

Міністерство освіти і науки України  
Український державний університет науки і технологій

Факультет дизайну машин і захисту довкілля

(назва факультету)

Кафедра технології машинобудування

(повна назва кафедри)

## Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи бакалавра

6.131.221400.ПЗ

на тему: Розробка технологічного процесу виготовлення гільзи вітроподвигуна  
в дрібносерійному виробництві

|                         |                            |
|-------------------------|----------------------------|
| за освітньою програмою: | Технологія машинобудування |
| зі спеціальності:       | 131 – прикладна механіка   |
|                         |                            |

Виконав: студент

групи: ІМ01-22т

|                                                                        |                   |                                                             |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------|
|                                                                        | (підпис студента) | /Денис ШЕВЛЮКОВ /<br>(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)                        |
| Керівник:                                                              | (підпис)          | /ст. викладач Світлана БОНЧУК/<br>(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)   |
| Нормоконтролер:                                                        | (підпис)          | /доцент Світлана НЕГРУБ/<br>(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)         |
| Консультанти:                                                          |                   |                                                             |
| Аналітична частина<br>(назва розділу)                                  | (підпис)          | / ст. викладач Світлана БОНЧУК /<br>(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ) |
| Основна частина<br>(назва розділу)                                     | (підпис)          | / ст. викладач Світлана БОНЧУК /<br>(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ) |
| Охорона праці та захист навколишнього<br>середовища<br>(назва розділу) | (підпис)          | / доцент Ярослав РОМАНЬКО /<br>(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)      |

Засвідчую, що у цій роботі немає  
запозичень з праць інших авторів  
без відповідних посилань.

Студент \_\_\_\_\_

Дніпро – 20 26 рік

Ministry of Education and Science of Ukraine  
Ukrainian State University of Science and Technologies

Faculty of Machine Design and Environmental Protection  
(faculty)

Department of Mechanical Engineering Technology  
(department)

## Descriptive Note

to Bachelor's qualification work  
(higher education degree)

6.131.221400.II3

on the topic: Development of the technological process for manufacturing a wind motor sleeve in small-batch production

under study program: Mechanical Engineering Technology

Speciality: 131 - applied mechanics  
(speciality and its code)

Done by the student of the group: IM01-22t

Denys SHEVLIUKOV

(name, surname)

Supervisor:

/ senior teacher Svitlana BONCHUK /  
(position, name, surname)

Normative controller :

/ doc. Svitlana NEHRUB /  
(position, name, surname)

Consultants:

Analytic chapter

(Section title)

/ senior teacher Svitlana BONCHUK /  
(position, name, surname)

Main chapter

(Section title)

/ senior teacher Svitlana BONCHUK /  
(position, name, surname)

Occupational safety and environmental protection

(Section title)

/ doc. Yaroslav ROMANKO /  
(position, name, surname)

(Section title)

(position, name, surname)

Dnipro – 2026

Міністерство освіти і науки України  
Український державний університет науки і технологій

Факультет: дизайну машин і захисту довкілля  
Кафедра: технології машинобудування  
Рівень вищої освіти: бакалавр  
Освітня програма: Технологія машинобудування  
Спеціальність: 131 – прикладна механіка  
(шифр та назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри технології машинобудування

(підпис)

Дата

Світлана НЕГРУБ  
(Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

## З А В Д А Н Н Я

на кваліфікаційну роботу бакалавра  
(ступінь вищої освіти)

студенту Шевлюкову Денису Михайловичу  
(Прізвище, Ім'я По батькові)

Тема роботи Розробка технологічного процесу виготовлення гільзи вітроподвигуна в дрібносерійному виробництві

Керівник роботи: Бончук Світлана Вікторівна  
(Прізвище, Ім'я, По батькові, науковий ступінь, вчене звання)

|                         |  |  |
|-------------------------|--|--|
| Затверджені наказом від |  |  |
|-------------------------|--|--|

2. Строк подання студентом роботи: 18.06. 2026 р.

3. Вихідні дані до роботи Технологічний процес виготовлення деталі.  
Креслення деталі.

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

4.1. Аналітична частина

4.2. Основна частина

4.3. Охорона праці та захист навколишнього середовища

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

5.1 Креслення деталі з 3Д моделлю – 1 лист А1,

5.2 Технологічна наладка – 1 лист А1,

5.3 Верстатний пристрій – 1 лист А1,

5.4 План розміщення технологічного обладнання – 1 лист А1.

## 6. Електронна частина: непередбачена

## 7. Консультанти розділів роботи

| Розділ                                           | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата   |                  |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------|------------------|
|                                                  |                                           | завдання видав | завдання прийняв |
| Аналітична частина                               | Бончук С.В., ст. викладач                 |                |                  |
| Основна частина                                  | Бончук С.В., ст. викладач                 |                |                  |
| Охорона праці та захист навколишнього середовища | Романько Я.В. доцент                      |                |                  |

8. Дата видачі завдання 13.04.2026**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

| № з/п | Назва етапів атестаційної роботи                             | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------|
| 1     | Аналітична частина                                           | до 15.05.2026                 |          |
| 2     | Основна частина                                              | до 25.05.2026                 |          |
| 3     | Охорона праці та захист навколишнього середовища             | до 30.05.2026                 |          |
| 4     | Оформлення пояснювальної записки                             | до 3.06.2026                  |          |
| 5     | Виконання презентаційної частини роботи                      | до 12.06.2026                 |          |
| 6     | Подання випускної роботи до кафедри                          | до 18.06.2026                 |          |
| 7     | Захист випускної кваліфікаційної роботи в Експертній комісії | 19.06.2026                    |          |

Студент

Денис ШЕВЛЮКОВ

Керівник роботи

Світлана БОНЧУК

**ВІДОМІСТЬ** \_\_\_\_\_ випускної роботи бакалавра  
(назва випускної кваліфікаційної роботи)

| № рядка | Формат | Позначення          |        |      | Назва                                             | Кіл. аркушів | № екз. | Прим.  |
|---------|--------|---------------------|--------|------|---------------------------------------------------|--------------|--------|--------|
| 1       |        |                     |        |      |                                                   |              |        |        |
| 2       |        |                     |        |      | Документація загальна                             |              |        |        |
| 3       |        |                     |        |      |                                                   |              |        |        |
| 4       |        |                     |        |      | Заново розроблена                                 |              |        |        |
| 5       |        |                     |        |      |                                                   |              |        |        |
| 6       | A4     | 6.131.221400. ПЗ    |        |      | Пояснювальна записка                              |              | 1      |        |
| 7       | A4     | 6.131.221400. ТП    |        |      | Технологічний процес виготовлення деталі "гільза" |              | 1      |        |
| 8       |        |                     |        |      |                                                   |              |        |        |
| 9       |        |                     |        |      |                                                   |              |        |        |
| 10      |        |                     |        |      |                                                   |              |        |        |
| 11      |        |                     |        |      | Документація по розділах                          |              |        |        |
| 12      |        |                     |        |      | роботи                                            |              |        |        |
| 13      |        |                     |        |      |                                                   |              |        |        |
| 14      |        |                     |        |      | Заново розроблена                                 |              |        |        |
| 15      |        |                     |        |      |                                                   |              |        |        |
| 16      | A1     | 6.131.221400. 01    |        |      | Гільза                                            | 1            | 1      |        |
| 17      | A1     | 6.131.221400. 02    |        |      | Технологічна наладка                              | 1            | 1      |        |
| 18      | A1     | 6.131.221400. 03 СК |        |      | Верстатний пристрій                               | 1            | 1      |        |
| 19      | A1     | 6.131.221400. 04    |        |      | План розміщення технологічного обладнання         | 1            | 1      |        |
| 20      |        |                     |        |      |                                                   |              |        |        |
| 21      |        |                     |        |      |                                                   |              |        |        |
| 22      |        |                     |        |      |                                                   |              |        |        |
| 23      |        |                     |        |      |                                                   |              |        |        |
| 24      |        |                     |        |      |                                                   |              |        |        |
| 25      |        |                     |        |      |                                                   |              |        |        |
| 26      |        |                     |        |      |                                                   |              |        |        |
|         |        |                     |        |      | 6.131.221400. ПЗ                                  |              |        |        |
|         |        |                     |        |      |                                                   |              |        |        |
| Зм.     | Літ    | № докум.            | Підпис | Дата |                                                   |              |        |        |
| Розроб. |        | Шевлюков            |        |      |                                                   | Літер        | Лист   | Листів |



## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до випускної кваліфікаційної роботи бакалавра:

(вид кваліфікаційної роботи)

\_\_\_\_\_ с., \_\_\_\_\_ рис., \_\_\_\_\_ табл., \_\_\_\_\_ додатків, \_\_\_\_\_ джерел.

Об'єкт розробки - механічна ділянка та технологічний процес виготовлення деталі «гільза».

Метою розробки є ескізне проектування механічної ділянки з комплексною розробкою технологічного процесу виготовлення деталі «гільза».

Розроблено раціональний технологічний процес виготовлення деталі, який містить вибір оптимального варіанту отримання заготовки, розрахунок і визначення припусків на обробку. Призначено оптимальний маршрут обробки, вибрано нове виробниче обладнання, ріжучий та вимірювальний інструмент. Розроблено комплект технологічної документації, технологічні наладки, швидкодіючий верстатний пристрій.

Розроблені вихідні дані для проектування механічної ділянки для виготовлення деталі, передбаченої завданням. Проведено економічний аналіз показників запровадженого технологічного процесу та шкідливі і небезпечні чинники на механічній ділянці та заходи по їх усуненню.

ГІЛЬЗА, ЗАГОТОВКА, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, УСТАТКУВАННЯ, ПРИПУСК, РІЖУЧІЙ ІНСТРУМЕНТ, МЕХАНІЧНА ДІЛЯНКА, СОБІВАРТІСТЬ.

|           |          |          |        |      |                                                                                                                                       |  |  |
|-----------|----------|----------|--------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|           |          |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ                                                                                                                       |  |  |
|           |          |          |        |      |                                                                                                                                       |  |  |
| Змн.      | Арк.     | № докум. | Підпис | Дата | Реферат                                                                                                                               |  |  |
| Розроб.   | Шевлюков |          |        |      |                                                                                                                                       |  |  |
| Перевір.  | Бончук   |          |        |      |                                                                                                                                       |  |  |
| Реценз.   |          |          |        |      |                                                                                                                                       |  |  |
| Н. Контр. | Незруб   |          |        |      |                                                                                                                                       |  |  |
| Затверд.  | Незруб   |          |        |      | <div>Лім.</div> <div>Арк.</div> <div>Акрушів</div> <div>8</div> <div>1</div> <div>МОНУ, УДУНТ</div> <div>Каф. ТМ, гр. ІМ-01-22м</div> |  |  |



## ЗМІСТ

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП.....                                                           | 8  |
| 1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА .....                                           | 9  |
| 1.1 Техніко-економічний аналіз вихідних даних роботи.....            | 9  |
| 1.1.1 Службове призначення виробу і деталі.....                      | 9  |
| 1.1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі.....                 | 9  |
| 1.1.3 Визначення програми випуску продукції та типу виробництва..... | 10 |
| 1.2 Аналіз типового технологічного процесу виготовлення.....         | 11 |
| 2 ОСНОВНА ЧАСТИНА.....                                               | 14 |
| 2.1 Проектування технологічного процесу.....                         | 14 |
| 2.1.1 Вибір та обґрунтування способу отримання заготовки.....        | 14 |
| 2.1.2 Вибір методів обробки поверхонь.....                           | 16 |
| 2.1.3 Вибір технологічних і вимірювальних баз.....                   | 17 |
| 2.1.4 Формування маршруту виготовлення деталі.....                   | 17 |
| 2.1.5 Вибір технологічного обладнання.....                           | 18 |
| 2.1.6 Визначення припусків на обробку та розмірів заготовки.....     | 19 |
| 2.1.7 Вибір пристосувань.....                                        | 22 |
| 2.1.8 Вибір ріжучого і вимірювально інструмента.....                 | 23 |
| 2.1.9 Вибір засобів технічного контролю.....                         | 24 |
| 2.1.10 Проектування технологічного процесу обробки деталі.....       | 25 |
| 2.1.11 Визначення режимів різання.....                               | 25 |
| 2.1.12 Технічне нормування технологічного процесу.....               | 27 |
| 2.1.13 Проектування технологічних наладок.....                       | 29 |
| 2.2 Розрахунок і проектування верстатного пристосування.....         | 29 |
| 2.2.1 Аналіз вихідних даних.....                                     | 29 |
| 2.2.2 Вибір принципової схеми.....                                   | 29 |
| 2.2.3 Силовий розрахунок верстатного пристосування.....              | 31 |
| 2.2.4 Оцінка точності пристосування.....                             | 33 |
| 2.3 Розробка даних для проектування ділянки цеху.....                | 35 |
| 2.3.1 Аналіз вихідних даних для проектування.....                    | 35 |
| 2.3.2 Розрахунок кількості виробничого обладнання.....               | 35 |
| 2.3.3 Розрахунок кількості робочих.....                              | 37 |
| 2.3.4 Розрахунок виробничої площі.....                               | 38 |
| 2.3.5 Розрахунок технологічної собівартості продукції.....           | 39 |
| 3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....              | 43 |
| 3.1 Загальна характеристика умов праці.....                          | 43 |
| 3.2 Техніка безпеки та пожежна безпека.....                          | 49 |
| 3.3 Захист навколишнього середовища.....                             | 52 |
| ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ.....                                           | 55 |
| ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....                                                | 56 |
| ДОДАТОК А – Специфікація верстатного пристрою.....                   | 59 |
| ДОДАТОК Б – Специфікація планування ділянки.....                     | 60 |
| ДОДАТОК В – Керуюча програма обробки.....                            | 61 |

|           |      |          |        |      |                 |                                       |      |
|-----------|------|----------|--------|------|-----------------|---------------------------------------|------|
|           |      |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ |                                       |      |
| Змн.      | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                 |                                       |      |
| Розроб.   |      | Шевлюков |        |      | Зміст           | Лім.                                  | Арк. |
| Перевір.  |      | Бончук   |        |      |                 |                                       | 9    |
| Реценз.   |      |          |        |      |                 |                                       | 1    |
| Н. Контр. |      | Незруб   |        |      |                 | МОНУ, УДУНТ<br>Каф. ТМ, гр. ІМ-01-22м |      |
| Затверд.  |      | Незруб   |        |      |                 |                                       |      |

## ВСТУП

Машинобудування є технічною основою розвитку матеріального виробництва та однією з провідних галузей промисловості. Воно характеризується великою різноманітністю виробів за призначенням і принципом роботи, що безпосередньо впливає на рівень механізації, автоматизації та впровадження сучасного обладнання в різних сферах.

Важливою умовою технічного прогресу є постійне оновлення продукції та освоєння нових виробів із мінімальними витратами ресурсів. Сучасне виробництво активно впроваджує автоматизовані системи, що стають основою створення автоматизованих підприємств.

До основних рис сучасного машинобудування належать: ускладнення конструкцій виробів, часта зміна об'єктів виробництва, розширення номенклатури продукції та скорочення термінів освоєння нових виробів. Це зумовлює потребу у висококваліфікованих спеціалістах.

Важливою вимогою є гнучкість виробництва — здатність підприємства швидко переходити на виготовлення нової продукції без значних втрат.

Основні завдання розвитку галузі включають: підвищення продуктивності праці, інтелектуального рівня працівників, раціональне використання ресурсів, економію матеріалів та енергії, а також скорочення термінів підготовки виробництва.

У даній роботі розглядається технологічна підготовка виготовлення деталі «гільза», яка входить до складу вузла вітродвигуна, в умовах типового механічного цеху машинобудівного підприємства.

|           |          |          |        |      |                        |      |         |
|-----------|----------|----------|--------|------|------------------------|------|---------|
|           |          |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ        |      |         |
|           |          |          |        |      |                        |      |         |
| Змн.      | Арк.     | № докум. | Підпис | Дата | Вступ                  |      |         |
| Розроб.   | Шевлюков |          |        |      |                        |      |         |
| Перевір.  | Бончук   |          |        |      |                        |      |         |
| Реценз.   |          |          |        |      |                        |      |         |
| Н. Контр. | Незруб   |          |        |      |                        |      |         |
| Затверд.  | Незруб   |          |        |      |                        |      |         |
|           |          |          |        |      | Лім.                   | Арк. | Акрушів |
|           |          |          |        |      |                        | 10   | 1       |
|           |          |          |        |      | МОНУ, УДУНТ            |      |         |
|           |          |          |        |      | Каф. ТМ, гр. ІМ-01-22м |      |         |

## 1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

### 1.1 Техніко-економічний аналіз вихідних даних роботи

#### 1.1.1 Службове призначення виробу і деталі

Деталь «гільза» є складовою частиною вентилятора ВД і використовується для забезпечення з'єднання та взаємного розташування окремих вузлів агрегату. Вона має циліндричну форму з отворами, буртами та посадковими поверхнями, що забезпечують її встановлення у складі виробу. Загальний вигляд 3D-моделі деталі наведено на рисунку 1.1.

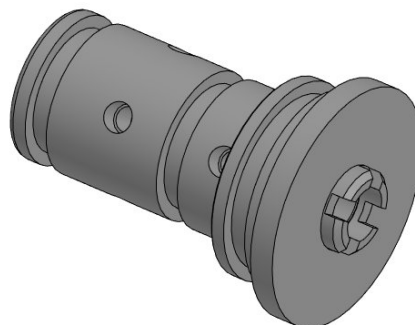


Рисунок 1.1 – 3D-модель деталі «Гільза»

#### 1.1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

Гільза являє собою циліндричну деталь із внутрішнім отвором по всій довжині, яка використовується як напрямний та посадочний елемент у вузлу вітродвигуна. Вона забезпечує точне взаємне розташування спряжених деталей, зменшує знос робочих поверхонь та підвищує надійність роботи механізму. На зовнішній поверхні виконані канавки, а також передбачені чотири радіальні отвори, рівномірно розташовані відносно осі деталі.

Гільза має циліндричні поверхні, зручні для базування та закріплення під час встановлення на верстаті. Це забезпечує можливість точного позиціонування деталі при механічній обробці. Жорсткість деталі дозволяє застосовувати стандартне технологічне оснащення та ефективні режими обробки.

Деталь виготовляється зі сталі 95X18 за ТУ 14-1-377-72. Даний матеріал характеризується високою твердістю, зносостійкістю та корозійною стійкістю, що забезпечує надійну роботу деталі в умовах експлуатації. Сталь добре піддається механічній обробці після відповідної термічної обробки та широко застосовується для виготовлення деталей, що працюють при підвищених навантаженнях.

|           |          |          |        |      |                        |  |  |
|-----------|----------|----------|--------|------|------------------------|--|--|
|           |          |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ        |  |  |
| Змн.      | Арк.     | № докум. | Підпис | Дата | Аналітична частина     |  |  |
| Розроб.   | Шевлюков |          |        |      |                        |  |  |
| Перевір.  | Бончук   |          |        |      |                        |  |  |
| Реценз.   |          |          |        |      |                        |  |  |
| Н. Контр. | Незруб   |          |        |      |                        |  |  |
| Затверд.  | Незруб   |          |        |      | Лім.                   |  |  |
|           |          |          |        |      | Арк.                   |  |  |
|           |          |          |        |      | Акрушів                |  |  |
|           |          |          |        |      | 11                     |  |  |
|           |          |          |        |      | 1                      |  |  |
|           |          |          |        |      | МОНУ, УДУНТ            |  |  |
|           |          |          |        |      | Каф. ТМ, гр. ІМ-01-22м |  |  |

Заготовку для виготовлення гільзи доцільно отримувати з прокату (круг 27 ГОСТ 2590-88). Конструкція деталі не є складною, а всі її поверхні доступні для механічної обробки та контролю вимірювальними інструментами.

Робочі креслення деталі містять усі необхідні дані для її виготовлення, включаючи розміри, допуски, технічні вимоги та параметри обробки поверхонь. Конструкція деталі розроблена з урахуванням умов експлуатації у вузлу вітро-двигуна.

Спростити конструкцію гільзи без порушення її службового призначення практично неможливо, оскільки вона повинна забезпечувати точне розташування та надійну роботу елементів механізму. Конструкція деталі є відносно простою та раціональною з точки зору виготовлення.

Проаналізувавши технологічний процес виготовлення деталі «гільза», можна зробити висновок, що деталь є технологічною, придатною для виготовлення на універсальному та спеціалізованому обладнанні, і її конструкція не потребує змін з точки зору покращення технологічності.

### 1.1.3 Визначення програми випуску продукції та типу виробництва

Тип виробництва залежить від річної програми, характеристики виробів, трудомісткості виготовлення основних деталей. Для визначення типу виробництва необхідно визначити такт випуску:

$$\tau_B = \frac{60 \cdot F_d \cdot K_U}{N}, \quad (1.1)$$

де  $F_d$  – дійсний річний фонд часу обробки деталей в рік.

$F_d = 4015$  годин при двох-змінній роботі.

$K_U$  – коефіцієнт, що враховує втрати часу з організаційно-технічних причин, втрати від переналагодження обладнання та ін.

$N$  – річна програма випуску деталей в шт.  $N = 450$  шт.

$$\tau_B = \frac{60 \cdot 4015 \cdot 0,9}{450} = 481,8 \text{ год/шт.}$$

Коефіцієнт серійності визначаємо за формулою:

$$K_C = \frac{\tau_B}{T_{шт.ср.}}, \quad (1.2)$$

де  $T_{шт.ср.}$  – середній штучний час і-тій операції,

Попередньо  $T_{шт.ср.}$  підраховується за типовою трудомісткістю з урахуванням коефіцієнта посилення.

|      |      |          |        |      |                 |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|------|
|      |      |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                 | 12   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                 |      |

$$T_{\text{шт.ср.}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{\text{шт.}i}}{n} \quad (1.3)$$

$$T_{\text{шт.ср.}} = \frac{90,5}{5} = 18,1 \text{хв}$$

Коефіцієнт серійності:  $K_c = \frac{433,62}{18,1} = 24$ , при  $K_c < 40$ , тип виробництва – дрібносерійний.

Для даної форми виробництва характерним є використання універсальних верстатів і оснащення, а також верстати з ПУ. За методом виробництва механічна дільниця цеху буде непотоковою. В цьому випадку запуск у виробництво кожного виду деталей буде здійснюватися партіями. При цьому оптимальна кількість заготовок в партії для одного запуску визначається за формулою [2]:

$$n \approx \frac{N \cdot f}{\Phi_d}, \quad (1.4)$$

де  $f$  – число днів, на яке необхідно мати запас деталей на складі,  $f = 24$  дня.

$$n = \frac{450 \cdot 24}{4015} = 2,68, \text{ приймаємо } n = 3 \text{ шт кількість деталей в партії.}$$

## 1.2 Аналіз типового технологічного процесу виготовлення

Вивчивши типовий технологічний процес виготовлення гільзи, представляємо його у вигляді таблиці 1.1.

