

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

Інститут інженерної механіки та робототехніки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Мацишин Святослав Любомирович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.01

(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Розроблення технологічного процесу виготовлення деталі

«Кронштейн КН.001.05.27»

(назва роботи)

Бакалавр

(назва освітньої програми)

131 – Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

С. Л. Мацишин

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Роп'як Любомир Ярославович, д.т.н., проф.

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

Допущено до захисту

Завідувач кафедри КМВ,

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 право посилання на відповідне джерело.

м. Івано-Франківськ – 2025 рік

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

Панчук В.Г.

“ ___ ” _____ 2025 року

ЗАВДАННЯ

НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ

Мацишин Святослав Любомирович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу виготовлення деталі

«Кронштейн КН.001.05.27»

(назва роботи)

Керівник роботи Роп'як Любомир Ярославович, д.т.н., проф.

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “06” червня 2025 року № 332/7

2. Термін подання студентом роботи “17” червня 2025 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Креслення деталі. Тип виробництва – середьосерійний.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити)

4.1. Конструкторсько-технологічний аналіз.

4.2. Проектування технології виготовлення деталі.

4.3. Проектування технологічного оснащення.

4.4. Розроблення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК.

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

5.1. Креслення деталі (формат А3, 1 лист) та Креслення заготовки (формат А3, 1 лист).

5.2. Карти технологічного налагодження основних операцій механічної обробки (формат А1, 1 лист).

5.3. Складальне креслення пристрою розточувального (формат А1, 1 лист).

5.4. Креслення контрольного пристрою (формат А1, 1 лист).

5.5. Креслення пробки (формат А2, 1 лист).

6. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|--------|---|----------------|------------------|
| | | Завдання видав | Завдання прийняв |
| 1-6 | Роп'як Любомир Ярославович, д.т.н., проф. | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

7. Дата видачі завдання 27 лютого 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів бакалаврської роботи | Термін виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|---|--------------------------------|----------|
| 1 | Конструкторсько-технологічний аналіз | 03.03.2025 | |
| 2 | Проектування технології виготовлення деталі | 01.04.2025 | |
| 3 | Проектування технологічного оснащення | 07.05.2025 | |
| 4 | Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК | 06.06.2025 | |
| 5 | Графічна частина | 16.06.2025 | |
| 6 | Пояснювальна записка | 17.06.2025 | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Студент _____ **Мацшин С. Л.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ **Роп'як Л. Я.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної бакалаврської роботи на тему:
«ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ
«КРОНШТЕЙН КН.001.05.27»

Розрахунково-пояснювальна записка: 59 сторінок, 15 рисунків, 20 таблиць, 16 посилань, 13 аркушів формату А4 додатків.

Графічна частина: 3 аркуші формату А1, 1 аркуш формату А2, 2 аркуші формату А3.

Об'єкт дослідження – технологічний процес механічної обробки.

Предмет дослідження – деталь «кронштейн КН.001.05.27».

Мета роботи – розробити технологічний процес механічної обробки кронштейна КН.001.05.27, який входить в механізм приводу захисної решітки механічного преса, який дозволить виготовити деталь в умовах середньосерійного виробництва з мінімальними затратами, а також розробити конструкції спеціальних верстатних пристроїв та пристрою для контрольної операції.

Відповідно до поставленої мети у роботі проведено детальний аналіз конструкції деталі, методу отримання заготовки та базового маршруту механічної обробки кронштейна. На основі результатів проведеного аналізу та рекомендацій літературних джерел розроблено раціональний маршрут механічної обробки фланця для умов заданого типу виробництва. Обґрунтовано спосіб одержання заготовки, розраховано припуски, розраховано режими різання та нормування операцій. Для встановлення і закріплення кронштейна механообробних операціях спроектовано верстатний пристрій із пневмоприводом для розточування отвору, пристрій для контролю паралельності. Спроектовано також спеціальний вимірний інструмент для контролю діаметра отвору. В додатках наведено комплект технологічної документації.

Результати роботи можуть бути використані в машинобудівній галузі та на ремонтних підприємствах.

Ключові слова: *кронштейн, заготовка, технологічний процес, припуски, режими різання, операція, інструмент, пристрій, верстат.*

Студент

Мацішин С. Л.

ABSTRACT

of the qualification bachelor's thesis on the topic:
"TECHNOLOGY PROCESS OF MANUFACTURING THE PART
"BRACKET KN.001.05.27"

Calculation and explanatory note: 59 pages, 15 figures, 20 tables, 16 references, 13 sheets of A4 format appendices.

Graphic part: 3 sheets of A1 format, 1 sheet of A2 format, 2 sheets of A3 format.

The object of research is the technological process of mechanical processing.

The subject of research is the part "bracket KN.001.05.27".

The purpose of the work is to develop a technological process for machining the bracket KN.001.05.27, which is part of the drive mechanism of the protective grille of a mechanical press, which will allow the manufacture of the part in medium-volume production with minimal costs, as well as to develop designs for special machine tools and devices for control operations.

In accordance with the set goal, a detailed analysis of the design of the part, the method of obtaining the workpiece and the basic route for machining the bracket was carried out in the work. Based on the results of the analysis and recommendations from literary sources, a rational route for machining the flange for the conditions of a given type of production was developed. The method of obtaining the workpiece was justified, allowances were calculated, cutting modes and operation standardization were calculated. To install and fix the bracket in machining operations, a machine tool with a pneumatic drive for boring the hole, a device for parallelism control was designed. A special measuring tool for controlling the diameter of the hole was also designed. A set of technological documentation is provided in the appendices.

The results of the work can be used in the machine-building industry and at repair enterprises.

Keywords: *bracket, workpiece, technological process, allowances, cutting modes, operation, tool, device, machine tool.*

Student

Matsyshin S. L.

Зміст

| | |
|---|--------------|
| Вступ | 5 |
| 1 Конструкторсько-технологічний аналіз..... | 6-13 |
| 1.1. Аналіз призначення і конструкції деталі | 6-7 |
| 1.2. Аналіз технологічності деталі | 8-9 |
| 1.3. Визначення організаційних умов виробництва | 10-11 |
| 1.4. Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі | 12-13 |
| 2 Проектування технології виготовлення деталі | 14-38 |
| 2.1. Вибір заготовки | 14-15 |
| 2.2. Вибір маршруту і операцій обробки деталі | 16-20 |
| 2.3. Вибір засобів технологічного оснащення | 21-23 |
| 2.4. Визначення міжопераційних припусків і розмірів обробки | 24-28 |
| 2.5. Визначення режимів різання | 29-34 |
| 2.6. Нормування технологічної операції | 35-37 |
| 2.7. Аналіз техніко-економічних показників | 38 |
| 3 Проектування технологічної оснастки | 39-44 |
| 3.1. Пристрій для механічної обробки | 39-44 |
| 3.2. Перевірка працездатності інструментів | 45-46 |
| 3.3. Конструювання спеціального вимірного інструменту або контрольного пристрою..... | 47-49 |
| 4 Складання керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК | 50-54 |
| 5 Науково-дослідна частина | 55-56 |
| Перелік літературних джерел | 58-59 |

| | | | | | | | | |
|-----------|------|----------|--------|------|-------------------------|---------------------|-------|---------|
| | | | | | БР.0044.01.00.000.ПЗ | | | |
| Змн. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Мацішин | | | ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА | Літ. | Аркуш | Аркушів |
| Перевір. | | Роп'як | | | | 4 | 59 | |
| Реценз. | | | | | | ІФНТУНГ гр. ПМ-21-1 | | |
| Н. Контр. | | | | | | | | |
| Затверд. | | | | | | | | |

Вступ

Машинобудування – це комплекс галузей промисловості, які виготовляють знаряддя виробництва, транспортні засоби, а також предмети повсякденного споживання та іншу промислову продукцію. Машинобудування відображає технічний прогрес країни і має велике вагоме значення для розвитку її продуктивних сил, підвищення економічної могутності держави та добробуту народу.

Кожна машина має своє чітке функціональне призначення, тому її будують з такого матеріалу і таким чином, щоб вона добре й довго працювала, була надійною та безпечною в роботі. Все це обумовлює кваліфікацію спеціаліста, який бере безпосередню участь не тільки у її виготовленні, а й у виборі матеріалів, що найкраще відповідають поставленим до машини вимогам.

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

Головним технологічним методом виготовлення деталей машин і механізмів є обробка різанням. Її трудомісткість в більшості галузей машинобудування значно перевищує трудомісткість ливарних, кувальних і штампувальних процесів разом взятих.

Обробка різанням має досить високу продуктивність, виняткову точність, універсальність і гнучкість. В цьому її істотні переваги над іншими методами формоутворення поверхонь деталей.

Сучасні тенденції розвитку машинобудівного виробництва, яке орієнтоване на підвищення якості машинобудівної продукції, на широке застосування прогресивних конструкційних і інструментальних матеріалів, на комплексну автоматизацію на основі застосування верстатів з ЧПК і САПР, вимагають підготовки висококваліфікованих спеціалістів, які володіють не тільки глибокими теоретичними знаннями, але й здатних практично їх використовувати в своїй повсякденній виробничій діяльності.

У зв'язку з тим інженери-механіки спеціальності 131 – Прикладна механіка повинні володіти методами оцінки якості виробів, розрахунку і аналізу технологічних розмірних ланцюгів, розмірного аналізу технологічних процесів, вибору раціональних схем базування заготовок, розрахунку похибок, які впливають на точність механічної обробки, розрахунку припусків, оптимальних режимів різання, норм часу і технологічної собівартості, а також вміти здійснювати раціональний вибір технологічного обладнання. Вони також повинні володіти також практичними навиками по проектуванню технологічних процесів складання, механічної обробки, в тому числі з використанням верстатів з ЧПК.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | БР.0044.01.00.000.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 5 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

1. Технологічна частина.

1.1. Аналіз призначення і конструкції деталі.

Деталь кронштейн КН.001.05.27 входить у склад механізм приводу захисної решітки механічного преса, яка служить для запобігання травм робітника під час роботи механічного преса. Даний виріб виготовлявся на ПАТ “Пресмаш”. Деталь призначена для встановлення і кріплення вала приводу решітки. Сама деталь встановлена і закріплена до станини преса.

Докладний опис поверхонь деталі, їх службового призначення, конфігурацію та розміри оформляємо у вигляді таблиці.

Таблиця 1.1 – Характеристики поверхонь деталі

| № поверхні | Геометрична форма, профіль поверхні | Службове призначення (функції) поверхні | Розмір, допуск, квалітет | Точність форми і розміщення | Шорсткість, мкм |
|------------|---|--|---------------------------|-----------------------------|-----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Торець. | Допоміжна база. Призначена для встановлення вала. | 37 _{-0,4} | - | Rz20 |
| 2 | Внутрішня циліндрична поверхня. | Допоміжна база. Призначена для встановлення вала. | Ø22H8 ^(+0,033) | 0,06 | Ra2,5 |
| 3 | Площина. | Основна база. Призначена для встановлення кронштейна на станині. | 37 _{-0,4} | - | Rz20 |
| 4 | Торець. | Допоміжна база. Призначена для встановлення вала. | 37 _{-0,4} | - | Rz40 |
| 5-6 | Фаски між плоскою і внутрішньою циліндричною поверхнею. | Технологічні поверхні. Призначені для притуплення гострих кромки і полегшення при складанні виробу. | 3×45° | - | Rz80 |
| 7 | Внутрішня циліндрична поверхня. | Вільна поверхня. Призначена для подання мастила на вал. | Ø4 ^{+0,3} | - | Rz80 |
| 8 | Внутрішня конічна поверхня. | Вільна поверхня. Призначена для подання мастила на вал. | <90° | - | Rz80 |
| 9-10 | Площини. | Основні бази. Призначені для встановлення кронштейна на станині. | 20h14 _(-0,52) | 0,06 | Rz20 |
| 11-12 | Внутрішні циліндричні різьбові поверхні. | Допоміжні бази. Призначені для кріплення кронштейна гвинтами до станини. | M12-7H | - | Rz20 |
| 13-14 | Фаски в різьбових отворах. | Технологічні поверхні. Призначені для притуплення гострих кромки і полегшення заходу інструменту при нарізанні різьби. | 1,6×45° | - | Rz80 |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | БР.0044.01.00.000.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 6 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

1.2 Аналіз технологічності деталі.

Послідовність обробки поверхонь деталі вказує в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Плани механічної обробки поверхонь.

| № поверх-хні | Послідовність обробки (методи, вид); інструменти | Точність, шорсткість | Тип верстата; пристрій |
|--------------|---|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1, 3 | 1) Чорнове фрезерування. Фреза торцьова. | h14, Rz80 | Вертикально-фрезерний верстат. |
| | 2) Чистове фрезерування. Фреза торцьова. | h13, Rz20 | Пристрій фрезерний з гвинтовим затиском. |
| 2 | 1) Чорнове розточування. 2) Чистове розточування. 3) Тонке розточування. Різці державочні для наскрізного точіння з прямим кріпленням. | H14, Ra12,5 H11, Ra6,3 H8, Ra2,5 | Горизонтально-розточний верстат. Кутник, упори, прихвати. |
| 4 | 1) Чорнове фрезерування. Фреза торцьова. 2) Чистове фрезерування. Фреза торцьова. | H14, Rz80 H13, Rz40 | Вертикально-фрезерний верстат. Пристрій фрезерний з гвинтовим затиском. |
| 5, 6 | Розточування. Різець державочний для наскрізного точіння з прямим кріпленням. | it14, Rz80 | Горизонтально-розточний верстат. Кутник, упори, прихвати. |
| 7, | Свердління. | H14, Rz80 | Вертикально-свердлильний верстат. |
| | Свердло спіральне. | <90°, Rz80 | Упори, прихвати. |
| 8 | Зенкування. Зенківка конічна. | | |
| 9-10 | 1) Чорнове фрезерування. Фреза торцьова. 2) Чистове фрезерування. Фреза торцьова. | h14, Rz80 h14, Rz20 | Горизонтально-фрезерний верстат. Пристрій фрезерний з гвинтовим затиском. |
| 11-12 | 1) Свердління. Свердло спіральне. | 7H, Rz20 | Радіально-свердлильний верстат. |
| 13-14 | 2) Нарізання різьби. Зенкування. Зенківка конічна. | it14, Rz80 | Кондуктор з гвинтовим затиском. |

Матеріал деталі – СЧ 18 ДСТУ 1214-85.

В базовому техпроцесі заготовка для деталі отримується методом литва в піщану форму.

Альтернативним варіантом отримання заготовки може бути литво в кокіль.

За здатністю матеріалу оброблятися тиском даний матеріал належить до групи М2- вміст вуглецю 0,35...0,65% і легуючих елементів до 2%, яка серед трьох груп найкраще обробляється тиском.

Матеріал деталі за ливарними властивостями згідно ДСТУ 1412-85 належить до групи 2 і характеризується добрими ливарними властивостями.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | БР.0044.01.00.000.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 8 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Згідно [2], с.11 при литті в піщані форми мінімальна товщина стінок:

$$\Delta_{\min} = \left(\frac{L}{200} + 4 \right), \quad (1)$$

Де L=184 мм – найбільший габаритний розмір заготовки;

$$\Delta_{\min} = \left(\frac{184}{200} + 4 \right) = 4,92\text{мм},$$

Оброблюваність різанням оцінюють з допомогою коефіцієнта оброблюваності різцями відносно еталонного матеріалу (сталь45 з Gb=650МПа; 197НВ) згідно [2].с.12:

$$K_v = V_{60} / V_{e60}, \quad (2)$$

де V_{60} -швидкість різання матеріалу при 60 хвилинній стійкості інструменту;

V_{e60} -швидкість різання еталонного матеріалу при 60 хвилинній стійкості інструменту;

Згідно [10]с.30 $V_{60}=80$ м/хв; $V_{e60}=125$ м/хв;

$$K_v = 80 / 125 = 0,64;$$

Аналіз технологічності кронштейна проводимо згідно методики [2].с.13:

- 1) Конструкція деталі дає можливість обробляти всі площини на прохід.
- 2) Форма отворів дозволяє їх розточувати на прохід з двох сторін.
- 3) В конструкції деталі відсутні отвори з достатньою міжосьовою відстанню для обробки на багатошпиндельних верстатах
- 4) До всіх оброблюваних поверхонь є вільний доступ різального і вимірного інструменту.
- 5) З внутрішніх сторін виливок механічна обробка не заложена, тому підрізка торців ступить не потрібна.
- 6) Глухі отвори в конструкції деталі відсутні.
- 7) Оброблювані поверхні, які розміщені під тупими чи гострими кутами, в конструкції деталі відсутні.
- 8) Отвори, розміщені не під прямим кутом до площини входу, в конструкції деталі відсутні.
- 9) Жорсткість деталі може впливати на режими різання при чорновому фрезеруванні.
- 10) Різьби великого діаметру в конструкції деталі відсутні.
- 11) З одного установа обробку всієї заготовки не можна виконати через необхідність механічної обробки поверхонь, які розміщені з різних сторін.
- 12) У конструкції деталі постійними чистовими базами можуть бути поверхні 1, 3, 9–10.
- 13) Враховуючи заданий тип виробництва, доцільно змінити метод отримання заготовки з литва в піщану форму на литво в кокіль. В зміні матеріалу нема потреби.
- 14) В механічній обробці всіх поверхонь заготовки нема потреби.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | БР.0044.01.00.000.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 9 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

1.3. Визначення організаційних умов виробництва.

1.3.1. Організаційні умови.

Тип виробництва: середньосерійний.

Режим роботи підприємства: 2 зміни за добу.

Дійсний річний фонд робочого часу обладнання [З.с.22; Табл.2.1.]:

$F_d=4029$ год.

Число робочих днів у році: $F=253$ дні.

Дійсний фонд робочого часу обладнання за 1 зміну: $F_o=480$ хв.

Нормативний коефіцієнт завантаження верстатів: 0,8.

Коефіцієнт серійності для середньо серійного типу виробництва: $K_c=11\dots 20$.

Маса деталі 1,7 кг;

Таблиця 1.5 – Трудомісткість операцій обробки деталі

| № операції | Назва операції | | | T _о , хв | ФФ _к | T _{ш-к} (T _{шт}), хв |
|------------|-------------------------|---------------------------|-------|---------------------|-----------------|---|
| | №№ переходів | Розрахунок основного часу | i | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 010. | Вертикально-фрезерна | | | 1,51 | 1,84 | 2,2 |
| 1 | 6L=6·106 | 1 | 0,636 | | | |
| 2 | 6L=6·45 | 1 | 0,27 | | | |
| 3 | 4L=4·106 | 1 | 0,424 | | | |
| 4 | 4L=4·45 | 1 | 0,18 | | | |
| 015. | Вертикально-фрезерна | | | 0,96 | 1,84 | 1,83 |
| 1 | 6L=6·45 | 2 | 0,27 | | | |
| 2 | 6L+4L=4·45 | 2 | 0,18 | | | |
| 020. | Горизонтально-фрезерна | | | 1,46 | 1,84 | 2,95 |
| 1 | 6L=6·106 | 1 | 0,636 | | | |
| 2 | 4L=4·106 | 2 | 0,424 | | | |
| 025. | Горизонтально-розточна | | | 1,18 | 3,25 | 3,56 |
| 1 | 0,2dl=0,2·20·37 | 2 | 0,32 | | | |
| 2 | 0,3dl=0,3·21,8·37 | 2 | 0,48 | | | |
| 3 | 0,18dl=0,18·22·37 | 1 | 0,14 | | | |
| 4 | 0,18dl=0,18·26·2 | 1 | 0,12 | | | |
| 5 | 0,18dl=0,18·26·2 | 1 | 0,12 | | | |
| 030. | Вертикально-свердлильна | | | 0,49 | 1,72 | 0,85 |
| 1 | 0,52dl=0,52·11,5·4 | 1 | 0,24 | | | |
| 2 | 0,52dl=0,52·12·4 | 1 | 0,25 | | | |
| 035. | Радіально-свердлильна | | | 0,44 | 1,75 | 0,77 |
| 1 | 0,52dl=0,52·10,2·20 | 1 | 0,1 | | | |
| 2 | 0,52dl=0,52·10,2·20 | 1 | 0,1 | | | |
| 3 | 0,52dl=0,52·13,4·1,6 | 1 | 0,03 | | | |
| 4 | 0,52dl=0,52·13,4·1,6 | 1 | 0,03 | | | |
| 5 | 0,4dl=0,4·12·20 | 1 | 0,096 | | | |
| 6 | 0,4dl=0,4·12·20 | 1 | 0,096 | | | |

| | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|--|------|
| | | | | | БР.0044.01.00.000.ПЗ | | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | 10 |

$$\sum T_{шт} = 12,16 \text{ хв};$$

Штучний час:

$$T_{шт.к.} = T_o \cdot \varphi_k; \quad (3)$$

де: T_o – основний технологічний час, хв.;

φ_k – коефіцієнт, який залежить від типу виробництва і виду верстата.

Основні технологічні часи T_o і φ_k для всіх операцій визначаємо згідно [3] с. 146 додаток 1.

Середній штучний час:

$$T_{шт.сер.} = \sum T_{шт.} / n, \text{ хв} \quad (4)$$

де n- кількість операцій;

$\sum T_{шт.}$ - сумарний штучний час, хв;

$$T_{шт.к.} = T_o \cdot \varphi_k; \quad (5)$$

де: T_o – основний технологічний час, хв.;

φ_k – коефіцієнт, який залежить від типу виробництва і виду верстата.

Основні технологічні часи T_o і φ_k для всіх операцій згідно [3] с. 146 додаток 1.

1.3.2. Розрахунок програми випуску і партії деталей:

Число операцій обробки: $n=6$;

Сумарний штучний час:

$$\sum T_{шт} = 12,16 \text{ хв};$$

Середній штучний час:

$$T_{шт.сер.} = \sum T_{шт.} / n = 12,16 / 6 = 2,02 \text{ хв}; \quad (6)$$

Такт випуску деталей:

$$t_b = K_3 \cdot T_{шт.сер.} = 15 \cdot 2,02 = 30,3 \text{ хв}; \quad (7)$$

Річна програма випуску деталей:

– розрахункова:

$$N = F_d \cdot 60 / t_b = 4029 \cdot 60 / 30,3 = 7900 \text{ шт}; \quad (8)$$

– прийнята $N=7900$ шт;

Розрахункова кількість деталей в партії:

$$n_d = N \cdot a / F = 7900 \cdot 6 / 253 = 374,7 \text{ шт}; \quad (9)$$

Розрахункове число змін на обробку партії деталей:

$$C = T_{шт.сер.} \cdot n_d / 480 \cdot 0,8 = 2,02 \cdot 374 / 480 \cdot 0,8 = 1,98; \quad (10)$$

Прийнята кількість змін $C_{пр.} = 2$ зміни;

Прийнятий обсяг партії деталей:

$$n_{пр} = C_{пр.} \cdot 480 \cdot 0,8 / T_{шт.сер.} = 2 \cdot 480 \cdot 0,8 / 2,02 = 374 \text{ шт}; \quad (11)$$

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | | 11 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | | |

1.4. Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі.

На базовому підприємстві ПАТ “Пресмаш” кронштейн КН.001.05.27 виготовляється в умовах дрібносерійного виробництва.

Інформацію про базовий технологічний процес та його аналіз заносимо в таблицю 1.6.

Таблиця 1.6 – Опис базового технологічного процесу виготовлення Кронштейн КН.001.05.27.

| № операції | Назва операції | | Верстат (потужність); пристрій, оснастка |
|------------|--|--|--|
| | №№ переходів | Основні технологічні переходи; інструменти | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 005 | Заготівельна. | | |
| | Відлити заготовку. | | |
| 010 | Вертикально-фрезерна. | | Вертикально-фрезерний верстат 6Р12 (N=10 КВт); Пристрій фрезерний з гвинтовим затиском. |
| 1 | Фрезерувати поверхню начорно; фреза торцюва. | 1 | |
| 2 | Фрезерувати поверхню начорно; фреза торцюва. | 3 | |
| 3 | Фрезерувати поверхню начисто; фреза торцюва. | 1 | |
| 4 | Фрезерувати поверхню начисто; фреза торцюва. | 3 | |
| 015 | Вертикально-фрезерна. | | Вертикально-фрезерний верстат 6Р12 (N=10 КВт); Пристрій фрезерний з гвинтовим затиском. |
| 1 | Фрезерувати поверхню начорно; фреза торцюва. | 4 | |
| 2 | Фрезерувати поверхню начисто; фреза торцюва. | 4 | |
| 020 | Горизонтально-фрезерна. | | Горизонтально-фрезерний верстат 6Р82Г (N=10 КВт); Пристрій фрезерний з гвинтовим затиском. |
| 1 | Фрезерувати поверхні начорно; фреза торцюва. | 9, 10 | |
| 2 | Фрезерувати поверхні начисто; фреза торцюва. | 9, 10 | |

2. Проектування технології виготовлення деталі.

2.1. Вибір заготовки.

Розрахунок маси заготовки і визначення коефіцієнта використання матеріалу.

Початкові дані:

- маса деталі $m_d=1,7$ кг;
- тип виробництва-середньосерійний;
- матеріал деталі – СЧ15 ДСТУ 1412-85;
- $\rho=7100$ кг/м³.

Для вибору раціонального методу отримання заготовки в проектному технологічному процесі проводим порівняння базового і декількох альтернативних варіантів.

Базова заготовка-литво в піщану форму, клас точності ДСТУ 1855-55 :

Припуски і допуски на розміри заготовки, що обробляються згідно [8], с.204, табл.31: поверхня 1: $t=4$ мм; поверхня 2: $t=4$ мм; поверхня 3: $t=4$ мм; поверхня 4: $t=5$ мм; поверхні 9-10: $t=4,5$ мм;

Розміри заготовки з допусками:

$\varnothing 45 \pm 1$; $\varnothing 14 \pm 1$; 46 ± 1 ; $54 \pm 1,5$; $188,5 \pm 2$; $106 \pm 1,5$;

Об'єм заготовки:

$$V_1 = (0,785 \cdot 45^2 - 0,785 \cdot 14^2) \cdot 46 = 66045 \text{ мм}^3;$$

$$V_2 = 0,5 \cdot (45 + 106) \cdot 131 \cdot 8 = 18724 \text{ мм}^3;$$

$$V_3 = V_4 = 7 \cdot 20 \cdot \sqrt{131^2 + 30^2} = 18815 \text{ мм}^3;$$

$$V_5 = 106 \cdot 54 \cdot 24,5 - 0,5 \cdot 3,14 \cdot 10^2 \cdot 54 - 5 \cdot 20 \cdot 54 = 25179 \text{ мм}^3;$$

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 = 66045 + 18724 + 18815 + 18815 + 25179 = 147578 \text{ мм}^3;$$

$$\text{Маса заготовки: } M = V \cdot \rho = 147578 \cdot 10^{-9} \cdot 7100 = 2,04 \text{ кг};$$

$$\text{Коефіцієнт використання матеріалу } K_{вм} = \frac{M_d}{M_z} \quad (12)$$

$$K_{вм} = \frac{1,7}{2,04} = 0,833$$

Вартість заготовки отриманої литвом в піщану форму згідно [3]с.45:

$$S_{зза} = \frac{C_1}{1000} \cdot Q \cdot k_t \cdot k_c \cdot k_b \cdot k_m \cdot k_n - (Q - q) \cdot \frac{S_{ввід}}{1000}, \quad (13)$$

Де Q – маса заготовки, кг;

q – маса деталі, кг;

C – базова вартість одної тони заготовок;

$S_{ввід}$ – вартість одної тони відходів;

K_t, K_c, K_b, K_m, K_n – коефіцієнти, які залежать від класу точності, групи складності, маси, марки матеріалу і об'єму виробництва заготовок;

згідно базових даних $C=12000$ грн; $S_{ввід}=1000$ грн;

$k_t=1,05$; $k_m=1,12$; $k_c=0,83$; $k_b=0,78$; $k_n=1$ [2]с.33-36;

$$S_{зза} = \frac{12000}{1000} \cdot 2,04 \cdot 1,05 \cdot 1,12 \cdot 0,83 \cdot 0,78 \cdot 1 - (2,04 - 1,7) \cdot \frac{1000}{1000} = 18,32 \text{ грн};$$

Альтернативним методом отримання заготовки для даної деталі є литво в кокіль.

Припуски і допуски на розміри заготовки, що обробляються згідно [8],

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 14 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | БР.0044.01.00.000.ПЗ | | | | |

с.204, табл.31: поверхня 1: $t=3$ мм; поверхня 2: $t=3$ мм; поверхня 3: $t=3$ мм; поверхня 4: $t=4$ мм; поверхні 9-10: $t=4$ мм;

Розміри заготовки з допусками:

$\varnothing 45 \pm 0,5$; $\varnothing 16 \pm 0,5$; $44 \pm 0,5$; $53 \pm 0,8$; 188 ± 1 ; $106 \pm 0,8$;

Об'єм заготовки:

$$V_1 = (0,785 \cdot 45^2 - 0,785 \cdot 16^2) \cdot 44 = 61101 \text{ мм}^3;$$

$$V_2 = 0,5 \cdot (45 + 106) \cdot 131 \cdot 8 = 18724 \text{ мм}^3;$$

$$V_3 = V_4 = 7 \cdot 20 \cdot \sqrt{131^2 + 30^2} = 18815 \text{ мм}^3;$$

$$V_5 = 106 \cdot 53 \cdot 24 - 0,5 \cdot 3,14/4 \cdot 10^2 \cdot 53 - 5 \cdot 20 \cdot 53 = 23876 \text{ мм}^3;$$

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 = 61101 + 18724 + 18815 + 18815 + 23876 = 141331 \text{ мм}^3;$$

Маса заготовки: $M = V \cdot \rho = 141331 \cdot 10^{-9} \cdot 7100 = 1,96$ кг;

Коефіцієнт використання матеріалу за формулою (8):

$$K_{вм} = \frac{1,7}{1,96} = 0,867;$$

Вартість заготовки отриманої литвом в кокіль:

$C = 12000$ грн; $S_{вдх} = 1000$ грн;

$k_T = 1,05$; $k_M = 1,12$; $k_C = 0,83$; $k_B = 0,78$; $k_{II} = 1$ [2] с.33-36;

$$S_{заг} = \frac{12000}{1000} \cdot 1,96 \cdot 1,05 \cdot 1,12 \cdot 0,83 \cdot 0,78 \cdot 1 - (1,96 - 1,7) \cdot \frac{1000}{1000} = 17,65 \text{ грн};$$

Отже вартість литва в кокіль нижча ніж вартість литва в піщані форми за рахунок меншого розходу матеріалу.

