

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

Інститут інженерної механіки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Мальованчук Денис Володимирович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.9

(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Технологія виготовлення деталі “Хвостовик ПЕА 01.02.01.603А”

(назва роботи)

Прикладна механіка

(назва освітньої програми)

131- Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Борушак Л.О., доцент кафедри КМВ

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

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

професор

(посада)

(підпис)

(дата)

Панчук В.Г.

(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-2025 рік

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційної бакалаврської роботи: Технологія виготовлення деталі “ Хвостовик ПЕА.01.02.01.603А ”

Розрахунково-пояснювальна записка: 52 сторінки, 18 рисунків, 10 таблиць, 10 посилань.

Графічна частина: 5 аркушів формату А1.

Об'єкт дослідження – технологічний процес механічної обробки.

Предмет дослідження – деталь “ Хвостовик ПЕА.01.02.01.603А ”.

Мета роботи – розробити оптимізований технологічний процес механічної обробки хвостовика ПЕА.01.02.01.603А, який повинен скоротити вартість виготовлення деталі порівняно з базовим техпроцесом, а також розробити конструкцію спеціального верстатного пристрою та скласти керуючу програму для верстата з ЧПК.

Відповідно поставленій задачі у роботі проведений аналіз конструкції деталі, базового методу отримання заготовки та маршруту механічної обробки. За результатами проведеного аналізу та рекомендаціях літературних джерел розроблено більш сучасний маршрут механічної обробки даної деталі для заданого типу виробництва, відповідно до якого пораховано припуски, розраховано режими різання та нормування операцій. Для встановлення і закріплення деталі на фрезерно-свердлильній операції спроектовано спеціальний верстатний пристрій із пневматичним приводом, працездатність якого підтверджено розрахунками, наведеними в конструкторській частині пояснювальної записки. Додатки містять технологічну документацію – маршрутний опис процесу, операційні ескізи.

Результати роботи можуть бути використані у виробництві на базовому підприємстві.

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

Студент: Мальованчук Д. В.

ABSTRACT

of qualifying bachelor's thesis: Technology of manufacturing the part "Shank
PEA.01.02.01.603A"

Calculation and explanatory note: 52 pages, 18 figures, 10 tables, 10 links,
Graphic part: 5 sheets of A1 format.

The object of study is the technological process of machining.

The subject of research is the detail "Adapter PEA 01.02.01.603A".

The purpose of the work is to develop an improved technological process of mechanical processing of the adapter 0735 405344 712, which will reduce manufacturing costs compared to the basic technical process, as well as to develop designs of special machine tools and control program for CNC machine.

In accordance with the task in the work a detailed analysis of the design of the part, the basic method of obtaining the workpiece and the route of machining was made. Based on the conclusions of the analysis and the recommendations of the literature, a more optimal route of machining of this part for a given type of production is developed, according to which allowances are calculated, cutting modes and rationing of operations are calculated. To install and secure the part on machining operations, a special machine tool with a pneumatic drive is designed, the efficiency of which is confirmed by the calculations given in the 2nd section of the explanatory note. The design of the control device is engineered. The appendices contain all the necessary technological documentation.

The results can be used in the engineering industry.

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

Student: D. Malovanchuk

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут інженерної механіки та робототехніки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Освітній рівень - бакалавр

Спеціальність 131-Прикладна механіка

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

«___» _____ 2025

року

ЗАВДАННЯ

НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Мальованчуку Денису Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Технологія виготовлення деталі “Хвостовик ПЕА 01.02.01.603А”

керівник роботи доцент кафедри КМВ Борушак Л.О.

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “___” _____ 20__ року № _____

2. Строк подання студентом роботи 10 червня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи креслення деталі, _____
дані базової технології

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

Технологічна частина (аналіз деталі, вибір заготовки, розробка маршрутної та операційної технології виготовлення, розрахунок припусків, режимів різання). Конструкторська частина (проекування верстатного пристрою) на фрезерно-свердлильну операцію. Складання керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК

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

Креслення деталі та заготовки, 3D моделі деталі, заготовки, складальне креслення верстатного пристрою для горизонтального фрезерно-свердлильного верстата з ЧПК, карта налагодження на токарну та шліцефрезерну операції з ЧПК, керуюча програма обробки деталі на верстаті з ЧПК

6. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|--------|---|----------------|------------------|
| | | Завдання видав | Завдання прийняв |
| | Доцент кафедри КМВ Борушак Л.О. | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

7. Дата видачі завдання 12 березня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів бакалаврської роботи | Термін виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|---|--------------------------------|----------|
| 1 | Конструкторсько-технологічний аналіз | 28.04.2024 | |
| 2 | Проектування технології виготовлення деталі | 10.05. 2024 | |
| 3 | Проектування технологічного оснащення | 20.05. 2024 | |
| 4 | Розробка технології автоматизованої обробки | 01.06. 2024 | |
| 5 | Пояснювальна записка | 10.06. 2024 | |
| | Графічна частина | 12.06. 2024 | |
| | | | |
| | | | |

Студент _____

Мальованчук Д.В.

Керівник _____

Борушак Л.О.

Зміст

| | |
|--|--|
| Вступ | |
| 1 Технологічна частина..... | |
| 1.1 Опис призначення та конструкції деталі | |
| 1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі | |
| 1.3 Визначення програми випуску і кількості деталей в партії | |
| 1.4 Аналіз базового технологічного процесу і розробка маршрутної технології... | |
| 1.4.1 Обґрунтування вибору та проектування заготовки..... | |
| 1.4.2 Опис і аналіз базового технологічного процесу..... | |
| 1.4.3 Проектний варіант технологічного процесу обробки півмуфти..... | |
| 1.4.4 Техніко-економічне обґрунтування вибору проектного варіанту маршруту механічної обробки..... | |
| 1.5 Розробка операційної технології..... | |
| 1.5.1 Розрахунок припусків на механічну обробку | |
| 1.5.2 Розрахунок режимів різання | |
| 1.6 Розробка керуючих програм на операції з ЧПК..... | |
| 2. Конструкторська частина..... | |
| 2.1 Пристрій для горизонтального фрезерно-свердлильного верстата з ЧПК.. | |
| 2.1.1 Опис призначення, будови і роботи пристрою | |
| 2.1.2 Силовий розрахунок пристрою..... | |
| 2.2 Контрольний пристрій..... | |
| 2.1.3 Розрахунок на міцність найбільш навантажених та рухомих елементів пристрою..... | |
| Висновок..... | |
| Перелік використаних джерел..... | |
| Додатки..... | |

| | | | | | | | | |
|-----------|--------------|----------|--------|------|---------------------------------|------|------|---------|
| | | | | | БР.ПМ-042.00.000 ПЗ | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | <i>Пояснювальна записка</i> | Літ. | Арк. | Аркушів |
| Розроб. | Мальованчук | | | | | | 2 | |
| Перевір. | Борущак Л.О. | | | | | | | |
| Реценз. | | | | | | | | |
| Н. Контр. | Борущак Л.О. | | | | | | | |
| Затверд. | Панчук В.Г. | | | | ІФНТУНГ ПМ-21-1 | | | |

ВСТУП

Підприємство «Коломиясільмаш» на так давно було одним з провідних виробників сільськогосподарської техніки. На сьогоднішній день залишається нагальна потреба як в техніці, так і в комплектуючих та запчастинах до неї.

Незважаючи на те, що Україна зараз в стані війни, машинобудівна галузь повинна працювати, можливо, ще ефективніше і продуктивніше, ніж в мирний час. Залучення до виробництва грамотних фахівців – інженерів, використання сучасних верстатів і технологій є запорукою нашої перемоги.

Це також пов'язане з налагодженням виробництва та ремонту військової техніки, зброї та боєприпасів. Створення нових машинобудівних підприємств теж є актуальним завданням країни.

Однозначно, що повноцінне і грамотне поєднання нових виробничих потужностей і сучасних комп'ютерних технологій є вимогою часу. Стосовно нашого фаху, це застосування верстатів з ЧПК.

У бакалаврській роботі викладені технологічні і конструкторські рішення, спрямовані на підняття серійного виробництва до сучасного світового рівня.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | <i>БР.ПМ-042.00.000 ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

1.1 Аналіз конструкції деталі і технічних вимог

Деталь «Хвостовик ПЕА.01.02.01.603А» виготовляється на заводі автотранспорту «Коломия сільмаш». Згідно до класифікації Ф. С. Дем'янюка вказана деталь за формою та розмірами відноситься до деталей типу вала і є складовою частиною поворотного вузла вантажного механізму.

Заготовку деталі отримують куванням на горизонтально-кувальних машинах. Основним видом навантаження, що сприймається і передається хвостовиком, є крутний момент. Для цього задіяні шпонковий паз 16Н12 та евольвентні шліци 120x2,5x8к. Згинаючі моменти, що діють у тілі хвостовика, порівняно незначні, бо відстань між опорами обертання невелика. Оскільки кування низьколегованих вуглецевих сталей забезпечує покращення структури і то цей спосіб отримання заготовки задовольняє нашим вимогам.

Як тривимірне тіло хвостовик є комбінацією поверхонь циліндричних (2, 3, 4, 5, 6, 13, 14), конічних (12, 13, 17, 19, 22, 24), фасонних (7 – шліцьова, 15 та 23 –різьбові, 20 - канавка) та плоских (1, 2, 10, 14 – торці, 16 –шпонковий паз).

Всі циліндричні та конічні поверхні, а також різьбова та шліцьова (крім 14) співвісні.

Найточнішими у деталі є поверхні 3, 7 (8 кв.), 4 (6 кв.), 16 (12 кв.). Решта – за 14 квалітетом з відповідними вимогами до точності форми і взаємного розміщення поверхонь.

В цілому деталь проста за конструкцією. Є вимога лише щодо точності розміщення торцьового паза відносно осі зовнішньої різьби – 0,12 мм. проте є ряд вимог до точності форми і взаємного розміщення поверхонь:

Поверхні з найвищим класом шорсткості – циліндричні 3 і 4 ($Ra=2,5$ мкм), поверхня різьби М110x3,0, ($Ra=5,0$ мкм), поверхні паза і фасок - $Ra=10,0$ мкм. Чистота решти поверхонь – $Ra=20,0$ мкм.

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | | | |

БР.ПМ-042.00.000 ПЗ

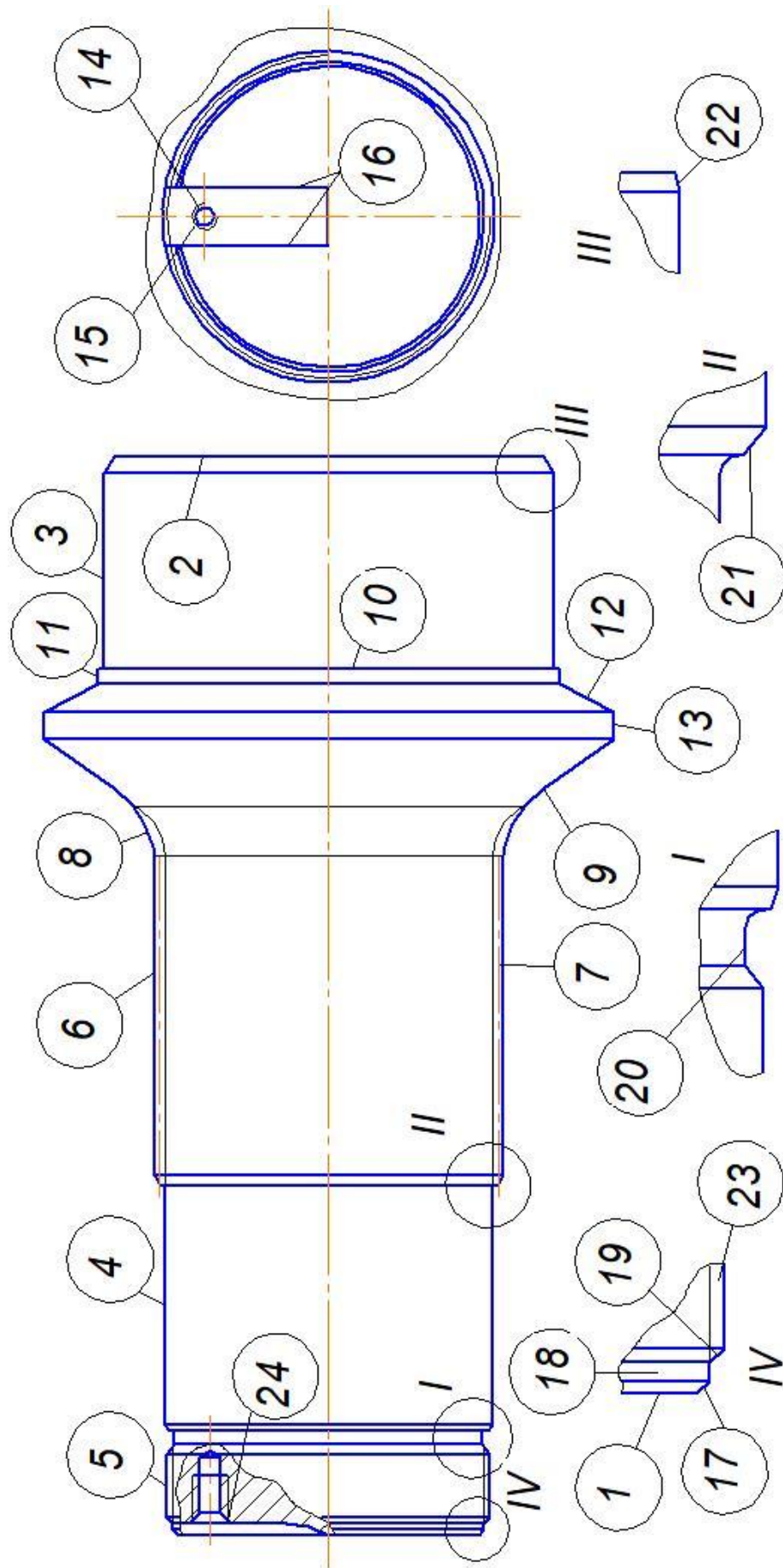


Рис.1.1 – Ескіз хвостовика з номерами поверхонь

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
| | | | | |

БР.ПМ-042.00.000 ПЗ

Лист

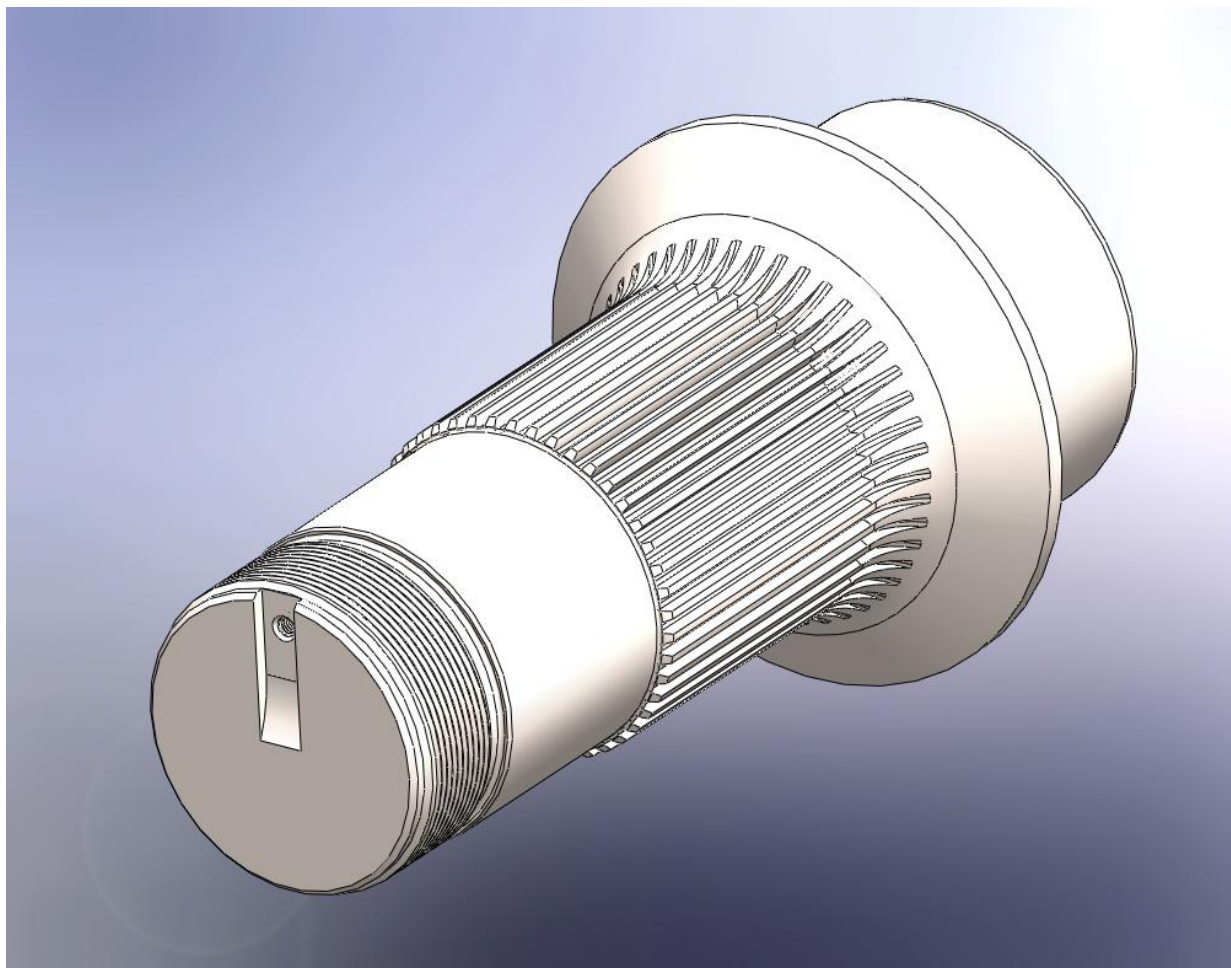
Зовнішній вигляд хвостовика за 3D моделями показаний на рис. 1.2
 Габаритні розміри деталі: $\varnothing 195 \times 382$ мм. Маса – 41,73 кг.

Хімічний склад сталі 20ХН3А вказаний у таблиці 1.1.

