

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

Інститут інженерної механіки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Мельник Олександр Богданович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.9
(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Технологія виготовлення деталі "Шпindel 0735.4014 14 202"

(назва роботи)

Прикладна механіка

(назва освітньої програми)

131- Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

О.Б. Мельник

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Карпик Роман Тимофійович к.т.н., доц.

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

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

професор

(посада)

(підпис)

(дата)

В.Г. Панчук

(ініціали та прізвище)

Рецензент

(посада)

(підпис)

(дата)

(ініціали та прізвище)

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

м.Івано-Франківськ-2021 рік

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут інженерної механіки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Освітній рівень - бакалавр

Спеціальність 131-Прикладна механіка

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

В.Г. Панчук

« » 20 року

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

Мельнику Олександрю Богдановичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Технологія виготовлення деталі "Шпindelь 0735.4014 14 202"

керівник роботи Карпик Роман Тимофійович к.т.н., доц

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

затвержені наказом закладу вищої освіти від "10"березня 2021 року № 93/7

2. Строк подання студентом роботи до 15.06.2021 р.

3. Вихідні дані до роботи 1. Робоче креслення деталі; 2. Типовий технологічний процес (базовий)

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

1. Конструкторсько-технологічний аналіз

2. Проектування технології виготовлення деталі

3. Проектування технологічної оснастки

4. Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК

5. Висновки

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

1. Креслення деталі і заготовки

2. Карти технологічної обробки деталі

3. Складальне креслення пристрою для механічної обробки деталі

4. Креслення контрольного пристрою

5. Науково-дослідна частина

6. Керуюча програма для обробки деталі на верстаті з ЧПК

6. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|---------------|---|----------------|------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| 1, 2, 3, 4, 5 | Карпик Р.Т. професор кафедри КМВ | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

7. Дата видачі завдання 12 березня 2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів бакалаврської роботи | Термін виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|--|--------------------------------|----------|
| 1 | Конструкторсько-технологічний аналіз | 26.03.2021 | |
| 2 | Карти технологічної обробки деталі | | |
| | деталі | 20.04.2021 | |
| 3 | Проектування технологічної оснастки | 20.05.2021 | |
| 4 | Створення керуючої програми для обробки на | | |
| | верстаті з ЧПК | 02.06.2021 | |
| 5 | Науково-дослідна частина | 09.06.2021 | |
| 6 | Графічна частина | 12.06.2021 | |
| 7 | Пояснювальна записка | 15.06.2021 | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Студент _____
(підпис)

Мельник О.Б.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Карпик Р.Т.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційної бакалаврської роботи: «Технологія виготовлення деталі "Шпиндель 0735.4014 14 202" ».

Розрахунково-пояснювальна записка: 59 сторінок, 27 рисунків, 13 таблиць, 2 посилання, аркушів ф. А4 додатків.

Графічна частина: 5 аркушів формату А1.

Об'єкт дослідження – технологічний процес механічної обробки.

Предмет дослідження – деталь "Шпиндель 0735.4014 14 202"

Мета роботи – розробити технологічний процес виготовлення шпинделя 0735.4014 14 202, який дозволить отримати деталь згідно технічних вимог.

Відповідно до поставленого завдання у бакалаврській роботі проведено аналіз конструкції та типовий технологічний процес її виготовлення; метод отримання заготовки. За результатами аналізу, та враховуючи рекомендації літературних джерел було запропоновано проєктний техпроцес її виготовлення для заданого типу виробництва, відповідно якому: обґрунтовано спосіб отримання заготовки; розраховано припуски та режими різання, а також норми часу на механообробні операції. Для підвищення продуктивності праці та забезпечення техніки безпеки при обробці деталі на фрезерному верстаті з автоматичною зміною інструмента спроектовано спеціальний верстатний пристрій, працездатність якого підтверджено розрахунками наведеними в пояснювальній записці. Запропоновано конструкцію та спроектовано контрольний пристрій для перевірки торцевого биття у деталі шпиндель, яка підтверджує правильність її виготовлення. У науково-дослідній частині роботи проведено дослідження різьбового механізму верстатного пристрою, яке підтверджує його працездатність. В додатках наведена технологічна документація та специфікація пристроїв.

Результати роботи можуть бути використані в машинобудівній галузі.

Ключові слова: *деталь, заготовка, технологічна операція, режими різання, швидкість різання, оснастка, пристрій, сила затиску, інструмент.*

Студент: Мельник О.Б.

SUMMARY

of Qualification bachelor's work: «Technology of manufacturing of the component "Spindle 0735.4014 14 202"».

Calculation and explanatory note: 59 pages, 27 figures, 13 tables, 2 references, ___ sheets of A4 format of annexes.

Graphic part: 5 sheets of A1 format.

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

The subject of research is a component "Spindle 0735.4014 14 202"

The purpose of the work is to develop the technological process of making spindle 0735.4014 14 202, which will allow to obtain the component in accordance with technical requirements.

In accordance with the task in the bachelor's work, the analysis of structure and the typical technological process of its manufacturing were carried out; the method of obtaining the workpiece. According to the results of the analysis, and taking into account the recommendations of literary sources, a draft technological process of its manufacturing for a given type of production was proposed, according to which: the method of obtaining the workpiece was substantiated; allowances and modes of cutting, as well as the norms of time for machining operations, were calculated. To increase productivity and ensure safety when processing parts on a milling machine with automatic tool change, a special machine tool is designed, the efficiency of which is confirmed by the calculations given in the explanatory note. The structure is proposed and a control device for checking the frontal beat in the spindle component is designed, which confirms the correctness of its manufacture. In the research part of the work, a study of the threaded mechanism of the machine tool was carried out, which confirms its effectiveness. The annexes provide technological documentation and devices' specifications.

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

Keywords: *component, workpiece, technological operation, modes of cutting, speed of cutting, rigging, device, clamping force, tool.*

Student: Melnyk O.B.

Зміст

ВСТУП

1. КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ

1.1 Опис призначення та аналіз технічних вимог до деталі

1.2 Точність, шорсткість поверхонь і їх взаємне розміщення

2. ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

2.1 Обґрунтування заданого типу виробництва

2.2. Вибір і обґрунтування методу отримання заготовки

2.3 Аналіз типового технологічного процесу

2.4 Розробка проектно-технологічного процесу

2.5 Обґрунтування вибору баз

2.6 Вибір технологічного обладнання та технологічної оснастки

2.7 Розробка технологічної обробки деталі

2.8 Визначення міжопераційних припусків

2.9 Визначення режимів різання

2.10 Нормування часу

3. ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОСНАСТКИ

3.1. Розробка теоретичної схеми базування та схеми установки

3.2 Розрахунок сил затиску

3.3 Розрахунок на точність

3.4 Розрахунок висотного установа

3.5 Опис контрольного пристрою

3.6 Розрахунок контрольного пристрою на точність

| | | | | | | | | |
|------------------|-------------|--------------------|---------------|-------------|-----------------------------|----------------|-------------|----------------|
| | | | | | <i>БР.ПМ-045.00.000 ПЗ</i> | | | |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ Докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | | | |
| <i>Розроб.</i> | | <i>Мельник О.Б</i> | | | <i>Пояснювальна записка</i> | <i>Літ.</i> | <i>Арк.</i> | <i>Аркушів</i> |
| <i>Перевірів</i> | | <i>Карлик Р.Т.</i> | | | | | 4 | 59 |
| <i>Розроб.</i> | | | | | | <i>ІФНТУНГ</i> | | |
| <i>Затверд.</i> | | <i>Панчук В.Г.</i> | | | | | | |

4. АВТОМАТИЗОВАНА РОЗРОБКА КЕРУЮЧОЇ ПРОГРАМИ ДЛЯ ВЕРСТАТУ З ЧПК

4.1 Розробка керуючої програми ЧПК

4.2 Керуюча програма

5. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

Висновки

Список використаних джерел

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | БР.ЛІМ-045.000.00.00 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 5 |

ВСТУП

Економічна незалежність України в значній мірі залежить від рівня розвитку машинобудування в країні. До недавня машинобудування в Україні практично не розвивалося, значно поступаючись за темпами розвитку від промислово розвинених країн світу. Продукція характеризувалась великою металоємністю, енергоємністю, недосконалими системами керування. В той час, як в світовій практиці чітко спрацювала тенденція створення безлюдних технологій. В цей час особлива увага була приділена числовому програмному керуванню верстатами. Така методика відзначається гнучкістю і універсальністю з високим рівнем автоматизації.

Застосування нових технологій в машинобудуванні дозволить різко підвищити продуктивність праці в умовах середньо- та дрібносерійного виробництва. Набуло розвитку використання гнучких виробничих систем, які складаються з набору верстатів, маніпуляторів, засобів контролю, об'єднаних загальним керуванням. Використання нового металорізального інструменту. А також прогрес в галузі верстатобудування, що дозволяє збільшити номенклатуру виробів. Всі ці чинники стимулюють науково-технічний прогрес, перехід до випуску нових більш досконалих зразків продукції. Таким чином докорінно змінити весь характер машинобудівництва в країні.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | БР.ЛМ-045.000.00.00 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 6 |

1. КОНСТРУКТОРСЬКО- ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ

1.1 Опис призначення та аналіз технічних вимог до деталі

Шпindel 0735.401414202 відноситься до класу деталей типу „вал” і є складовою частиною бурової вилки ВМР-45х170, яка призначена для встановлення на ній талевих вузлів, підвіски бурового інструменту та розміщення засобів механізації спуско-піднімальних операцій. Лисками (розмір 20js10) шпindel входить в названу частину привідного механізму і фіксується за допомогою пальця, який проходить через отвір Ø20. За допомогою різьбової поверхні Tr20x4 LH-7e шпindel з'єднується безпосередньо з буровим інструментом і передає на нього обертовий рух. Канавка шириною 6мм служить для виходу ріжучого інструменту (при нарізанні різьби). Фаски 2,5×45° та 5×45° служать для складання шпинделя з іншими деталями та механізмами. Фаска 1×45° служить для зменшення напружень в отворі, а також для зручнішого кріплення пальця при складальних операціях.

Шпindel виготовлений із корозійностійкої легованої сталі 20X13 ГОСТ 5632-2014

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі 20X13 ГОСТ 5632-2014

| Вміст хімічних елементів в % | | | | | |
|------------------------------|-----------|---------|-------|-----------|-------|
| C | Si | Mn | Cr | S | P |
| | | | | не більше | |
| 0,17÷0,23 | 0,17÷0,37 | 0,3÷0,6 | 12÷14 | 0,025 | 0,025 |

| | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--|------------------------|------|
| | | | | | | БР.ЛМ-045.000.00.00 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | 7 |

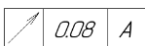
Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі 20X13 ГОСТ 5949-75

| Границя плинності σ_T , МПа | Тимчасовий опір σ_B , МПа | Відносне видовження δ , % | Відносне звуження φ , % |
|---------------------------------------|-------------------------------------|--|------------------------------------|
| 450 | 660 | 16 | 55 |

Згідно класифікації ISO-513:2012 матеріал шпинделя за оброблюваністю відноситься до групи М – Нержавіючі сталі (жовтий колір)

1.2 Точність, шорсткість поверхонь і їх взаємне розміщення

Таблиця 1.3 — Характеристика поверхонь деталі

| № пов. (показ. на кресл.) | Геометрична форма, профіль поверхні | Службове призначення (функції) поверхні | Розмір, мм | Допуск, мкм | Квалітет точності | Точність форми, розміще ння | Шорсткість поверхні R_a , мкм |
|------------------------------------|--|--|---------------|----------------|----------------------|---|---------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | Торцева поверхня | Вільна поверхня | Ø20 | 1300 | 12 | | $R_a 12,5$ |
| 2 | Торцева поверхня | Вільна поверхня | Ø36 | 1300 | 12 | | $R_a 12,5$ |
| 3 | Торцева поверхня | Вільна поверхня | Ø36 | | 12 |  | $R_a 12,5$ |
| 4 | Торцева поверхня | Вільна поверхня | Ø24 | | 12 | | $R_a 12,5$ |
| 5 | Торцева поверхня | Вільна поверхня | Ø36 | | 12 | | $R_a 12,5$ |
| 6 | Центровий отвір. Внутрішня циліндрична поверхня | Для закріплення деталі | Ø 3.15 | 300 | 12 | | $R_a 12,5$ |

| | | | | | | | |
|-------|--|------------------------------|-------------------|-----|----|--|---------|
| 7 | Центровий отвір. Внутрішня циліндрична поверхня | Для закріплення деталі | Ø4 | 300 | 12 | | Ra 3,2 |
| 8 | Зовнішня циліндрична поверхня | Вільна поверхня | Ø24 | 520 | 12 | | Ra 12,5 |
| 9 | Зовнішня різьбова поверхня | Спряжена поверхня | Tr20x4LH- 7e | | 7 | | Ra 1,6 |
| 10 | Зовнішня циліндрична поверхня | Вільна поверхня | Ø36 | 250 | 12 | | Ra 12,5 |
| 11 | Канавка | Для виходу інструмента | 6 | 120 | 12 | | Ra 12,5 |
| 12 | Фаска | Вільна поверхня | 2×45 ⁰ | 250 | 12 | | Ra 12,5 |
| 13 | Фаска | Вільна поверхня | 2×45 ⁰ | 250 | 12 | | Ra 12,5 |
| 14 | Фаска | Вільна поверхня | 1×45 ⁰ | 200 | 12 | | Ra 12,5 |
| 15 | Фаска | Вільна поверхня | 5×45 ⁰ | 300 | 12 | | Ra 12,5 |
| 16-17 | Лиски | Вільна поверхня | 20 | 520 | 12 | | Ra 12,5 |
| 18 | Отвір. Внутрішня циліндрична поверхня | Спряжена поверхня | Ø22 | 500 | 9 | | Ra 1,6 |

| | | | | | | | | |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|--------------------------------|--|--|------|
| | | | | | <i>БР.ЛІМ-045.000.00.00 ПЗ</i> | | | Арк. |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | | | 9 |

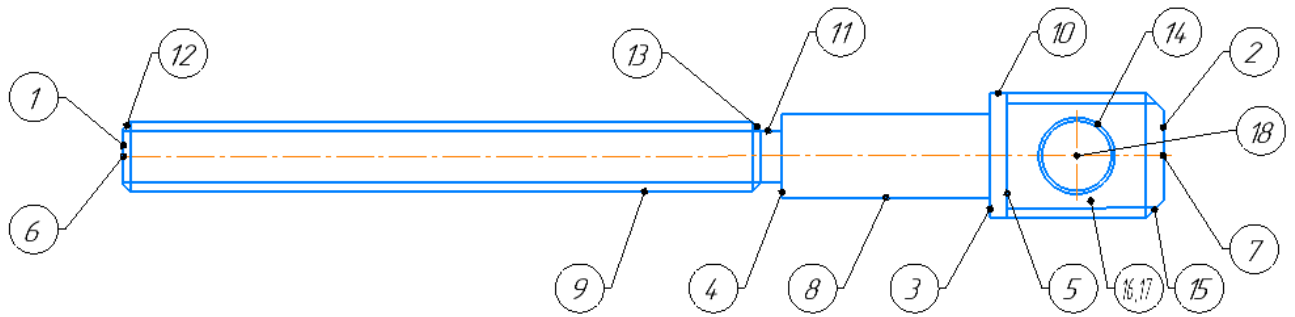


Рисунок 1.1 – Схема поверхонь деталі

1. Визначаємо коефіцієнт уніфікації:

$$K_y = \frac{Q_{y\Sigma}}{Q_\Sigma}; \quad (1.1)$$

де $Q_{y\Sigma}$ - сума уніфікованих поверхонь,

Q_Σ - загальна кількість поверхонь.

$K_y = \frac{6}{18} = 0,33 > 0,6$, де 0,6 – мінімальний показник уніфікації.

Значить деталь по даному показнику не технологічна.

2. Визначаємо коефіцієнт точності:

$$K_m = 1 - \frac{1}{A_{cp}}; \quad (1.2)$$

$$\text{де } A_{cp} = \frac{\sum Ani}{\sum n}; \quad (1.3)$$

де $\sum Ani$ - сума добутку кількості поверхонь одного квалітету на даний квалітет, $\sum n$ - загальна кількість поверхонь.

$$A_{cp} = \frac{15 \cdot 12 + 1 \cdot 9 + 1 \cdot 7}{18} = 10,88,$$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | БР.ЛМ-045.000.00.00 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 10 |

$$K_m = 1 - \frac{1}{10,88} = 0,909 > 0,8 \text{ де} \quad (1.4)$$

0,8 – мінімальний показник точності.

Значить деталь по даному показнику технологічна.

3. Визначаємо коефіцієнт шорсткості:

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{cp}}; \quad (1.5)$$

$$\text{де } B_{cp} = \frac{\sum B_{ni}}{\sum n}; \quad (1.6)$$

де $\sum B_{ni}$ - сума добутку кількості поверхонь одного класу шорсткості на даний клас, $\sum n$ - загальна кількість поверхонь.

$$B_{cp} = \frac{14 \cdot 3 + 1 \cdot 5 + 2 \cdot 6}{18} = 3,27$$

$$K_{ш} = \frac{1}{3,27} = 0,305 > 0,16;$$

0,16 – мінімальний показник шорсткості.

Значить деталь по даному показнику технологічна.

Дана деталь технологічна за двома показниками, а саме по показнику точності і шорсткості, це значить, що вона не складна у виготовленні.

| | | | | | | |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|-------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>БР.ЛМ-045.000.00.00 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | 11 |

2. ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

2.1 Обґрунтування заданого типу виробництва

Деталь шпиндель виготовляється в умовах середньо-серійного виробництва, тому робимо аналіз даного типу виробництва для подальшого виконання проекту.

Середньосерійний тип виробництва характеризується великою номенклатурою виробів, які виготовляються великими партіями, а також порівняно великими об'ємами випуску. При середньосерійному виробництві використовують як універсальне, спеціальне, а інколи і спеціалізоване обладнання. Середньосерійне виробництво характеризує:

- Оснастка використовується універсальна, зрідка спеціальна, часто УЗД. В нашому випадку спецпристрій використовуємо на фрезерно-свердлильній операції
- Ріжучий та вимірний інструмент переважно стандартизований, але частково використовують і спеціалізований. Ріжучий інструмент стандартний окрім спеціальних різців для канавок.
- Не потрібно високої кваліфікації робітників оскільки робітник закріплений за однією операцією довший час. Кваліфікація робітників для даної деталі 3 – 4 розряд.

Визначаємо партію деталей. В залежності від маси деталі типу виробництва задаємо програму випуску та приймаємо для середньосерійного типу виробництва та масою деталі 0,88 кг, програма випуску становить $N = 15000$ штук. Визначаємо партію за формулою:

$$n = \frac{N \cdot t}{\Phi_y}, \quad (2.1)$$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | БР.ЛМ-045.000.00.00 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 12 |

де n – операційна партія, t - необхідний запас заготовок, для середньосерійного типу виробництва $t=5$; Φ_y - число робочих днів у році, приймаємо $\Phi_y = 250$ дні.

$$n = \frac{15000 \cdot 5}{250} = 300 \text{ шт.}$$

Приймаємо партію рівною 300 штук.

2.2 Вибір і обґрунтування методу отримання заготовки

Для розрахунку заготовки для валів найкраще використовувати прокат та поковку. Оскільки деталь невелика, то використовуємо холодне штампування на горизонтально кувальній машині. Для подальшого вибору заготовки проводимо розрахунки і заносимо дані в таблицю 1.4.

| | | | | | | |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|-------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>БР.ЛМ-045.000.00.00 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | <i>13</i> |

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

Таблиця 1.4 – Порівняльна характеристика методів отримання заготовки

| Поковка | Прокат | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|-------|--------|---------|--------------------------|--------|------------------|------------------|---|----|-----|-----|-----|-----|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|--------------------------|
| 1 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p align="center">Визначення вихідного індексу</p> <p>Допуски, припуски та напуски встановлюються в залежності від конструктивних характеристик поковки і визначаються виходячи з шорсткості оброблюваної поверхні, а також в залежності від величини розмірів та маси поковки.</p> <p>1.Клас точності поковки</p> <p>Вибираємо – Т4;</p> <p>2.Група сталі</p> <p>Якщо сталь з масовим вмістом вуглецю до 0,35% включно або сумарним масовим вмістом легуючих елементів до 2,0% включно, то вибираємо групу сталі - М1. (стор. 42 табл.3.3[1]).</p> | <p>1. Вибираємо заготовку із прокату звичайної точності круглого січення Ø38 мм, згідно ГОСТ 2590-2006 с. 169 Т.63 [5]</p> <p>2. Складаємо таблицю припусків та допусків на виготовлення прокату.</p> <p align="right">Таблиця4,2</p> <table border="1" data-bbox="1184 933 2163 1372"> <thead> <tr> <th rowspan="2">№ пов</th> <th rowspan="2">Розмір</th> <th rowspan="2">Припуск</th> <th colspan="2">допуск</th> <th rowspan="2">прийнятий розмір</th> </tr> <tr> <th>+</th> <th>-</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10</td> <td>Ø36</td> <td>1x2</td> <td>0,1</td> <td>0,5</td> <td>$\phi 38^{+0,1}_{-0,5}$</td> </tr> <tr> <td>1-2</td> <td>300</td> <td>2x2</td> <td>0,9</td> <td>0,4</td> <td>$\phi 304^{+0,9}_{-0,4}$</td> </tr> </tbody> </table> | № пов | Розмір | Припуск | допуск | | прийнятий розмір | + | - | 10 | Ø36 | 1x2 | 0,1 | 0,5 | $\phi 38^{+0,1}_{-0,5}$ | 1-2 | 300 | 2x2 | 0,9 | 0,4 | $\phi 304^{+0,9}_{-0,4}$ |
| № пов | Розмір | | | | Припуск | допуск | | прийнятий розмір | | | | | | | | | | | | | |
| | | + | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | Ø36 | 1x2 | 0,1 | 0,5 | $\phi 38^{+0,1}_{-0,5}$ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1-2 | 300 | 2x2 | 0,9 | 0,4 | $\phi 304^{+0,9}_{-0,4}$ | | | | | | | | | | | | | | | | |

БР.ПМ-045.000.00.00 ПЗ

| | |
|-----------|--|
| Змн. | |
| Арк. | |
| № док.ум. | |
| Підпис | |
| Дата | |

БР.ПМ-045.000.00.00 ПЗ

3. Ступінь складності

а) орієнтовна розрахункова маса поковки;

$$G_{\text{п}} = K_{\text{р}} \cdot G_{\text{д}} = 1,5 \cdot 0,88 = 1,32 \text{ кг};$$

де $G_{\text{п}}$ - розрахункова маса поковки, кг;

$G_{\text{д}}$ - маса деталі кг;

$K_{\text{р}}$ - розрахунковий коефіцієнт.