Економічний ефект від способу отримання заготовки:

$$E_z = (S_{заг2} - S_{заг1}) \cdot N \quad (14)$$

$$E_z = (18,3 - 17,65) \cdot 7854 = 5105,12 \text{ грн};$$

Основні техніко-економічні показники варіантів отримання заготовки заносимо в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 - Техніко-економічні показники методів отримання заготовки для деталі кронштейн

| Основні техніко-економічні показники | Варіанти отримання заготовки | |
|---|------------------------------|----------------|
| | Литво в піщану форму | Литво в кокіль |
| Маса заготовки, кг | 2,04 | 1,96 |
| Коефіцієнт використання металу | 0,833 | 0,876 |
| Собівартість заготовки для однієї деталі, грн | 18,3 | 17,65 |

При порівнянні техніко-економічних показників визначено, що використання заготовки, отриманої литвом в піщану форму призводить до великих розходів матеріалу і низького коефіцієнта використання матеріалу. В середньому серійному виробництві доцільніше використовувати заготовку, отриману литвом в кокіль, форма якої більш наближена до форми готової деталі. Використання такої заготовки зменшує час і затрати на механічну обробку заготовки, тому для проектного маршруту виготовлення деталі приймаєм заготовку отриману литвом в кокіль.

продовження таблиці 2.2

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----|--|-------|--------|
| 4 | Зенкувати фаски; Зенківка конічна <math><90^\circ</math>. | 13-14 | Рис. 4 |
| 5 | Нарізати різьби М12-7Н; Мітчик машинний для метричної різьби. | 11-12 | |
| 025 | Розточна з ЧПК. Горизонтально-розточний верстат з ЧПК 2А620Ф1-1 (N=11 КВт); Пристрій розточний з пневмозатиском. | | |
| 1 | Розточити отвір начорно; Різець державочний для наскрізного точіння з прямим кріпленням. | 2 | |
| 2 | Розточити отвір 2 начисто; Різець державочний для наскрізного точіння з прямим кріпленням. | 2 | |
| 3 | Розточити фаску; Різець державочний для наскрізного точіння з прямим кріпленням. | 5 | Рис. 5 |
| 4 | Розточити фаску; Різець державочний для наскрізного точіння з прямим кріпленням. | 6 | |
| 5 | Розточити отвір 2 тонко; Різець державочний для наскрізного точіння з прямим кріпленням. | 2 | |
| 030 | Свердлильна з ЧПК. Вертикально-свердлильний верстат з ЧПК 2Р135 Ф2-1 (N=3,7 КВт); Пристрій свердлильний з пневмозатиском. | | |
| 1 | Свердлити отвори; свердло спіральне з циліндричним хвостовиком. | 7 | |
| 2 | Зенкувати фаски; Зенківка конічна <math><90^\circ</math>. | 8 | |
| 035 | Слюсарна. Стіл слюсарний. | | |
| 040 | Фарбувальна. | | |
| 045 | Контрольна. Стіл контрольний слюсарний. | | |

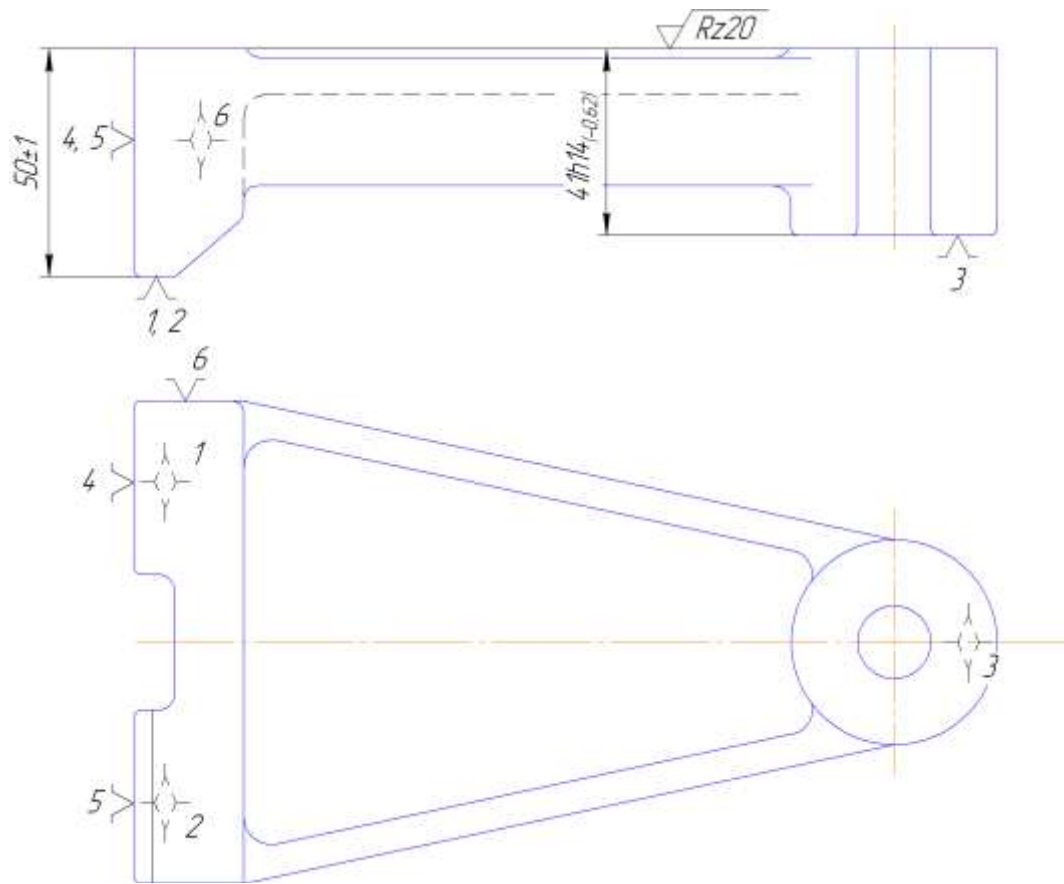


Рис.1 – Ескіз обробки деталі на операції 010

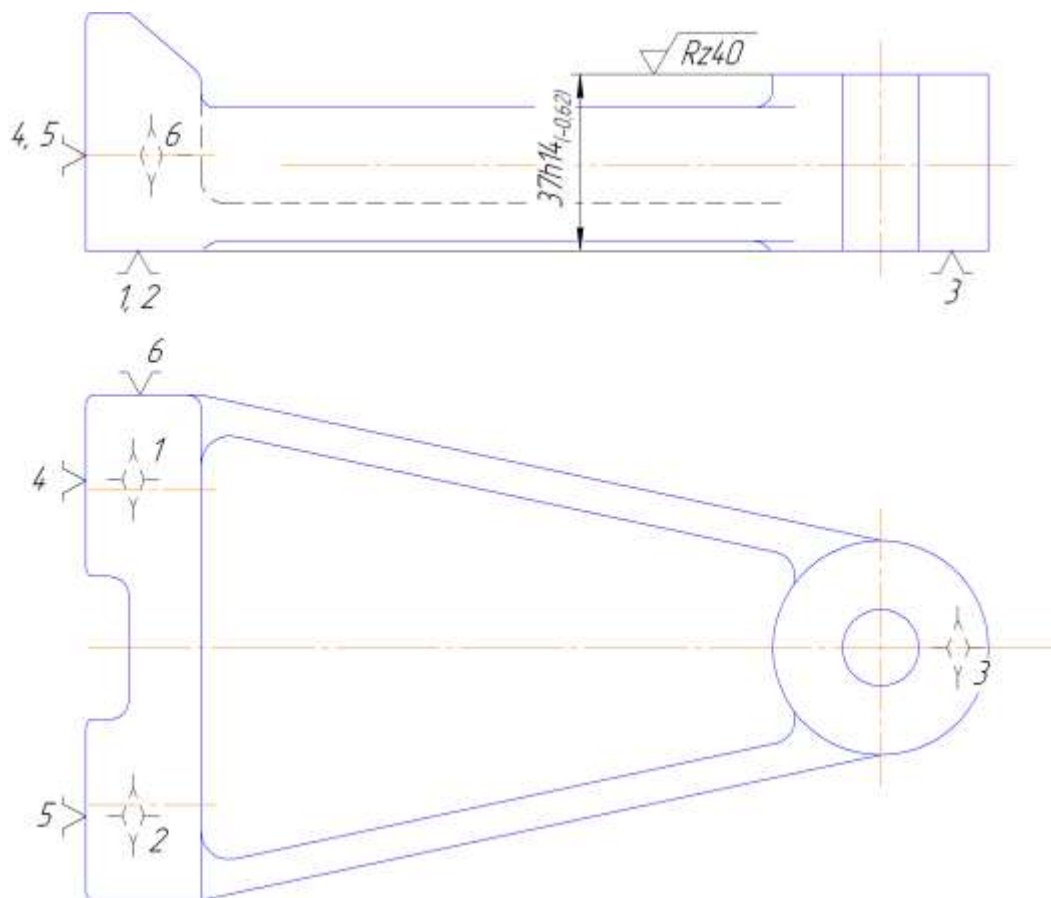


Рис.2 – Ескіз обробки деталі на операції 015

| | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------|
| | | | | | Арк. |
| | | | | | 18 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | |

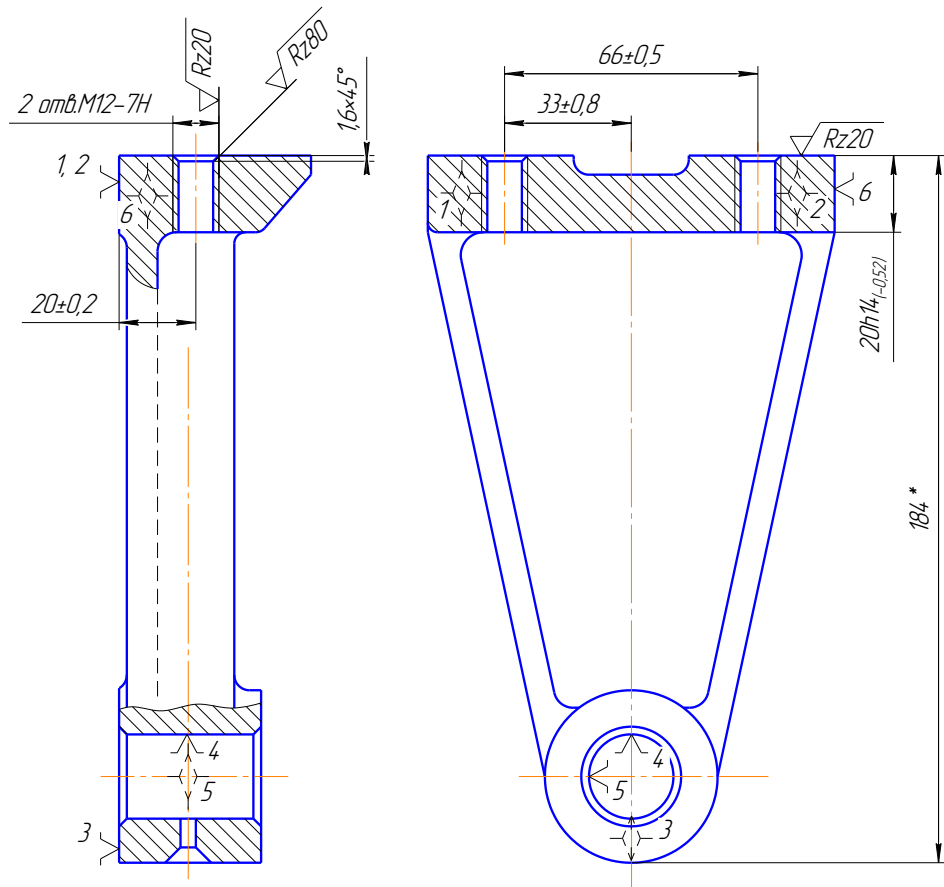


Рис.3 – Ескіз обробки деталі на операції 020

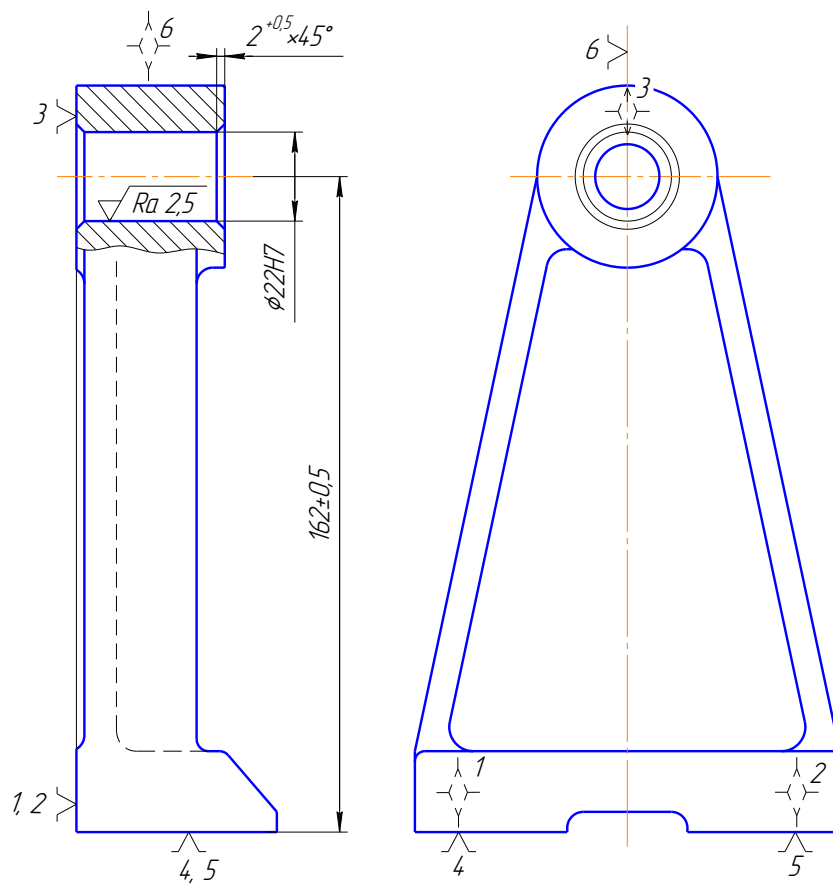


Рис.4 – Ескіз обробки деталі на операції 025

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |
| | | | | |

БР.0044.01.00.000.ПЗ

Арк.

19

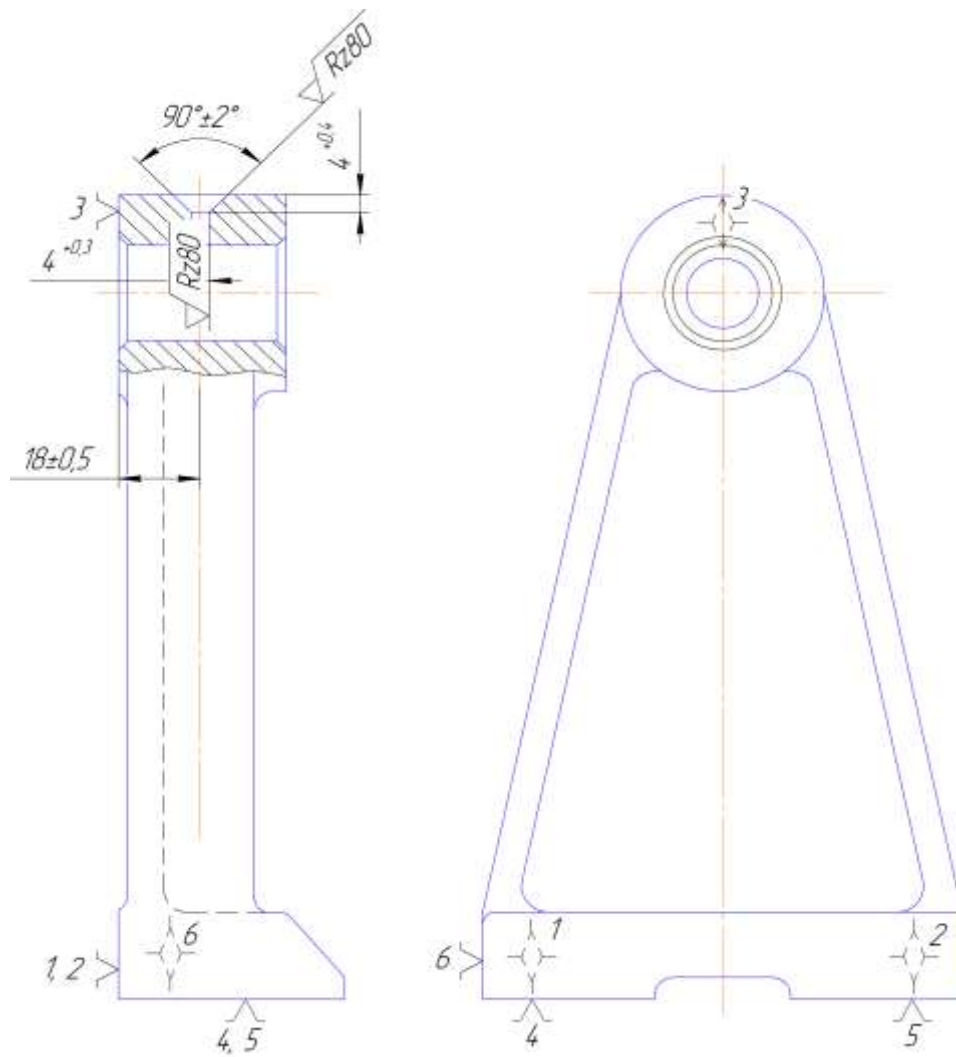


Рис.5 – Ескіз обробки деталі на операції 030

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

БР.0044.01.00.000.ПЗ

Арк.

20

2.3. Вибір засобів технологічного оснащення.

Таблиця 2.3 – Опис різальних інструментів виготовлення кронштейн КН.001.05.27

| № операції | Назва операції | |
|------------|---|--|
| № переходу | Зміст переходу | Різальний інструмент |
| 1 | 2 | 3 |
| 005. | Заготівельна | |
| 010. | Вертикально-фрезерна. | |
| 1. | Фрезерувати поверхню 1 начорно. | Фреза торцюва, оснащена пластинами з твердого сплаву ВК8; D=100 мм; φ=60°: Фреза 2214-0001 ВК8 ДСТУ 24359-80. |
| 2. | Фрезерувати поверхню 3 начорно. | Фреза торцюва, оснащена пластинами з твердого сплаву ВК8; D=100 мм; φ=60°: Фреза 2214-0001 ВК8 ДСТУ 24359-80. |
| 3. | Фрезерувати поверхню 1 начисто. | Фреза торцюва, оснащена пластинами з твердого сплаву ВК3; D=100 мм; φ=60°: Фреза 2214-0001 ВК3 ДСТУ 24359-80. |
| 4. | Фрезерувати поверхню 3 начисто. | Фреза торцюва, оснащена пластинами з твердого сплаву ВК3; D=100 мм; φ=60°: Фреза 2214-0001 ВК3 ДСТУ 24359-80. |
| 015. | Вертикально-фрезерна. | |
| 1. | Фрезерувати поверхню 4 начорно. | Фреза торцюва, оснащена пластинами з твердого сплаву ВК8; D=100 мм; φ=60°: Фреза 2214-0001 ВК8 ДСТУ 24359-80. |
| 2. | Фрезерувати поверхню 4 начисто. | Фреза торцюва, оснащена пластинами з твердого сплаву ВК3; D=100 мм; φ=60°: Фреза 2214-0001 ВК3 ДСТУ 24359-80. |
| 020. | Фрезерна з ЧПК. | |
| 1. | Фрезерувати поверхні 9-10 начорно. | Фреза торцюва, оснащена пластинами з твердого сплаву ВК8; D=100 мм; φ=60°: Фреза 2214-0001 ВК8 ДСТУ 24359-80. |
| 2. | Фрезерувати поверхні 9-10 начисто. | Фреза торцюва, оснащена пластинами з твердого сплаву ВК3; D=100 мм; φ=60°: Фреза 2214-0001 ВК3 ДСТУ 24359-80. |
| 3. | Свердлити отвори 11-12 під різьбу М12-7Н. | Свердло спіральне з конічним хвостовиком з швидкорізальної сталі Р6М5; d=10,2 мм; l=100 мм; L=175 мм: Свердло 2301-0421 Р6М5 ДСТУ 10903-73. |
| 4. | Зенкувати фаски 13-14. | Зенківка конічна <90°; d=16 мм; l=20 мм: Зенківка 2302-5478 Р6М5 ДСТУ 18872-75. |
| 5. | Нарізати різьбу М12-7Н в отворах 11-12. | Мітчик машинний для метричної різьби з швидкорізальної сталі Р6М5: d=12 мм; L=160 мм; l=50 мм: Мітчик 2621-1608 Р6М5 ДСТУ 3266-81. |

| | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|--|------|
| | | | | | БР.0044.01.00.000.ПЗ | | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | 21 |

Продовження таблиці 2.3

| 1 | 2 | 3 |
|------|-------------------------------|---|
| 025. | Розточна з ЧПК. | |
| 1. | Розточити поверхню 2 начорно. | Різець державочний для наскрізного точіння з прямим кріпленням, оснащені пластиною з твердого сплаву $\phi=45^\circ$, L=20мм, січення 6×6мм: Різець 2142-0345 ВК8 ДСТУ 9795-84. |
| 2. | Розточити поверхню 2 начисто. | Різець державочний для наскрізного точіння з прямим кріпленням, оснащені пластиною з твердого сплаву $\phi=45^\circ$, L=20мм, січення 6×6мм: Різець 2142-0345 ВК6 ДСТУ 9795-84. |
| 3. | Розочити фаску 5. | Різець державочний для наскрізного точіння з прямим кріпленням, оснащені пластиною з твердого сплаву $\phi=45^\circ$, L=20мм, січення 6×6мм: Різець 2142-0345 ВК6 ДСТУ 9795-84. |
| 4. | Розочити фаску 6. | Різець державочний для наскрізного точіння з прямим кріпленням, оснащені пластиною з твердого сплаву $\phi=45^\circ$, L=20мм, січення 6×6мм: Різець 2142-0345 ВК6 ДСТУ 9795-84. |
| 5. | Розочити поверхню 2 тонко. | Різець державочний для наскрізного точіння з прямим кріпленням, оснащені пластиною з твердого сплаву $\phi=45^\circ$, L=20мм, січення 6×6мм: Різець 2142-0345 ВК3 ДСТУ 9795-84. |
| 030. | Свердлильна з ЧПК. | |
| 1. | Свердлити отвір 7. | Свердло спіральне з циліндричним хвостовиком з швидкорізальної сталі Р6М5; d=4 мм; l=55 мм; L=105 мм: Свердло $\varnothing 4$ Р6М5 2300-7545 ДСТУ 10902-77. |
| 2. | Зенкувати фаску 8. | Зенківка конічна 90°; d=16 мм; l=20 мм: Зенківка 2302-5478 Р6М5 ДСТУ 18872-75. |
| 035. | Слюсарна. | |
| 040. | Фарбувальна. | |
| 045. | Контрольна. | |

Таблиця 2.4 – Опис металорізальних верстатів для виготовлення кронштейна КН.001.05.27

| № операції | Назва операції | Обладнання |
|------------|-----------------------|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 005. | Заготівельна | Литво в кокіль. |
| 010. | Вертикально-фрезерна. | Вертикально-фрезерний верстат 6P11: Конус шпинделя: 7:24; Робоча поверхня стола 250x1000 мм; відстань від торця шпинделя до робочої поверхні стола 85-575 мм; Потужність приводу головного руху: Nдв=5,5кВт. |
| 015. | Вертикально-фрезерна. | |
| 020. | Фрезерна з ЧПК. | Вертикально-фрезерний верстат з ЧПК 6P11Ф3: Конус шпинделя: 7:24; Робоча поверхня стола 250x1000 мм; відстань від торця шпинделя до робочої поверхні стола 85-575 мм; Потужність приводу головного руху: Nдв=5,5кВт. |
| 025. | Розточна з ЧПК. | Горизонтально-розточний верстат з ЧПК 2A620Ф1-1: Конус шпинделя: Морзе №4; Робоча поверхня стола 1120x1250 мм; відстань від вісі шпинделя до робочої поверхні стола 400-1600 мм; Потужність приводу головного руху: Nдв=11кВт. |
| 030. | Свердлильна з ЧПК. | Вертикально-свердлильний верстат з ЧПК 2P135 Ф3-1: Найбільший умовний діаметр свердління: 30 мм; Конус шпинделя: Морзе №4; Робоча поверхня стола 400x710 мм; відстань від торця до робочої поверхні: стола 600 мм; Потужність приводу головного руху: Nдв=3,7кВт. |
| 035. | Слюсарна. | |
| 040. | Фарбувальна. | |
| 045. | Контрольна. | |

| | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|----------------------|------|
| | | | | | | БР.0044.01.00.000.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | 23 |

2.4. Визначення міжопераційних припусків і розмірів обробки.

Розраховуємо припуск на механічну обробку аналітичним методом на поверхню 2 – $\text{Ø}22\text{H}8^{(+0,033)}$.

На решту поверхонь припуски назначаємо по таблицях.

Початкові дані:

Заготовка – шмаповка на кривошипному гаряче штампувальному пресі.

Маса деталі – 1,7кг;

Поверхня $\text{Ø}22\text{H}8^{(+0,033)}$:

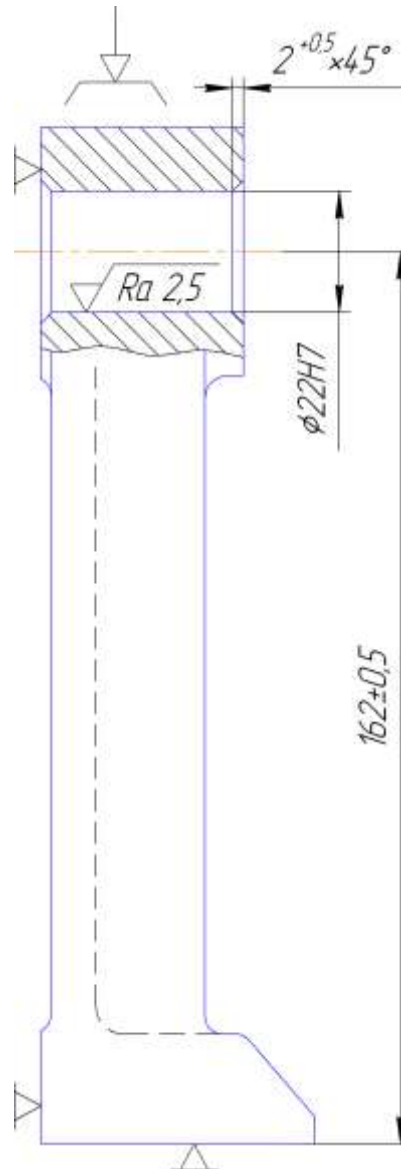


Рис.6 – Ескіз на обробку поверхні 2 $\text{Ø}22\text{H}8^{(+0,03)}$ кронштейна

2)Послідовність обробки:

-чорнове розточування;

-чистове розточування;

-тонке розточування.

При обробці деталь встановлюється в пристрій розточний по поверхнях 1, 3 (установча база), поверхнях 9-10 (напрямна база).

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | БР.0044.01.00.000.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 24 |

3) Мінімальні значення припусків для внутрішньої циліндричної поверхні:

$$2z_{\min} = 2(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{Yi}^2}) \quad (15)$$

де R-висота нерівностей, мкм;

T-глибина дефектного шару, мкм;

p-просторові відхилення, мкм;

ε-похибка установки заготовки, мкм;

Для заготовки, отриманої литвом в кокіль згідно [3] с.63. табл.4.3 сумарне значення: Rz=200мкм; T=300мкм;

Після чорнового точіння Rz=50мкм; T=50мкм;

Після чистового точіння Rz=25мкм; T=25мкм;

Після тонкого розточування Rz=0; T=0; [8] с.193. табл.12;

Сумарне значення просторових відхилень для даної схеми базування згідно [3]с.67.табл.4.7:

$$\rho_z = \sqrt{\rho_{zm}^2 + \rho_{кор}^2} \quad (16)$$

$\rho_{zm} = \delta/2 = 1/2 = 0,5$ мм [8].с.184 табл.12;

$\delta = 1$ мм – допуск на діаметр $\varnothing 45 \pm 0,5$ згідно ДСТУ 1855-55, по якому базується деталь;

$\rho_{кор} = \Delta k \cdot L = 1 \cdot 50 = 50$ мкм = 0,05 мм;

L=50 мм – довжина базової поверхні;

$\Delta k = 1$ мкм/мм [8].с.192 табл.23;

$$\rho_z = \sqrt{1^2 + 0,05^2} = 1,001 \text{ мм};$$

Похибка установки заготовки згідно [3]с.73:

$$E_y = \sqrt{E_b^2 + E_z^2 + E_{np}^2} \quad (17)$$

де Eб-похибка базування, мкм;

Eз-похибка закріплення заготовки в пристрої, мкм;

Eпр-похибка виготовлення і зносу опорних елементів пристрою, мкм;

Похибка базування в самоцентруючому пристрої Eб=0;

Похибка закріплення згідно [3], с.82.Табл. 4.13 Eз=80 мкм;

Похибка виготовлення і зносу опорних елементів пристрою згідно [3].с.74

Eпр=50мкм;

$$E_y = \sqrt{0^2 + 80^2 + 50^2} = 94 \text{ мкм} = 0,094 \text{ мм}$$

Проміжні значення просторових відхилень згідно [3].с.73:

$\rho_{ост} = K_y \cdot \rho_z$,

де K_y -коефіцієнт уточнення форми;

для чорнового розточування $K_y = 0,06$;

для чистового розточування $K_y = 0,04$;

для тонкого розточування $K_y = 0$;

після чорнового розточування $\rho_2 = 0,06 \cdot 1001 = 60,06$ мкм;

після чистового розточування $\rho_3 = 0,04 \cdot 1001 = 40,04$ мкм;

Похибка установки заготовки на проміжних переходах:

згідно [3].с.85 для чистового розточування $E_2 = 0,05 \cdot E_1 + E_{інд}$ (18)

для тонкого розточування $E_3 = E_{інд}$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | БР.0044.01.00.000.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 25 |

Чорнове, чистове і тонке розточування проводиться з одної установки, тому похибка індикації $E_{\text{інд}}=0$;

$$E_2=0,05 \cdot 94=4,7 \text{ мкм}; E_3=0;$$

Мінімальні значення припусків:

$$\text{-тонке розточування: } 2z_{\text{мін}1}=2(25+25+40,04+0)=180 \text{ мкм};$$

$$\text{-чистове розточування: } 2z_{\text{мін}2}=2(50+50+60,06+4,7)=209,4 \text{ мкм};$$

$$\text{-чорнове розточування: } 2z_{\text{мін}3}=2(200+300+1001+94)=3190 \text{ мкм};$$

Розрахункові розміри, починаючи з кінцевого $\varnothing 22\text{H}7(^{+0,033})$, визначаємо за формулою:

$$Dp_i = Dp_{i-1} - 2z_{\text{мін}i+1}; \quad (19)$$

$$\text{-готової поверхні: } Dp_1 = 22,033 \text{ мм};$$

$$\text{-для чистового розточування: } Dp_2 = 22,033 - 0,18 = 21,853 \text{ мм};$$

$$\text{-для чорнового розточування: } Dp_3 = 21,853 - 0,21 = 21,643 \text{ мм};$$

$$\text{-для заготовки: } Dp_4 = 21,643 - 3,19 = 18,453 \text{ мм};$$

Найбільші граничні розміри:

$$\text{-готової поверхні: } D_{\text{мак}1} = 22,033 \text{ мм};$$

$$\text{-після чистового розточування: } D_{\text{мак}2} = 21,853 \text{ мм};$$

$$\text{-після чорнового розточування: } D_{\text{мак}3} = 21,643 \text{ мм};$$

$$\text{-заготовки: } D_{\text{мак}4} = 18,033 \text{ мм};$$

Номинальні граничні розміри:

$$D_{\text{мін}i} = D_{\text{мак}i} - b_i, \quad (20)$$

де b_i -допуск на заданий розмір;

$$\text{-готова поверхня: } b = 0,033 \text{ мм (по H8)}$$

$$D_{\text{мін}1} = 22,033 - 0,033 = 22 \text{ мм};$$

$$\text{-після чистового розточування: } b = 0,13 \text{ мм (по H11)}$$

$$D_{\text{мін}2} = 21,853 - 0,13 = 21,723 \text{ мм};$$

$$\text{-після чорнового розточування: } b = 0,52 \text{ мм (по H14)}$$

$$D_{\text{мін}3} = 21,643 - 0,52 = 21,123 \text{ мм};$$

$$\text{-заготовки: } b = 1 \text{ мм } D_{\text{мін}4} = 18,453 - 1 = 17,453 \text{ мм};$$

Мінімальні граничні значення припусків $z_{\text{мін}пр}$ рівні різниці найбільших граничних розмірів виконуваного і попереднього переходів, а максимальні значення $z_{\text{мак}пр}$ -відповідно різниці найменших розмірів:

-для тонкого розточування:

$$2z_{\text{мін}пр1} = 22,033 - 21,853 = 0,18 \text{ мм};$$

$$2z_{\text{мак}пр1} = 22 - 21,723 = 0,277 \text{ мм};$$

-для чистового розточування:

$$2z_{\text{мін}пр2} = 21,853 - 21,643 = 0,21 \text{ мм};$$

$$2z_{\text{мак}пр2} = 21,723 - 21,123 = 0,6 \text{ мм};$$

-для чорнового розточування:

$$2z_{\text{мін}пр3} = 21,643 - 18,453 = 3,19 \text{ мм};$$

$$2z_{\text{мак}пр3} = 21,123 - 17,453 = 3,67 \text{ мм};$$

Результати розрахунку заносимо в таблицю.