Поверхні обробляються в такій послідовності: попередня токарна обробка зовнішніх поверхонь, остаточна токарна обробка і потім фрезерування лисок та шліфування.

На токарних операціях заготовки закріплюється в 3-хулачковом патроні, на фрезерній операції в якості бази використовуються попередньо оброблені начисто зовнішні поверхні.

Недоліками технологічного процесу є: устаткування, застосовуване при виробництві деталей універсальне і малопродуктивне; застосовувані пристосування є універсальними і менш швидкісними (механічними), застосовуваний інструмент стандартний, контроль виробляється наприкінці технологічного процесу.

Для вдосконалення технологічного процесу необхідно зробити наступне:  
 ~ застосовувати більш сучасні верстати для токарної обробки. Використання більш прогресивного обладнання дозволить знизити трудомісткість виготовлення деталі, підвищить якість і експлуатаційну надійність деталі, знизить відсоток бракованих деталей.

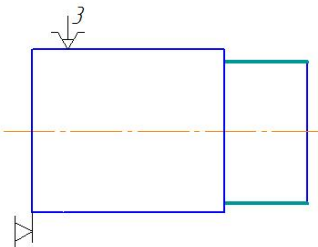
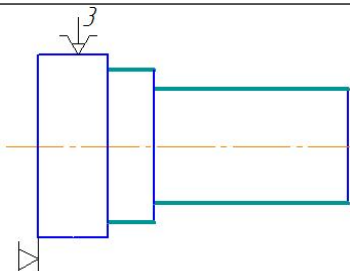
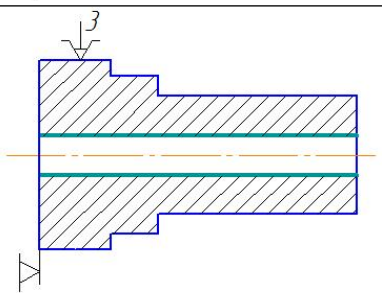
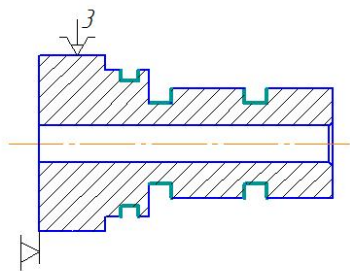
~ виконувати обробку деталі за один установ, де це можливо.

|      |      |          |        |      |                 |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|------|
|      |      |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                 | 13   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                 |      |

використовувати сучасний ріжучий інструмент та вимірювальні прилади, що дозволить виготовляти більш якісну продукцію та зменшити час виготовлення.

Запропоновані удосконалення технологічного процесу дозволять зменшити собівартість виготовлення деталі за рахунок зменшення машинного часу на обробку, а суміщення операцій дозволить скоротити підготовчо-завершальний час.

Таблиця 1. 1 – Типовий технологічний процес обробки деталі

| № опер | Назва операції | Схема установки заготовки                                                            | Найменування і модель устаткування |
|--------|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 1      | 2              | 3                                                                                    | 4                                  |
| 005    | Відрізна       | Відрізати заготовки $\text{AE}27 \times 38$                                          |                                    |
| 010    | Термообробка   |                                                                                      |                                    |
| 015    | Слюсарна       |                                                                                      |                                    |
| 020    | Токарна        |   | Токарно-гвинторізний 16K20         |
| 025    | Токарна        |  | Токарно-гвинторізний 16K20         |
| 030    | Токарна        |  | Токарно-гвинторізний 16K20         |
| 035    | Токарна        |  | Токарно-гвинторізний 16K20         |

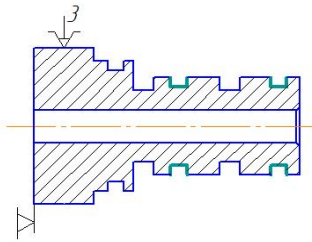
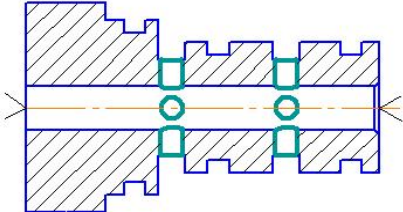
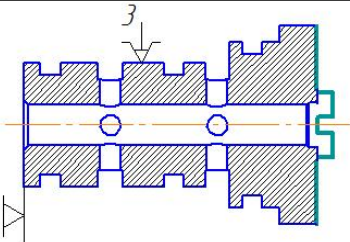
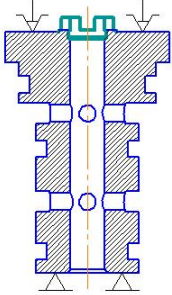
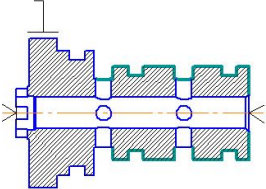
|      |      |          |        |      |
|------|------|----------|--------|------|
|      |      |          |        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

6.131.221400.ПЗ

Арк.

14

Продовження табл. 1.1

| 1   | 2                         | 3                                                                                    | 4                              |
|-----|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 040 | Токарна                   |    | Токарно-гвинторізний 16K20     |
| 045 | Свердлильна               |    | Вертикально свердлильний 2H118 |
| 050 | Токарна                   |    | Токарно-гвинторізний 16K20     |
| 055 | Фрезерна                  |    | Вертикальна Фрезерна 6P12      |
| 060 | Маркування                |                                                                                      |                                |
| 065 | Шліфувальна               |  | Кругла шліфувальна 3M153       |
| 070 | Слюсарна                  |                                                                                      | Верстат                        |
| 075 | Випробування на твердість |                                                                                      |                                |
| 080 | Обробка холодом           |                                                                                      |                                |
| 085 | Хімічне покриття          |                                                                                      | Ванна                          |
| 090 | Промивання                |                                                                                      | Ванна                          |
| 095 | Дефектоскопія             |                                                                                      | УЗД2-12                        |
| 100 | Контроль                  |                                                                                      | Стіл тб                        |

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

6.131.221400.ПЗ

Арк.

15

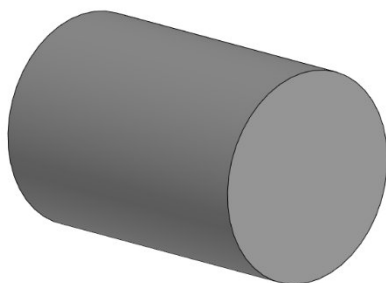
## 2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

### 2.1 Проектування технологічного процесу

#### 2.1.1 Вибір та обґрунтування способу отримання заготовки

Оптимальний метод отримання заготовки визначається на підставі аналізу матеріалу деталі, її призначення і технічних вимог до виготовлення, а також техніко-економічного розрахунку технологічної собівартості деталі. Застосування прогресивних методів отримання заготовок з малими припусками на механічну обробку знижує її трудомісткість і собівартість, однак додаткові витрати на оснащення заготівельного цеху окупаються лише при достатніх розмірах програмного завдання.

Відповідно до вимог креслення і в результаті аналізу конструкції деталі приходимо до висновку, що заготовка може бути отримана з прокату Ø30 за базовим варіантом та з прокату Ø27 за проектним варіантом (рис. 2.2). Проведемо порівняння коефіцієнтів вагової точності для обох методів [1]:



$$\begin{aligned} \text{Прокат } \varnothing 27 \text{ } Q &= 0,177 \text{ кг} \\ K_{\text{ім}1} &= 0,047 / 0,177 = 0,26; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Прокат } \varnothing 30 \text{ } Q &= 0,219 \text{ кг} \\ K_{\text{ім}2} &= 0,047 / 0,219 = 0,21. \end{aligned}$$

Рисунок 2. 1 – Заготовка з прокату

Річна економія матеріалу  $\mathcal{E}_M$  по порівнюваних варіантах визначається по формулі [3]:

$$\mathcal{E}_M = \frac{G_d (K_1 - K_2)}{K_1 K_2} N, \text{ кг}, \quad (2. 1)$$

де  $G_d$  – маса деталі, кг;

$K_1$  і  $K_2$  – коефіцієнти використання;

$N$  – річна програма випуску деталей, шт.

$$\mathcal{E}_M = \frac{0,047 (0,26 - 0,21)}{0,21 \cdot 0,26} \cdot 450 = 19,37 \text{ кг}$$

|           |      |          |        |      |                        |      |         |
|-----------|------|----------|--------|------|------------------------|------|---------|
|           |      |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ        |      |         |
|           |      |          |        |      |                        |      |         |
| Змн.      | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Основна частина        |      |         |
| Розроб.   |      | Шевлюков |        |      |                        |      |         |
| Перевір.  |      | Бончук   |        |      |                        |      |         |
| Реценз.   |      |          |        |      |                        |      |         |
| Н. Контр. |      | Негруб   |        |      |                        |      |         |
| Затверд.  |      | Негруб   |        |      |                        |      |         |
|           |      |          |        |      | Літ.                   | Арк. | Акрушів |
|           |      |          |        |      |                        | 16   | 1       |
|           |      |          |        |      | МОНУ, УДУНТ            |      |         |
|           |      |          |        |      | Каф. ТМ, гр. ІМ-01-22м |      |         |



З порівняння величин  $K_{im1}$  і  $K_{im2}$  слід, що в умовах серійного виробництва доцільно використовувати прокат  $\varnothing 27$  оскільки заготовка наближена за формою до готової деталі, і КВТ вище.

Проведемо економічний розрахунок, доцільності вибору двох заготовок. З двох методів отримання заготовки вибір роблять виходячи з умов забезпечення максимальної продуктивності праці і мінімальної собівартості заготовки.

Повна річна економія від упровадження прогресивних заготовок з урахуванням скорочення витрат на механічну обробку визначається по формулі [3]:

$$\Xi = ((M_1 - M_2) + (Z_1 - Z_2)) N, \text{ грн.}, \quad (2. 2)$$

де  $M_1, M_2$  – вартість заготовок порівнюваних варіантів, грн.

$Z_1$  і  $Z_2$  – основна заробітна платня виробничих робітників по двох варіантах на тих операціях механічної обробки, грн.

Вартість заготовки по кожному варіанту розраховується по формулі [2]:

$$M = Q_3 S_k K_T - q S_{отх}, \text{ грн.}, \quad (2. 3)$$

де  $S_k$  – оптова ціна за 1 кг матеріалу за прейскурантом, грн.;

$K_T$  – коефіцієнт, що враховує транспортно-заготовчі витрати  $K_T = 1,05$ ;

$q$  – маса реалізованих відходів, кг;

$S_{отх}$  – ціна за 1 кг відходів за ціною стружки та лому, грн.;

$$M_1 = 0,177 \cdot 300 \cdot 1,05 - 0,130 \cdot 6 = 54,97 \text{ грн.}$$

$$M_2 = 0,219 \cdot 300 \cdot 1,05 - 0,172 \cdot 6 = 67,95 \text{ грн.}$$

Основна заробітна платня виробничих робітників за виконання однієї операції  $Z_0$  визначається по формулі [5]:

$$Z_0 = S_M \cdot T_{шт.}, \text{ грн.}, \quad (2. 4)$$

де  $S_M$  – годинна заробітна платня для даного розряду роботи, грн.;

$T_{шт.к}$  – штучно-калькуляційний час, год.

Годинна заробітна платня визначається по формулі [5]:

$$S_M = S \cdot k, \text{ грн.}, \quad (2. 5)$$

де  $S = 25,63$  грн. – годинна ставка, залежна від розряду роботи

$k = 1,54$  – тарифний коефіцієнт даного розряду роботи

$$S_M = 25,63 \cdot 1,54 = 39,47 \text{ грн.}$$

Сумарна заробітна платня по всіх операціях [5]:

$$Z = \sum_{i=1}^n S_M T_{шт.}, \text{ грн.}, \quad (2. 6)$$

де  $n$  – число операцій технологічного процесу.

|      |      |          |        |      |                 |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|------|
|      |      |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                 | 17   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                 |      |

$$Z_{оп1} = 39,47 \cdot 1,93 = 76,17 \text{ грн.}, \quad Z_{оп2} = 39,47 \cdot 2,02 = 79,72 \text{ грн.}$$

Повна річна економія від впровадження прогресивних заготовок з урахуванням скорочення витрат на механічну обробку визначається за формулою 2.5:

$$\Xi = ((67,95 - 54,97) + (79,72 - 76,17)) \cdot 450 = 7443 \text{ грн.},$$

Таким чином, для деталі «гільза» метод отримання заготовки з прокату круглого перерізу є більш доцільним та економічно вигідним. В якості заготовки буде використовуватися прокат  $\text{AE}27 \times 38$ , сталь 95X18.

## 2.1.2 Вибір методів обробки поверхонь

Методи обробки підбираємо для всіх поверхонь деталі у відповідності з точністю і шорсткістю. Результат вибору оформлюємо у вигляді таблиці 2.1.

Таблиця 2. 2 – План обробки основних поверхонь деталі

| Поверхня деталі | Креслярські вимоги до поверхні        |            | Параметри поверхні після обробки                                              |                         |                                    |
|-----------------|---------------------------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------|
|                 | точність                              | шорсткість | Технологічні переходи                                                         | точність                | шорсткість                         |
| Ø20f7           | Ø20 <sup>-0,02</sup> <sub>-0,04</sub> | Ra1,25     | Заготовка                                                                     | h16                     | Ra80                               |
| Ø15f7           | Ø15 <sup>-0,01</sup> <sub>-0,03</sub> | Ra1,25     | Чорнове точіння<br>Напівчистове точіння<br>Чистове точіння<br>Шліфування      | h13<br>h11<br>h9<br>f7  | Ra12,5<br>Ra6,3<br>Ra2,5<br>Ra1,25 |
| Ø6              | Ø6 <sup>+0,048</sup>                  | Ra5        | Свердління<br>Зенкування                                                      | H12<br>H10              | Ra6,3<br>Ra5                       |
| Ø5              | Ø5 <sup>+0,018</sup>                  | Ra0,16     | Свердління<br>Зенкування<br>Розгортання<br>Доведення                          | H12<br>H10<br>H8<br>H8  | Ra6,3<br>Ra3,2<br>Ra1,25<br>R0,16  |
| Ø11             | Ø11 <sub>-0,04</sub>                  | Ra5        | Заготовка<br>Чорнове точіння<br>Напівчистове точіння<br>Чистове точіння       | h16<br>h13<br>h11<br>h9 | Ra80<br>Ra12,5<br>Ra6,3<br>Ra5     |
| 4 отвори        | Ø2,5 <sup>+0,14</sup>                 | Ra10       | Свердління                                                                    | H11                     | Ra10                               |
| Ø5,5            | Ø5,5 <sup>+0,04</sup>                 | Ra5        | Свердління<br>Зенкування                                                      | H12<br>H10              | Ra6,3<br>Ra5                       |
| Ø24             | Ø24 <sub>-0,05</sub>                  | Ra5        | Заготовка                                                                     | h16                     | Ra80                               |
| Ø8,5            | Ø8,5 <sub>-0,03</sub>                 | Ra5        | Чорнове точіння<br>Напівчистове точіння<br>Чистове точіння                    | h13<br>h11<br>h9        | Ra12,5<br>Ra6,3<br>Ra5             |
| Паз – 4 од.     | Ø2 <sup>+0,06</sup>                   | Ra10       | Фрезерування                                                                  | H11                     | Ra10                               |
| Ø12h9           | Ø12 <sub>-0,04</sub>                  | Ra1,25     | Заготовка                                                                     | h16                     | Ra80                               |
| Ø17h9           | Ø17 <sub>-0,04</sub>                  | Ra1,25     | Чорнове точіння<br>Напівчистове точіння<br>Чистове точіння<br>Точіння канавки | h13<br>h11<br>h9<br>h9  | Ra12,5<br>Ra6,3<br>Ra2,5<br>Ra1,25 |

### 2.1.3 Вибір технологічних і вимірювальних баз

Для підвищення точності механічної обробки під час розроблення технологічного процесу необхідно дотримуватися принципу сталості баз, а також принципу суміщення конструкторських, технологічних і вимірювальних баз.

На токарних операціях, які виконуються на токарно-гвинторізному верстаті моделі 16K20, як технологічні бази використовуються зовнішні циліндричні та торцеві поверхні заготовки. На першій токарній операції базування здійснюється по необробленій зовнішній циліндричній поверхні заготовки та торцю.

На наступних токарних та шліфувальній операціях базування виконується по раніше оброблених поверхнях, що дає змогу забезпечити співвісність оброблюваних поверхонь і підвищити точність виготовлення деталі. На свердлильній операції базування здійснюється по зовнішній циліндричній поверхні та торцю деталі.

У більшості операцій реалізується схема базування із застосуванням установчої бази, яка позбавляє деталь трьох ступенів свободи, та подвійної опорної бази, що позбавляє деталь двох ступенів свободи. Це забезпечує надійне закріплення деталі, правильне її положення відносно інструмента та стабільність процесу обробки.

### 2.1.4 Формування маршруту виготовлення деталі

Маршрут обробки гільзи представлений у вигляді таблиці 2.2.

Таблиця 2. 3 – Маршрут обробки деталі

| № п / п | Найменування операції | Зміст операції                                                                                                                                  | Спосіб установки на верстаті | Технологічні бази         |
|---------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------|
| 1       | Відрізна              | Відрізати заготовки $\varnothing 27 \times 38$                                                                                                  |                              |                           |
| 2       | Термічна              | НВ 143 ... 179                                                                                                                                  |                              |                           |
| 3       | Токарна               | Точити поверхню $\varnothing 24$                                                                                                                | 3-х кул.патрон               | поверхня $\varnothing 27$ |
| 4       | Токарна з ПУ          | Точити зовнішній контур.<br>Свердлити наскрізь отвір $\varnothing 5$ .<br>Точити канавки $\varnothing 15$ , $\varnothing 17$ , $\varnothing 21$ | 3-х кулачковий патрон        | поверхня $\varnothing 24$ |
| 5       | Токарна з ПУ          | Точити торець та поверхні $\varnothing 8$ , $\varnothing 6$ , фрезерувати 4 пази,                                                               | 3-х кулачковий патрон        | поверхня $\varnothing 15$ |
| 6       | Свердлильна           | Свердлити 4 отвори $\varnothing 2,5$                                                                                                            | Спец. пристрій               | поверхня $\varnothing 25$ |
|         | Слюсарна              | Зачистити деталь                                                                                                                                |                              |                           |
| 7       | Шліфувальна           | Шліфувати поверхню $\varnothing 15$ , $\varnothing 21$                                                                                          | Центра, хомут                | центрові отв.             |
| 8       | Слюсарна              | Зачистити деталь                                                                                                                                |                              |                           |
| 9       | Обробка холодом       |                                                                                                                                                 |                              |                           |
| 10      | Покриття              |                                                                                                                                                 |                              |                           |
| 11      | Промивання            | Промивка деталі                                                                                                                                 |                              |                           |
| 12      | Дефектоскопія         | Контроль на тріщини                                                                                                                             |                              |                           |

|      |      |          |        |      |                 |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|------|
|      |      |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                 | 19   |

|    |          |                    |  |  |
|----|----------|--------------------|--|--|
| 13 | Контроль | Технічний контроль |  |  |
|----|----------|--------------------|--|--|

### 2.1.5 Вибір технологічного обладнання

Для дрібносерійного виробництва характерне застосування точного, універсального обладнання і також можливе використання верстатів з програмним управлінням.

При підборі обладнання орієнтуємося на відповідність основних розмірів робочих органів верстата габаритам оброблюваної заготовки і досягнення необхідної точності, а також на застосування мінімальної кількості різних моделей верстатів[3].

1. Токарно-гвинторізний верстат 16K20, призначений для виконання різноманітних токарних робіт, включаючи точіння конусів і нарізування різьблення і який має такі технічні характеристики:

|   |                                                      |                |
|---|------------------------------------------------------|----------------|
| ~ | діаметр оброблюваної деталі над станиною, мм         | 800            |
| ~ | довжина оброблюваної деталі, мм                      | 1500           |
| ~ | кордону частоти звернення шпинделя min / max об / хв | 6,3 / 1250     |
| ~ | габарити верстата довгі ширина висота (мм)           | 3740x1880x1600 |
| ~ | потужність двигуна кВт                               | 18,5           |
| ~ | маса                                                 | 5200           |

2. Токарний з ЧПУ HAAS, модель ST-10Y. Токарні верстати HAAS серії ST мають вимірювальні щупи для настроювання інструментів, системи охолодження, пасової транспортер для видалення стружки і багато інших доступних опцій. Щоб працювати в автоматичному циклі як опцію можна використовувати автоматичний пристрій подачі прутка і приймач деталей. Технічні дані:

|   |                                                      |
|---|------------------------------------------------------|
| ~ | Максимальний крутний момент: 102 Нм (при 1400 об/хв) |
| ~ | Максимальна довжина обробки: 355 мм                  |
| ~ | Максимальний діаметр обробки: 279 мм                 |
| ~ | Тип інструментальної системи: Hybrid BOT / VDI       |
| ~ | Розмір патрона: 165 мм                               |
| ~ | Максимальна швидкість обертання: 6000 об/хв          |

3. Вертикально-свердлильний верстат 2H118, призначений для виконання свердлильних робіт, зокрема свердління, розсвердлювання, зенкерування, розгортання отворів та нарізування внутрішньої різьби. Верстат застосовується для обробки отворів у деталях невеликих і середніх розмірів в умовах одиничного та серійного виробництва. У даному технологічному процесі верстат 2H118 використовується для свердління отвору діаметром Ø2,5 мм.

Технічні характеристики верстата:

- найбільший діаметр свердління в сталі, мм — 18;
- виліт шпинделя, мм — 200;

|      |      |          |        |      |                 |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|------|
|      |      |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                 | 20   |

- максимальне осьове переміщення шпинделя, мм — 150;
- максимальна відстань від торця шпинделя до столу, мм — 650;
- вертикальне переміщення столу, мм — 350;
- розмір робочого столу, мм — 320×320;
- межі частоти обертання шпинделя, об/хв — 180–2800;
- потужність електродвигуна, кВт — 1,5;
- маса верстата, кг — 450.

4. Шліфувальний верстат 3M153 CNC, призначений для високоточного зовнішнього шліфування циліндричних поверхонь валів різної складності в автоматичному режимі, який оснащений сучасною системою ЧПУ (CNC), електроприводами та електроапаратурою фірми Siemens (Німеччина) і має такі технічні та функціональні характеристики:

|                                              |                    |
|----------------------------------------------|--------------------|
| ~ Найбільший поздовжній хід столу, мм        | 500/500            |
| ~ Максимальна довжина шліфування, мм         | 450                |
| ~ габарити верстата довгі ширина висота (мм) | 2260 x 1920 x 1780 |
| ~ потужність двигуна кВт                     | 7,5                |
| ~ маса                                       | 4100.              |

## 2.1.6 Визначення припусків на обробку та розмірів заготовки

### 2.1.6.1 Розрахунково-аналітичний метод визначення припусків

Для розрахунку приймаємо зовнішню циліндричну поверхню Ø24h9 із шорсткістю  $Ra = 5$  мкм, яка обробляється на токарному верстаті.

