08200
N092X-05500F0
N093X-05200
N094X-05228Z-08186
N095X-06501F70000
N096Z-08200
N097X-05501F0
N098X-05200
N099Z-08094
N100X-06501F70000
N101Z-07944
N102X-05501F0
N103X-05488
N104X-05200Z-08088
N105Z-08194
N106X-06701F70000
N107Z-02304
N108X-04500
N109X-03500F0
N110X-03200
N111X-03500
N112X-04500F70000
N113Z-02144
N114X-03500F0
N115X-03488
N116X-03517Z-02158
N117X-04500F70000
N118Z-02400
N119X-03500F0
N120X-03200
N121X-03228Z-02386
N122X-04501F70000
N123Z-02400
N124X-03501F0
N125X-03200
N126Z-02294
N127X-04501F70000
N128Z-02144
N129X-03501F0
N130X-03488
N131X-03200Z-02288
N132Z-02394
N133X-04701F70000
N134Z-04445
N135X-05928
N136X-05728
N137X-04728F0
N138X-04367
N139X-04728
N140X-05728F70000
N141Z-04285
N142X-04728F0
N143X-04076
N144X-04728
N145X-05928F70000
N146X-05728
N147Z-04500
N148X-04728F0
N149G03X-04000Z-04125I-00032K-00380
N150G01X-05928F70000
N151X-07360
N152S000G25X+9999999
N153G25Z+9999999
N154M002
    
```

				БР.ПМ-17.04.00.000 СХ		
Взм. Лист	№ док-м.	Підп.	Дата	Схеми до керуючої програми з ЧПК	Лист	Масштаб
Разраб.	Петрушин				1-1	
Проб.	Щуляр				Лист	Листів 1
Т.контр.	Щуляр				ІФНТУНГ ПМ-18-1	
Н.контр.	Щуляр					
Утв.	Панчук				Копіював Формат А1	

Перш. примен.
 Справ. №
 Платн. і дата
 Взам. шиф. №
 Шиф. № дробн.
 Платн. і дата
 Шиф. № дробн.