Загальні припуски $z_{\text{мін}}$ і $z_{\text{мак}}$ визначаємо, як суму проміжних припусків:

$$2z_{\text{мін}} = 0,18 + 0,21 + 3,19 = 3,58 \text{ мм};$$

$$2z_{\text{мак}} = 0,277 + 0,6 + 3,67 = 4,547 \text{ мм};$$

Загальний номінальний припуск:

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 26 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | |

$$2z_{\text{ном}} = 2z_{\text{мін}} + BD_3 - BD_{\text{д}}, \quad (21)$$

де BD_3 і $BD_{\text{д}}$ - верхні відхилення по розмірах на заготовку і готову поверхню;

$$2z_{\text{ном}} = 3,58 + 0,5 - 0,033 = 4,047 \text{ мм};$$

$$D_{\text{ном}} = D_{\text{дном}} - 2z_{\text{ном}} = 22 - 4,047 = 17,953 \text{ мм}; \quad (22)$$

Перевірка правильності виконаних розрахунків:

$$2z_{\text{макпр}_1} - 2z_{\text{мін}_1} = 0,277 - 0,18 = 0,093; \quad b_2 - b_1 = 0,13 - 0,033 = 0,093;$$

$$2z_{\text{макпр}_2} - 2z_{\text{мін}_2} = 0,6 - 0,21 = 0,39; \quad b_3 - b_2 = 0,52 - 0,13 = 0,39;$$

$$2z_{\text{макпр}_3} - 2z_{\text{мін}_3} = 3,67 - 3,19 = 0,48; \quad b_4 - b_3 = 1 - 0,52 = 0,48;$$

На основі даних розрахунків будуємо схему графічного розташування припусків і допусків на обробку отвору $\text{Ø}22\text{H}8^{(+0,033)}$.

Таблиця 2.5 – Розрахунок припусків на механічну обробку поверхні $\text{Ø}22\text{H}8^{(+0,033)}$

| Технологічні і переходи обробки поверхні | Елементи припуску, мкм | | | | $2Z_{\text{мін}}$, мм | d_p , мм | δ , мм | Граничні розміри, мм | | Граничні припуски, мм | |
|--|------------------------|-----|-------|-----|------------------------|------------|---------------|----------------------|------------------|-----------------------|-------------------|
| | Rz | T | p | E | | | | d _{мін} | d _{мак} | $2Z_{\text{мін}}$ | $2Z_{\text{мак}}$ |
| Заготовка | 200 | 300 | 1001 | | | 18,453 | 1 | 17,453 | 18,453 | | |
| Розточування: | | | | | | | | | | | |
| -чорнове | 50 | 50 | 60,06 | 94 | 2·1,595 | 21,643 | 0,52 | 21,123 | 21,643 | 2·1,595 | 2·1,835 |
| -чистове | 25 | 25 | 40,04 | 4,7 | 2·0,105 | 21,853 | 0,13 | 21,723 | 21,853 | 2·0,1051 | 2·0,3 |
| -тонке | 0 | 0 | 0 | 0 | 2·0,09 | 22,033 | 0,033 | 22 | 22,033 | 2·0,09 | 2·0,139 |

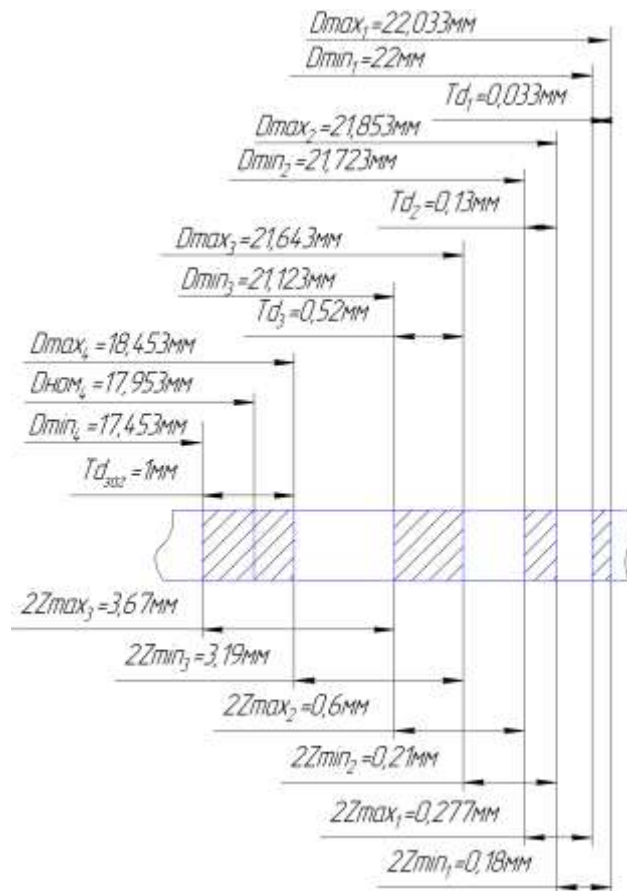


Рис.7- Схема розміщення допусків і припусків на обробку поверхні $\text{Ø}22\text{H}8^{(+0,033)}$

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 27 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | |

На решту поверхонь припуски і допуски назначаємо по довідниках [8] с.248.Табл.49.

Таблиця 2.6 – Табличні припуски на розміри кронштейн КН.001.05.27

| №пов. | Розмір, мм | Припуск, мм | Допуск, мм |
|-------|---------------------------|-------------|------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 37 _{-0,4} | 3 | 0,4 |
| 2 | Ø22H8 ^(+0,033) | 2·3 | 0,033 |
| 3 | 50±1 | 3 | 2 |
| 4 | 37 _{-0,4} | 4 | 0,4 |
| 5, 6 | 2 ^{+0,5} ×45° | 2·2 | 0,5 |
| 7 | Ø4 ^{+0,3} | 2·2 | 0,3 |
| 8 | <90°; 4 ^{+0,4} | 2·4 | 0,4 |
| 9-10 | 20±1 | 4 | 2 |
| 11-12 | M6-7H | 2·3 | 0,13 |
| 13-14 | 1,6×45° | 2·1,6 | 0,25 |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | БР.0044.01.00.000.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 28 |

2.5. Визначення режимів різання

Проводимо розрахунок режимів різання розрахунково – аналітичним методом для чорнового розточування отвору $\varnothing 22H8^{+0,033}$:

Операція 025. Розточна з ЧПК, перехід №1: чорнове розточування отвору $\varnothing 22H8^{+0,033}$ до $\varnothing 21,853H11^{+0,13}$:

Початкові дані:

-обладнання: горизонтально-розточний верстат з ЧПК 2А620Ф1-1;

-інструмент: різець державочний для наскрізного точіння з прямим кріпленням, оснащені пластинами з твердого сплаву:

Різець 2142-0345 ВК8 ДСТУ 9795-84

геометричні параметри: $\varphi=45^\circ$; $\lambda=0^\circ$; $\gamma=45^\circ$; $\alpha=20^\circ$; $L=20\text{мм}$; $l=6\text{мм}$; $b \times h=6 \times 6\text{мм}$; $r=0,5\text{мм}$;

Допоміжний інструмент: оправка 6300-0531 ДСТУ 21221-75 з конусом Морзе №4, виліт з шпинделя 82,5 мм втулка 6100-0146 ДСТУ 13598-88 конусом Морзе внутрішнім №5, зовнішнім 90 ДСТУ 5945-82.

матеріал заготовки сірий чавун СЧ18 ДСТУ 1412-85 HB193...224; $G_B=314\text{МПа}$;

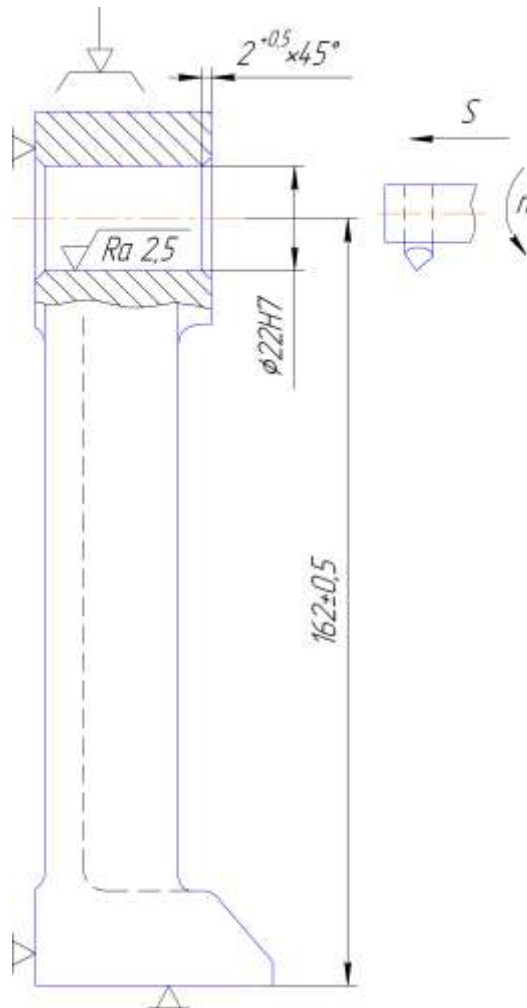


Рис.8 – Ескіз на розточування отвору $\varnothing 22H$ кронштейна

| | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|----------------------|------|
| | | | | | | БР.0044.01.00.000.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | | 29 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | |

- 1) Довжина обробки $l = 37$ мм;
- 2) глибина різання: $t = 1,9$ мм;
- 3) Вибираємо подачу: згідно [6], с.267, табл. 12 $S_0 = 0,4$ мм/об;
- 4) період стійкості різця: при одноінструментальній обробці $T = 60$ хв [6], с.279, табл.30.

5) Швидкість різання при розточуванні вираховується по формулі:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (23)$$

де: $C_v = 292$ [6], с.269, табл. 17 – показник степеня;
 $m = 0,2$ [6], с.269, табл. 17 – показник степеня;
 $x = 0,15$ [6], с.269, табл. 17 – показник степеня;
 $y = 0,2$ [6], с.269, табл. 17 – показник степеня;

Враховуємо поправочний коефіцієнт [6], с. 270, табл. 17,

Примітка, так як точіння внутрішнє: $K = 0,9$.

K_v - поправочний коефіцієнт на швидкість різання;

$$K_v = K_m \cdot K_r \cdot K_i \cdot K_f \cdot K_{\phi 1} \quad (24)$$

де: K_m – коефіцієнт, який враховує оброблюваний матеріал;

K_i – коефіцієнт, який враховує інструментальний матеріал;

K_r – коефіцієнт, який враховує довжину отвору;

де: K_f – коефіцієнт, який характеризує групу сталі по оброблюваності;

n_v – показник степеня;

$$K_m = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_v},$$

$K_r = 1$ ([6], с.262, табл. 2);

$n_v = 1$ ([6], с.262, табл. 2);

$K_f = 0,8$ [6], с.263, табл. 5

$K_m = 1 \cdot (190/224)^1 = 0,848$;

$K_i = 1$ [6], с.263, табл.6;

$K_f = 0,9$ [6], с.271, табл. 18. $K_{\phi 1} = 1$

$K_v = 0,848 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,7632$;

$$V = \frac{292 \cdot 0,9 \cdot 0,7632}{60^{0,2} \cdot 1,9^{0,15} \cdot 0,4^{0,2}} = 95,97 \text{ м / хв};$$

Частота обертів шпінделя, яка відповідає знайденій швидкості різання:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ хв}^{-1}; \quad (25)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 95,97}{3,14 \cdot 21,643} = 1412,06 \text{ хв}^{-1};$$

коректуємо частоту обертання згідно паспортних даних верстата

$n = 1250 \text{ хв}^{-1}$;

Дійсна швидкість різання:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \text{ м / хв}; \quad (26)$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 21,643 \cdot 1250}{1000} = 84,95 \text{ м / хв};$$

Дійсна подача: $S_{хв} = S_0 \cdot n = 0,4 \cdot 1250 = 500 \text{ мм / хв}$;

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 30 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | БР.0044.01.00.000.ПЗ | | | | |

Згідно паспорта верстата $S_{хв}=500\text{мм/хв}$;

$S_o=500/1250=0,4\text{мм/об}$;

Сила різання:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, H \quad (27)$$

де: $C_p = 92$ [6], с.273,табл. 22 – коефіцієнт;

$x = 1$ [6], с. 273,табл. 22 – показник степеня;

$y = 0,75$ [6], с. 273,табл. 22 – показник степеня;

$n = 0$ [6], с. 273,табл. 22 – показник степеня

$$K_p = K_{мр} \cdot K_{fp} \cdot K_{yp} \cdot K_{lp} \cdot K_{rp}, \quad (28)$$

$$K_{мр} = (HB/190)^n$$

$$K_{мр} = (159/190)^{0,4} = 0,93;$$

$$K_{fp} = 0,94 \text{ [6], с.275, табл. 23};$$

$$K_{yp} = 1 \text{ [6], с.275, табл. 23};$$

$$K_{lp} = 1 \text{ [6], с.275, табл. 23};$$

$$K_{rp} = 0,93 \text{ [6], с.275, табл. 23.}$$

$$K_p = 0,93 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,81;$$

$$P_z = 10 \cdot 92 \cdot 1,9^1 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 84,95^0 \cdot 0,81 = 745,2H;$$

Для сили P_y : $C_p = 54$; $x = 0,9$; $y = 0,75$; $n = 0$;

$$P_y = 10 \cdot 54 \cdot 1,9^{0,9} \cdot 0,4^{0,75} \cdot 84,95^0 \cdot 0,81 = 437,4H;$$

Для сили P_x : $C_p = 46$; $x = 1$; $y = 0,4$; $n = 0$;

$$P_x = 10 \cdot 46 \cdot 1,9^1 \cdot 0,4^{0,4} \cdot 84,95^0 \cdot 0,81 = 372,6H;$$

Потужність різання:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{745,2 \cdot 84,95}{1020 \cdot 60} = 1,04 \text{кВт}. \quad (29)$$

Згідно знайденої потужності різання перевіряємо достатність потужності приводу головного руху верстата за умовою:

$$N \leq N_{шп}$$

$$N_{шп} = N_{дв} \cdot \eta, \text{ кВт} \quad (30)$$

Де $N_{шп}$ -потужність на шпинделі верстата;

$N_{дв}$ -потужність приводу головного руху верстата;

η -ККД верстата;

Згідно паспортних даних верстата 2А620Ф1-1 $N_{дв}=11$ кВт, $\eta=0,8$;

$$N_{шп} = 11 \cdot 0,8 = 8,8 \text{ кВт}$$

В даному випадку $N < N_{шп}$ ($1,04 < 8,8$), отже обробка на даних режимах на верстаті 2А620Ф1-1 можлива.

Основний (машинний) час:

Згідно [7], с.620, табл. 2 врізання $u = 3$ мм, перебіг $\Delta = 2$ мм.

Тоді $L = 45 + 3 + 2 = 42$ мм;

$$T_o = \frac{L \cdot i}{S_{хв}} = \frac{42}{500} = 0,84 \text{хв};$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | БР.0044.01.00.000.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 31 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Операція 030. Свердлильна з ЧПК, перехід №1: свердління отвора $\varnothing 4^{+0,3}$:

Початкові дані:

-обладнання: вертикально-свердлильний верстат з ЧПК 2Р135Ф2-1;

-діаметр свердління $\varnothing 4$ мм;

-довжина свердління $l=11,5$ мм;

Різальний інструмент: свердло спіральне $\varnothing 4$ мм з конічним хвостовиком конус Морзе №2, матеріал – Р6М5, загальна довжина $L=105$ мм; $l=55$ мм,
Свердло $\varnothing 4$ Р6М5 2300-7545 ДСТУ 10902-77.

Допоміжний інструмент:

патрон 10-В12 ДСТУ 8522-79,

оправка 6039-0010 ДСТУ 2682-86 з конусом Морзе №4;

матеріал заготовки сірий чавун СЧ18 ДСТУ 1412-85 HB138...159;
 $G_{\text{в}}=314$ МПа;

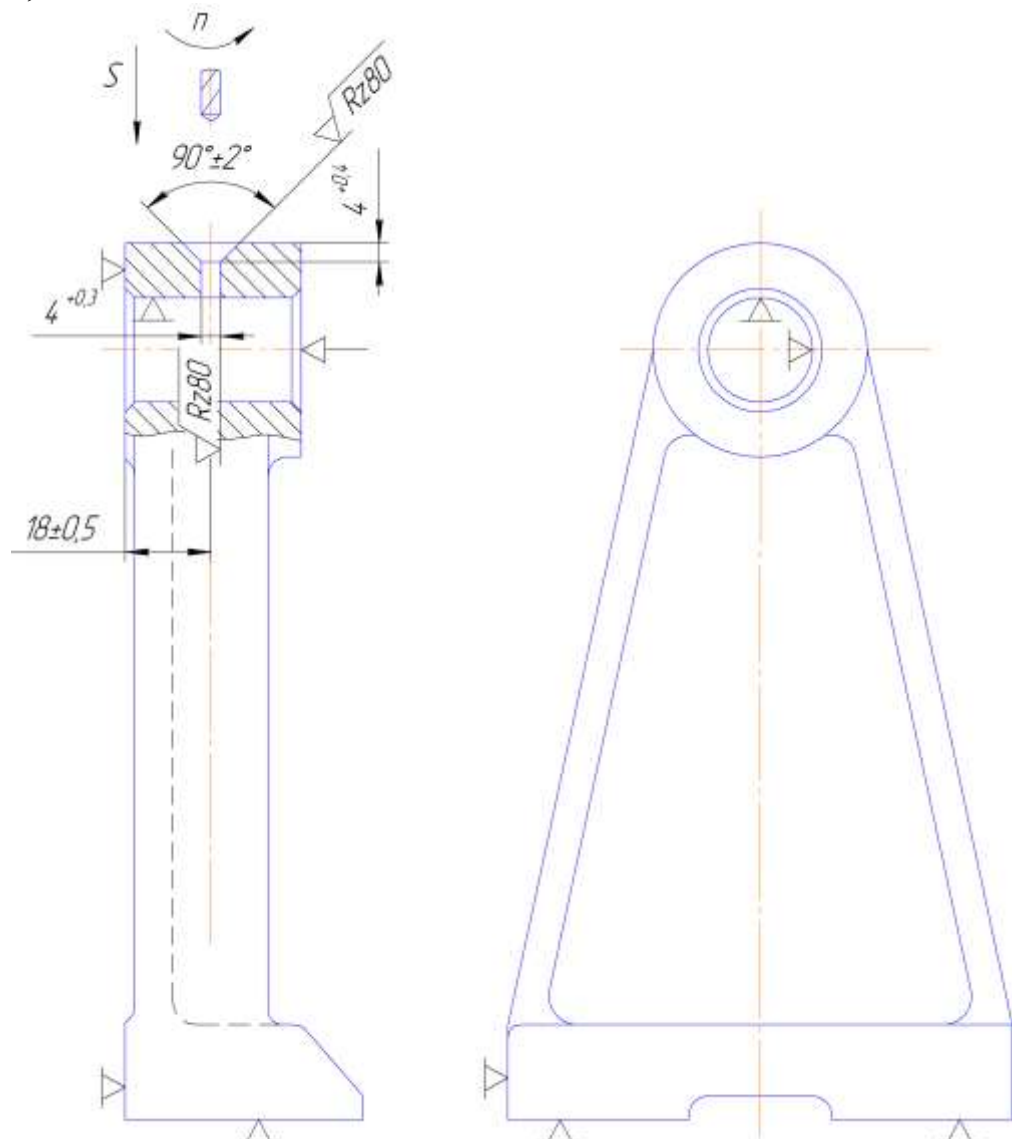


Рис.9 – Ескіз на свердління отвора $\varnothing 4^{+0,3}$ кронштейна

1) Довжина робочого ходу інструменту:

$$L=l+\Delta+y, \text{ мм}$$

(34)

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | БР.0044.01.00.000.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 32 |

Де $l=11,5$ мм-довжина оброблюваної поверхні, мм;
 Δ і y – величина врізання і перебігу інструменту, мм;
 Згідно [7]с.620 Табл.3 при свердлінні наскрізного отвора $\varnothing 4$ мм
 $\Delta+y=2,5$ мм

$$L=11,5+2,5=14 \text{ мм};$$

2) глибина різання $t=2$ мм;

3) подача на оберт шпинделя згідно [6], с.285, табл.36: $S=0,1-0,15$ мм/об;
 поправочний коефіцієнт згідно [6], с.285 $K_0=0,5$;
 приймаємо $S=0,05$ мм/об;

4) період стійкості свердла при одно інструментальній обробці
 згідно [6], с.279, табл.30 $T=20$ хв

5)Швидкість різання при свердлінні:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (31)$$

де: $C_v = 14,7$, $m = 0,125$, $y = 0,55$, $q = 0,25$ – показники степеня;

K_v - поправочний коефіцієнт на швидкість різання;

$$K_v = K_m \cdot K_n \cdot K_i, \quad (32)$$

де: K_m – коефіцієнт, який враховує оброблюваний матеріал;

K_i – коефіцієнт, який враховує інструментальний матеріал;

K_l – коефіцієнт, який враховує довжину отвору.

$$K_m = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_v},$$

де n_v – показник степеня;

HB 224 МПа – фактичні параметри, що характеризують
 оброблюваний матеріал.

$n_v = 1$ ([6], с. 262, табл. 2);

$$K_m = \left(\frac{190}{224} \right)^1 = 0,848$$

$K_n = 1$ [2], с.263, табл. 5 ;

$K_i = 0,75$ [6], с.263, табл. 6;

$K_v = 0,848 \cdot 1 \cdot 0,75 = 0,636$;

$$V = \frac{14,7 \cdot 4^{0,25}}{20^{0,125} \cdot 0,05^{0,55}} \cdot 0,636 = 50,2 \text{ м/хв};$$

б)Частота обертів шпинделя, яка відповідає знайденій швидкості різання:

Згідно паспорта верстата приймаємо $n=2000$ хв⁻¹

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 50,2}{3,14 \cdot 4} = 3335,85 \text{ хв}^{-1}.$$

7)Дійсна швидкість різання $V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 4 \cdot 2000}{1000} = 28,26 \text{ м/хв}$

8)Хвилинна подача: $S_{хв}=S_0 \cdot n$, мм/хв;

$$S_{хв}=0,05 \cdot 2000=100 \text{ мм/хв.};$$

Згідно паспортних даних верстата приймаємо $S_{хв}=100$ мм/хв.;

9)Визначаємо крутний момент по формулі:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | БР.0044.01.00.000.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 33 |

де: $C_m = 0,021$ [6], с. 281, табл.32 – коефіцієнт;
 $y = 0,8$ [6], с. 281, табл.23 – показник степеня;
 $q = 2$ [6], с.281, табл.31 – показник степеня;

$$K_p = K_{M_p} = \left(\frac{HB}{150} \right)^n,$$

де: HB 224 Мпа – твердість матеріалу деталі;
 $n = 0,6$ ([6], ст. 264, табл. 9) – показник степеня.

$$K_p = \left(\frac{224}{150} \right)^{0,6} = 1,27;$$

$$M_{kp} = 10 \cdot 0,021 \cdot 4^2 \cdot 0,05^{0,8} \cdot 1,27 = 0,367 H \cdot m;$$

10) Осьова сила різання:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

де: $C_p = 42$ [6], с. 281, табл.32 – коефіцієнт;
 $y = 0,75$ [6], с. 281, табл.23 – показник степеня;
 $q = 1,2$ [6], с.281, табл.31 – показник степеня;

$$P_o = 10 \cdot 42 \cdot 4^{1,2} \cdot 0,05^{0,75} \cdot 1,27 = 354,72 H;$$

11) Потужність різання визначаємо за формулою:

$$N_p = \frac{M_{kp} \cdot n}{9750} = \frac{0,367 \cdot 2000}{9750} = 0,075 \text{ кВт} \quad (36)$$

Згідно знайденої потужності різання перевіряємо достатність потужності приводу головного руху верстата за умовою:

$$N \leq N_{шп}$$

$$N_{шп} = N_{дв} \cdot \eta, \text{ кВт} \quad (37)$$

Де $N_{шп}$ – потужність на шпинделі верстата;

$N_{дв}$ – потужність приводу головного руху верстата;

η – ККД верстата;

Згідно паспортних даних верстата 2P135Ф2-1 $N_{дв} = 0,075$ кВт, $\eta = 0,8$;

$$N_{шп} = 3,7 \cdot 0,8 = 2,96 \text{ кВт}$$

В даному випадку $N < N_{шп}$ ($0,075 < 2,96$), отже обробка на даних режимах на верстаті 2P135Ф2-1 можлива.

Основний (машинний) час: (38)

$$T_o = \frac{L \cdot i}{S};$$

Де L – довжина робочого ходу, мм;

$i = 1$ – кількість проходів;

S – хвилинна подача, мм/хв;

$$T_o = \frac{14}{100} = 0,14 \text{ хв.}$$

На решту переходів режими різання визначаємо табличним методом згідно [10].

Результати розрахунку режимів різання заносимо в таблицю 2.7.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | БР.0044.01.00.000.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 34 |

2.6. Нормування технологічної операції.

Операція 025. Розточна з ЧПК.

Початкові дані:

-обладнання: горизонтально-розточний верстат з ЧПК мод.2А620Ф1-1;

Розміри робочої поверхні стола: В×Н, мм 1120×1250

1) Основний час: $T_o=0,84+0,21+0,04+0,04+0,42=1,55$ хв;

2) Підготовчо-заключний час для верстатів з ЧПК згідно [5].с.604:

$$T_{п.з.} = T_{п.з.1} + T_{п.з.2} + T_{п.з.3}, \text{ хв.}; \quad (39)$$

Де

$T_{п.з.1}$ – час на отримання наряду, креслення, технологічної документації і здачі її в кінці роботи, на встановлення і налагодження програми, хв.;

$T_{п.з.2}$ – час на додаткові прийоми (встановлення інструментів, пристрою), хв.;

$T_{п.з.3}$ – час на пробну обробку деталі, хв.;

згідно [5].с.604 $T_{п.з.1} = 12$ хв.; згідно [5].с.608, табл. 12 $T_{п.з.2} = 7+7+18=32$ хв.;

згідно [5].с.615, табл. 14 для розточування отвора $\varnothing 22H8$ $T_{п.з.3} = 2,6$ хв.;

$$T_{п.з.} = 12+32+2,6=46,6 \text{ хв.};$$

3) Допоміжний час:

$$T_d = T_{д.у} + T_{м.д}, \text{ хв.}; \quad (40)$$

$T_{д.у}$ – час на встановлення і зняття заготовки, хв.;

$T_{м.д}$ – час на допоміжні прийоми, хв.;

згідно [5].с.605, табл. 12:

$$T_{м.д} = 0,06+0,1+0,08 \cdot 3+0,4 \cdot 3=1,6 \text{ хв.};$$

При установці в розточний пристрій з пневматичним затиском деталі масою 1,7 кг

$$T_{д.у} = 0,053+0,024=0,077 \text{ хв} \quad [3].\text{с.199. табл.5.6};$$

$$T_d = 1,6+0,077=1,677 \text{ хв.};$$

4) Оперативний час, рівний часу роботи верстата на програмному керуванні:

$$T_{оп} = T_{п.к} = T_{осн} + T_{доп}, \text{ хв.}; \quad (41)$$

$$T_{оп} = 1,55+1,677=4,227 \text{ хв};$$

5) Час на обслуговування робочого місця $T_{обс.}$, хв.;

6) Час на відпочинок і особисті потребивання $T_{відп.}$, хв.;

$$\text{згідно [5].с.605, табл. 12 } T_{обс.} + T_{відп.} = 0,1 \cdot T_{оп} = 0,1 \cdot 4,227 = 0,423 \text{ хв};$$

7) Штучний час:

$$T_{шт} = T_o + T_d + T_{обс.} + T_{відп.}, \text{ хв.}; \quad (42)$$

$$T_{шт} = 1,55+1,677+0,423=4,65 \text{ хв.};$$

12) Штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт.к.} = \frac{T_{шт}}{n} + T_{шт.}, \text{ хв}; \quad (43)$$

$$T_{шт.к.} = \frac{46,6}{374} + 4,65 = 4,77 \text{ хв};$$

Норми часу і режими різання заносимо в таблицю 2.7.