Для отримання поверхні на токарному верстаті із заданим допуском  $T=0,052$  мм і шорсткістю  $Ra = 5$  мкм приймаємо такий план обробки [7]:

- а) чорнове точіння з допуском  $T_1 = 0,21$  мм і шорсткістю  $Ra = 12,5$  мкм;
- б) напівчистове точіння з допуском  $T_2 = 0,084$  мм і шорсткістю  $Ra = 6,3$  мкм;
- в) чистове точіння з допуском  $T_3 = 0,052$  мм і шорсткістю  $Ra = 5$  мкм.

Граничні відхилення проміжних розмірів приймаємо:  $es_1 = es_2 = es_3 = 0$ ;  
 $ei_1 = -0,21$  мм;  $ei_2 = -0,084$  мм;  $ei_3 = -0,052$  мм.

Метод отримання заготовки — прокат. Для заготовки граничні відхилення становлять:  $es_{заг} = +0,34$  мм;  $ei_{заг} = -0,34$  мм.

Мінімальні припуски визначаємо за формулою:

$$2Z_{i \min} = 2[(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma(i-1)}^2 + \varepsilon_i^2}], \quad (2.7)$$

де  $R_z(i-1)$  — висота нерівностей профілю на попередньому переході, мкм;  
 $h(i-1)$  — глибина дефектного поверхневого шару на попередньому переході, мкм;

|      |      |          |        |      |                 |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|------|
|      |      |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                 | 21   |

$\Delta\Sigma(i-1)$  — сумарне відхилення розташування і форми поверхні, мкм;  
 $\epsilon_i$  — похибка встановлення заготовки на виконуваному переході, мкм.

Для першого переходу токарної операції приймаємо:

$Rz_{заг} = 125$  мкм;  $h_{заг} = 150$  мкм.

Сумарне відхилення розташування і форми поверхні визначається з урахуванням відхилення кривизни та похибки центрування заготовки.

Заготовка встановлюється в трикулачковому патроні з пневматичним затиском із підтисканням центром.

Після чорнового точіння похибка розташування і форми поверхні визначається за формулою:

$$\Delta\Sigma_{заг} = \sqrt{\Delta k^2 + \Delta u^2}, \quad (2.8)$$

де  $K_u$  — коефіцієнт уточнення.

При  $K_u = 0,06$ :

$\Delta\Sigma_1 = 480 \cdot 0,06 = 28,8$  мкм  $\approx 29$  мкм.

Після напівчистового точіння, при  $K_u = 0,05$ :

$\Delta\Sigma_2 = 480 \cdot 0,05 = 24$  мкм.

Розрахунок номінальних припусків виконується за формулою:

$$2Z_{iном.} = 2Z_{i min} + |e_{i d(i-1)}| - |e_{i d i}|, \quad (2.9)$$

Розрахунок максимальних припусків виконується за формулою:

$$2Z_{i max} = 2Z_{i min} + T_{d(i-1)} - T_{d i}, \quad (2.10)$$

Усі проведені розрахунки зводимо в таблицю 2.4.

Таблиця 2. 4 – Припуски та граничні розміри за переходами обробки поверхні Ø24h9

| Технологічні операції (переходи) обробки | Допуски<br>T, мкм | Елементи припуску<br>мкм |     |                |              | Значення припусків<br>мкм |              |              | Розрахунковий<br>(номін)<br>розмір, мм | Граничні розміри, мм |        |
|------------------------------------------|-------------------|--------------------------|-----|----------------|--------------|---------------------------|--------------|--------------|----------------------------------------|----------------------|--------|
|                                          |                   | Rz                       | h   | $\Delta\Sigma$ | $\epsilon_y$ | $2z_{i min}$              | $2z_{i ном}$ | $2z_{i max}$ |                                        | max                  | min    |
| Заготовка                                | 680               | 125                      | 150 | 480            |              |                           |              |              | 27,064                                 | 27,404               | 26,724 |
| Точіння чорнове                          | 210               | 63                       | 60  | 29             | 460          | 1880                      | 2010         | 2350         | 25,054                                 | 25,054               | 24,844 |
| Точіння напівчисте                       | 84                | 32                       | 30  | 24             | 185          | 620                       | 746          | 746          | 24,308                                 | 24,308               | 24,224 |
| Точіння чистове                          | 52                |                          |     |                | 72           | 276                       | 308          | 308          | 24                                     | 24                   | 23,948 |
| Загальний припуск                        |                   |                          |     |                |              | 2776                      | 3064         | 3404         |                                        |                      |        |

Для зручності користування технологічною документацією при виготовленні деталі приймаємо такі номінальні розміри із збереженням установлених допусків на всіх операціях:

- ~ для заготовки —  $\varnothing 27 \pm 0,34$  мм;
- ~ після чорнового точіння —  $\varnothing 25$  мм;
- ~ після напівчистового точіння —  $\varnothing 24,3$  мм;
- ~ після чистового точіння —  $\varnothing 24h9$ , згідно з кресленням деталі.

2.1.6.2 Розмірний аналіз і визначення міжопераційних розмірів, припусків і допусків. Головним завданням розмірного аналізу технологічного процесу є правильне й обґрунтоване визначення проміжних та остаточних технологічних розмірів, а також допусків на них для оброблюваної деталі.

Розмірний аналіз виконується в такій послідовності [7]:

- ~ виконання ескізу деталі або її складових частин;
- ~ індексація поверхонь, які беруть участь у розмірному аналізі;
- ~ проставлення та нумерація конструкторських розмірів;
- ~ виявлення, проставлення та нумерація технологічних розмірів;
- ~ побудова графа і виявлення технологічних розмірних ланцюгів;
- ~ побудова та розрахунок розмірних ланцюгів;
- ~ розрахунок технологічних розмірів і їхніх граничних відхилень.

Для деталей, більшість операцій обробки яких виконується на верстатах із ЧПК, не для всіх технологічних розмірів необхідно виконувати окремі розрахунки. Частина розмірів задається системою ЧПК відповідно до команд, наведених у керуючій програмі.

У керуючій програмі вводять не номінальні значення розмірів, а координати середини поля допуску. Оскільки низка факторів, які впливають на точність обробки, має випадковий характер, у процесі виготовлення деталей необхідно вносити коригування до керуючої програми за результатами контрольних вимірювань. Незначні коригування можуть виконуватися безпосередньо з пульта керування верстата з ЧПК.

Під час обробки деталі на верстаті з ЧПК схема зняття припуску збігається з прийнятою схемою базування. У такому разі технологічні розміри можуть збігатися з конструкторськими. Якщо технологічні та конструкторські розміри збігаються, а поверхня, прийнята в керуючій програмі за початок відліку, збігається з технологічною базою, перерахунок розмірів і допусків не виконується.

Результати розмірного аналізу технологічного процесу виготовлення деталі наведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2. 5 – Розрахунок міжопераційних припусків і допусків

|      |      |          |        |      |                 |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|------|
|      |      |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                 | 23   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                 |      |

| Поверхня деталі | Технологічні переходи | Допуск, мм | Мінімальний припуск | Операційний розмір      |
|-----------------|-----------------------|------------|---------------------|-------------------------|
| Ø20             | Заготовка             | 0,68       | —                   | Ø27±0,34                |
|                 | Точіння чорнове       | 0,21       | 2×3,65              | Ø20,7 <sub>-0,210</sub> |
|                 | Точіння напівчистове  | 0,084      | 2×0,20              | Ø20,3 <sub>-0,084</sub> |
|                 | Точіння чистове       | 0,043      | 2×0,05              | Ø20,2 <sub>-0,043</sub> |
| Ø15             | Заготовка             | 0,68       | —                   | Ø27±0,34                |
|                 | Точіння чорнове       | 0,21       | 2×5,65              | Ø15,7 <sub>-0,21</sub>  |
|                 | Точіння напівчистове  | 0,084      | 2×0,20              | Ø15,3 <sub>-0,084</sub> |
|                 | Точіння чистове       | 0,084      | 2×0,05              | Ø15,2 <sub>-0,043</sub> |
| Ø17h9           | Заготовка             | 0,68       | —                   | Ø27±0,34                |
|                 | Точіння чорнове       | 0,21       | 2×4,75              | Ø17,5 <sub>-0,21</sub>  |
|                 | Точіння напівчистове  | 0,084      | 2×0,15              | Ø17,2 <sub>-0,084</sub> |
|                 | Точіння чистове       | 0,043      | 2×0,10              | Ø17 <sub>-0,043</sub>   |
| Ø19h9           | Заготовка             | 0,68       | —                   | Ø27±0,34                |
|                 | Точіння чорнове       | 0,21       | 2×3,75              | Ø19,5 <sub>-0,21</sub>  |
|                 | Точіння напівчистове  | 0,084      | 2×0,15              | Ø19,2 <sub>-0,084</sub> |
|                 | Точіння чистове       | 0,052      | 2×0,10              | Ø19 <sub>-0,052</sub>   |
| Ø24             | Заготовка             | 0,68       | —                   | Ø27±0,34                |
|                 | Точіння чорнове       | 0,21       | 2×1,25              | Ø25 <sub>-0,21</sub>    |
|                 | Точіння напівчистове  | 0,084      | 2×0,15              | Ø24,3 <sub>-0,084</sub> |
|                 | Точіння чистове       | 0,052      | 2×0,10              | Ø24 <sub>-0,052</sub>   |

### 2.1.7 Вибір пристосувань

Для дрібносерійного виробництва деталі «гільза» доцільно застосовувати універсальні та універсально-налагоджувальні пристосування. Їх використання забезпечує необхідну точність базування і закріплення заготовки, скорочує допоміжний час, підвищує продуктивність праці та забезпечує безпечні умови роботи верстатника. Вибрані пристосування відповідають характеру виконуваних операцій, конструкції деталі та прийнятій схемі базування.

На токарних операціях заготовку деталі «гільза» закріплюють у трикулачковому самоцентрувальному патроні. Таке пристосування забезпечує швидке встановлення заготовки по зовнішній циліндричній поверхні та її надійне центрування відносно осі шпинделя верстата. При обробці зовнішніх циліндричних поверхонь, торців, фасок і канавок трикулачковий патрон дає змогу забезпечити співвісність оброблюваних поверхонь і стабільність положення деталі під час різання.

Для підвищення жорсткості закріплення при обробці довгих або виступаючих ділянок деталі застосовується підтискання заднім центром. У цьому випадку заготовка базується по зовнішній циліндричній поверхні в патроні та додатково підтримується центром, що зменшує прогин деталі, вібрації та похибки форми під час точіння. Така схема особливо доцільна при чорновому точінні, коли діють підвищені сили різання.

|      |      |          |        |      |                 |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|------|
|      |      |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                 | 24   |



На токарній операції з використанням верстата з ЧПК заготовку закріплюють у трикулачковому патроні з кутовим важелем KFM типу 531-05, яким укомплектований обробний центр. Це пристосування забезпечує швидке та надійне затискання заготовки, точне самоцентрування і можливість багаторазового повторення положення деталі при серійній обробці. Застосування такого патрона скорочує час установлення заготовки та підвищує стабільність технологічного процесу.

На свердлильній операції деталь установлюють у свердлильному пристосуванні. Базування здійснюється по зовнішній циліндричній поверхні та торцю деталі.

На шліфувальній операції поверхні  $\varnothing 21$  та  $\varnothing 15$  обробляються в нерухомих центрах. Базування деталі в центрах забезпечує високу точність співвісності шліфованих поверхонь відносно осі деталі. Така схема є найбільш доцільною для отримання точних зовнішніх циліндричних поверхонь із заданою шорсткістю.

#### 2.1.8 Вибір ріжучого і вимірювального інструмента

Вибір ріжучого інструменту виконується з урахуванням конструкції деталі, матеріалу заготовки, виду обробки, необхідної точності та шорсткості поверхонь. Оскільки деталь «Гільза» має ступінчасту циліндричну форму, центральний отвір, кільцеві канавки, фаски та пази, для її виготовлення застосовується токарний, свердлильний, фрезерний і шліфувальний інструмент.

На токарних операціях для обробки зовнішніх циліндричних поверхонь  $\varnothing 15$ ,  $\varnothing 17h9$ ,  $\varnothing 19h9$ ,  $\varnothing 21$  і  $\varnothing 24$  застосовуються прохідні токарні різці зі змінними твердосплавними пластинами. Для чорнового точіння використовують державку типу PCLNR/L або DCLNR/L зі змінною пластиною CNMG або DNMG. Такі пластини мають достатню міцність ріжучої кромки та забезпечують ефективне зняття основного припуску.

Для напівчистового та чистового точіння застосовуються державки типу SCLCR/L, SDJCR/L або SVJCR/L зі змінними пластинами CCMT, DCMT або VBMT. Ці пластини мають менший радіус при вершині та забезпечують отримання необхідної точності розміру і шорсткості поверхні. Для чистової обробки доцільно використовувати пластини з радіусом при вершині  $r = 0,4$  мм або  $r = 0,8$  мм, залежно від прийнятого режиму різання та вимог до шорсткості.

Для підрізання торців, уступів і формування торцевих поверхонь застосовується підрізний токарний різець із державною типу PCLNR/L, SCLCR/L або спеціальна торцева державка зі змінною твердосплавною пластиною CNMG, CCMT чи DCMT. Такий інструмент забезпечує точне формування торців і витримання довжин окремих ділянок деталі.

|      |      |          |        |      |                 |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|------|
|      |      |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                 | 25   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                 |      |

Для точіння кільцевих канавок шириною 2,4 мм на поверхнях Ø17h9 і Ø19h9 застосовується канавковий токарний різець із державкою типу MGEHR/L або аналогічною відрізною/канавковою державкою. Як ріжучий елемент використовується змінна канавкова пластина шириною 2,4 мм. Такий інструмент забезпечує отримання необхідної ширини, глибини та форми канавки.

Для свердління отвору Ø5 мм застосовується центрувальне свердло та спіральне свердло Ø5 мм зі швидкорізальної сталі P6M5 або твердосплавне свердло. Центрувальне свердло використовується для попереднього формування центрового заглиблення, що забезпечує правильне положення осі отвору та запобігає відведенню свердла на початку обробки.

Для розточування внутрішньої канавки та обробки внутрішніх уступів застосовується розточувальна державка типу SCLCR/L, SDUCR/L або малогабаритна розточувальна державка зі змінною пластиною CCMT, DCMT чи TCMT. Вибір державки виконується з урахуванням діаметра отвору, глибини обробки та необхідної жорсткості інструмента.

Для фрезерування двох пазів на торцевій частині деталі застосовується кінцева фреза відповідного діаметра. Для обробки пазів можуть використовуватися цільні твердосплавні кінцеві фрези або фрези зі змінними твердосплавними пластинами. Діаметр фрези вибирається відповідно до ширини паза, зазначеної на кресленні. Обробку пазів доцільно виконувати за кілька проходів для зменшення навантаження на інструмент і підвищення точності.

Для шліфування поверхонь Ø21 та Ø15 застосовується шліфувальний круг для круглого зовнішнього шліфування. Характеристика круга вибирається залежно від матеріалу деталі, необхідної шорсткості та точності поверхні. Шліфування забезпечує отримання точних зовнішніх циліндричних поверхонь, зменшення похибок форми та досягнення заданої якості поверхні.

## 2.1.9 Вибір засобів технічного контролю

Вибір засобів технічного контролю здійснюється з урахуванням точності контрольованих параметрів, умов виробництва та виду технологічних операцій.

Для поточного контролю лінійних та діаметральних розмірів у ході операцій застосовуються такі засоби вимірювання:

~ штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ДСТУ ГОСТ 166:2009 - для контролю зовнішніх діаметральних і лінійних розмірів з полем допуску IT11 і грубіше;

~ штангенциркуль з цифровою індикацією ШЦЦ-1-0,01 (0-150) з захистом ІР - для контролю розмірів підвищеної точності та при роботі в умовах забруднення МОР;

|      |      |          |        |      |                 |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|------|
|      |      |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                 | 26   |

~ мікрометр МК-75-2 ДСТУ ГОСТ 6507:2009 - для вимірювання точних зовнішніх діаметрів Ø20f7 та Ø15f7 після чистового та тонкого точіння, де поле допуску складає 0,021 мм;

~ калібр-скоба 8113-0284 h6 ГОСТ 16776-71 (діапазон 75 мм) - для остаточного контролю точних циліндричних поверхонь методом граничних калібрів; застосовується на завершальній операції як альтернатива мікрометру для підвищення продуктивності контролю;

~ лінійка -1000 ДСТУ 427:2009 - для перевірки лінійних розмірів заготовки та загальних габаритних розмірів деталі;

~ кутомір з ноніусом УН-127 2-2 ГОСТ 5378-88 - для контролю кутових елементів і фасок.

Прийняті засоби контролю в залежності від точності контрольованих параметрів для кожної операції фіксуються у відповідних операційних картах технологічного процесу із зазначенням найменування, номінального розміру, що вимірюється, та нормативного документа на виготовлення інструменту.

#### 2.1.10 Проектування технологічного процесу обробки деталі

На основі затвердженого маршруту обробки деталі розробляємо технологічний процес (маршрутний, маршрутно-операційний) для кожної операції.

На основі прийнятого маршруту обробки деталі розробляємо технологічний процес (маршрутний, операційний) для кожної операції з відповідними картами ескізів. Керуючі програми для програмної операцій технологічного процесу наведено в додатку В.

#### 2.1.11 Визначення режимів різання

Проведемо розрахунок режимів різання для обробки поверхні Ø20. Технологічний процес обробки поверхні включає: чорнове, напівчистове, чистове та тонке точіння. При чорновому точінні глибину різання приймаємо рівною припуску на чорнову обробку, тобто  $t = 2$  мм. Величину подачі  $S = 0,8$  мм/об.

Швидкість різання (м/хв) знаходимо за формулою [1]:

$$v := \frac{C_v}{T^m \times S^x} \times K_v, \quad (2.11)$$

де  $T = 60$  хв — стійкість різця;

$t$  — глибина різання, мм;

$S$  — подача, мм/об.

Значення емпіричних коефіцієнтів беремо за довідником [1]:

|      |      |          |        |      |                 |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|------|
|      |      |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                 | 27   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                 |      |

$C_v = 340, x = 0,15, y = 0,45, m = 0,2.$

Коефіцієнт  $K_v$  є добутком коефіцієнтів, що враховують вплив матеріалу заготовки  $K_{mv} = 0,83$ , стану поверхні  $K_{nv} = 0,8$ , матеріалу інструменту  $K_{uv} = 0,65$ . Таким чином,  $K_v = 0,83 \cdot 0,8 \cdot 0,65 = 0,433$ .

$$v := \frac{340}{60^{0.2} \times 2^{0.15} \times 0.8^{0.45}} \times 0.433 \approx 64.68321$$

Частота обертання шпинделя станка, мм/об [1].

$$n := \frac{1000 \times v}{3.14 \times d}, \quad (2.12)$$

де  $d$  – діаметр оброблюваної поверхні, мм.

$$n := \frac{1000 \cdot 64.7}{3.14 \cdot 26} = 1022$$

Потужність різання, кВт [1]:

$$N := \frac{P_z \times v}{1020 \times 60}, \quad (2.13)$$

де  $P_z$  – тангенціальна складова сили різання (Н) [1].

$$P_z := 10 \times C_p \times t^x \times S^y \times v^n \times K_p \quad (2.14)$$

Значення емпіричних коефіцієнтів беремо зі довідника [6]:

$C_p = 300, x = 1, y = 0,75, n = -0,15. K_p = K_{mp} \cdot K_{fp} \cdot K_{rp} \cdot K_{lp} \cdot K_{gp}$  – поправочний коефіцієнт. Чисельні значення складових визначаємо за довідником [4]:

$K_{mp} = 1, K_{fp} = 1, K_{rp} = 1, K_{lp} = 1, K_{gp} = 1$ . Таким чином,  $K_p = 1$

$$P_z := 10 \times 300 \times 2^1 \times 0.8^{0.75} \times 64.7^{-0.15} \times 1 = 2.715 \cdot 10^3$$

$$N := \frac{2715 \times 64.7}{1020 \times 60} = 2.87$$

Очевидно, що потужності приводу верстата цілком достатньо для роботи з обраними режимами різання.

При чистовому точінні глибину різання приймаємо рівною припуску на чистову обробку, тобто  $t = 0,25$  мм. Величину подачі  $S = 0,4$  мм/об.

Швидкість різання (м/хв) знаходимо аналогічно за формулою 1.16, як і при чорновій обробці. Стійкість різця  $T = 60$  хв, значення емпіричних коефіцієнтів такі [6]:  $C_v = 350, x = 0,15, y = 0,35, m = 0,2$ . Коефіцієнт  $K_v = 0,433$ .

$$v := \frac{350}{60^{0.2} \times 0.25^{0.15} \times 0.4^{0.35}} \times 0.433 = 113.374$$

$$n = \frac{1000 \cdot 113}{3.14 \cdot 22} = 1635$$

|      |      |          |        |      |                 |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|------|
|      |      |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                 | 28   |

Значення емпіричних коефіцієнтів беремо з довідника [6]:

$C_p = 300$ ,  $x = 1$ ,  $y = 0,75$ ,  $n = -0,15$ .  $K_p = K_{mp} \cdot K_{fp} \cdot K_{yp} \cdot K_{lp} \cdot K_{gp}$  – поправочний коефіцієнт. Чисельні значення складових визначаємо за довідником [4]:  $K_{mp} = 1$ ,  $K_{fp} = 1$ ,  $K_{yp} = 1$ ,  $K_{lp} = 1$ ,  $K_{gp} = 1$ . Таким чином,  $K_p = 1$

$$P_z := 10 \times 300 \times 0,25^1 \times 0,4^{0,75} \times 102^{-0,15} \times 1 = 188,502$$

$$N := \frac{188,5 \times 102}{1020 \times 60} = 0,31$$

Потужності приводу верстата цілком достатньо для роботи з обраними режимами різання.

При чистовому точінні глибину різання приймаємо рівною припуску на чистове точіння, тобто  $t = 0,15$  мм. Величину подачі  $S = 0,2$  мм/об.