б) маса фігури мінімального об'єму, в яку вписується поковка

$$G_{\text{ф}} = \rho \cdot V_{\text{ф}} = 7670 \cdot 0,000357246 = 2,74 \text{ кг}$$

$$V_{\text{ф}} = \pi \cdot R^2 \cdot h = 3,14 \cdot 19^2 \cdot 315 = 357246 \text{ мм}^3 = 0,000357246 \text{ м}^3$$

в) ступінь складності поковки:

визначаємо з співвідношення :

$$G_{\text{п}}/G_{\text{ф}} = 1,32/2,74 = 0,48$$

Приймаємо ступінь складності поковки С2

3. Визначаємо технічні вимоги згідно ГОСТ 2590-71

3.1 Відхилення від площинності до 0,3 мм

3.2 Допустима кривизна до 0,25мм

3.3 Допустима кривизна різку 2мм

4. Визначаємо масу прокату за формулою: $M_{\text{п}} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot l \cdot \rho$ де d – діаметр заготовки, l - довжина заготовки, ρ - густина матеріалу. Маса прокату становить: $M_{\text{п}} = \frac{3,14 \cdot 38^2}{4} \cdot 304 \cdot 7,67 \cdot 10^{-6} = 2,64 \text{ кг}$

5. Заходимо коефіцієнт використання матеріалу за формулою $K = \frac{M_{\text{д}}}{M_{\text{п}}} = \frac{5,8}{9,22} = 0,629$ $K = \frac{M_{\text{д}}}{M_{\text{п}}} = \frac{0,88}{2,64} = 0,33$

6. Вартість 1кг прокату 113 грн

Вартість заготовки: 298 грн

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

БР.ІТМ-045.000.00.00 ПЗ

| | |
|------|----|
| Арк. | 16 |
|------|----|

4 Визначення вихідного індексу

При групі сталі - М1 ,ступені складності поковки С2 ,класу точності поковки – Т4, вибираємо вихідний індекс 9.

Визначення припусків та допусків на лінійні та діаметральні розмір

В залежності від класу точності виготовлення виливків та ряду припусків згідно ГОСТ 26645 – 85 призначаємо припуски (основні та додаткові) та допуски. Визначення припусків та допусків на лінійні та діаметральні розміри зводимо в таблицю

Виконуємо креслення заготовки:

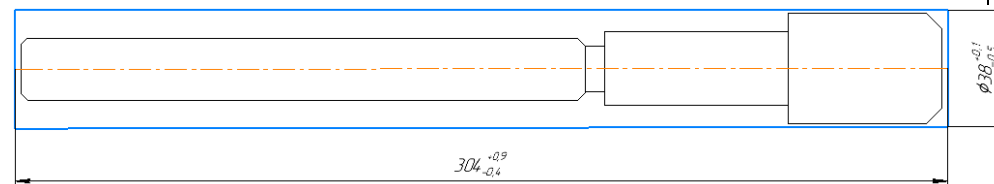


Рисунок 1.4.4 – Ескіз заготовки

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

БР.ІТМ-045.000.00.00 ІТЗ

Таблиця 1.4.1 – Визначення вихідного індексу поковки

| Умови | Визначення (розрахунок) | Характеристика |
|---|---|-------------------------------|
| Матеріал, густина Спосіб отримання поковки, обладнання | $\rho=7670 \text{ кг/м}^3$ Горизонтально-кувальна машина | Клас точності Т=4 |
| Вміст вуглецю, % Сумарний вміст, %, легуючих елементів | $C=0.16-0.25 \%$ До 2% | Група сталі М=1 |
| Розрах. коефіцієнт Маса поковки, кг | $K_p=1,5$ $G_{\text{п}}=K_p \cdot G_{\text{д}}=1,5 \cdot 0.88=1,32 \text{ кг}$ $V_{\text{ф}}= 357246 \text{ мм}^3 =$ $0,000357246 \text{ м}^3$ | Ступінь складності С=2 |

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

| | | |
|------------------------------|-----------------------------------|----------------------|
| Об'єм і маса описаної фігури | $G_{\phi}=2,74$ кг | |
| Відношення мас | $G_{\pi}/G_{\phi}=1,32/2,74=0,48$ | |
| Конфігурація роз'єму штампа | | Вихідний індекс 9 |

Призначення штампувальних ухилів та радіусів заокруглень

Радіуси заокруглення сприяють кращому заповненню ривчака штампу, оберігають його від передчасного зношування. В залежності від співвідношення висоти поковки до ширини на ділянці, для якої визначаються внутрішні радіуси, розміри їх приймаються: при співвідношенні рівному 2, радіус має дорівнювати 2,5 мм, при співвідношенні від 2 до 4 – радіус 3 мм, понад 4 – радіус 4 мм

БР.ПМ-045.000.00.00 ПЗ

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| Змн. | Арк. | № докум. | Пішпис | Дата | БР.ПМ-045.000.00.00 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 19 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

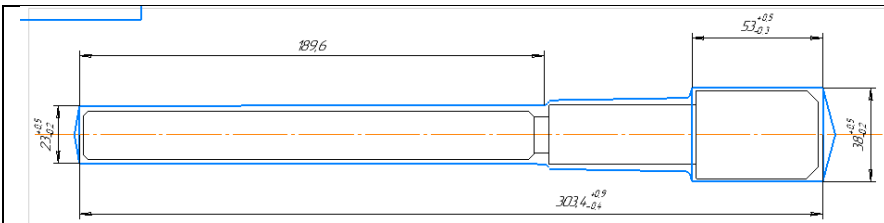


Рисунок 1.4.1 – Ескіз заготовки

Розрахунок маси заготовки

Для розрахунку маси заготовки я використовую програму SolidWorks

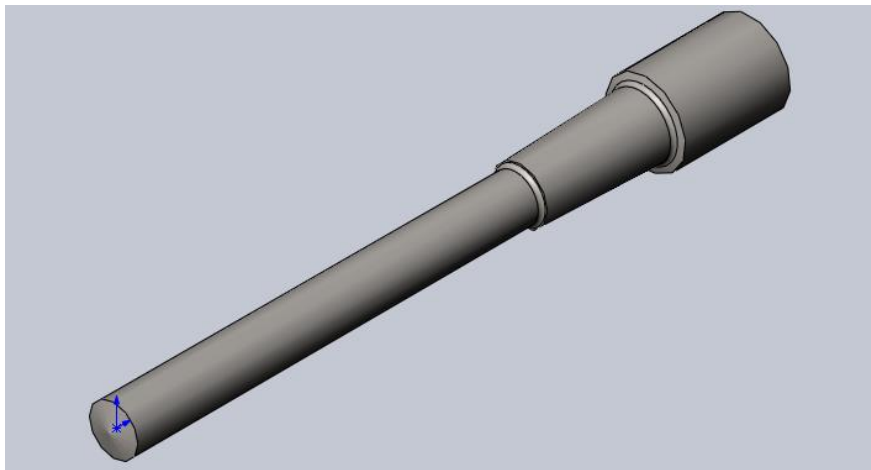


Рисунок 1.4.2 – 3Д модель заготовки

| | |
|------------------------|------|
| Эм. | |
| Арк. | |
| № докум. | |
| Плшис | |
| Дата | |
| БР.ПМ-045.000.00.00 ПЗ | |
| 20 | Арк. |

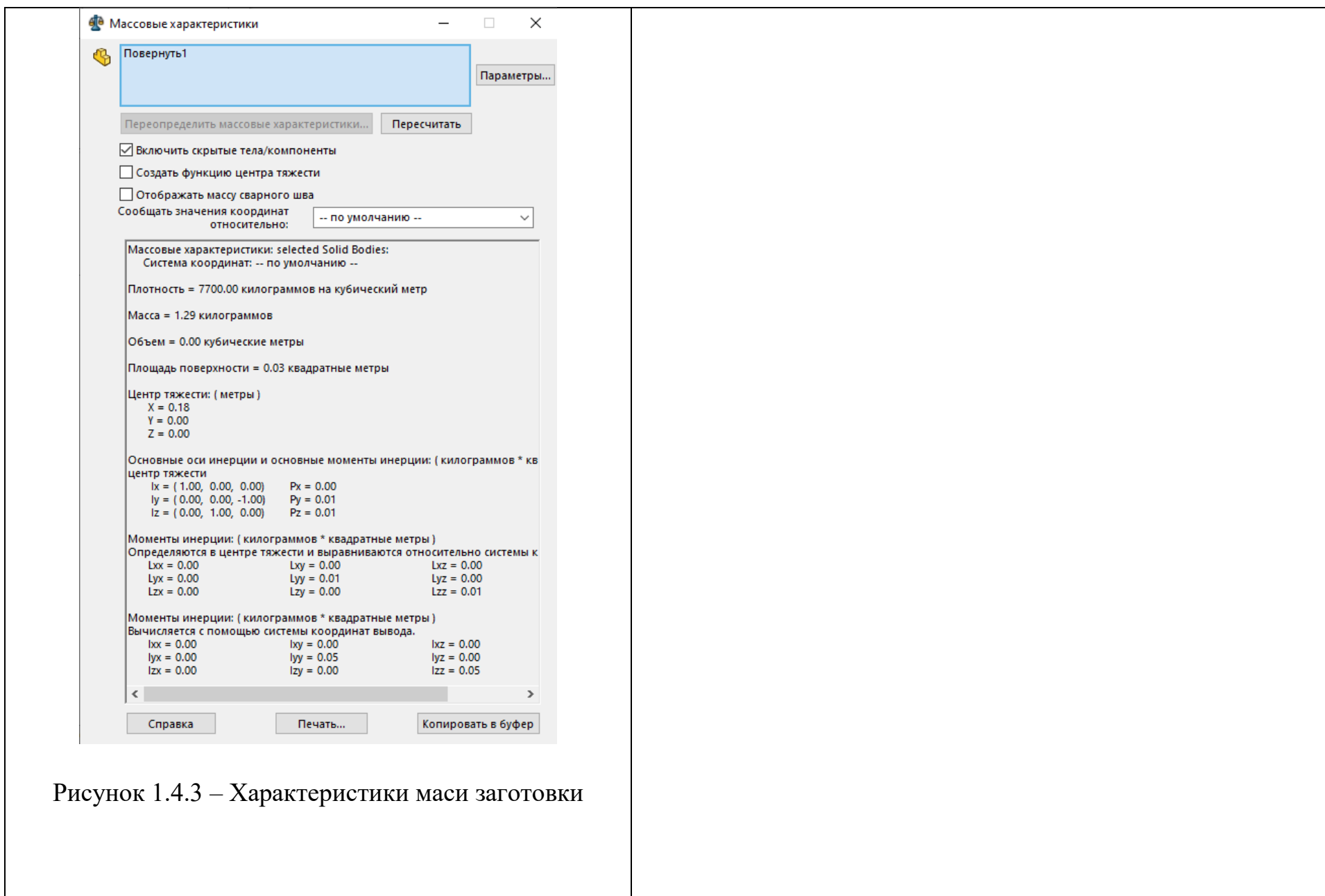


Рисунок 1.4.3 – Характеристики маси заготовки

| | |
|-------------------------|----|
| Зм. | |
| Арк. | |
| № докум. | |
| Підпис | |
| Дата | |
| БР.ІІМ-045.000.00.00 ПЗ | |
| Арк. | 21 |

Маса поковки:

$$G_3 = 1,29 \text{ кг}$$

Визначаєм коефіцієнт витрати матеріалу

$$K_{MB} = G_D / G_3 = 0,88 / 1,29 = 0,68$$

G_D – маса деталі (згідно креслення);

G_3 – маса заготовки, кг.

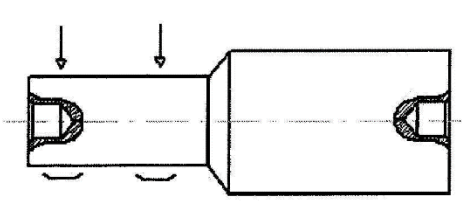
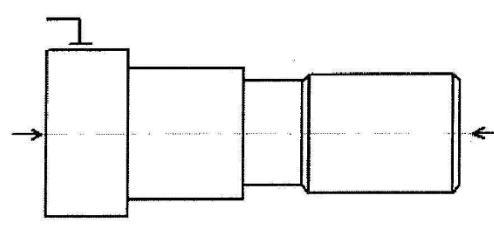
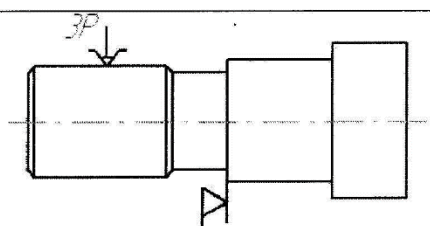
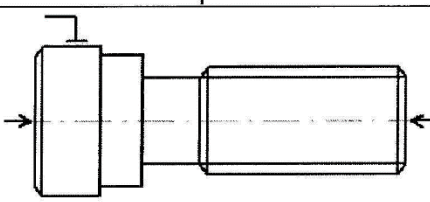
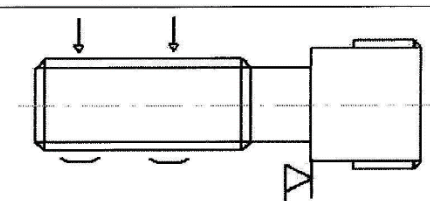
Вартість 1кг поковки 138 грн

Вартість заготовки: 178 грн.

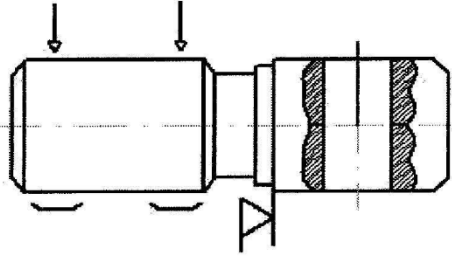
Висновок: в якості заготовки приймаємо поковку, оскільки коефіцієнт використання у поковки більший, а також в поковки менша вартість.

2.3 Аналіз типового технологічного процесу

Таблиця 1.5 – Базовий технологічний процес

| № опер | Назва операції.Зміст переходу | Верстат Пристрій | Схема установки і обробки |
|--------|--|--|--|
| 005 | Термічна | | |
| 010 | Фрезерно-центрувальна. 1 Фрезерувати торці в р-р 300-43 2 Центрувати торці (центр. отв. А5,0) | Фрезерно-центрувальний верстат моделі МР-71М. Призми з механічними прхватами |  |
| 015 | Токарно-гвинторізна 1 Обточити поверхню 24-0,52 в р-р 40-0,62. 2 обточити поверхню $\varnothing 20^{-0,12}$ начорно і начисто в розмір 200 3 Проточити канавки $b=6^{+0,3}$ 4 Обточити фаску $2,5 \times 45^0$ | Токарно-гвинторізний моделі 16К20 Патрон самозаиск-ний, центри |  |
| 020 | Токарно-гвинторізна 1 Обточити фаску 5×45^0 | Токарно-гвинторізний моделі 16К20 Патрон 3-х кулачковий |  |
| 025 | Токарно-гвинторізна 1 Нарізати різьбу Tr20x4LH-7e | Токарно-гвинторізний моделі 16К20 Патрон повідковий, центри |  |
| 030 | Фрезерна 1 Фрезерувати по-слідовно дві лиски в розмір $20^{-0,52}$ | Фрезерний моделі 6Р13Ф3-2 Пристрій механічний |  |

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

| | | | |
|-----|---|---|---|
| 035 | Вертикально-сверлильна 1 Свердлити отвір Ø20 до Ø18 на прохід 2 Зенкерувати отвір Ø20 на прохід 3 Розвірчувати отвір Ø20 на прохід | Вертикально-сверлильний моделі 2Н125. Сверлильний патрон |  |
| 040 | Контрольна | | |

Проаналізувавши типовий технологічний процес виготовлення деталі, було вирішено внести деякі зміни.

Зміни:

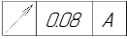
- використати більш прогресивне металоріжуче обладнання
- використати токарний напівавтомат, для зменшення часу обробки
- розробити спеціальний пристрій для підвищення якості обробки
- зміна послідовності операцій, для збереження якості поверхонь деталі

| | | | | | | |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|-------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>БР.ЛМ-045.000.00.00 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | <i>23</i> |

2.4 Розробка проектно-технологічного процесу

На основі аналізу типового техпроцесу, проводимо розробку проектного технологічного процесу, який наведений у табл.2.3.

Таблиця 2.2 — Технічні вимоги на виготовлення деталі і метод їх забезпечення.

| № п/п | Технічні вимоги | Методи забезпечення технічних вимог | Засоби контролю |
|----------|---|--|---|
| 1. |  Допуск на торцеве биття поверхні 4 відносно осі центрів | Обробка в центрах | Індикатор годинникового типу, спеціальний пристрій |

2.5 Обґрунтування вибору баз

При виборі технологічних баз слід дотримуватись наступних правил:

1. Деталь повинна зручно встановлюватись на верстаті та зніматись з нього.
2. Базові поверхні повинні мати достатні розміри для забезпечення стійкості деталі в процесі обробки.
3. Деталь повинна як найменше деформуватись під дією сил різання, затиску та власної ваги.
4. Необроблені поверхні, як бази повинні використовуватись тільки на перших операціях з метою оброблення чистових баз.
5. За чорнову базу рекомендується приймати поверхню з найменшими припусками.
6. Час на установку та зняття деталі повинні бути як найменшими.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | БР.ЛМ-045.000.00.00 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 24 |

7. Повинен зберігатись принцип суміщення баз по всіх операціях якщо це можливо.

Деталь шпиндель являє собою тіло обертання тому технологічну базою для даних деталей слід вибирати центрові отвори. З цієї бази можна повністю обробити деталь на всіх токарних операціях цим витримується принцип постійності баз.

2.6 Вибір технологічного обладнання та технологічної оснастки

Для підрізання та центрування деталей використовуємо фрезерно-центрувальний верстат моделі МР77-М.

Для обточування контуру лівої частини деталі використовуємо токарний напівавтомат моделі 17-30

Для обточування правої частини деталі, а також для нарізання різьби використовуємо токарно-гвинторізний верстат з ЧПК моделі 16К20Ф3.

Для фрезерування лисок і свердління отвору використовуємо фрезерний верстат з ЧПК і автоматичною зміною інструмента моделі 6А76ПМФ2.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>БР.ПМ-045.000.00.00 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 25 |

2.7 Розробка технологічної обробки деталі

Розробивши маршрут обробки заносимо дані до таблиці.

Таблиця 2.3 – Маршрутна карта

| № опер | Назва і зміст операції | Модель верстату | Пристрій |
|--------|--|--------------------------------|---|
| 005 | Заготівельна | | |
| 010 | Фрезерно-центрувальна Фрезерування торців в розмір, центрування деталі | MP-77M | Призми, затискний пристрій при верстаті |
| 015 | Токарна багаторіздева Зовнішній контур лівої частини | Токарний напівавтомат 17-30 | Патрон інерційний самозатискний, центри |
| 020 | Токарно-гвинторізна з ЧПК Зовнішнє чорнове точіння правої частини | 16K20Ф3 | Патрон трьохкулачковий, плаваючий центр, жорсткий центр |
| 025 | Фрезерно-розточна свердлильна Фрезерувати лиски, свердлити отвір | 6A76ПМФ2 | Спеціальний пристрій |
| 030 | Токарно-гвинторізна з ЧПК. Нарізання різьби Tr20x4 LH-7e | 16K20Ф3 | Повідковий патрон, центри |
| 035 | Слюсарна Фаска з іншої сторони отвору | | |
| 040 | Мийка | | |
| 045 | Контрольна | | |

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | БР.ЛМ-045.000.00.00 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 26 |

2.8 Визначення міжопераційних припусків

Припуски на механічну обробку призначають за нормативами на кожну операцію і кожен перехід. Припуски визначаємо табличним методом і заносимо дані до таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Припуски на механічну обробку

| № поверхні | Переходи механічної обробки | Величина припуску | Джерело |
|------------|----------------------------------|-------------------|---------|
| 1 2 | Фрезерування торців | $2z=5$ | |
| 6 7 | Свердління (центрування) отворів | | |
| 9 | Чорнове точіння | $2z=5$ | |
| 8 | Чорнове точіння | $2z=6$ | |
| 11 | Точіння канавки | $2z=5,2$ | |
| 16 17 | Чорнове фрезерування | $2z=16$ | |
| 18 | Свердління $\varnothing 5$ | | |
| | Свердління $\varnothing 17,5$ | $2z=12,5$ | |
| | Зенкування $\varnothing 19,75$ | $2z=2,25$ | |
| | Розвірчування $\varnothing 20$ | $2z=0,25$ | |

2.9 Визначення режимів різання

Операція 010 Фрезерно-центрувальна

Зміст операції: фрезерувати торці, зацентрувати деталь.

Верстат: фрезерно-центрувальний моделі МР-77М

Схему обробки – див. карти операційних ескізів

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | БР.ЛІМ-045.000.00.00 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 27 |

1. Вибираємо ріжучий інструмент, його матеріал та геометричні параметри.

Вибираємо пару торцевих фрез згідно з ГОСТ 24359-80, права – 2214-0001
ліва – 2214-0002.