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 35 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | |

Таблиця 2.7 – Зведена таблиця режимів різання і норм часу на технологічний процес механічної обробки кронштейн КН.001.05.27

| Номер, назва і зміст операції, переходу | Розміри поверхні | | Режими різання | | | | | | Норми часу | | | |
|---|------------------|----------|----------------|-------|----------------|-------|------------------|------|------------|------|------|------|
| | D/B | L | t | So | V _H | V | n | N | To | Tд | Tшт | Tпз |
| | мм | | мм | мм/об | м/хв | | хв ⁻¹ | кВт | хв | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 005. Заготівельна. | | | | | | | | | | | | |
| 010. Вертикально-фрезерна. 1) Фрезеювати поверхню 1 начорно. | 100 | 45 | 2,5 | 1,5 | 105 | 98,91 | 315 | 2,5 | 0,19 | | | |
| 2) Фрезерувти поверхню 3 начорно. | 100 | 106 | 2,5 | 1,5 | 105 | 98,91 | 315 | 2,3 | 0,41 | 0,51 | 2,02 | 36 |
| 3) Фрезеювати поверхню 1 начисто | 100 | 45 | 0,5 | 0,8 | 165 | 157 | 500 | 2 | 0,23 | | | 374 |
| 4) Фрезеювати поверхню 3 начисто. | 100 | 106 | 0,5 | 0,8 | 165 | 157 | 500 | 1,6 | 0,5 | | | |
| 015. Вертикально-фрезерна. 1) Фрезеювати поверхню 4 начорно. | 100 | 45 | 3,5 | 1,5 | 105 | 98,91 | 315 | 2,7 | 0,19 | | | |
| 2) Фрезерувти поверхню 4 начисто. | 100 | 45 | 0,5 | 0,8 | 165 | 157 | 500 | 2 | 0,41 | 0,45 | 1,15 | 36 |
| | | | | | | | | | | | | 374 |
| 020. Фрезерна з ЧПК. 1) Фрезеювати поверхні 9-10 начорно. | 100 | 106 | 3,5 | 1,5 | 105 | 98,91 | 315 | 2,9 | 0,23 | | | |
| 2) Фрезерувти поверхні 9-10 начисто. | 100 | 106 | 0,5 | 0,8 | 165 | 157 | 500 | 1,9 | 0,5 | | | |
| 3) Свердлити отвори 11-12 під різьбу М12-7Н. | 10,2 | 20 | 5,1 | 0,1 | 25 | 22,7 | 710 | 0,25 | 0,78 | 1,32 | 3,48 | 41 |
| 4) Зенкувати фаски 13-14. | 16 | 1,6 | 1,6 | 0,1 | 31 | 30,76 | 710 | 0,18 | 0,02 | | | 374 |
| 5) Нарізати різьбу М12-7Н в отворах 11-12. | 12 | 20 | 0,9 | 1,75 | 8,1 | 7,53 | 200 | 0,05 | 0,34 | | | |
| БР.0044.01.00.000.ПЗ | | | | | | | | | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | | | | 36 |

Продовження таблиці 2.7

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|-------------------------------|-------|------|-------|-------|-------|--------|------|-------|------|-------|------|--------------------|
| 025.Розточна з ЧПК. | | | | | | | | | | | | |
| 1) Розточити отвір 2 начорно. | 21,64 | 37 | 1,9 | 0,4 | 95,97 | 84,95 | 1250 | 1,04 | 0,84 | | | |
| 2) Розточити отвір 2 начисто. | 21,85 | 37 | 0,3 | 0,125 | 132 | 109,77 | 1600 | 0,3 | 0,21 | 1,677 | 4,65 | <u>39,2</u> 374 |
| 3) Розточити фаску 5. | 26 | 2 | 2 | 0,1 | 132 | 130,62 | 1600 | 0,8 | 0,04 | | | |
| 4) Розточити фаску 6. | 26 | 2 | 2 | 0,1 | 132 | 130,62 | 1600 | 0,8 | 0,04 | | | |
| 5) Розточити отвір 2 тонко. | 22 | 37 | 0,139 | 0,062 | 137 | 110,53 | 1600 | 0,15 | 0,42 | | | |
| 030. Свердлильна з ЧПК. | | | | | | | | | | | | |
| 1) Свердлити отвір 7. | 4 | 11,5 | 2 | 0,05 | 50,2 | 28,26 | 2000 | 0,075 | 0,14 | 0,25 | 0,57 | <u>27</u> 374 |
| 2) Зенкувати фаску 8. | 12 | 4 | 4 | 0,1 | 31 | 26,75 | 710 | 0,4 | 0,13 | | | |
| 035. Слюсарна. | | | | | | | | | | | | |
| 040. Фарбувальна. | | | | | | | | | | | | |
| 040. Контрольна. | | | | | | | | | | | | |

2.7. Техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу.

1) Коефіцієнт використання матеріалу заготовки:

$$K_{\text{мбаз}}=0,833; \quad K_{\text{мпр}}=0,876;$$

2) Планова річна економія основного матеріалу:

$$E_{\text{м}}=M_{\text{д}} \cdot N \cdot (K_{\text{мпр}}^{-1} - K_{\text{мбаз}}^{-1}), \text{ кг}; \quad (44)$$

$$E_{\text{м}}=3,8 \cdot 7854 \cdot (0,876-0,833)=1283,34 \text{ кг};$$

3) Трудомісткість процесу за штучним часом:

$$\sum T_{\text{шт.баз.}}=12,16 \text{ хв}; \quad \sum T_{\text{шт.пр.}}=11,87 \text{ хв};$$

4) Планова річна економія часу:

$$E_{\text{т}}=(\sum T_{\text{шт.баз.}} - \sum T_{\text{шт.пр.}}) \cdot N, \text{ хв.}; \quad (45)$$

$$E_{\text{т}}=(12,16-11,87) \cdot 7854=2277,66 \text{ хв.}; \quad E_{\text{т}}=37,96 \text{ год.};$$

5) Коефіцієнт використання верстатів за основним часом:

$$K_{\text{о}} = \frac{\sum T_{\text{о}}}{\sum T_{\text{шт}}} \quad (46)$$

$$K_{\text{обаз}} = \frac{4,97}{12,16} = 0,38;$$

$$K_{\text{опр}} = \frac{4,72}{11,87} = 0,398;$$

6) Коефіцієнт використання верстатів за потужністю:

$$K_{\text{н}} = \frac{\sum N_{\text{р}}}{\sum N_{\text{в}}} \quad (47)$$

$$K_{\text{н баз}} = \frac{2,5 + 2,7 + 2,9 + 1,04 + 0,84 + 0,4}{7,5 + 7,5 + 7,5 + 10,2 + 2,2 + 5,5} = 0,293;$$

$$K_{\text{н пр}} = \frac{2,5 + 2,7 + 2,9 + 1,04 + 0,4}{5,5 + 5,5 + 5,5 + 11 + 3,7} = 0,305;$$

Таблиця 2.8-Порівняння варіантів технологічного процесу механічної обробки кронштейн КН.001.05.27.

| Найменування показників | базовий варіант | проектний варіант |
|---|-----------------|-------------------|
| 1) Коефіцієнт використання матеріалу $K_{\text{в.м}}$. | 0,833 | 0,976 |
| 2) Планова річна економія основного матеріалу $E_{\text{м}}$, кг | - | 1283,34 |
| 3) Трудомісткість процесу за штучним часом $\sum T_{\text{шт}}$ | 12,16 | 11,87 |
| 4) Планова річна економія часу $E_{\text{т}}$, год | - | 37,96 |
| 5) Коефіцієнт використання верстатів за основним часом $K_{\text{о}}$ | 0,38 | 0,398 |
| 6) Коефіцієнт використання верстатів за потужністю $K_{\text{н}}$ | 0,293 | 0,305 |

3. Проектування технологічної оснастки.

3.1. Пристрій для механічної обробки.

3.1.1. Призначення, будова і робота пристрою.

Початкові дані:

Пристрій призначений для розточування отвора $\text{Ø}22\text{H}8$ кронштейна.

Верстат: горизонтально-розточний 2А620Ф1-1.

Інструмент:

Різці державочні для наскрізного точіння з прямим кріпленням, оснащені пластинами з твердого сплаву з кутом в плані $\varphi=45^\circ$ довжиною $L=20\text{мм}$, січенням $6\times 6\text{мм}$:

Різець 2142-0345 ВК8 ДСТУ 9795-84 (чорнове розточування)

Різець 2142-0345 ВК6 ДСТУ 9795-84 (чистове розточування)

Різець 2142-0345 ВК3 ДСТУ 9795-84 (тонке розточування).

Допоміжний інструмент: оправка 6300-0531 Г ДСТУ 21221-75 з конусом Морзе №4, виліт з шпинделя 82,5 мм втулка 6100-0145 ДСТУ 13598-88 конусом Морзе внутрішнім №4, зовнішнім 90 ДСТУ 15945-82.

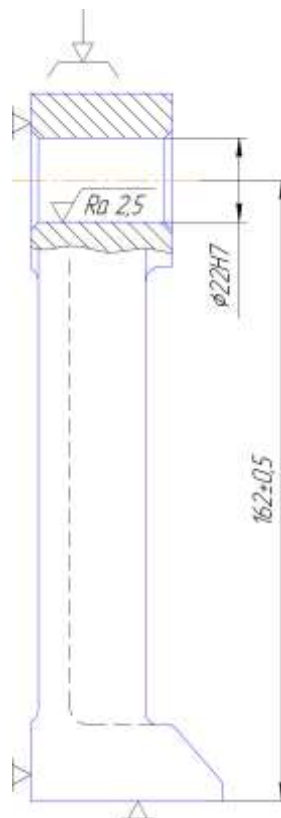


Рис.10 – Ескіз розточування отвора $\text{Ø}22\text{H}8$ кронштейна.

Пристрій призначений для установки і закріплення кронштейна при розточуванні отвора $\text{Ø}22\text{H}8$ на горизонтально-розточному верстаті з ЧПК моделі 2А620Ф1-1.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | БР.0044.01.00.000.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 39 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

На столі верстата пристрій встановлюється плитою 2. Положення пристрою фіксується напрямними шпонками 34, які встановлені в пази плити 2 і стола верстата з посадкою $18 \frac{H8}{g8}$, і кріпляться до плити гвинтами 18 з шайбами 31. Плита кріпиться до стола верстата болтами 17, гайками 21 і шайбами 32.

На плиті встановлений корпус 1, який кріпиться гвинтами 19 з шайбами 32 і штифтами 38.

Розподільчий кран 40 кріпиться до плити 2 гвинтами 20 з шайбами 32.

На корпус 1 встановлена колодка напрямна, яка кріпиться гвинтами 20 з шайбами 32 і штифтами 38.

В отворі колодки напрямної $64H8/f8$, $26H8/f8$ встановлений прихват 5, який з'єднаний з важелем 3.

Важіль 3 встановлений на корпусі 1 через вісь 6 з кільцем 26, відносно якої повертається.

З штоком пневмоциліндра важіль з'єднаний через шток 7.

Пневмоциліндр кріпиться до плити 2 через лапи 9 болтами 16 з шайбами 32. Пневмоциліндр складається з корпусу 10, кришок передньої 11 і задньої 12, лап 9, які з'єднані шпильками 35, 36 з гайками 22 і шайбами 32. Поршень 13 з штоком 14 з'єднані по поверхні $\varnothing 28 \frac{H8}{f8}$ гайкою 23 з шайбою 34. Для

ущільнення поршня і штока в канавках поршня встановлені ущільнюючі кільця 27. Між поршнем і корпусом, кришками і корпусом передбачені ущільнюючі кільця 28, які встановлені в канавках кришок і поршня. Між кришкою передньою і штоком в канавки отвора кришки встановлені ущільнюючі кільця 29. Для подачі стисненого повітря передбачені з'єднання (гайка 24, втулка 25, шайба 33 і штуцер 39), які з'єднані з рукавами 41 і вкручені в отвори пневмоциліндра і розподільчого крана.

Пристрій працює таким чином:

Деталь встановлюється площиною на установчі поверхні коруса 1 до упора.

При повороті рукоятки розподільчого крана проти годинникової стрілки стиснуте повітря подається в поршневу порожнину пневмоциліндра. Поршень з штоком рухається вперед і передає зусилля на прихват 5 через важіль 3 і вісь 6 з кільцями 26.

Прихват 5 притискає деталь до установчих поверхонь корпусу 1. При повороті рукоятки за годинниковою стрілкою, стиснуте повітря подається в штокову порожнину пневмоциліндра. Поршень з штоком рухається назад і відводить прихват 5 від деталі. При цьому відбувається звільнення деталі. Коефіцієнт застосування стандартних або уніфікованих деталей та вузлів в пристрої визначаємо за формулою:

$$K_{\text{пр}} = (\sum_{\text{заг}} - \sum_{\text{о}}) / \sum_{\text{заг}} \cdot 100, \% \quad (48)$$

Де $\sum_{\text{заг}}$ – загальна кількість назв типорозмірів складових частин пристрою;

$\sum_{\text{о}}$ – кількість назв типорозмірів оригінальних деталей та вузлів;

$\sum_{\text{заг}} = 41$ шт; $\sum_{\text{о}} = 14$ шт;

$$K_{\text{пр}} = [(41 - 14) / 41] \cdot 100\% = 90,24\%$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | БР.0044.01.00.000.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 40 |

3.1.2. Визначення діючих сил.

Сили, які діють на заготовку під час обробки, показано на рисунку 7

Для знаходження необхідної сили затиску розглядаємо дію сил різання в двох положеннях інструменту, і для розрахунку приймаємо найгірший, де сила затиску буде максимальна. Складаємо рівняння рівноваги, приклавши всі сили і зв'язки, які діють на заготовку під час обробки, що показано на рисунках 15 і 16.

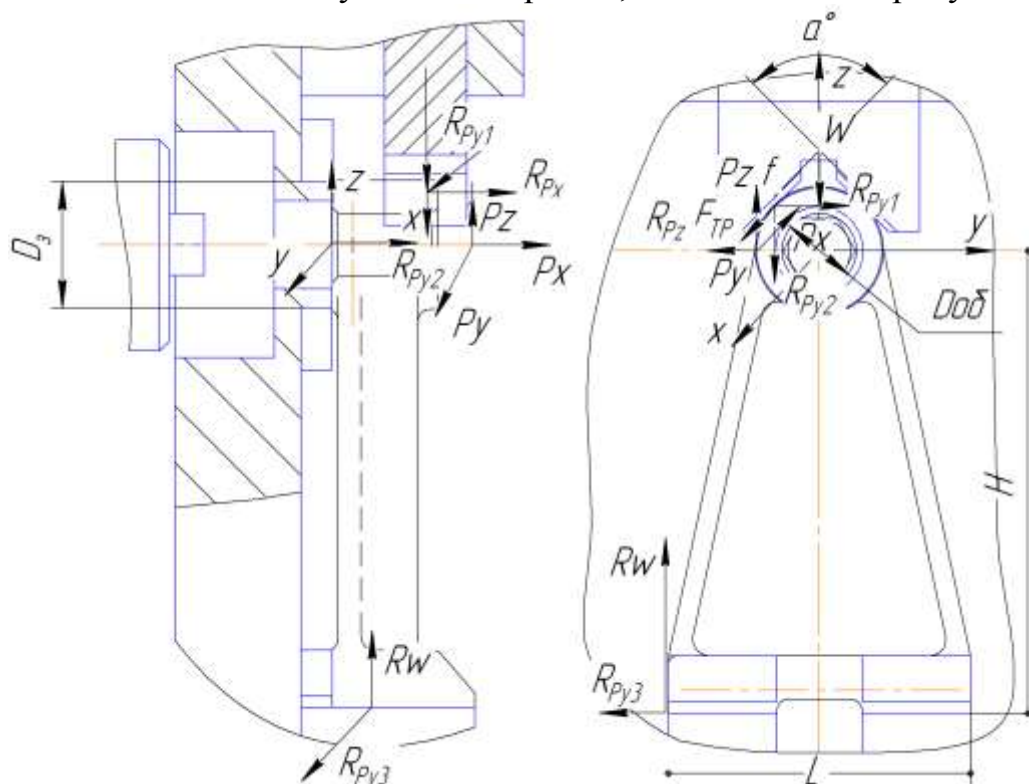


Рис. 11 – Сили, що діють на заготовку (положення 1)

З схеми дії сил видно, що на деталь діють складові сили різання: дотична P_z , радіальна P_y , осьова P_x . Під дією активних сил виникають реакції R_{Pz} , R_{Py} , R_{Px} .

$$P_z=745,2\text{Н}; P_y=437,4\text{Н}; P_x=372,6\text{Н};$$

Діаметр обробки $D_{06}=22$ мм; діаметр затиску $D_3=45$ мм.

В місцях затиску виникає сила тертя F_{TR} .

$$R_{Pz1} = P_z \cdot D_{06} / D_3 \cdot \cos 0,5\alpha + P_z \cdot D_{06} / D_3 \cdot \sin 0,5\alpha = 745,2 \cdot 22 / 45 \cdot \cos 45^\circ + 745,2 \cdot 22 / 45 \cdot \sin 45^\circ = 658,6\text{Н};$$

$$R_{Py} = P_y = 437,4\text{Н}; R_{Px} = P_x = 372,6\text{Н};$$

$$\text{Крутний момент } M_{кр} = P_z \cdot D_{06} / 2 = 745,2 \cdot 22 \cdot 10^{-3} / 2 = 8,57\text{Н}\cdot\text{м}; \quad (49)$$

Рівняння рівноваги даної системи сил:

$$\Sigma X_0 = 0;$$

$$P_x - R_{Px} = 0; \quad (50)$$

$$\Sigma Y_0 = 0;$$

$$P_y - R_{Py1} \cdot \sin \alpha - R_{Py} + F_{TR} \cdot \cos \alpha = 0; \quad (51)$$

$$\Sigma Z_0 = 0; \quad (52)$$

$$P_z - R_{Pz} \cdot \sin \alpha + F_{TR} \cdot \cos \alpha = 0;$$

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 41 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | |

$$\Sigma M_x = 0;$$

$$P_z \cdot 0,5D_{об} - R_{Pz1} \cdot 0,5D_3 \cdot \sin\alpha - R_{Py} \cdot 0,5D_3 \cdot \sin\alpha - R_{Pz2} \cdot H + F_{TP} \cdot \cos\alpha = 0; \quad (53)$$

Сила затиску повинна бути достатня, щоб зрівноважувати дані сили і забезпечувати надійний затиск деталі:

$$W \cdot (f_1 + f_2) = [P_x + P_y + P_y \cdot \sin 0,5\alpha + (2M_{кр}/D_3) \cdot \cos 0,5\alpha \cdot (f_1 + f_2) + (2M_{кр}/D_3) \cdot \sin 0,5\alpha] H$$

необхідна сила затиску з врахуванням коефіцієнта запасу:

$$W = k \cdot [P_x / (f_1 + f_2) + P_y + (2M_{кр}/D_3) \cdot \cos 0,5\alpha / (f_1 + f_2) + (2M_{кр}/D_3) \cdot \sin 0,5\alpha / (f_1 + f_2)] \quad (54)$$

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \quad (55)$$

де k_0 - гарантований коефіцієнт запасу;

k_1 - коефіцієнт, який враховує збільшення сил різання через нерівності на оброблюваній поверхні;

k_2 - коефіцієнт, який характеризує збільшення сил різання внаслідок затуплення інструменту;

k_3 - коефіцієнт, який враховує збільшення сил різання при перервному різанні;

k_4 - коефіцієнт, який характеризує постійність сили закріплення в механізмах затиску;

k_5 - коефіцієнт, який характеризує ергономіку ручних механізмів затиску;

k_6 - коефіцієнт, який враховує моменти, які повертають заготовку встановлену плоскою поверхнею на постійні опори;

Згідно [6] с.84-85: $k_0=1,5$; $k_1=1,2$; $k_2=1$; $k_3=1$; $k_4=1$; $k_5=1$; $k_6=1,5$;

$k=1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5=2,7$;

$$W = 2,7 \cdot [327,6 / (0,16 + 0,16) + 437,4 + 437,4 \cdot \sin 45^\circ / (0,16 + 0,16) +$$

$$(2 \cdot 8,57 / 0,45) \cdot \cos 45^\circ / (0,16 + 0,16) + (2 \cdot 8,57 / 0,45) \cdot \sin 45^\circ / (0,16 + 0,16)] = 7065,9 H;$$

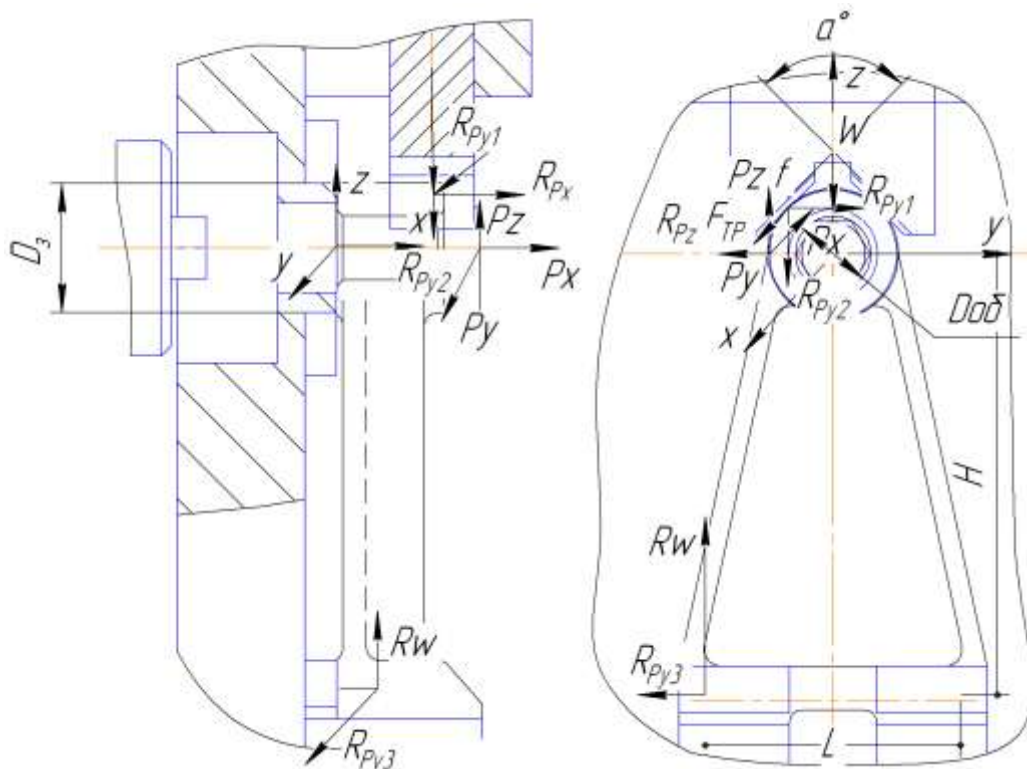


Рис. 12 – Сили, що діють на заготовку (положення 2)

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | БР.0044.01.00.000.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 42 |

З схеми дії сил видно, що на деталь діють складові сили різання: дотична P_z , радіальна P_y , осьова P_x . Під дією активних сил виникають реакції R_{Pz} , R_{Py} , R_{Px} . В місцях затиску виникає сила тертя $F_{тр}$.

$$R_{Pz1} = P_z \cdot D_{об} / D_3 = 745,2 \cdot 22 / 45 = 465,75 \text{ Н};$$

$$R_{Pz2} = P_z \cdot D_{об} / D_3 \cdot \sin 0,5\alpha = 745,2 \cdot 22 / 45 \cdot \sin 45^\circ = 329,3 \text{ Н};$$

$$R_{Py1} = P_y \cdot \cos 0,5\alpha = 437,4 \cdot \cos 45^\circ = 309,28 \text{ Н};$$

$$R_{Py2} = P_y \cdot \sin 0,5\alpha = 437,4 \cdot \sin 45^\circ = 309,28 \text{ Н};$$

$$R_{Px} = P_x = 372,6 \text{ Н};$$

$$\text{Крутний момент } M_{кр} = P_z \cdot D_{об} / 2 = 745,2 \cdot 22 \cdot 10^{-3} / 2 = 8,57 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Рівняння рівноваги даної системи сил:

$$\Sigma X_0 = 0;$$

$$P_x - R_{Px} = 0;$$

$$\Sigma Y_0 = 0;$$

$$P_y - R_{Py1} - R_{Py2} - R_{Pz3} - F_{тр} \cdot \cos \alpha = 0;$$

$$\Sigma Z_0 = 0;$$

$$P_z - R_{Pz1} - R_{Pz2} - F_{тр} \cdot \sin \alpha = 0;$$

$$\Sigma M_x = 0;$$

$$P_z \cdot D_{об} - R_{Pz} \cdot D_3 \cdot \cos \alpha - R_{Py1} \cdot D_3 \cdot \cos \alpha - R_{Py2} \cdot H + F_{тр} \cdot \cos \alpha = 0;$$

Сила затиску повинна бути достатня, щоб зрівноважувати дані сили і забезпечувати надійний затиск деталі: (56)

$$W \cdot (f_1 + f_2) = [P_x + P_y \cdot \cos 0,5\alpha \cdot (f_1 + f_2) + P_y \cdot \sin 0,5\alpha + 2M_{кр} / D_3 \cdot (f_1 + f_2) + (2M_{кр} / D_3) \cdot \sin 0,5\alpha]$$

Необхідна сила затиску з врахуванням коефіцієнта запасу:

$$W = k \cdot [P_x / (f_1 + f_2) + P_y \cdot \cos 0,5\alpha + P_y \cdot \sin 0,5\alpha / (f_1 + f_2) + 2M_{кр} / D_3 + (2M_{кр} / D_3) \cdot \sin 0,5\alpha / (f_1 + f_2)]$$

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6$$

де k_0 - гарантований коефіцієнт запасу;

k_1 - коефіцієнт, який враховує збільшення сил різання через нерівності на оброблюваній поверхні;

k_2 - коефіцієнт, який характеризує збільшення сил різання внаслідок затуплення інструменту;

k_3 - коефіцієнт, який враховує збільшення сил різання при перервному різанні;

k_4 - коефіцієнт, який характеризує постійність сили закріплення в механізмах затиску;

k_5 - коефіцієнт, який характеризує ергономіку ручних механізмів затиску;

k_6 - коефіцієнт, який враховує моменти, які повертають заготовку встановлену плоскою поверхнею на постійні опори;

$$\text{Згідно [6] с.84-85: } k_0=1,5; k_1=1,2; k_2=1; k_3=1; k_4=1; k_5=1; k_6=1,5;$$

$$k = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 = 2,7; \quad (57)$$

$$W = k \cdot [P_x / (f_1 + f_2) + P_y \cdot \cos 0,5\alpha + P_y \cdot \sin 0,5\alpha / (f_1 + f_2) + 2M_{кр} / D_3 + (2M_{кр} / D_3) \cdot \sin 0,5\alpha / (f_1 + f_2)]$$

$$W = 2,7 \cdot [327,6 / (0,16 + 0,16) + 437,4 \cdot \cos 45^\circ + 437,4 \cdot \sin 45^\circ / (0,16 + 0,16) + 2 \cdot 8,57 / 0,45 + (2 \cdot 8,57 / 0,45) \cdot \sin 45^\circ / (0,16 + 0,16)] = 6681,8 \text{ Н};$$

Більша сила затиску необхідна для положення 1, тому для розрахунку приводу приймаєм силу $W = 7065,9 \text{ Н}$.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | БР.0044.01.00.000.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 43 |

3.1.3. Силовий розрахунок механізму і приводу.

Сила, яка прикладена до кулачка повинна бути дещо більшою від необхідної сили затиску деталі:

$$W_1 = \frac{W}{1 + \frac{1}{3} \frac{L_3}{H} \cdot f} = \frac{7065,9}{1 - \frac{1}{3} \frac{60}{90} \cdot 0,16} = 7329,7 \text{ Н}; \quad (58)$$

Де $L_3=60\text{мм}$ – виліт кулачка, відстань від місця прикладення сили від приводу до місця прикладення сили затиску;

$H=90\text{мм}$ – довжина направляючої, по якій переміщується кулачок;

$f=0,16$ – коефіцієнт тертя;

Для даного пристрою необхідна сила на штоці пневмоциліндра:

$$Q = W_1 \cdot L_2 / L_1 = 7329,7 \cdot 70 / 100 = 5130,8 \text{ Н}; \quad (59)$$

Де $L_1=100\text{мм}$, $L_2=70\text{мм}$ – плечі важеля (див. креслення);

Розраховуємо діаметр поршня пневмоциліндра за формулою

згідно [6] с.92, табл. 22:

$$D = \sqrt{1,27 \cdot \frac{Q_3}{\rho \cdot \eta} + d^2} = \sqrt{1,27 \cdot \frac{Q_3}{\rho \cdot \eta} + (0,2D)^2} \Rightarrow D = \sqrt{1,98 \cdot \frac{Q_3}{\rho \cdot \eta}} \quad (60)$$

де: $\rho = 0,4 \text{ МПа}$ – тиск в пневмомережі;

$\eta=0,9$ – ККД приводу;

$d=0,2D$ – діаметр штока пневмоциліндра;

$$D = \sqrt{1,98 \cdot \frac{5130,8}{0,4 \cdot 0,9}} = 167,98 \text{ мм};$$

З стандартного ряду згідно [6] с.91, табл. 17 вибираємо пневмоциліндр двохсторонньої дії з діаметром поршня $D=200\text{мм}$, діаметром штока $d=45\text{мм}$, довжина робочого ходу поршня $L=30\text{мм}$.

Дійсна сила рушія при подачі стиснутого повітря в штокову порожнину пневмоциліндра згідно [6]. с. 92, табл. 22:

$$Q = 0,785 \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta, \text{ Н}; \quad (61)$$

де $\eta=0,9$ – ККД пневмоциліндра;

$$Q = 0,785 \cdot (200^2 - 45^2) \cdot 0,4 \cdot 0,9 = 10731,4 \text{ Н};$$

Дійсна сила, прикладена до кулачка:

$$W_1 = Q \cdot L_1 / L_2 = 10731,4 \cdot 100 / 70 = 15330,5 \text{ Н}; \quad (62)$$

Дійсна сила затиску пристрою:

$$W = W_1 \cdot \left(1 - \frac{1}{3} \frac{L_3}{H} \cdot f\right) = 15330,5 \cdot \left(1 - \frac{1}{3} \frac{60}{90} \cdot 0,16\right) = 14785,4 \text{ Н}; \quad (63)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | БР.0044.01.00.000.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 44 |

3.2. Перевірка роботоздатності інструментів.