Швидкість різання (м/хв) знаходимо аналогічно за формулою 2.14, як і при чорновій обробці. Стійкість різця  $T = 60$  хв, значення емпіричних коефіцієнтів такі [6]:  $C_v = 420$ ,  $x = 0,15$ ,  $y = 0,2$ ,  $m = 0,2$ .

$$v := \frac{420}{60^{0,2} \times 0,15^{0,15} \times 0,2^{0,2}} \times 0,433 = 147,058$$

$$n = \frac{1000 \cdot 147}{3,14 \cdot 21} = 2200$$

Значення емпіричних коефіцієнтів беремо з довідника [1]:

$C_p = 300$ ,  $x = 1$ ,  $y = 0,75$ ,  $n = -0,15$ .  $K_p = K_{mp} \cdot K_{fp} \cdot K_{yp} \cdot K_{lp} \cdot K_{gp}$  – поправочний коефіцієнт. Числові значення складових визначаємо за довідником [4]:  $K_{mp} = 1$ ,  $K_{fp} = 1$ ,  $K_{yp} = 1$ ,  $K_{lp} = 1$ ,  $K_{gp} = 1$ . Таким образом,  $K_p = 1$

$$P_z := 10 \times 300 \times 0,15^1 \times 0,2^{0,75} \times 47^{-0,15} \times 1 = 63,663$$

$$N := \frac{188,5 \times 102}{1020 \times 60} = 0,31$$

Потужності приводу верстата цілком вистачає для роботи в обраних режимах різання.

### 2.1.12 Технічне нормування технологічного процесу

Для непоточної серійної форми організації роботи нормування технологічного процесу здійснюють по кожній верстатній операції методом технічного розрахунку за нормативами. Технічна норма часу незалежно від типу верстата і методу обробки [2]:

$$T_{ш.к} = T_{шт} + \frac{T_{п.з}}{n \text{ хв}}, \quad (2.15)$$

|      |      |          |        |      |                 |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|------|
|      |      |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                 | 29   |

де  $T_{шт.к}$  – норма штучно-калькуляційного часу, хв;  
 $T_{шт}$  – норма штучного часу, хв;  
 $T_{п.з}$  – норма підготовче-заключного часу на партію, хв;  
 $n$  – розмір партії деталей, шт.

Норма штучного часу [2]:

$$T_{шт} = T_o + T_b + T_{тех} + T_{орг} + T_{нп}, \quad (2.16)$$

де  $T_o$  – основний технологічний час, хв;  
 $T_b$  – додатковий час, хв;  
 $T_{тех}$  – час технічного обслуговування робочого місця, хв;  
 $T_{орг}$  – час організаційного обслуговування робочого місця, хв;  
 $T_{нп}$  – час перерв, хв.

Основний час визначається розрахунком для кожного технологічного переходу в залежності від режимів різання [9]:

$$T_o = \frac{L_p}{S_m} \cdot i, \quad (2.17)$$

де  $L_p = l + l_{вр} + l_{пер}$  – розрахункова довжина обробки (довжина робочого ходу), мм;

$i$  – число проходів;

$S_m$  – хвилинна подача, мм/хв.

Допоміжний час встановлюється для кожного технологічного переходу за нормативами:

$$T_b = T_{уст} + T_{пер} + T_{изм}, \quad (2.18)$$

Для операції основне технологічне час визначається підсумовуванням  $T_{оп}$  і  $T_{в1}$  за технологічними переходами.

Оперативний час операції [2]:

$$T_{оп} = T_o + T_b, \text{ хв.},$$

Норми часу на виконання операцій для «гільзи» наведено у зведеній таблиці норм часу за операціями в таблиці 2.6.

Таблиця 2. 6 – Зведена таблиця норм часу за операціями

| Назва операції | $T_o$ | $T_b$ | $T_{оп}$ | $T_{тех}$ | $T_{орг}$ | $T_{отд}$ | $T_{шт.к.}$ |
|----------------|-------|-------|----------|-----------|-----------|-----------|-------------|
|----------------|-------|-------|----------|-----------|-----------|-----------|-------------|

|      |      |          |        |      |                 |  |  |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|--|--|------|
|      |      |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ |  |  | Арк. |
|      |      |          |        |      |                 |  |  | 30   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                 |  |  |      |

|               |       |      |      |      |      |      |       |
|---------------|-------|------|------|------|------|------|-------|
| Відрізна      | 1,8   | 2,4  | 4,2  | 0,8  | 0,6  | 0,5  | 6,3   |
| Токарна       | 0,8   | 2,8  | 1    | 0,7  | 0,9  | 0,7  | 1,8   |
| Токарна з ЧПУ | 21,39 | 10,6 | 4,96 | 7,4  | 3,58 | 2,81 | 50,84 |
| Токарна з ЧПУ | 9,17  | 4,6  | 2,12 | 3,2  | 1,54 | 1,21 | 21,79 |
| Свердлильна   | 5,2   | 3,8  | 1,8  | 2,8  | 3,4  | 2,2  | 6,5   |
| Шліфувальна   | 2,55  | 2,55 | 1,37 | 1,86 | 2,01 | 1,37 | 11,7  |

### 2.1.13 Проектування технологічних наладок

При проектуванні розробляємо технологічну наладку на технологічні переходи токарної операції з ПУ. Оформлення схем наладок на верстатах наступне. Оброблювана заготовка зображується в довільному масштабі та в необхідній кількості проекцій. На заготівлі зазначаються розміри, що витримуються, з граничними відхиленнями і шорсткістю. Оброблювані поверхні прив'язуються до технологічних баз відповідними розмірами. На налагодження вказуємо напрямок робочих рухів різальних інструментів і заготовки, ріжучий інструмент в кінці робочого ходу і спосіб кріплення інструменту на верстаті. На вільному полі креслення вказуємо: назва операції, найменування і модель верстата, пристосування, ріжучий інструмент та режими обробки.

## 2.2 Розрахунок і проектування верстатного пристосування

### 2.2.1 Аналіз вихідних даних

Свердління отворів виконується на універсальному вертикально-свердлильному верстаті 2Н118. В якості ріжучого інструменту використовується спіральне свердло Ø2,5.

Схема базування – установча та подвійна опорна, бази оброблені. Розмір, який необхідно витримати –  $24 \pm 0,2$  мм, матеріал оброблюваної деталі – сталь 95Х18. Маса деталі 0,047 кг, річна програма 450 шт.

### 2.2.2 Вибір принципової схеми

Вибір принципової схеми передбачає оцінку можливості виконання програми та реалізацію схеми базування.

Кількість деталей, що обробляються одночасно, та позицій обробки визначається схемою обробки деталі, прийнятою в технологічному процесі, та структурою технологічної операції.

Задана виробнича програма може бути виконана із застосуванням одномісного пристосування в тому випадку, якщо витрати часу на даному етапі

|      |      |          |        |      |                 |  |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|--|------|
|      |      |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ |  | Арк. |
|      |      |          |        |      |                 |  | 31   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                 |  |      |

обробки не перевищують фонду часу на виготовлення однієї деталі, тобто штучний час у цьому випадку повинен бути меншим (або рівним) такту випуску деталей [12]:

$$T_{шт} \leq \frac{Fd \cdot n \cdot 60}{N}, \quad (2.19)$$

де  $T_{шт} = 4,9$  хв – штучний час, хв;

$Fd$  – фактичний річний фонд часу при однозмінній роботі, год;

$n$  – кількість робочих змін;

$N$  – виробнича програма, шт.

$$2,48 \leq \frac{2020 \cdot 2 \cdot 60}{450}, \quad 2,48 \leq 538,6, \text{ хв.}$$

Таким чином, програма буде виконана з використанням одномісного пристосування.

Під час свердління заданої поверхні буде реалізовано таку схему базування: установча та подвійна опорна, бази оброблені.

Деталь під час обробки базується в пристосуванні по торцю для створення основної технологічної бази. Для створення додаткової бази використовується поверхня  $\varnothing 24$ . Закріплення деталі здійснюється за допомогою спеціального притиску.

Затиск деталі здійснюється за допомогою пневмокамери. Корпус пристосування базується під час установки пристосування на столі за допомогою болтів у Т-подібних пазах.

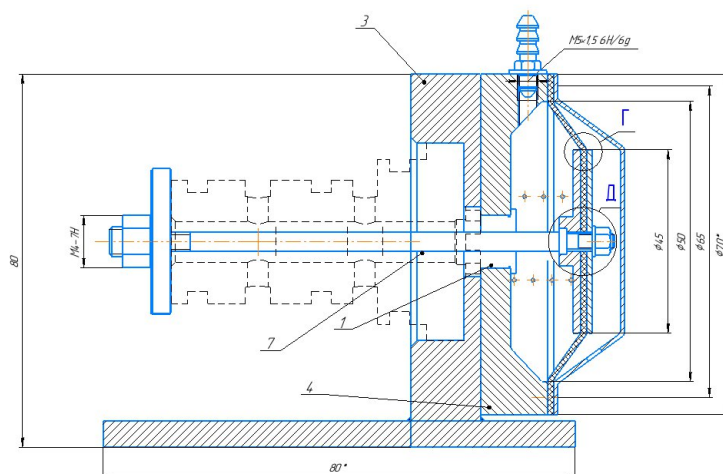


Рисунок 2. 2 – Схема закріплення деталі

### 2.2.3 Силовий розрахунок верстатного пристосування

Технологічні навантаження. До них належать сила різання та вага заготовки. У даному випадку силою тяжіння  $G = 0,047$  Н можна знехтувати. Коефіцієнт тертя приймаю  $f = 0,16$ , оскільки заготовка контактує з притискним елементом

|      |      |          |        |      |                 |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|------|
|      |      |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                 | 32   |



обробленими поверхнями. Силою інерції тут можна знехтувати, оскільки заготовка в процесі обробки нерухома. Окружна сила різання при свердлінні  $P_z = 450$  Н.

Аналіз дії сил і визначення коефіцієнта запасу. Для компенсації можливих випадкових відхилень силових факторів від розрахованих значень у силовий розрахунок вводиться коефіцієнт запасу [12]:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (2.20)$$

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

$K_1 = 1,2$  — враховує стан базових поверхонь;

$K_2 = 1,3$  — враховує затуплення інструменту;

$K_3 = 1$  — враховує ударне навантаження на інструмент;

$K_4 = 1$  — враховує стабільність сил, що розвиваються приводом;

$K_5 = 1$  враховує зручність керування затискними механізмами

$K_6 = 1$  враховує визначеність розташування опорних точок при зміщенні заготовки моментом сил.

Таким чином, розрахувавши, отримуємо, що коефіцієнт запасу  $K = 2,3$ .

Необхідне зусилля затиску при застосуванні прихвата:

$$Q = \frac{k P_z}{f_1 + f_2} \quad (2.21)$$

де  $k$  — коефіцієнт запасу при фрезеруванні;

$f_1 = 0,16$  — коефіцієнт тертя в зоні контакту: деталь – опора;  $f_2 = 0$

$$Q = \frac{2,3 \cdot 450}{0,16} = 6469 \text{ Н},$$

Розрахунок затискного пристрою. Мета розрахунку затискного пристрою полягає у визначенні сили тяги, яку слід прикласти до затискного механізму, щоб створити задану силу закріплення.

Сила тяги в даному випадку визначається за такою формулою [11]:

$$W = Q, \quad (2.22)$$

$$W = 6469 \text{ Н}$$

Розрахунок силового приводу пристосування, який забезпечує необхідні закони зміни сили тяги та переміщення вихідної ланки приводу. Розрахунок силового приводу пристосування передбачає визначення структурних і конструктивних особливостей приводу та розрахунок параметрів виконавчого механізму приводу.

Для визначення величини переміщення притискного елемента та ходу приводу виходимо з умови забезпечення вільного встановлення заготовки з урахуванням можливих відхилень її розмірів. При цьому слід врахувати вплив

|      |      |          |        |      |                 |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|------|
|      |      |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                 | 33   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                 |      |

величини сили закріплення та жорсткості затискного механізму і передбачити необхідний запас ходу, що компенсує знос його елементів та похибки виготовлення. Величина ходу притискного елемента визначається за формулою [10]:

$$S_q := \Delta_{\text{гар}} + \Delta + \frac{Q}{I} + \Delta S_q \quad (2.23)$$

де  $\Delta_{\text{гар}}$  – гарантований зазор для вільного встановлення заготовки;

$\Delta$  – відхилення розміру заготовки, мм;

$Q$  – сила закріплення заготовки, Н;

$I$  – жорсткість затискного механізму;

$\Delta S$  – запас ходу плунжера, що враховує знос і похибку виготовлення механізму, мм.

$$S_{(Q)} = 1 + 1,5 + \frac{6469}{1000} + 0,3 = 9,27 \text{ мм}$$

Кінцеве переміщення вхідної ланки затискного механізму є переміщенням вихідної ланки виконавчого механізму силового приводу. Величина ходу приводу визначається величиною переміщення притискного елемента та передавальним відношенням переміщення механізму.  $S_w = 10 \text{ мм}$

У даному випадку доцільно використовувати гідравлічний привід. В якості виконавчого механізму в гідравлічному приводі використовується циліндр. Діаметр камери одноштокового циліндра двосторонньої дії визначається виразом [12]:

$$d := \sqrt{\frac{W}{0.56 \cdot p}} \quad (2.24)$$

де  $p = 1 \text{ МПа}$  – тиск робочого середовища, Н/см<sup>2</sup>;

$\eta = 0,95$  – коефіцієнт корисної дії;

$W$  – тягове зусилля.

Підставивши отримані значення, отримаємо величину діаметра камери в метрах:

$$d_p = \sqrt{\frac{6469}{0.56 \cdot 1 \cdot 10^6}} = 0.107,$$

Таким чином, сила затиску деталі в приводі верстата, що створюється за допомогою пневмокамери з діаметром циліндра 110 мм (H8/e9), діаметром штока 20 мм (H8/f7) і довжиною робочого ходу  $L = 16 \text{ мм}$ , є достатньою для забезпечення нерухомості деталі під час обробки [12].

Технічні вимоги.

1. У робочій порожнині циліндра допускаються перевантаження протягом 10 % часу.
2. Циліндр повинен бути герметичним при тиску робочого середовища 1,0

|      |      |          |        |      |                 |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|------|
|      |      |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                 | 34   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                 |      |

МПа.

3. Незазначені граничні відхилення розмірів деталей: отворів — за Н14, валів — за h14; решти — за js14.

#### 2.2.4 Оцінка точності пристосування

Точність пристосування верстата під час обробки визначається

$$e \leq |e| \quad (2.25)$$

де  $|e|$  — допустима величина похибки приладу, мкм;

$e$  — фактичне значення похибки під час обробки, мкм.

Допустима величина похибки залежить від обраної схеми базування, величини допуску на розмір та похибок механічної обробки

$$|e| = IT - k_y \cdot w \text{ мкм}, \quad (2.26)$$

де  $IT$  — допуск на розмір, що виконується (на висоту корпусу:  $24 \pm 0,2$ );

$k_y$  — коефіцієнт підвищення точності обробки;

$w$  — середня — економічна точність чорнового фрезерування.

$$|e| = 400 - 0,7 \cdot 400 = 120 \text{ мкм}$$

Фактична похибка приладу

$$e = \sqrt{e_o^2 + e_z^2 + e_n^2} \quad (2.27)$$

де  $e_o$  — похибка базування, мкм;

$e_z$  — похибка закріплення, мкм;

$e_n$  — похибка налаштування.

Похибка базування дорівнює нулю, оскільки установча та вимірювальна бази збігаються.

Похибка закріплення  $e_z$  не дорівнює 0, оскільки кут між лінією дії сили закріплення та напрямком вимірювання дорівнює  $0^\circ$  і обчислюється за такою формулою [10]:

$$e_z := y_{\max} - y_{\min}, \quad (2.28)$$

де  $y_{\max} = f(Rz_{\max}, HB_{\min}, Q_{\max})$ ;

$y_{\min} = f(Rz_{\min}, HB_{\max}, Q_{\min})$ .

|      |      |          |        |      |                 |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|------|
|      |      |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                 | 35   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                 |      |

Визначивши складові  $\epsilon_y$  та  $\epsilon_z$  за емпіричними формулами, наведеними в довіднику [4], розраховуємо похибку закріплення, мкм.  $\epsilon_z = 100$  мкм

Похибка положення розраховується за такою формулою [12]:

$$\epsilon_p := \sqrt{\epsilon_y^2 + \epsilon_z^2 + \epsilon_i^2}, \quad (2.29)$$

де  $\epsilon_y$  – похибка, зумовлена неточністю виготовлення деталей пристосування;

$\epsilon_z$  – похибка, зумовлена неточністю встановлення пристосування на столі верстата;

$\epsilon_i$  – похибка, зумовлена лінійним зносом робочих поверхонь установчих елементів.

Оскільки для закріплення деталі використовується одномісне пристосування, можна вважати, що  $\epsilon_y = \epsilon_z = 0$ .

Похибка, зумовлена лінійним зносом робочих поверхонь установчих елементів, визначається за такою формулою [12]:

$$\epsilon_i := b \cdot \sqrt[3]{N}, \quad (2.30)$$

де  $\beta = 0,5$  – емпіричний коефіцієнт, що визначає вплив умов обробки на величину зносу;

$N = 450$  шт. – річна програма.

Визначивши за наведеною формулою 2.31 похибку, зумовлену лінійним зносом робочих поверхонь установчих елементів, похибка положення дорівнюватиме  $\epsilon_u = 0,5\sqrt[3]{450} = 10,6$  мкм.

Сумарна похибка приладу становить:

$$\epsilon = \sqrt{0 + 100^2 + 10,6^2} = 100,5 \text{ мкм}$$

Отже, умова  $\epsilon \leq [\epsilon]$  виконується, оскільки  $100,5 \leq 120$ , а отже, обрана схема базування та закріплення заготовки й пристосування забезпечує задану точність обробки.

|      |      |          |        |      |                 |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|------|
|      |      |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                 | 36   |

## 2.3 Розробка даних для проектування ділянки цеху

### 2.3.1 Аналіз вихідних даних для проектування

Початковими даними для проектування ділянки є:

1. Виробнича програма випуску деталі  $N=450$  шт./рік;
2. Тип виробництва – дрібносерійний;
3. Режим роботи – приймаємо 2-х змінний режим роботи;
4. Фонд часу роботи обладнання  $\Phi_d=4015$  в.год.;
5. Фонд часу роботи робочих  $\Phi_r = 1820$  год.
6. Технологічний процес виготовлення деталі
7. Трудомісткість виготовлення деталі  $T_{шт.} = 1,93$  год.
8. Трудомісткість ділянки становить 125000 нормо-годин на рік;

На основі даних визначимо трудомісткість, яка приходить для виготовлення річної програми деталі, яка розглядається в роботі [2]:

$$T_{дет} = N_{дет} \cdot T_{шт.дет} \quad (2.31)$$

де  $N$  – виробнича програма випуску деталей на ділянці в, шт;

$T_{шт.}$  – штучно-калькуляційний час деталі.

$$T_{дет} = 450 \times 1,93 = 868,5 \text{ н.год.}$$

Верстатомісткість  $T_{ст.}$  у верстато-годинах визначається за формулою [2]:

$$T_{стдет.} = T_{дет} \times K_{м.о.}, \quad (2.32)$$

де  $K_{м.о.}$  – середній коефіцієнт багатоверстатного обслуговування за типом виробництва,  $K_{м.о.}=1,2$  [14].

$$T_{стдет.} = 868,5 \times 1,2 = 1042,2 \text{ в.год.}$$

### 2.3.2 Розрахунок кількості виробничого обладнання

Загальна кількість верстатів, які задіяні у виробництві деталі, яка розглядається в роботі, визначаємо за формулою [2]:

$$C_{пр.ТП} = \frac{T_{дет}}{\Phi_d \cdot K_{зр}}, \text{ шт.} \quad (2.33)$$

де  $T_{дет}$  – верстатомісткість річного випуску в верстато-годинах деталей, які розглядаються в роботі;

|      |      |          |        |      |                 |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|------|
|      |      |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                 | 37   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                 |      |

Коефіцієнт завантаження за типами верстатів визначається за формулою [2]:

$$K_z = \frac{C_{p. за \text{ типом верстата}}}{C_{пр.}}, \quad (2.34)$$

Прийняте основне виробниче обладнання і коефіцієнт завантаження представлено у вигляді таблиці 2.7.

Таблиця 2. 7 – Верстати по типам обладнання

| Модель верстату                | Срас  | Спр   | Кз    |
|--------------------------------|-------|-------|-------|
| Токарно-гвинторізний 16K20     | 0,350 | 1,000 | 0,330 |
| Токарний з ЧПК HAAS ST-10Y     | 0,547 | 1,000 | 0,537 |
| Шліфувальний 3M153 CNC         | 0,350 | 1,000 | 0,330 |
| Вертикально свердлильний 2H118 | 0,160 | 1,000 | 0,160 |

Для виконання виробничої програми виготовлення деталі Корпус необхідно 3 одиниці обладнання.

Загальна кількість верстатів дільниці

$$C_{p.общ.} = \frac{125000}{4015 \cdot 0,85} = 36,6 \text{ шт.}$$

Кількість прийнятого обладнання  $C_{пр} = 37 \text{ шт.}$

Прийняте основне виробниче встаткування дільниці й коефіцієнт завантаження представлено у вигляді таблиці 2.8.

Таблиця 2. 8 – Верстати по типам обладнання

| Тип обладнання        | Відсоткове співвідношення, % | Ср   | Спр | Кз   |
|-----------------------|------------------------------|------|-----|------|
| Універсальні токарні  | 25%                          | 9,25 | 9   | 1,02 |
| Токарні з ЧПУ         | 10%                          | 3,7  | 4   | 0,92 |
| Токарно - револьверні | 17%                          | 6,29 | 6   | 1,04 |
| Фрезерні              | 13%                          | 4,81 | 5   | 0,96 |
| Фрезерні з ЧПУ        | 2%                           | 0,74 | 1   | 0,74 |
| Розточувальні         | 5%                           | 1,85 | 2   | 0,92 |
| Свердлильні           | 13%                          | 4,81 | 5   | 0,96 |
| Свердлильні з ЧПУ     | 2%                           | 0,74 | 1   | 0,74 |
| Шліфувальні           | 10%                          | 3,7  | 4   | 0,92 |
| Різьбонарізний        | 1%                           | 0,37 | 1   | 0,37 |
| Довбальний            | 2%                           | 0,74 | 1   | 0,74 |
| Разом                 | 100%.                        | 37   | 39  | 0,85 |

### 2.3.3 Розрахунок кількості робочих

Всі працівники дільниці цеху поділяються на такі категорії:

1. Виробничі робочі (верстатники, слюсари), зайняті виготовленням виробів, які становлять виробничу програму.

2. Допоміжні робітники, які безпосередньо не беруть участь у виготовленні продукції, але які забезпечують нормальну роботу виробничих робітників (ремонтники, наладчики, транспортні робітники, комірник, контролери БТК, наладчики нового обладнання та ін.).

3. Службовці - інженерно-технічні працівники (ІТП),

4. Розрахунково-контрольний персонал (СКП)

5. Молодший обслуговуючий персонал (МОП)

Кількість виробничих робітників (верстатників) ділянки за професіями визначається за формулою [14]:

$$P_{ст} = \frac{\Phi_d \times C_{пр.} \times K_z^{за \text{ - типом - верстата}}}{\Phi_p \times K_m}, \quad (2.35)$$

де  $K_m$  – коефіцієнт багатоверстатного обслуговування за типом обладнання, для універсальних верстатів  $K_m = 1$ , напівавтомати, автомати і верстати з ЧПК  $K_m = 2 \dots 3$ , зубообробні верстати  $K_m = 4 \dots 5$ ;

$C_{пр}$  – прийнята кількість верстатів даного типу;

$K_{зср085}$  – коефіцієнт завантаження верстатів відповідного типу;

$\Phi_p = 1820$  ч. – дійсний річний фонд часу роботи робочого;

$\Phi_d$  – дійсний річний фонд часу роботи верстатів даного виду.