Діаметр фрези $D=100$ мм, $d=32$ мм, $B=22$ мм

2. Вибираємо глибину різання

$$t=2,5 \text{ мм}$$

3. Обираємо нормативне значення подачі $S_{zH} = 0,14$ мм

([23], табл. 110, с.303)

4. Визначаємо розрахункове значення подачі на зуб фрези:

$$S_{z_p} = S_{z_H} \cdot K_S = 0,14 \cdot 0,85 = 0,12 \text{ мм} \quad (2.2)$$

$$K_S = K_{S_1} \cdot K_{S_2} \cdot K_{S_3} = 0,85 \cdot 1 \cdot 1 = 0,85, \quad (2.3)$$

де K_{S_1} - коефіцієнт, що залежить від інструментально матеріалу (твердий сплав),

K_{S_2} - коефіцієнт, що залежить від виду оброблюваної поверхні (простий профіль),

K_{S_3} - коефіцієнт, що залежить від якості поверхні.

$$S_{z_\phi} \leq 1,1S_{z_p} (0,13) \quad (2.4)$$

5. Приймаємо за паспортними даними верстата $S_{z_\phi} = 0,1$ мм

6. Визначаємо нормативну швидкість різання $v_H = 186$ м/хв

([23], табл. 117, с.308)

7. Приймаємо поправкові коефіцієнти на швидкість різання при фрезеруванні

([23], табл. 118, с.308)

$$K_v = K_{v_1} \cdot K_{v_2} \cdot K_{v_3} \cdot K_{v_4} \cdot K_{v_5} \cdot K_{v_6} = 1,67 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,1 = 1,4696, \quad (2.5)$$

де K_{v_1} – коефіцієнт оброблюваності ([23], табл. 1, с.22)

K_{v_2} - коефіцієнт, що залежить від матеріалу інструмента

K_{v_3} - коефіцієнт, що залежить від стану поверхні

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>БР.ЛМ-045.000.00.00 ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 28 |

K_{ϑ_4} - коефіцієнт, що залежить від головного кута в плані

K_{ϑ_5} - коефіцієнт, що залежить від умов обробки

K_{ϑ_6} - коефіцієнт, що залежить від співвідношення фактичної ширини фрезерування до нормативної

8. Визначаємо розрахункове значення швидкості різання

$$\vartheta_p = \vartheta_H \cdot K_{\vartheta} = 186 \cdot 1,4696 = 273,3 \text{ м/хв} \quad (2.6)$$

9. Визначаємо кількість обертів шпинделя

$$n_p = \frac{1000 \cdot \vartheta_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 273,3}{3,14 \cdot 100} = 870,4 \text{ хв}^{-1} \quad (2.7)$$

10. Враховуючи коефіцієнт запасу, приймаємо значення фактичної частоти обертання шпинделя

$$n_{\phi} \leq 1,1 n_p (957 \text{ хв}^{-1}) \quad (2.8)$$

Згідно паспорта верстата приймаємо $n_{\phi} = 900 \text{ хв}^{-1}$

11. Перераховуємо значення фактичної швидкості різання

$$\vartheta_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\phi}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 900}{1000} = 282,6 \text{ м/хв} \quad (2.9)$$

Операція 025 Фрезерно-розточна свердлильна

Зміст операції: фрезерувати лиски, почергово центрувати, свердлити, зенкувати та розвірчувати отвір до $\varnothing 20H9$

Схему обробки – див. карти операційних ескізів

1. Вибираємо ріжучий інструмент, його матеріал та геометричні параметри.
Вибираємо пару дискових двосторонніх фрез згідно з ГОСТ 6469-69, права – 2245-0011, ліва – 2245-0012.

2. Визначаємо нормативні значення подачі на зуб фрези та швидкості різання
 $S_{zH} = 0,2 \text{ мм}$, $\vartheta_H = 200 \text{ м/хв}$

3. Визначаємо розрахункове значення подачі

$$S_{zP} = S_{zH} \cdot K_S = 0,2 \cdot 0,85 = 0,17 \text{ мм} \quad (2.10)$$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>БР.ЛМ-045.000.00.00 ПЗ</i> | Арк. |
| | | | | | | 29 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Вибираємо поправкові коефієнти ([1], с.308)

$$K_s = K_{s_1} \cdot K_{s_2} = 0.85 \cdot 1 = 0.85 \quad (2.11)$$

4. Враховуючи коефіцієнт запасу $S_{z\phi} \leq 1,1S_{z_p}(0,187)$, приймаємо значення подачі згідно з паспортом верстату $S_{z\phi} = 0,15$ мм

5. Приймаємо поправкові коефіцієнти на швидкість різання при фрезеруванні ([1], табл. 118, с.308)

$$K_{\vartheta} = K_{\vartheta_1} \cdot K_{\vartheta_2} \cdot K_{\vartheta_3} \cdot K_{\vartheta_4} \cdot K_{\vartheta_5} \cdot K_{\vartheta_6} = 1,67 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,1 = 1,67, \quad (2.12)$$

де K_{ϑ_1} – коефіцієнт оброблюваності ([23], табл. 1, с.22)

K_{ϑ_2} - коефіцієнт, що залежить від матеріалу інструмента

K_{ϑ_3} - коефіцієнт, що залежить від стану поверхні

K_{ϑ_4} - коефіцієнт, що залежить від головного кута в плані

K_{ϑ_5} - коефіцієнт, що залежить від умов обробки

K_{ϑ_6} - коефіцієнт, що залежить від співвідношення фактичної ширини фрезерування до нормативної

6. Визначаємо розрахункове значення швидкості різання

$$\vartheta_p = \vartheta_n \cdot K_{\vartheta} = 200 \cdot 1,67 = 334 \text{ м/хв} \quad (2.13)$$

7. Визначаємо частоту обертання шпинделя

$$n_p = \frac{1000 \cdot \vartheta_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 334}{3,14 \cdot 160} = 664,8 \text{ хв}^{-1} \quad (2.14)$$

8. Враховуючи коефіцієнт запасу $n_{\phi} \leq 1,1n_p(731)$, приймаємо значення подачі згідно з паспортом верстату $n_{\phi} = 630$ хв⁻¹

9. Перераховуємо значення фактичної швидкості різання

$$\vartheta_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\phi}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 630}{1000} = 316,5 \text{ м/хв} \quad (2.15)$$

10. Визначаємо силу різання P_z ([24], табл. 50, с.59)

$$P_z = C_p \cdot t^{x_p} \cdot S_z^{y_p} \cdot z \cdot B^{r_p} \cdot D^{z_p} \cdot K_p \quad (2.16)$$

$$P_z = 82 \cdot 8^{1,1} \cdot 0,15^{0,8} \cdot 12 \cdot 45^{0,95} \cdot 160^{-1,1} \cdot 1,8 = 528,3 \text{ Н}$$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | БР.ЛМ-045.000.00.00 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 30 |

Значення сил $P_x = 0,4 \dots 0,6 P_z$

$P_y = 0,2 \dots 0,4 P_z$

| | | | | | | |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|--------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>БР.ЛІМ-045.000.00.00 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | <i>31</i> |

Таблиця 2.5 – Зведена таблиця режимів різання

| № операції | № переходу | Зміст переходу | Д (В) мм | t мм | L мм | i | табличне значення режимів різання | | | прийняті значення режимів різання | | | | Література |
|------------|------------|--------------------------------|-------------|---------|---------|---|-----------------------------------|-----------|------------|-----------------------------------|-----------|------------|--------------|-----------------------|
| | | | | | | | S мм/об | V м/хв | n-1 хв. | S мм/об | V м/хв | n-1 хв. | N кВ Т | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 010 | 1 | Фрезерувати пов. 1 та 2 | 38 | 2,5 | 36 | 2 | 0,14 | 186 | 870 | 0,1 | 282 | 900 | | [23] табл. 110 303 с. |
| | 2 | Центрувати пов. 1 та 2 | 38 | | 10 | 2 | 0,25 | 22,4 | 1300 | 0,25 | 22,4 | 1300 | | [23] табл. 117 308 с. |
| 015 | 1 | Зовнішній контур лівої частини | | | | | | | | | | | | [23] 239 с. |
| | | Точити пов. 8 | 30 | 3 | 250 | 1 | 0,087 | 257 | 611 | 0,1 | 59,4 | 630 | | [23] табл. 29 238 с. |
| | | Точити пов. 9 | 25 | 2,5 | 190 | 1 | 0,087 | 257 | 611 | 0,1 | 59,4 | 630 | | [23] табл. 36 243 с. |
| | 2 | Точити фаску пов. 12 | 20 | 2 | 2 | 1 | 0,087 | 257 | 611 | 0,1 | 59,4 | 630 | | |
| | | Точити канавку пов. 11 | 20 | 2,6 | 2,6 | | 0,15 | 257 | 707 | 0,1 | 39,5 | 630 | | |
| 020 | 1 | Точити пов.10 | 38 | 1 | 50 | 1 | 0,5 | 117 | | | | | | |
| | 2 | Точити фаску пов. 15 | 36 | 5 | 5 | 1 | 0,5 | 117 | 980 | 0,4 | 105 | 900 | | [22] 248 с. |
| 025 | 1 | Фрезерувати лиски пов.16,17 | 20 | 8 | 45 | 1 | 0,2 | 200 | 664 | 0,15 | 316 | 630 | | |
| | | Сверлити отвір ø5 | 0 | 20 | 20 | 1 | 0,32 | 25 | 1592 | 0,25 | 22,4 | 1500 | | |
| | | Сверлити ø17,5 | 5 | 20 | 20 | 1 | 0,32 | 32 | 2038 | 0,25 | 29,7 | 2000 | | |
| | | Зенкувати ø19,75 | 17,5 | 20 | 20 | 1 | 1,2 | 18 | 1146 | 1 | 15 | 1100 | | |
| | | Розверчувати ø20 | 19,5 | 20 | 20 | 1 | 0,8 | 15 | 955 | 0,6 | 12 | 900 | | |
| | | Зенкувати фаску пов.14 | 20 | 1 | 1 | 1 | 1,2 | 18 | 1146 | 1 | 18 | 1100 | | |
| 030 | 1 | Точити різьбу начорно пов.9 | 20 | | 190 | 6 | 3 | 8 | 120 | 3 | 6,3 | 100 | | |
| | 2 | Точити різьбу начисто пов.9 | 20 | | 190 | 3 | 3 | 10 | 180 | 3 | 9,4 | 150 | | [22] 257 с. |

2.10 Нормування часу

Таблиця 2.6 – Трудомісткість операцій обробки деталі.

| № операції | Назва операції | T _o , хв. | Фк | T _{шт-к} (T _{шт}),хв. |
|-------------|----------------------------------|-------------------------|------|---|
| № переходів | Розрахунок основного часу | | | |
| 010 | Фрезерно-центрувальна | | | |
| | Фрезерування торців | 0,22 | 1,84 | 0,41 |
| | Центрувальні отвори | 0,03 | 1,72 | 0,05 |
| 015 | Токарна багаторізева | | | |
| | Зовнішній контур лівої частини | 0,56 | 1,5 | 0,86 |
| | Канавка | 0,08 | | |
| 020 | Токарно-гвинторізна з ЧПК | | | |
| | Зовнішній контур правої частини | 0,15 | 2,14 | 0,32 |
| 025 | Фрезерно-свердлильна | | | |
| | Фрезерування лисок | 0,27 | 1,84 | 0,5 |
| | Свердлити отвір ø5 | 0,06 | 1,72 | 0,1 |
| | Свердлити отвір ø17,5 | 0,2 | 1,72 | 0,35 |
| | Зенкувати ø19,75 | 0,08 | 1,72 | 0,14 |
| | Розвірчувати ø20 | 0,35 | 1,72 | 0,6 |
| 030 | Токарно-гвинторізна з ЧПК | | | |
| | Нарізання різьби начисто | 6,36 | 2,14 | 13,6 |
| | Нарізання різьби начисто | 1,05 | 2,14 | 2,25 |

Формули для розрахунку часу ([23] с.248-260):

Фрезерування торців

$$t_o = 0,0059 \cdot l = 0,0059 \cdot 38 = 0,22 \text{ хв} \quad (2.17)$$

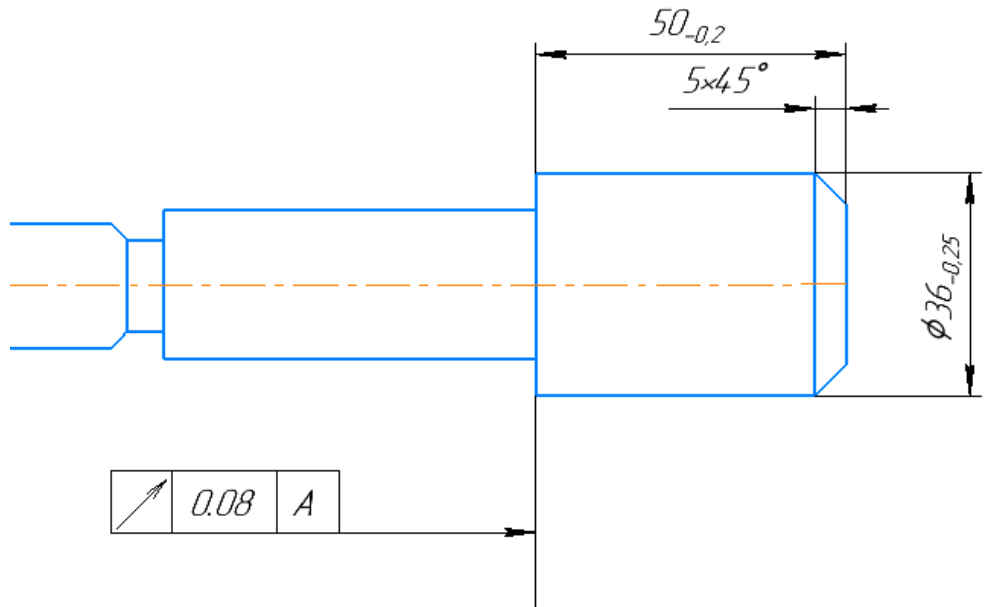
$$t_{\text{шт.к.}} = t_o \cdot \psi = 0,22 \cdot 1,84 = 0,41 \text{ хв} \quad (2.18)$$

Розрахунки на наступні операції проводимо аналогічно.

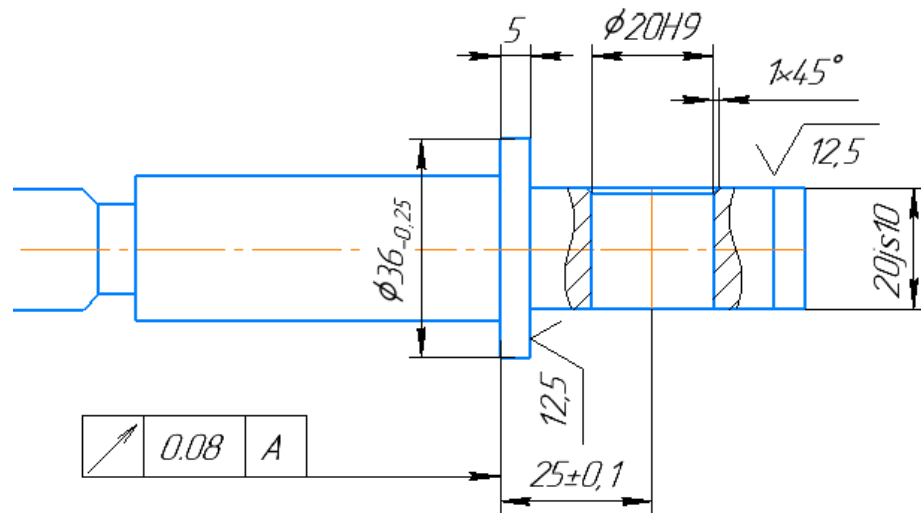
3. ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОСНАСТКИ

Згідно завдання необхідно спроектувати пристрій на операцію 025 Фрезерно-свердлильна. Складаємо технічне завдання на проєктування верстатного пристрою (табл. 3.1)

Таблиця 3.1 – Технічне завдання на проєктування верстатного пристрою

| Технічне завдання на проєктування верстатного пристрою | |
|--|---|
| Завдання | Спроектувати пристрій для фрезерування лисок шпинделя витримуючи розмір $20js10$, а також діаметр отвору $20H9$ і віддаль від торця $25\pm 0,1$ та вимоги до розміщення і шорсткості поверхонь |
| Початкові дані | |
| Назва і шифр деталі | Шпиндель 0735.4014 14 202 |
| <p>Стан заготовки перед виконанням операції</p>  | |
| Матеріал заготовки | Сталь 20X13 ГОСТ 5632-2014 |

Стан заготовки після виконання даної операції



| | |
|-------------------------------------|--|
| Назва операції | Фрезерно-свердлильна |
| верстат | 6A76ПМФ2 |
| Склад переходів та їх послідовність | <p>Фрезерувати лиски витримавши розмір 20js10</p> <p>Свердлити отвір $\phi 5$ на прохід</p> <p>Свердлити отвір $\phi 17,5$ на прохід</p> <p>Зенкувати $\phi 19,75$ на прохід</p> <p>Розвірчувати $\phi 20H9$ на прохід</p> <p>Зенкувати фаску $1 \times 45^\circ$</p> |
| Додаткові вимоги до операції | Витримати паралельність площин лисок |
| Технологічні бази | Діаметри вала $\phi 24_{-0,2}$, $\phi 20_{-0,2}$, лівий торець $\phi 36_{-0,25}$ |

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

БР.ПМ-045.000.00.00 ПЗ

Арк.

35

| | |
|-------------------------------------|---|
| Різальний інструмент | Дискові двосторонні фрези 2245-0011 та 2245-0012 ГОСТ 6469-69, <i>Свердло 2300-8261 ГОСТ 22735-77,</i> <i>Свердло 2301-3615 ГОСТ 10903-77</i> <i>Зенкер 2320-2579 ГОСТ 12489-71</i> <i>Розвіртка 2368-0126 ГОСТ 1672-80</i> <i>Зенківка 2353-0106 ГОСТ14953-80</i> |
| Режими різання | Ширина фрезерування 45 мм Глибина різання 8 мм Подача на один зуб фрези 0,15 мм/зуб Швидкість різання 316,5 м/хв |
| Програма випуску деталей | 15000 штук в рік |
| Структура пристрою | Пристрій повинен бути одномісний |
| Ступінь механізації пристрою | Закріплення заготовки механічне |
| Рекомендований тип привода пристрою | Механічний |

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-045.000.00.00 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 36 |

3.1 Розробка теоретичної схеми базування та схеми установки

Для даної деталі при обробці отвору $\varnothing 20H9$ при базуванні у пристрої буде дотримуватись принцип суміщення баз. Опорною базою буде площина вздовж деталі і торець поверхня 5. Напрямною базою буде поверхня 9 і поверхня 8 (Рисунок 1.1 – Схема поверхонь деталі)

Складаємо теоретичну схему базування

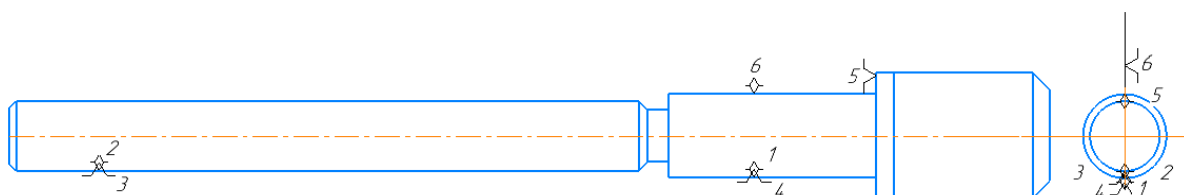


Рисунок 3.1 – Теоретична схема базування

Після розробки теоретичної схеми базування необхідно перетворити її в схему установки. Деталь встановлюється на дві призми до упору та затискається притискачем, як зображено на рисунку.

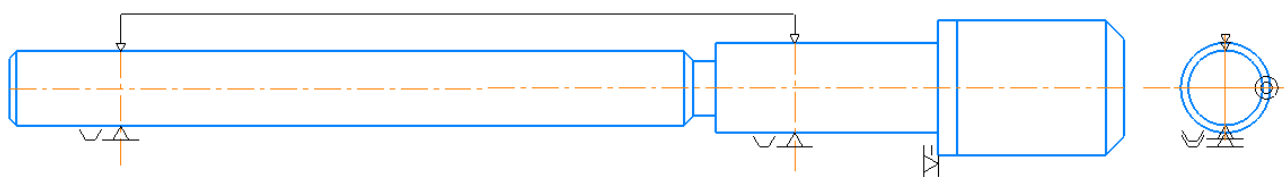


Рисунок 3.2 – Схема установки

3.2 Розрахунок сил затиску

В процесі свердління на деталь діє сила P_0 і крутний момент, який старається повернути деталь. Крім цього на цій операції при фрезеруванні (1-

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-045.000.00.00 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 37 |

ий перехід) діє сила різання P_z і крутний момент, який старається повернути деталь (він може виникати у випадку, коли зуби однієї і другої фрези встановлені не в одній площині

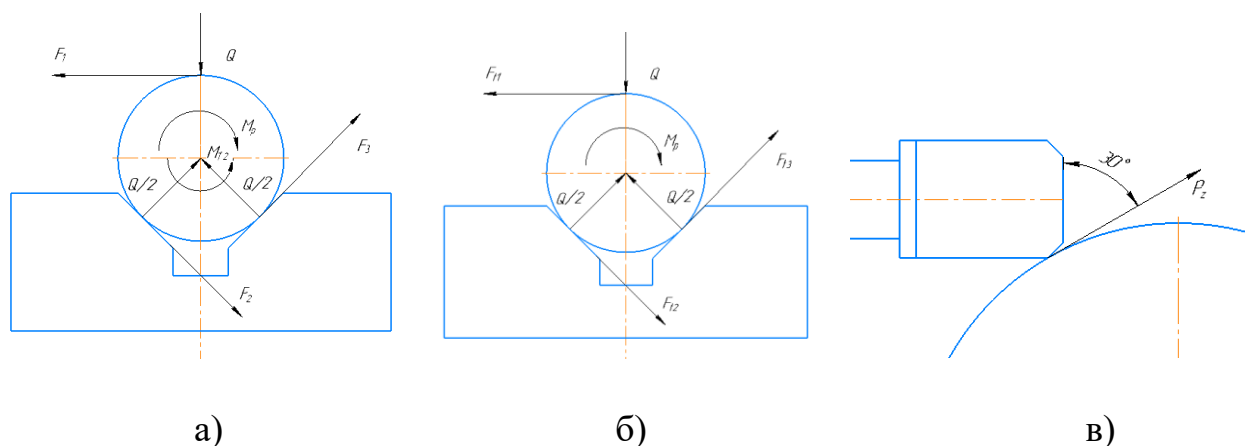


Рисунок 3.3 – Схема дії сил

Складаємо рівняння рівноваги дії сил відносно осі деталі.

$$M_p = F_z \cdot \frac{d_\phi}{2} \cdot \sin 30^\circ = 528 \cdot \frac{160}{2} \cdot \frac{1}{2} = 21120 \text{ Н} \cdot \text{мм} \quad (3.1)$$

$$\text{Рівняння рівноваги } M_p \cdot K = M_{Tл} + M_{Tп}, \quad (3.2)$$

де $M_{Tп}$ - сумарний момент тертя дії сил на правій призмі,

$M_{Tл}$ - сумарний момент тертя дії сил на лівій призмі

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6 = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1 = 2,535, \text{ де} \quad (3.3)$$

K_0 – гарантований коефіцієнт запасу;

K_1 – коефіцієнт, який враховує збільшення сил різання із-за випадкових нерівностей на заготовках;

K_2 - коефіцієнт, який враховує збільшення сил різання від прогресуючого затуплення різального інструмента;