3.2.1. Різальний інструмент.

Операція 025. Розточна з ЧПК.

Обладнання: Горизонтально-розточний верстат з ЧПК 2А620Ф1-1.

-інструмент: різець державочний для наскрізного точіння з прямим кріпленням, оснащені пластинами з твердого сплаву з кутом в плані $\varphi=45^\circ$ довжиною $L=20\text{мм}$, січенням $6\times 6\text{мм}$:

Різець 2142-0345 ВК8 ДСТУ 9795-84.

геометричні параметри: $\varphi=45^\circ$; $\lambda=0^\circ$; $\gamma=45^\circ$; $\alpha=20^\circ$; $L=20\text{мм}$; $l=6\text{мм}$; $b\times h=6\times 6\text{мм}$; $r=0,5\text{мм}$;

матеріал державки різця сталь 45 ДСТУ 1050-88 НВ241...285; $G_{\text{в}}=610\text{ мПа}$; допустиме напруження на згин $G_{\text{зг}}=172\text{ мПа}$;

Різець кріпиться в різцетримач верстата. Виліт різця $l=6\text{ мм}$.

Сила різання згідно розрахунків п. 2.5 $P_z=745,2\text{ Н}$;

Провіряємо жорсткість державки різця:

максимальне навантаження

$$P_{\text{max}} = \frac{BH^2 \cdot \sigma_{\text{зг}}}{6l} = \frac{6 \cdot 6^2 \cdot 172}{6 \cdot 6} = 1032\text{Н}; \quad (64)$$

максимальне навантаження, допустиме жорсткістю різця

$$P_{\text{max доп}} = \frac{3fEJ}{l^3} = \frac{3 \cdot 0,1 \cdot 25000 \cdot 108}{6^3} = 3750\text{Н}; \quad (65)$$

де $E=2 \cdot 10^5\text{ мПа}$ – модуль пружності матеріала державки різця;

J – момент інерції прямокутного січення державки;

$$J = \frac{BH^3}{12} = \frac{6 \cdot 6^3}{12} = 108\text{мм}^4; \quad (66)$$

Різець володіє достатньою міцністю і жорсткістю, так як

$$P_{\text{max}} > P_z < P_{\text{max доп}} \quad (1032 > 745,2 < 3750). \quad (67)$$

3.2.2. Контрольно-вимірювальний інструмент.

Проводим розрахунок виконавчих розмірів калібр-пробок (прохід і непрохід) для контролю отвора $\text{Ø}28\text{H}8^{(+0,033)}$.

Верхнє і нижнє відхилення для отвора: $ES=0,033\text{ мм}$, $EI=0$.

Найбільший граничний розмір отвора:

$$D_{\text{max}}=D_{\text{ном}}+ES=28+0,033=28,033\text{ мм}; \quad (68)$$

Найменший граничний розмір отвора:

$$D_{\text{min}}=D_{\text{ном}}+EI=28+0=28\text{ мм}; \quad (69)$$

Згідно ДСТУ 24853-81 приймаєм: $Z=5\text{ мкм}$; $Y=4\text{ мкм}$; $H=4\text{ мкм}$.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | | Арк. |
| | | | | | | 45 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | БР.0044.01.00.000.ПЗ | |

Таблиця 3.1 – Визначення розмірів і допусків робочих калібрів для контролю розміра $\varnothing 28H8^{(+0,033)}$ кронштейн КН.001.05.27

| Контрольований розмір | Позначення | Значення, мм |
|--|---|----------------------|
| Номінальний | D | 28 |
| Мінімальний | D_{\min} | 28 |
| Максимальний | D_{\max} | 28,033 |
| Допуск | T | 0,033 |
| Квалітет | H | 8 |
| Допуски і відхилення калібра | Позначення | Значення, мм |
| Допуск калібра | H | 0,004 |
| Відхилення середини допуску прохідного калібра від | Z | 0,005 |
| Вихід спрацьованого прохідного калібра за межу | Y | 0,004 |
| Робочий калібр | Розмір (формула), мм | Допуск (формула), мм |
| Прохідний калібр новий | $D_{\min} + Z + H/2 =$ 28 + 0,005 + 0,004/2 = 28,007 | H = 0,004 |
| Прохідний калібр спрацьований | $D_{\min} - Y + H/2 =$ 28 - 0,004 + 0,004/2 = 27,998 | H = 0,004 |
| Непрохідний калібр | $D_{\max} = 28,033$ | H = 0,004 |

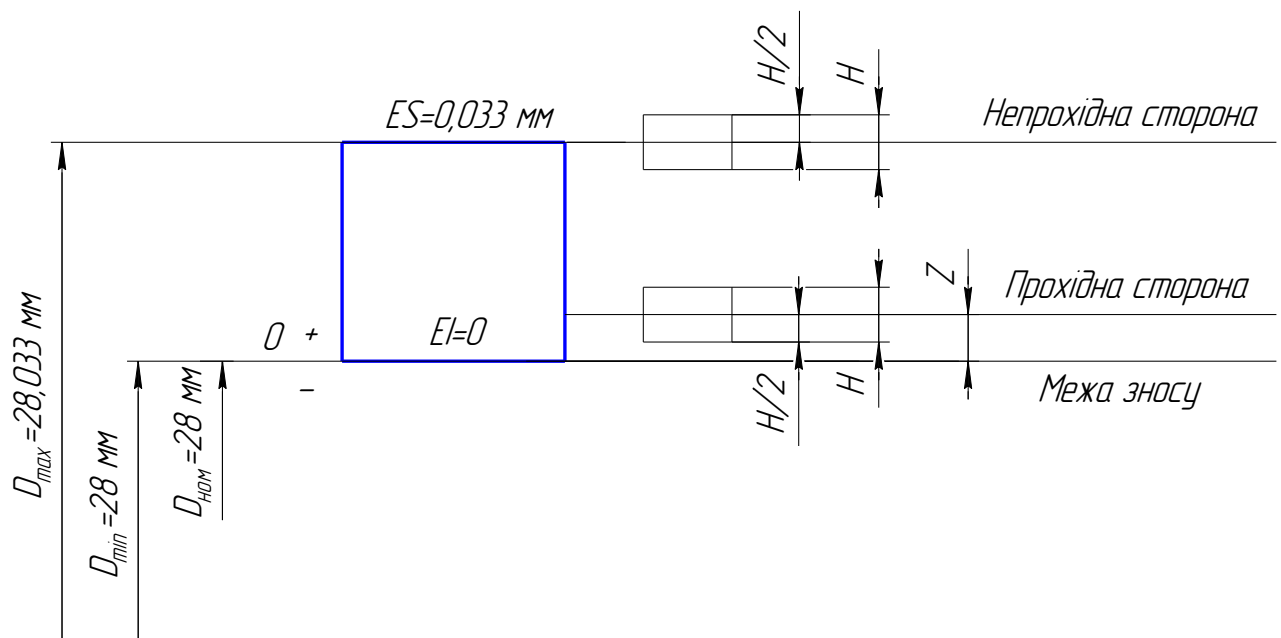


Рис. 13 – Схема розташування допусків робочих поверхонь калібрів для контролю розміра $\varnothing 28H8^{(+0,033)}$

3.3. Конструювання спеціального контрольного пристрою:

3.3.1. Призначення, будова і робота пристрою.

Пристрій призначений для контролю паралельності 0,06 мм діаметра Ø22Н8 відносно площини “Г” кронштейна.

Пристрій складається з корпуса 8, який встановлений на штатив 7 з посадкою Ø16Н5/г5.

В отвір корпуса 1 запресований штатив 9 з посадкою Ø12Н7/р5. Для запобігання повертання корпуса відносно вісі штатива передбачена шпонка 11.

На штатив 9 встановлений корпус 1, прудина 17 і гайка 5. В отвір корпуса встановлений індикатор 16, який фіксується болтом 14 з гайкою 15.

На штатив 7 встановлена втулка розрізна 12, шайба 13 і гайка 5.

В отвори плити 2 запресовані пальці 6 з посадкою Ø8Н7/р6, шпильки 4 по різьбові поверхні М10. На шпильки встановлюється прихват 3, який фіксується гайками 5.

Пристрій працює таким чином:

Вузол з індикатором 16 встановлюється в отвір деталі Ø22Н8 втулкою розрізною 12. При закручуванні гайки 5 по різьбові поверхні штатива 7 втулка розрізна під дією шайби 13 розтискається, прилягаючи до отвору деталі Ø22Н8 без зазора. З індикатором деталь встановлюється на контрольну площину плити 2 до упора в пальці 6. Прихват 3 вставляється на шпильки 4. Гайки 5 закручуються на шпильки, забезпечуючи кріплення деталі до плити 2 пристрою і повний контакт нижньої площини деталі “Г” з контрольною площиною плити 2 пристрою.

Головка індикатора перебуває в контакті з контрольною площиною плити. При переміщенні корпуса 8 і корпуса 1 з індикатором 16 вздовж вісі штатива, яка паралельна до вісі отвору деталі Ø22Н8, покази індикатора визначають фактичний допуск паралельності діаметра Ø22Н8 відносно площини “Г”.

$$K_{\text{пр}} = (\sum_{\text{заг}} - \sum_{\text{о}}) / \sum_{\text{заг}} \cdot 100, \% \quad (70)$$

Де $\sum_{\text{заг}}$ – загальна кількість назв типорозмірів складових частин пристрою;

$\sum_{\text{о}}$ – кількість назв типорозмірів оригінальних деталей та вузлів;

$$\sum_{\text{заг}} = 17 \text{ шт}; \quad \sum_{\text{о}} = 13 \text{ шт};$$

$$K_{\text{пр}} = [(17 - 13) / 17] \cdot 100\% = 23,52\%$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | БР.0044.01.00.000.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 47 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$S_{\max} = ES + ei; \quad (74)$$

де ES – верхнє відхилення поля допуску отвору;

ei – нижнє відхилення поля допуску валу;

Для посадки $\varnothing 16H5/g5$: $ES=0,008$ мм; $ei=0,014$ мм;

$$S_{\max} = 0,008 + 0,014 = 0,022 \text{ мм};$$

$$\Delta = 0,022 \cdot 40 / 80 = 0,011 \text{ мм};$$

$$\Delta_M = \Delta = 0,011 \text{ мм};$$

Згідно [1]. с. 56:

$$\varepsilon_{\theta} = 0; \varepsilon_z = 0;$$

Похибка вимірювання індикатора 1МИГ згідно [8] с. 562 $\varepsilon_{z.v.} = 0,0018$ мм; $\Delta_l = 0$;

$$\varepsilon_{\text{вим}} = 1,2 \sqrt{0 + 0 + 0,0018^2 + 0 + 0,011^2} = 0,013 \text{ мм}.$$

Отримане значення порівнюємо з допуском $T=0,06$ мм згідно [2]. с. 56:

$$\varepsilon_{\text{вим}} \leq (0,1 \dots 0,3)T \quad (75)$$

В даному випадку

$\varepsilon_{\text{вим}} = 0,013 / 0,06 = 0,216$, отже пристрій придатний для вимірювання даного параметру.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | БР.0044.01.00.000.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 49 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

4. Складання керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК.

Операція 025. Розточна з ЧПК.

Обладнання: Горизонтально-розточний верстат з ЧПК 2А620Ф1-1.

1) Вибір оснастки:

Пристрій розточний з пневматичним затиском:

Інструмент:

Різці державочні для наскрізного точіння з прямим кріпленням, оснащені пластинами з твердого сплаву з кутом в плані $\phi=45^\circ$ довжиною $L=20\text{мм}$, січенням $6\times 6\text{мм}$:

Різець 2142-0345 ВК8 ДСТУ 9795-84 (чорнове розточування)

Різець 2142-0345 ВК6 ДСТУ 9795-84 (чистове розточування)

Різець 2142-0345 ВК3 ДСТУ 9795-84 (тонке розточування).

Допоміжний інструмент: оправка 6300-0531 ДСТУ 21221-75 з конусом Морзе № 4, виліт з шпинделя 82,5 мм втулка 6100-0145 ДСТУ 13598-88 конусом Морзе внутрішнім №4, зовнішнім 90 ДСТУ 15945-82.

2) Вибір системи координат верстата з ЧПК, деталі та інструмента.

Для керування рухом формоутворення інструмента потрібно визначити взаємне розміщення заготовки та інструмента в робочому просторі верстата. Це пов'язано з тим, що точність розмірів деталі витримують відносно початку координатної системи верстата, а не відносно базуючих поверхонь пристрою. Розташування окремих поверхонь і конструктивних елементів в об'ємі деталі задають у системі координат деталі, яку зв'язують із системою координат верстата. Тому під час обробки заготовок на верстатах з ЧПК використовують три системи координат: систему координат верстата (СКВ) XYZ, систему координат деталі (СКД) Xд, Yд, Zд, систему координат вихідної точки Ов.т.

Вісь X збігається з віссю обертання шпинделя, а її додатній напрям відповідає напрямку відводу інструмента від заготовки. Початок СКВ називають його нульовою точкою Ов (див. рис.1.4). Відносно Ов в керуючій програмі задаються абсолютні переміщення робочих органів.

Систему координат вихідної точки вибираємо в робочій зоні верстата на певній відстані від деталі для зручності затискання заготовки, зменшення довжин холостих ходів та допоміжних ходів, безпечності заміни інструменту. У вихідній точці Ов.т починається програмоване переміщення інструмента по керуючій програмі. Положення точки Ов.т задають в СКВ і зв'язують з базуючими елементами пристрою для затискання деталі відстанями $X_d=0$, $Y_d=0$, Z_d , $X_v=0$, $Y_v=0$, $Z_v=0$.

Координати опорних точок наведено в таблиці 4.1.

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 50 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | |

Таблиця 4. 1 – Координати опорних точок при виконанні операції 025

| Точка №п/п | Координати в СКВ, мм | | | Точка №п/п | Координати в СКВ, мм | | |
|---------------|----------------------|-------|---|---------------|----------------------|-----|---|
| | X | Y | Z | | X | Y | Z |
| 0 | 750 | 250 | 0 | 0 | 750 | 250 | 0 |
| 1 | 46 | -2,43 | 0 | 1 | 46 | -2 | 0 |
| 2 | -9 | -2,43 | 0 | 2 | -9 | -2 | 0 |
| 3 | -9 | -4 | 0 | 3 | -9 | -4 | 0 |
| 4 | 46 | -4 | 0 | 4 | 46 | -4 | 0 |
| 5 | 750 | 250 | 0 | 5 | 750 | 250 | 0 |
| 0 | 750 | 250 | 0 | | | | |
| 1 | 75,8 | -2,13 | 0 | | | | |
| 2 | 46 | -2,13 | 0 | | | | |
| 3 | -9 | 0 | 0 | | | | |
| 4 | -9 | -4 | 0 | | | | |
| 5 | 29 | -4 | 0 | | | | |
| 6 | 29 | 0 | 0 | | | | |
| 7 | 750 | 250 | 0 | | | | |

СКД використовуємо для задання розмірів деталі за допомогою координат опорних точок. Початок СКД (нульову точку деталі) Од вибираємо так, щоб більшість точок деталі мали додатні значення координат. Напрями координатних осей СКД вибираємо такими самими, як і в СКВ.

3) Налагодження верстата з ЧПК. Досягнення заданої точності розташування оброблених на верстаті з ЧПК поверхонь відносно баз заготовки пов'язане з необхідністю точного вимірювання положення СКД, тобто положення установочних елементів пристрою або баз заготовки відносно СКВ.

4) Розрахунок координатних переміщень.

При обробці деталей на верстатах з ЧПК необхідно забезпечити мінімальне переміщення інструмента при підході до деталі. Для токарно-револьверного верстата з ЧПК 1В340Ф30 відстань Z_n , мм від бази деталі до торця шпинделя, що знаходиться в позиції початку циклу обробки, визначається за формулою:

$$Z_n = L + R + H + l, \quad (76)$$

де: L – налагоджувальний розмір інструмента, мм;

R – відстань швидкого переміщення інструмента до деталі, мм;

H – висота деталі (довжина обробки), мм;

l – робоче переміщення інструмента до оброблюваної деталі, мм.

Із намічених для використання інструментів вибираємо ті, у яких максимальні налагоджувальні розміри L_{max} :

$$Z_n = L_{max} + R + H + l, \quad (77)$$

В даному випадку всі різці мають однакові розміри

Для розрахунку по осі X приймаємо виліт оправки $L=82,5$ мм;

$H=47$ мм;

Робоче переміщення інструменту до деталі з врахуванням розміру від торця оправки до вершини різця по осі X : $h=6$ мм; врізання $u=3$ мм;

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 51 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | БР.0044.01.00.000.ПЗ | | | | |

$$L=h+y=6+3=9 \text{ мм};$$

$$R=611,5 \text{ мм}.$$

Для розрахунку по осі Y приймаєм виліт інструменту з оправки $m=6 \text{ мм}$;

Діаметр оправки $d_i=14 \text{ мм}$; діаметр оброблюваного отвору $d_o=22 \text{ мм}$:

$$L=0,5d_o-(0,5 d_i+m)=0,5\cdot 22-(0,5\cdot 14+6)=-2 \text{ мм};$$

$$H=162 \text{ мм}; R=515 \text{ мм}; l=0 \text{ мм}.$$

Тоді:

$$X_H=82,5+611,5+47+9=750 \text{ мм}.$$

$$Y_H=-2+90+162+0=250 \text{ мм}.$$

$$Z_H=0.$$

5) Кодування інформації.

На горизонтально-розточному верстаті з ЧПК 2A620Ф1-1 використовують пристрій числового програмного керування (ПЧПК) апаратного типу HNC.

В апаратному ПЧПК алгоритм роботи реалізується схемним шляхом і не може бути змінений після виготовлення пристрою.

Таблиця 4.2 - Розрахунково-технологічна карта на горизонтально-розточну операцію 025

| деталь | | операція | | | | | | верстат | | | | | Система ЧПК | | | | | |
|------------------------|---------------------------|---------------------|----------------|----------------|-------|-----|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-------|-------------------|--------------|--------------|----------|------|--------|--|
| Кронштейн | | 025. Розточна з ЧПК | | | | | | 2A620Ф1-1 | | | | | NC | | | | | |
| Геометрична інформація | | | | | | | Технологічна інформація | | | | | | | | | | | |
| Кон-тур | № о. т. Екві-дис-танта | X | Y | Z | I, | K, | L, | t, | S, | S, | V, | N, | Напр. оберт. | Охолод-ження | № інстр. | L, № | кодек- | |
| | | (ΔX) мм | (ΔY) мм | (Δ Y) мм | мм | мм | мм | мм | мм/ об | мм/ хв | м/хв | хв. ⁻¹ | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | | |
| 0 | | 750 | 250 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | 1 | 101 | | |
| 1 | | 46 | -2,43 | 0 | 750 | 747 | 0 | 1,9 | 0,4 | 500 | 84,95 | 1250 | Пр. | + | | | | |
| 2 | | -9 | -2,43 | 0 | 37 | 0 | 0 | 1,9 | 0,4 | 500 | 84,95 | 1250 | Пр. | + | | | | |
| 3 | | -9 | -4 | 0 | 0 | 1,6 | 0 | | | | | | | | | | | |
| 4 | | 46 | -4 | 0 | 37 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| 5 | | 750 | 250 | 0 | 704 | 246 | 0 | | | | | | | | | | | |
| 0 | | 750 | 250 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | 2 | 102 | | |
| 1 | | 75,8 | -2,13 | 0 | 674,2 | 248 | 0 | 0,3 | 0,1 | 160 | 109,7 | 1600 | Пр. | + | | | | |
| 2 | | 46 | -2,13 | 0 | 29,2 | 0 | 0 | 0,3 | 0,1 | 160 | 109,7 | 1600 | Пр. | + | | | | |
| 3 | | -9 | 0 | 0 | 37 | 2 | 0 | 2 | 0,1 | 160 | 160,6 | 1600 | Пр. | + | | | | |
| 4 | | -9 | -4 | 0 | 0 | 4 | 0 | | | | | | | | | | | |
| 5 | | 29 | -4 | 0 | 20 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| 6 | | 29 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 2 | 0,1 | 160 | 130,6 | 1600 | Пр. | + | | | | |
| 7 | | 750 | 250 | 0 | 721 | 250 | 0 | | | | | | | | | | | |
| 0 | | 750 | 250 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | 3 | 103 | | |
| 1 | | 46 | -2 | 0 | 704 | 248 | 0 | 0,139 | 0,06 | 96 | 110,5 | 1600 | Пр. | + | | | | |
| 2 | | -9 | -2 | 0 | 37 | 0 | 0 | 0,139 | 0,06 | 96 | 110,5 | 1600 | Пр. | + | | | | |
| 3 | | -9 | -4 | 0 | 0 | 2 | 0 | | | | | | | | | | | |
| 4 | | 46 | -4 | 0 | 37 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| 5 | | 750 | 250 | 0 | 704 | 248 | 0 | | | | | | | | | | | |

Керуюча програма кодується на перфострічці за допомогою міжнародного двійково-десятькового коду ІСО-7біт (ДСТУ 13052-67), який є семи розрядним і дозволяє кодувати 128 символів. Коди режимів роботи

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | БР.0044.01.00.000.ПЗ | | | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | | | | | | | | 52 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | | | | | | | | |

системи ЧПК, що задаються адресою G, і допоміжні коди, що задаються адресою M по ІСО-7біт, наведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Коди режимів роботи системи ЧПК та допоміжні коди

| Код | Найменування |
|----------|---|
| G01 | Лінійна інтерполяція (нормальний розмір) |
| G17 | Вибір площини обробки ХУ |
| G25 | Початок відрахунку координат |
| G40 | Відміна корекції положення інструменту |
| G42 | Корекція положення інструменту |
| G60, G61 | Точне позиціонування Х і Y |
| G81 | Постійний цикл при свердлінні отворів |
| G82 | Постійний цикл при зенкеруванні отворів |
| G91 | Переміщення в абсолютній системі координат |
| M00 | Безумовна зупинка |
| M02 | Кінець програми |
| M03 | Обертання шпинделя за годинниковою стрілкою |
| M05 | Зупинка шпинделя |
| M06 | Зміна інструмента |
| M08 | Включення охолодження |
| M09 | Виключення охолодження |

Коди подач, частоти обертання шпинделя наведені в таблиці 1.16.

Кожен код G, F, S, T, M діє в наступних кадрах до вводу нового коду по даній адресі. Програма обробки для токарно-револьверної операції 010 приведена в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Таблиця кодів чисел обертів і кодів подач для верстата мод. 2А620Ф1-1

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------|------|----|----|----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|----|
| Число обертів шпинделя, хв, ⁻¹ | 31,5 | 40 | 50 | 63 | 80 | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | | |
| Код | Число | 01 | 02 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | |
| | Адреса | S | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Подача S, мм/об | 10 | 12,5 | 16 | 20 | 25 | 31,5 | 40 | 50 | 63 | 80 | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | |
| Код | Число | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| | Адреса | F | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Таблиця 4.5 – Карта програмування горизонтально-розточної операції 025

| Карта програмування | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------------------|---------|--------------------|------------------------|-------|---|------|-----|----|-------------------------|----|----|--------|-------------|---------|-----------|
| Деталь | | | Операція | | | | | | | Верстат | | | | Система ЧПК | | |
| Кронштейн | | | 025 Розточна з ЧПК | | | | | | | 2А62031-1 | | | | NC | | |
| № о. т. | | № кадра | Підг. Ф-кція | Геометрична інформація | | | | | | Технологічна інформація | | | | № кор | Кін Код | Пояснення |
| Кон-тур | Екві-дистан-ганта | | | N | G | x | y | z | i | k | l | F | S | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| 0 | | 001 | G01 | 750 | 250 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | 01 | 06 | 101 | |
| 1 | | 002 | | 46 | -2,43 | 0 | 750 | 747 | 0 | 16 | 18 | | 03, 08 | | | |
| 2 | | 003 | | -9 | -2,43 | 0 | 37 | 0 | 0 | 16 | 18 | | | | | |
| 3 | | 004 | | -9 | -4 | 0 | 0 | 1,6 | 0 | | | | | | | |
| 4 | | 005 | | 46 | -4 | 0 | 37 | 0 | 0 | | | | | | | |
| 5 | | 006 | | 750 | 250 | 0 | 704 | 246 | 0 | | | | 05, 09 | | | |
| 0 | | 007 | | 750 | 250 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 02 | 06 | 102 | | |
| 1 | | 008 | | 75,8 | -2,13 | 0 | 674 | 248 | 0 | 17 | 13 | | 03, 08 | | | |
| 2 | | 009 | | 46 | -2,13 | 0 | 29,2 | 0 | 0 | 17 | 13 | | | | | |
| 3 | | 010 | | -9 | 0 | 0 | 37 | 2 | 0 | 17 | 13 | | | | | |
| 4 | | 011 | | -9 | -4 | 0 | 0 | 4 | 0 | | | | | | | |
| 5 | | 012 | | 29 | -4 | 0 | 20 | 0 | 0 | 17 | 13 | | | | | |
| 6 | | 013 | | 29 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | | | | | | | |
| 7 | | 014 | | 750 | 250 | 0 | 72 | 250 | 0 | | | | 05, 09 | | | |
| 0 | | 015 | | 750 | 250 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 03 | 06 | 103 | | |
| 1 | | 016 | | 46 | -2 | 0 | 704 | 248 | 0 | 17 | 11 | | 03, 08 | | | |
| 2 | | 017 | | -9 | -2 | 0 | 37 | 0 | 0 | 17 | 11 | | | | | |
| 3 | | 018 | | -9 | -4 | 0 | 0 | 2 | 0 | | | | | | | |
| 4 | | 019 | | 46 | -4 | 0 | 37 | 0 | 0 | | | | | | | |
| 5 | | 020 | | 750 | 250 | 0 | 704 | 248 | 0 | | | | 05, 09 | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | БР.0044.01.00.000.ПЗ | | | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | | | | | | | | 54 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | | | | | | | | |

5.Науково-дослідна частина

Пристрій для розточування отворів

Корисна модель належить до галузі механічної обробки різанням як металевих, так і неметалевих матеріалів і може застосовуватись у різних напрямках машинобудування для розточування отворів. Існуюча конструкція стандартної розточувальної головки передбачає наявність двох ріжучих елементів, що закріплені на втулці, яка в свою чергу утримується на оправці за допомогою двох радіальних гвинтів. Основним недоліком цієї конструкції є необхідність прикладання значних зусиль для надійного затиску заготовки, що може призвести до її деформації, особливо при обробці пластичних або тонкостінних матеріалів [15].

Найбільш близькою за технічною сутністю є конструкція пристрою для розточування отворів [15], що складається з корпусу, в якому на підшипниках змонтована перша розточувальна головка. На одному її кінці рівномірно по зовнішньому колу розміщено ріжучі елементи, а на іншому — зовнішній конічний зубчастий вінець. Цей вінець кінематично з'єднаний через паразитне конічне колесо з іншим конічним зубчастим колесом, яке жорстко закріплене на приводному валу. Вал обертає другу розточувальну головку, також оснащену ріжучими елементами по зовнішній поверхні. Основний недолік відомого пристрою [15] полягає в неможливості незалежного регулювання крутних моментів, які діють на оброблювану поверхню, оскільки обидві головки кінематично зв'язані єдиним приводом.

Завданням корисної моделі є розширення технологічних можливостей пристрою шляхом регулювання крутних моментів різання, що діють на заготовку. Це завдання вирішується завдяки оснащенню другої розточувальної головки зовнішнім зубчастим вінцем, який забезпечує передачу обертання від окремого приводу [16].

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | БР.0044.01.00.000.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 55 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Авторами [16] розроблено нову конструкцію пристрою для розточування отворів (рис. 15). На фіг. 1 рис. 15 зображено повздовжній розріз запропонованого пристрою, а на фіг. 2 – вигляд А з фіг. 1.

Конструкція складається з корпусу 1, у якому на підшипниках 2 встановлена друга розточувальна головка 3. На її зовнішньому діаметрі рівномірно розміщені щонайменше чотири ріжучі елементи 4, а на протилежному кінці головки має зовнішній зубчастий вінець 5, який з'єднаний із приводом (на фігурах не зображений).

Приводний вал 6 встановлено у другій головці на підшипниках 7, на його кінці жорстко закріплена перша розточувальна головка 8, яка також має по колу щонайменше чотири ріжучі елементи 9.

Принцип роботи пристрою полягає в наступному [16]: під час обертання приводного валу 6 перша головка 8 здійснює розточування отвору заготовки 10 за допомогою ріжучих елементів 9. Одночасно обертання другої головки 3 забезпечується окремим приводом через зубчастий вінець 5. При цьому головки можуть обертатись у протилежних напрямках.

Використання такого пристрою для розточування отворів дозволяє регулювати величини крутних моментів, які діють на заготовку, знижуючи зусилля її затиску. Це відкриває широкі можливості обробки тонкостінних заготовок і дає змогу впливати на якість оброблюваної поверхні отворів за рахунок налаштування частоти обертання кожної з головок окремо.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | БР.0044.01.00.000.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 56 |

Список використаної літератури:

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 02070855-704-2000.
3. Горбацевич А. Ф., Шкред В. А. Курсове проектування з технології машинобудування. – Минск.: Вишэйшая школа, 1983 – 256 с.
Руденко П. А. та ін. Проектування і виробництво заготовок у машинобудуванні. – К., Вища школа, 1991, 247 с.
4. Руденко П. А. та ін. Проектування і виробництво заготовок у машинобудуванні. – К., Вища школа, 1991, 247 с.
5. Руденко П. А. та ін. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні: Навчальний посібник. – Київ, Вища школа, 1993. – 414 с.
6. Основи технологій обробки поверхонь деталей машин : підручник / В.А. Кирилович, П.П. Мельничук, В.А. Яновський; за ред. В.А. Кириловича. – Житомир :Видавець О.О. Євенок, 2017. – 266с.
7. Северилов В.С. Теоретичні основи технології механічної обробки : навч. посібник / Северилов В.С., Полонський Л.Г., Клименко С.А. – Житомир, ЖІТІ, 2002. – 272 с.
8. Технологія автоматизованого виробництва: Підручник / О.О. Жолобов, В.А. Кирилович, П.П. Мельничук, В.А. Яновський. – Житомир, ЖДТУ, 2008. – 1014 с.
9. Технологія механічної обробки на металорізальних верстатах / Г.М. Стискін, М.П. Ревнівцев, В.В. Томашенко, М.М. Берізко. – К.: Техніка, 2005. – 512 с.
10. 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.
11. Сторож Б. Д., Карпик Р. Т. Розрахунок пристроїв на точність: навч. Посібник/Під ред.. Карпика Р. Т. – Івано-Франківськ, «Факел», 1999. 216 с., іл.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | БР.0044.01.00.000.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 58 |

12. Підручник: (Гідравліка, гідро- та пневмопривод: Підручник / За ред. О.О. Федорця та О.Ф. Саленка // Федорець В.О., Федорець О.О., Саленко О.Ф., Струтинський В.Б. і ін. – К.: Вид-во «Знання», 2009. – 480 с.