Кількість виробничих робітників (слюсарів) приймається в процентному співвідношенні - 5% від кількості верстатників.

Кількість допоміжних робітників становить 20% від основного кількості виробничих робітників.

Чисельність ІТП становить 7% від кількості всіх робочих ділянки цеху.

Оскільки в технологічних процесах використовуються верстати з ЧПУ, то кількість ІТП для їх обслуговування приймається з розрахунку 25% від загального числа верстатів з ЧПУ, які входять до складу всіх ІТП.

Кількість контролерів ВТК приймаємо 7% від кількості ІТП, які входять в число додаткових робочих.

Чисельність СКП, становить 5% від загального числа робочих ділянки.

Чисельність МОП становить 3% від загального числа робочих ділянки [14].

Всі отриманні дані зводимо до таблиці 2.9.

|      |      |          |        |      |                 |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|------|
|      |      |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                 | 39   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                 |      |

Таблиця 2. 9 – Зведена відомість робочих дільниці

| Вид професії                                     | Кількість прийнятого в статкування Спр, шт. | Дійсний річний фонд часу в статкування Фд, в.год | Коефіцієнт багатостатного обслуговування Км | Розрахункове число робітників Ррас, шт. | Прийняте число робітників Рпр, шт. | В 1-ю зміну | В 2-ю зміну |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------|-------------|-------------|
| Токар універсал                                  | 9                                           | 4060                                             | 1                                           | 20,47                                   | 21                                 | 15          | 6           |
| Наладчик токарних з ЧПУ                          | 4                                           | 3890                                             | 3                                           | 2,62                                    | 3                                  | 2           | 1           |
| Револьверник                                     | 6                                           | 4015                                             | 2                                           | 6,88                                    | 7                                  | 5           | 2           |
| Фрезерувальник                                   | 5                                           | 4015                                             | 1                                           | 10,58                                   | 11                                 | 8           | 3           |
| Наладчик фрезерних з ЧПУ                         | 1                                           | 3890                                             | 2                                           | 0,79                                    | 1                                  | 1           | 0           |
| Розточувальник                                   | 2                                           | 4015                                             | 1                                           | 4,05                                    | 4                                  | 3           | 1           |
| Свердлувальник                                   | 5                                           | 4015                                             | 1                                           | 10,58                                   | 11                                 | 8           | 3           |
| Наладчик свердлильних з ЧПУ                      | 1                                           | 3890                                             | 2                                           | 0,79                                    | 1                                  | 1           | 0           |
| Шліфувальник                                     | 4                                           | 4015                                             | 1                                           | 8,11                                    | 8                                  | 6           | 2           |
| Нарізувач різьби                                 | 1                                           | 4015                                             | 1,5                                         | 0,54                                    | 1                                  | 1           | 0           |
| Зубофрезерувальник                               | 1                                           | 4015                                             | 4                                           | 0,40                                    | 1                                  | 1           | 0           |
| Разом                                            |                                             |                                                  |                                             | 65,81                                   | 69                                 | 51          | 18          |
| Слюсарі                                          |                                             |                                                  |                                             | 3,29                                    | 3                                  | 2           | 1           |
| Загальна кіл-ть робітників                       |                                             |                                                  |                                             | 69,10                                   | 72                                 | 53          | 19          |
| Кіл-ть допоміжних робітників                     |                                             |                                                  |                                             | 13,82                                   | 14                                 | 10          | 4           |
| Загальна кіл-ть основних й допоміжних робітників |                                             |                                                  |                                             | 82,92                                   | 86                                 | 63          | 23          |
| ІТП                                              |                                             |                                                  |                                             | 6,02                                    | 6                                  | 4           | 2           |
| РКП                                              |                                             |                                                  |                                             | 4,3                                     | 4                                  | 3           | 1           |
| МОП                                              |                                             |                                                  |                                             | 2,58                                    | 3                                  | 2           | 1           |
| Загальне число робочих                           |                                             |                                                  |                                             | 95,82                                   | 99                                 | 72          | 27          |

## 2.3.4 Розрахунок виробничої площі

Виробничою площею вважається площа, зайнята верстатами, стендами між операційного складання, проходами й проїздами між рядами верстатів, майданчиками складування заготовок біля верстатів і транспортними системами. При визначенні виробничої площі дільниці цеху використовуємо укрупнений метод. Виробнича площа дільниці цеху рівняється:

$$S_{\text{пр.дільн}} = C_{\text{пр.общ}} \times s \quad (2.36)$$

де  $s$  – питома виробнича площа на один верстат,  $\text{м}^2$ .

Величина  $s$  складає –  $20\text{м}^2$  як для малих верстатів[15].

$$S_{\text{пр.мал}} = 39 \cdot 20 = 780\text{м}^2$$

Ухвалюємо для компоновання дільниці сітку колон. Ширину проходів ухвалюємо рівним 3м. Крок зовнішніх рядів колон ухвалюємо - 6 м, крок внутрішніх колон ухвалюємо рівним 18 м.

|      |      |          |        |      |                 |  |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|--|------|
|      |      |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ |  | Арк. |
|      |      |          |        |      |                 |  | 40   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                 |  |      |



### 2.3.5 Розрахунок технологічної собівартості продукції

Технологічна собівартість визначається за формулою [2]:

$$C = M + З + З_{\text{н}} + Q_{\text{а}} + Q_{\text{р}} + П + U_{\text{р}} + U_{\text{М}} + Э_{\text{об}} + A_{\text{пл}} + M_{\text{всп}}, \quad (2.37)$$

де  $M$  – вартість заготовки з урахуванням реалізованих відходів;

$З$  – заробітна плата виробничих робітників з урахуванням витрат на соціальну страхування і на додаткову заробітну плату;

$З_{\text{н}}$  – заробітна плата наладчика в серійному виробництві;

$Q_{\text{а}}$  – витрати на амортизацію обладнання;

$Q_{\text{р}}$  – витрати на ремонт устаткування;

$П$  – витрати на експлуатацію та амортизацію спец. пристосувань;

$U_{\text{р}}$  – витрати на амортизацію і ремонт ріжучого інструменту;

$U_{\text{М}}$  – витрати на експлуатацію та амортизацію вимірювального інструменту;

$Э$  – витрати на силову електроенергію, повітря і технічну воду;

$A_{\text{пл}}$  – витрати на утримання виробничих приміщень;

$M_{\text{всп}}$  – витрати на допоміжні матеріали.

Витрати на основні матеріали. Витрати на основні матеріали розраховуються за формулою [1]:

$$M = Q_3 S_k K_T - q S_{\text{отх}}, \text{ грн.}, \quad (2.38)$$

де  $S_k$  – оптова ціна за 1 кг заготовки по прейскуранту, грн;

$K_T$  – коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати;

$q$  – маса реалізованих відходів, кг;

$S_{\text{отх}}$  – ціна за 1 кг відходів, грн.

Розрахунок витрат на основні матеріали проведений у пункті 1.2.1 на основі якого обрано найбільш доцільний спосіб отримання заготовки.

Витрати на заробітну плату. Основна заробітна плата містить витрати на оплату праці робітників, безпосередньо зайнятих на виготовлення продукції. Вона розраховується згідно з нормами витрат часу на виконання технологічних операцій і тарифними ставками.

Основна заробітна плата верстатника визначається [16]:

$$З_o = O_c \cdot T_{\text{шк}}, \text{ грн.}, \quad (2.39)$$

де  $O_c$  – основна зарплата верстатника за 1 хв., грн.

$T_{\text{шк}}$  – трудомісткість виготовлення, хв.

Розрахунок основної заробітної плати представлено у вигляді таблиці 2.10.

|      |      |          |        |      |                 |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|------|
|      |      |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                 | 41   |

Таблиця 2. 10 – Розцінка згідно з розрядом роботи

| Назва операцій  | Т <sub>шт.-к, хв</sub> | Т <sub>шт.-к, год</sub> | Розряд | Тариф,   | Розцінка, |
|-----------------|------------------------|-------------------------|--------|----------|-----------|
|                 |                        |                         |        | грн./год | грн.      |
| Відрізна        | 6,30                   | 0,11                    | 4      | 35,95    | 3,77      |
| Термообробка    | -                      | -                       | -      | -        | -         |
| Токарна         | 1,80                   | 0,03                    | 4      | 35,95    | 1,08      |
| Токарна з ЧПУ   | 50,84                  | 0,85                    | 5      | 41,3     | 34,99     |
| Токарна з ЧПУ   | 21,79                  | 0,36                    | 5      | 41,3     | 15,00     |
| Свердлильна     | 6,50                   | 0,11                    | 4      | 35,95    | 3,89      |
| Слюсарна        | 1,15                   | 0,02                    | 3      | 23,8     | 0,46      |
| Шліфувальна     | 11,70                  | 0,20                    | 4      | 35,95    | 7,01      |
| Слюсарна        | 6,10                   | 0,10                    | 3      | 23,8     | 2,42      |
| Обробка холодом | -                      | -                       | -      | -        | -         |
| Покриття        | -                      | -                       | -      | -        | -         |
| Мийна           | 0,05                   | 0,00                    | 3      | 23,8     | 0,02      |
| Дефектоскопія   | -                      | -                       | -      | -        | -         |
| Контрольна      | 8,50                   | 0,14                    | 4      | 35,95    | 5,09      |
| Разом           | 115,53                 | 1,93                    | -      | -        | 73,74     |

У додаткову заробітну плату виробничих робітників відносяться виплати, передбачені договорами і контрактами, які складають 8-12% від основної заробітної плати.

$$З_{\text{доп}} = З_{\text{ос}} \cdot 0,08 \quad (2. 40)$$

Відрахування від заробітної плати виробничих робітників визначаємо у відповідності з встановленою нормою 22% до витрат на заробітну плату виробничих робочих (основну і додаткову).

$$Н_3 = (З_{\text{ос}} + З_{\text{доп}}) \cdot 0,22 \quad (2. 41)$$

Основна зарплата наладчика з розрахунку обслуговування 4 – х верстатів:

$$З_{\text{н}} = 0,25 \cdot О_{\text{н}} \cdot Т_{\text{шк}}, \text{ грн}, \quad (2. 42)$$

де  $О_{\text{н}}$  – основна зарплата наладчика за 1 хв., грн. Розрахунок загальної заробітної плати зведено в таблицю 2.11.

Таблиця 2. 11 – Розрахунок заробітної плати

| Назва                                 | Показник, грн |
|---------------------------------------|---------------|
| Основна зарплата                      | 73,74         |
| Додаткова зарплата                    | 5,90          |
| Обов'язкові відрахування              | 17,52         |
| Зарплата з відрахуваннями (3)         | 97,16         |
| Зарплата наладчика ( $З_{\text{н}}$ ) | 19,65         |

|      |      |          |        |      |                 |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|------|
|      |      |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                 | 42   |

Витрати на амортизацію обладнання на продукцію, що виготовляється деталь визначаються за формулою [1]:

$$Q_a = \frac{Q_{cm}}{60F_{\partial\eta_3}} T_{шт-к}, \quad (2.43)$$

де  $Q_{cm}$  – щорічні амортизаційні відрахування, грн.;

$$Q_{cm} = K_{об}/n,$$

де  $n$  – норма амортизації основних засобів (для обладнання  $n = 5$  лет);

$K_{об}$  – вартість обладнання з урахуванням пуско-налагоджувальних робіт;

$K_{об} = 1,32 \cdot \Pi_{об}$  ( $\Pi_{об}$  – вартість обладнання)

$\Phi_d$  – річний фонд роботи обладнання;

$\eta_3$  – коефіцієнт завантаження обладнання у часі.

Витрати на ремонт і експлуатацію устаткування. Визначаються витрати на ремонт та утримання верстата з розрахунку 10 % від вартості обладнання на рік.

$$Q_p = \frac{K_{об} \cdot 0.1}{60F_{\partial\eta_3}} T_{шт-к}, \quad (2.44)$$

Витрати на експлуатацію та амортизацію спеціальних пристосувань визначаються за формулою [4]:

$$\Pi = \frac{(a_1 + a_2) \cdot S_{пр}}{100 \cdot N_{год}}, \quad (2.45)$$

де  $a_1$  25% – річні відрахування на амортизацію пристосування;

$a_2$  – витрати на ремонт (10%);

$S_{пр}$  – вартість пристосування;

$N_{год}$  – кількість деталей, оброблюваних на рік за допомогою пристосування.

Витрати на електроенергію розраховуються за формулою [4]:

$$E = N_{\partial} \cdot K_n \cdot \eta_N \cdot \eta_{to} \cdot t_n (1/\eta_{об}) \cdot C_{\partial} \quad (2.46)$$

де  $N_{\partial}$  – потужність встановлених електродвигунів, кВт;

$K_n$  – коефіцієнт втрат в мережі ( $K_n \sim 1.1$ );

$\eta_N$  – коефіцієнт завантаження силової установки по потужності (0,5);

$\eta_{to}$  – коефіцієнт використання силової установки по часу ( $\eta_{to} \gg 0,7$ );

$t_n$  – норма часу, що витрачається на виконання даної операції, год;

$\eta_{дв}$  – к. п. д. електродвигунів ( $\eta_{дв} \gg 0,88$ );

$C_{\partial} = 8,0$  – собівартість 1 кВт-ч електроенергії, грн.

|      |      |          |        |      |                 |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|------|
|      |      |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                 | 43   |

У даній роботі при розрахунках собівартості витрати на амортизацію і ремонт різального та вимірювального інструменту, на утримання виробничих приміщень, на допоміжні матеріали не враховується. На підставі розрахунків складаємо таблицю 2.12 собівартості продукції.

Таблиця 2. 12 – Собівартість одиниці продукції

| Стаття калькуляції                                              | Показник |
|-----------------------------------------------------------------|----------|
| Вартість заготовки з урахуванням реалізованих відходів          | 54,97    |
| Заробітна плата виробничих робітників з урахуванням відрахувань | 97,16    |
| Заробітна плата наладчика                                       | 19,65    |
| Витрати на амортизацію обладнання                               | 168,87   |
| Витрати на ремонт обладнання                                    | 91,93    |
| Витрати на експлуатацію і амортизацію спец. пристосувань        | 3,05     |
| Витрати на силову електроенергію                                | 15,8     |
| Загальна собівартість деталі                                    | 451,43   |

|      |      |          |        |      |                 |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|------|
|      |      |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                 | 44   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                 |      |

### 3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на збереження життя, здоров'я та працездатності людини в процесі трудової діяльності. Основним завданням охорони праці є запобігання виробничому травматизму та професійним захворюванням шляхом максимального зниження впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів та створення комфортних умов праці.

Відповідно до статті 154 Кодексу законів про працю України, проектування виробничих об'єктів, розробка нових технологій, засобів виробництва, колективного та індивідуального захисту працівників повинні здійснюватися з обов'язковим урахуванням вимог охорони праці [18]. Виробничі будівлі, споруди, устаткування та технологічні процеси, що вводяться в дію після будівництва або реконструкції, мають відповідати нормативним актам з охорони праці.

Дана випускна робота присвячена розробці технологічного процесу виготовлення гільзи обладнання в умовах дрібносерійного виробництва механічного цеху. У зв'язку з цим у розділі проведено аналіз умов праці на робочих місцях механічного цеху, розглянуто питання техніки безпеки, пожежної профілактики та захисту навколишнього середовища при реалізації запропонованого технологічного процесу.

#### 3.1 Загальна характеристика умов праці

Проектowana діляниця призначена для механічної обробки деталей типу «гільза» обладнання в умовах дрібносерійного виробництва і входить до складу механічного цеху машинобудівного підприємства. На ділянці виконуються токарні, фрезерні та шліфувальні операції, що супроводжуються застосуванням мастильно-охолоджувальних рідин (МОР), утворенням металевої стружки та абразивного пилу.

Діляниця розміщується в одноповерховій будівлі каркасного типу із сіткою колон  $18 \times 6$  м. Розміри приміщення в плані становлять  $18,0 \text{ м} \times 48,0 \text{ м}$ , що відповідає площі  $S = 864 \text{ м}^2$ ; висота приміщення від підлоги до низу несучих конструкцій покриття  $H = 6,0 \text{ м}$ , будівельний об'єм приміщення  $V = 5184 \text{ м}^3$ .

|           |      |          |        |      |                                                  |      |         |
|-----------|------|----------|--------|------|--------------------------------------------------|------|---------|
|           |      |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ                                  |      |         |
|           |      |          |        |      |                                                  |      |         |
| Змн.      | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Охорона праці та захист навколишнього середовища |      |         |
| Розроб.   |      | Шевлюков |        |      |                                                  |      |         |
| Перевір.  |      | Бончук   |        |      |                                                  |      |         |
| Реценз.   |      |          |        |      |                                                  |      |         |
| Н. Контр. |      | Негруб   |        |      |                                                  |      |         |
| Затверд.  |      | Негруб   |        |      |                                                  |      |         |
|           |      |          |        |      | Літ.                                             | Арк. | Акрушів |
|           |      |          |        |      |                                                  | 45   | 1       |
|           |      |          |        |      | МОНУ, УДУНТ<br>Каф. ТМ, гр. ІМ01-22т             |      |         |

Несучі та огорожувальні конструкції (колони, стіни, перекриття) виконано із залізобетону; підлога має бетонне покриття з підвищеною стійкістю до стирання, мастил і механічних

За функціональним призначенням приміщення належить до виробничих. За вибухопожежною та пожежною небезпекою дільницю віднесено до категорії В (пожежонебезпечна), а будівлю — до I ступеня вогнестійкості; обґрунтування цієї класифікації та відповідні заходи пожежної безпеки наведено в підрозділі 3.2.

На дільниці передбачено тридцять дев'ять робочих місць верстатників, кожне з яких закріплене за одиницею технологічного обладнання. Загальна чисельність працюючих в одну зміну становить сімдесят дві особи. За такої організації на одного працюючого припадає площа близько 12 м<sup>2</sup> та об'єм приміщення близько 72 м<sup>3</sup>, що значно перевищує мінімальні санітарні норми — не менше 4,5 м<sup>2</sup> площі та 15 м<sup>3</sup> об'єму на одного працівника, встановлені державними санітарними правилами планування виробничих приміщень ДСП 173-96 [32]. Таким чином, прийняті розміри приміщення забезпечують нормативні умови розміщення робочих місць.

Технологічне обладнання дільниці включає токарно-гвинторізні, вертикально-фрезерні та круглошліфувальні верстати, а також допоміжне оснащення — слюсарні верстаки, інструментальні тумби, стелажі для заготовок і готових деталей, тару для збирання стружки. Верстати розташовано рядами вздовж поздовжньої осі прольоту відповідно до послідовності технологічного процесу, що забезпечує прямоточність руху деталей та зменшує зустрічні й перехресні вантажопотоки. Ширину магістральних проходів прийнято не менше 1,4 м, а відстані між верстатами та від верстатів до стін — згідно з нормами технологічного проектування, що гарантує безпечне обслуговування обладнання, вільне переміщення працівників і транспортування деталей.

Організація робочого місця верстатника виконана з урахуванням вимог ергономіки та забезпечує раціональне розташування обладнання, оснащення й органів керування в межах зон досяжності працівника. Органи керування верстатом розміщено в зоні легкої досяжності рук, висоту робочої поверхні узгоджено з антропометричними характеристиками працюючого, що дозволяє виконувати операції у зручній робочій позі без надмірного статичного навантаження. Заготовки, інструмент і технологічне оснащення розміщують у визначених місцях поблизу зони обробки; для збирання стружки передбачено спеціальну тару. Таке планування робочого місця скорочує кількість зайвих рухів, знижує стомлюваність і підвищує продуктивність та безпеку праці.

Безпека під час роботи на дільниці забезпечується конструктивними та організаційними заходами. Рухомі частини верстатів (оброблювані деталі, що обертаються, патрони, передачі) обладнано захисними огороженнями та кожуха-

|      |      |          |        |      |                 |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|------|
|      |      |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                 | 46   |

ми, а зону різання захищено екранами, які запобігають розльоту стружки й розбризкуванню МОР. Пуск обладнання здійснюється лише за справних огорожень і блокувань; технічне обслуговування, налагодження та прибирання стружки виконують при повністю зупиненому верстаті. Працівники забезпечуються засобами індивідуального захисту (захисні окуляри, спецодяг, спецвзуття) та проходять відповідні інструктажі з охорони праці.

За ступенем небезпеки ураження електричним струмом приміщення дільниці відповідно до вимог ПУЕ належить до приміщень з підвищеною небезпекою, що зумовлено наявністю струмопровідної металевої стружки й пилу, можливою вологістю повітря та одночасним доступом працівника до металевих корпусів обладнання й заземлених конструкцій. Усе технологічне обладнання живиться від трифазної мережі напругою 380/220 В. Електробезпека забезпечується комплексом заходів згідно з ПУЕ та ДСТУ Б В.2.5-82:2016 «Електробезпека в будівлях і спорудах» [26]: захисним заземленням (зануленням) металевих неструмовідних частин електроустановок, при цьому опір заземлювального пристрою не перевищує 4 Ом; струмопровідні частини розміщують на висоті не менше 2,5 м від підлоги або огорожують; застосовують подвійну ізоляцію, автоматичні вимикачі та пристрої захисного вимкнення; передбачено періодичний контроль стану ізоляції та заземлення електрообладнання.

Для підтримання нормативних параметрів повітря робочої зони приміщення обладнано системами опалення та вентиляції відповідно до ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» [номер указати]. Передбачено припливно-витяжну загальнообмінну вентиляцію з механічним спонуканням, доповнену місцевими витяжними пристроями (відсмоктувачами) у зоні різання верстатів для вловлювання аерозолів МОР, масляного туману та пилу безпосередньо в місці їх утворення. Кратність повітрообміну прийнято з умови розбавлення шкідливих речовин до концентрацій, що не перевищують ГДК, а також видалення надлишкового тепла й вологи.

Приміщення дільниці забезпечене шляхами евакуації відповідно до вимог ДБН В.1.1-7:2016 [26]. Передбачено не менше двох евакуаційних виходів, розташованих розосереджено; ширину евакуаційних проходів прийнято не менше 1,0 м, а ширину дверей евакуаційних виходів — не менше 0,8 м, з відчиненням дверей у напрямку виходу з приміщення. Відстань від найвіддаленішого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу не перевищує нормованої для приміщень категорії В. Шляхи евакуації утримуються вільними та позначаються знаками безпеки і покажчиками напрямку руху, що забезпечує своєчасну й безпечну евакуацію працівників у разі виникнення пожежі або аварійної ситуації.