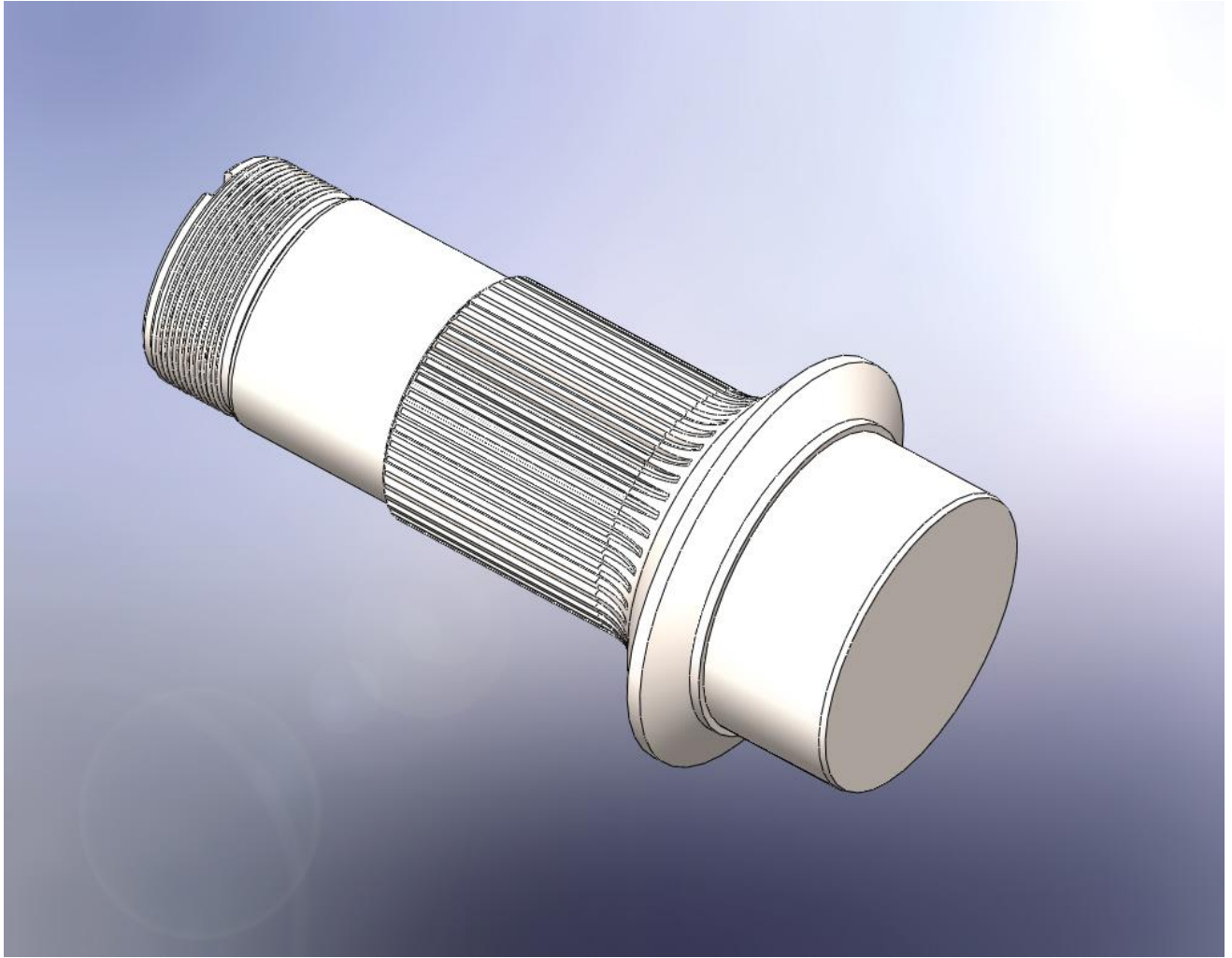
Механічні властивості сталі 20ХН3А вказані у табл. 1.2.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі 20ХН3А

| C | S | P | Mn | Cr | Si | Ni | Cu |
|-------------|--------------|--------------|-----------|-----------|-------------|-------------|------------|
| 0,17 – 0,24 | $\leq 0,025$ | $\leq 0,025$ | 0,3 – 0,6 | 0,6 – 0,9 | 0,17 – 0,37 | 2.75 – 3.15 | ≤ 0.3 |



а)



б)

Рис.1.2 - Зовнішній вигляд хвостовика за 3D моделями

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі 20ХН3А

| σ_B , МПа | КСУ Дж/м ² | Ψ , % | σ_T , МПа | Відносне звуження, % не менше |
|---------------------|--------------------------|---------------|---------------------|-------------------------------------|
| 930 | 1080 | 55 | 735 | 12 |

Основні характеристики поверхонь деталі наведені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Характеристика поверхонь хвостовика ПЕА.01.02.01.603А

| № поверхні | Конфігурація та службове призначення поверхонь | Розміри, мм | Квалітет точності, допуск, мм | Точність форми та розміщення | Шорсткість Ra, мкм |
|------------|---|-----------------|-------------------------------|------------------------------|--------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Плоский торець. Приєднувальна поверхня. Конструкторська база, технологічна база | 382,0 Ø102 | 14 | 14 | 20,0 |
| 2 | Плоский торець. Конструкторська база, технологічна база. | 382,0 Ø143,2 | 14 | 14 | 20,0 |
| 3 | Зовнішня циліндрична поверхня. Функціональна поверхня. | Ø 145 | U8 | 8 | 2,5 |
| 4 | Зовнішня циліндрична поверхня. Функціональна поверхня. | Ø 112° | g6 | 6 | 2,5 |
| 6 | Зовнішня циліндрична поверхня. Вільна поверхня | Ø 120 | 8k | 8 | 5,0 |
| 7 | Шліцьова поверхня. Функціональна поверхня. | 120x 2,5x8k | 8 | 8 | 5,0 |
| 8 | Зовнішня радіусна поверхня. Вільна поверхня | R40 | 14 | 14 | 20,0 |
| 9 | Зовнішня конічна поверхня. Вільна поверхня | Ø195x 55° | 14 | 14 | 20,0 |
| 10 | Плоский кільцеподібний торець. Функціональна поверхня. | Ø152x Ø 145 | 14 | 14 | 20,0 |
| 11 | Зовнішня циліндрична поверхня. Вільна поверхня | Ø152 | 14 | 14 | 20,0 |
| 12 | Зовнішня конічна поверхня. Вільна поверхня | Ø195x 25° | 14 | 14 | 20,0 |
| 13 | Зовнішня циліндрична поверхня. Вільна поверхня | Ø195 | 14 | 14 | Rz 80 |
| 14 | Внутрішня циліндрична поверхня. Функціональна поверхня | Ø6,7 | 7 | 7 | 5,0 |
| 15 | Внутрішня різьбова поверхня. Функціональна поверхня | M8x7H | 7 | 7 | 5,0 |
| 16 | Плоскі поверхні . Шпонковий паз. Функціональна поверхня | 16H120 | 12 | 12 | 10,0 |
| 18 | Зовнішня циліндрична поверхня. | Ø106 | 14 | 14 | Rz 80 |

Функціональна поверхня.

Лист

БР.ПМ-042.00.000 ПЗ

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

| | | | | | |
|----|---|--------------|----|----|-------|
| 19 | Зовнішня кінчна поверхня. Фаска. Вільна поверхня | 2x45° | 14 | 14 | Rz 80 |
| 20 | Зовнішня фасонна канавка | 5,0 | 14 | 14 | Rz 80 |
| 21 | Зовнішня кінчна поверхня. Фаска. Вільна поверхня | 2,5x45° | 14 | 14 | Rz 80 |
| 22 | Зовнішня кінчна поверхня. Фаска. Вільна поверхня | 3,0x15° | 14 | 14 | 10,0 |
| 23 | Зовнішня різбова поверхня. Функціональна поверхня | M110x 3,0 | 8H | 8 | 5,0 |
| 24 | Внутрішня кінчна поверхня. Фаска. Функціональна поверхня | 1,6x45° | 14 | 14 | 10,0 |

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | <i>БР.ПМ-042.00.000 ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

Заготовкою хвостовика Ø195 мм за базовою технологією служить ковanka, отримана куванням на горизонтально-кувальній машині.

Форма поверхонь деталі нескладна – в основному зовнішні циліндри, конуси, радіусні кільцеві поверхні, кільцеві фаски, плоскі торці, а до фасонних можна віднести різьби зовнішню та внутрішню. Співвідношення форми та розмірів надає деталі високої жорсткості. Згідно базового технологічного процесу поверхні хвостовика обробляють на універсальних верстатах –токарно-гвинторізних 1М63, горизонтально-фрезерному 6Р82Г та радіально-свердлильному 2М55 із великою кількістю перевстановлень заготовки та розділенням обробки на чорнову та чистову.

Поверхні торців (пов. 1, 2, 10), зовнішні циліндричні і конічні поверхні (фаски) обробляють на 1М63, шпонковий паз – на 6Р82Г, та отвір з різьбою – на 2М55.

Доступ інструментів до всіх оброблюваних поверхонь хороший.

Обробка всіх поверхонь виконується нормалізованим або ж стандартним мірним інструментом. Отже, деталь в цілому технологічна.

Згідно ГОСТ 14.202-73 проводимо кількісний аналіз технологічності по - коефіцієнту уніфікації K_y .
Загальна кількість поверхонь – 24
з них механічну обробку проходять – 24
уніфікованих поверхонь – 22.

Поверхонь за 14-м квалітетом точності – 19

Поверхонь за 12-м квалітетом точності – 1

Поверхонь за 8-м квалітетом точності – 3

Поверхонь за 6-м квалітетом точності – 1

Визначаємо коефіцієнт уніфікації за формулою

$$K_{y_{\Sigma}} = \frac{Q_{y_{\Sigma}}}{Q_{\Sigma}}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|---------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-042.00.000 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

де Q_{Σ} - загальна кількість оброблюваних поверхонь

$Q_{y\Sigma}$ - кількість уніфікованих поверхонь

$$K_y = 20/24 = 0,8$$

За коефіцієнтом уніфікації деталь вважається технологічна, оскільки, K_y більший від допустимого 0,6.

Виходячи з конструкції деталі і середньсерійного типу виробництва, застосуємо для токарної, фрезерної обробки, різьботочіння, а також для формування різьбового отвору застосувати верстати з ЧПК.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|---------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-042.00.000 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

1.3 Визначення програми випуску і кількості деталей в партії

Заданий тип виробництва – середньоосерійний.

Режим роботи підприємства 2 зміни на добу.

Основна інформація про заводську технологію подається в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Трудоемкість операцій.

| № операції | Назва операції | Модель верстату | $T_{шт}$, хв |
|------------|------------------------------|------------------------|---------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 005 | Токарна з ЧПК | <i>MAST 500i</i> | 22,07 |
| 010 | Горизонтально-фрезерна з ЧПК | <i>MYCENTR HX300iG</i> | 6,05 |
| 015 | Шліце-фрезерна з ЧПК | <i>Y3132CNC6</i> | 8,14 |

,

Число операцій $n = 3$; (без врахування заготівельної ковальської операції)

сумарний штучний час $\sum T_{ум} = 22,07 + 6,05 + 8,14 = 36,71$ хв.

Середній штучний час:

$$T_{ум.сер} = \frac{\sum T_{ум}}{n} = \frac{36,71}{3} = 12,24$$

хв.

Такт випуску деталей:

$$t_г = k_з \cdot T_{ум.сер} = 20 \cdot 12,24 = 244,8 \text{ хв,}$$

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

$$20 < k_з < 40 . \text{ Приймаємо } k_з = 20 .$$

Річна програма випуску деталей:

$$N = \frac{F_о \cdot 60}{t_г} = \frac{3900 \cdot 60}{244,8} = 955,9 \text{ шт,}$$

Приймаємо $N=960$ шт.

де $F_о$ – дійсний річний фонд робочого часу устаткування.

$$F_о = 3900 \text{ год.}$$

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | | | |

БР.ПМ-042.00.000 ПЗ

Розрахункова кількість деталей у партії:

$$n_{\partial} = \frac{N \cdot a}{F} = \frac{960 \cdot 12}{252} = 46 \text{ шт.},$$

де a – періодичність запуску виробів, $a = 12$ днів ([1], с.23);

F – кількість робочих днів у році, 2 дні.

Розрахункове число змін на обробку партії деталей:

$$C = \frac{T_{\text{ум.сер}} \cdot n_{\partial}}{480 \cdot 0,8} = \frac{12,24 \cdot 46}{480 \cdot 0,8} = 1,466 \text{ зміни},$$

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

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

Прийнята кількість змін $C_{np} = 2$ зміни.

Прийнята кількість деталей в партії:

$$n_{\partial} = \frac{C_{np} \cdot 480 \cdot 0,8}{T_{\text{ум.сер}}} = \frac{2 \cdot 480 \cdot 0,8}{12,24} = 62,75 \text{ шт.}$$

Приймаємо $n_{\partial} = 65$ шт.

Уточнюємо програму випуску для кратності її до партії запуску:

$$\text{Число запусків } i = \frac{N}{n_{\partial}} = \frac{960}{65} = 14,77.$$

Приймаємо $i = 15$;

тоді $N = i \cdot n_{\partial} = 15 \cdot 65 = 975$ шт.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|---------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-042.00.000 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

1.4 Аналіз базового технологічного процесу і розробка маршрутної технології

1.4.1 Обґрунтування вибору та проектування заготовки

У нашому конкретному випадку на вибір способу одержання вихідної заготовки впливають наступні фактори:

- вид матеріалу – вуглецева конструкційна сталь марки 20ХН3А;
- фізико – механічні властивості матеріалу – висока механічна міцність, хороша пластичність і реформованість у гарячому стані;
- тип виробництва – середньосерійне виробництво;
- форма і розміри виробу – деталь без елементів складної конфігурації, в основному циліндричної форми з виступаючим пояском двохсторонньої конусної форми;
- маса деталі – 41,73 кг.

Для виготовлення деталі «Хвостовик» призначаємо штамповану заготовку, зроблену на горизонтально-кувальній машині.

Щоб спроектувати кованку, потрібно визначити припуски на механічну обробку заготовки-штамповки і занести їх у таблицю 1.Х.

Для цього визначимо вихідний індекс деталі.

Знаючи, що приблизна маса заготовки 60,2 кг

$K_p=1,5$ (розрахунковий коефіцієнт, табл.3.3)

- група сталі М2 [2, стр.112, т.5.7];
- степінь складності С2 [2, ст.111];
- клас точності Т4 [2, ст. 116]

Отже, вихідний індекс – 12.

Призначаємо припуски на механічну обробку і заносимо значення в табл. 1.5

Таблиця 1.5– Припуски на механічну обробку (розміри в міліметрах)

| | | | | | |
|-----------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| Розмір | Ø110 | Ø197 | Ø145 | Ø120 | 382 |
| Припуск | 2x2,0 | 2x1,7 | 2x2,0 | 2x2,0 | 1,9 |
| Допуск | $\frac{+1,6}{-0,9}$ | $\frac{+1,8}{-1,0}$ | $\frac{+1,8}{-1,0}$ | $\frac{+1,8}{-1,0}$ | $\frac{+2,1}{-1,1}$ |
| Кінцевий розмір | $\text{Ø}_{114, \frac{+1,6}{-0,9}}$ | $\text{Ø}_{200,4, \frac{+1,8}{-1,0}}$ | $\text{Ø}_{149, \frac{+1,8}{-1,0}}$ | $\text{Ø}_{124, \frac{+1,8}{-1,0}}$ | $383,8, \frac{+2,1}{-1,1}$ |

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|---------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-042.00.000 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Конфігурація поверхні рознімання штампа – плоска.

Мінімальна величина радіуса заокруглень $R=2,2\text{мм}$ [2, ст.12, т.5.11]

Величина штампувальних ухилів по [2, ст.12, т.5.11]:

- по зовнішній поверхні - 5° ;
- по внутрішній поверхні – відсутні.

. Визначаємо об'єм заготовки

За отриманими розмірами виконуємо креслення заготовки пів муфти – кованки на горизонтально-кувальній машині (рис.1.8).

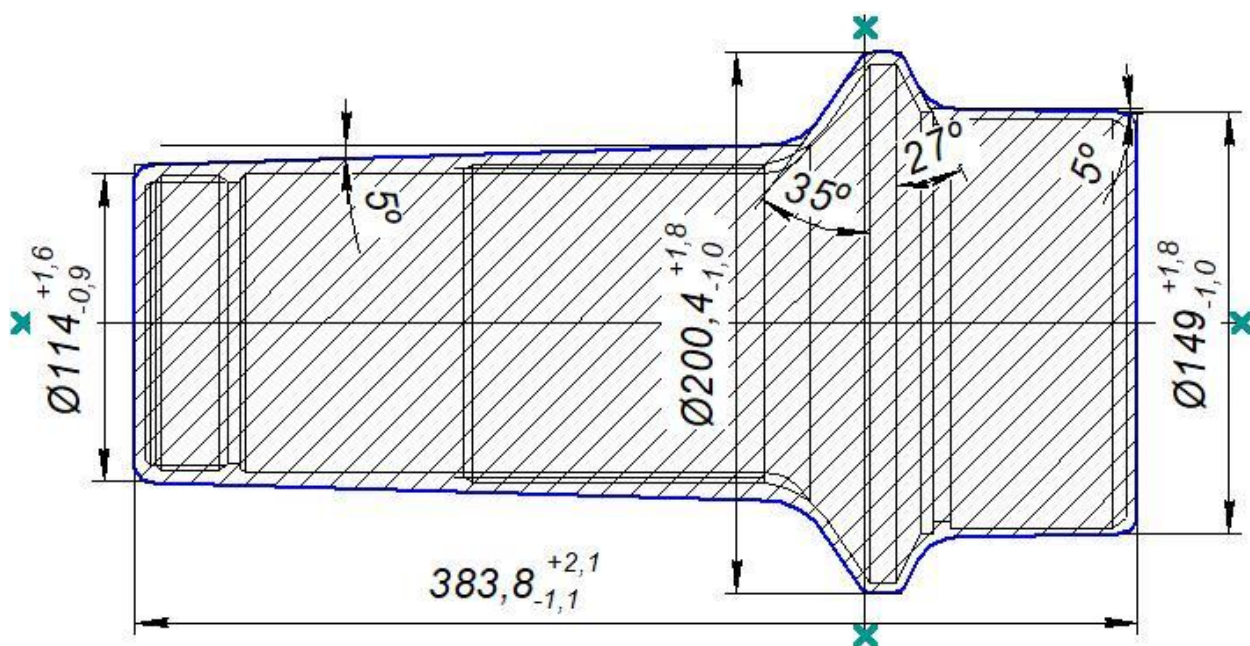


Рис.1.3 – Ескіз кованої заготовки хвостовика

Визначаємо масу заготовки-штамповки за об'ємом тривимірної моделі кованки.