K_3 – коефіцієнт, який враховує збільшення сил різання при перервному різанні (робота «на удар»);

K_4 – коефіцієнт, який враховує постійність сил затиску;

K_5 – коефіцієнт, який враховує вигідне розміщення в ручних затискних механізмах;

K_6 – коефіцієнт, який враховує невизначеність положення місць контакту заготовки з опорами пристрою відносно центра повороту при наявності моментів, із-за макронерівностей на базовій поверхні заготовки;

$$M_{T_{II}} = M_{T_1} + M_{T_2} + M_{T_3} + M_{T_4} = 1,44Q + 1,01Q + 1,01Q + 1,82Q = 5,28Q \quad (3.4)$$

$$M_{T_1} = Q \cdot f \cdot r = Q \cdot 0,12 \cdot 12 = 1,44Q \quad (3.5)$$

$$M_{T_2} = \frac{Q}{2} \cdot f \cdot r \cdot \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} = \frac{Q}{2} \cdot 0,12 \cdot 12 \cdot 1,41 = 1,01Q \quad (3.6)$$

$$M_{T_3} = \frac{Q}{2} \cdot f \cdot r \cdot \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} = \frac{Q}{2} \cdot 0,12 \cdot 12 \cdot 1,41 = 1,01Q \quad (3.7)$$

$$M_{T_4} = Q \cdot f \cdot \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{d_p^3 - d_n^3}{d_p^2 - d_n^2} \right) = Q \cdot 0,12 \cdot \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{36^3 - 24^3}{36^2 - 24^2} \right) = 1,82Q \quad (3.8)$$

$$M_{T_{II}} = M_{T_1} + M_{T_2} + M_{T_3} = 1,2Q + 0,85Q + 0,85Q = 2,9Q \quad (3.9)$$

$$M_{T_1} = Q \cdot f \cdot r = Q \cdot 0,12 \cdot 10 = 1,2Q \quad (3.10)$$

$$M_{T_2} = \frac{Q}{2} \cdot f \cdot r \cdot \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} = \frac{Q}{2} \cdot 0,12 \cdot 10 \cdot 1,41 = 0,85Q \quad (3.11)$$

$$M_{T_3} = \frac{Q}{2} \cdot f \cdot r \cdot \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} = \frac{Q}{2} \cdot 0,12 \cdot 10 \cdot 1,41 = 0,85Q \quad (3.12)$$

$$\text{Із рівняння рівноваги } M_p \cdot K = M_{T_{II}} + M_{T_{II}} = 2,9Q + 5,28Q = 8,18Q \quad (3.13)$$

$$\text{Звідси } Q \text{ буде рівним } Q = \frac{M_p \cdot K}{8,18} = \frac{21120 \cdot 2,535}{8,18} = 6545 \text{ Н} \quad (3.14)$$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | БР.ЛМ-045.000.00.00 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 39 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$Q_{\text{сум}}(l_1 + l_2) - (Q_{\text{ГВ}} - q_{\text{пр}}) \cdot l_2 = 0 \quad (3.15)$$

$$\text{Звідси } Q_{\text{ГВ}} = \left(\frac{Q_{\text{сум}}(l_1 + l_2)}{l_2} \right) - q_{\text{пр}} = \left(\frac{13090(97+74)}{74} \right) - 15 = 30230 \text{ Н} \quad (3.16)$$

$q_{\text{пр}} > P_B$, де P_B - вага вилки приспособи (масу вилки визначаємо через датчик SolidWorks)

Визначаємо діаметр болта для затиску:

$$d = 1,4 \sqrt{\frac{Q_{\text{ГВ}}}{[\sigma] \cdot \pi}} = 1,4 \sqrt{\frac{60485}{160 \cdot 3,14}} = 1,4 \sqrt{120} = 1,4 \cdot 10,95 = 15,3 \text{ мм} \quad (3.17)$$

Ми вираховували діаметр впадин, враховуючи коефіцієнт запасу 25% приймаємо згідно ГОСТ 24707-81 діаметр гвинта 24 мм (М24х3)

$$M_p = M_{\text{ГВ}} + M_{\text{тер}} \quad (3.18)$$

$$M_p = L \cdot P_0 \quad (3.19)$$

$$M_{\text{ГВ}} = \frac{Q_{\text{ГВ}}}{d_2/2 \cdot (tg(\lambda + \varphi) + tg\varphi)} = \frac{30230}{14,7/2 \cdot (tg(3^\circ + 7^\circ) + tg7^\circ)} = \frac{30230}{7,35 \cdot (0,176 + 0,115)} = \frac{30230}{2,14} = 14125 \text{ Н} \cdot \text{мм} \quad (3.20)$$

$$M_{\text{тер}} = Q_{\text{ГВ}} \cdot \frac{1}{3} \cdot f \left(\frac{d_\phi^3 - d_p^3}{d_\phi^2 - d_p^2} \right) = 30230 \cdot \frac{1}{3} \cdot 0,1 \cdot \left(\frac{33,2^3 - 24^3}{33,2^2 - 24^2} \right) = 43600 \text{ Н} \cdot \text{мм} \quad (3.21)$$

$$M_p = 14125 + 43600 = 57725 \text{ Н} \cdot \text{мм} \quad (3.22)$$

Із формули 3.19, рахуємо значення довжини плеча іншими словами довжину плеча.

$$L = \frac{M_p}{P_0} = \frac{57725}{100} = 577,25 \text{ мм} \quad (3.23)$$

| | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--|------------------------|------|
| | | | | | | БР.ЛМ-045.000.00.00 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | | 40 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | |

3.3 Розрахунок на точність

Визначаємо забезпечення точності розміру $50_{-0,2}$ мм

Похибка базування на розмір $\varepsilon_{50} = T_{300} = 0,15$ мм

Отже, точність розміру $50_{-0,2}$ буде забезпечена

3.4 Розрахунок висотного установа

$$B = K_2 \cdot D = 0,21 \cdot 24 = 5,04 \text{ мм} \quad (3.24)$$

$$A = B + H - S = 5,04 + 28 - 3 = 30,04 \text{ мм} \quad (3.25)$$

Похибка базування для прийнятої схеми установки

$$\varepsilon_6 = K_2 \cdot T_D = 0,21 \cdot 0,2 = 0,042 \quad (3.26)$$

Похибка закріплення $\varepsilon_3 = 0,03$

$$\text{Похибка установки } \varepsilon_y = \varepsilon_6 + \varepsilon_3 = 0,042 + 0,03 = 0,072 \quad (3.27)$$

Похибка точності $\varepsilon_p = 0,08$

$$T_d - \sqrt{\varepsilon_p^2 + \varepsilon_y^2} = 0,2 - \sqrt{0,08^2 + 0,072^2} = 0,2 - 0,107 = 0,093 \quad (3.28)$$

$$X = K_1 \cdot d_k - A = 1,21 \cdot 30 - 30,04 = 36,3 - 30,04 = 6,26 \quad (3.29)$$

Приймаємо $d_k = 30_{-0,01}$

$$T_{\text{пр.х}} = K_1 \cdot T_{d_k} - T_{\text{пр.А}} = 1,21 \cdot 0,01 - 0,093 = 0,028 \quad (3.30)$$

$$X = 6,26 + 0,028 \quad (3.31)$$

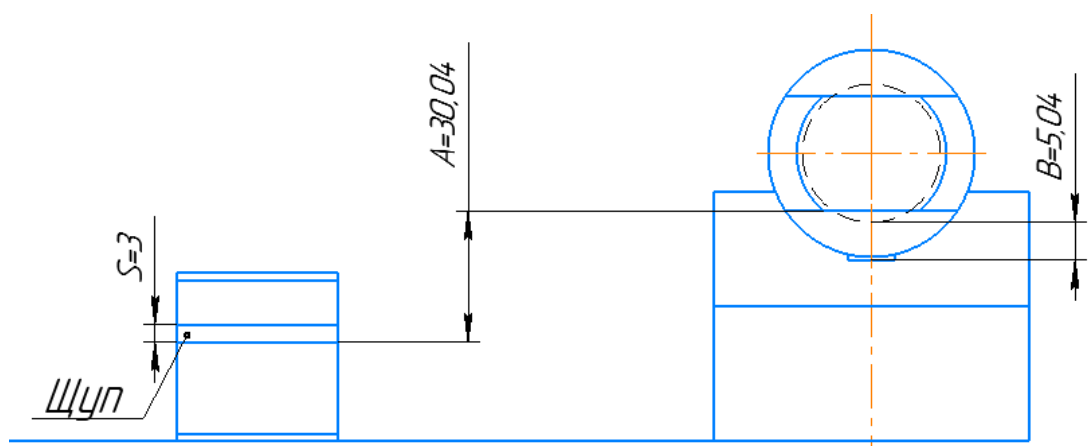


Рисунок 3.4 – Схема до розрахунку допуску на неточність виготовлення пристрою

3.5 Опис контрольного пристрою

Пристрій для вимірювання торцевого та радіального биття. Деталь встановлюється по центрових фасках. Для цього у пристрої передбачено дві центрові бабки з центрами, центр правої бабки рухомий. Бабка 1 встановлюється на плиту 3, при чому права бабка встановлюється відносно довжини контрольного вала. Також на плиті встановлюється на стійках 4 і 5 закріплено штангу 15 на якій кріпиться вимірна головка 17 і перехідник 16, зв'язані з індикатором 21. За допомогою вимірної головки 17 і індикатора 21 вимірюється торцеве биття поверхонь вала, а перехідником 16 з індикатором – радіальне биття. Стійки 4 та 5 кріпляться в плиті 3 штифтами 20 і болтами 19. Граничний діаметр деталей що вимірюються – до 100 мм, довжина до 320 мм.

3.6 Розрахунок контрольного пристрою на точність

Розрахунок точності проводимо за наступною формулою:

$$T_{\text{к.пр.}} = T_{\text{т.б.}} - \sqrt{\varepsilon_{\text{м}}^2 + \varepsilon_{\text{б}}^2 + \varepsilon_{\text{з}}^2 + \varepsilon_{\text{р}}^2 + \varepsilon_{\text{т}}^2 + \varepsilon_{\text{с}}^2 + \varepsilon_{\text{н}}^2}, \text{ де} \quad (3.32)$$

$\varepsilon_{\text{м}}$ – похибка, властива самій схемі вимірювання

$\varepsilon_{\text{б}}$ – похибка базування

$\varepsilon_{\text{з}}$ – похибка закріплення

$\varepsilon_{\text{р}}$ – похибка передавальних пристроїв

$\varepsilon_{\text{т}}$ – похибка, що враховує температурне розширення металу

$\varepsilon_{\text{с}}$ – похибка сили затиску

$\varepsilon_{\text{н}}$ – похибка настроювання пристрою по еталону

(допуски мір довжини ГОСТ 9038-90)

$$T_{\text{к.пр.}} = 0,08 - \sqrt{0^2 + 0^2 + 0^2 + 0^2 + (3,264 \cdot 10^{-6})^2 + 0^2 + 0,0028^2} = 0,052$$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-045.000.00.00 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 42 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Також в меню верстата у вкладці «Установ» та вкладці «Зажимной патрон/оснастка» обираємо, як буде кріпитись деталь, та систему координат.

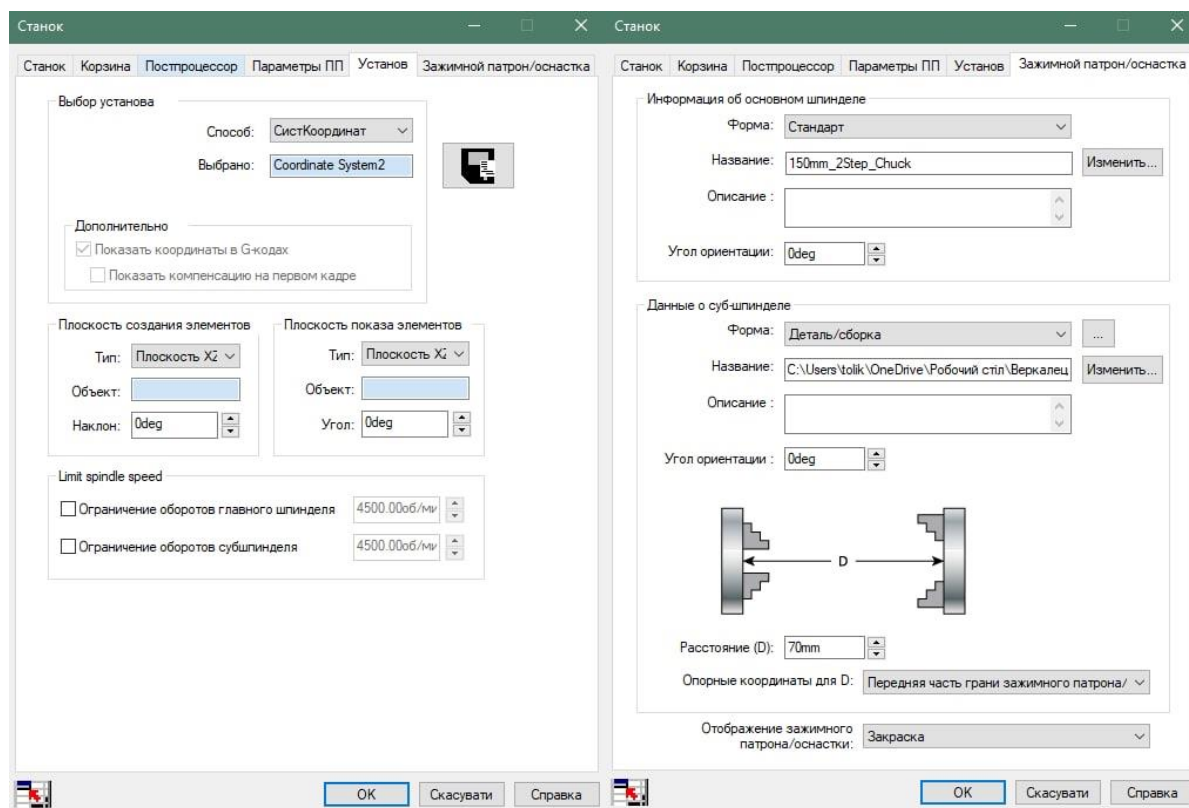


Рисунок 4.3 – Параметры закрепления детали

Шпиндель кріпиться в верстаті за допомогою трьох-кулачкового патрону та двох центрів (один жорсткий, інший плаваючий)

Закріпивши деталь, переходимо до налаштування параметрів заготовки (деталь до обробки) в контекстному меню «Менеджер заготовок» задаємо геометричні розміри заготовки

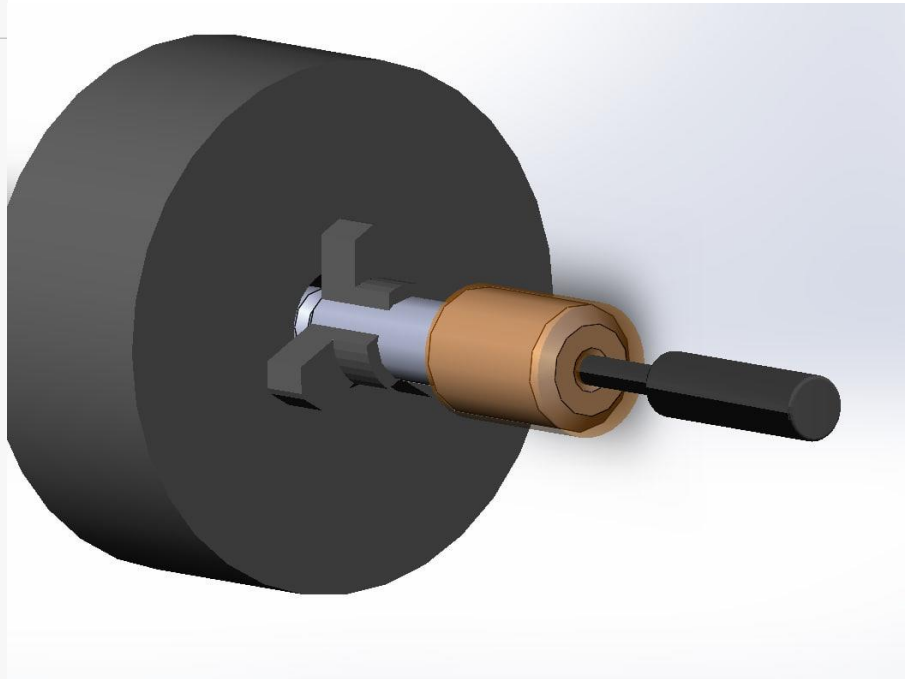
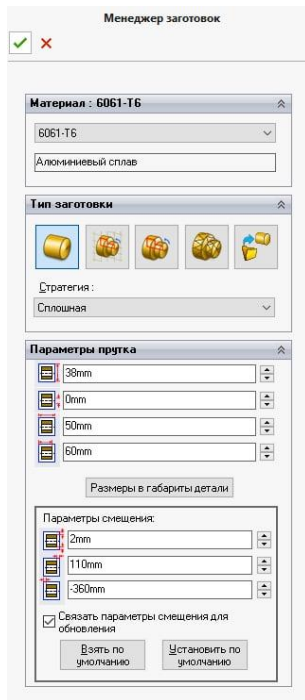


Рисунок 4.4 – Заготовка

Всі налаштування виконано.

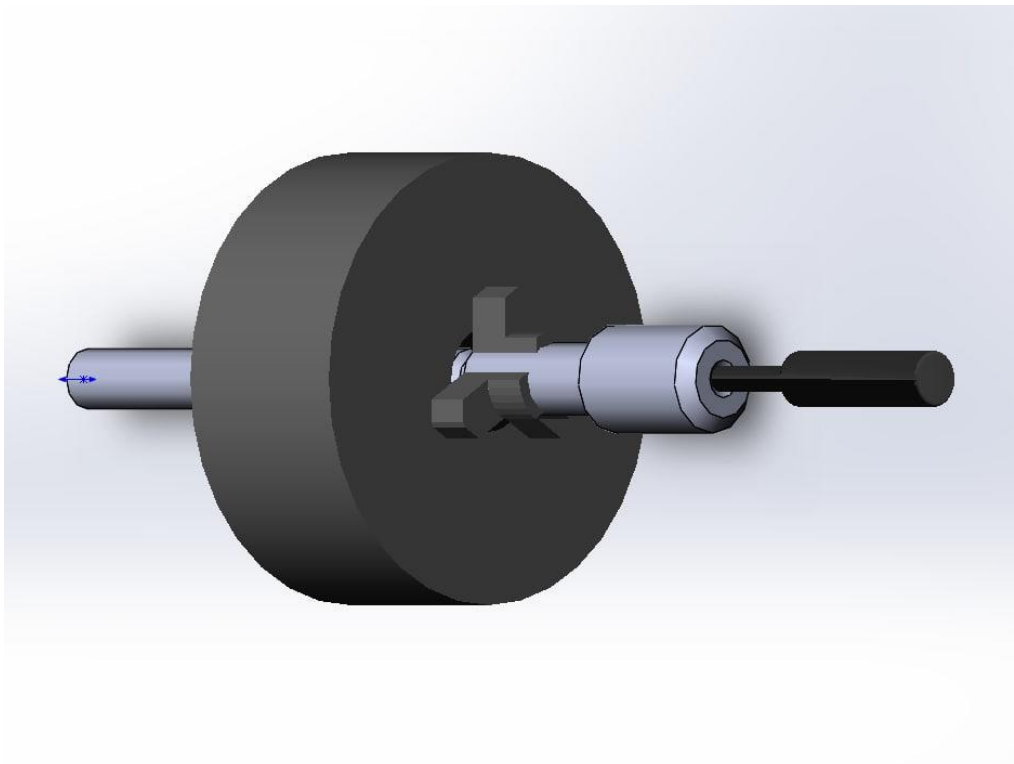


Рисунок 4.5 – Закріплення заготовки

| | | | | | | |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|--------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>БР.ЛІМ-045.000.00.00 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | <i>45</i> |

Коли операція повністю визначена, програма може побудувати траєкторію обробки за допомогою функції «Создать траекторию»

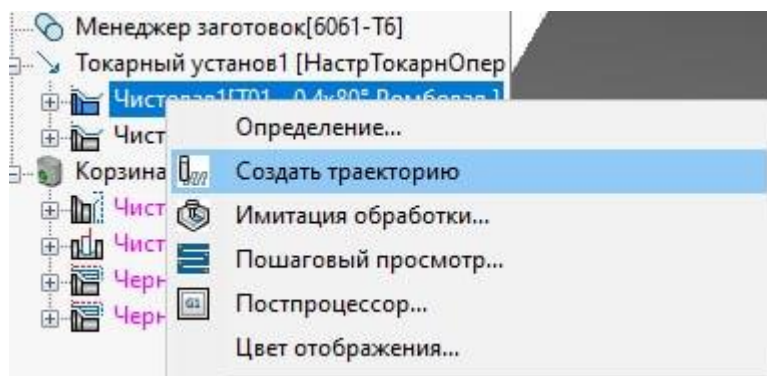


Рисунок 4.10 – Контекстне меню

Зображення траєкторії руху інструменту будується на 3Д-моделі

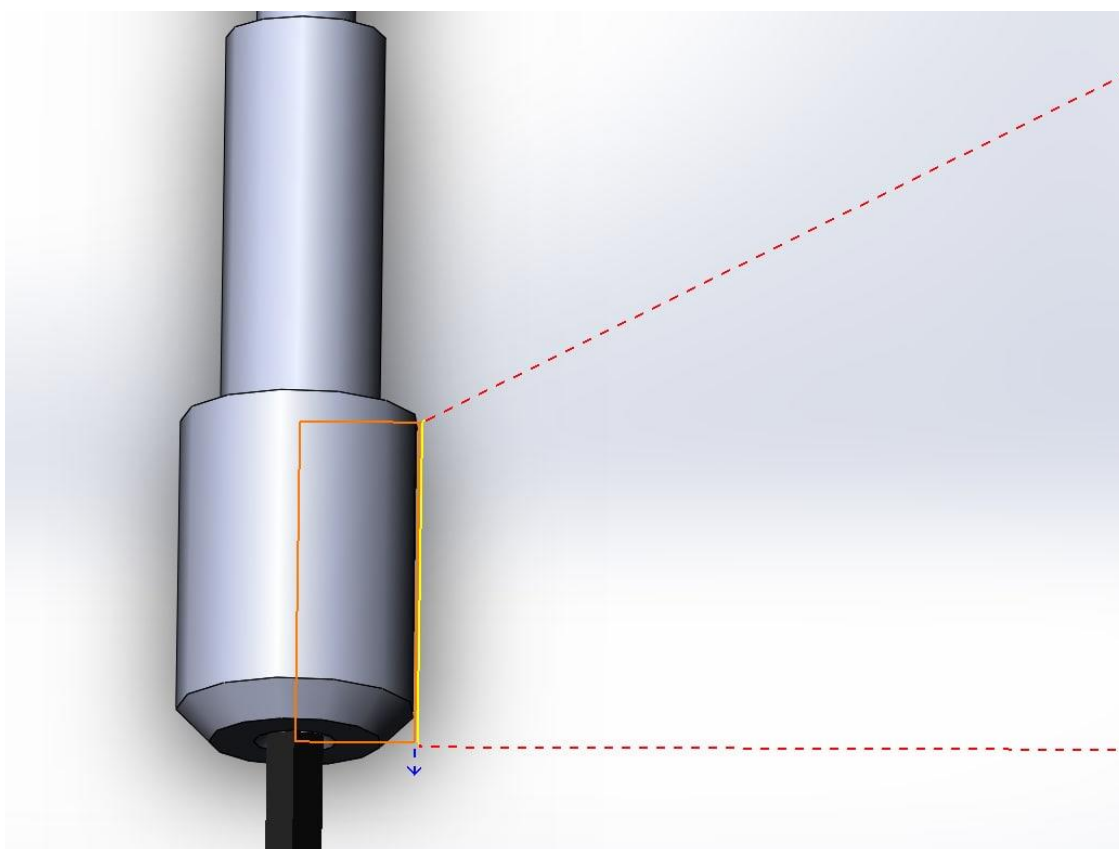


Рисунок 4.11 – Траєкторія руху інструмента

Для перевірки обробки деталі існує функція імітації обробки, при потребі вносимо зміни у параметри обробки.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-045.000.00.00 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 48 |

4.2 Керуюча програма

O0001

N1 (CNMG 431 80DEG SQR HOLDER)

N2 T0101

N3 B90.