Відповідно до ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» [19], роботи на дільниці виготовлення осі обладнання відносяться до

|      |      |          |        |      |                 |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|------|
|      |      |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                 | 47   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                 |      |

категорії II-б (середньої важкості) за рівнем енерговитрат організму (175–232 Вт або 151–200 ккал/год). До цієї категорії належать роботи, пов'язані з ходьбою, переміщенням та перенесенням вантажів до 10 кг і супроводжуються помірним фізичним навантаженням.

Мікроклімат виробничих приміщень визначається поєднанням температури, відносної вологості, швидкості руху повітря та теплового випромінювання. У проєктованому механічному цеху передбачається підтримання оптимальних мікрокліматичних умов, які забезпечують нормальний тепловий стан організму без напруження механізмів терморегуляції, сприяють збереженню високої працездатності та зниженню втомлюваності працівників. Нормативні значення параметрів мікроклімату для робіт категорії II-б наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Нормативні значення параметрів метеоумов

| Період року     | Категорія роботи | Температура, оС             |                               |                             |                               | Відносна вологість %                      | Швидкість руху повітря м/сек.             |
|-----------------|------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|
|                 |                  | Верхня межа                 |                               | Нижня межа                  |                               |                                           |                                           |
|                 |                  | На постійних робочих місцях | На непостійних робочих місцях | На постійних робочих місцях | На непостійних робочих місцях | На робочих місцях постійних і непостійних | На робочих місцях постійних і непостійних |
| Холодний період | Середня Пб       | 21                          | 23                            | 15                          | 13                            | 75                                        | -                                         |
| Теплий період   | Середня Пб       | 27                          | 29                            | 15                          | 15                            | 70 при 25С                                | 0,5-0,2                                   |

Повітря робочої зони виробничих приміщень повинно відповідати санітарно-гігієнічним вимогам не тільки за параметрами мікроклімату, а й за вмістом шкідливих речовин — пилу, парів мастильно-охолоджувальних рідин (МОР), аерозолів масла та емульсій. Відповідно до діючих санітарних норм, концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони не повинна перевищувати встановлені гранично-допустимі концентрації (ГДК).

Тривале вдихання пилу, особливо металевої та абразивної фракції, а також перевищення ГДК у повітрі може призводити до розвитку професійних захворювань органів дихання. Найбільш характерними серед них є пневмоконіоз, хронічний бронхіт, бронхіальна астма та інші патологічні зміни легеневої тканини. Крім того, при контакті шкіри з мастильно-охолоджувальними рідинами та мінеральними маслами можливе виникнення шкірних захворювань, таких як екзема, дерматит та алергічні реакції.

|      |      |          |        |      |                 |  |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|--|------|
|      |      |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ |  | Арк. |
|      |      |          |        |      |                 |  | 48   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                 |  |      |



Для забезпечення нормативних параметрів повітряного середовища на ділянці передбачається застосування ефективної системи вентиляції. Розташування вентиляційних систем повинно забезпечувати безпечний і зручний монтаж, експлуатацію та ремонт технологічного обладнання. При цьому розміщення повітроводів та вентиляційного обладнання не повинно погіршувати освітленість приміщень, робочих місць і проходів, а також створювати додаткові небезпечні зони.

При обробці металів на токарних, фрезерних та шліфувальних верстатах інтенсивно утворюється металевий та абразивний пил, емульсійний і масляний туман. Для захисту працівника від цих факторів зона обробки повинна бути обладнана надійними захисними огороженнями (екранами). Конструкція захисних пристроїв повинна ефективно запобігати попаданню стружки та мастильно-охолоджувальної рідини на працівника, при цьому не обмежувати технологічних можливостей верстата.

Захисні пристрої не повинні створювати незручності під час роботи, прибирання, налагодження та технічного обслуговування обладнання. При відкриванні огорожень МОР не повинна потрапляти на підлогу робочої зони. У всіх випадках кріплення захисних пристроїв повинно бути надійним, жорстким і виключати можливість їх самовідкривання під час роботи верстата [20].

Шкідливі виробничі фактори, характерні для ділянки виготовлення осі обладнання, наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3. 2 – Шкідливі виробничі фактори ділянки

| № | Речовина          | Гранично–допустима концентрація, ГДК, мг/м <sup>3</sup> [21] | Фактична концентрація, мг/м <sup>3</sup> | Клас небезпеки |
|---|-------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------|
| 1 | Абразивний пил    | 4.0                                                          | 5.0-6.0                                  | 3              |
| 2 | Емульсійний туман | 2.0                                                          | 0.5-1.0                                  | 4              |
| 3 | Масляний туман    | 5.0                                                          | 1.0-2.0                                  | 4              |
| 4 | Металевий пил     | 10.0                                                         | 2.0-3.0                                  | 4              |

Шум є одним із провідних шкідливих виробничих факторів у механічних цехах. З фізичної точки зору шум являє собою безладне (хаотичне) поєднання звуків різної частоти та інтенсивності, що виникають у результаті механічних коливань у твердих, рідких або газоподібних середовищах. У виробничих умовах основними джерелами шуму є робота металообробного обладнання (токарні, фрезерні, шліфувальні верстати), удари, вібрація та переміщення деталей.

Тривалий вплив виробничого шуму негативно впливає на організм працівника. Насамперед він діє на центральну нервову систему та серцево-судинну систему. Під впливом шуму відбувається виснаження нервових процесів, знижує-

|      |      |          |        |      |                 |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|------|
|      |      |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                 | 49   |

ться швидкість реакції, погіршується координація рухів, послаблюється увага та зростає кількість помилкових дій. Крім того, шум сприяє підвищенню артеріального тиску, порушенню сну, загальному стомленню та зниженню працездатності.

Особливо небезпечним є тривалий вплив шуму на орган слуху. Він може призводити до професійного зниження слуху (туговухості), а також негативно впливати на зорову функцію. У комплексі ці фактори значно підвищують ризик виробничого травматизму. Постійна дія шуму є причиною розвитку професійних захворювань і може стати непрямою причиною нещасних випадків через погіршення уваги та уповільнення реакції працівника.

Відповідно до ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку» [22] на робочих місцях встановлюються допустимі рівні звукового тиску в октавних смугах частот, а також допустимі еквівалентні рівні звуку. Фактичні та допустимі рівні шуму на ділянці виготовлення осі обладнання наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3. 3 – Фактичні та допустимі рівні шуму

| Вид трудової діяльності, робочі місця                                     | Рівні звукового тиску, дБ, у складових полосах з середньгеометричними частотами, Гц |    |     |     |     |      |      |      |      | Рівні звуку та еквівалентні рівні звуку, дБ(А) | Фактичний рівень звуку, дБ(А) |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------------------------------------------------|-------------------------------|
|                                                                           | 31,5                                                                                | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |                                                |                               |
| Постійні робочі місця у виробничих приміщеннях і на території підприємств | 107                                                                                 | 95 | 87  | 82  | 78  | 75   | 73   | 71   | 69   | 80                                             | До 82                         |

Вібрація виникає під дією внутрішніх або зовнішніх динамічних сил, зумовлених незадовільним балансуванням обертових частин верстатів, ударними навантаженнями при обробці металу та роботою обладнання. У механічному цеху при виготовленні осі обладнання переважає локальна вібрація, яка передається на руки працівника.

Тривалий вплив вібрації негативно діє на периферичну нервову систему, судини та опорно-руховий апарат, що може призводити до розвитку вібраційної хвороби.

Допустимі та фактичні значення нормованих параметрів локальної вібрації наведено в таблиці 3.4 відповідно до ДСН 3.3.6.039-99 [23].

Рациональне виробниче освітлення є одним з найважливіших чинників, що визначають умови зорової роботи, продуктивність праці та безпеку на ділянці.

|      |      |          |        |      |                 |  |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|--|--|--|--|--|------|
|      |      |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ |  |  |  |  |  | Арк. |
|      |      |          |        |      |                 |  |  |  |  |  | 50   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                 |  |  |  |  |  |      |

Недостатня або нерівномірна освітленість призводить до перенапруження органів зору, передчасної втоми, зростання кількості помилкових дій і підвищення ризику травмування, тоді як надмірна яскравість спричиняє засліпленість. Нормування освітлення виконується відповідно до ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення» [25] на основі встановленого розряду зорової роботи.

Таблиця 3.4 – Допустимі та фактичні значення локальної вібрації

| Середньогометричні частоти<br>октавних полос, Гц        |           | 8   | 16  | 31,5 | 61  | 100 | 250 | 500 | 1000 | Скориговані та<br>еквівалентні<br>значення, та їх<br>рівні |
|---------------------------------------------------------|-----------|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|------------------------------------------------------------|
| Значення вібро-<br>швидкості (дБ) по<br>осям Хл, Ул, Зл | Допустимі | 115 | 109 |      |     |     |     |     |      | 112                                                        |
|                                                         | Фактичні  | 106 | 100 | 102  | 108 | 106 | 111 | 109 | 100  | 107                                                        |

Розряд зорової роботи визначається за найменшим розміром об'єкта розрізнення. Під час виконання токарних, фрезерних і шліфувальних операцій з виготовлення гільзи (осі) працівник візуально контролює елементи деталі, різальний інструмент та поділки лімбів верстата, найменший розмір яких становить від 0,5 до 1,0 мм. Згідно з ДБН В.2.5-28:2018 [25], такому діапазону відповідає IV розряд зорової роботи — роботи середньої точності. Оброблювані поверхні сталевих і чавунних деталей характеризуються малим контрастом об'єкта розрізнення з фоном за середнього (світлого) металевого фону, що відповідає підрозряду «б» цього розряду. Отже, для умов дільниці прийнято розряд зорової роботи IVб.

Відповідно до встановленого розряду IVб ДБН В.2.5-28:2018 [25] регламентовано такі нормовані значення штучного освітлення: за системи комбінованого освітлення — 500 лк (у тому числі від загального освітлення — 200 лк), за системи загального освітлення — 200 лк; показник засліпленості Р не більше 40, коефіцієнт пульсації освітленості Кп не більше 10 %. Саме ці значення прийнято для дільниці, оскільки вони безпосередньо впливають з обґрунтованого вище розряду зорової роботи, а не призначаються довільно: зниження освітленості нижче нормованої погіршило б видимість дрібних елементів деталі та точність обробки, а її завищення призвело б до невиправданих витрат електроенергії та можливої засліпленості працівника.

### 3.2 Техніка безпеки та пожежна безпека

Одним з основних методів запобігання виробничому травматизму на підприємстві є проведення інструктажів з охорони праці. Одним з основних методів запобігання виробничому травматизму на підприємстві є проведення інструктажів

|      |      |          |        |      |                 |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|--|--|--|--|------|
|      |      |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ |  |  |  |  | Арк. |
|      |      |          |        |      |                 |  |  |  |  | 51   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                 |  |  |  |  |      |

з охорони праці. Відповідно до НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці» [31] на підприємстві передбачено такі види інструктажів:

Вступний інструктаж проводиться інженером з охорони праці (або уповноваженою особою) з усіма новоприйнятими працівниками, незалежно від освіти, стажу роботи, посади, а також з тимчасовими працівниками, відрядженими, учнями та студентами, які прибувають на практику. Про проведення вступного інструктажу робиться запис у журналі реєстрації вступного інструктажу з підписами інструктуючого та інструктованого, а також у наказі про прийняття на роботу.

Первинний інструктаж на робочому місці проводиться безпосереднім керівником (майстром, начальником дільниці) до початку роботи за затвердженими інструкціями з охорони праці для конкретної професії або виду робіт.

Повторний інструктаж проходять усі працівники (крім звільнених від нього) не рідше одного разу на 6 місяців.

Позаплановий інструктаж проводиться при введенні нових нормативних актів, зміні технологічного процесу, обладнання, порушенні працівниками вимог охорони праці, після перерв у роботі тощо. Обсяг і зміст визначається залежно від обставин.

Цільовий інструктаж проводиться при виконанні разових робіт, ліквідації наслідків аварій, проведенні робіт з підвищеною небезпекою. Закінчується перевіркою знань (усне опитування) та практичних навичок.

Для захисту працівників від рухомих частин обладнання (обертальних деталей верстатів, механізмів) застосовуються захисні огорожі, кожухи, блокувальні пристрої та світлові датчики.

Виробничі процеси в механічному цеху за санітарно-гігієнічними характеристиками згідно з ДБН В.1.1-7:2016 [26] відносяться до групи II-в (процеси, що викликають забруднення тіла, рук та спецодягу речовинами 3 і 4 класів небезпеки). Працівники забезпечуються засобами індивідуального захисту (ЗІЗ) відповідно до НПАОП 27.0-3.01-08 «Норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам металургійної промисловості та машинобудування» [27].

За вибухопожежною та пожежною небезпекою згідно з ДСТУ Б В.1.1-36:2016 [28] приміщення механічного цеху віднесено до категорії В.

Віднесення приміщення до категорії В обґрунтовується наявністю в ньому твердих і рідких горючих та важкогорючих матеріалів — індустріальних мастил, мастильно-охолоджувальних рідин, промасленого ганчір'я, дерев'яної тари, при тому що приміщення не містить горючих газів і легкозаймистих рідин у кількостях, здатних утворювати вибухонебезпечні суміші, а отже не належить до

|      |      |          |        |      |                 |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|------|
|      |      |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                 | 52   |

категорій А чи Б. Згідно з ДСТУ Б В.1.1-36:2016 [28], приміщення відносять до категорії В, якщо питоме пожежне навантаження горючих речовин на окремих ділянках площею не менше 10 м<sup>2</sup> перевищує 180 МДж/м<sup>2</sup>, що має місце для умов дільниці.

Будівля цеху побудована з негорючих матеріалів (залізобетон) і має І ступінь вогнестійкості відповідно до ДБН В.1.1-7:2016 [26].

І ступінь вогнестійкості будівлі обґрунтовується тим, що її несучі та огорожувальні конструкції виконано із залізобетону — негорючого матеріалу, який не поширює вогонь (група М0). За ДБН В.1.1-7:2016 [26] для І ступеня вогнестійкості нормовані мінімальні межі вогнестійкості конструкцій становлять: несучих стін — REI 150, колон — R 150, міжповерхових перекриттів — REI 60, що повністю забезпечується залізобетонними конструкціями будівлі цеху. Це гарантує збереження несучої здатності та цілісності будівлі протягом часу, достатнього для евакуації працівників і гасіння пожежі.

Основні причини можливих пожеж у цеху:

- ~ перевантаження, перегрів та короткі замикання в електроустаткуванні;
- ~ займання горюче-змащувальних матеріалів від іскор;
- ~ самозаймання промасленого ганчір'я;
- ~ розряди статичної електрики або блискавки.

Для гасіння пожеж у цеху передбачено первинні засоби пожежогасіння відповідно до НАПБ Б.01.008-2018 «Правила експлуатації та типові норми належності вогнегасників» [30]. Норми забезпечення порошковими вогнегасниками для виробничих приміщень наведено в Таблиці 3.5.

Пожежогасіння водою здійснюється від внутрішнього пожежного водопроводу, об'єднаного з господарсько-питним. У цеху встановлені пожежні крани з рукавами. Зовні будівлі розміщені підземні пожежні гідранти. Для доступу на дах передбачено зовнішні пожежні сходи.

Таблиця 3.5 – Норми належності порошкових вогнегасників для виробничих і складських будинків та приміщень промислових підприємств

| N<br>з/п                                                                 | Гранична захищувана площа, кв. м | Клас можливої пожежі | Мінімальна кількість порошкових вогнегасників                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |    |    |    |    |                                                                                                         |    |     |     |  |
|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----|-----|--|
|                                                                          |                                  |                      | Переносний вогнегасник (з газом-витискувачем у балоні або закачний) із зарядом вогнегасної речовини, кг                                                                                                                                                                                                                                          |    |    |    |    | Пересувний вогнегасник (з газом-витискувачем у балоні або закачний) із зарядом вогнегасної речовини, кг |    |     |     |  |
|                                                                          |                                  |                      | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 6  | 8  | 9  | 12 | 20                                                                                                      | 50 | 100 | 150 |  |
| 1                                                                        | 2                                | 3                    | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 5  | 6  | 7  | 8  | 9                                                                                                       | 10 | 11  | 12  |  |
| 1 Приміщення категорії А, Б, а також В з наявністю горючих газів і рідин |                                  |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |    |    |    |                                                                                                         |    |     |     |  |
| 1.6                                                                      | більше 500 до 1000 включно       | А, В, С, (Е)         | 16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 16 | 12 | 12 | 8  | 4                                                                                                       | 3  | 2   | 1   |  |
| 1.7                                                                      | більше 1000                      | А, В, С, (Е)         | На першу 1000 кв. м площі числові значення кількості вогнегасників згідно з пунктом 1.6 таблиці 1, на кожні наступні: 50 кв. м - згідно з пунктом 1.2 таблиці 1, 150 кв. м - згідно з пунктом 1.3 таблиці 1, 250 кв. м - згідно з пунктом 1.4 таблиці 1, 500 кв. м - згідно з пунктом 1.5 таблиці 1, 1000 кв. м - згідно з пунктом 1.6 таблиці 1 |    |    |    |    |                                                                                                         |    |     |     |  |

|      |      |          |        |      |                 |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|--|--|--|--|------|
|      |      |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ |  |  |  |  | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                 |  |  |  |  | 53   |

Вибір типу та кількості вогнегасників обґрунтовується класом можливої пожежі та категорією приміщення. На ділянці можливі пожежі класу А (горіння твердих речовин — дерев'яної тари, промасленого ганчір'я, ізоляції), класу В (горіння рідин — мастил, олив, МОР), а також загоряння електрообладнання, що перебуває під напругою (умовний клас «Е»). Для гасіння пожеж зазначених класів застосовують порошкові вогнегасники, які згідно з ДБН В.2.5-56:2014 [33] придатні для ліквідації пожеж класів А, В, С та електрообладнання під напругою, а для захисту електроустановок додатково — вуглекислотні вогнегасники, що не залишають струмопровідних і корозійних слідів на обладнанні.

Згідно з типовими нормами належності для приміщень категорії В один переносний вогнегасник захищає площу до 200 м<sup>2</sup>, при цьому на приміщення передбачається не менше двох вогнегасників. Для ділянки площею 864 м<sup>2</sup> приймається п'ять розрахункових зон захисту, на кожен з яких встановлюється по два порошкові вогнегасники ОП-5, — разом десять вогнегасників ОП-5 (для гасіння пожеж класів А і В). Додатково для захисту електрообладнання верстатів передбачається два вуглекислотні вогнегасники ВВ-5 (клас «Е»). Вогнегасники розміщують на видних і легкодоступних місцях поблизу виходів так, щоб відстань від можливого осередку пожежі до найближчого вогнегасника не перевищувала 30 м (для приміщень категорії В), на висоті не більше 1,5 м від підлоги до верху вогнегасника.

### 3.3 Захист навколишнього середовища

Охорона навколишнього природного середовища є невід'ємною складовою виробничої діяльності підприємства. Вона передбачає комплекс організаційних, технічних та технологічних заходів, спрямованих на запобігання або максимальне зменшення негативного впливу виробничих процесів на атмосферне повітря, водні об'єкти, ґрунт та екосистеми в цілому, а також на забезпечення екологічної безпеки працівників і населення прилеглих територій.

На підприємстві здійснюється постійний моніторинг впливу на довкілля, який включає:

- ~ виявлення джерел забруднення та оцінку їхнього впливу;
- ~ контроль за дотриманням нормативів гранично допустимих викидів (ГДВ) і скидів (ГДС);
- ~ розробку та впровадження природоохоронних заходів;
- ~ ведення первинної та звітної екологічної документації (екологічний паспорт підприємства, декларації, дозволи на викиди та скиди тощо).

|      |      |          |        |      |                 |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|------|
|      |      |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                 | 54   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                 |      |

Важливою складовою екологічної діяльності є ведення екологічного паспорта підприємства, який містить:

- ~ загальні відомості про підприємство та його виробничу діяльність;
- ~ характеристику сировини, матеріалів та енергоресурсів;
- ~ опис технологічних процесів і схем очищення викидів та стічних вод;
- ~ дані про обсяги та характеристики відходів;

Працівники служби екологічного контролю (або відповідальні особи) забезпечують систематичне заповнення та актуалізацію даних паспорта з урахуванням сумарного впливу шкідливих факторів на прилеглі території.

У машинобудівному виробництві, незважаючи на відносно невелику частку (1–2 %) у загальному обсязі промислових викидів, окремі технологічні процеси створюють значне екологічне навантаження. До найбільш екологічно небезпечних процесів належать:

- ~ спалювання палива в енергоустановках;
- ~ ливарне виробництво;
- ~ металообробка (зокрема з застосуванням індустріальних олій);
- ~ зварювальне виробництво;
- ~ гальванічні покриття;
- ~ лакофарбові роботи;
- ~ піскоструминна та гідроабразивна обробка поверхонь.

Основні забруднювачі:

Лакофарбові дільниці — пари органічних розчинників, синтетичні смоли, пігменти.

Ливарне виробництво — оксиди сірки, азоту, пил, газоподібні сполуки.

Енергетичне господарство — двоокис сірки ( $\text{SO}_2$ ), оксиди азоту ( $\text{NO}_x$ ), оксид вуглецю ( $\text{CO}$ ), зважені частинки.

Металообробка — аерозолі мастильно-охолоджувальних рідин, металевий пил.

Очищення поверхонь — пилоподібні частинки (при піскоструминній обробці).

Тверді відходи представлені металевим брухтом, стружкою, шламом, відходами очищення повітря та води. На підприємстві передбачено максимальне використання вторинних ресурсів (зокрема, 55 % амортизаційного металобрухту направляється на повторне використання).

Основні напрямки екологізації виробництва на підприємстві:

- ~ впровадження ресурсозберігаючих та маловідходних технологій;
- ~ модернізація обладнання з метою зниження викидів і відходів;
- ~ заміна токсичних матеріалів на менш шкідливі аналоги;
- ~ удосконалення систем очищення викидів і стічних вод;

|      |      |          |        |      |                 |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|------|
|      |      |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                 | 55   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                 |      |

- ~ організація селективного збирання та утилізації відходів;
- ~ отримання вторинної сировини з відходів виробництва;
- ~ регулярний виробничий екологічний контроль.

Усі заходи з охорони навколишнього середовища, передбачені в даній роботі, відповідають вимогам чинного законодавства України (Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про атмосферне повітря», «Про відходи» тощо) та спрямовані на забезпечення сталого розвитку підприємства з мінімальним впливом на довкілля.

|      |      |          |        |      |                 |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|------|
|      |      |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                 | 56   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                 |      |



## ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

У роботі виконано аналіз типового технологічного процесу виготовлення гільзи. Встановлено, що базовий процес має низку недоліків, зокрема використання малопродуктивного універсального обладнання, значну кількість установів, застосування стандартного інструменту. Для усунення цих недоліків запропоновано застосувати сучасне обладнання з ЧПК, раціональні схеми базування, сучасний різальний інструмент і більш продуктивне технологічне оснащення.