$$V_k = 5326 \text{ см}^3, M_k = 43,86 \text{ кг.}$$

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

БР.ПМ-042.00.000 ПЗ

Лист

1.4.2 Опис і аналіз базового технологічного процесу

Операції та переходи базового техпроцесу виготовлення хвостовика покажемо у формі таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Послідовність механічної обробки поверхонь за базовим технологічним процесом

| № операції | Обр. Поверхні і деталі | Назва та зміст операції, | Верстат, пристрій, оснастка |
|------------|------------------------|---|-----------------------------|
| 010 | | Токарно-гвинторізна 1. Підрізати торець 1в р-р 70 мм. 2. Зацентрувати торець, витримавши розміри 2, 3 ,4, 5, 6 3. Точити діаметр 8, витримавши розмір 9 4. Точити діаметр 10, витримавши розмір 11 5. Точити фаску 12 6. Точити фаску 13 (опер. ескіз 1) | 1М63 |
| 015 | | Токарно-гвинторізна 1. Зацентрувати торець, витримавши розміри 2, 3 ,4, 5, 6 2. Підтиснути деталь центром 3. Підрізати торець 7 в р-р 30 мм 4. Відвести задній центр 5. Зацентрувати торець, остаточно, витримавши розміри 2, 3 ,4, 5, 6. Точити діаметр 1, витримавши розмір 2 7. Точити діаметр 3, витримавши розмір 4 8. Точити канавку 5, витримавши розміри 6,7 9. Точити деталь 5, витримавши розміри 6, 8, 10, 11 (опер. ескіз 2) | 1М63 |
| 025 | | Вертикально-фрезерна 1. Фрезерувати паз, витримавши розміри 1, 2 (опер. ескіз 3) | ЛГ-26 |
| 035 | | Радіально-свердлильна | 2М55 |

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|---------------------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | БР.ПМ-042.00.000 ПЗ | Лист |
| | | | | | | |

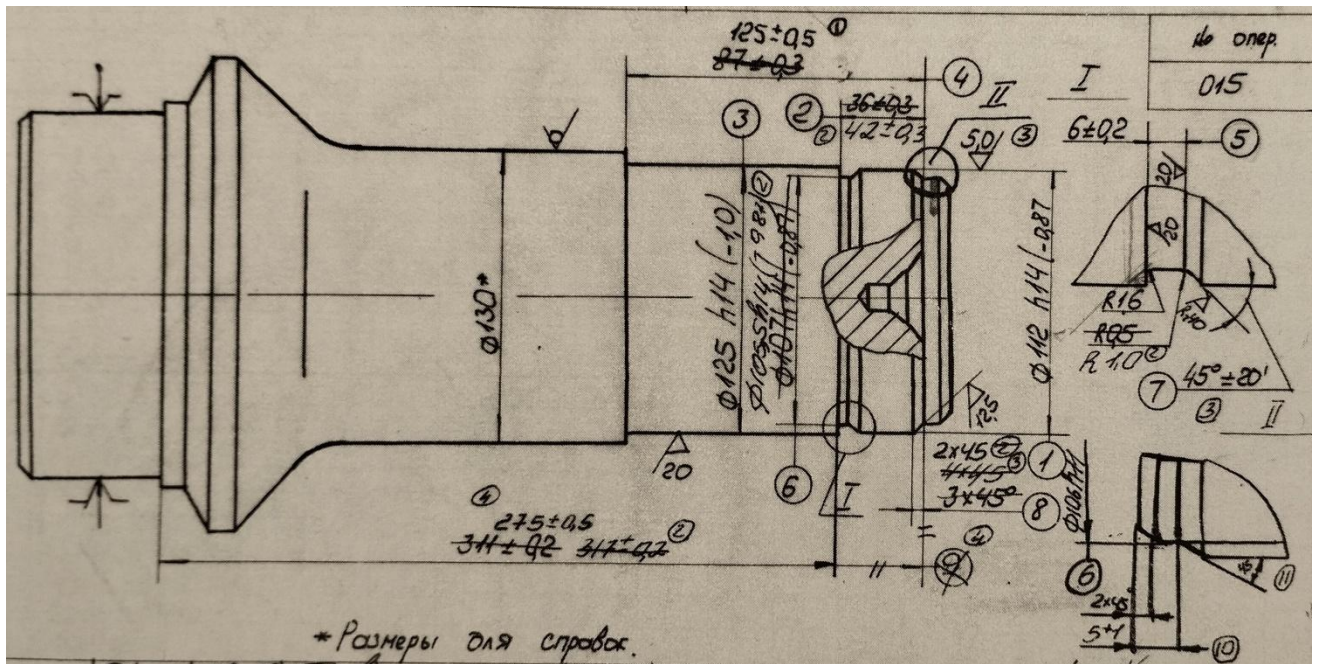


Рис. 1.5 – Базовий ТП. Операція 015

Як бачимо, подана технологія передбачає є використання універсальних токарно-гвинторізного, вертикально-фрезерного та радіально-свердлильного верстатів, а також слюсарної операції для зачищення задирок в умовах серійного виробництва. Саме тут можна застосувати верстати з ЧПК. Застосувавши

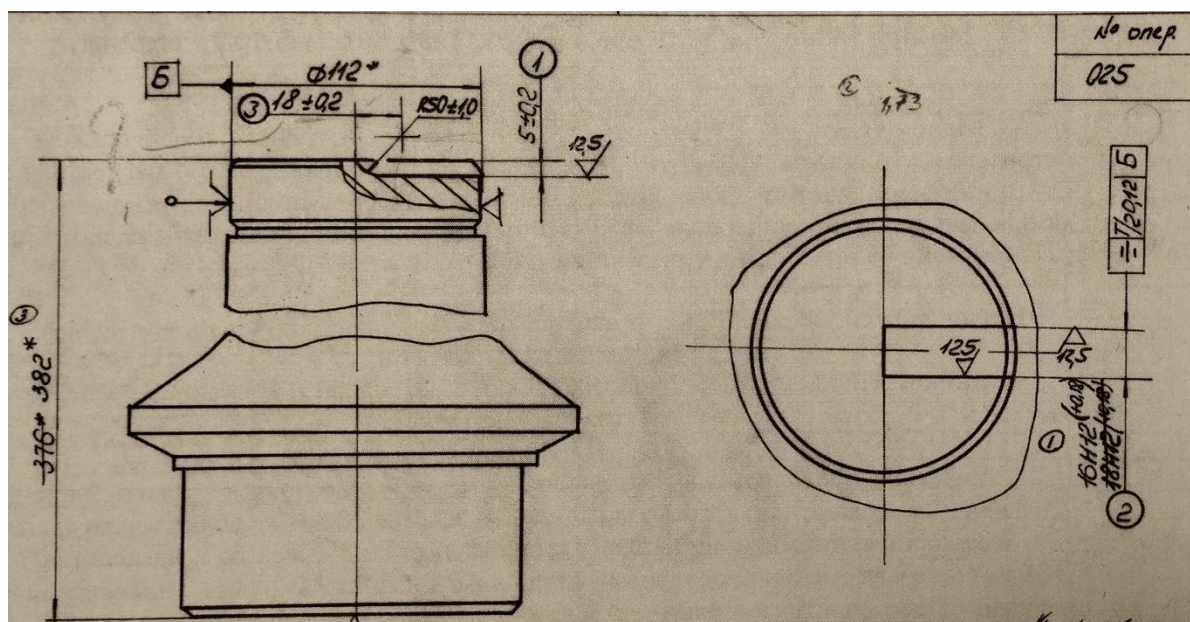


Рис. 1.6 – Базовий ТП. Операція 025

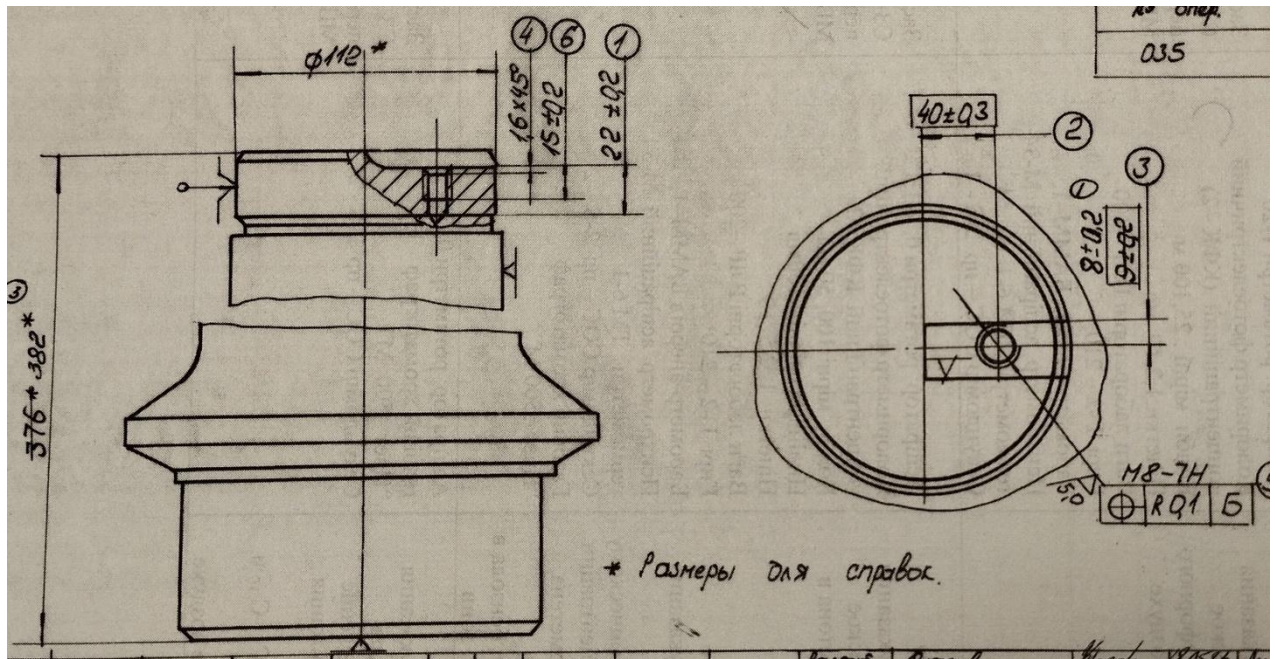


Рис. 1.7 – Базовий ТП. Операція 035

принцип концентрації операцій та переходів, використаємо токарний і вертикально-фрезерний верстати числовим програмним керуванням. Тим самим зменшимо число операцій і, відповідно, зменшимо собівартість обробки деталі.

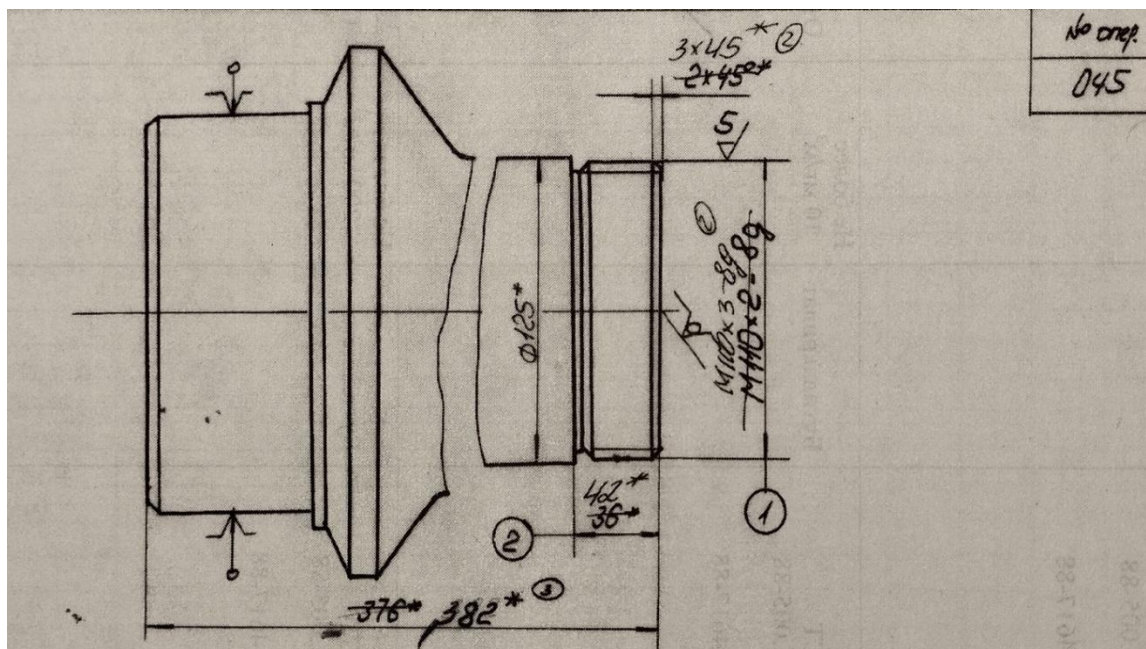


Рис. 1.8 – Базовий ТП. Операція 045

Таким чином, основними недоліками базової технології є застосування виключно універсальних неавтоматизованих верстатів та слюсарно-розміточних робіт.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|---------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-042.00.000 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

В нашому випадку всю токарну обробку поверхонь обертання та нарізання різьби можна об'єднати і використати верстат токарний з ЧПК моделі MAST_500. Обробку здійснимо за два установи заготовки.

Для обробки торцевого шпонкового паза і отвору з різьбою М8-6Н :застосуємо горизонтально-фрезерний верстат з ЧПК MYCENTER 300/400.

Обробку шліцьової поверхні проведемо на верстаті з ЧПК мод. Y3131CNC 6/

Такий підхід до проектування технології у середньо серійному виробництві забезпечить отримання необхідних точності розмірів, форми і взаємного розміщення поверхонь. Режими обробки для нової технології коригуємо відповідно до можливостей сучасного обладнання.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|---------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-042.00.000 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

1.4.3 Проектний варіант технологічного процесу обробки хвостовика

Розробляючи нову технологію виготовлення хвостовика, використовуємо такі основні матеріали:

- робоче креслення деталі і технічні умови на виготовлення;
- тип виробництва – середньосерійний;
- службове призначення деталі.

Більш сучасну технологію проектуємо для отримання менших витрат на обробку та вищої продуктивності та якості обробки.

Оскільки тип виробництва хвостовика – середньо серійний, конфігурація деталі нескладна, її габарити і маса порівняно невеликі, стараємось використати принцип концентрації технологічних переходів та операцій.

Технологічні можливості сучасних верстатів майже завжди це дозволяють.

Отже, пропоную обробку поверхонь обертання хвостовика зробити на одному токарному верстаті з ЧПК моделі MAST_500 за два установи заготовки. В якості пристрою беремо трикулачковий самоцентруючий патрон.

Для бробку торцьового шпонкового паза і отвору з різьбою М8-6Н :застосуємо горизонтально-фрезерний верстат з ЧПК MYCENTER 300/400. При цьому застосуємо пристрій з пневматичним приводом закріплення заготовки і базуванням її у призмах по циліндричних поверхнях і торцю.

Як показує практика, використання такої категорії верстатів та збірних конструкцій інструментів, оснащених твердосплавними пластинами, суттєво піднімає продуктивність та точність обробки за рахунок мінімального числа перевстановлень деталі.

Зовнішній вигляд вибраних верстатів наведений на рис. 1.9 – 1.10, а технічні характеристики – у табл. 1.7 – 1.8

Стійка токарного верстата – досить поширена Siemens Sinumerik 808D.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|---------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-042.00.000 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |



Рис . 1.9 – зовнішній вигляд верстата MAST-500

Таблиця 1.7 –Параметри токарного верстата

| | Характеристика верстата | Числове значення |
|----|--|------------------|
| 1 | Діаметр обробки над станиною, мм | 500 |
| 2 | Діаметр над супортом, мм | 290 |
| 3 | Відстань між центрами, мм | 250 |
| 4 | Максимальна довжина, що обробляється, мм | 250 |
| 5 | Максимальний діаметр, мм, що обробляється | 160 |
| | Шпиндель | |
| 6 | Внутрішній діаметр шпинделя, мм | 42 |
| 7 | Приєднувальний кінець шпинделя | A2-8 |
| 8 | Внутрішній діаметр шпинделя, | 75/82 |
| 9 | Потужність електродвигуна головного руху та крутний момент, кВт/Нм | 7,5 |
| 10 | Діапазон обертів шпинделя, хв. ⁻¹ | 200 - 1600 |

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|--|
| | | | | | Лист | |
| | | | | | <i>БР.ПМ-042.00.000 ПЗ</i> | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

| | |
|---------------------------------------|----------------------------------|
| Конус шпинделя | BT/ISO 40 (як варіант: HSK-A63) |
| Макс. діаметр інструменту, мм | 95 / 150 |
| Макс. довжина інструменту, мм | 350 |
| Макс. маса інструменту, кг | 10 |
| Час заміни інструмент – інструмент, с | 1.3 |
| Час заміни стружка – стружка, с | 2.5 |
| РОЗМІРИ ВЕРСТАТА | |
| Ширина x глибина, мм | 2 759 x 3 574 |
| Висота, мм | 2700 |
| Маса нетто, кг | 9100 |
| Керування | Arumatik-Mi |
| ДОДАТКОВЕ ОБЛАДНАННЯ | |
| Охолодження крізь шпиндель, бар | 30-70 |
| Охолодження повітрям крізь шпиндель | |
| Функція розігріву шпинделя | |
| Зонд заміру деталі | Renishaw OMP400 |
| Зонд заміру інструменту | Renishaw RP3 або Renishaw TS-27R |
| Лазерний зонд заміру інструменту | Renishaw NC-4 |
| Датчик поломки інструменту | |
| Збільшення пам'яті контролера | 1Мб/2Мб |
| Тип шпинделя | HSK A-63/HSK A-100 |
| | |

Зовнішній вигляд верстата для фрезерування шліців показаний на рис.