N4 G00 G96 S548 M03

N5 ('8AB>20O1)

N6 G54 G00 Z300.354 M08

N7 X36.707

N8 Z299.954

N9 G01 X36. Z299.6 F.409

N10 Z249.6

N11 X36.707 Z249.246

N12 X37.2

N13 G00 X37.507

N14 G40 X508. Z127. M09

N15 M01

N16 (HNEN 090512 HEX OD HOLDER)

N17 T0808

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-045.000.00.00 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 49 |

N18 B90.

N19 G00 G96 S548 M03

N20 ('8AB>2002)

N21 G54 G00 Z303.149 M08

N22 X33.697

N23 G01 X27.697 Z300.149 F.409

N24 Z299.649

N25 X37.697 Z294.649

N26 X38.697

N27 G00 X44.697

N28 X508. Z127. M09

N29 M30\

| | | | | | | |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>БР.ПМ-045.000.00.00 ПЗ</i> | Арк. |
| | | | | | | 50 |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

5. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

В науково-дослідній частині проведено дослідження надійності різьбового з'єднання болт-гайка М24 у середовищі SolidWorks Simulation. Було проведено два дослідження: на статичне навантаження різьби болта, та втомну міцність

Етапи створення дослідження:

1. Створення 3Д-моделі Елемента (Різьба М24х3)
2. В панелі SOLIDWORKS Add-Ins вибираємо модуль SolidWorks Simulation
3. Задаємо матеріал виробу (Сталь 45 (аналог С45 або 1.0503))
4. Визначаємо метод закріплення
5. Прикладаємо силу
6. Проводимо дослідження

Даний алгоритм повторюємо для двох дослідів.

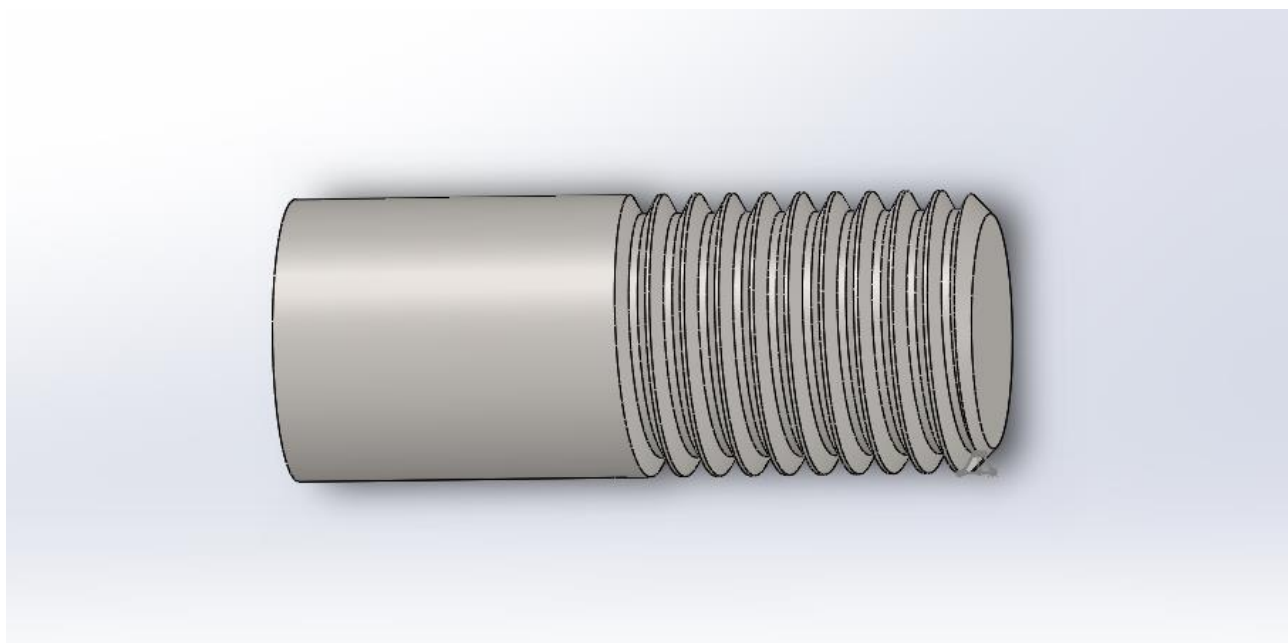


Рисунок 5.1 – 3Д-модель зразка для випробування

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-045.000.00.00 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 51 |

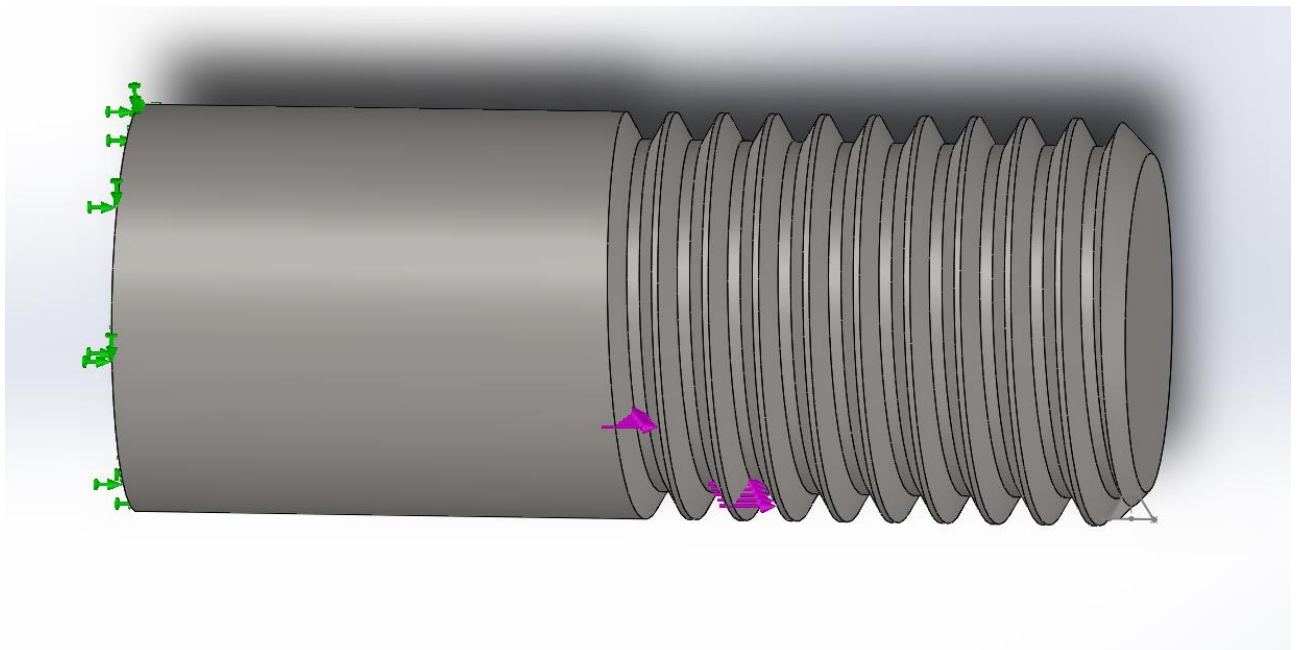


Рисунок 5.2 – Схема закріплення та дії сил

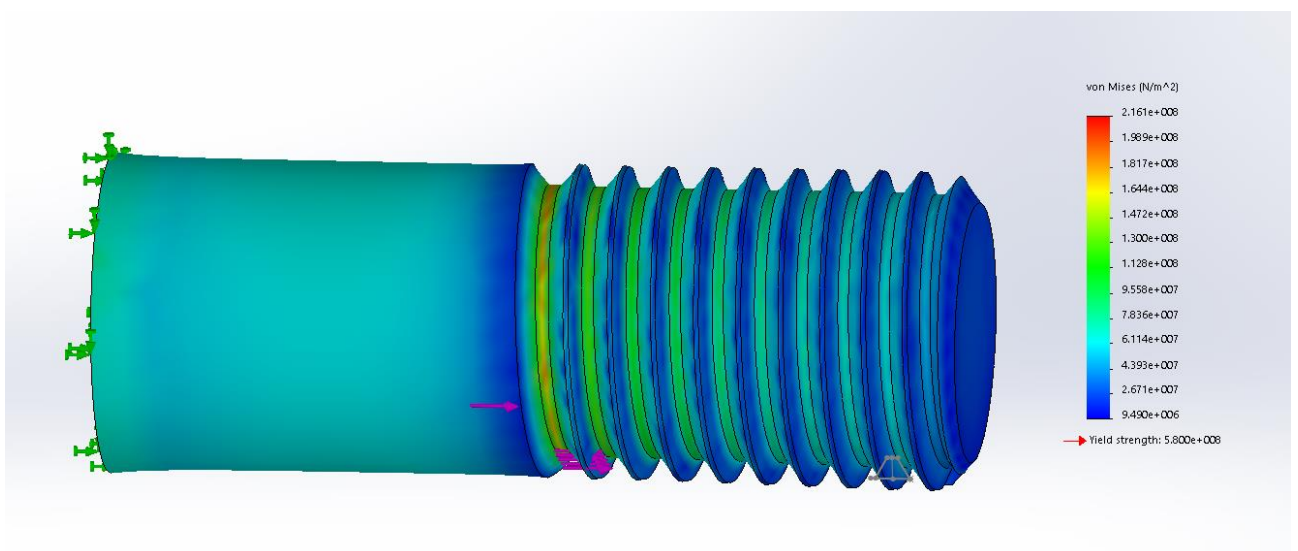


Рисунок 5.3 – Результати статичного дослідження

Можемо спостерігати, що максимальне значення 216 Мпа є значно меншим за значення 580 Мпа для Сталі 45.

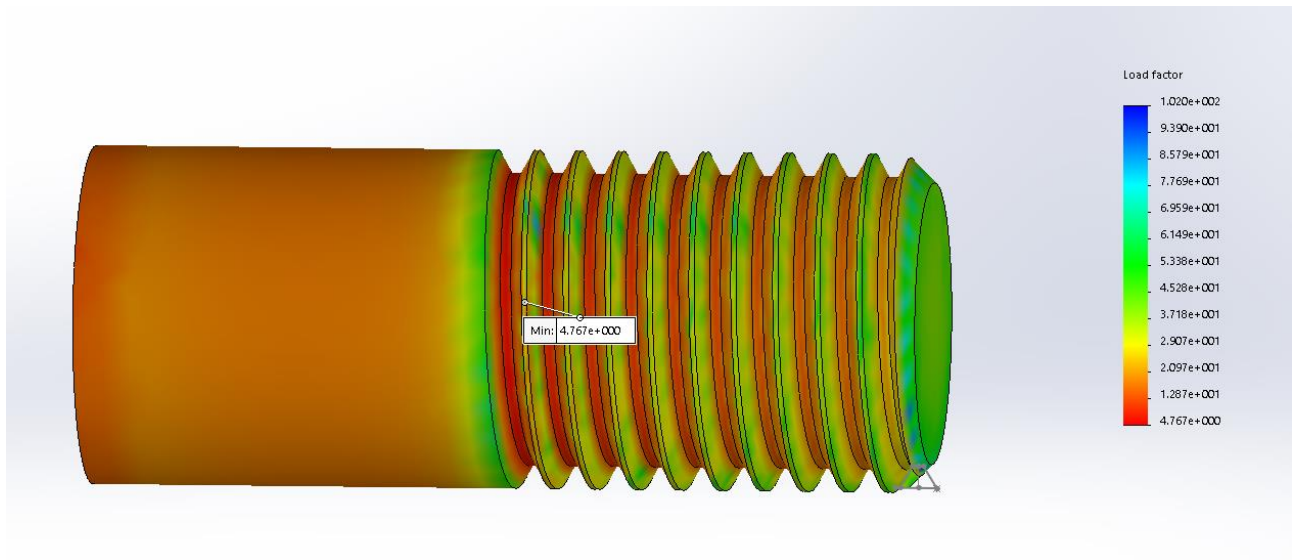


Рисунок 5.4 – Результати втомного випробування

На рисунку 5.4 зображено точку найнебезпечнішого перерізу, проаналізувавши яку робимо висновок, що для того щоб різьба почала руйнуватись навантаження потрібно збільшити в 4,7 рази.

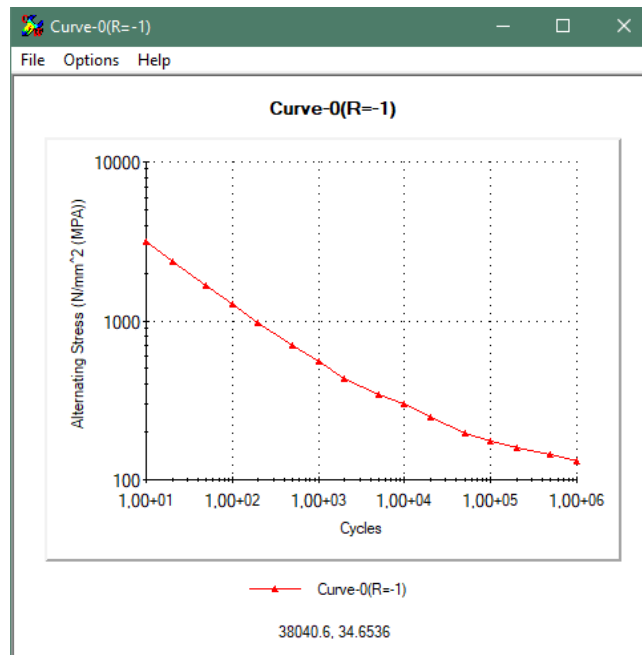


Рисунок 5.5 – Графік залежності кількості циклічних навантажень від величини навантаження

Висновок: після опрацювання результатів випробувань можна вважати, що різьбове з'єднання забезпечить функціональність та довговічність використання пристрою.

| | | | | | | |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|-------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>БР.ПМ-045.000.00.00 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | <i>54</i> |

Висновки

1. Проведено конструкторсько-технологічний аналіз деталі з метою забезпечення технічних вимог для її виготовлення. Уточнено граничні відхилення для лінійних розмірів та допуски форми та розміщення.
2. Проведено обґрунтування вибору заданого типу виробництва.
Обґрунтовано доцільність вибору більш прогресивного способу отримання заготовки, а саме поковка.
3. На основі аналізу типового технологічного процесу виготовлення деталі було розроблено новий технологічний процес її механічної обробки, який дозволяє забезпечити задану точність з використанням прогресивного технологічного обладнання та різального інструменту
4. Розраховано режими різання з урахуванням новітніх матеріалів для інструменту, що дозволяє підвищити продуктивність праці.
5. Розроблена прогресивна спеціальна технологічна оснастка для механічної обробки та контролю деталі, яка дозволяє забезпечити задану точність та продуктивність обробки
6. Розроблено керуючу програму для верстату з ЧПК
7. Проведено науково-дослідні дослідження на працездатність затискного елемента пристрою.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-045.000.00.00 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 55 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Список використаних джерел

1. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах. Т.1 / Под ред. А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова – М: Машиностроение, 1985. – 656 с.
2. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах. Т.2 / Под ред. А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – 496.с.
- 3.Обработка металлов резанием: Справочник технолога. / Под общ. ред. А.А.Панова. – М.: Машиностроение, 1988. – 736 с.
4. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах. Т.1 / Под ред. А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1973. – 694 с.
5. Справочник технолога-машиностроителя, В 2-х томах. Т.2 / Под ред. А.Н.Малова. – М.: Машиностроение, 1973. – 568 с.
6. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Минск,: Высшая школа, .1983. – 256 с.
7. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник. – М.: Машиностроение, 1979. – 303 с.
8. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні: Навчальний посібник. – К.: Вища школа, 1993. – 414 с.
9. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя – М.: Машиностроение, 1982. – Т.1 – 736 с, Т.2 – 559 с.
10. Одосій З. М., Войтенко П. І., Палійчук І. І., Копей В. Б. Технологічні основи машинобудування: Розрахунково-графічний практикум. - Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2019. -56 с.
11. Руденко П.А. и др. Проектирование и производство заготовок в машиностроении. – К.; Вища школа, 1991. – 247 с.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-045.000.00.00 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 56 |

12 Режимы резания металлов: Справочник / Под ред. Ю.В.Барановского. – М.: Машиностроение, 1972. – 408 с.

13. Нефедов Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техникумах: Учебное пособие – М.: Машиностроение, 1986. – 239 с.

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

15. ГОСТ 26 645-85. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку.

16. ГОСТ 7505-80. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски.

17. Общемашиностроительные нормативы режимов резания. – М.: Машиностроение, 1974. – Ч.І – 416 с. – Ч.ІІ – 200 с.

18. Общемашиностроительные нормативы вспомогательного и подготовительно-заключительного времени для технического нормирования: Серийное производство. – М.: Машиностроение, 1984. – 421 с.

19. Врюкало В. В. Системи комп'ютеризованої підготовки виробництва: Лабораторний практикум – Івано–Франківськ: ІФНТУНГ. 2016. – 55 с.
Електронний ресурс: <http://194.44.112.13/chytalna/5354/#p=1>

20. Серебrenицкий П.П. Краткий справочник технолога-машиностроителя.
/П.П. Серебrenицкий – СПб.: Политехника, 2007. – 951 с.: ил.

21. ПОЛОЖЕННЯ про екзаменаційну комісію Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу (Додаток до наказу № 61 від «25» лютого 2019р.)

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | БР.ПМ-045.000.00.00 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 57 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

22. Технология машиностроения (специальная часть). Картавов С.А. Издательское объединение «Вища школа», 1974, 272 с.
23. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник/ В. И. Баранчиков, А.В. Жаринов, Н.Д. Юдина и др.: Под общ. ред. В.И. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1990. – 400 с.: ил.
24. Справочник фрезеровщика. – К.: Техника, 1988. – 136 с.

| | | | | | | |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|-------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>БР.ПМ-045.000.00.00 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | <i>58</i> |

Додатки

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

| | | | | |
|----------------------|----------------------------|--|--|--|
| <i>І Ф Н Т У Н Г</i> | <i>БР.ПМ-045.000.00.00</i> | | | |
| <i>Шпindelь</i> | | | | |

**КОМПЛЕКТ
технологічної
документації**

*Технологічний процес
механічної обробки*

*Розробив: ст. групи ПМ-17-1
Мельник О.Б.*

Перевірів: Карпик Р.Т.