13. Кузнєцов Ю.М., Придальний Б.І. Проектування цільових механізмів маніпулювання верстатів нового покоління. /За загальною редакцією проф. Ю.М. Кузнєцова. – Луцьк, 2012. -425с.

14. Кузнєцов Ю.М., Саленко О.Ф., Харченко О.О., Щетинін В.Т. Технологічне обладнання з ЧПК: механізми і оснащення. – Вид-во «Точка». 2014 – 500 с.

15. Патент на корисну модель UA 61430 U. МПК В23В 29/00. Пристрій для розточування отворів / Ю.І. Сичов, А.П. Тарасюк, Б.Г. Лях, В.В. Самчук. Заявл. 09.11.2010; Опубл. 25.07.2011, Бюл. № 14. 2011 р. –4 с.

16. Патент на корисну модель UA 81677 U. МПК В23В 29/00. Пристрій для розточування отворів / Ю.І. Сичов, А.П. Тарасюк, В.В. Самчук, Б.Г. Лях, Заявл. 26.11.2012; Опубл. 10.07.2013, Бюл. № 13. 2013 р. –3 с.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | БР.0044.01.00.000.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 59 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

| | | | |
|---------|--|--|--|
| Дубл. | | | |
| Взамін. | | | |
| Підпис | | | |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | | | |
| | | | | |

| | | | | |
|----|----|--------|--------|------|
| | | | | |
| | | | | |
| Зм | Ар | № док. | Підпис | Дата |

| | |
|---|---|
| 1 | 7 |
|---|---|

| | | |
|-----------|---------|--|
| ІФНТУНГ | ПМ-21-1 | |
| Кронштейн | | |

«Затверджую»

Зав.кафедрою КМВ

Панчук В. Г.

**КОМПЛЕКТ
технологічної
документації**

Технологічний процес
механічної обробки
кронштейн

Розробив: ст.гр.ПМ-21-1

Мацішин С. Л.

Перевірів:

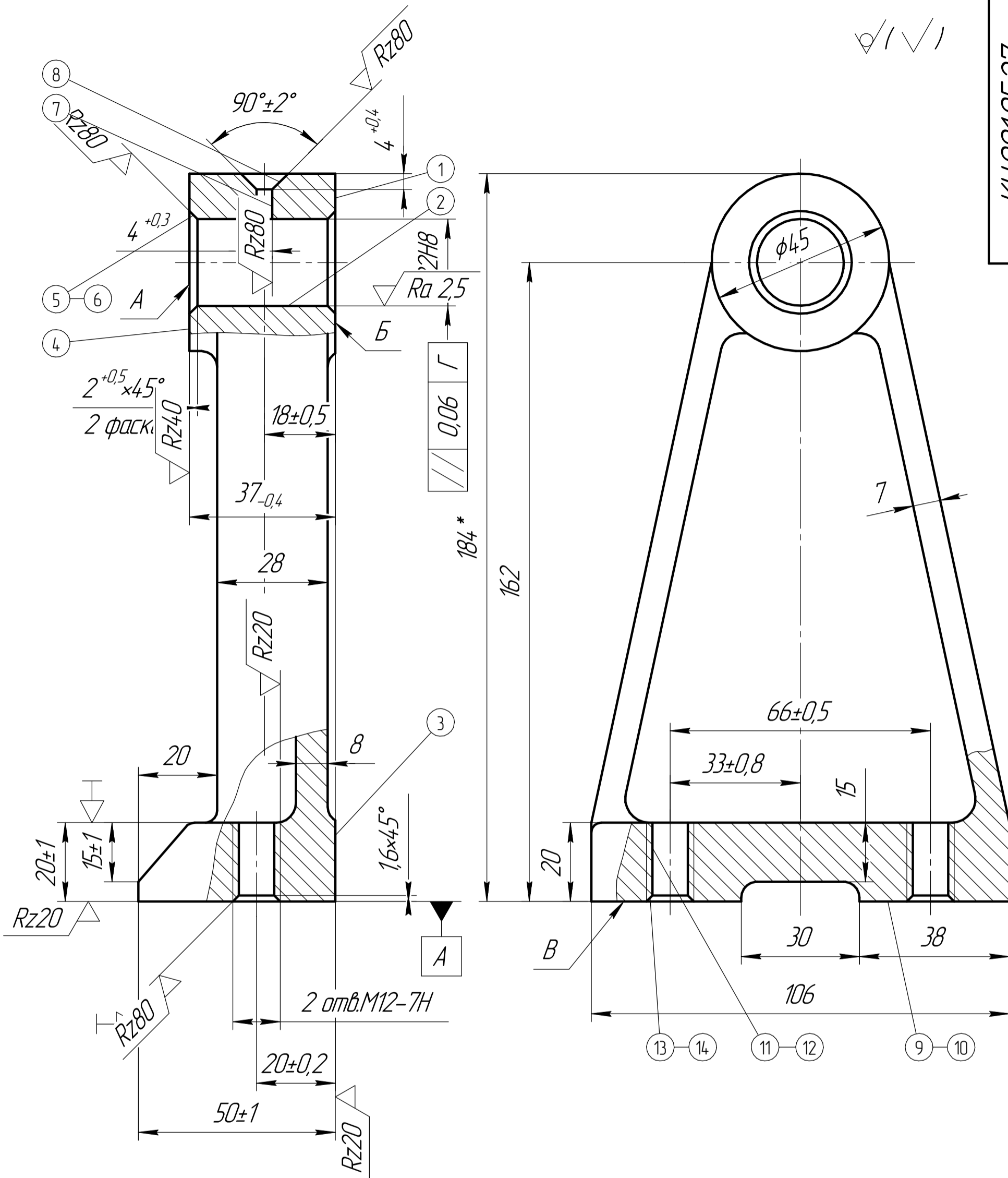
Роп'як Л. Я.

Акт № __ від «__» _____ 20__ р

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|--|-----------|----------------|-----------|-----------|----------|--------------------|----------------|------------------|------------|------------|----------|--------|------|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | | |
| Оригінал | | | | | | | | | | Зм. | Арк. | № Докум. | Підпис | Дата |
| | | | | | | | | <i>ПМ-21-1</i> | | | | | | 2 |
| Розроб. | | | | | | | | | <i>Кронштейн</i> | | | | | |
| Перевір. | | | | | | | | | | | | | | |
| Затверд. | | | | | | | | | | | | | | |
| Р | | ПІ | Д або В | L | t | i | S | n | V | Tд | To | | | |
| Р | | | мм | мм | мм | | мм (мм/хв.) | 1/хв. | м/хв. | хв. | хв. | | | |
| 01 | | | | | | | | | | | | | | |
| P02 | | | 100 | 45 | 3,5 | 1 | 1,5 | 315 | 98,91 | 0,06 | 0,19 | | | |
| 03 | | | | | | | | | | | | | | |
| O04 | <i>4.Зняти деталь.</i> | | | | | | | | | | | | | |
| 05 | | | | | | | | | | | | | | |
| O06 | <i>7.Ставити клеймо виконавця.</i> | | | | | | | | | | | | | |
| T07 | <i>Молоток 7850-0103 Ц15хр. ГОСТ 2310-77</i> | | | | | | | | | | | | | |
| 08 | | | | | | | | | | | | | | |
| O09 | <i>8.Покласти деталь в тару</i> | | | | | | | | | | | | | |
| T10 | <i>Тара технологічна.</i> | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | |
| OK | | | | | | | | | | | | | | 5 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------------|--|--|------------------------------|----------------|--|------------------|-------------------|--------------------------|--------------------------|----------|----------|-------------|-------------|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | | |
| Оригінал | | | | | | | | | | | | | Зм. | Арк. |
| | | | | | | | | | | | № Докум. | Підпис | Дата | |
| | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | |
| Розроб. | <i>Мацішин</i> | | | ІФНТУНГ | ПМ-21-1 | | | | | | | | | |
| Перевір. | <i>Роп'як</i> | | | | | | | | | | | | | |
| Затверд. | <i>Панчук</i> | | | | | | | | | | | | | |
| Н.Контр. | <i>Роп'як</i> | | | Кронштейн | | | | | | | | П | | |
| Номер і назва операції | | | | Матеріал | | | Твердість | ОВ | МД | Профіль і розміри | | | МЗ | КООД |
| <i>045.Контрольна.</i> | | | | <i>СЧ18 ГОСТ1412-85</i> | | | <i>НВ224</i> | <i>кг</i> | <i>1,7</i> | <i>184×106×53</i> | | | <i>1,96</i> | <i>1</i> |
| Номер переходу | Зміст переходу | | | Пристрій (код, назва) | | Вимірювальний інструмент (код, назва) | | % контролю | Особливі вказівки | | | | | |
| 1 01 | <i>Контролювати лінійні розміри</i> | | | | | | | | | | | | | |
| 02 | <i>37-0,4</i> | | | | | <i>Штанциркуль</i> | | <i>20</i> | | | | | | |
| 03 | | | | | | <i>ШЦ-I-160-0,05</i> | | | | | | | | |
| 04 | | | | | | <i>ГОСТ 166-89</i> | | | | | | | | |
| 05 | | | | | | | | | | | | | | |
| 06 | | | | | | | | | | | | | | |
| 07 | | | | | | | | | | | | | | |
| 08 | | | | | | | | | | | | | | |
| 09 | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | |
| КТК | <i>045 Контрольна</i> | | | | | | | | | | | 7 | | |

✓(✓)



1. Виливка – кл III ГОСТ 1855-55.
2. Ливарні радіуси 5 мм.
3. * Розмір для довідок.
4. Покриття, крім отворів і поверхонь А, Б, В емаль ПФ-115, сіра ГОСТ 6465-76. III л.
5. ▽ – Ливарна база

| | |
|-----------|-----------------|
| Виправ. № | Перв. застосув. |
|-----------|-----------------|

| | |
|--------------|--------------|
| Інв. № підл. | Підп. і дата |
| Взам. інв. № | Інв. № відл. |
| Підп. і дата | |

| | | | | | | | | |
|--------------|--------------|---------------------|-------|------|-----------------------|-------|------|-----------|
| | | | | | KH.001.05.27 | | | |
| Зм. | Арк. | № док-м. | Підп. | Дата | Кронштейн | Лит. | Маса | Масштаб |
| Розроб. | Мацішин | | | | | | 1,7 | 1:1 |
| Перев. | Роп'як | | | | | Аркцш | | Аркцшів 1 |
| Т.контр. | Роп'як | | | | | | | |
| Реценз. | | | | | | | | |
| Інв. № підл. | Підп. і дата | СЧ 18 ГОСТ 14.12-85 | | | ІФНТУНГ зр.ПМ-21-1 | | | |
| Інв. № відл. | Підп. і дата | Затв. Панчук | | | Формат А3 | | | |

KH.001.05.27

✓ ✓

Перв. застосув.

Виправ. №

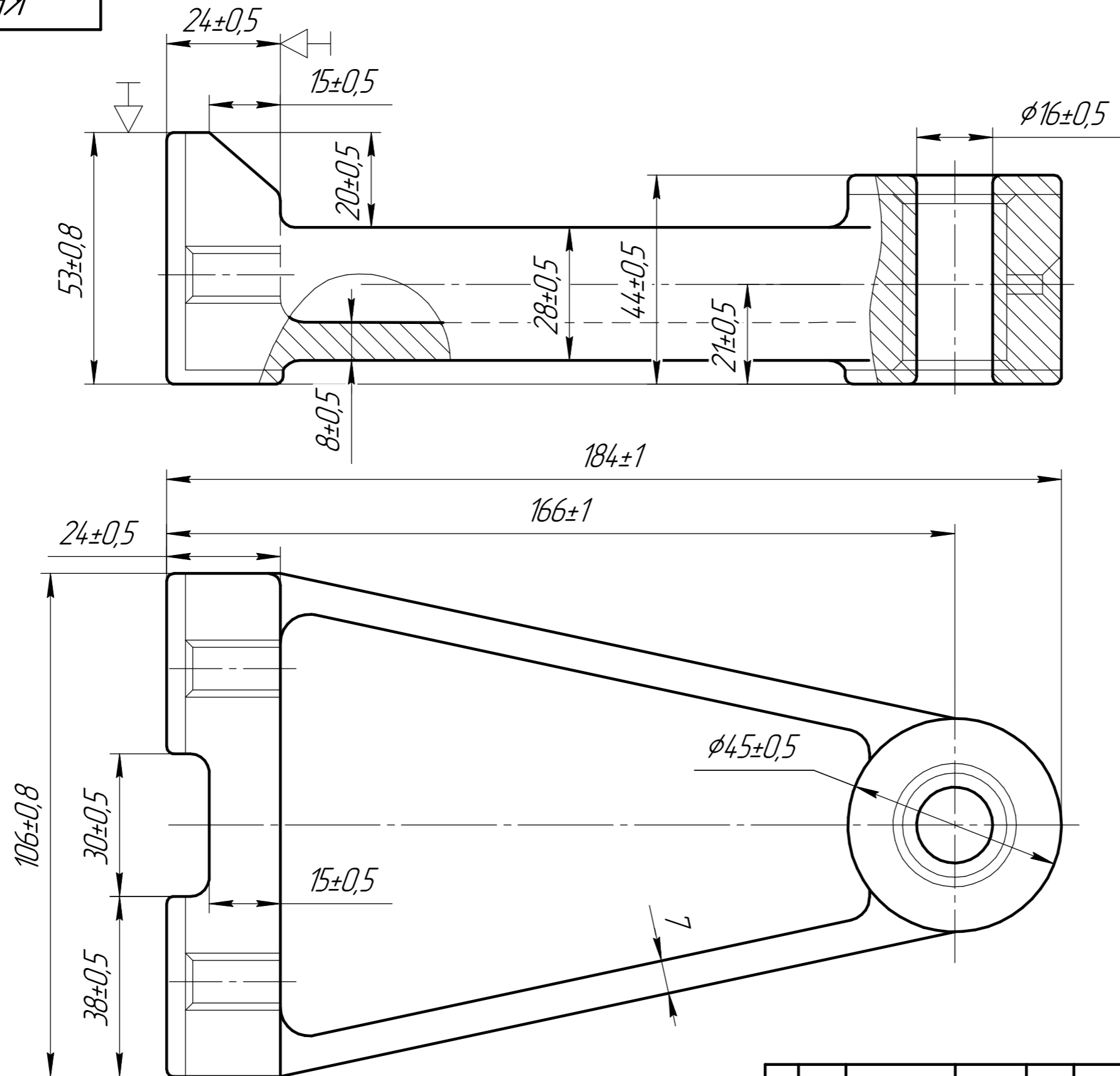
Підп. і дата

Інв. № змін.