1.11

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | <i>БР.ПМ-042.00.000 ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Таблиця 1.9 – Структура проектного технологічного процесу

| № операції | Обр. Поверхні деталі | Назва та зміст операції, | Верстат, пристрій, оснастка, операційний ескіз |
|--|----------------------|--|---|
| 005 | 1, 6, 8, 13 | Токарна з ЧПК | <p style="text-align: center;">MAST 300i, трикулачковий патрон, Центр обертовий Рис. 1.XX</p> |
| | | Установ 1 | |
| | | <p>1. Підрізати торець 2в р-р 70 мм. 2. Зацентрувати торець витримавши за розмірами В12 ДСТУ ГОСТ 14034: 2008 3. Точити діаметр 11, витримавши розмір 70,0 мм 4. Точити діаметр 3, витримавши розмір Ø 145 мм 5. Точити фаску 12 6. Точити фаску 22 (опер. ескіз 1) 7. Точити діаметр Ø 197 мм</p> | |
| | | Установ 2 | |
| <p>1. Підрізати торець 1 в розмір 382 мм 2. Зацентрувати торець витримавши за розмірами В10 ДСТУ ГОСТ 14034: 2008 3. Підтиснути деталь центром 4. Точити діаметр 5, витримавши розмір Ø 110 мм 5. Точити діаметр 4, витримавши розмір 112g6 6. Точити канавку 20, витримавши</p> | | | |

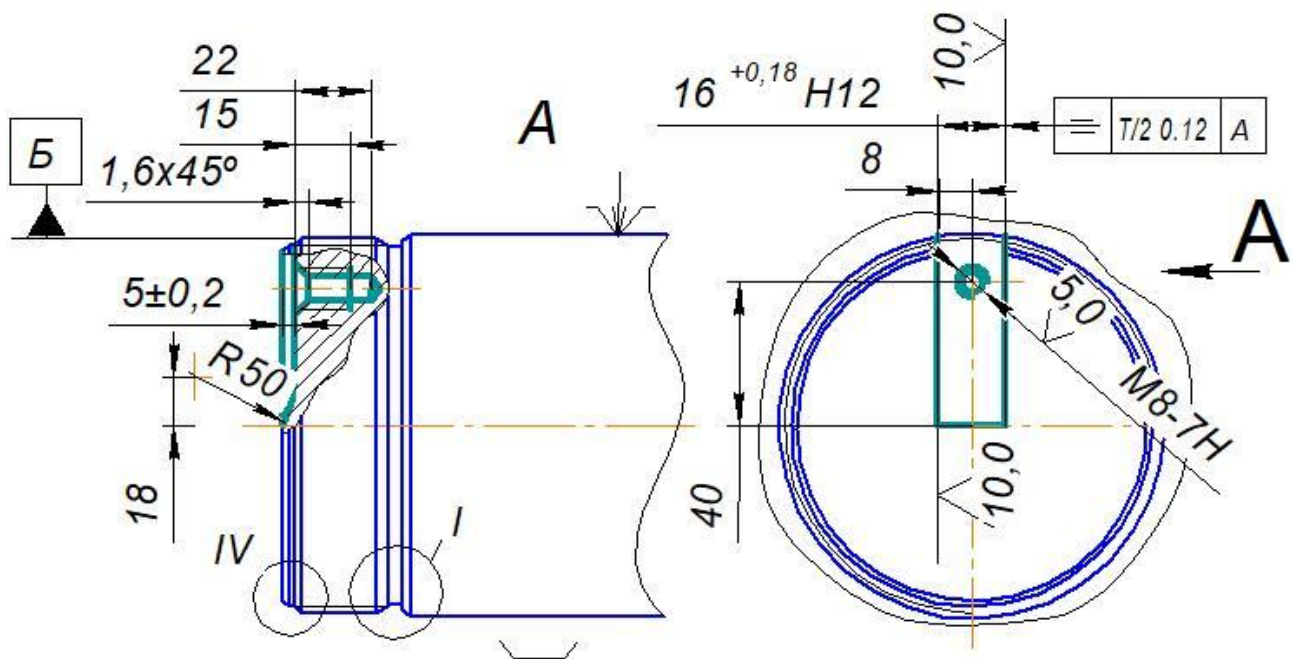


Рис.1.14 – Операція 010

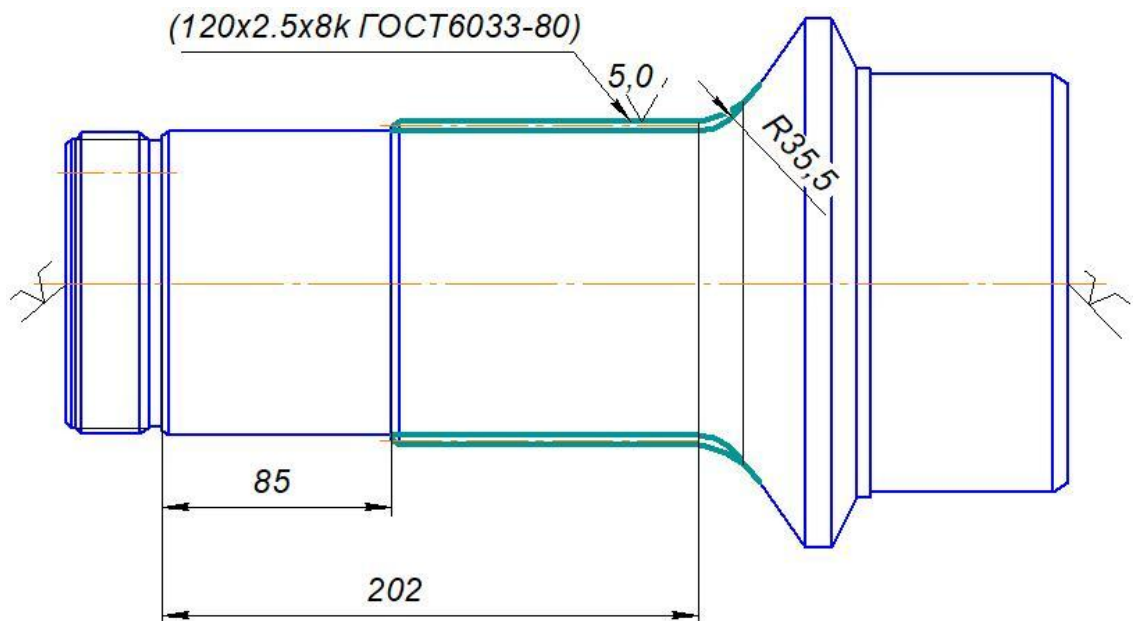


Рис.1.15 – Операція 015.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|---------------------|--|
| | | | | | Лист | |
| | | | | | БР.ПМ-042.00.000 ПЗ | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

1.5 Розробка операційної технології

1.5.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Розрахуємо припуск на обробку зовнішнього діаметра шліцьової
поверхні $\text{Ø}120\text{d}9\left(\begin{smallmatrix} -0.120 \\ -0.207 \end{smallmatrix}\right)$

При обробці зовнішньої циліндричної поверхні точінням знімають шар металу - припуск.

Завищені припуски призводять до перевитрати матеріалу на заготовку і потребують додаткової обробки, збільшують зношування різального інструмента, електроенергії та собівартість в цілому. Для деяких типів заготовок втрачається найбільш зносостійкий поверхневий шар заготовки.

Занижені припуски призводять до залишкових дефектів при поверхні, і занижують необхідну точність оброблюваних поверхонь. Собівартість продукції також зростає. Тому задання оптимальних припусків на обробку і технологічних допусків на розміри деталі на всіх переходах є ключовим моментом технологічної підготовки.

В нашому випадку заготовкою деталі є кованка на горизонтально-кувальній машині першої групи точності.

Задану точність поверхні $\text{Ø}120\text{d}9$ забезпечуємо за два переходи: чорнове і чистового точіння.

При розрахунку припусків зробимо таблицю (табл. 1.10), у яку послідовно запишемо значення елементів припуску за технологічним маршрутом обробки.

Елементи припуску для заготовки вибираємо з [2, табл..1, ст.180]

Елементи припуску для чистового і чорнового точіння вибираємо з [2, табл..5, ст.181]

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|----------------------------|------|
| | | | | | <i>БР.ПМ-042.00.000 ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

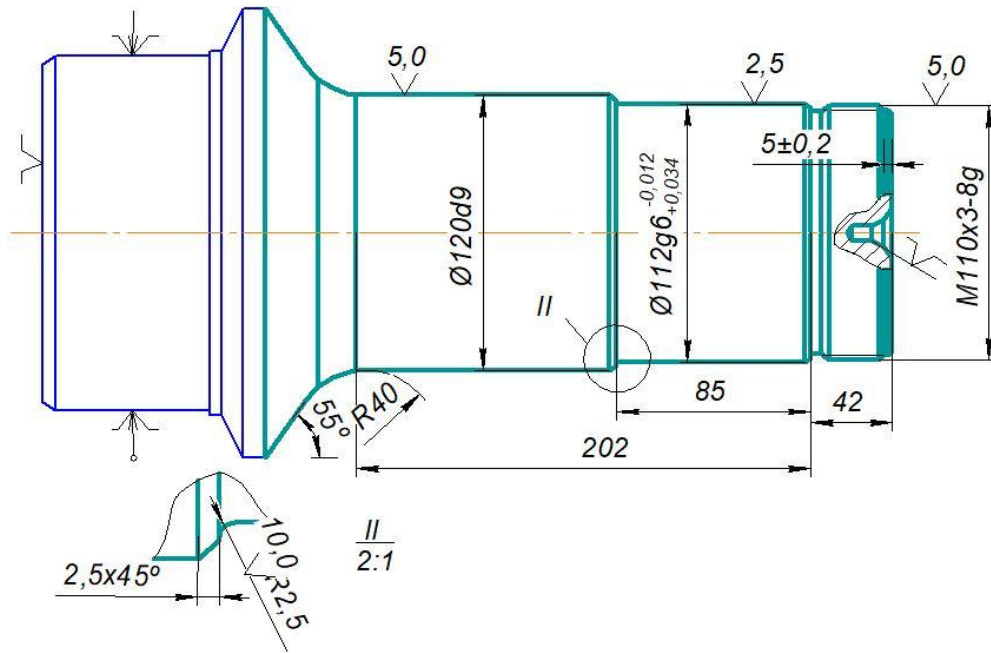


Рис. 1.16 – Обробка поверхні Ø120d9 деталі

Таблиця 1.10 – Елементи припуску та розміри на поверхню Ø148_{-0,08}

| Технологічні переходи обробки поверхні | Елементи припуску, мкм | | | Розрахунковий припуск $2Z_{\min}$ | Розрахунковий розмір, мкм | Допуск, мкм | Граничний розмір, мм | | Граничні значення припускі в мкм | |
|--|------------------------|-----|--------|-----------------------------------|---------------------------|-------------|----------------------|------------|----------------------------------|------------|
| | R_z | h | ρ | | | | d_{\max} | d_{\min} | Z_{\min} | Z_{\max} |
| | | | | | | | | | | |
| 1.Заготовка | 300 | 400 | 684 | | | 2800 | 122,93 | 122,88 | | |
| 2.Чорн.точіння | 40 | 60 | 41 | 2620 | 120,08 | 250 | 120,13 | 120,08 | 2620 | 2850 |
| 3.Чист.точіння | 20 | 20 | 27 | 282 | 119,79 | 87 | 119,88 | 119,79 | 282 | 540 |

Двосторонній мінімальний припуск при обробці зовнішньої поверхні обертання:

$$2Z_{\min i} = 2 \cdot (R_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1})$$

де R_{i-1} - висота мікронерівностей профілю на попередньому переході;

h_{i-1} - глибина дефектного шару на попередньому переході;

ρ_{i-1} - сумарне відхилення розміщення поверхні.

Сумарне відхилення:

$$\rho = \sqrt{\rho_k^2 + \rho_\delta^2 + \rho_m^2}$$

Короблення поверхні $\rho_k = \Delta_k \cdot l = 0,6 \cdot 115 = 70$ мкм ([4, табл.4,8, ст.71])

$$\rho_\delta = \sqrt{\left(\frac{\delta_3}{2}\right)^2 + 0,25^2} = \sqrt{\left(\frac{1}{2}\right)^2 + 0,22^2} = 456 \text{ мкм}$$

$\rho_k = 400$ мкм ([4, табл.4,10, ст.71])

Тоді

$$\rho = \sqrt{\rho_k^2 + \rho_\delta^2 + \rho_m^2} = \sqrt{70_k^2 + 456_\delta^2 + 400_m^2} = 610 \text{ мкм}$$

Остаточне просторове відхилення

- ❖ після чорнового точіння $\rho = 0,06 \cdot 610 = 37$ мкм
- ❖ після чистового точіння $\rho = 0,04 \cdot 684 = 24$ мкм

Заносимо дані в таблицю.

Розрахунок припусків проводимо за формулою:

$$2Z_{\min i} = 2 \cdot (R_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1})$$

Припуск:

- ❖ під чорнове точіння $2Z_{\min i} = 2 \cdot (300 + 400 + 610) = 2620$ мкм
- ❖ під чистове точіння $2Z_{\min i} = 2 \cdot (40 + 60 + 41) = 282$ мкм

Визначимо розрахункові розміри:

- мінімальний діаметр:

$$d_{\min i} = d_{\min i-1} + 2Z_{\min i-1}$$

Чистове точіння $d_{\min i} = 119,79$ мм

Чорнове точіння $d_{\min i} = 117,79 + 0,282 = 120,075$ мм

Заготовка $d_{\min i} = 120,075 + 2,800 = 122,875$ мм

- максимальний діаметр:

$$d_{\max i} = d_{\max i-1} + T_{i-1}$$

Чистове точіння $d_{\max i} = 119,88$ мм

Чорнове точіння $d_{\max i} = 119,88 + 0,25 = 120,13$ мм

Заготовка $d_{\max i} = 120,13 + 2,8 = 122,93$ мм

- максимальний припуск:

$$2Z_{\max i} = d_{\max i} - d_{\max i-1}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|---------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-042.00.000 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Чистове точіння $2Z_{\max i} = 2850$ мкм

Чорнове точіння $2Z_{\max i} = 540$ мкм

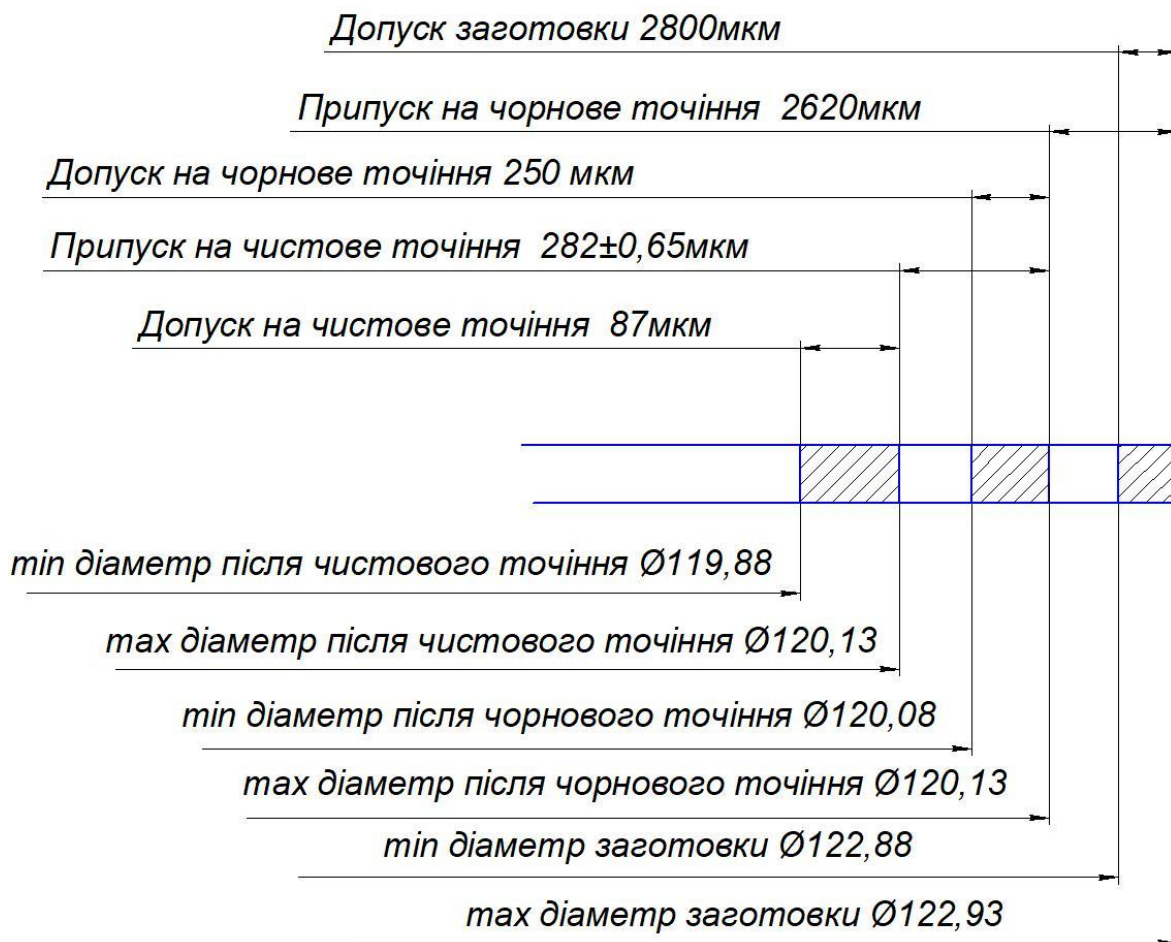


Рис. 1.17 – Схема розміщення припусків, допусків та граничних розмірів на обробку поверхні $\varnothing 120d9$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|---------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-042.00.000 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Поправочний коефіцієнт на:

- оброблюваний матеріал $K_{M_v} = 0,806$;(табл. 3, с. 262);
- на інструментальний матеріал $K_{i_v} = 1,0$ (табл. 5, с. 263);
- на глибину фрезерування $K_{L_v} = 1,0$ (табл. 6, с. 263).

$$K_v = 0,806 .$$

Коефіцієнт і показники степенів (табл. 28, с. 278):

$$C_v = 690 ; q = 0,2 ; x = 0,3 ; y = 0,4 ; u = 0,1 m = 0,35 ,$$

$$V_p = \frac{690 \cdot 100^{0,2}}{120^{0,35} \cdot 0,12^{0,4} \cdot 5^{0,3} \cdot 16^{0,1} \cdot 8^0} \cdot 0,806 = 285,6 \text{ м/хв.}$$

Розрахункова частота обертання шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 285,6}{\pi \cdot 100} = 909,5 \text{ хв}^{-1};$$

$$\text{Хвилинна подача } S_x = S_0 \cdot n = 0,96 \cdot 910 = 874 \text{ мм/хв.}$$

Оскільки швидкості різання, як і значення подач, встановлюються на верстаті безступінчасто, то приймаємо розраховані швидкість різання та подачу.

$$T_0 = \frac{78 \cdot 1}{874 \cdot 0,96} = 0,094 \text{ хв.}$$

Тангенційна сила і крутний момент на шпинделі рівні відповідно:

$$P_z = \frac{10 C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{Mp}$$

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100}$$

$$K_p = \left(\frac{\sigma}{750} \right)^n = \left(\frac{930}{750} \right)^{1,0} = 1,24; \text{ де } n = 1,0 \text{ (табл. 9, с. 264).}$$

Коефіцієнти і показники степенів (табл. 41, с. 291):

$$C_p = 261 ; x = 0,9 ; y = 0,8 ; u = 1,1 ; q = 1,1 ; w = 0 ,$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 261 \cdot 5^{0,9} \cdot 0,12^{0,8} \cdot 5^{1,1} \cdot 8}{100^{1,1} \cdot 910^0} \cdot 1,24 = 747,5 \text{ Н.}$$

$$M_{кр} = \frac{747,5 \cdot 100}{2 \cdot 1000} = 37,38 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Потужність різання:

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | | | |

БР.ПМ-042.00.000 ПЗ

1.6 Розробка керуючих програм на операцію з ЧПК

Тексти керуючих програм на токарну обробку хвостовика

Установ 1

G40 G54 G99

G28 U0

G28 W0

T0101

G50 S900

G96 S100 M03

G0 Z0 X150

M08

G1 X-1.6 F0.15

M09

G0 Z2

G28 U0 W0

T0202

G97 S650 M03

G0 X0 Z1

M08

G1 Z-1.4 F0.07

G0 Z2

M09

G28 U0 W0

T0303

G50 S1000

G96 S100 M03

G0 Z1 X143

M08

G1 Z0 F0.2

G1 Z-3 X145 F0.2

G1 Z-65 F0.2

G1 X149 F0.3

G1 Z-70 F0.2

G1 Z-81 X195 F0.2

G1 Z-92 F0.2

M08

M05

G28 U0 W0

M30

/%

| | | | | | | | | |
|-----------|-------------|----------|--------|------|-------------------------|-----------------|------|---------|
| | | | | | БР.ПМ-042.00.000 ПЗ | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | Мальованчв | | | | Пояснювальна записка | Літ. | Арк. | Аркушів |
| Перевір. | Борвшак | | | | | | 2 | |
| Реценз. | | | | | | ІФНТУНГ ПМ-21-1 | | |
| Н. Контр. | Борвшак | | | | | | | |
| Затверд. | Панчук В.Г. | | | | | | | |