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|------------------|--|-----------|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--|--|--|--|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | |
| Взамін. | | | | | | | | | | | | | | |
| Підпис | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>P</i> | | | <i>ПН</i> | <i>Дабо В</i> | <i>L</i> | <i>t</i> | <i>i</i> | <i>s</i> | <i>n</i> | <i>v</i> | | | | |
| 01 | | | | | | | | | | | | | | |
| 02 | Контроль | | | | | | | | | | | | | |
| 03 | Робітник 100% | | | | | | | | | | | | | |
| 04 | Майстер 30% | | | | | | | | | | | | | |
| 05 | | | | | | | | | | | | | | |
| 06 | | | | | | | | | | | | | | |
| 07 | | | | | | | | | | | | | | |
| 08 | | | | | | | | | | | | | | |
| 09 | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | | | | | |
| OK | Обробка різанням | | | | | | | | | | | | | |

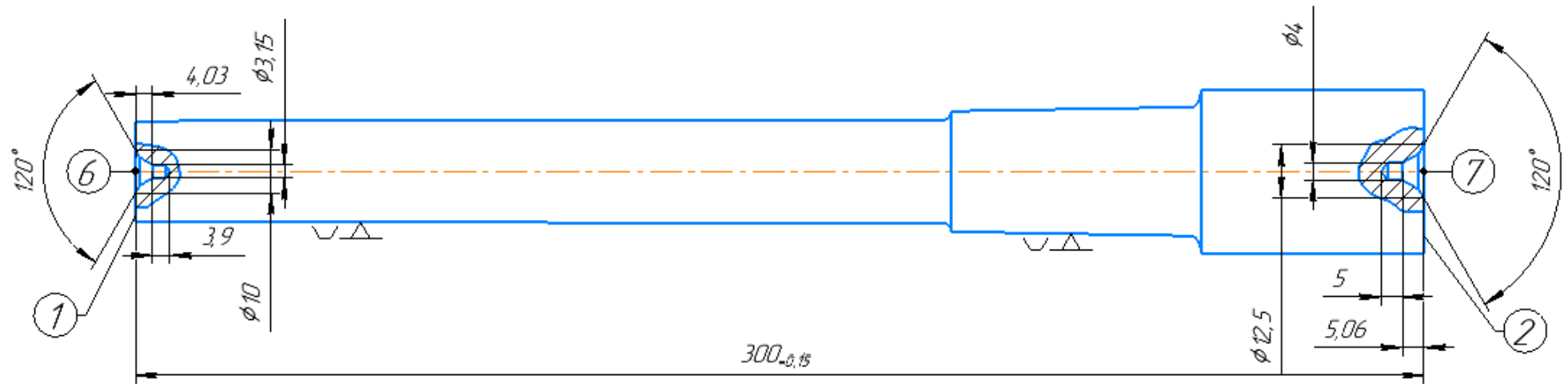
| | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|---|--|----|--------|----|----|---|-----|------|----|--|--|--|--|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | |
| Взамін. | | | | | | | | | | | | | | |
| Підпис | | | | | | | | | | | | | | |
| Р | | | ПН | Дабо В | L | t | i | s | n | v | | | | |
| 01 | | | | | | | | | | | | | | |
| 002 | 5. Розвірчувати отвір ø20 на прохід | | | | | | | | | | | | | |
| T03 | Розвіртка 2368-0126 ГОСТ 1672-80 | | | | | | | | | | | | | |
| P04 | | | | 20 | 20 | 20 | | 0,6 | 900 | 12 | | | | |
| 005 | 6. Зенкувати отвір фаска | | | | | | | | | | | | | |
| T06 | Зенківка 2353-0106 ГОСТ14953-80 Калібр пробка ГОСТ 14810-69 | | | | | | | | | | | | | |
| P07 | | | | 22 | 1 | 1 | | 1 | 1100 | 18 | | | | |
| 08 | | | | | | | | | | | | | | |
| 09 | Контроль | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | Робітник 100% | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | Майстер 30% | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | | | | |
| OK | Обробка різанням | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|--------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | |
| Взамін. | | | | | | | | | | | | | | |
| Підпис | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Розробив | Мельник О.Б. | | | | | | | | | | | | | |
| Перевірів | Карлик Р.Т. | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Н. контр. | Карлик Р.Т. | | | | | | | | | | | | | |

І Ф Н Т У Н Г

Шпиндель

010

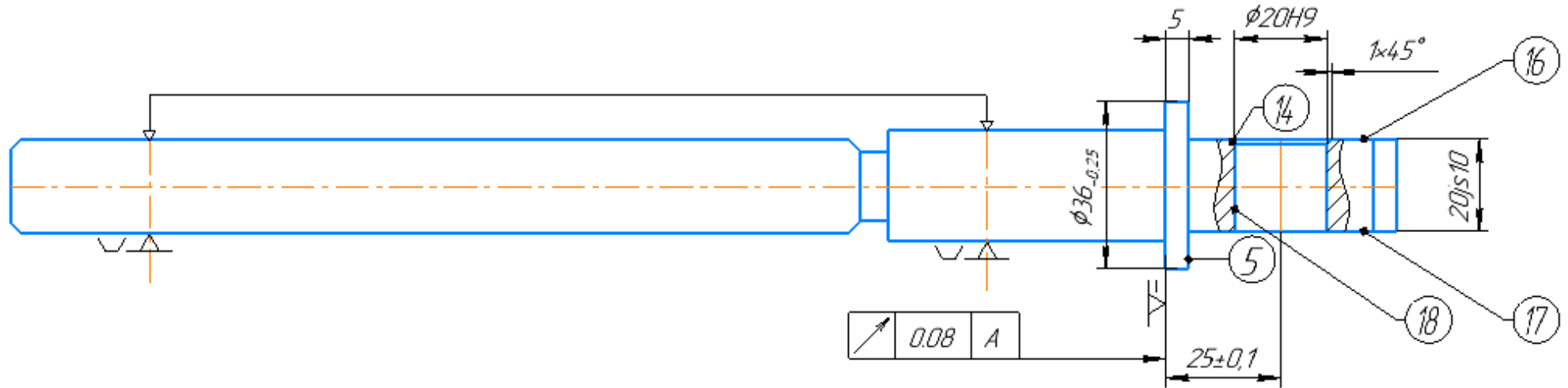


| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|--------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | |
| Взамін. | | | | | | | | | | | | | | |
| Підпис | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Розробив | Мельник О.Б. | | | | | | | | | | | | | |
| Перевірів | Карлик Р.Т. | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Н. контр. | Карлик Р.Т. | | | | | | | | | | | | | |

І Ф Н Т У Н Г

Шпindelь

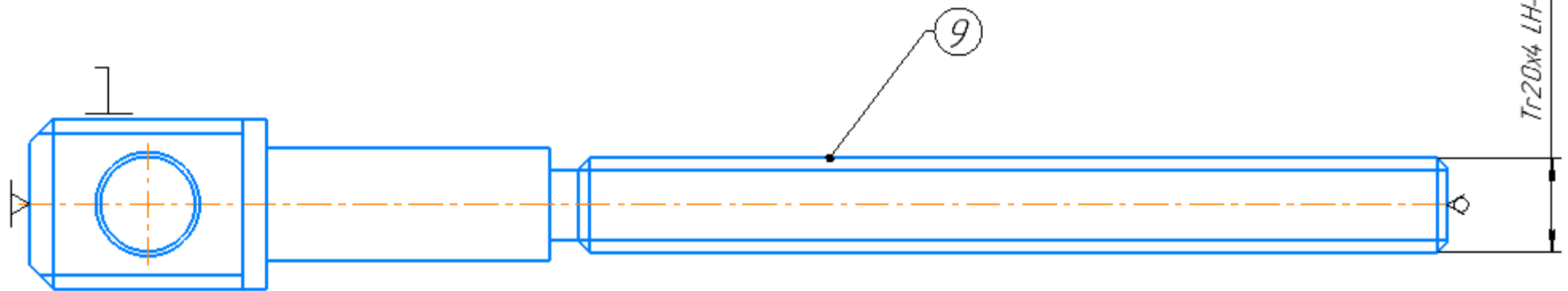
025



| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|--------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-----|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | |
| Взамін. | | | | | | | | | | | | | | |
| Підпис | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Розробив | Мельник О.Б. | | | | | | | | | | | | | |
| Перевірів | Карпик Р.Т. | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Н. контр. | Карпик Р.Т. | | | | | | | | | | | | | 030 |

ІФНТУНГ

Шпиндель



KE

Додаток А

O0001

N1 (CNMG 431 80DEG SQR HOLDER)

N2 T0101

N3 B90.

N4 G00 G96 S548 M03

N5 ('8AB>20O1)

N6 G54 G00 Z300.354 M08

N7 X36.707

N8 Z299.954

N9 G01 X36. Z299.6 F.409

N10 Z249.6

N11 X36.707 Z249.246

N12 X37.2

N13 G00 X37.507

N14 G40 X508. Z127. M09

N15 M01

N16 (HNEN 090512 HEX OD HOLDER)

N17 T0808

N18 B90.

N19 G00 G96 S548 M03

N20 ('8AB>20O2)

N21 G54 G00 Z303.149 M08

N22 X33.697

N23 G01 X27.697 Z300.149 F.409

N24 Z299.649

N25 X37.697 Z294.649

N26 X38.697

N27 G00 X44.697

N28 X508. Z127. M09

N29 M30\

| Форм. | Зона | Поз. | Позначення | Назва | К-ть. | Примітки |
|-------|------|------|------------------------|--------------------------|-------|----------|
| | | | | | | |
| | | | | <u>Документація</u> | | |
| A1 | | | БР.ПМ-045.000.04.00 СК | Прижимний пристрій | 1 | |
| | | | | <u>Деталі</u> | | |
| | | 1 | БР.ПМ-045.000.04.01 | Плита | 1 | |
| | | 2 | БР.ПМ-045.000.04.02 | Стійка | 1 | |
| | | 3 | БР.ПМ-045.000.04.03 | Стійка | 1 | |
| | | 4 | БР.ПМ-045.000.04.04 | Опора | 1 | |
| | | 5 | БР.ПМ-045.000.04.05 | Вилка | 1 | |
| | | 6 | БР.ПМ-045.000.04.06 | Пружина | 1 | |
| | | 7 | БР.ПМ-045.000.04.07 | Прижимна пластина | 1 | |
| | | 8 | БР.ПМ-045.000.04.08 | Прижимна пластина | 1 | |
| | | 9 | БР.ПМ-045.000.04.09 | Призма | 2 | |
| | | 10 | БР.ПМ-045.000.04.10 | Проставка | 1 | |
| | | 11 | БР.ПМ-045.000.04.11 | Проставка | 1 | |
| | | | | <u>Стандартні вироби</u> | | |
| | | 12 | | Гайка М24 | 1 | |
| | | | | ГОСТ 5915-70 | | |
| | | 13 | | Шайба | 2 | |
| | | | | ГОСТ 11371-78 | | |

| | | | | | | | |
|----------|------|--------------|-------|------|---|--|--|
| | | | | | БР.ПМ-045.000.04.00 | | |
| Ізм | Лист | № докум. | Підп. | Дата | Фрезерно-свердлильний пристрій <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> Лит. Лист Листов </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> Н 1 2 </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">ІФНТУНГ</div> | | |
| Разраб. | | Мельник О.Б. | | | | | |
| Пров. | | Карлик Р.Т. | | | | | |
| Реценз. | | | | | | | |
| Н.контр. | | Карлик Р.Т. | | | | | |
| Утв. | | Панчук В.Г. | | | | | |

| Форм. | Зона | Поз. | Позначення | Назва | К-ть. | Примітки |
|-------|------|------|------------------------|---------------------------|-------|----------|
| | | | | <u>Документація</u> | | |
| A1 | | | БР.ПМ-045.000.05.00 СК | Контрольний пристрій | 1 | |
| | | | | <u>Складальні одиниці</u> | | |
| A1 | | | БР.ПМ-045.000.05.01 | Ліва бадка | 1 | |
| A1 | | | БР.ПМ-045.000.05.02 | Права бадка | 1 | |
| | | | | <u>Деталі</u> | | |
| | | 1 | БР.ПМ-045.000.05.01 | Ліва бадка | 1 | |
| | | 2 | БР.ПМ-045.000.05.02 | Права бадка | 1 | |
| | | 3 | БР.ПМ-045.000.05.03 | Плита | 1 | |
| | | 4 | БР.ПМ-045.000.05.04 | Ліва стійка | 1 | |
| | | 5 | БР.ПМ-045.000.05.05 | Права стійка | 1 | |
| | | 6 | БР.ПМ-045.000.05.06 | Центр | 2 | |
| | | 7 | БР.ПМ-045.000.05.07 | Піноль | 2 | |
| | | 8 | БР.ПМ-045.000.05.08 | Втулка | 3 | |
| | | 9 | БР.ПМ-045.000.05.09 | Різьбова втулка | 1 | |
| | | 10 | БР.ПМ-045.000.05.10 | Стакан | 1 | |
| | | 11 | БР.ПМ-045.000.05.11 | Пружина | 1 | |
| | | 12 | БР.ПМ-045.000.05.12 | Ручка | 1 | |
| | | 13 | БР.ПМ-045.000.05.13 | Заглушка | 1 | |
| | | 14 | БР.ПМ-045.000.05.14 | Прижимний гвинт | 2 | |

БР.ПМ-045.000.05

| Ізм | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|----------|------|--------------|-------|------|
| Разраб. | | Мельник О.Б. | | |
| Пров. | | Карлик Р.Т. | | |
| Рецен. | | | | |
| Н.контр. | | Карлик Р.Т. | | |
| Утв. | | Панчук В.Г. | | |

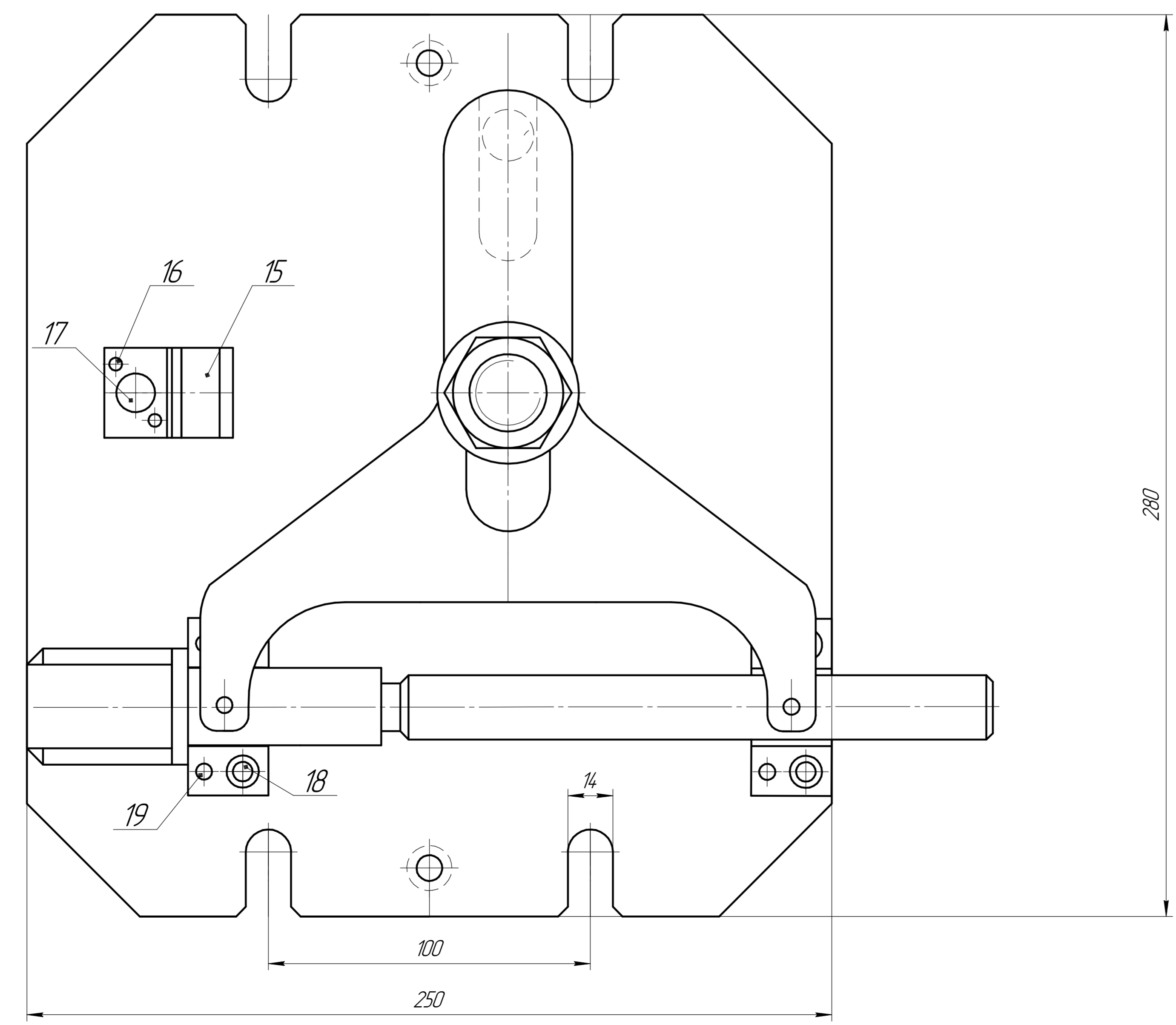
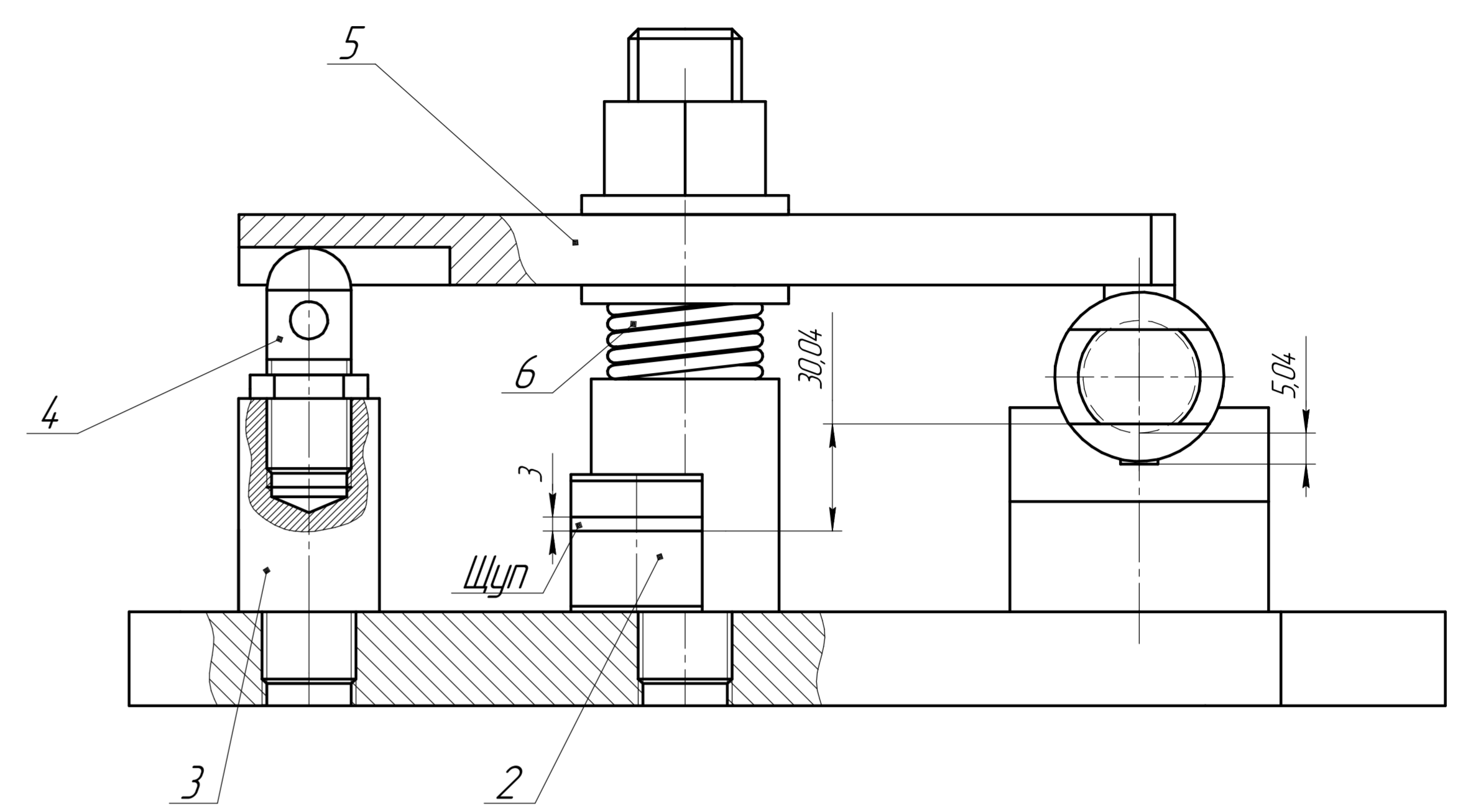
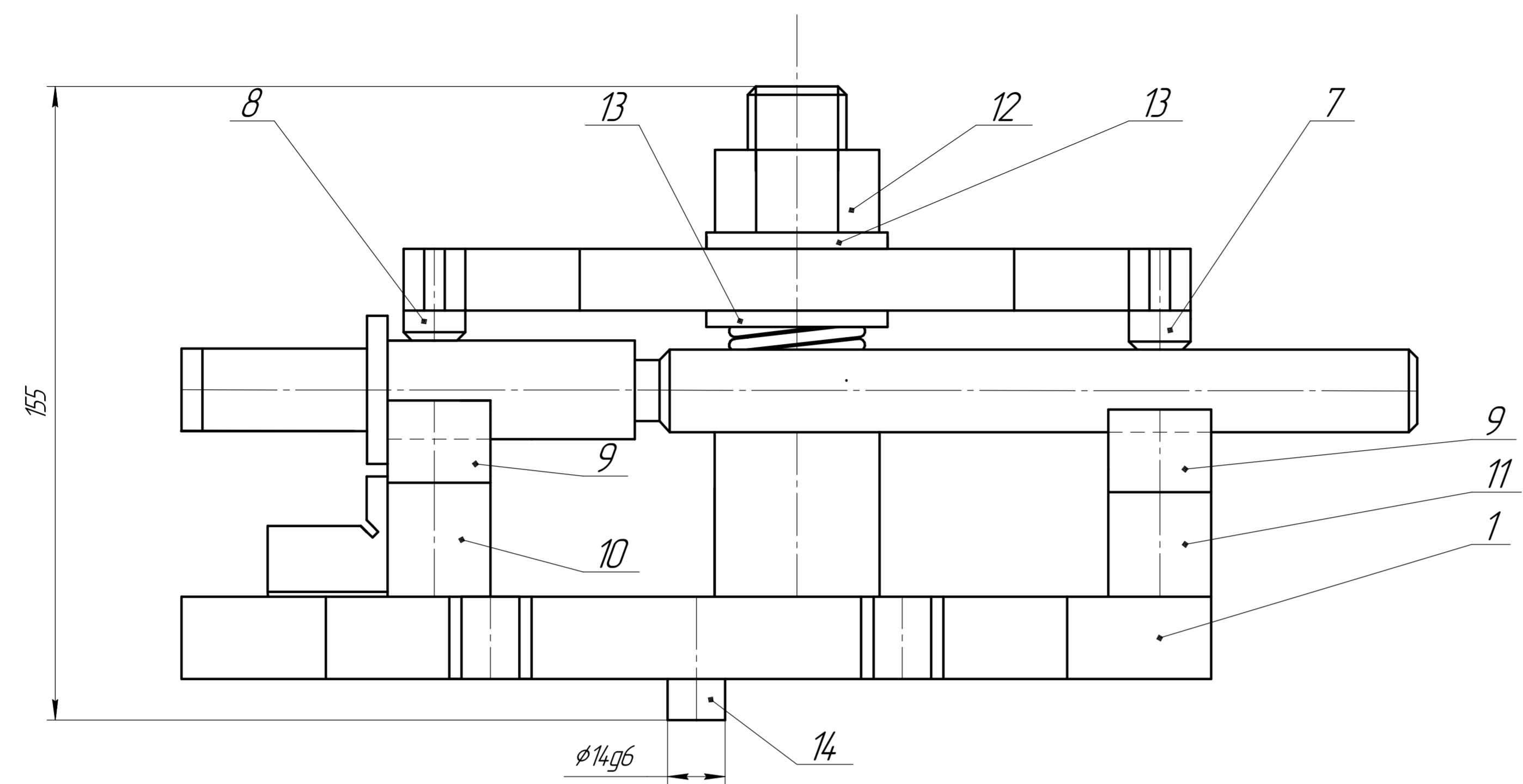
Контрольний пристрій

| Лист. | Лист | Листов |
|-------|------|--------|
| Н | 1 | 2 |

ІФНТУНГ

| Форм. | Зона | Поз. | Обозначение | Наименование | Кол. | Примеч. |
|-------|------|------|---------------------|---------------------|------|---------|
| | | 15 | БР.ПМ-045.000.05.15 | Штанга | 1 | |
| | | 16 | БР.ПМ-045.000.05.16 | Перехідник | 1 | |
| | | 17 | БР.ПМ-045.000.05.17 | Вимірна головка | 1 | |
| | | | | Стандартні вироби | | |
| | | 18 | | Гвинт М5х20 | 3 | |
| | | | | ГОСТ 33806-2016 | | |
| | | 19 | | Болт М8х30 | 8 | |
| | | | | ГОСТ 7798-70 | | |
| | | 20 | | Штифт | 8 | |
| | | | | ГОСТ 24296-93 | | |
| | | | | Покупні вироби | | |
| | | 21 | БР.ПМ-045.000.05.21 | Індикаторна головка | 1 | |