Взам. інв. №

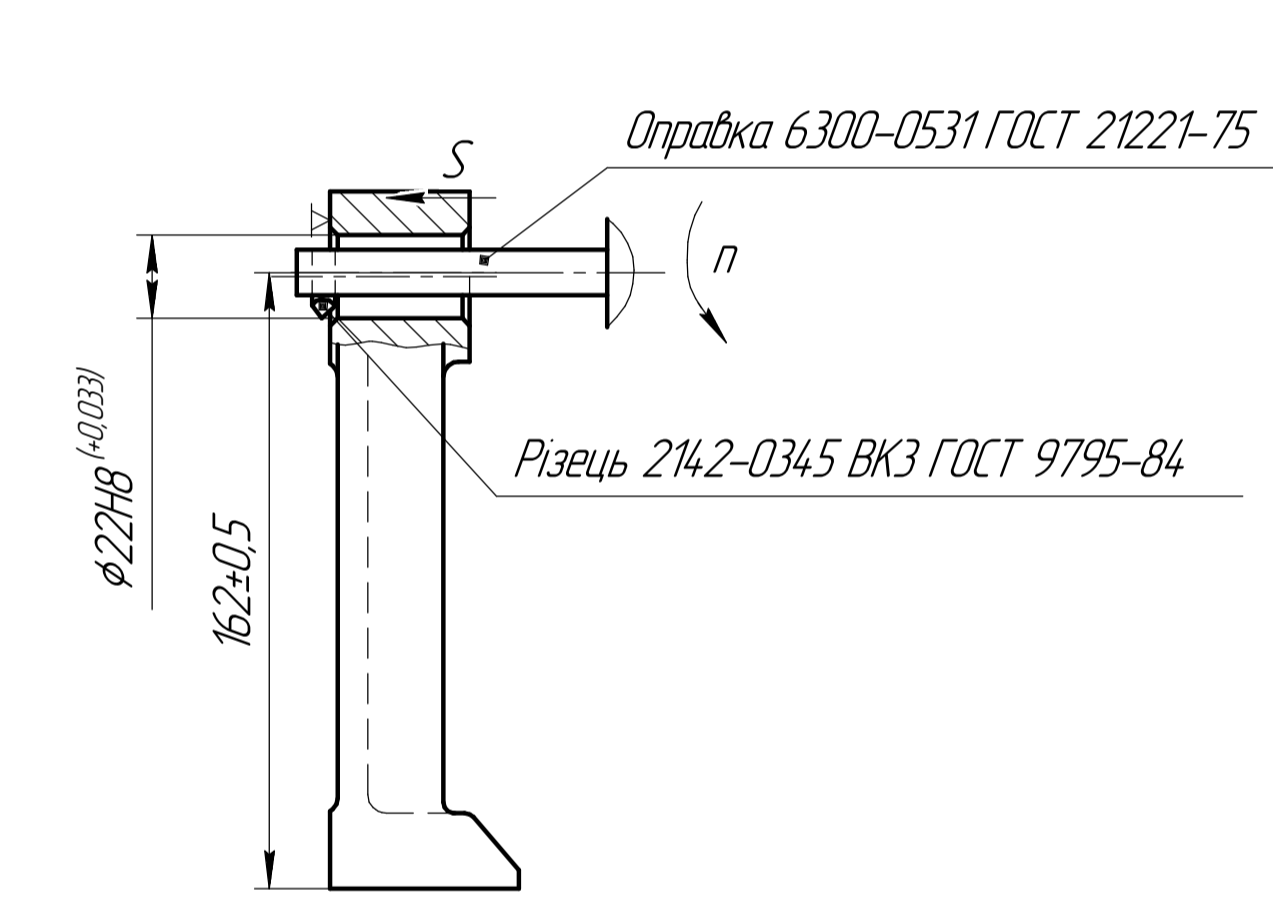
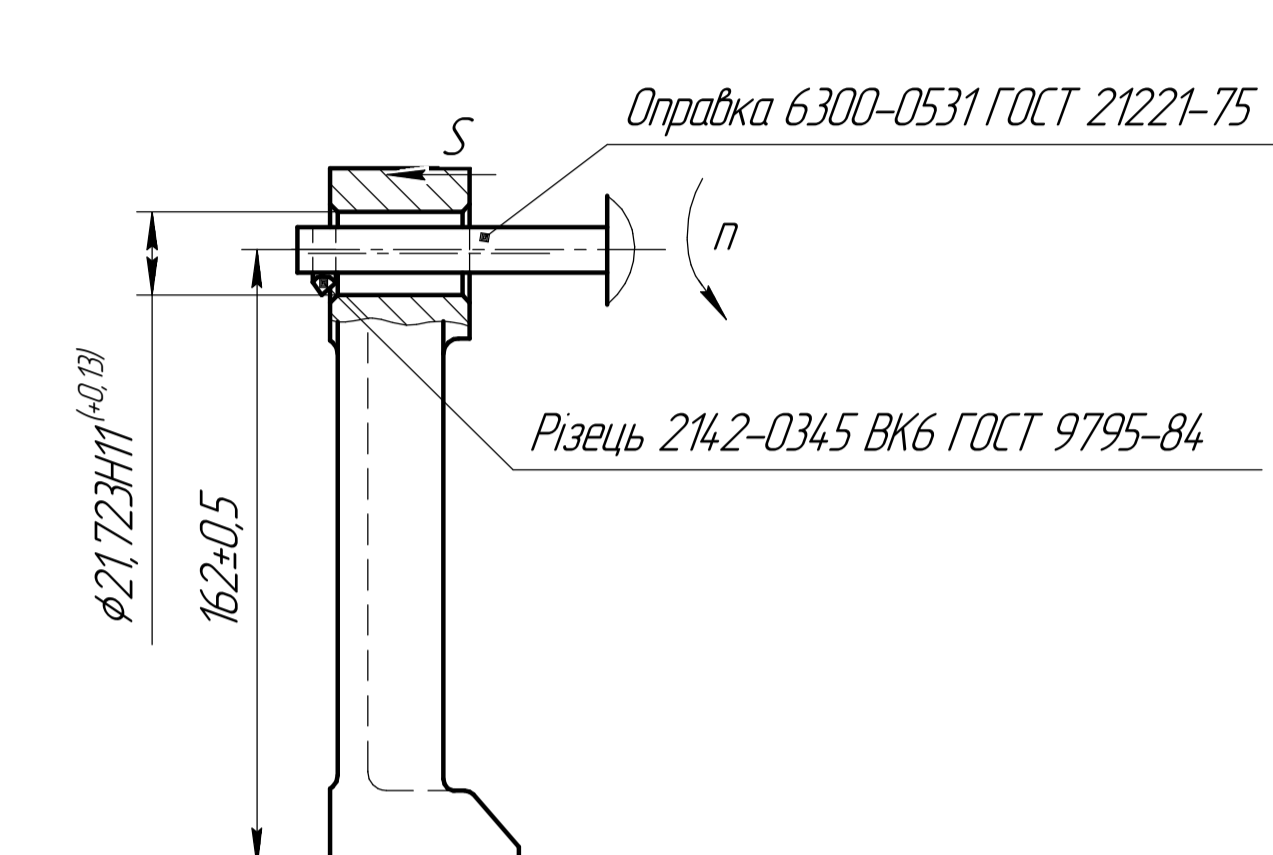
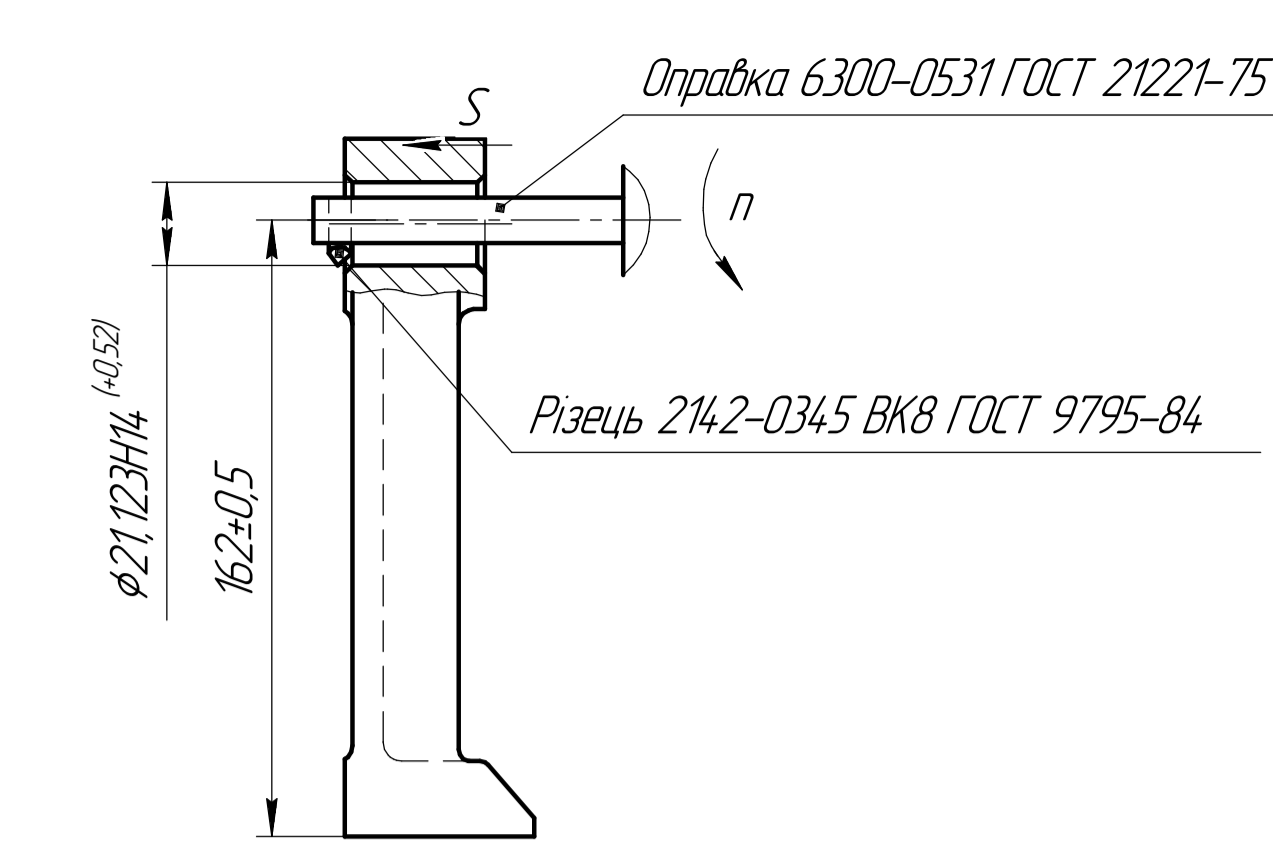
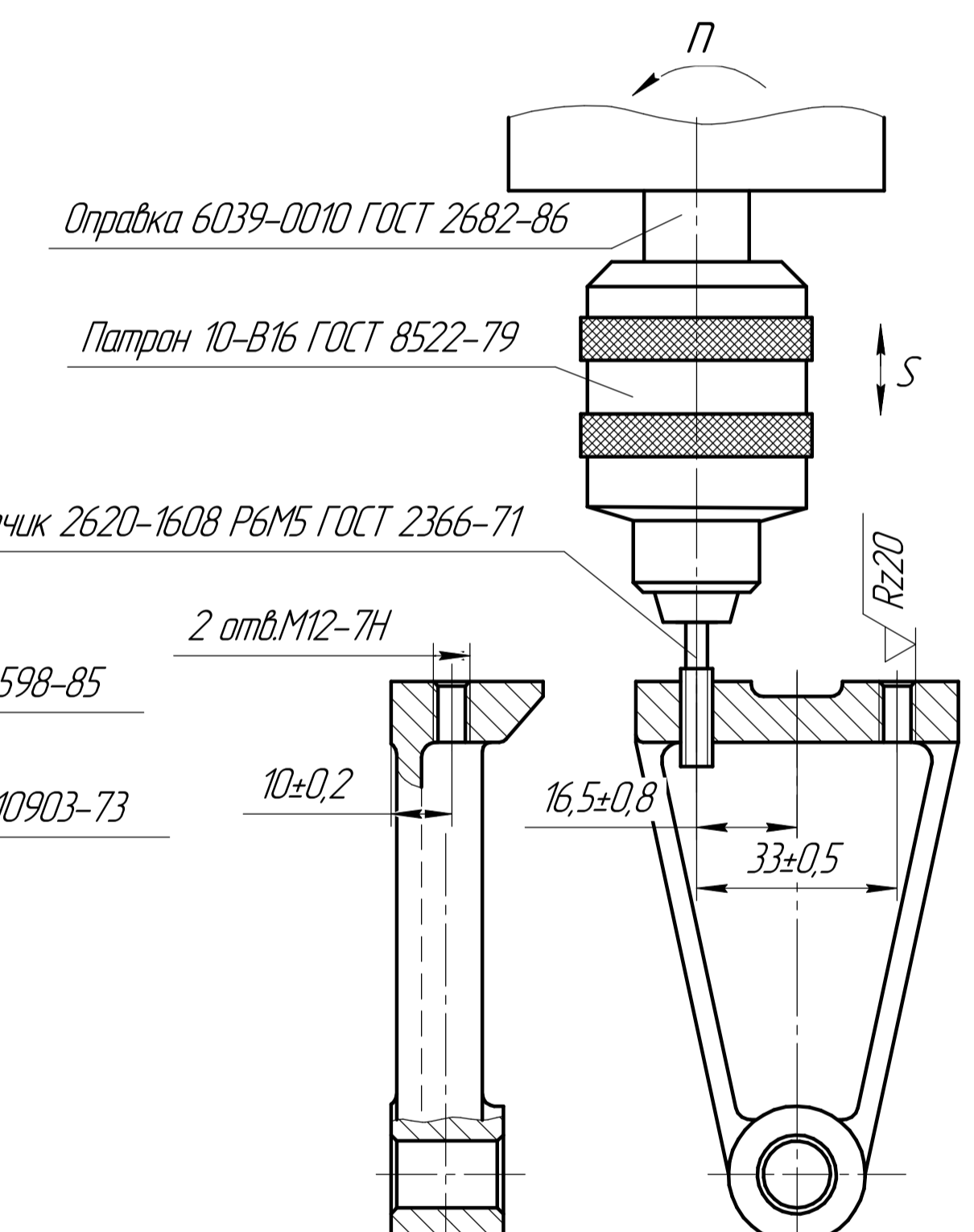
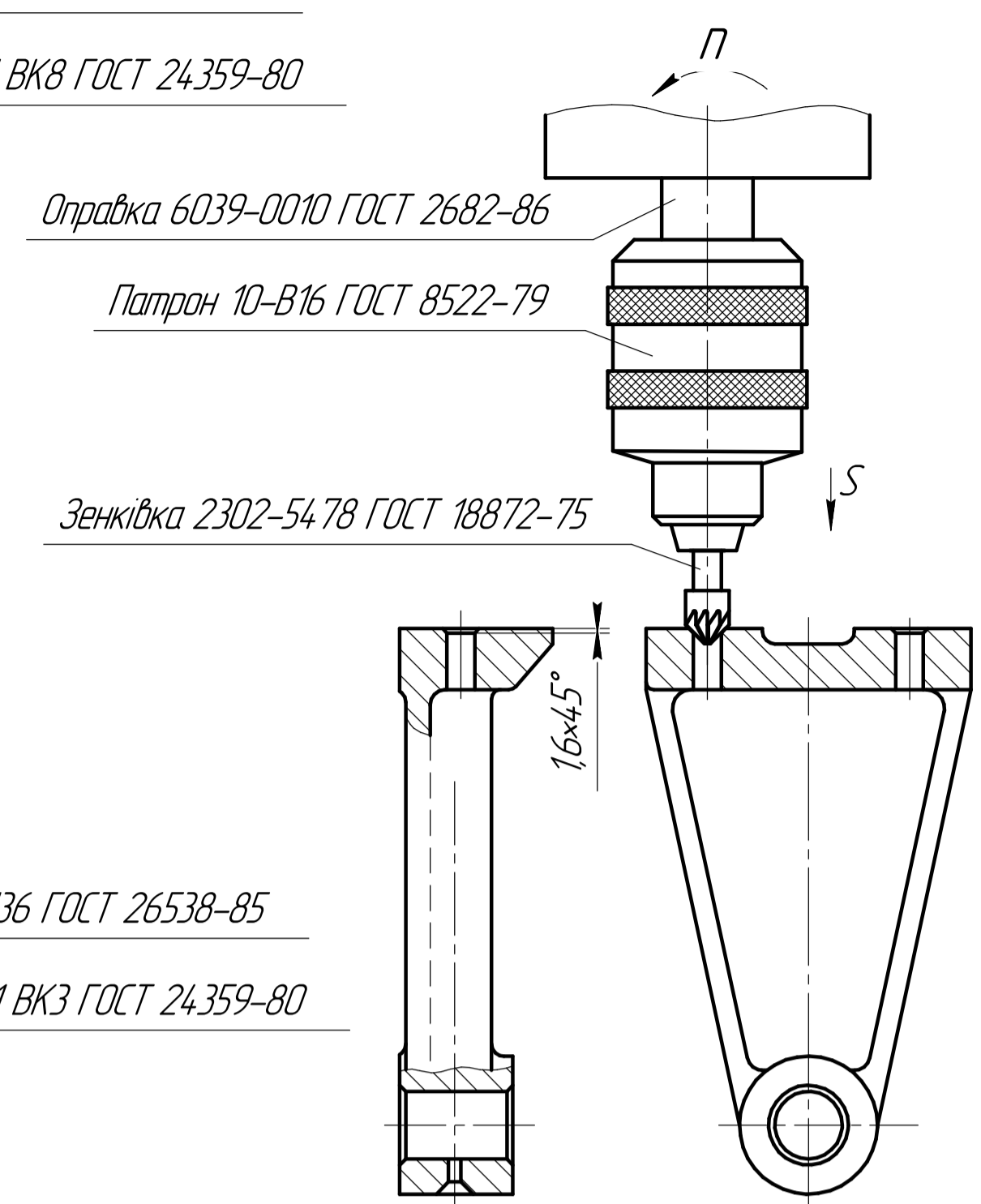
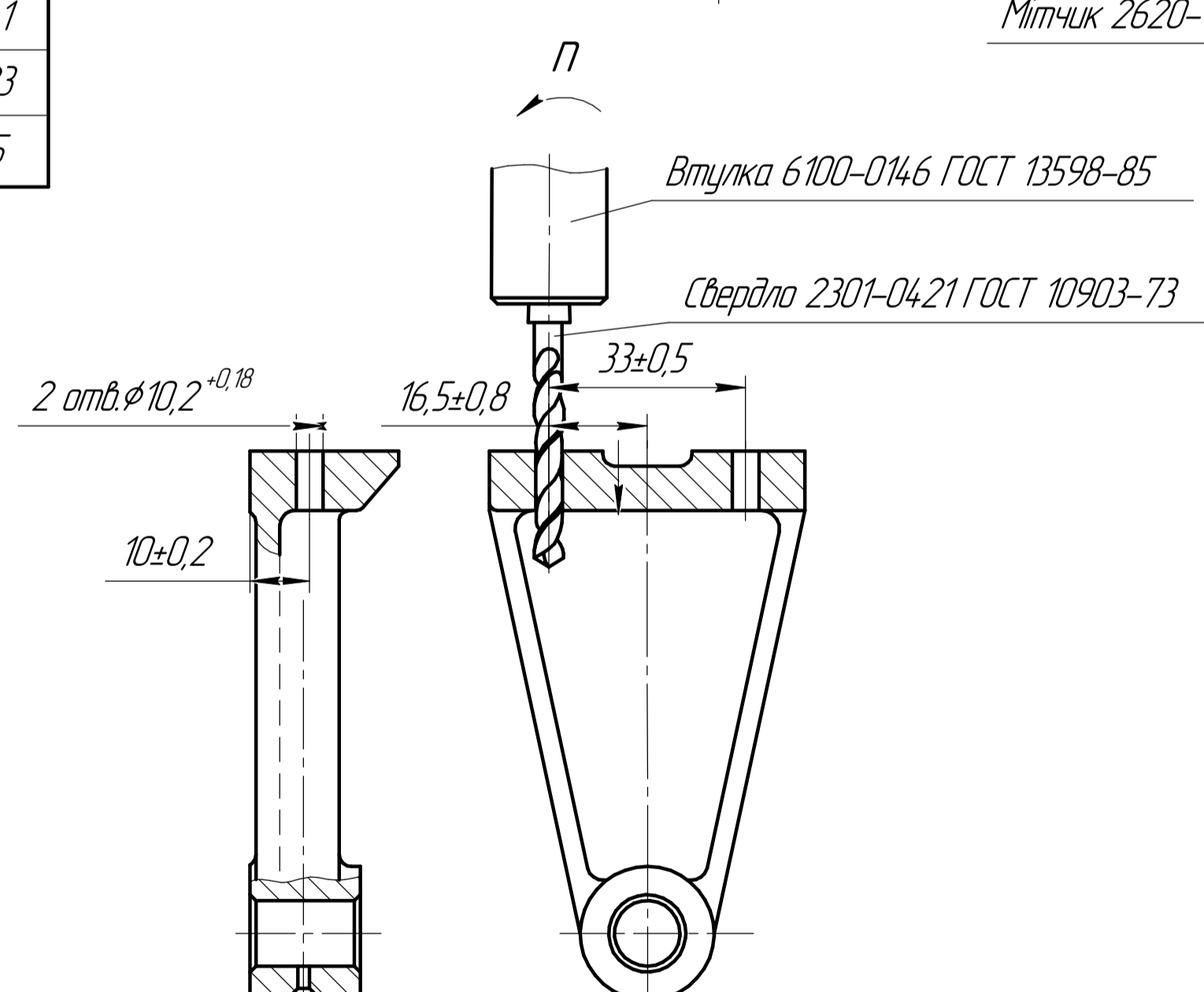
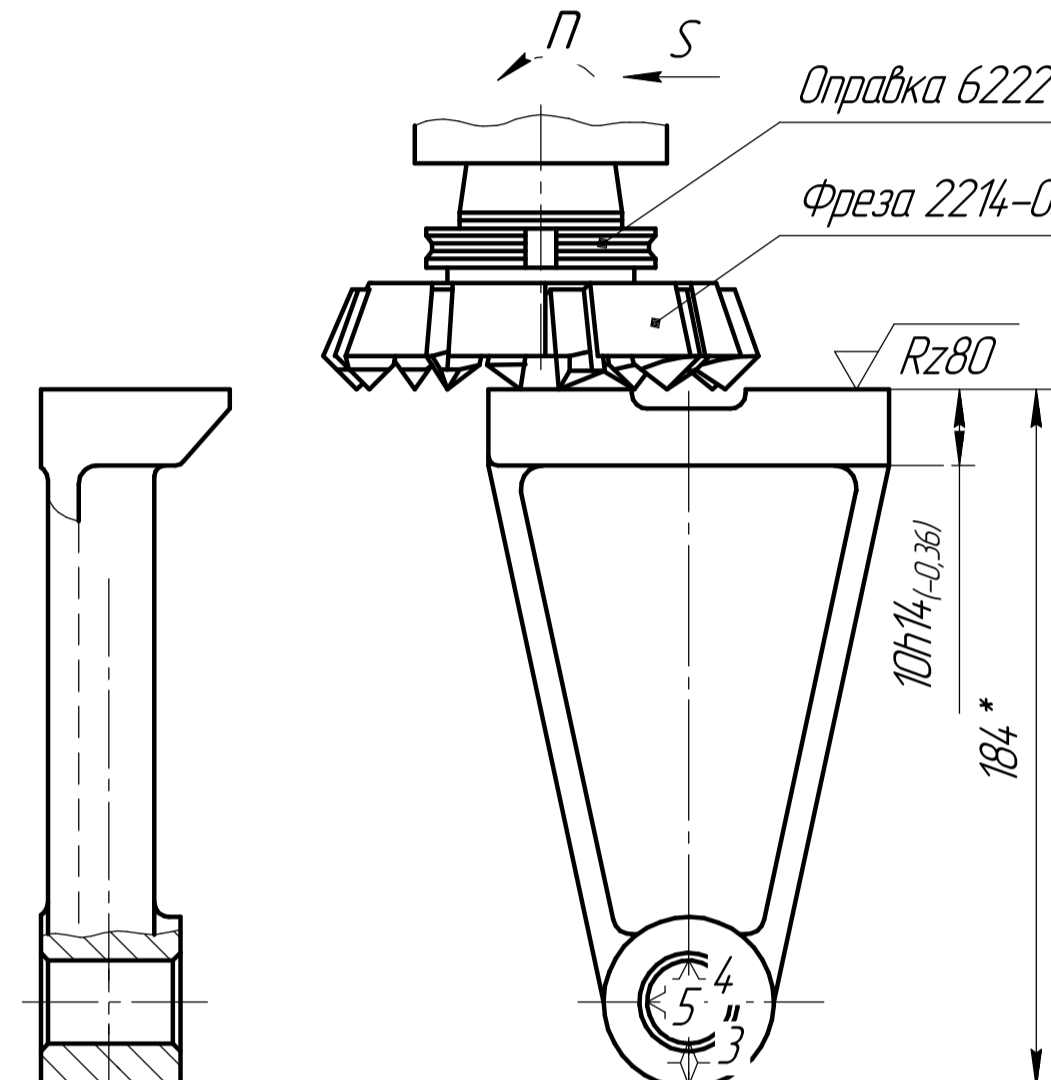
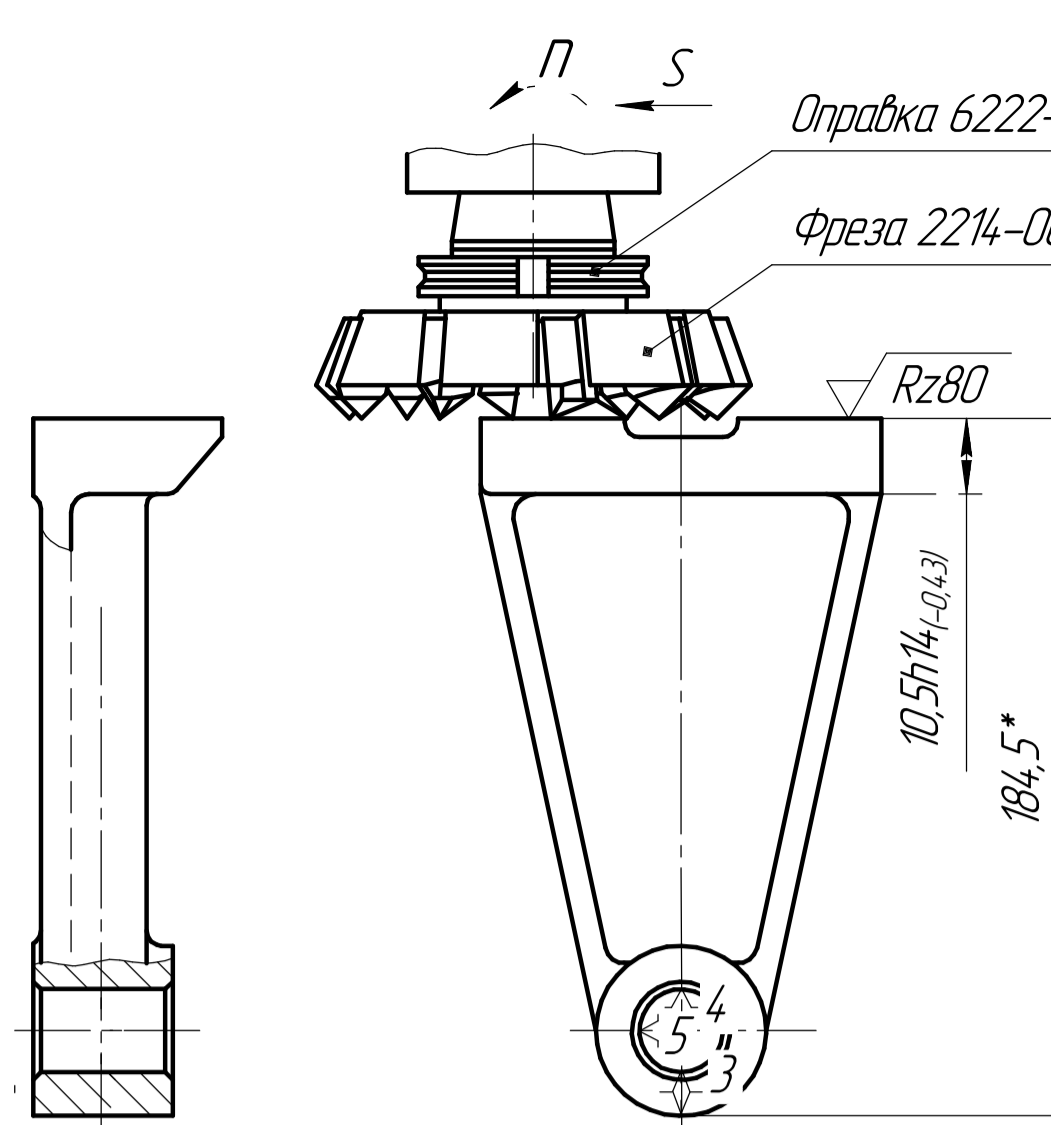
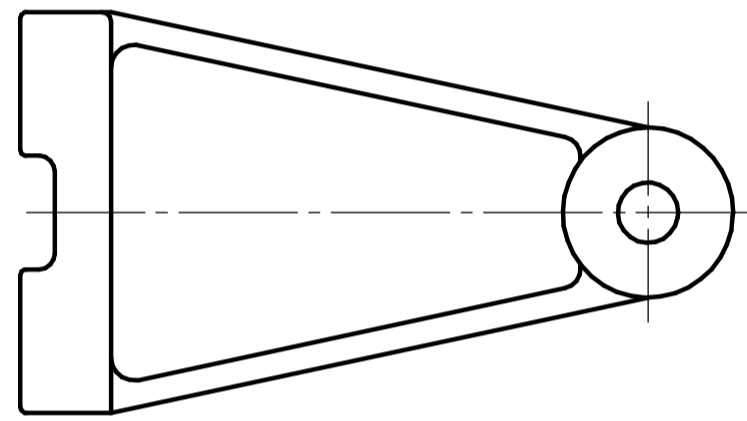
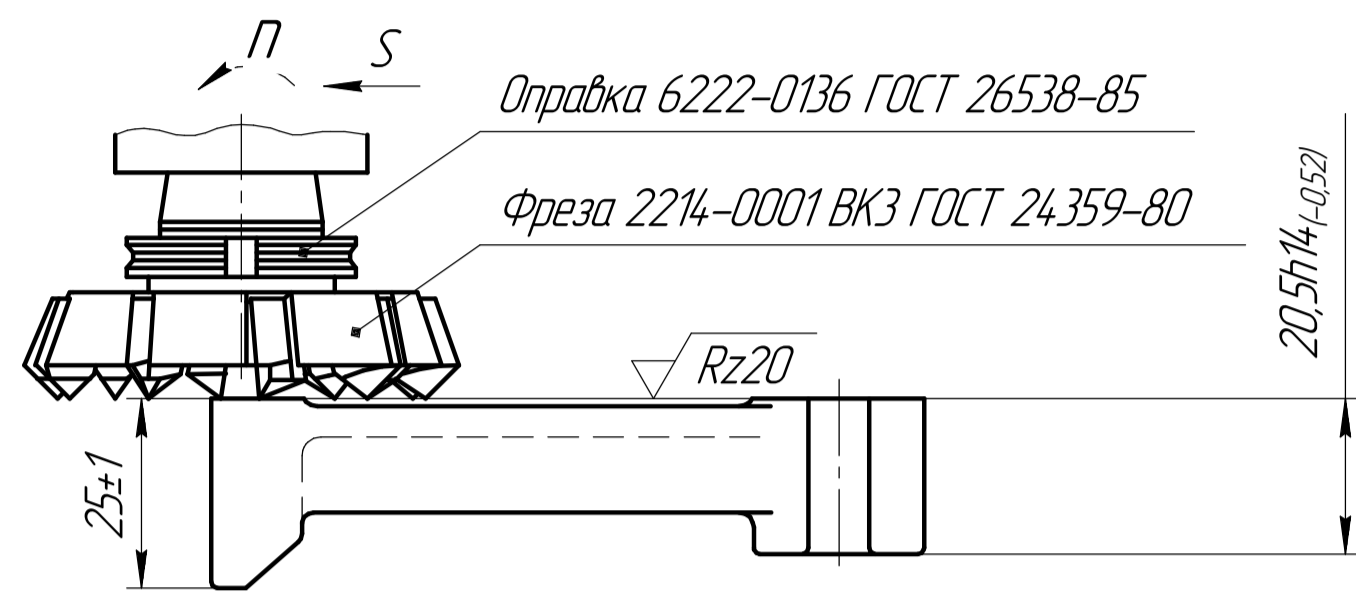
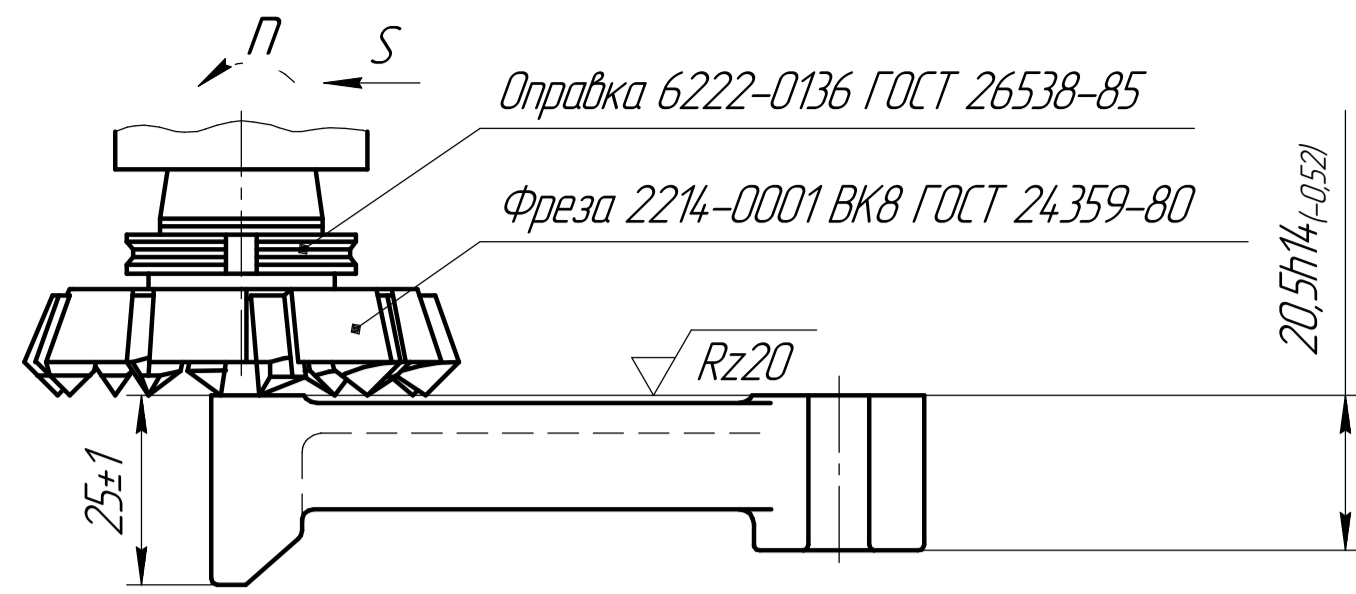
Підп. і дата

Інв. № підл.



- 1. Виливка – кл III ГОСТ 1855–55.
- 2. Ливарні радіуси 5 мм.

| | | | | | | | | |
|----------|--------|----------|-------|------|------------------------|-----------|-----------|---------|
| | | | | | KH.001.05.27 | | | |
| Зм. | Арк. | № док.м. | Підп. | Дата | Заготовка кронштейн | Лит. | Маса | Масштаб |
| Разроб. | Мацшин | | | | | | 1,96 | 1:2 |
| Перев. | Роп'як | | | | Аркцш | Аркцшів 1 | | |
| Т.контр. | Роп'як | | | | СЧ 18 ГОСТ 14.12–85 | | | |
| Реценз. | | | | | | | | |
| Н.контр. | Роп'як | | | | | | | |
| Затв. | Панчук | | | | ІФНТУНГ гр.ПМ-21-1 | | | |
| | | | | | Копіював | | Формат А3 | |



| №10 | Вертикально-фрезерная | Режимы резания | | | | |
|------------------------------------|--------------------------------|----------------|----------|---------|---------|---------------------|
| | | t, мм | S, мм/об | n, 1/хв | V, м/хв | t _о , хв |
| Вертикально-фрезерный верстат 6Р11 | | | | | | |
| № 1 | Фрезерувати поверхню 1 начарно | 2,5 | 15 | 315 | 98,91 | 0,19 |
| № 2 | Фрезерувати поверхню 3 начарно | 2,5 | 15 | 315 | 98,91 | 0,41 |
| № 3 | Фрезерувати поверхню 1 начисто | 0,5 | 0,8 | 500 | 157 | 0,23 |
| № 4 | Фрезерувати поверхню 3 начисто | 0,5 | 0,8 | 500 | 157 | 0,5 |

| №025 | Разточная з ЧПК | Режимы резания | | | | |
|---|---------------------------|----------------|----------|---------|---------|---------------------|
| | | t, мм | S, мм/об | n, 1/хв | V, м/хв | t _о , хв |
| Горизонтально-разточный верстат з ЧПК 2А620Ф1-1 | | | | | | |
| № 1 | Разточити отвір 2 начарно | 1,9 | 0,4 | 1250 | 84,95 | 0,84 |
| № 2 | Разточити отвір 2 начисто | 0,3 | 0,125 | 1600 | 109,77 | 0,21 |
| № 3 | Разточити фаску 5 | 2 | 0,1 | 1600 | 130,62 | 0,04 |
| № 4 | Разточити фаску 6 | 2 | 0,1 | 1600 | 130,62 | 0,04 |
| № 5 | Разточити отвір 2 тонко | 0,139 | 0,062 | 1600 | 110,53 | 0,42 |

| №020 | Фрезерно з ЧПК | Режимы резания | | | | |
|--------------------------------------|-----------------------------------|----------------|----------|---------|---------|---------------------|
| | | t, мм | S, мм/об | n, 1/хв | V, м/хв | t _о , хв |
| Вертикально-фрезерный верстат 6Р11Ф3 | | | | | | |
| № 1 | Фрезерувати поверхні 9-10 начарно | 3,5 | 15 | 315 | 98,91 | 0,23 |
| № 2 | Фрезерувати поверхні 9-10 начисто | 0,5 | 0,8 | 500 | 157 | 0,5 |
| № 3 | Сверліти отвори 11-12 | 5,1 | 0,1 | 710 | 22,7 | 0,78 |
| № 4 | Зенкувати фаски 13-14 | 16 | 0,1 | 710 | 30,76 | 0,02 |
| № 5 | Нарізати різьду в отворах 11-12 | 0,9 | 1,75 | 200 | 7,53 | 0,34 |

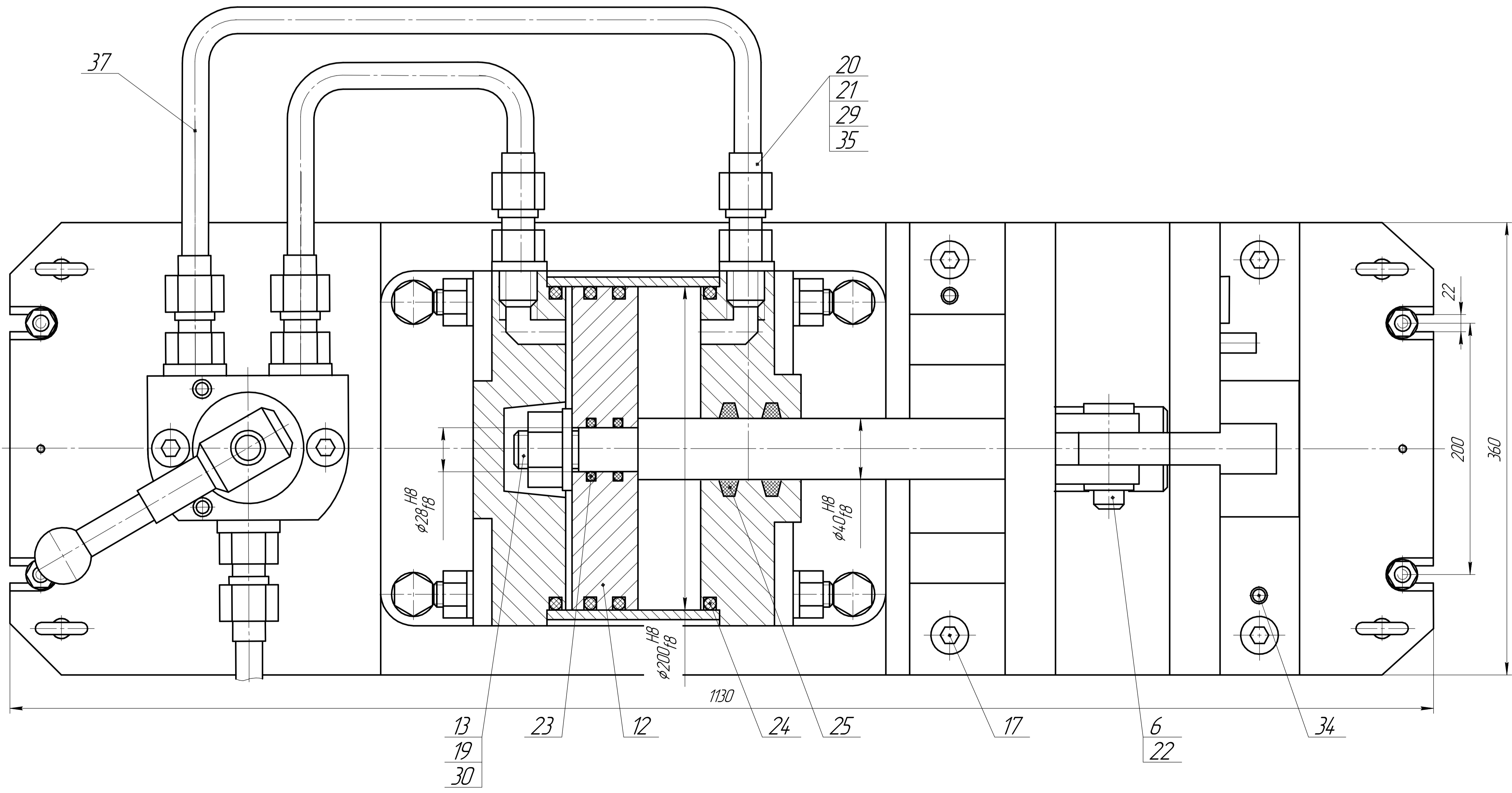
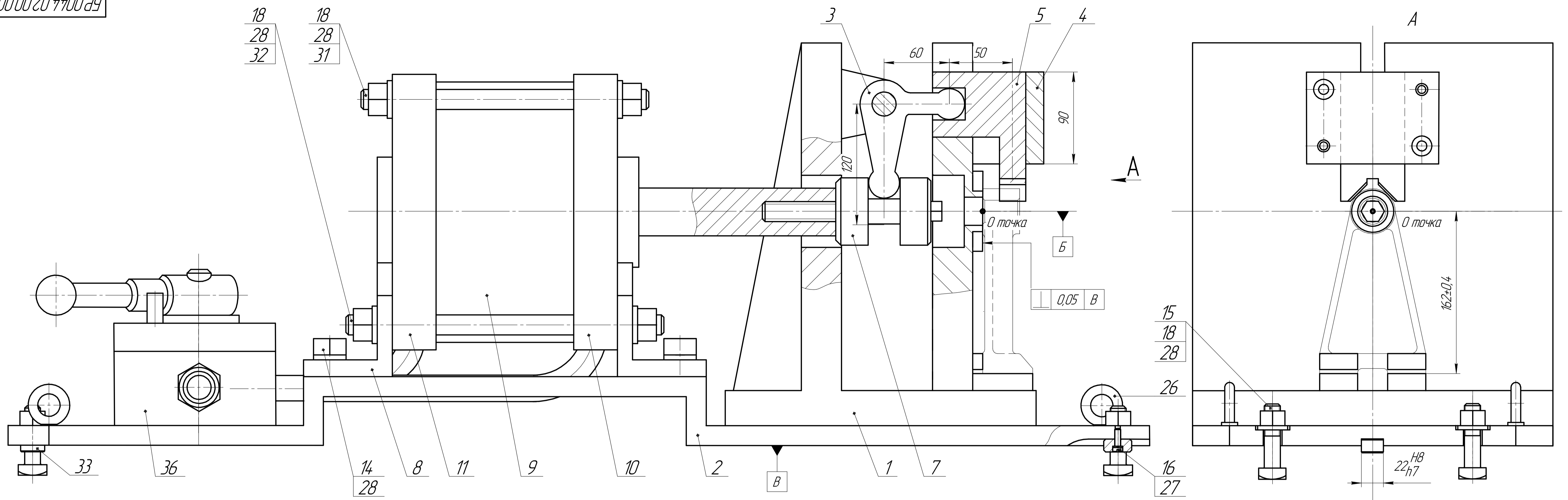
BR.004.0100.000 SK

Карта налагодження

| | | | | | | | |
|----------|--------|--------|-------|------|------|------|---------|
| Зм. | Арж. | № док. | Підп. | Дата | Лист | Маса | Масштаб |
| Розроб. | Машини | | | | | | 1:1 |
| Перев. | Роп'як | | | | | | |
| Технік. | Роп'як | | | | | | |
| Реценз. | | | | | | | |
| Начальн. | Роп'як | | | | | | |
| Затв. | Ланчик | | | | | | |

ІФНТУНГ
гр. ПМ-21-1
Формат А1

Перв. засвідч. №...
Виправ. №...
Лист. і дата...
Інд. № відп. №...
Інд. № підп. №...
Інд. № підп. №...



Технічна характеристика

1. Пристрій призначений для установки і закріплення кранштейна при розточуванні отвіра $\phi 22H8$ на верстаті 2А620Ф1-1.
2. Тип приводу – пневматичний.
3. Зусилля затиску пристрою (при $p=0,63 \text{ МПа}$) $Q=14785,4 \text{ Н}$.
4. Тиск в пневмережі $p=0,63 \text{ МПа}$.
5. Довжина робочого ходу паршня – 40 мм.