Установ 2

G40 G54 G99

 G28 U0
 G28 W0
 T0101
 G50 S900
 G96 S100 M03
 G0 Z0 X117
 M08
 G1 X-1.6 F0.15
 M09
 G0 Z2
 G28 U0 W0
 T0202
 G97 S650 M03
 G0 X0 Z1
 M08
 G1 Z-1.4 F0.07
 G0 Z2
 M09
 G28 U0 W0
 T0303
 G50 S1000
 G96 S100 M03
 G0 Z1 X104.8
 M08
 G1 Z0 F0.2
 G1 Z-2.5 X109.8 F0.2
 G1 Z-42 F0.2
 G1 X112 F0.3
 G1 Z-127 F0.2
 G1 Z-129.5 X119.9 F0.2
 G1 Z-244 F0.2
 G02 Z-269 X135.9 R40 F0.15
 G1 Z-309 X195 F0.2
 G28 U0 W0
 T0404
 G97 S500 M03
 G0 X113
 G0 Z-40

БР.ПМ-042.00.000 ПЗ

| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | | | | | |
|------|------|-------------|--------|------|---|--|--|------|------|---------|---|---|--|
| | | | | | <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;"> <p style="font-size: 1.2em; margin: 0;"><i>Пояснювальна записка</i></p> </div> <div style="text-align: right;"> <table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">Літ.</td> <td style="width: 10%;">Арк.</td> <td style="width: 10%;">Аркушів</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td></td> </tr> </table> <p style="margin-top: 5px; font-weight: bold;">ІФНТУНГ ПМ-21-1</p> </div> </div> | | | Літ. | Арк. | Аркушів | 2 | 2 | |
| Літ. | Арк. | Аркушів | | | | | | | | | | | |
| 2 | 2 | | | | | | | | | | | | |
| | | Мальованчв | | | | | | | | | | | |
| | | Борншак | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | Борншак | | | | | | | | | | | |
| | | Панчук В.Г. | | | | | | | | | | | |

G1 X105.5 F0.07
 G0 X112
 G0 Z-42
 G1 X 105.5 F0.07
 G0 X112
 G0 Z-45.5
 G1 Z-42 X105.5 F0.07
 G0 X112
 G0 Z-38
 G1 X109.8 F0.2
 G1 Z-40 X105.5 F0.07
 G0 X120
 G28 U0 W0
 T0505
 G97 S250 M03
 G0 X111 Z4
 G92 X109.5 Z-40 F3
 X109
 X108.5
 X108
 X107.5
 X107
 X106.5
 X106
 G0 X112
 M08
 M05
 G28 U0 W0
 M30
 %

| | | | | | | | | |
|------------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------|------------------------|-------------|----------------|
| | | | | | БР.ПМ-042.00.000 ПЗ | | | |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | Пояснювальна записка | <i>Літ.</i> | <i>Арк.</i> | <i>Аркушів</i> |
| <i>Розроб.</i> | Мальованчв | | | | | | | 2 |
| <i>Перевір.</i> | Борншак | | | | | ІФНТУНГ ПМ-21-1 | | |
| <i>Реценз.</i> | | | | | | | | |
| <i>Н. Контр.</i> | Борншак | | | | | | | |
| <i>Затверд.</i> | Панчук В.Г. | | | | | | | |

2. Конструкторська частина

2.1 Пристрій для горизонтального фрезерно-свердлильного верстата

2.1.1 Призначення, будова та застосування пристрою

Пристрій призначений для встановлення і закріплення заготовки хвостовика для фрезерування торцювого шпонкового пазу, свердління отвору, зенкування та нарізання різьби М8-7Н в отворі на горизонтально-фрезерному верстаті з ЧПК моделі MYCENTER NX 300iG.

Будова пристрою представлена на дев'ятому аркуші графічної частини роботи.

Вузли і деталі пристрою монтуються на плиті 1, що базується в пазах стола верстата двома призматичними шпонками 14 і кріпиться до нього чотирма болтами 13. На плиті вертикально болтами 17 закріплені дві стійки 2, на яких встановлена плита 3. На плиті 3 болтами 17 кріпляться дві передні призми 4 і дві задні призми 5. Базуються призми на плиті штифтами 19.

До плити 1 також кріпиться пневмоциліндр 6, з якого тягове зусилля через шток 8 передається на коромисло 9. Останнє зв'язане з штоком віссю 10, в пазу якої вставлене запірне кільце 11.

Робоче середовище – повітря – підводиться до пневмоциліндра трубопроводами 20, а розподіляється у верхню або нижню порожнину пневморозподільником 7.

Застосовують пристрій так.

Пневморозподільником скеровують повітря у нижню порожнину пневмоциліндра і підіймають шток. При цьому коромисло підіймається вгору і забезпечує доступ до призми.. Після очищення посадочних поверхонь призми у них встановлюють дві заготовки хвостовиків, базуючи їх у вертикальному напрямі по шийках діаметрами 112 і 145 мм, а по горизонталі – упором торця 10 (рис. 2.1) до торця задньої призми 5.

Подають стиснене повітря у верхню порожнину пневмоциліндра. При цьому поршень з штоком рухається вниз, і коромисло 9 затискає заготовки з

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|---------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-042.00.000 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Метою розрахунку є визначення потрібного значення тягового зусилля на штоці пневмоциліндра, що затискне зусилля на плечах коромисла.

Покажемо всі сили та моменти, які діють на заготовку під час обробки (рис. 2.1).

З схеми дії сил видно, що на деталь діє момент сили різання від дискової твердосплавної фрези діаметром 75 мм. При обробці потрібно утримати заготовку від підймання над базуючи ми поверхнями призм. Для цього необхідно забезпечити потрібне осьове зусилля на штоці пневмоциліндра, що повинно мати подвоєне значення від сили затиску W . Для цього призначений пневмоциліндр. Вихідними даними є:

- тангенційна сила різання від фрези $P_z = 745,5$ Н (з попередніх розрахунків режимів різання);

- коефіцієнт тертя між поверхнями заготовки і призм не враховуємо, бо P_z не зсуває заготовки.

- тиск у пневмомережі $p = 0,63$ МПа.

Коефіцієнт запасу приймаємо $k = 1,5$.

Розрахунок проведемо з рівняння рівноваги моментів від сили різання та затискної сили.:

$$K \times P_z \times L = W \times l$$

Де P_z - сила різання від дискової твердосплавної фрези

Рівняння для визначення сили затиску на двох плечах коромисла і, відповідно, сили Q на штоці тягового пристрою (штоці пневмоциліндра) буде таким:

$$Q = 2 \times W .$$

Зусилля, необхідне для розтискання пелюсток цанги до контакту із заготовкою, буде рівним:

Зусилля , потрібне для протидії сили різання при фрезеруванні, визначимо за формулою:

$$W = \frac{K \times P_z \times L}{l} = \frac{1.5 \times 747.5 \times 0.32}{0.105} = 3417 \text{ Н} .$$

| | | | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | | | | |

БР.ПМ-042.00.000 ПЗ

В кінцевому результаті осьова сила на штоці пневмоциліндра буде рівна

$$Q = 2 \times 3417 = 6835 \text{ Н}$$

З іншого боку, тягове зусилля на штоці буде рівне

$$Q = 0.785 \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta,$$

Де $d = 0,035$ м – діаметр штока,

$p = 0,63$ МПа – тиск в пневмомережі,

$\eta = 0,9$ – к.к.д. пневмоциліндра.

$$D = \sqrt{\frac{P}{0.785 \cdot p \cdot \eta} + d^2} = \sqrt{\frac{6835}{0.785 \cdot 0,4 \cdot 10^6 \cdot 0,9} + 0.035^2} = 0.13 \text{ м.}$$

Прийmemo діаметр рівним 150 мм.

Тоді дійсна сила на штоці циліндра буде рівна

$$Q = 0.785 \cdot (0.150^2 - 0.035^2) \cdot 0.63 \cdot 10^6 \cdot 0.9 = 9090 \text{ Н}$$

Для даної сили затиску при подачі стиснутого повітря $p = 0,63$ мПа в штокову порожнину з стандартного ряду згідно [2] с.91, табл. 17 вибираем пневмоциліндр двохсторонньої дії з діаметром поршня $D = 150$ мм, діаметром штока $d = 40$ мм, довжина робочого ходу поршня $L = 50$ мм.

2.3 Розрахунок на міцність найбільш навантажених та рухомих елементів пристрою

В спроектованому пристрої “слабкою ланкою” є кільцева проточка перед різьбою М14х1,5 на верхньому кінці штока, яка працює на розрив (дивись креслення верстатного пристрою).

Умова міцності на розрив:

$$\sigma < [\sigma_{\text{в}}],$$

де: $[\sigma_{\text{в}}]$ – допустиме напруження на розрив.

Матеріал штока — Сталь 40 ДСТУ 8920: 2019

допустиме напруження на розтяг $G_p = 580$ МПа;

$$\sigma = \frac{P}{F} = \frac{4 \cdot P}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 9090}{3,14 \cdot 12^2} = 47,3 \text{ МПа};$$

В даному випадку $\sigma_p \leq [\sigma_p]$ ($47,3 < 580$), отже умова міцності на розтяг витримується.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-042.00.000 ПЗ | Лист |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

2.2 Контрольний пристрій

Пристрій призначений для контролю радіального биття поверхонь $\varnothing 112g6$, $\varnothing 145u8$ хвостовика ПЕА 01.02.01.603А

Конструкція пристрою зображена на арк.8 графічної частини роботи.

Базовою деталлю пристрою є плита 7, на яку встановлені інші деталі і вузли пристрою.

Плита 3 встановлена шпонками 28 в паз плити 7 18Н7/g6, які кріпляться до плити 3 гвинтами 19 з шайбами 24. Для фіксації плити 3 в робочому положенні передбачений болт 18, головка якого встановлена в паз плити 7.

На болт 18 нагвинчена гайка 14 для створення зусилля, яке фіксує плиту 3 на плиті 7 в необхідному положенні.

В отвір плити 3 $\varnothing 9H7/p6$ запресований штатив 15. На штатив встановлений корпус 4 з індикатором 30, який фіксується болтом 17 з гайкою 21 і шайбою 26, пружина 24 з шайбами 27, які фіксуються гайкою 22 по різьбовій поверхні штатива.

Корпус 1 кріпиться до плити 7 гвинтами 20 з шайбами 25 і штифтами 29. В отвір корпусу $\varnothing 32H7/g6$ встановлений піноль 8 і шпindel 9, які фіксуються кришкою 10. Кришка кріпиться гвинтами 20 з шайбами 25. На шпindel встановлений маховик 5. В різьбовий отвір корпусу 1 встановлена гайка 6, яка фіксує піноль 8. В отвір пінолі $\varnothing 25H7/p6$ встановлений підшипник 23, в який запресований центр 16. Для запобігання провертання пінолі в паз останньої встановлена шпонка 28, яка кріпиться гвинтом 19 з шайбою 26.

Корпус 2 кріпиться до плити 7 гвинтами 20 з шайбами 25 і штифтами 29. В отвір корпусу $\varnothing 25H7/p6$ встановлений підшипник 23, в який запресований центр 16.

| | | | | | | | | |
|------------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------|------------------------|-------------|----------------|
| | | | | | БР.ПМ-042.00.000 ПЗ | | | |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | | | |
| <i>Розроб.</i> | | Мальованчв | | | <i>Пояснювальна записка</i> | <i>Літ.</i> | <i>Арк.</i> | <i>Аркушів</i> |
| <i>Перевір.</i> | | Борвпшак | | | | | 2 | |
| <i>Реценз.</i> | | | | | | <i>ІФНТУНГ ПМ-21-1</i> | | |
| <i>Н. Контр.</i> | | Борвпшак | | | | | | |
| <i>Затверд.</i> | | Панчук В.Г. | | | | | | |

Перелік літературних джерел

1. Панчук В.Г., Карпик Р.Т., Врюкало В.В., Одосій З.М. Бакалаврська робота: Методичні вказівки. Для студентів спеціальності 131 – «Прикладна механіка» освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр». Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2021
2. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни “Технологія машинобудування” для спеціальності 7.090202 - технологія машинобудування МВ 02070855-701-2000
3. Руденко П.О.Проектування технологічних процесів у машинобудуванні: - Навчальний посібник. – К., Вища школа, 1993. – 414 с.
4. Сторож Б.Д., Карпик Р.Т. Розрахунок пристроїв на точність: навч. Посібник/Під ред.. Карпика Р.Т. - Івано-Франківськ: «Факел», 1999. 216 с., іл..
5. Технологічні основи машинобудування. [Електронний ресурс]: підручник для студ. спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування» / С.С. Добрянський, Ю.М.Малафєєв; КПІ ім.. Ігоря Сікорського, 2020. – 379 с.
6. Бондаренко С.Г. Основи технології машинобудування:навчальний посібник / С.Г.Бондаренко. – Львів : Магнолія 2006,2007. – 500 с.
7. Григурко І.О. Технологія машинобудування :дипломне проектування :навчальний посібник для студ. вищ. навч. закл./ І.О. Григурко, М.Ф.Брендуля, С.М.Доценко. – Львів : Новий світ - - 2000, 2007. – 768 с.
8. Паливода Ю.Є. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки навчально-методичний посібник / Паливода Ю.Є., Дячун А.Є., Лещук Р.Я. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – 240 с.
9. Рудь В.Д. Курсове проектування з технології машинобудування: Навчальний посібник. – Київ: ІСДО, 1996. – 300 с.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-042.00.000 ПЗ | Лист |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

Пристрій працює таким чином.

При відведеному правому центрі 16 з піноллю 8 і шпинделі 9 в крайнє заднє положення деталь вставляється в лівий центр. При закручуванні маховика 5 шпиндель 8 разом з піноллю 9 переміщується до упора правим центром в центровий отвір деталі, забезпечуючи затиск. Для усунення радіального биття пінолі в отворі корпусу при обертанні деталі, гвинт 6 закручується до упора в паз пінолі 9.

Корпус 4 обертається відносно вісі штатива 15 до встановлення мікрометра в необхідне положення. Плита 3 переміщується до встановлення головки мікрометра на необхідну поверхню деталі. Під дією пружини 24 на штативі 15 головка індикатора контактує з заданою поверхнею деталі. Гвинт 13 закручується до упора в паз штатива 15 і фіксує корпус 4 з мікрометром 30. При повертанні деталі на 1 оберт відносно вісі різниця показів індикатора визначає дійсну величину радіального биття поверхонь Ø112g6, Ø145u8.

БР.ПМ-042.00.000 ПЗ

| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
|-----------|------|-------------|--------|------|---------------------------------|-----------------|------|---------|
| Розроб. | | Мальованчv | | | <i>Пояснювальна записка</i> | Літ. | Арк. | Аркушів |
| Перевір. | | Борvшак | | | | | 2 | |
| Реценз. | | | | | | ІФНТУНГ ПМ-21-1 | | |
| Н. Контр. | | Борvшак | | | | | | |
| Затверд. | | Панчук В.Г. | | | | | | |

Висновок

В бакалаврській роботі проаналізовано базову технологію обробки деталі “Хвостовик ПЕА 01.02.01.603А” та встановлено її невідповідність умовам сучасного середньо серійного виробництва.

Запропоновано новий, на мою думку, більш сучасний технологічний процес обробки деталі з використанням токарного, горизонтального фрезерно-свердлильного та зубофрезерного верстатів з ЧПК.

Написано керуючі програми на токарну та фрезерну обробки деталі.

Для фрезерної операції операції розроблено верстатний пристрій на базі коротких різючих призм та коромисла з пневмозатиском.