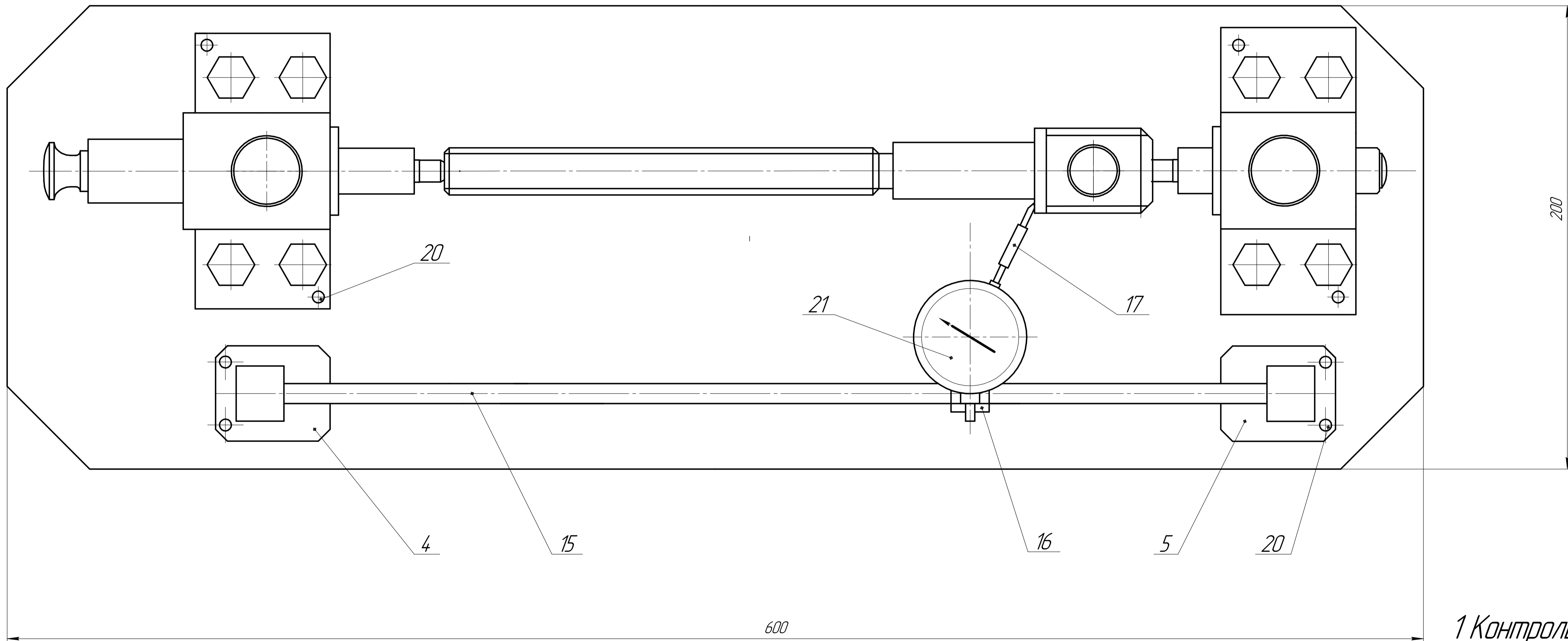
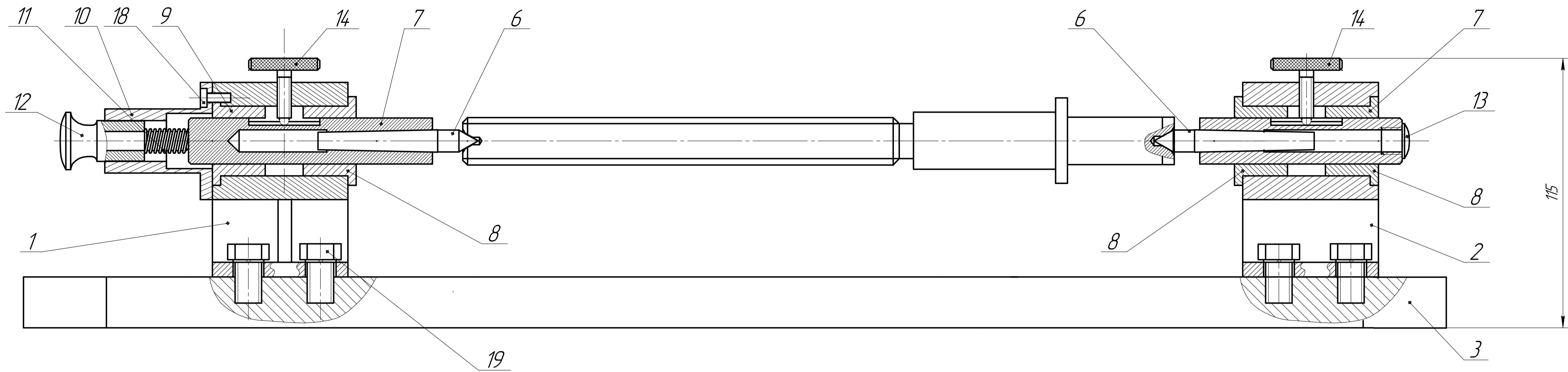
| | | | | | | |
|-----|------|--------------|-------|------|------------------|------|
| | | Мельник О.Б. | | | БР.ПМ-045.000.05 | Лист |
| | | Карлик Р.Т. | | | | 2 |
| Ізм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |



1 Фрезерно-свердильний пристрій встановлюється на фрезерний верстат з автоматичною зміною інструмента моделі 6А76ПМФ2

| | |
|---------------|--------|
| Лист № докум. | Лист 1 |
| Сторінка № | 1 |
| Лист № змін | |
| Вказ. змін № | |
| Лист № змін | |
| Лист № змін | |

| | | | | | | |
|-------------------------------|--|--|--|------|--------|---------|
| БРПМ-045.000.04.00 СК | | | | Лист | Маса | Масштаб |
| Фрезерно-свердильний пристрій | | | | Н | | 1:1 |
| | | | | Лист | Листов | 1 |
| ІФНТУНГ | | | | | | |



1 Контрольний пристрій для контролю торцевого біття

| | | | | | | |
|---------|--------------|---------|-------|------------------------|----------|---------|
| | | | | БР.ПМ-045.000.05.00 СК | | |
| | | | | Пристрій контрольний | | |
| Лист | Маса | Масштаб | | Лист | Маса | Масштаб |
| Н | | 1:1 | | Лист 1 | Листов 1 | |
| | | | | ІФНТУНГ | | |
| Ізм. | Лист | № док. | Підп. | Дата | | |
| Розроб. | Мельник О.Б. | | | | | |
| Проб. | Карлик Р. Т. | | | | | |
| Інж. | Карлик Р. Т. | | | | | |
| Реценз. | | | | | | |
| Інж. | Карлик Р. Т. | | | | | |
| Утв. | Ланчук В.Г. | | | | | |

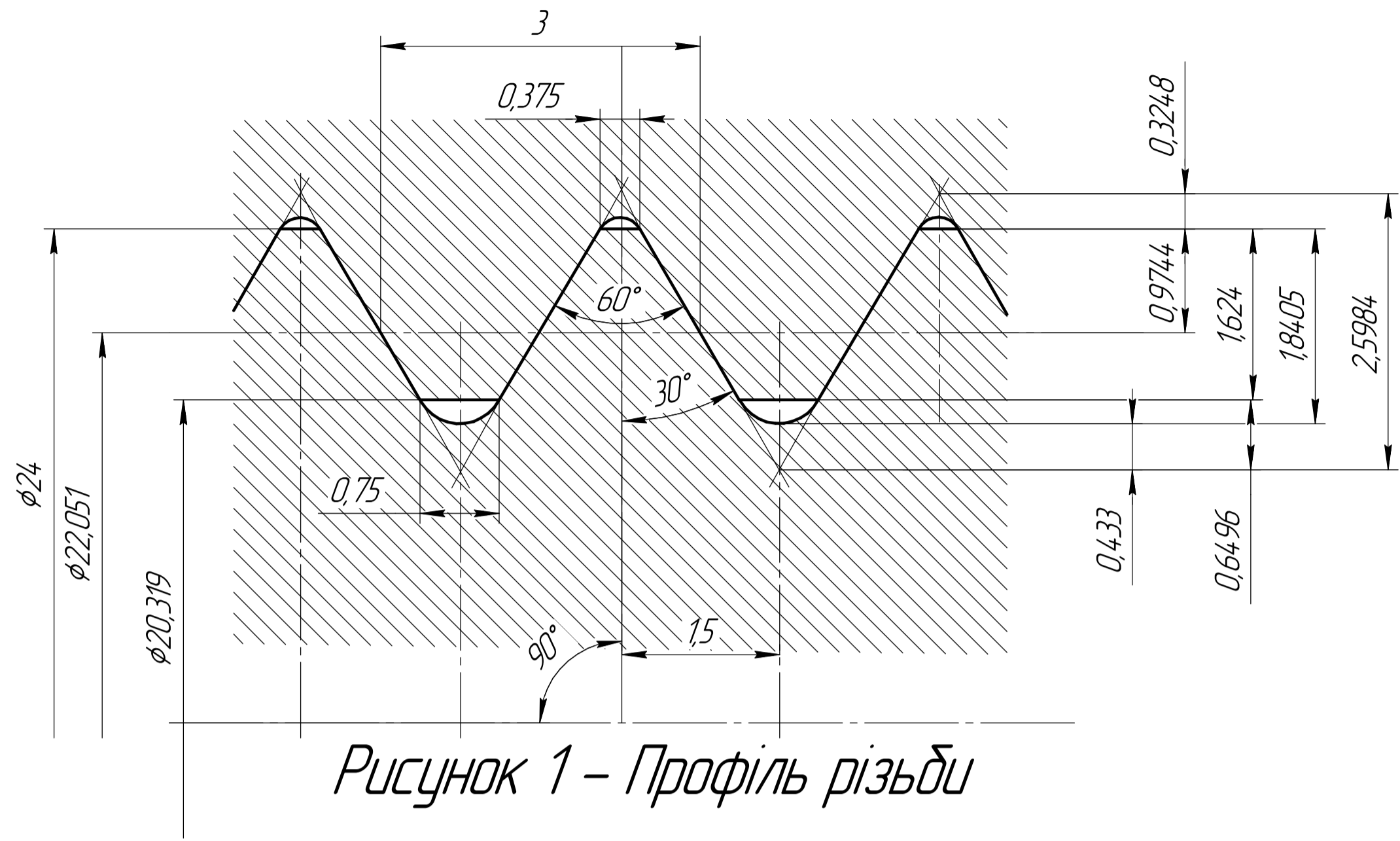


Рисунок 1 – Профіль різьби

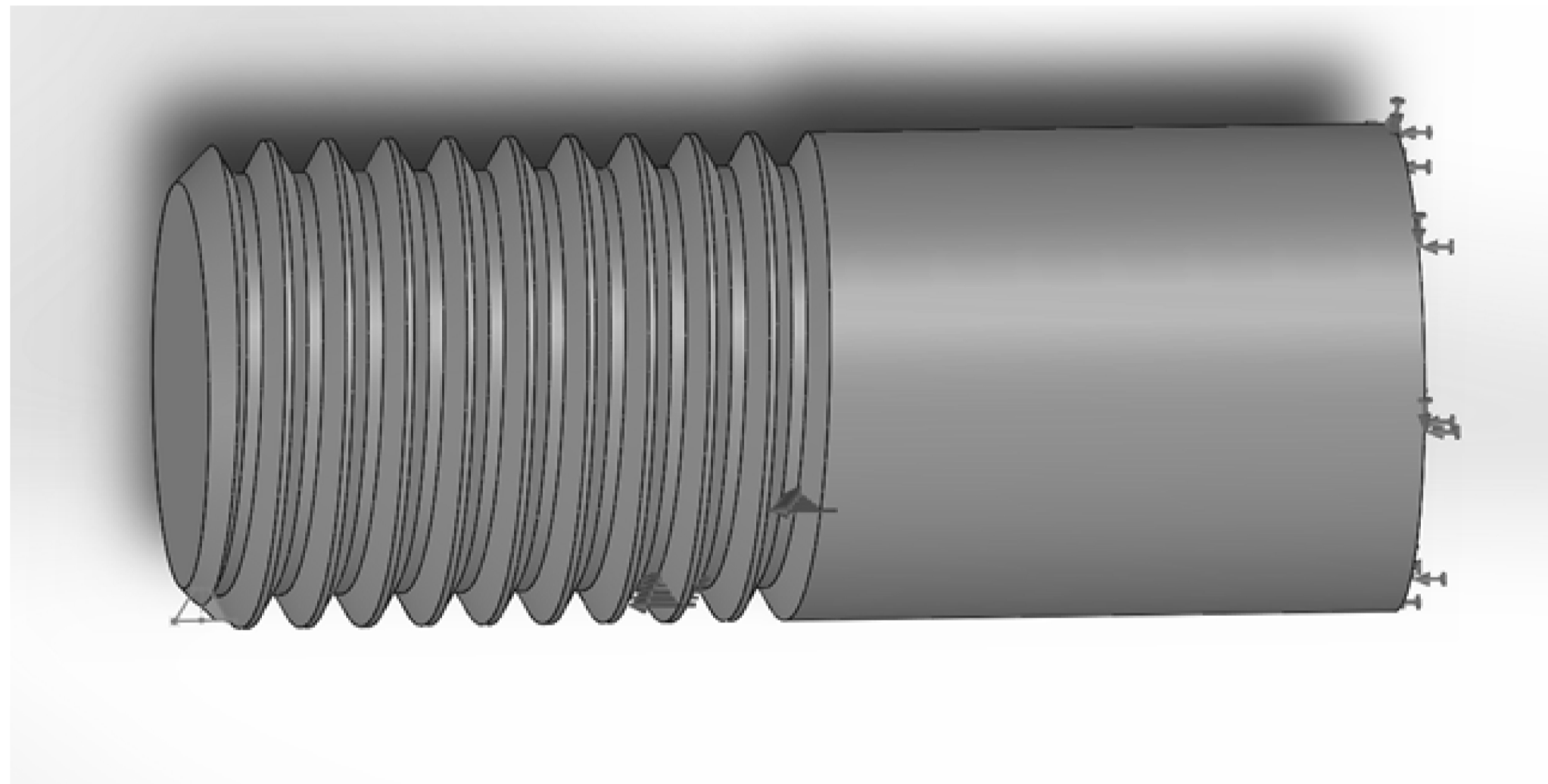


Рисунок 2 – Схема закріплення та дії сили

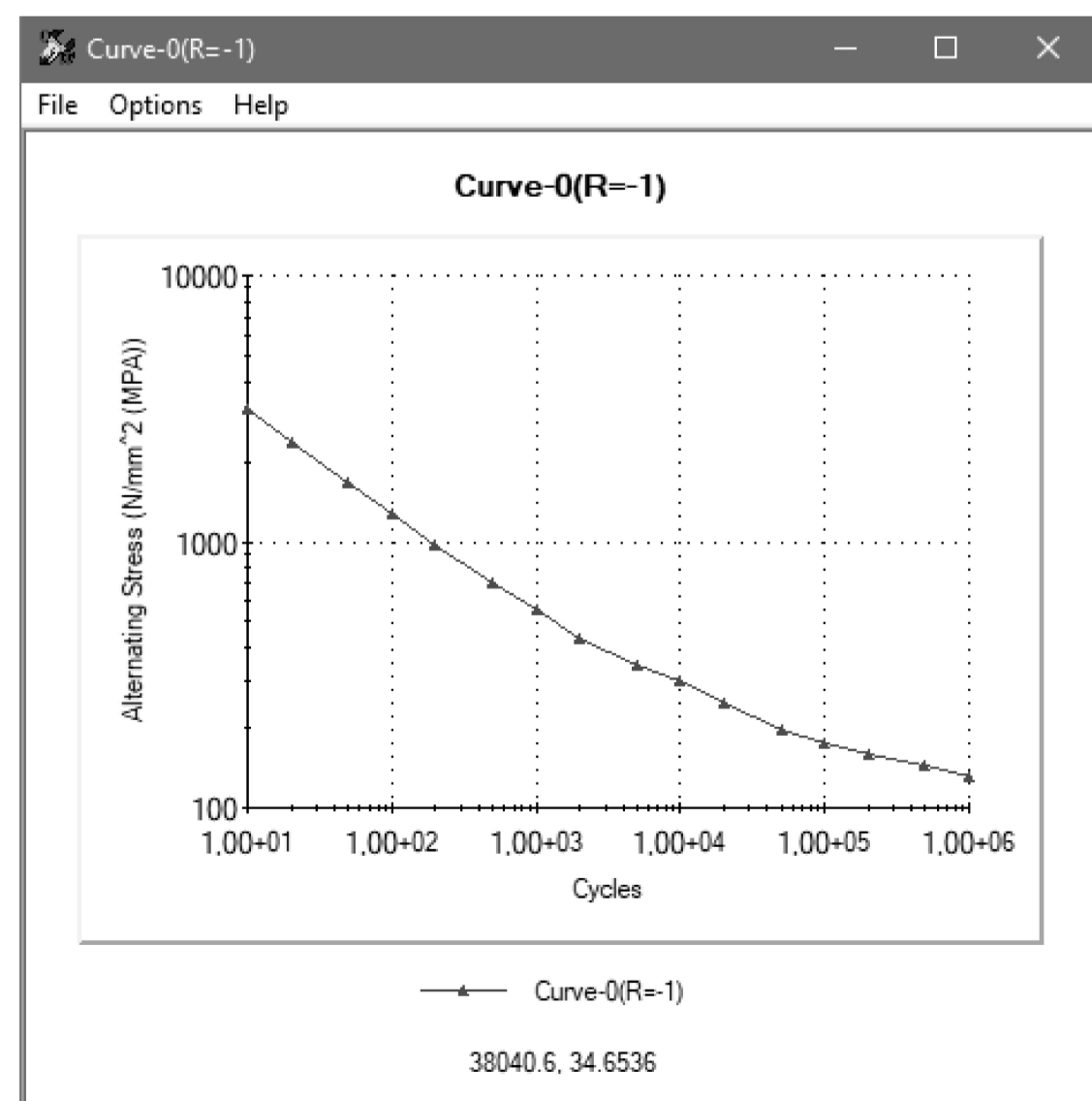
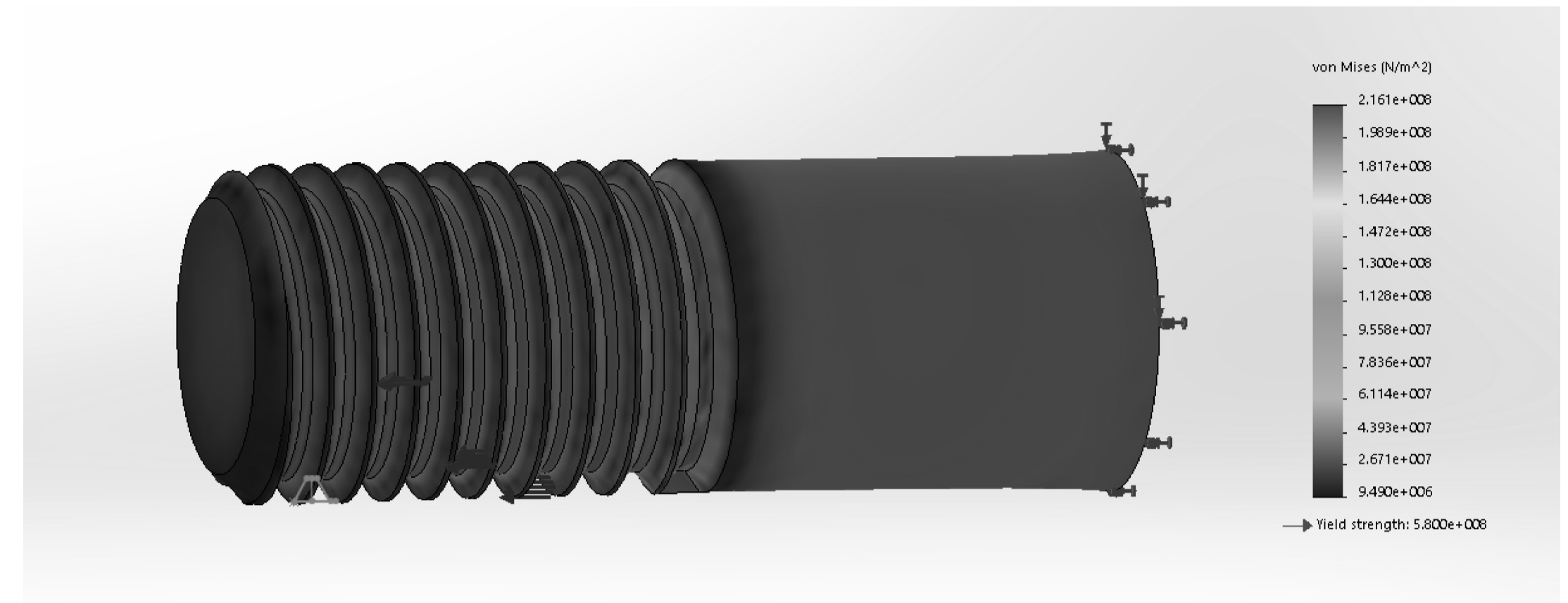
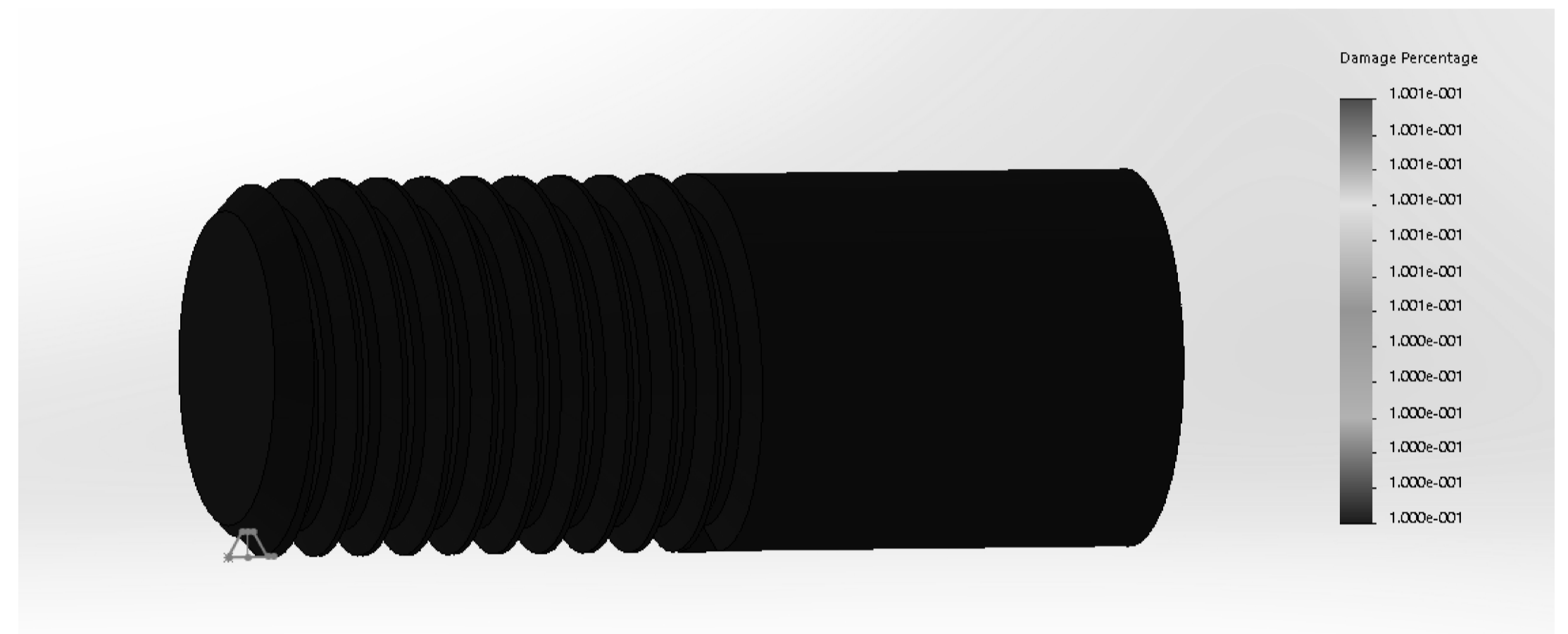