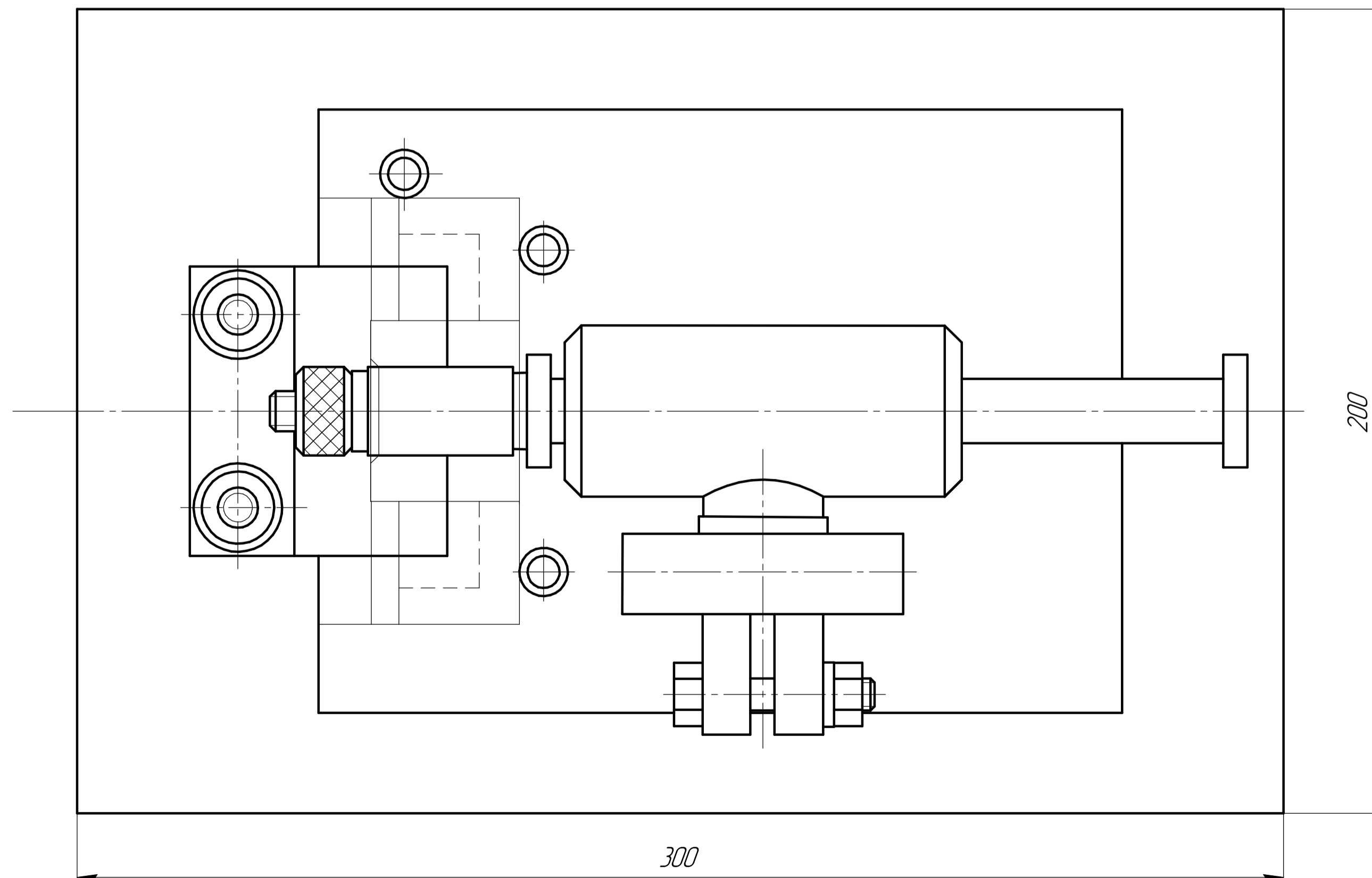
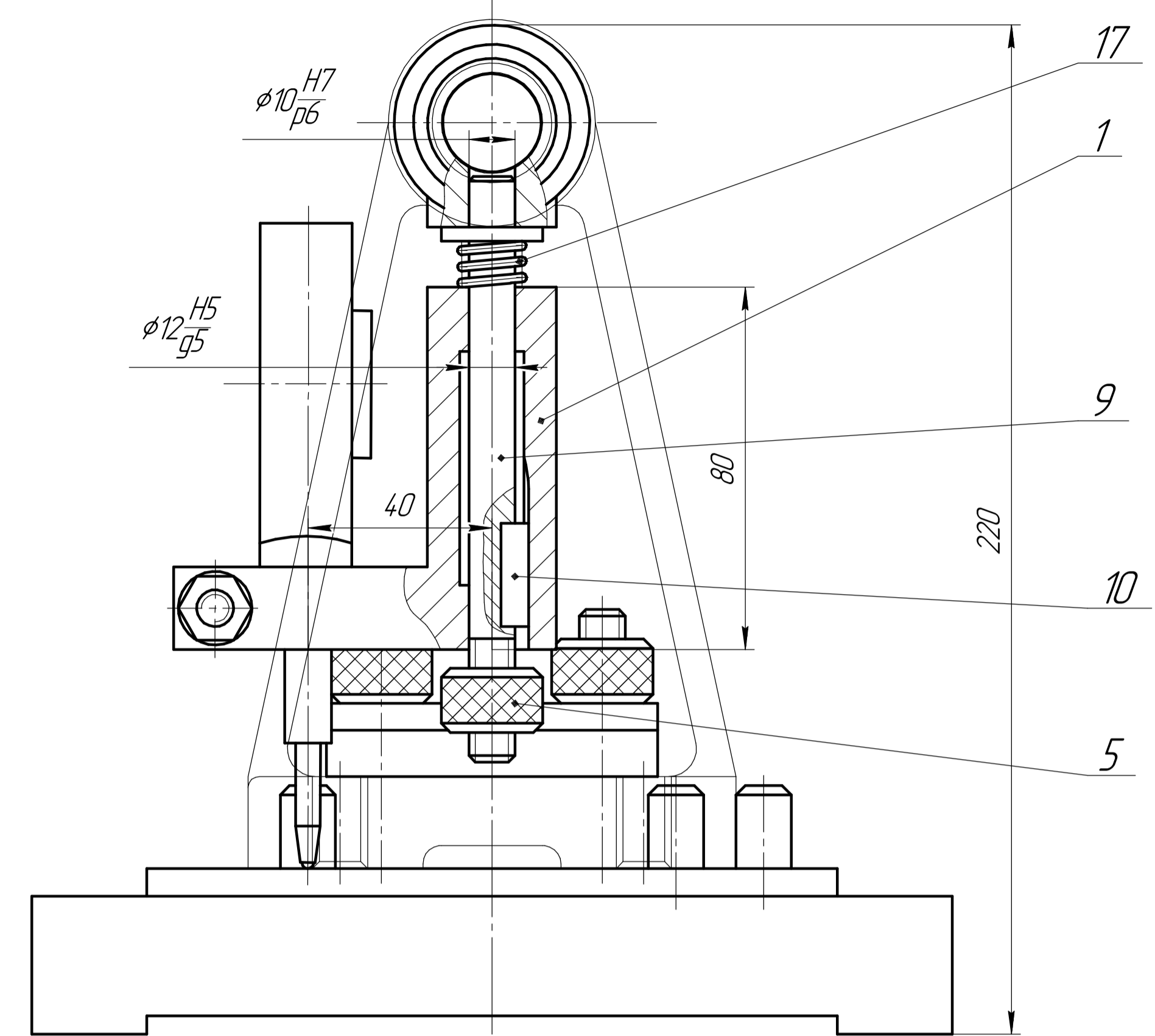
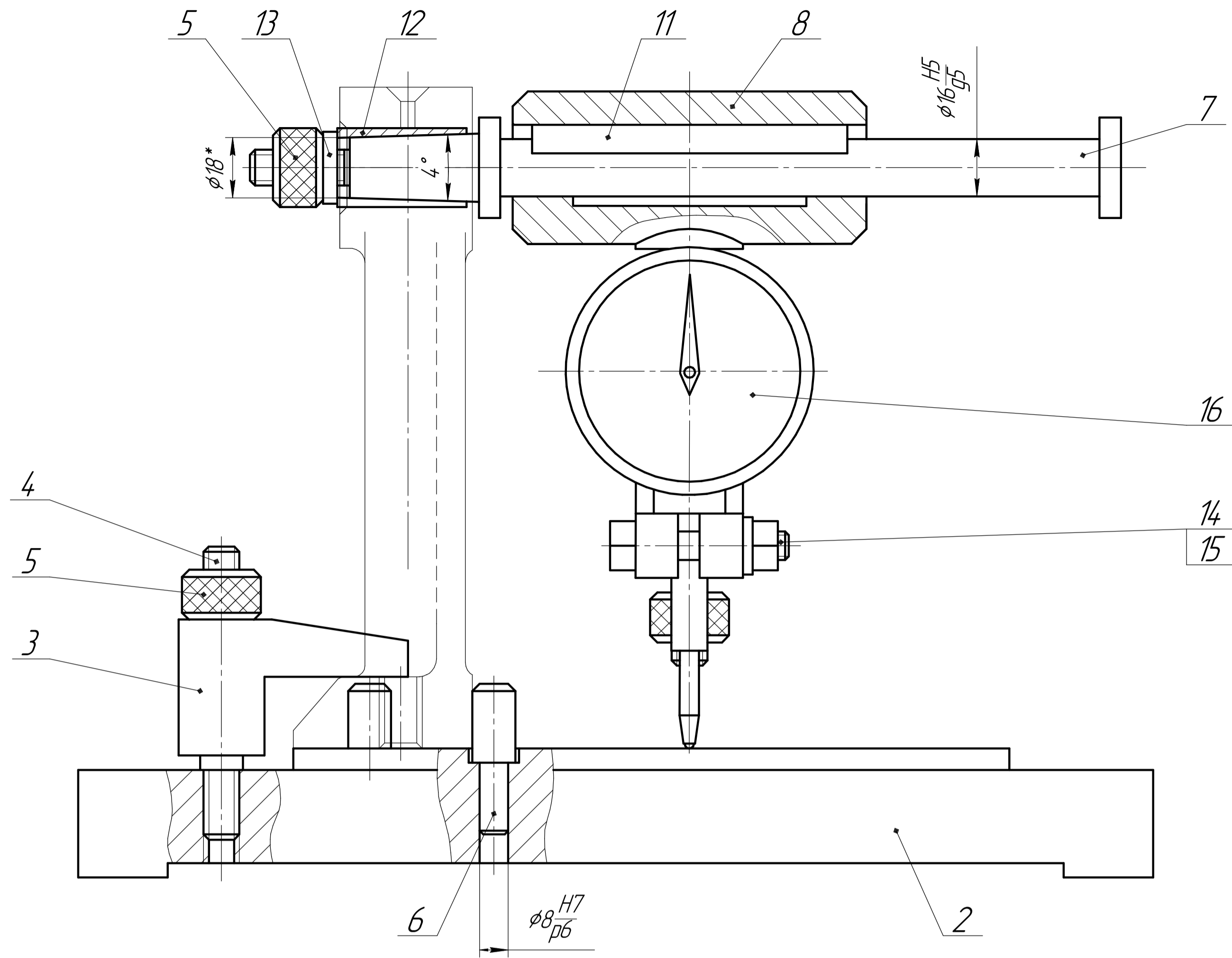
1. *Розміри для довідок.
2. Поверхні тертя при складанні змастити.
3. Пристрій повинен працювати плавно, без ривків і заїдань.
4. Виробувати при тиску $P=15P_{роб}$.
5. Маркувати.

| | | | | | | | |
|----------|------|---------|-------|----------------------|--------------------|------|---------|
| | | | | БР.0044.02.00.000 СК | | | |
| Зм. | Арк. | № док. | Підп. | Дата | Лист | Маса | Масштаб |
| Розроб. | | Мацишин | | | | 11,5 | 1:2 |
| Перев. | | Роп'як | | | | | |
| Т.контр. | | Роп'як | | | | | |
| Реценз. | | | | | | | |
| Інконтр. | | Роп'як | | | | | |
| Затв. | | Ланчук | | | | | |
| | | | | | Пристрій розточний | | |
| | | | | | ІФНТУНГ | | |
| | | | | | гр. ПМ-21-1 | | |
| | | | | | Формат А1 | | |

Лист заставки
Виправ. №
Підп. і дата
Відк. № док.
Відк. № док.
Відк. № док.

| Формат | Зона | Поз. | Позначення | Назва | Кільк. | Приміт |
|--------|------|------|----------------------|---------------------------|--------|--------|
| | | | | <u>Документація</u> | | |
| A1 | | | БР.0044.02.00.000 СК | Складальне креслення | × | |
| | | | | <u>Складальні одиниці</u> | | |
| | | 1 | БР.0044.02.01.000 | Корпус | 1 | |
| | | | | <u>Деталі</u> | | |
| | | 2 | БР.0044.02.00.001 | Плита | 1 | |
| | | 3 | БР.0044.02.00.002 | Важіль | 1 | |
| | | 4 | БР.0044.02.00.003 | Колодка напрямна | 1 | |
| | | 5 | БР.0044.02.00.004 | Прихват | 1 | |
| | | 6 | БР.0044.02.00.005 | Вісь | 1 | |
| | | 7 | БР.0044.02.00.006 | Шток | 1 | |
| | | 8 | БР.0044.02.00.007 | Кожух | 1 | |
| | | 9 | БР.0044.02.00.008 | Лапа | 1 | |
| | | 10 | БР.0044.02.00.009 | Корпус | 1 | |
| | | 11 | БР.0044.02.00.010 | Кришка передня | 1 | |
| | | 12 | БР.0044.02.00.011 | Кришка задня | 1 | |
| | | 13 | БР.0044.02.00.012 | Поршень | 1 | |
| | | 14 | БР.0044.02.00.013 | Шток | 1 | |

| | | | | |
|----------------------------|---------|----------|--------|---------|
| БР.0044.02.00.000СП | | | | |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |
| Розроб. | Мацішин | | | |
| Перевір. | Роп'як | | | |
| Н.контр. | Роп'як | | | |
| Затв. | Панчук | | | |
| Пристрій | | | Літ. | Аркуш |
| розточний | | | Н | Аркушів |
| | | | 1 | 3 |
| ІФНТУНГ | | | | |
| гр.ПМ-21-1 | | | | |



Пристрій призначений для контролю паралельності отвору $\phi 22H8$ відносно площини "Г" кронштейна 0,06 мм.
 Похибка мікрометра 0,0018 мм.
 Похибка вимірювання пристроєм 0,013 мм.

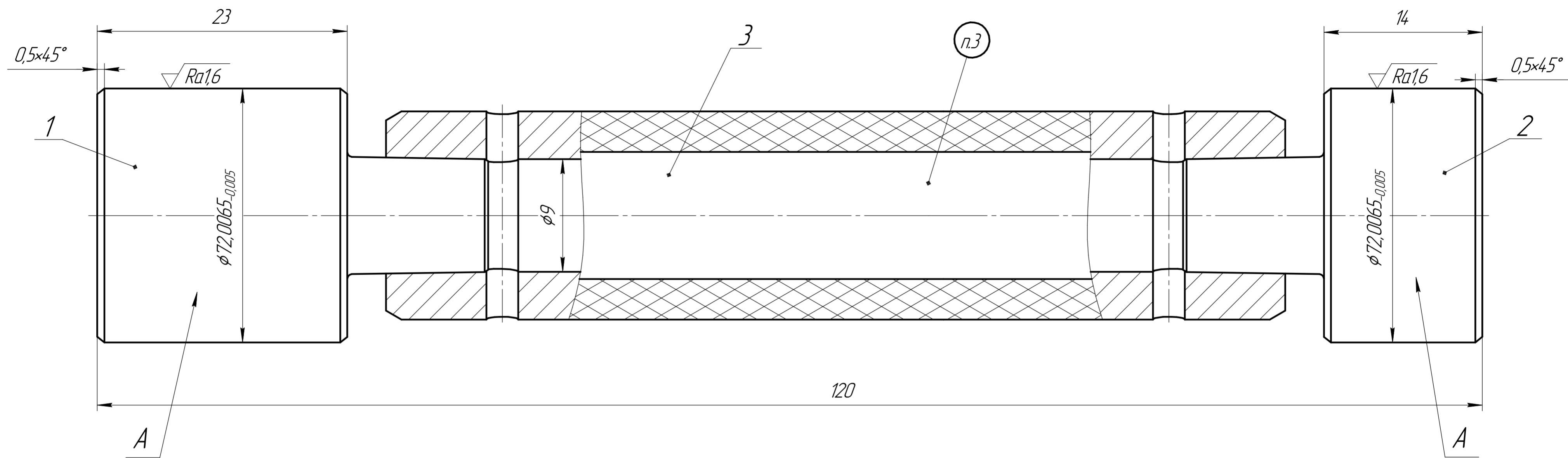
1. *Розміри для довідок.
 2. Маркувати.

| | | | | | | |
|------------|----------|--------|-------|----------------------|-------------|------|
| | | | | БР.0044.03.00.000 СК | | |
| | | | | Пристрій контрольний | | |
| Зм. | Арк. | № док. | Підп. | Дата | Лист | Маса |
| Розроб. | Машинов. | | | | 6 | 11 |
| Перев. | Реп'як | | | | Архив 1 | |
| Т.контр. | Реп'як | | | | 1ФНТУНГ | |
| Реценз. | | | | | гр. ПМ-21-1 | |
| Інж.контр. | Реп'як | | | | Формат А1 | |
| Затв. | Ланчук | | | | Копія | |

Лист заставки
 Виправ. №
 Підп. і дата
 Взам. інв. №
 Інв. № відп.
 Інв. № відп.

| Формат | Зона | Поз. | Позначення | Назва | Кільк. | Приміт |
|--------|------|------|---------------------|----------------------------------|--------|--------|
| | | | | <i>Документація</i> | | |
| A1 | | | БР.0044.03.00.000СК | Складальне креслення | × | |
| | | | | <i>Складальні одиниці</i> | | |
| | | 1 | БР.0044.03.01.000 | Корпус | 1 | |
| | | | | <i>Деталі</i> | | |
| | | 2 | БР.0044.03.00.001 | Плита | 1 | |
| | | 3 | БР.0044.03.00.002 | Прихват | 1 | |
| | | 4 | БР.0044.03.00.003 | Шпилька | 2 | |
| | | 5 | БР.0044.03.00.004 | Гайка | 4 | |
| | | 6 | БР.0044.03.00.005 | Палець | 1 | |
| | | 7 | БР.0044.03.00.006 | Шток | 1 | |
| | | 8 | БР.0044.03.00.007 | Корпус | 1 | |
| | | 9 | БР.0044.03.00.008 | Шток | 1 | |
| | | 10 | БР.0044.03.00.009 | Шпонка | 1 | |
| | | 11 | БР.0044.03.00.010 | Шпонка | 1 | |
| | | 12 | БР.0044.03.00.011 | Втулка розрізна | 1 | |
| | | 13 | БР.0044.03.00.012 | Шайба | 1 | |
| | | | | <i>Стандартні вироби</i> | | |
| | | 14 | | Болт М6х20.58.05 ГОСТ 7808-71 | 1 | |

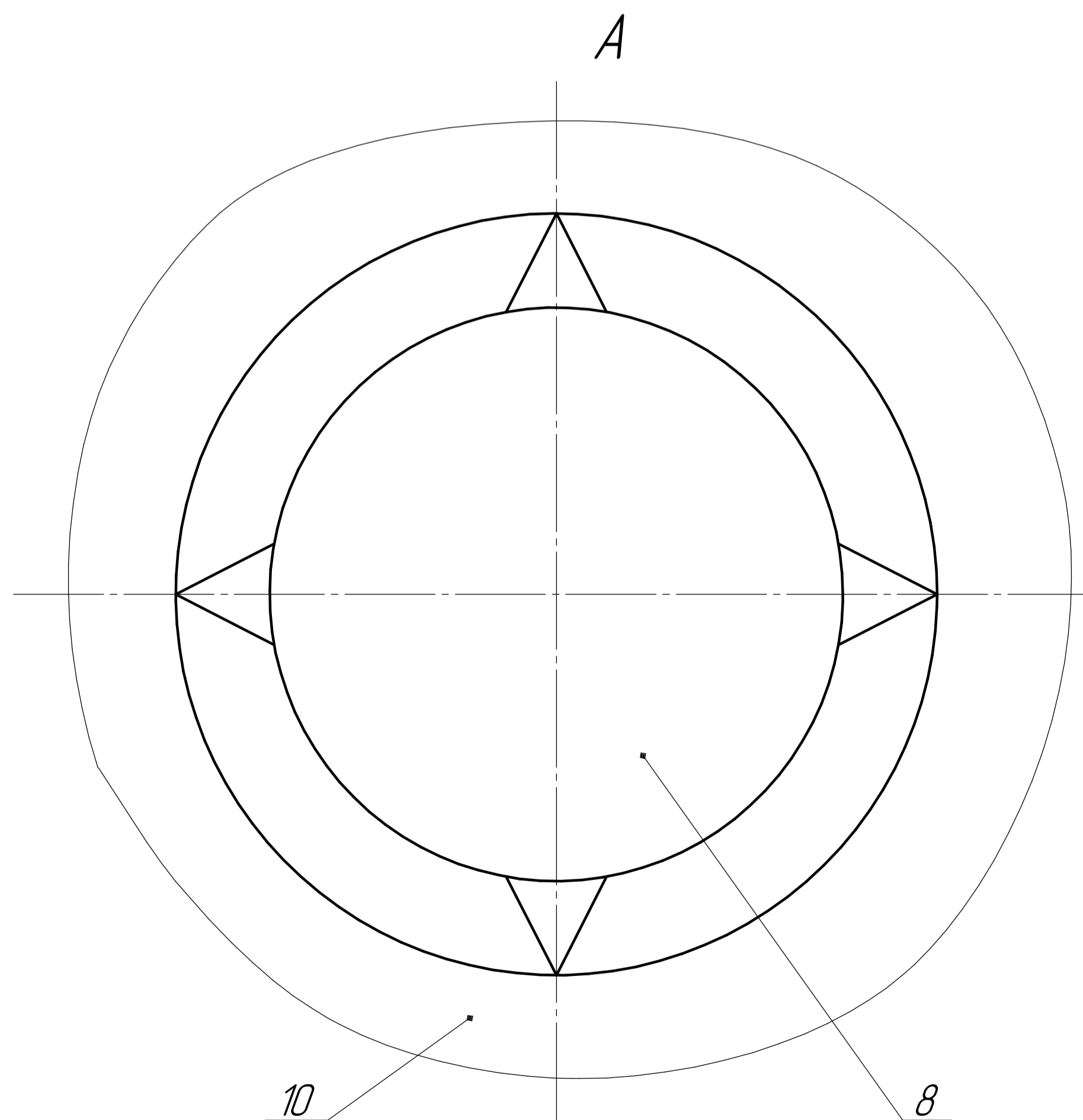
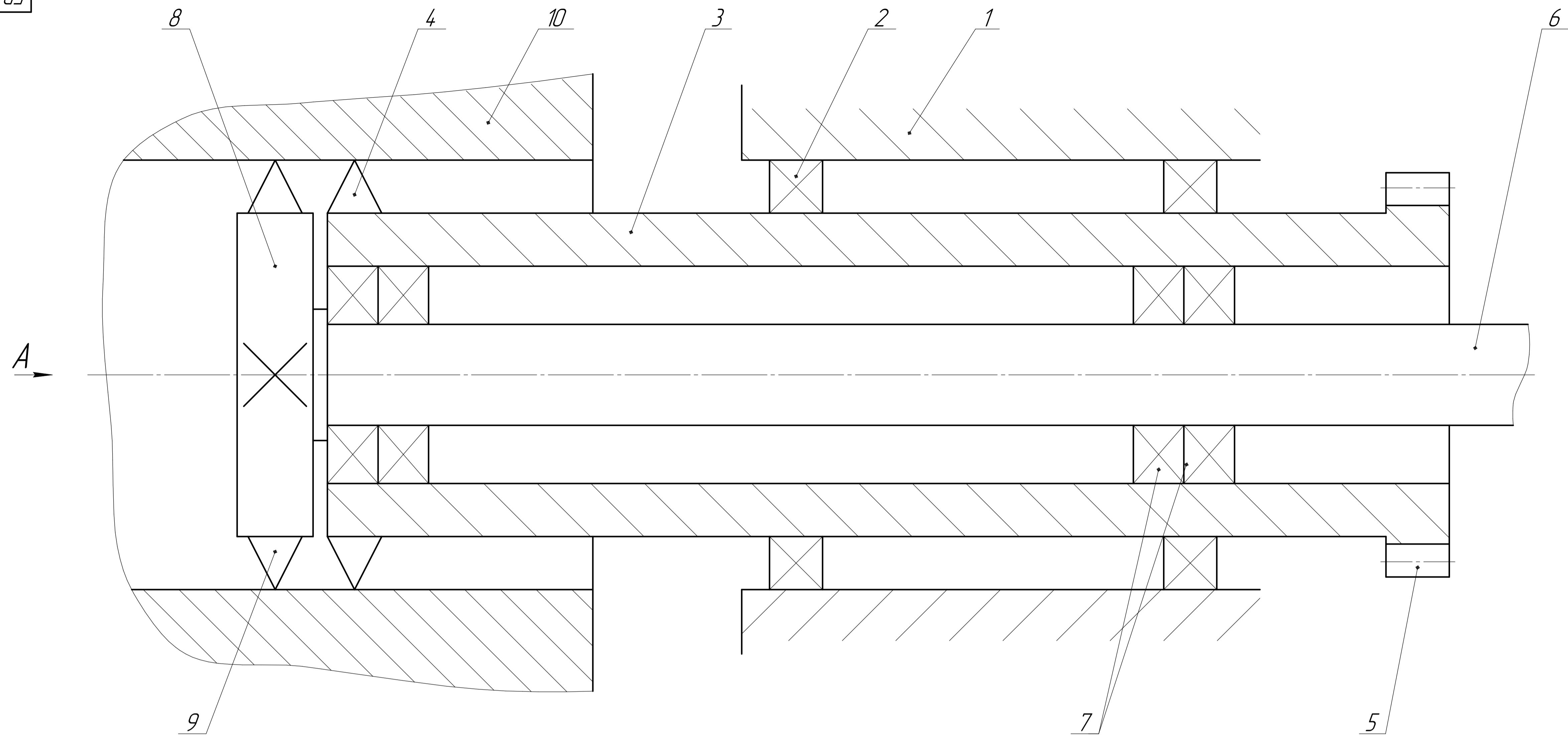
| | | | | |
|----------------------------|---------|----------|--------------------|---------|
| БР.0044.03.00.000СП | | | | |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |
| Розрод. | Мацішин | | | |
| Перевір. | Роп'як | | | |
| Н.контр. | Роп'як | | | |
| Затв. | Панчук | | | |
| Пристрій | | | КОНТРОЛЬНИЙ | |
| | | Літ. | Аркцш | Аркцшів |
| | | Н | 1 | 2 |
| ІФНТУНГ | | | | |
| ПМ-21-1 | | | | |



1. H14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$.
2. 2. Поверхню А цементувати h 0,8..1,2 мм, HRC 30..35.
3. Маркувати.

| | |
|-----------------|--|
| Перв. застосує. | |
| Випроб. № | |
| Підп. і дата | |
| Інв. № дідн. | |
| Взам. інв. № | |
| Підп. і дата | |
| Інв. № підп. | |

| | | | | | | |
|----------|--------|----------|-------|----------------------|------------------------|--------|
| | | | | БР.0044.04.00.000 СК | | |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата | Калібр-пробка 22Н8 | |
| Разроб. | Мацшин | | | | | |
| Перев. | Роп'як | | | | Лит. | Маса |
| Т.контр. | Роп'як | | | | | 0,12 |
| Реценз. | | | | | Аркцш | Аркцшв |
| Н.контр. | Роп'як | | | | | 1 |
| Затв. | Панчук | | | | ІФНТУНГ гр. ПМ-21-1 | |
| | | | | | Сталь 20Х ГОСТ 4354-81 | |
| | | | | | Формат А2 | |



- 1. *Разміри для довідок.
- 2. Поверхні тертя при складанні змастити.
- 3. Маркувати.

| БР.0044.05.00.000 СК | | | | | Лист | Масса | Маштаб |
|----------------------|---------|--------|--------|------|-------------|-------|--------|
| Зм. | Арж. | № док. | Підпис | Дата | | 2,5 | 2:1 |
| Розроб. | Машиляк | | | | | | |
| Перевір. | Рот'як | | | | Архив | | 1 |
| Т.контр. | Рот'як | | | | ІФНТУНГ | | |
| Н.контр. | Рот'як | | | | гр. ПМ-21-1 | | |
| Затв. | Ланчук | | | | | | |

Пристрій для розточування отворів

| Формат | Зона | Поз. | Позначення | Назва | Кільк. | Приміт |
|--------|------|------|----------------------|----------------------|--------|--------|
| | | | | <i>Документація</i> | | |
| A1 | | | БР.0044.02.00.000 СК | Складальне креслення | × | |
| | | | | <i>Деталі</i> | | |
| | | 1 | БР.0044.05.00.001 | Корпус | 1 | |
| | | 2 | БР.0044.05.00.002 | Підшипник | 2 | |
| | | 3 | БР.0044.05.00.003 | Головка | 1 | |
| | | 4 | БР.0044.05.00.004 | Ріжучий елемент | 4 | |
| | | 5 | БР.0044.05.00.005 | Вінець зубчатий | 1 | |
| | | 6 | БР.0044.05.00.006 | Вал | 1 | |
| | | 7 | БР.0044.05.00.007 | Підшипник | 4 | |
| | | 8 | БР.0044.05.00.008 | Головка | 1 | |
| | | 9 | БР.0044.05.00.009 | Ріжучий елемент | 4 | |
| | | 10 | БР.0044.05.00.010 | Деталь | 1 | |

| | | | | |
|--|---------|----------|-------------------------------|---------|
| <i>БР.0044.05.00.000СП</i> | | | | |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |
| Розрод. | Мацішин | | | |
| Перевір. | Роп'як | | | |
| Н.контр. | Роп'як | | | |
| Затв. | Панчук | | | |
| <i>Пристрій для розточування отворів</i> | | | Літ. | Аркцш |
| | | | Н | Аркцшів |
| | | | 1 | 1 |
| | | | <i>ІФНТУНГ гр.ПМ-21-1</i> | |