Сподіваємось, проект буде корисним для виконання технологічної підготовки виробництва аналогічних деталей на підприємствах галузі.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------------------|------|
| | | | | | <i>БР.ПМ-042.00.000 ПЗ</i> | Лист |
| Зм. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | |

ДОДАТКИ

Тексти керуючих програм на токарну обробку хвостовика

Установ 1

G40 G54 G99

G28 U0

G28 W0

T0101

G50 S900

G96 S100 M03

G0 Z0 X150

M08

G1 X-1.6 F0.15

M09

G0 Z2

G28 U0 W0

T0202

G97 S650 M03

G0 X0 Z1

M08

G1 Z-1.4 F0.07

G0 Z2

M09

G28 U0 W0

T0303

G50 S1000

G96 S100 M03

G0 Z1 X143

M08

G1 Z0 F0.2

G1 Z-3 X145 F0.2

G1 Z-65 F0.2

G1 X149 F0.3

G1 Z-70 F0.2

G1 Z-81 X195 F0.2

G1 Z-92 F0.2

M08

M05

G28 U0 W0

M30

%

Установ 2

G40 G54 G99

G28 U0

G28 W0

T0101

G50 S900

G96 S100 M03

G0 Z0 X117

M08

G1 X-1.6 F0.15

M09

G0 Z2

G28 U0 W0

T0202

G97 S650 M03

GO X0 Z1

M08

G1 Z-1.4 F0.07

G0 Z2

M09

G28 U0 W0

T0303

G50 S1000

G96 S100 M03

G0 Z1 X104.8

M08

G1 Z0 F0.2

G1 Z-2.5 X109.8 F0.2

G1 Z-42 F0.2

G1 X112 F0.3

G1 Z-127 F0.2

G1 Z-129.5 X119.9 F0.2

G1 Z-244 F0.2

G02 Z-269 X135.9 R40 F0.15

G1 Z-309 X195 F0.2

G28 U0 W0

T0404

G97 S500 M03

G0 X113

G0 Z-40

G1 X105.5 F0.07

G0 X112

G0 Z-42

G1 X 105.5 F0.07

G0 X112

G0 Z-45.5
G1 Z-42 X105.5 F0.07
G0 X112
G0 Z-38
G1 X109.8 F0.2
G1 Z-40 X105.5 F0.07
G0 X120
G28 U0 W0
T0505
G97 S250 M03
G0 X111 Z4
G92 X109.5 Z-40 F3
X109
X108.5
X108
X107.5
X107
X106.5
X106
G0 X112
M08
M05
G28 U0 W0
M30
%

| Формат | Зона | Поз. | Обозначение | Наименование | Кол. | Примечание |
|---------------------------|------|------------------|------------------|---------------------------------|---------|------------|
| | | | | | | |
| | | | | <u>Документація</u> | | |
| A1 | | | | <u>Складальне креслення</u> | | |
| | | | | <u>Деталі</u> | | |
| | | 1 | БР.ПМ-042.08.001 | Бадка | 1 | |
| | | 2 | БР.ПМ-042.08.002 | Опора ліва | 1 | |
| | | 3 | БР.ПМ-042.08.003 | Пластина | 2 | |
| | | 4 | БР.ПМ-042.08.004 | Штатив | 2 | |
| | | 5 | БР.ПМ-042.08.005 | Маховик | 1 | |
| | | 6 | БР.ПМ-042.08.006 | Фіксатор | 1 | |
| | | 7 | БР.ПМ-042.08.007 | Основа | 2 | |
| | | 8 | БР.ПМ-042.08.008 | Піноль | 2 | |
| | | 9 | БР.ПМ-042.08.009 | Упорний гвинт | 1 | |
| | | 10 | БР.ПМ-042.08.010 | Кришка | 1 | |
| | | 12 | БР.ПМ-042.08.012 | Конус | 1 | |
| | | 13 | БР.ПМ-042.08.013 | Гвинт стопорний | 2 | |
| | | 14 | БР.ПМ-042.08.014 | Гвинт затискний | 2 | |
| | | 15 | БР.ПМ-042.08.015 | Вісь | 2 | |
| | | 16 | БР.ПМ-042.08.016 | Конус задній | 1 | |
| | | 17 | БР.ПМ-042.08.017 | Тримач | 2 | |
| | | | | <u>Стандартні вироби</u> | | |
| | | 11 | | Штифт 5x30 ГОСТ 1722-85 | | |
| | | 18 | | Болт 7002-2489 ГОСТ 13152-67 | 2 | |
| БР.ПМ-042.08.000СК | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |
| Разрад. | | Мальованчук Д.В. | | | Лит. | Лист |
| Пров. | | Борущак Л.О. | | | | 1 |
| Реценз. | | Борущак Л.О. | | | Листов | |
| Н.контр. | | | | | 2 | |
| Утв. | | Панчук В.Г. | | | ІФНТУНГ | |
| Пристрій | | | | | ПМ-21-1 | |
| КОНТРОЛЬНИЙ | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|--|--|--|--|--|--|--|--|-----------|-----------|--------------|---------------|-------------|--|
| <i>Дубл.</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Взамін.</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Підпис</i> | | | | | | | | | <i>Зм</i> | <i>Ар</i> | <i>№док.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | |

1

ІФНТУНГ

ПМ-21-1

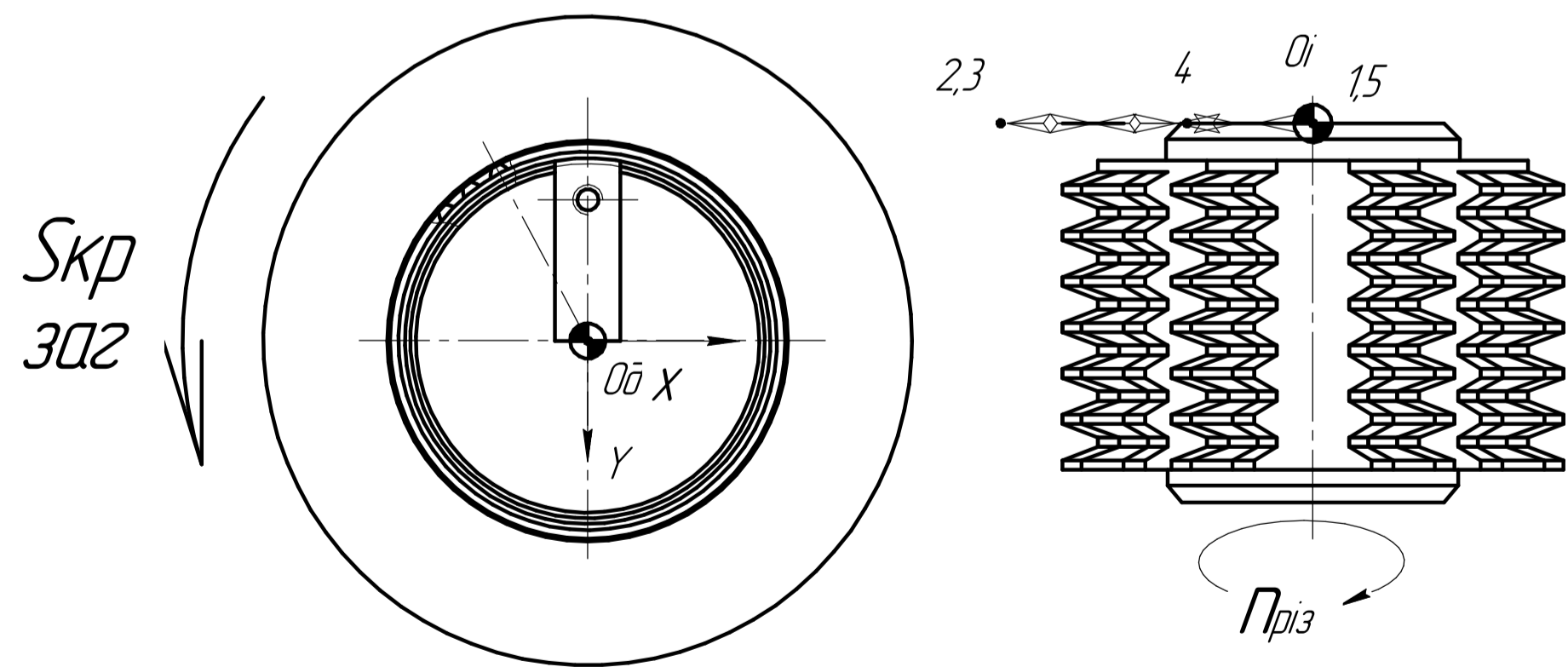
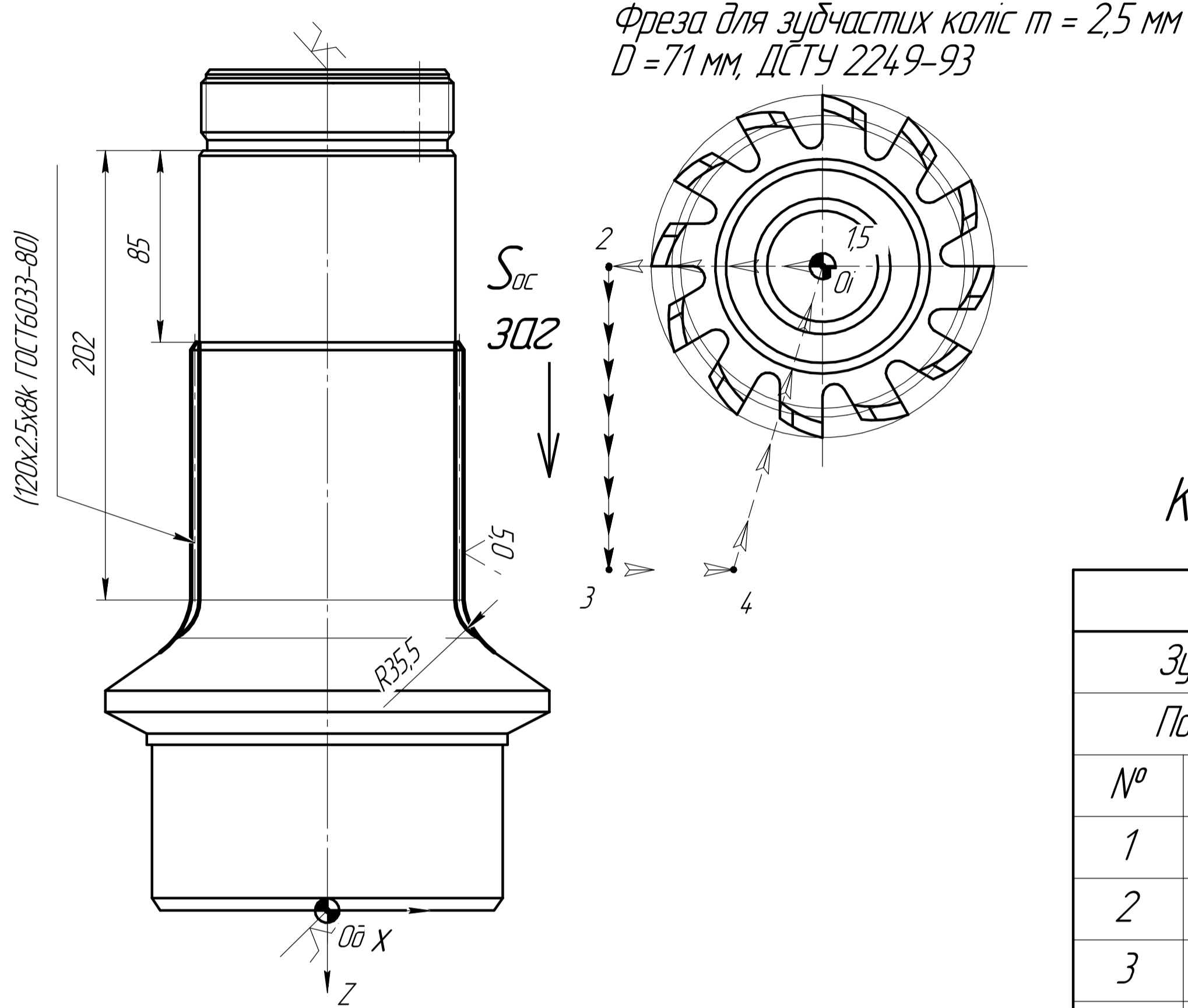
***КОМПЛЕКТ
технологічної
документації***

*Технологічний процес
механічної обробки деталі:
Хвостовик
ПЕА.01.02.01.603А*

Розробив: ст. гр. ПМ-21-1
Мальованчук Д.
Перевірів: ***Боруцак Л.О.***

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---------------------------------|---------|-------------|------|------|-------|-------------------|------|--|-------|------|--|--|--|--|--|--|--|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Взамін | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Підпис | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Розробив | Мальованчук Д. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Перевірів | Борушак Л.О. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Н. контр. | Борушак Л.О. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Назва операції | | Матеріал | | Твердість | | ОВ | МД | Профіль і розміри | | | МЗ | Конд | | | | | | | |
| 010 Горизонтально -фрезерна з ЧПК | | Сталь 20ХН3А ДСТУ 7809: 2015 | | σв= 930 Мпа | | | 41,73 | Ø109x130 | | | 60,21 | | | | | | | | |
| Обладнання, пристрій ЧПК | | Позначення програми | | То | Тд | Тп.з | Тшт. | МОР | | | | | | | | | | | |
| Горизонтально-фрезерний з ЧПК, MUCENTR HX300iG | | | | 4,9 | 1,15 | 11,1 | 6,05 | - | | | | | | | | | | | |
| | | ПН | D або B | L | t | i | s | n | v | | | | | | | | | | |
| P 01 | | | мм | мм | мм | — | мм/хв | об/хв | м/хв | | | | | | | | | | |
| O02 | A Установити, закріпити заготовку | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T03 | ПР: Пристрій верстатний фрезерно-свердлильний | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04 | PI: Фреза Walter F 2252BN.100.Z04.16.S724 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P05 | Фрезерувати шпонковий паз 16 в розмір 55,0 мм | | 100 | 55 | 5,0 | 1 | 270 | 510 | 144 | | | | | | | | | | |
| 06 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| O07 | B Свердлити отвір поверхню 14 в діаметр Ø6,7 мм під різьбу M8-7H | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 08 | PI: Свердло спіральне Walter MINI - Stardrill d=6.7 мм, покриття WXX 35 | | Ø 6.7 | 22 | 3.35 | 1 | 226 | 690 | 27 | | | | | | | | | | |
| P09 | Зенкувати фаску 1,6x45° в отворі | | | | | | | 266 | 19,7 | | | | | | | | | | |
| OK | Обробка різанням | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Карта налагодження системи ЧПК FANUC 0iF операція 015, переходи 1,2, верстат зубофрезерний Y3132CNC 00