Рисунок 3 – Графік залежності кількості циклів від навантження

а)



б)



в)

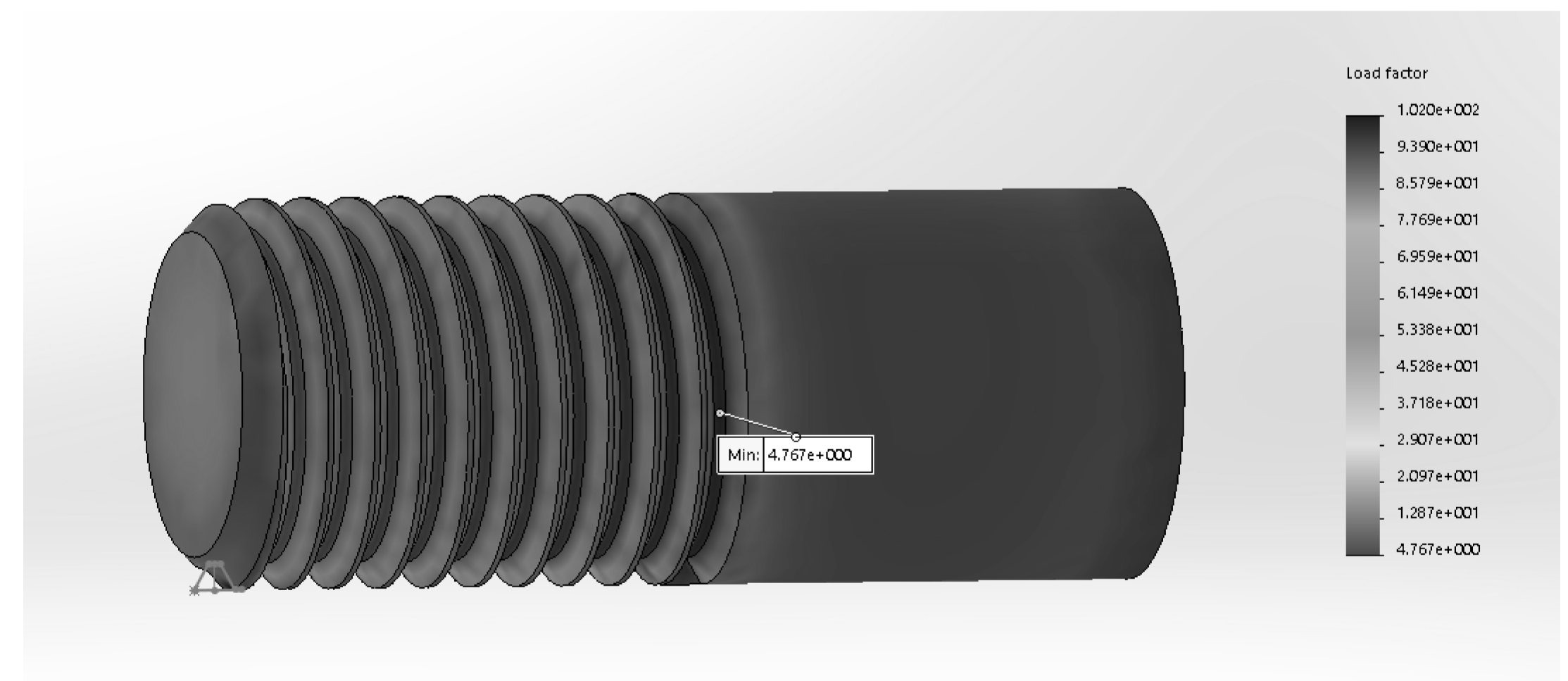


Рисунок 4 – Результати дослідження
 а) Статичне навантження (Stress)
 б) Втомне навантження (Damage)
 в) Втомне навантження (Load factor)

| | | | | | | | |
|------------|--------------|--------|-------|------------------------|--------------------------|---------|----------|
| | | | | БР.ПМ-045.000.06.00 Сх | | | |
| Вір. | Лист | № док. | Підп. | Дата | Науково-дослідна частина | Лист | Масштаб |
| Розроб. | Мельник О.Б. | | | | | Н | 1:1 |
| Проб. | Карлик Р.Г. | | | | | Лист | Листів 1 |
| Інженер. | Карлик Р.Г. | | | | | ІФНТУНГ | |
| Рецензент. | Карлик Р.Г. | | | | | | |
| Інженер. | Карлик Р.Г. | | | | | | |
| Узб. | Ланчук В.Г. | | | | | | |

Створення керуючої програми для обробки на токарно-гвинторізному верстаті з ЧПК

Установ

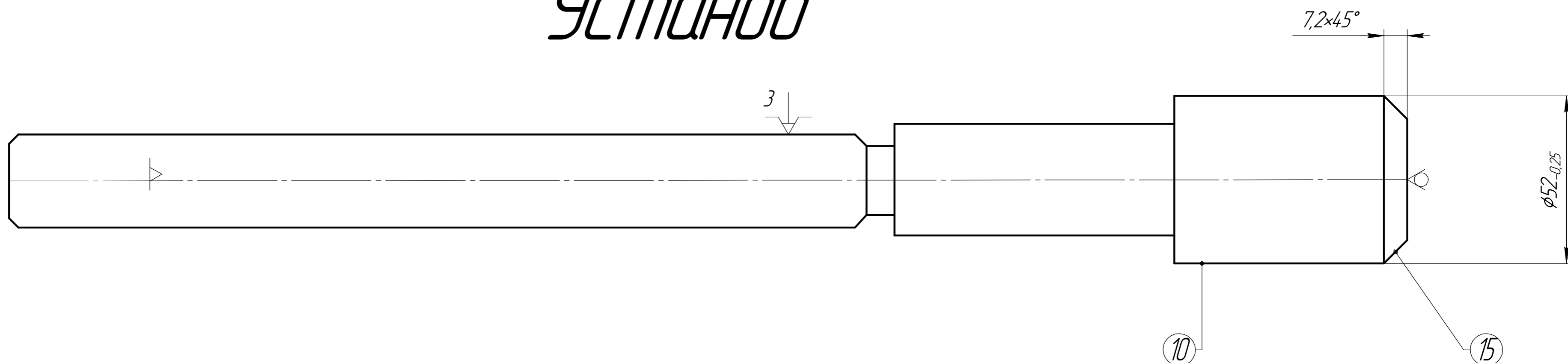


Рисунок 1 – Операційний ескіз на обробку деталі (Операція O20)

Координати опорних точок

| № | X | Y |
|---|-----|----|
| 1 | -50 | 18 |
| 2 | -5 | 18 |
| 3 | 0 | 13 |

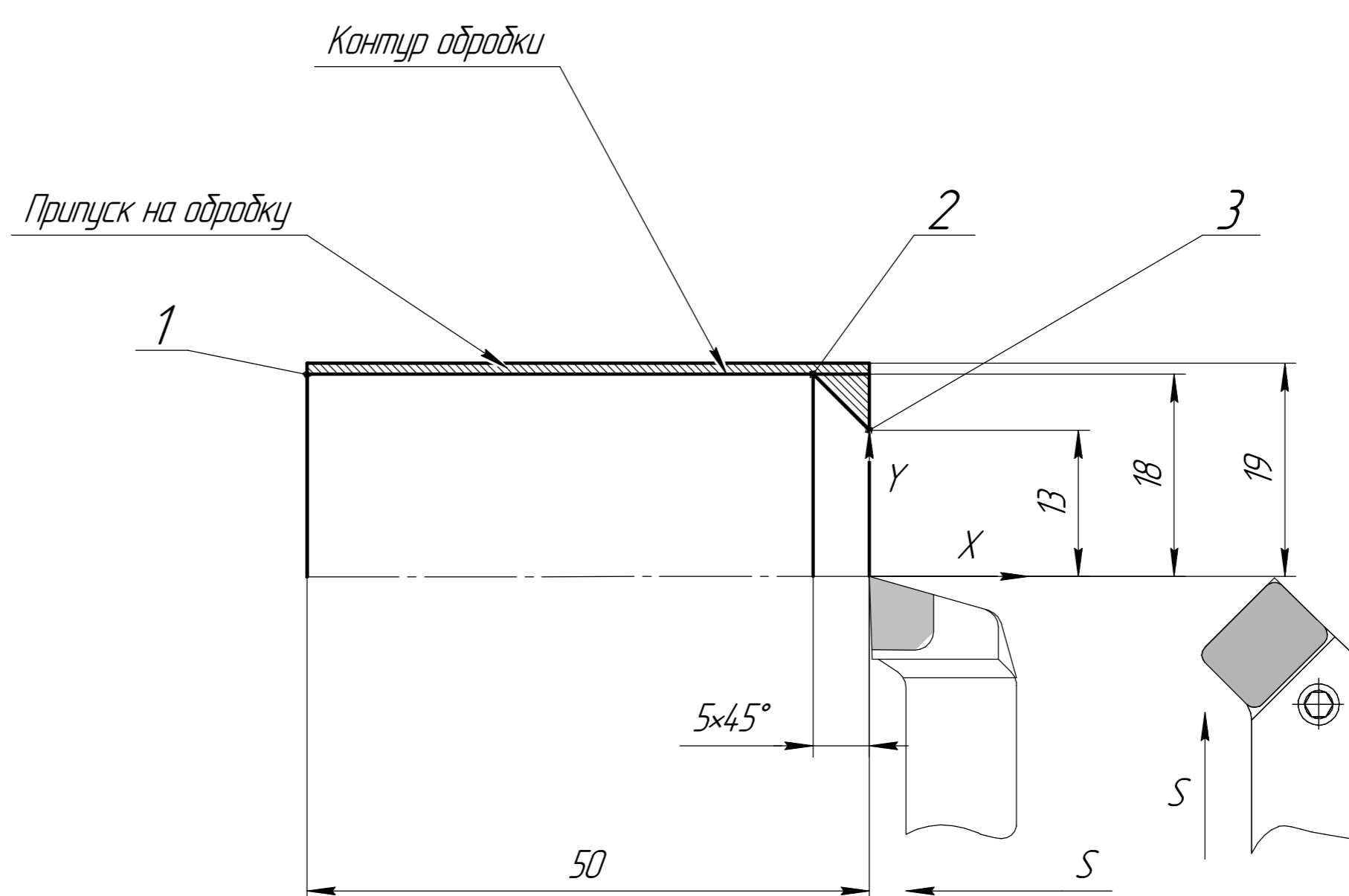


Рисунок 2 – Траєкторія обробки і розташування опорних точок

Керуюча програма для верстата

O0001
 N1 (CNMG 431 B0DEG SQR HOLDER) N16 (HNEN 090512 HEX OD HOLDER)
 N2 T0101 N17 T0808
 N3 B90. N18 B90.
 N4 G00 G96 S548 M03 N19 G00 G96 S548 M03

N5 ('8AB-2001)
 N6 G54 G00 Z300.354 M08 N20 ('8AB-2002)
 N7 X36.707 N21 G54 G00 Z303.149 M08
 N8 Z299.954 N22 X33.697
 N9 G01 X36. Z299.6 F.409 N23 G01 X27.697 Z300.149 F.409
 N10 Z24.96 N24 Z299.649
 N11 X36.707 Z24.9.246 N25 X37.697 Z294.649
 N12 X37.2 N26 X38.697
 N13 G00 X37.507 N27 G00 X44.697
 N14 G40 X508. Z127. M09 N28 X508. Z127. M09
 N15 M01 N29 M30

Етапи проектування в системі CAMWorks

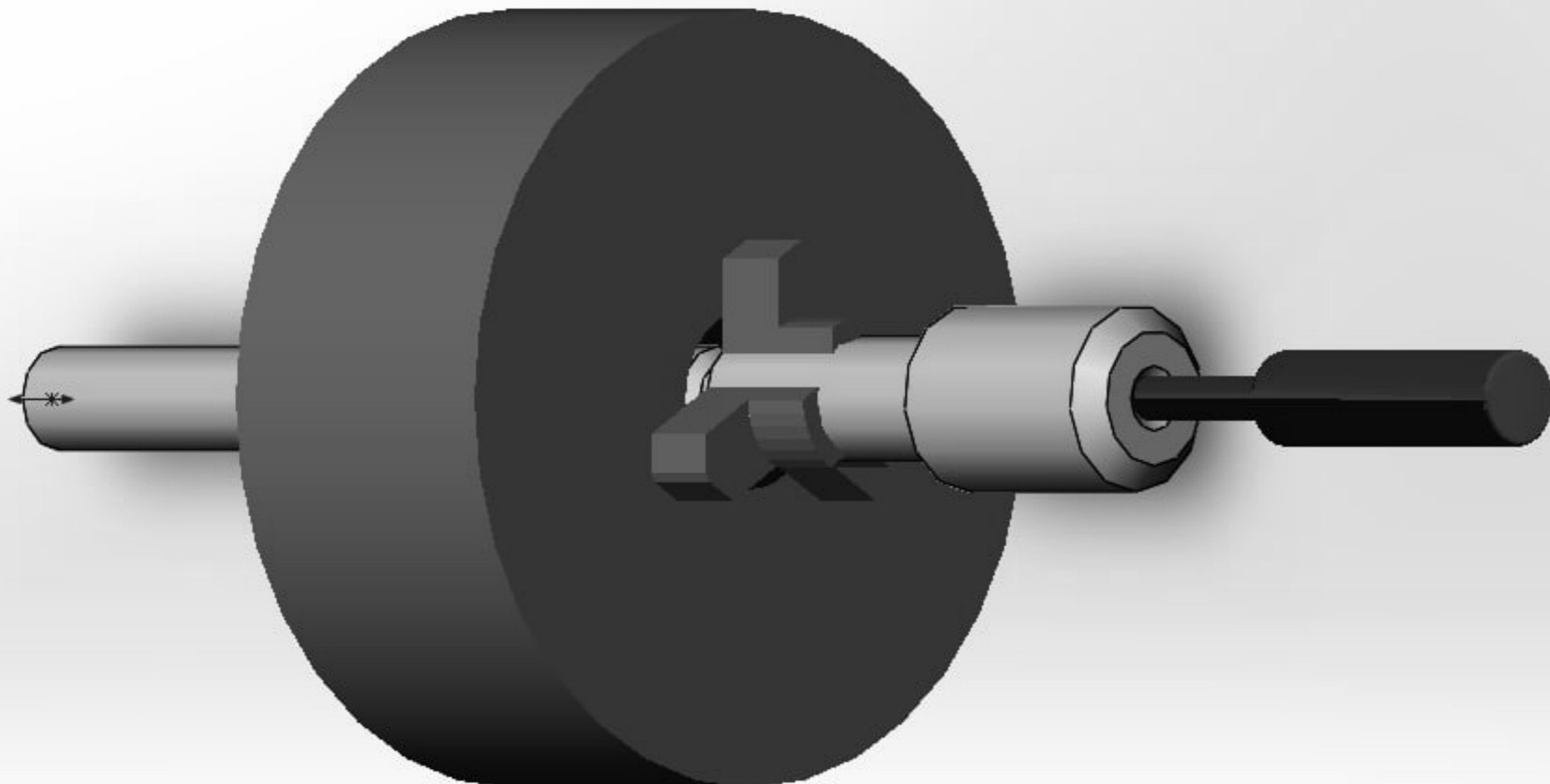
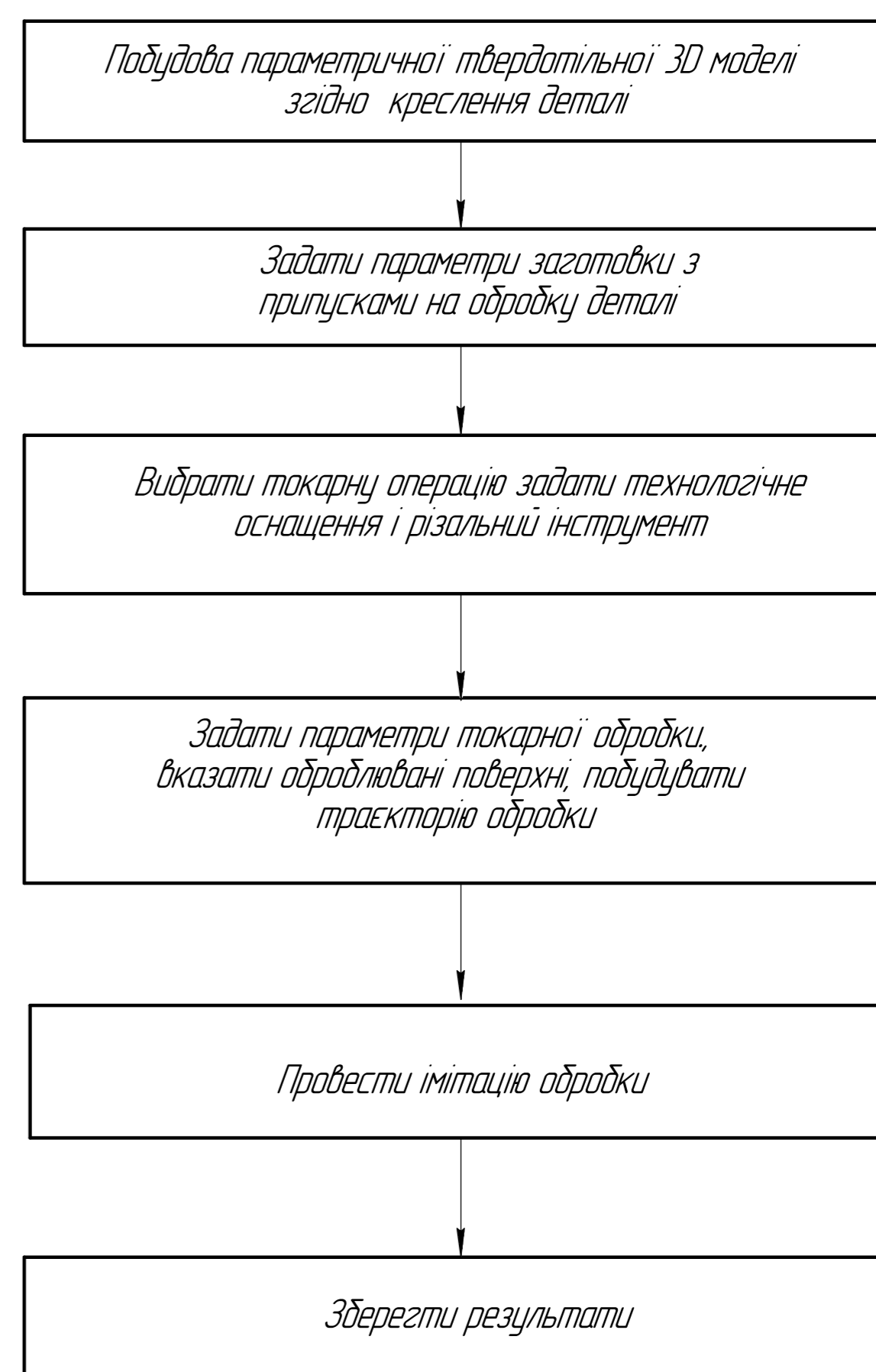


Рисунок 3 – Вигляд системи CAMWorks

| | | | | | | |
|-----------|--------------|-------|------|-------------------------|---------|-----|
| | | | | БР.ПМ-04.5.000.03.00 Сх | | |
| Лист | № док. | Підп. | Дата | Керуюча програма | | |
| Розроб. | Мельник О.Б. | | | Лист | Масштаб | 1:1 |
| Проб. | Карлик Р.Т. | | | Листів | Листів | 1 |
| І.контр. | Карлик Р.Т. | | | ІФНУНГ | | |
| Рецензент | Карлик Р.Т. | | | | | |
| І.контр. | Карлик Р.Т. | | | | | |
| Змі. | Панчук В.Г. | | | | | |

Лист № 1
 Стор. № 1
 Вид. № 1
 Дата: 10.10.2010