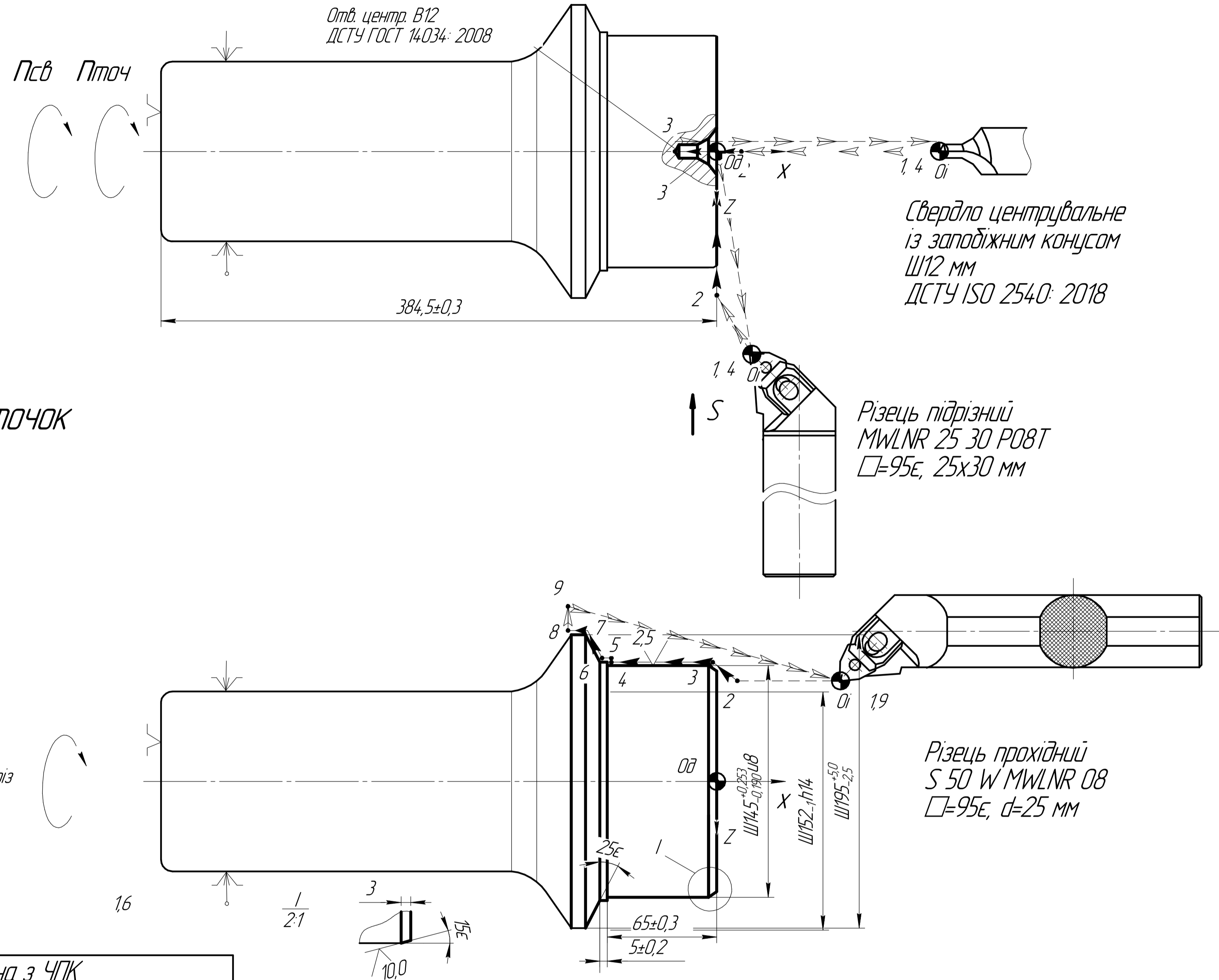


Координати опорних точок

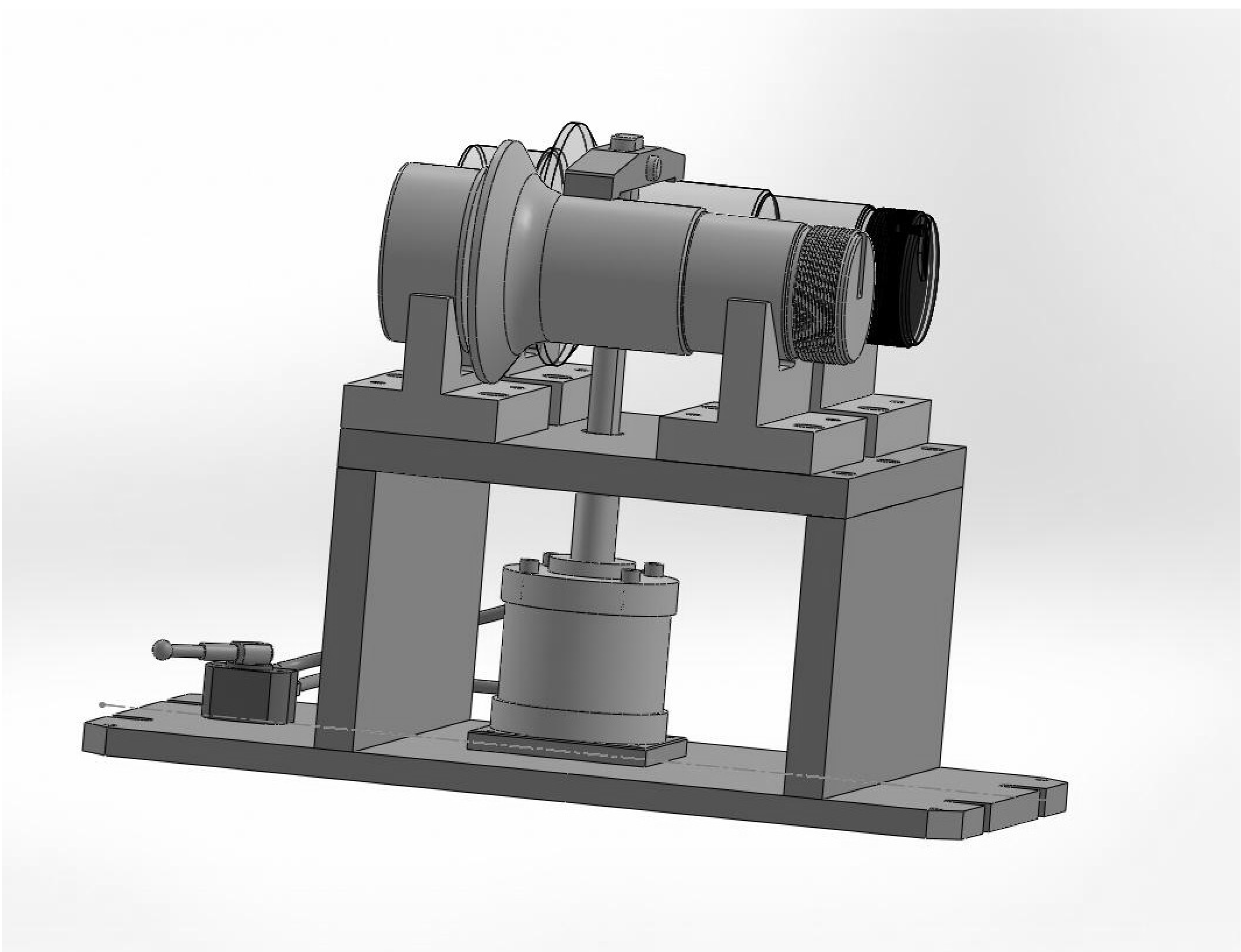
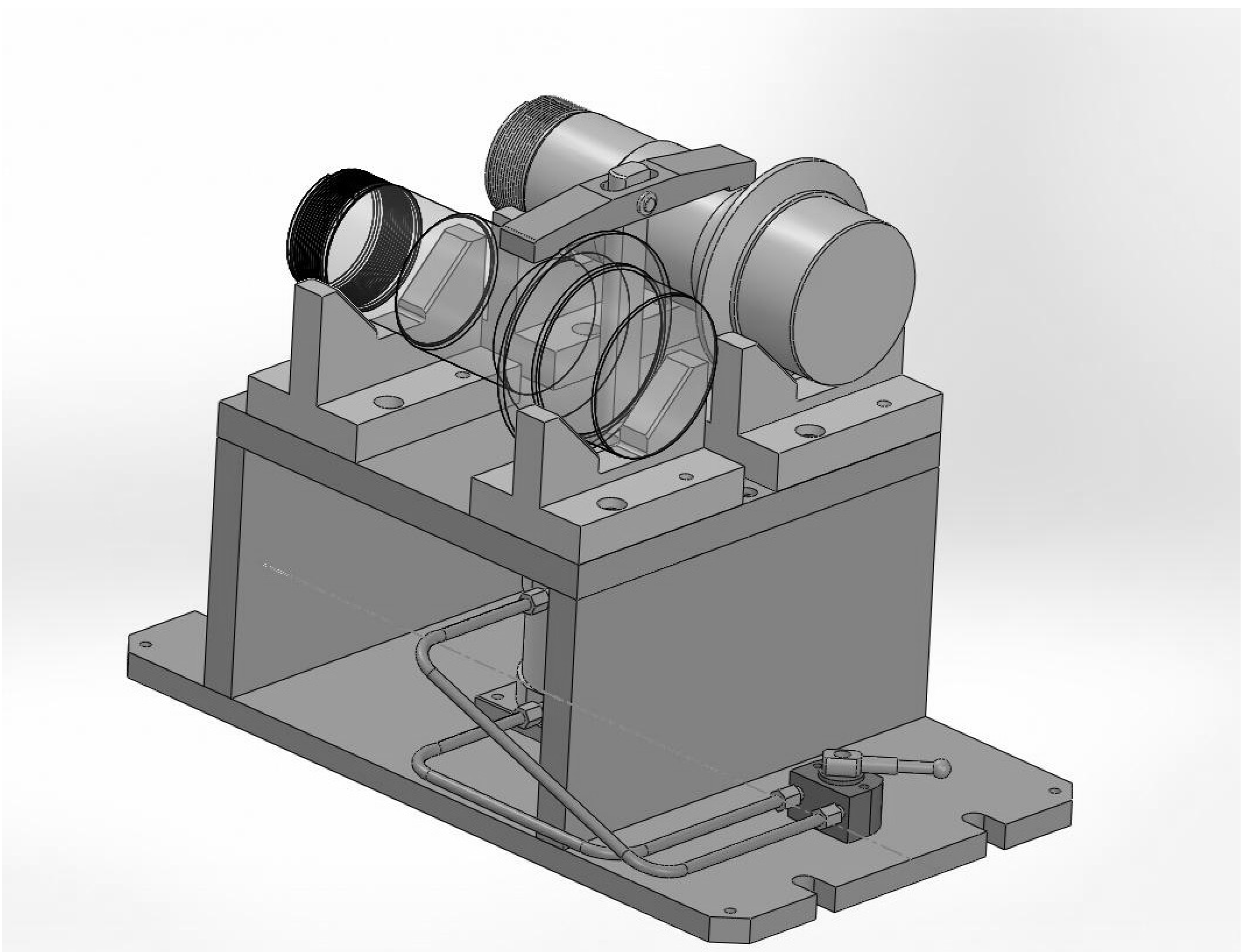
| Операція | | | |
|----------------------|-------|---|--------|
| Зубофрезерна 015 | | | |
| Позиція 1, перехід 1 | | | |
| № | X | Y | Z |
| 1 | 14,20 | 0 | -228,5 |
| 2 | 57,5 | 0 | -228,5 |
| 3 | 57,5 | 0 | -139,0 |
| 4 | 100,0 | 0 | -139,0 |
| 5 | 14,20 | 0 | -228,5 |

| Операція 005 - токарна з ЧПК | | | | | | | | |
|------------------------------|-------|-------|-----------|-------|---|-----------|-------|--------|
| Установ 1 | | | | | | | | |
| Перехід 1 | | | Перехід 2 | | | Перехід 3 | | |
| № | X | Z | № | X | Z | № | X | Z |
| 1 | 407,5 | 112,0 | 1 | 486,0 | 0 | 1 | 452 | -68,0 |
| 2 | 384,5 | 78,5 | 2 | 388,5 | 0 | 2 | 390,5 | -68,0 |
| 3 | 384,5 | -10 | 3 | 364,5 | 0 | 3 | 381,5 | -72,5 |
| 4 | 407,5 | 112,0 | 4 | 486,0 | 0 | 4 | 299,5 | -72,5 |
| | | | | | | 5 | 299,5 | -76,0 |
| | | | | | | 6 | 294,5 | -76,0 |
| | | | | | | 7 | 287,5 | -98,5 |
| | | | | | | 8 | 279,0 | -98,5 |
| | | | | | | 9 | 279,0 | -112,0 |
| | | | | | | 10 | 452,0 | -68,0 |

Карта налагодження системи ЧПК Siemens Sinumerik 808D операція 005, переходи 1,2,3, верстат токарний MAST-500

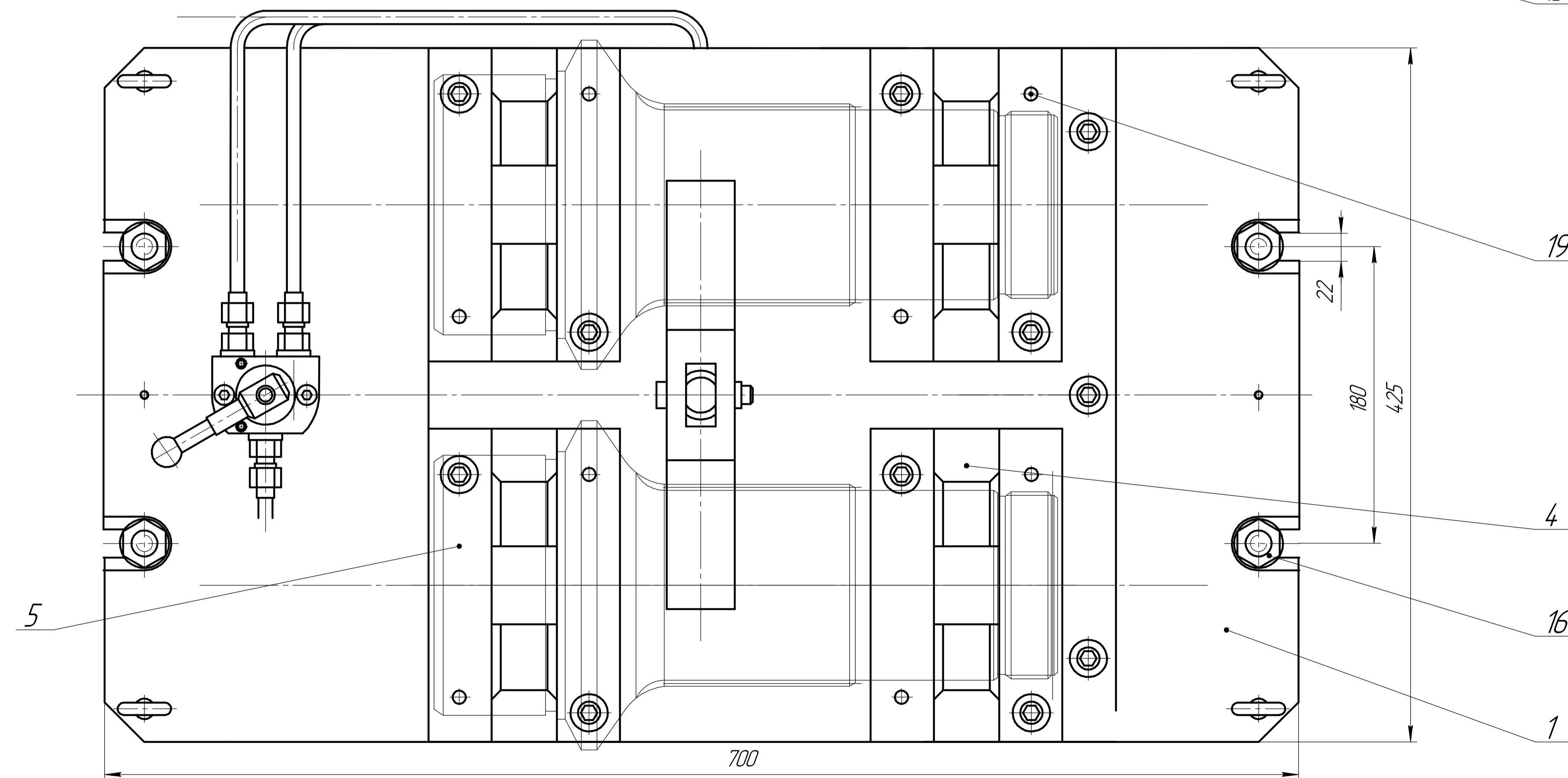
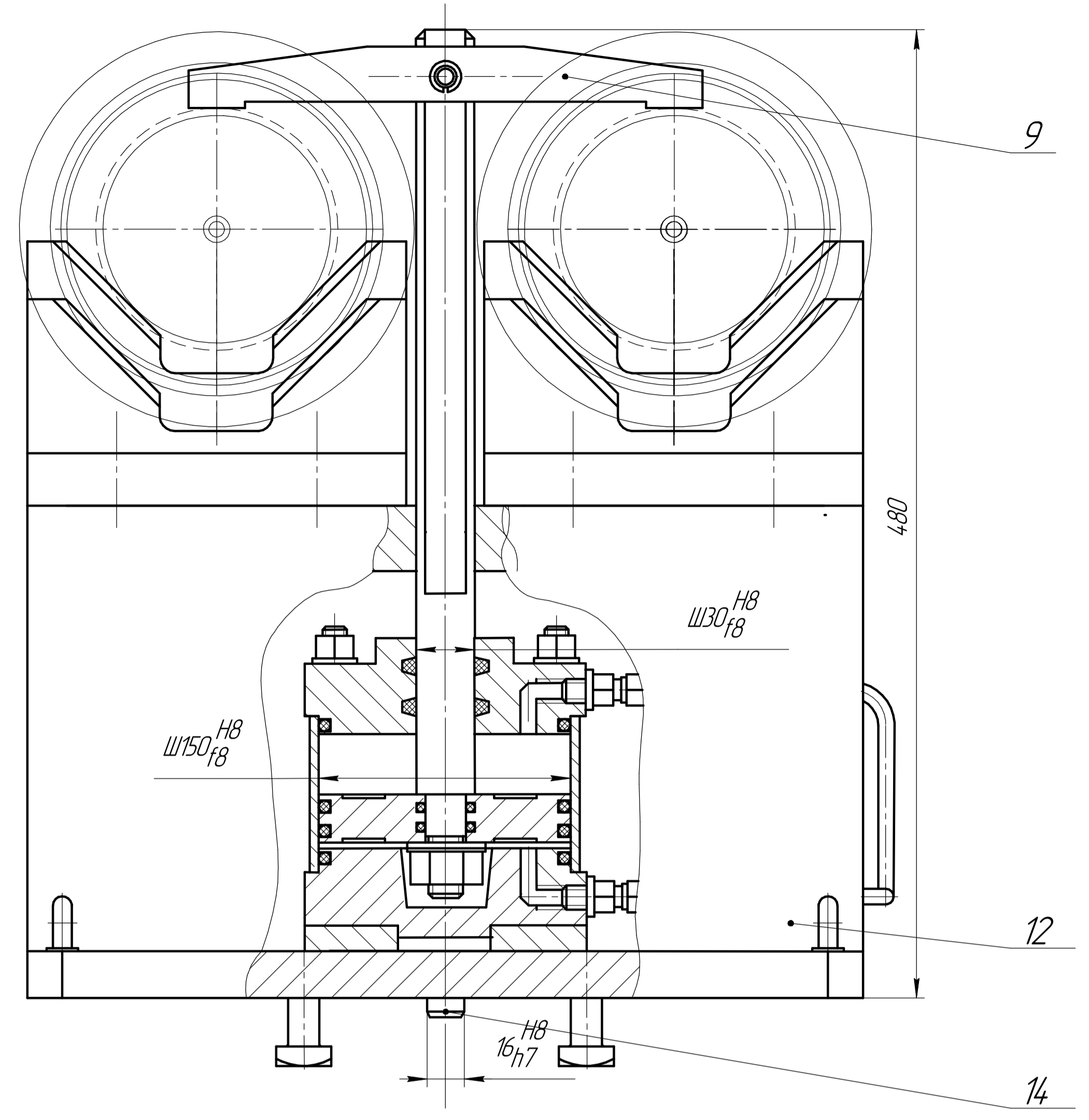
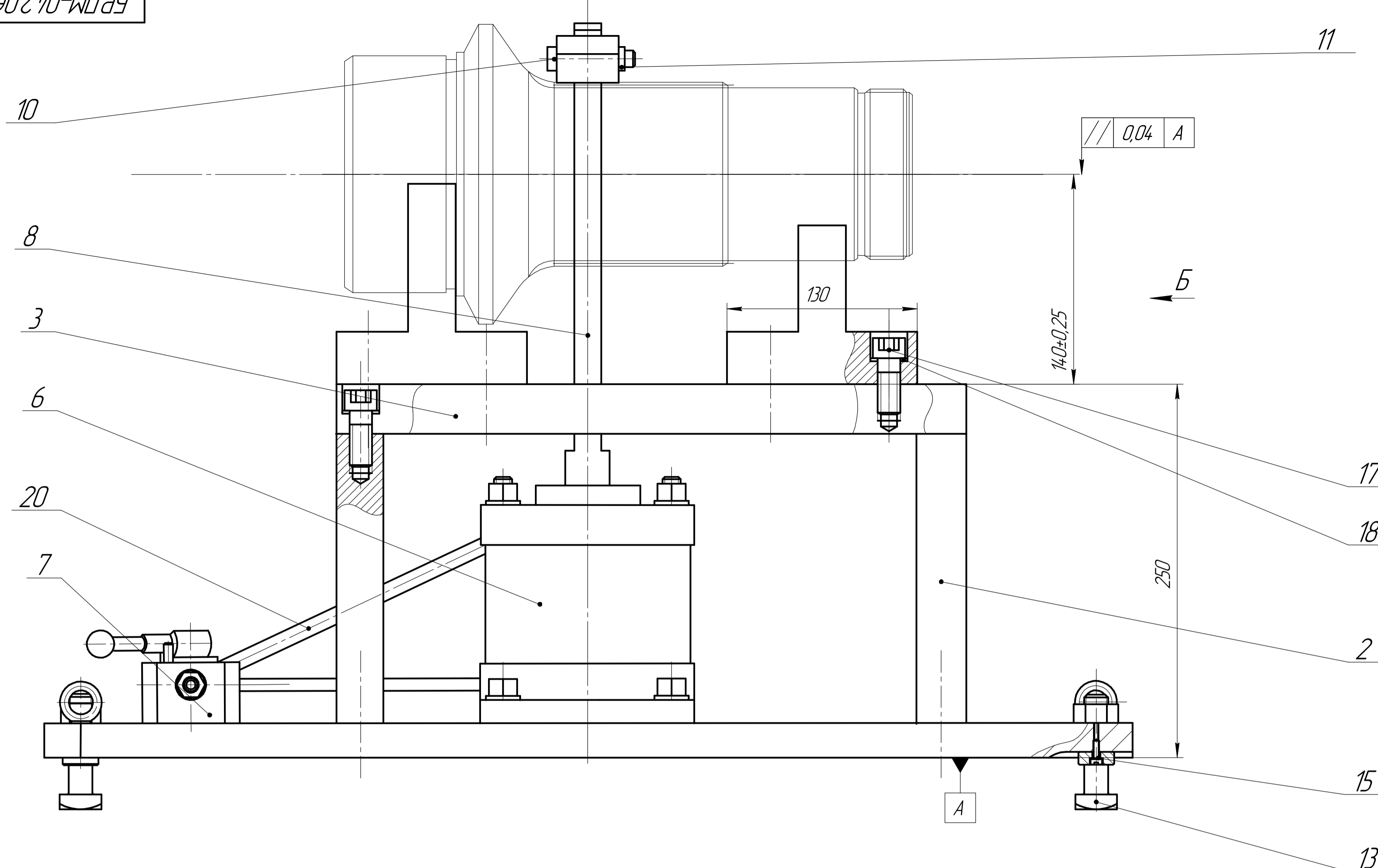


| | | | | | |
|---|---------------|-------|------|-----------------|-------------|
| БР.ПМ-04.2.02.000КН | | | | Лист | Масштаб |
| Карти налагоджень операцій з ЧПК 005, 015 | | | | Лист | Масштаб 1:1 |
| Верстати | | | | ПМ-21-1 ІФНТУНГ | |
| Ізм. Лист | № док. | Підп. | Дата | Копіювати | |
| Розроб. | Мальований Д. | | | Формат А1 | |
| Проб. | Баришак ЛО. | | | | |
| Т.контр. | Баришак ЛО. | | | | |
| Н.контр. | Баришак ЛО. | | | | |
| Утв. | Ланчук ВТ. | | | | |



Лист № 1
 Вид № 01
 Вид № 02
 Вид № 03
 Вид № 04
 Вид № 05
 Вид № 06
 Вид № 07
 Вид № 08
 Вид № 09
 Вид № 10
 Вид № 11
 Вид № 12
 Вид № 13
 Вид № 14
 Вид № 15
 Вид № 16
 Вид № 17
 Вид № 18
 Вид № 19
 Вид № 20
 Вид № 21
 Вид № 22
 Вид № 23
 Вид № 24
 Вид № 25
 Вид № 26
 Вид № 27
 Вид № 28
 Вид № 29
 Вид № 30
 Вид № 31
 Вид № 32
 Вид № 33
 Вид № 34
 Вид № 35
 Вид № 36
 Вид № 37
 Вид № 38
 Вид № 39
 Вид № 40
 Вид № 41
 Вид № 42
 Вид № 43
 Вид № 44
 Вид № 45
 Вид № 46
 Вид № 47
 Вид № 48
 Вид № 49
 Вид № 50
 Вид № 51
 Вид № 52
 Вид № 53
 Вид № 54
 Вид № 55
 Вид № 56
 Вид № 57
 Вид № 58
 Вид № 59
 Вид № 60
 Вид № 61
 Вид № 62
 Вид № 63
 Вид № 64
 Вид № 65
 Вид № 66
 Вид № 67
 Вид № 68
 Вид № 69
 Вид № 70
 Вид № 71
 Вид № 72
 Вид № 73
 Вид № 74
 Вид № 75
 Вид № 76
 Вид № 77
 Вид № 78
 Вид № 79
 Вид № 80
 Вид № 81
 Вид № 82
 Вид № 83
 Вид № 84
 Вид № 85
 Вид № 86
 Вид № 87
 Вид № 88
 Вид № 89
 Вид № 90
 Вид № 91
 Вид № 92
 Вид № 93
 Вид № 94
 Вид № 95
 Вид № 96
 Вид № 97
 Вид № 98
 Вид № 99
 Вид № 100

| | | | | | | |
|-----------|---------------|---------|------|--|--|--|
| | | | | БР.ПМ-04.2.07.000ПМ | | |
| | | | | Тривимірна модель фрезерно-свердильного пристрою | | |
| Лист | Маса | Масштаб | | | | |
| | | 1:1 | | | | |
| Лист | | Листів | | 1 | | |
| Ізв. Лист | № док.м. | Підп. | Дата | | | |
| Розраб. | Мальбанчик Д. | | | | | |
| Проб. | Барцшак ЛО. | | | | | |
| Т.контр. | Барцшак ЛО. | | | | | |
| Інконтр. | Барцшак ЛО. | | | | | |
| Утв. | Панчик ВГ. | | | | | |



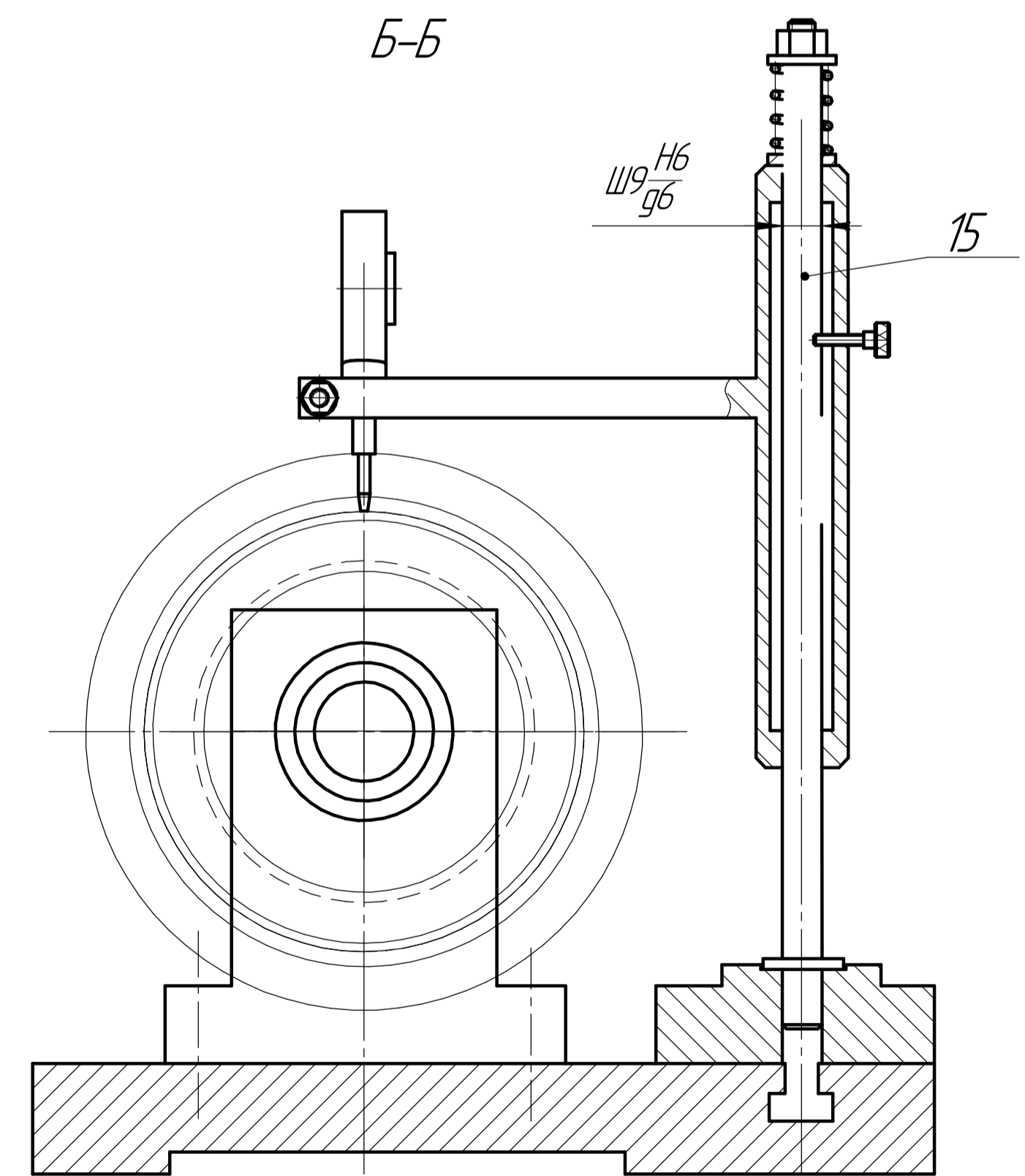
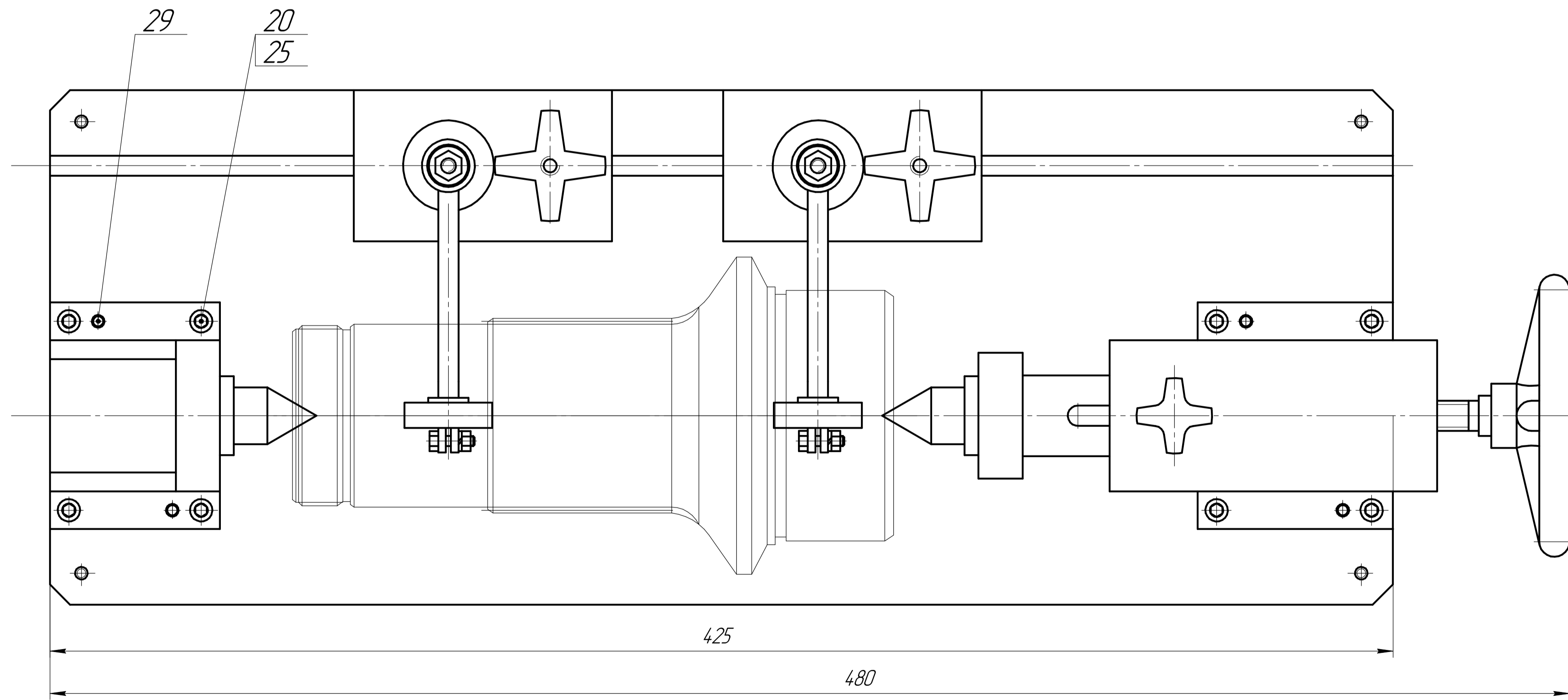
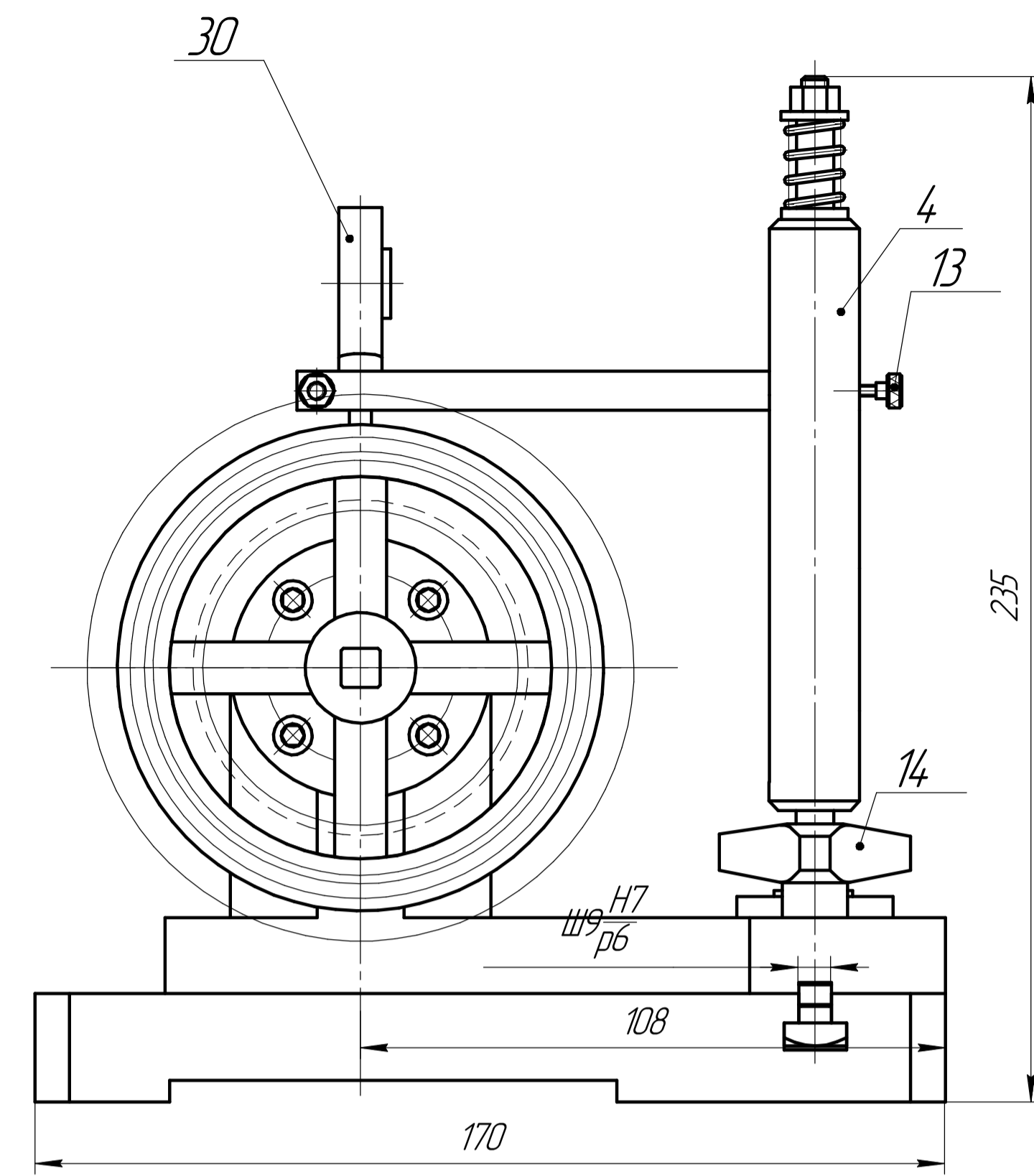
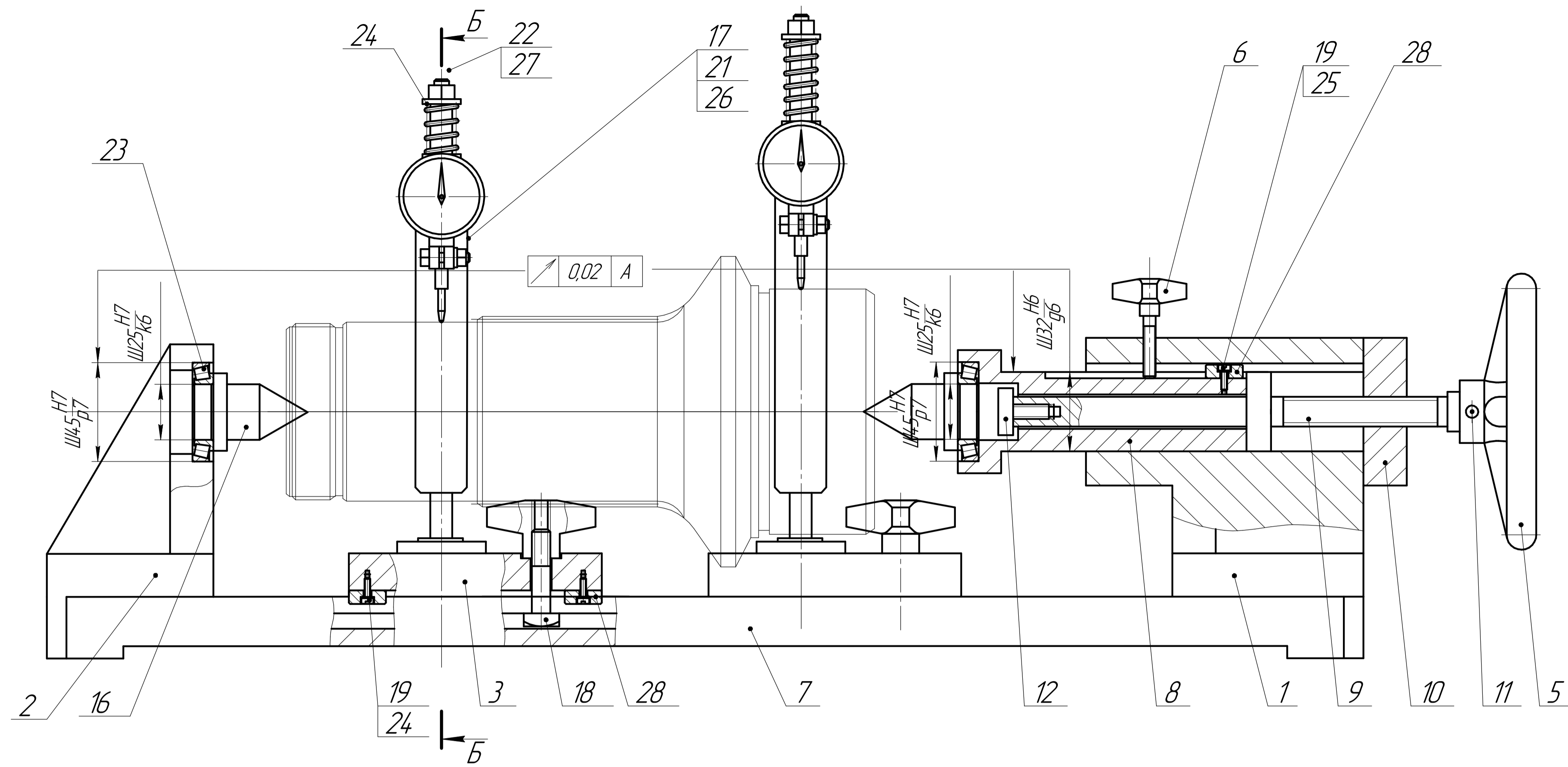
1. *Разміри для довідок.
2. Гострі кромки притупити.
3. Поверхні тертя при складанні змастити.
4. Пристрій повинен працювати плавно, без ривків і заїдань.

Технічна характеристика

1. Пристрій двохпозиційний призначений для установки і закріплення деталі Хвостовик ПЕА.0102.01603А при обробці отвору М8-7Н і торцевого паза 16 мм на верстаті МУСЕНТР НХ300ІС
 2. Тип приводу – пневматичний. 3. Сила запуску пристрою для однієї деталі – 3417,5 Н. 4. Робочий тиск в пневмережі – 0,63 МПа.

| | | | | | | |
|------|--------|-------|------|------------------------|-------|---------|
| | | | | БРПМ-04.206.000 | | |
| | | | | Пристрій верстатний | | |
| Лист | № док. | Подп. | Дата | Лист | Масса | Масштаб |
| 1 | | | | | | 1:2,5 |
| | | | | ІФНТУНГ гр.ПМ-21-1 | | |
| | | | | Формат А1 | | |

Лист № 1
 Вид № 01
 Дата
 Проект №
 Назв. документа
 Назв. детали



- 1. *Разміри для довідок.
- 2. Маркувати.

Пристрій призначений для контролю радіального
 діаметра 0,012 та 0,22 мм поверхні
 Ш120к6 та Ш14,5н8 хвостовика
 Похибка мікрометра 0,001 мм.
 Похибка вимірювання пристроєм 0,001 мм.

| | | | | | | | | |
|-----------|---------------|-------|------|-------------------------|--|------|--------|---------|
| | | | | БР.ПМ-04.2.08.000СК | | | | |
| Изм. Лист | № док.м. | Подп. | Дата | Пристрій контрольний | | Лист | Масса | Масштаб |
| Разрад. | Мальованик ШВ | | | | | Лист | Листов | 1 |
| Проб. | Барышак ЛО | | | ІФНТУНГ ПМ-21-1 | | | | |
| Т.контр. | Барышак ЛО | | | | | | | |
| Н.контр. | Барышак ЛО | | | Формат А1 | | | | |
| Утв. | Ланчук ВТ | | | | | | | |

Лист № 1
 Вид № 04.2.08.000СК
 План № 04.2.08.000СК
 Титул-лист
 Стор. № 1
 Пер. прим. № 1