У основній частині роботи було обґрунтовано вибір заготовки. Для виготовлення деталі прийнято заготовку з прокату круглого перерізу Ø27×38 зі сталі 95Х18. Такий варіант є більш економічно доцільним порівняно із заготовкою Ø30, оскільки має меншу масу, вищий коефіцієнт використання матеріалу та забезпечує зменшення витрат на механічну обробку.

Для виконання технологічного процесу підібрано необхідне обладнання: токарно-гвинторізний верстат, токарний верстат з ЧПК HAAS ST-10Y, вертикально-свердлильний верстат 2Н118 та круглошліфувальний верстат. Застосування верстата з ЧПК дозволяє підвищити точність і стабільність розмірів, скоротити допоміжний час і зменшити вплив людського фактору на якість обробки.

Також було розраховано та спроектовано верстатний пристрій для встановлення і закріплення деталі під час обробки. Запропонований пристрій забезпечує правильне базування гільзи, її надійне закріплення, зменшення допоміжного часу та підвищення точності виконання операції.

Відповідно до виробничої програми було визначено вихідні дані для проектування механічної дільниці, розраховано кількість обладнання, кількість робітників, виробничу площу та технологічну собівартість виготовлення деталі.

У розділі з охорони праці та захисту навколишнього середовища було розглянуто основні небезпечні та шкідливі виробничі чинники, які можуть виникати на механічній дільниці, запропоновано заходи щодо зменшення їх впливу, з

Таким чином, у роботі розроблено технологічний процес виготовлення деталі «гільза», який забезпечує необхідну точність, якість поверхонь і надійність деталі в експлуатації. Запропоновані технологічні рішення дозволяють підвищити продуктивність, зменшити трудомісткість виготовлення, скоротити допоміжний час і забезпечити стабільну якість продукції в умовах дрібносерійного виробництва.

|           |      |          |        |      |                                      |      |         |
|-----------|------|----------|--------|------|--------------------------------------|------|---------|
|           |      |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ                      |      |         |
|           |      |          |        |      |                                      |      |         |
| Змн.      | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Висновки та пропозиції               |      |         |
| Розроб.   |      | Шевлюков |        |      |                                      |      |         |
| Перевір.  |      | Бончук   |        |      |                                      |      |         |
| Реценз.   |      |          |        |      |                                      |      |         |
| Н. Контр. |      | Неглуб   |        |      |                                      |      |         |
| Затверд.  |      | Неглуб   |        |      |                                      |      |         |
|           |      |          |        |      | Літ.                                 | Арк. | Акрушів |
|           |      |          |        |      |                                      | 57   | 1       |
|           |      |          |        |      | МОНУ, УДУНТ<br>Каф. ТМ, гр. ІМ01-22т |      |         |

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Методичні вказівки до виконання випускних кваліфікаційних робіт бакалаврів за напрямом 6.050502 «Інженерна механіка» / Укл.: Гришин В.С., Негруб С.Л, Бончук С.В.; – Дніпропетровськ : НМетАУ, 2013. – 33 с.
2. Методические указания по выполнению курсового проекта по дисциплине “Технология машиностроения” для студентов специальности 7.090202/Сост. Гришин В.С., Мололкина О.Н. – Днепропетровск: НМетАУ - ГИ-ПОпром, 2004. – 36 с.
3. Металообробне обладнання URL: <http://met.ua/product-category/metaloobrobni-verstaty1> (дата звернення: 29.03.2025).
4. Робоча програма, методичні вказівки і індивідуальні завдання до вивчення дисципліни ”Теоретичні основи технології виготовлення деталей та складання машин” для студентів спеціальності 7.090202 / Укл.: Лапшин С.П., Ласкін В.М. – Дніпропетровськ : НМетАУ, 2004. – 74 с.
5. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. / Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. Москва: Машиностроение, 1985. т.1. 656 с.;
6. Справочник технолога-машиностроителя: В 2 т. /Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. Москва: Машиностроение, 1985. т.2. 496 с.
7. Методические указания по размерному анализу технологических процессов обработки деталей при выполнении курсовых и дипломных проектов для студентов специальности 12.01 / Днепропетровск : ДМетИ, 1989. 49 с.
8. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов, приспособлений и режущих инструментов /Под общ. ред. С.Н.Коркача. Москва: Машиностроение, 1988. 352 с.
9. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания на работы, выполняемые на металлорежущих станках с программным управлением. Москва: ЦБНТ, 1980. 32 с.
10. Методичні вказівки до проектування пристроїв для студентів спеціальності 7.090202 – технологія машинобудування/ Укл.: О.Г. Ясєв, В.О. Маковцев, Р.В. Пась. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2005.
11. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. Ленинград: Машиностроение, 1975. 656 с.
12. Анурьев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя: в 3 т. Москва: Машиностроение, 1978. Т.3. 253 с.

|           |      |          |        |      |                                      |      |         |
|-----------|------|----------|--------|------|--------------------------------------|------|---------|
|           |      |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ                      |      |         |
| Змн.      | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Перелік посилань                     |      |         |
| Розроб.   |      | Шевлюков |        |      |                                      |      |         |
| Перевір.  |      | Бончук   |        |      |                                      |      |         |
| Реценз.   |      |          |        |      |                                      |      |         |
| Н. Контр. |      | Негруб   |        |      |                                      |      |         |
| Затверд.  |      | Негруб   |        |      |                                      |      |         |
|           |      |          |        |      | Літ.                                 | Арк. | Акрушів |
|           |      |          |        |      |                                      | 58   | 1       |
|           |      |          |        |      | МОНУ, УДУНТ<br>Каф. ТМ, гр. ІМ01-22т |      |         |

13. Горошкин А.К. Справочник приспособлений для металлорежущих станков. Москва: Машиностроение, 1979.

14. Альбом контрольно-измерительных приспособлений: Учебное пособие для вузов / Ю.С. Степанов, Б.И. Афанасьев, А.Г. Схиртладзе и др. / Под общ. ред. Ю.С. Степанова. Москва: Машиностроение, 1998. 184 с.

15. Программа, методические указания и контрольные задания по дисциплине «Механостроительные участки и цеха в машиностроении» для студентов специальности 7.090202. Днепропетровск, НМетАУ, 2004. 68 с.

16. Цехмистро И.С. Теоретические основы технологии производства деталей и сборки машин: учебное пособие. Днепропетровск: ГИПОпром, 2005. 220 с.

17. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці та захист навколишнього середовища» у випускних кваліфікаційних роботах для студентів усіх спеціальностей / Укл.: С.Є. Суліменко, Л.В. Бабенко, І.І. Іванов, М.В. Сухарева, А.Г. Мешкова. Дніпро: НМетАУ, 2018. 29 с.

18. Законом України «Про охорону праці» : Документ 2694-XII, чинний, поточна редакція — Редакція від 01.10.2023. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text> (дата звернення: 23.12.2025 року).

19. ДСН 3.36.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень : Постанова МОЗ України № 42 від 01.12.1999 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text> (дата звернення: 23.12.2025 року).

20. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. URL: [https://dnaop.com/html/32609/doc-%D0%94%D0%91%D0%9D\\_%D0%92.2.5-67\\_2013/](https://dnaop.com/html/32609/doc-%D0%94%D0%91%D0%9D_%D0%92.2.5-67_2013/) (дата звернення: 23.12.2025 року).

21. Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин у повітрі робочої зони. Наказ МОЗ України № 1596 від 14.07.2020 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0741-20#Text> (дата звернення: 23.12.2025 року).

22. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку : Постанова МОЗ України № 37 від 01.12.1999 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va037282-99#Text> (дата звернення: 23.12.2025).

23. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації : Постанова МОЗ України № 39 від 01.12.1999 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99#Text> (дата звернення: 23.12.2025).

24. ДСанПіН 3.3.6.096-2002. Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів. Про затвердження Державних санітарних

|      |      |          |        |      |                 |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|------|
|      |      |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                 | 59   |

рних норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів. : Наказ МОЗ України № 476 від 18.12.2002 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0203-03#Text> (дата звернення: 23.12.2025).

25. ДБН В.2.5-28:2018. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення. К.: Мінрегіон України, 2018. 133 с. URL: [https://ledeffect.com.ua/images/\\_\\_\\_branding/dbn2018.pdf](https://ledeffect.com.ua/images/___branding/dbn2018.pdf) (дата звернення: 23.12.2025).

26. ДБН В.1.1.7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. К.: УкрНДІЦЗ України, 2016. 35 с. URL: <https://eurobud.ua/wp-content/uploads/2022/08/dbn-v.1.1-7-2016-pozhezhna-bezpeka-obyektiv-budivnycztva.pdf> (дата звернення: 23.12.2025 року).

27. НПАОП 27.0-3.01-08. Норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам металургійної промисловості. К. : Держгірпромнагляд України, 2008. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/file/docs/5/d273728.doc> (дата звернення 12.12.2025).

28. ДСТУ Б В.1.1-36:2016. Визначення категорії приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпекою. - К. : Мінрегіонбуд України, 2016. 61 с. URL: <https://pro-op.com.ua/files/2021/03-2021/DSTU-B-V.1.1-36-2016.-Vyznachennya-kategoriyi-prymishhen-budynkiv-ta-zovnishnih-ustanovok-za-vybuhopozhezhnoyu-ta-pozhezhnoyu-bezpekoyu.-2016r.pdf>.

29. ДБН В.1.1.7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. К.: УкрНДІЦЗ України, 2016. 35 с. URL: <https://eurobud.ua/wp-content/uploads/2022/08/dbn-v.1.1-7-2016-pozhezhna-bezpeka-obyektiv-budivnycztva.pdf> (дата звернення: 23.12.2025 року).

30. НАПБ Б.01.008-2018. «Правила експлуатації та типові норми належності вогнегасників». Наказ МВС України від 15.01.2018 р. №25 «Про затвердження Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0225-18> (дата звернення: 23.12.2025).

31. НПАОП 0.00-4.12-05. «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці». Наказ МВС України від 26.01.2005 р. №15 «Про затвердження Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці та Переліку робіт з підвищеною небезпекою». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0231-05#Text>.

32. ДСП 173-96. «Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів». Наказ МОЗ України від 19.06.1996 р. №173 «Про затвердження Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96#Text> (дата звернення: 23.12.2025).

33. ДБН В.2.5-56:2014. «Системи протипожежного захисту». Наказ МРР України від 13.11.2014 р. №312 «Про затвердження ДБН В.2.5-56:2014 "Системи

|      |      |          |        |      |                 |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|------|
|      |      |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                 | 60   |

протипожежного захисту"». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0312858-14#Text> (дата звернення: 23.12.2025).

|      |      |          |        |      |                 |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------|------|
|      |      |          |        |      | 6.131.221400.ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                 | 61   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                 |      |

## ДОДАТОК А – Специфікація верстатного пристрою

[illegible]

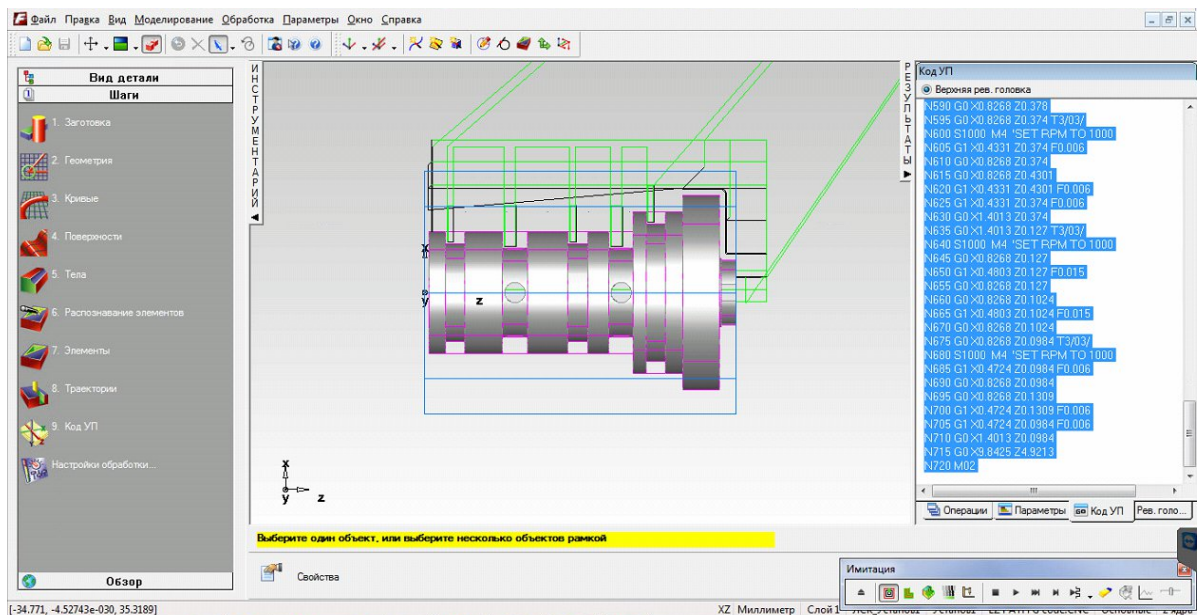
|  |  |  |  |  |     |
|--|--|--|--|--|-----|
|  |  |  |  |  | 21m |
|--|--|--|--|--|-----|

| Форм     | Зона     | Поз.     | Позначення       | Назва                                     | Кіл.   | Прим. |
|----------|----------|----------|------------------|-------------------------------------------|--------|-------|
|          |          |          |                  | <u>Документація</u>                       |        |       |
| A1       |          |          | 6.131.221400. 05 | План розміщення технологічного обладнання | 1      |       |
|          |          | 1        |                  | Токарний 16K20                            | 9      |       |
|          |          | 2        |                  | Токарний з ЧПУ HAAS ST-10Y                | 4      |       |
|          |          | 3        |                  | Токарно-револьверний 1365                 | 3      |       |
|          |          | 4        |                  | Токарно-револьверний 1E165                | 3      |       |
|          |          | 5        |                  | Вертикально-фрезерний 6Г13                | 3      |       |
|          |          | 6        |                  | Горизонтально-фрезерний 6P83Г             | 2      |       |
|          |          | 7        |                  | Фрезерний з ПК HAAS VF-2                  | 1      |       |
|          |          | 8        |                  | Вертикально-свердлильний 2Н118            | 3      |       |
|          |          | 9        |                  | Радіально-свердлильний 2М55               | 2      |       |
|          |          | 10       |                  | Свердлильний КС12-500M2                   | 1      |       |
|          |          | 11       |                  | Розточувальний 2421                       | 2      |       |
|          |          | 12       |                  | Шліфувальний 3М153 CNC                    | 2      |       |
|          |          | 13       |                  | Внутрішньошліфувальний 3К225А             | 1      |       |
|          |          | 14       |                  | Плоскошліфувальний ЗД740В                 | 1      |       |
|          |          | 15       |                  | Різінарізний 5993Г                        | 1      |       |
|          |          | 16       |                  | Довбальний 7402                           | 1      |       |
|          |          | 17       |                  | Верстат                                   | 1      |       |
|          |          | 18       |                  | Верстак 1400x600x800                      | 1      |       |
|          |          | 19       |                  | Контрольний стіл                          | 1      |       |
|          |          | M        |                  | Мийна машина                              | 1      |       |
|          |          |          |                  |                                           |        |       |
|          |          |          |                  |                                           |        |       |
|          |          |          |                  |                                           |        |       |
| Зм.      | Лист     | № докум. | Підпис           | Дата                                      |        |       |
| Розробив | Шевлюков |          |                  |                                           | Лім.   | Лист  |
|          |          |          |                  |                                           | Листів |       |



|          |        |  |  |                                                 |                   |   |  |   |   |
|----------|--------|--|--|-------------------------------------------------|-------------------|---|--|---|---|
| Керівник | Бончук |  |  | План розміщення<br>технологічного<br>обладнання | Б                 | Т |  | 1 | 1 |
| Консуль. |        |  |  |                                                 | МОНУ УДУНТ        |   |  |   |   |
| Н.контр  | Негруб |  |  |                                                 | Каф. ТМ гр. ІМ01- |   |  |   |   |
| Утв.     | Негруб |  |  |                                                 | 21m               |   |  |   |   |

## ДОДАТОК В – Керуюча програма обробки



```

N10 T1/01/ M6 ' CHANGE TO TOOL # 1
N15 S1000 M4 ' SET RPM TO 1000
N20 G0 X1.3548 Z0.0039
N25 M8
N30 G1 X-0.0625 Z0.0039 F0.015
N35 G1 X-0.0625 Z0.0197 F0.015
N40 G1 X-0.0347 Z0.0336 F0.015
N45 G0 X-0.0347 Z1.6142
N50 G0 X1.4173 Z1.6142 T1/01/
N55 S1000 M4 'SET RPM TO 1000
N60 G0 X1.4173 Z0.
N65 G1 X-0.0625 Z0. F0.006
N70 G1 X0.1487 Z0.1056 F0.006
N75 G0 X0.1487 Z1.6142
N80 G0 X1.3548 Z1.6142 T1/01/
N85 S1000 M4 'SET RPM TO 1000
N90 G0 X1.4173 Z1.6142
N95 G0 X0.9528 Z1.6142
N100 G1 X0.9528 Z-0.0143 F0.015
N105 G1 X1.1811 Z-0.0143 F0.015
N110 G1 X1.2089 Z-0.0004 F0.015
N115 G0 X1.2089 Z1.6142
N120 G1 X0.6378 Z1.6142 F0.015
N125 G1 X0.6378 Z1.4213 F0.015
N130 G1 X0.8824 Z1.4213 F0.015
N135 G2 X0.9528 Z1.3861 I0.8824 K1.3861
N140 G1 X0.9528 Z1.2089 F0.015
N145 G2 X0.9525 Z1.2058 I0.8824 K1.2089
N150 G1 X0.739 Z-0.0143 F0.015
N155 G1 X0.9528 Z-0.0143 F0.015
N160 G1 X0.9806 Z-0.0004 F0.015
N165 G0 X0.9806 Z1.6142
N170 G1 X0.3228 Z1.6142 F0.015
N175 G1 X0.3228 Z1.4213 F0.015
N180 G1 X0.6378 Z1.4213 F0.015

```

N185 G1 X0.6656 Z1.4352 F0.015  
N190 G0 X1.4173 Z1.4352  
N195 G0 X1.4173 Z1.6142 T1/01/  
N200 S1000 M4 'SET RPM TO 1000  
N205 G0 X0.315 Z1.6142  
N210 G1 X0.315 Z1.4173 F0.006  
N215 G1 X0.8824 Z1.4173 F0.006  
N220 G2 X0.9449 Z1.3861 I0.8824 K1.3861  
N225 G1 X0.9449 Z1.2089 F0.006  
N230 G1 X1.1561 Z1.3145 F0.006  
N235 G0 X1.4173 Z1.3145  
N240 G0 X9.8425 Z4.9213 T2/02/ ' CHANGE TO TOOL # 2  
N245 S1000 M4 ' SET RPM TO 1000  
N250 G0 X0.2079 Z1.6142  
N255 G0 X0.2079 Z1.5829  
N260 G1 X0.2079 Z1.3663 F0.015  
N265 G1 X0. Z1.3663 F0.015  
N270 G1 X-0.0278 Z1.3802 F0.015  
N275 G0 X-0.0278 Z1.6142  
N280 G0 X-0.0278 Z1.6142 T2/02/  
N285 S1000 M4 'SET RPM TO 1000  
N290 G0 X0.2158 Z1.6142  
N295 G1 X0.2158 Z1.3655 F0.006  
N300 G1 X0.2147 Z1.365 F0.0018  
N305 G1 X0.2142 Z1.5144 F0.006  
N310 G0 X-0.0397 Z1.5144  
N315 G0 X9.8425 Z4.9213 T3/03/ ' CHANGE TO TOOL # 3  
N320 S1000 M4 ' SET RPM TO 1000  
N325 G0 X1.0236 Z1.0915  
N330 G1 X0.6772 Z1.0915 F0.015  
N335 G0 X1.0236 Z1.0915  
N340 G0 X1.0236 Z1.0669  
N345 G1 X0.6772 Z1.0669 F0.015  
N350 G0 X1.0236 Z1.0669  
N355 G0 X1.0236 Z1.063 T3/03/  
N360 S1000 M4 'SET RPM TO 1000  
N365 G1 X0.6693 Z1.063 F0.006  
N370 G0 X1.0236 Z1.063  
N375 G0 X1.0236 Z1.0955  
N380 G1 X0.6693 Z1.0955 F0.006  
N385 G1 X0.6693 Z1.063 F0.006  
N390 G0 X1.4013 Z1.063  
N395 G0 X1.4013 Z0.938 T3/03/  
N400 S1000 M4 'SET RPM TO 1000  
N405 G0 X0.8268 Z0.938  
N410 G1 X0.4409 Z0.938 F0.015  
N415 G0 X0.8268 Z0.938  
N420 G0 X0.8268 Z0.8898  
N425 G1 X0.4409 Z0.8898 F0.015  
N430 G0 X0.8268 Z0.8898  
N435 G0 X0.8268 Z0.8858 T3/03/  
N440 S1000 M4 'SET RPM TO 1000  
N445 G1 X0.4331 Z0.8858 F0.006  
N450 G0 X0.8268 Z0.8858  
N455 G0 X0.8268 Z0.9419  
N460 G1 X0.4331 Z0.9419 F0.006  
N465 G1 X0.4331 Z0.8858 F0.006

N470 G0 X1.4013 Z0.8858  
N475 G0 X1.4013 Z0.7175 T3/03/  
N480 S1000 M4 'SET RPM TO 1000  
N485 G0 X0.8268 Z0.7175  
N490 G1 X0.4803 Z0.7175 F0.015  
N495 G0 X0.8268 Z0.7175  
N500 G0 X0.8268 Z0.6929  
N505 G1 X0.4803 Z0.6929 F0.015  
N510 G0 X0.8268 Z0.6929  
N515 G0 X0.8268 Z0.689 T3/03/  
N520 S1000 M4 'SET RPM TO 1000  
N525 G1 X0.4724 Z0.689 F0.006  
N530 G0 X0.8268 Z0.689  
N535 G0 X0.8268 Z0.7215  
N540 G1 X0.4724 Z0.7215 F0.006  
N545 G1 X0.4724 Z0.689 F0.006  
N550 G0 X1.4013 Z0.689  
N555 G0 X1.4013 Z0.4262 T3/03/  
N560 S1000 M4 'SET RPM TO 1000  
N565 G0 X0.8268 Z0.4262  
N570 G1 X0.4409 Z0.4262 F0.015  
N575 G0 X0.8268 Z0.4262  
N580 G0 X0.8268 Z0.378  
N585 G1 X0.4409 Z0.378 F0.015  
N590 G0 X0.8268 Z0.378  
N595 G0 X0.8268 Z0.374 T3/03/  
N600 S1000 M4 'SET RPM TO 1000  
N605 G1 X0.4331 Z0.374 F0.006  
N610 G0 X0.8268 Z0.374  
N615 G0 X0.8268 Z0.4301  
N620 G1 X0.4331 Z0.4301 F0.006  
N625 G1 X0.4331 Z0.374 F0.006  
N630 G0 X1.4013 Z0.374  
N635 G0 X1.4013 Z0.127 T3/03/  
N640 S1000 M4 'SET RPM TO 1000  
N645 G0 X0.8268 Z0.127  
N650 G1 X0.4803 Z0.127 F0.015  
N655 G0 X0.8268 Z0.127  
N660 G0 X0.8268 Z0.1024  
N665 G1 X0.4803 Z0.1024 F0.015  
N670 G0 X0.8268 Z0.1024  
N675 G0 X0.8268 Z0.0984 T3/03/  
N680 S1000 M4 'SET RPM TO 1000  
N685 G1 X0.4724 Z0.0984 F0.006  
N690 G0 X0.8268 Z0.0984  
N695 G0 X0.8268 Z0.1309  
N700 G1 X0.4724 Z0.1309 F0.006  
N705 G1 X0.4724 Z0.0984 F0.006  
N710 G0 X1.4013 Z0.0984  
N715 G0 X9.8425 Z4.9213  
N720 M02

|            |  |  |  |       |  |                   |  |        |  |    |      |        |        |      |
|------------|--|--|--|-------|--|-------------------|--|--------|--|----|------|--------|--------|------|
| Дудл.      |  |  |  |       |  |                   |  |        |  |    |      |        |        |      |
| Взам.      |  |  |  |       |  |                   |  |        |  |    |      |        |        |      |
| Підл.      |  |  |  |       |  |                   |  |        |  |    |      |        |        |      |
|            |  |  |  |       |  |                   |  |        |  | Зм | Лист |        | Підпис | Дата |
|            |  |  |  |       |  |                   |  |        |  |    |      | Листів | Лист   |      |
| Розробив   |  |  |  | УДУНТ |  | 6.131.2214.00. ТП |  |        |  |    |      |        |        |      |
| Перевірив  |  |  |  |       |  |                   |  |        |  |    |      |        |        |      |
| Узгоджено. |  |  |  |       |  |                   |  |        |  |    |      |        |        |      |
| Т. контр.  |  |  |  |       |  |                   |  | Гільза |  |    |      |        |        |      |
| Н. контр.  |  |  |  |       |  |                   |  |        |  |    |      |        |        |      |

«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
 Завідувач кафедри технології  
 машинобудування  
 / Світлана НЕГРУБ /  
 «\_\_» \_\_\_\_\_ 2026р.

# ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС

виготовлення виробу «гільза»

УЗГОДЖЕНО:

Керівник \_\_\_\_\_ (Світлана БОНЧУК)

Розробник \_\_\_\_\_ (Денис ШЕВЛЮКОВ)

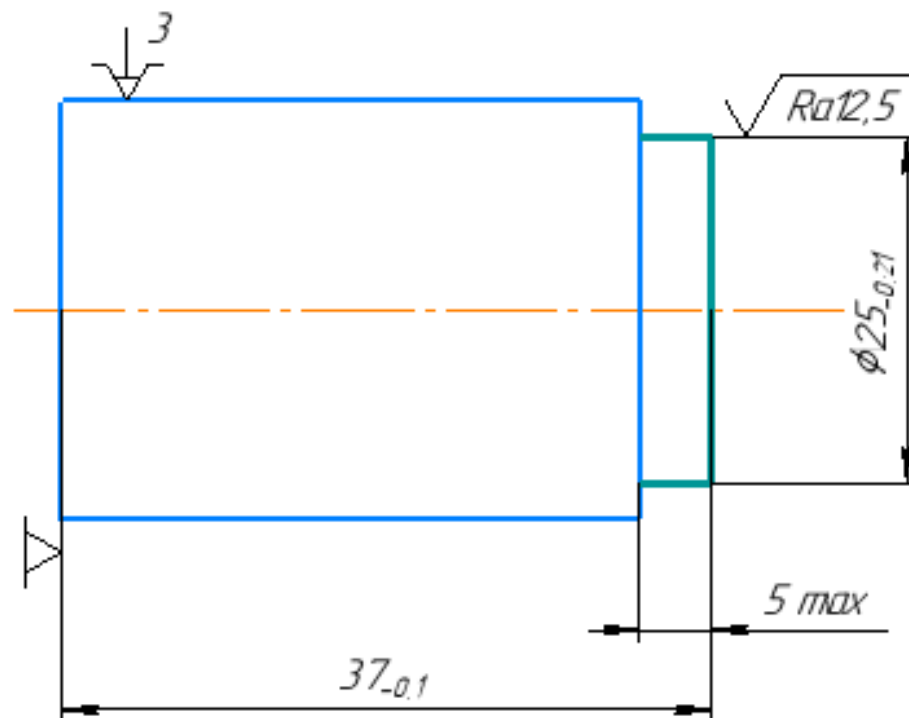
Н. контроль \_\_\_\_\_ (Світлана НЕГРУБ)

[illegible]

|            |                 |     |    |       |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |      |         |       |      |  |  |
|------------|-----------------|-----|----|-------|--------------------------------|----|-------|---|----|----|------|----|----|------|---------|-------|------|--|--|
| Дубл.      |                 |     |    |       |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |      |         |       |      |  |  |
| Взам.      |                 |     |    |       |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |      |         |       |      |  |  |
| Підл.      |                 |     |    |       |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |      |         |       |      |  |  |
|            |                 |     |    |       |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |      |         |       |      |  |  |
| Розроб.    |                 |     |    |       |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |      |         |       |      |  |  |
| Перевірив  |                 |     |    |       |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |      |         |       |      |  |  |
| Узгоджено. |                 |     |    |       |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |      |         |       |      |  |  |
| Т. контр.  |                 |     |    |       |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |      |         |       |      |  |  |
| Н. контр.  |                 |     |    |       |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |      |         |       |      |  |  |
| А          | Цех             | Уч. | РМ | Опер. | Код, найменування операції     |    |       |   |    |    |      |    |    |      |         |       |      |  |  |
| Б          |                 |     |    |       | Код, найменування встаткування | СМ | Проф. | Р | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП | К шт | Т п. з. | Т шт. |      |  |  |
| 01         |                 |     |    | 045   | Слюсарна                       |    |       |   |    |    |      |    |    |      |         |       | 6,1  |  |  |
| 02         |                 |     |    |       | Верстат                        |    |       |   |    |    |      |    |    |      |         |       |      |  |  |
| 03         |                 |     |    | 050   | Обробка холодом                |    |       |   |    |    |      |    |    |      |         |       | -    |  |  |
| 04         |                 |     |    |       |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |      |         |       |      |  |  |
| 05         |                 |     |    | 055   | Хімічне покриття               |    |       |   |    |    |      |    |    |      |         |       | -    |  |  |
| 06         |                 |     |    |       | Ванна                          |    |       |   |    |    |      |    |    |      |         |       |      |  |  |
| 07         |                 |     |    | 060   | Мийна                          |    |       |   |    |    |      |    |    |      |         |       | 0,05 |  |  |
| 08         |                 |     |    |       | Ванна                          |    |       |   |    |    |      |    |    |      |         |       |      |  |  |
| 09         |                 |     |    | 065   | Дефектоскопія                  |    |       |   |    |    |      |    |    |      |         |       | -    |  |  |
| 10         |                 |     |    |       | УЗД2-12                        |    |       |   |    |    |      |    |    |      |         |       |      |  |  |
| 11         |                 |     |    | 070   | Контроль                       |    |       |   |    |    |      |    |    |      |         |       | 8,5  |  |  |
| 12         |                 |     |    |       | Контрольний стіл               |    |       |   |    |    |      |    |    |      |         |       |      |  |  |
| 13         |                 |     |    |       |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |      |         |       |      |  |  |
| 14         |                 |     |    |       |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |      |         |       |      |  |  |
| 15         |                 |     |    |       |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |      |         |       |      |  |  |
| 16         |                 |     |    |       |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |      |         |       |      |  |  |
| 17         |                 |     |    |       |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |      |         |       |      |  |  |
| 18         |                 |     |    |       |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |      |         |       |      |  |  |
| 19         |                 |     |    |       |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |      |         |       |      |  |  |
| 20         |                 |     |    |       |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |      |         |       |      |  |  |
| МК         | МАРШРУТНА КАРТА |     |    |       |                                |    |       |   |    |    |      |    |    |      |         |       |      |  |  |

|           |  |  |  |       |  |                   |  |        |      |          |         |      |        |
|-----------|--|--|--|-------|--|-------------------|--|--------|------|----------|---------|------|--------|
|           |  |  |  |       |  |                   |  |        |      |          |         |      |        |
| Дубл.     |  |  |  |       |  |                   |  |        |      |          |         |      |        |
| Взам.     |  |  |  |       |  |                   |  |        |      |          |         |      |        |
| Подл.     |  |  |  |       |  |                   |  | Изм    | Лист | № докум. | Подпись | Дата |        |
|           |  |  |  |       |  |                   |  |        |      | Листов 2 |         |      | Лист 1 |
| Разраб.   |  |  |  | УДУНТ |  | 6.131.2214.00. ТП |  |        |      |          |         |      |        |
| Проверил  |  |  |  |       |  |                   |  |        |      |          |         |      |        |
| Согласов. |  |  |  |       |  |                   |  |        |      |          |         |      |        |
| Т. контр. |  |  |  |       |  |                   |  | Гильза |      |          |         |      | 015    |
| Н. Контр. |  |  |  |       |  |                   |  |        |      |          |         |      |        |

Ra 12,5



KE

КАРТА ЕСКИЗУ



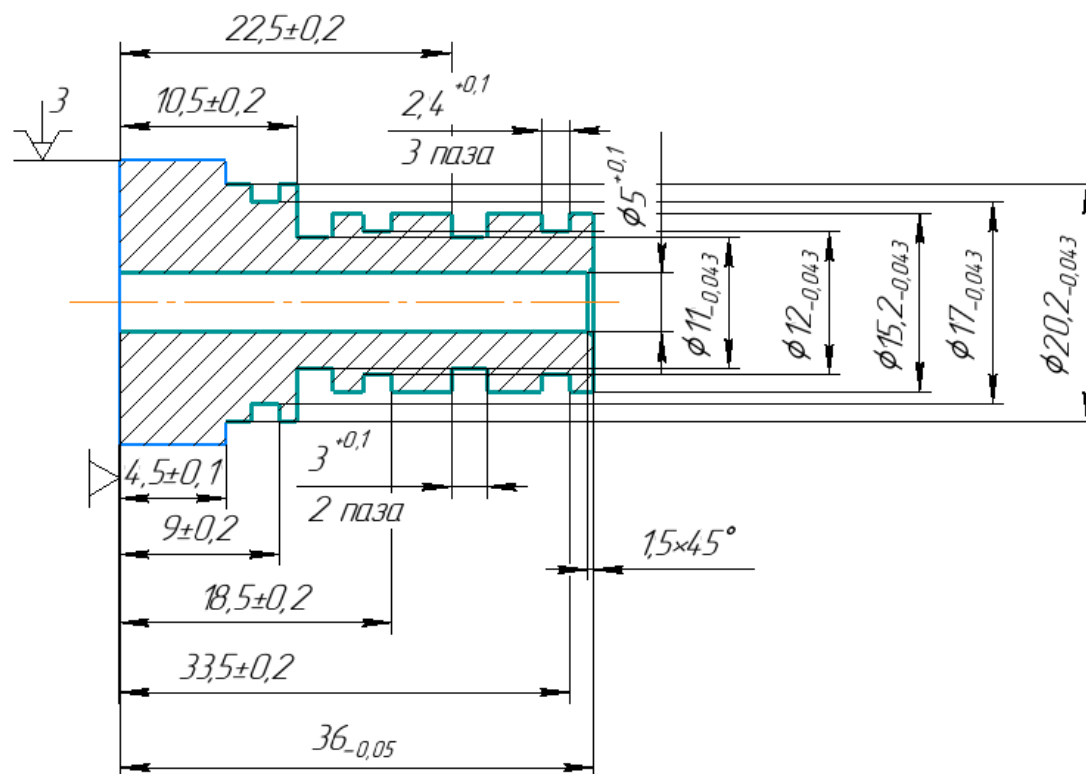


|       |  |  |  |
|-------|--|--|--|
| Дудл. |  |  |  |
| Взам. |  |  |  |
| Подл. |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |     |      |          |          |        |
|--|--|--|--|--|--|-----|------|----------|----------|--------|
|  |  |  |  |  |  | Изм | Лист | № докум. | Подпись  | Дата   |
|  |  |  |  |  |  |     |      |          | Листов 2 | Лист 1 |

|           |  |  |  |       |                   |  |     |
|-----------|--|--|--|-------|-------------------|--|-----|
| Разраб.   |  |  |  | УДУНТ | 6.131.2214.00. ТП |  |     |
| Проверил  |  |  |  |       |                   |  |     |
| Согласов. |  |  |  |       |                   |  |     |
| Т. контр. |  |  |  |       | Гильза            |  |     |
| Н. Контр. |  |  |  |       |                   |  | 020 |

Ra 6,3



KE

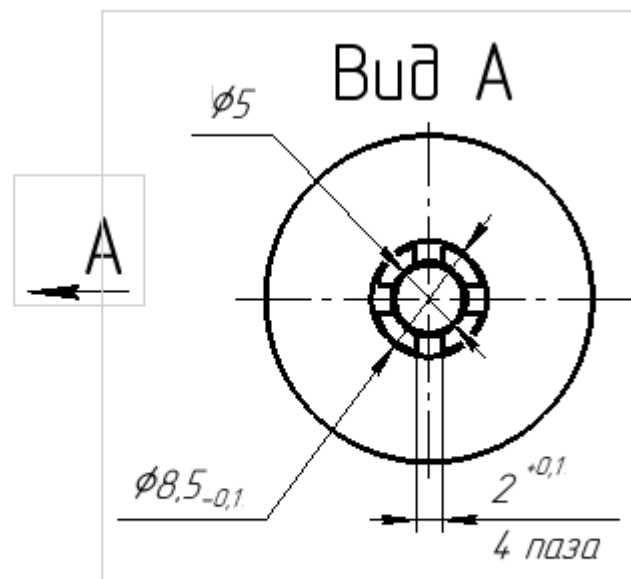
КАРТА ЕСКІЗУ



|           |                                                                              |  |  |  |        |      |                  |          |        |     |      |    |   |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--------|------|------------------|----------|--------|-----|------|----|---|
| Дудл.     |                                                                              |  |  |  |        |      |                  |          |        |     |      |    |   |
| Взам.     |                                                                              |  |  |  |        |      |                  |          |        |     |      |    |   |
| Підл.     |                                                                              |  |  |  |        |      |                  |          |        |     |      |    |   |
|           |                                                                              |  |  |  | Зм     | Лист | № докум.         | Підпис   | Дата   |     |      |    |   |
|           |                                                                              |  |  |  |        |      |                  | Листів 4 | Лист 4 |     |      |    |   |
| Розроб.   |                                                                              |  |  |  | УДУНТ  |      | 6.131.221400. ТП |          |        |     |      |    |   |
| Перевірів |                                                                              |  |  |  |        |      |                  |          |        |     |      |    |   |
| Узгоджено |                                                                              |  |  |  |        |      |                  |          |        |     |      |    |   |
| Т. контр. |                                                                              |  |  |  | Гільза |      |                  |          |        |     |      |    |   |
| Н. контр  |                                                                              |  |  |  |        |      |                  |          |        |     |      |    |   |
| Р         |                                                                              |  |  |  | П      | Д    | або В            | L        | t      | i   | S    | n  | V |
| 001       | 5. Точити фаску 15x45°                                                       |  |  |  |        |      |                  |          |        |     |      |    |   |
| T02       | Зеньковка, ШЦ-I-125-0,1 ДСТУ ГОСТ 166-83                                     |  |  |  |        |      |                  |          |        |     |      |    |   |
| P03       |                                                                              |  |  |  |        |      |                  | 0,25     | 1      | 0,4 | 800  | 50 |   |
| 004       | 6. Точити 3 канавки b=2,4, витримуючи розміри згідно ескізу                  |  |  |  |        |      |                  |          |        |     |      |    |   |
| T05       | Різець канавковий ГОСТ 18874-73; ШЦ-I-125-0,1 ДСТУ ГОСТ 166:2009, Скода CP25 |  |  |  |        |      |                  |          |        |     |      |    |   |
| P06       |                                                                              |  |  |  |        |      |                  | 0,15     | 1      | 0,2 | 1000 | 60 |   |
| 007       | Різець канавковий ГОСТ 18874-73; ШЦ-I-125-0,1 ДСТУ ГОСТ 166:2009, Скода CP25 |  |  |  |        |      |                  |          |        |     |      |    |   |
| T08       |                                                                              |  |  |  |        |      |                  | 0,15     | 1      | 0,2 | 1000 | 60 |   |
| P09       | 8. Контроль виконавцем                                                       |  |  |  |        |      |                  |          |        |     |      |    |   |
| 010       |                                                                              |  |  |  |        |      |                  |          |        |     |      |    |   |
| T11       | В. Розкрити і зняти деталь                                                   |  |  |  |        |      |                  |          |        |     |      |    |   |
| P12       |                                                                              |  |  |  |        |      |                  |          |        |     |      |    |   |
| 013       |                                                                              |  |  |  |        |      |                  |          |        |     |      |    |   |
| T14       |                                                                              |  |  |  |        |      |                  |          |        |     |      |    |   |
| P15       |                                                                              |  |  |  |        |      |                  |          |        |     |      |    |   |
| 16        |                                                                              |  |  |  |        |      |                  |          |        |     |      |    |   |
| OK        | ОПЕРАЦІЙНА КАРТА                                                             |  |  |  |        |      |                  |          |        |     |      |    |   |

|  |  |  |     |
|--|--|--|-----|
|  |  |  | 025 |
|--|--|--|-----|

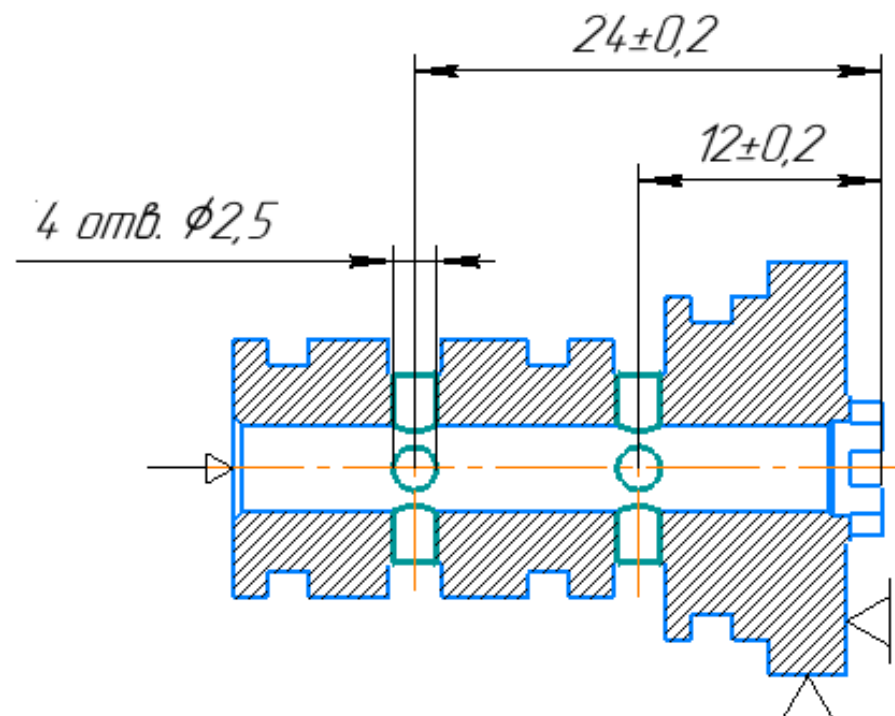
Ra 3,2



|                            |                                                                                                                                   |  |  |  |                            |         |           |                  |        |          |                   |    |           |      |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|----------------------------|---------|-----------|------------------|--------|----------|-------------------|----|-----------|------|
| Дудл.                      |                                                                                                                                   |  |  |  |                            |         |           |                  |        |          |                   |    |           |      |
| Взам.                      |                                                                                                                                   |  |  |  |                            |         |           |                  |        |          |                   |    |           |      |
| Підл.                      |                                                                                                                                   |  |  |  |                            |         |           |                  |        |          |                   |    |           |      |
|                            |                                                                                                                                   |  |  |  |                            | Зм      | Лист      | № докум.         | Підпис | Дата     |                   |    |           |      |
|                            |                                                                                                                                   |  |  |  |                            |         |           |                  |        | Листів 4 | Лист 3            |    |           |      |
| Розроб.                    |                                                                                                                                   |  |  |  |                            | УДУНТ   |           | 6.131.221400. ТП |        |          |                   |    |           |      |
| Перевірів                  |                                                                                                                                   |  |  |  |                            |         |           |                  |        |          |                   |    |           |      |
| Узгоджено                  |                                                                                                                                   |  |  |  |                            |         |           |                  |        |          |                   |    |           |      |
| Т. контр.                  |                                                                                                                                   |  |  |  |                            | Гільза  |           |                  |        |          |                   |    |           | 025  |
| Н. контр                   |                                                                                                                                   |  |  |  |                            |         |           |                  |        |          |                   |    |           |      |
| Найменування операції      |                                                                                                                                   |  |  |  | Матеріал                   |         | Твердість |                  | ЕВ     | МД       | Профіль і розміри |    | МЗ        | КОИД |
| Токарна                    |                                                                                                                                   |  |  |  | Сталь 95Х18 ТУ 14-1-377-72 |         |           |                  | кг     | 0,177    | Ф27х35,5          |    | 0,457     | 1    |
| Устаткування, пристрій ЧПУ |                                                                                                                                   |  |  |  | Позначення програми        |         | Т о       | Т в              | Т пз   |          | Т шп.             |    | 30Р       |      |
| Токарний с ПУ НААС, ST-10Y |                                                                                                                                   |  |  |  |                            |         | 2,39      | 0,55             | 18,5   |          | 4,27              |    | Укринал-1 |      |
| Р                          |                                                                                                                                   |  |  |  | Пл                         | Д або В | L         | t                | i      | S        | n                 | V  |           |      |
| 01                         | А. Установити й закріпити деталь                                                                                                  |  |  |  |                            |         |           |                  |        |          |                   |    |           |      |
| 02                         | 3-хкулачковий патрон ГОСТ 24351-80                                                                                                |  |  |  |                            |         |           |                  |        |          |                   |    |           |      |
| 003                        | 1. Підрізати торець, точити зовнішній контур, витримуючи розміри згідно ескізу                                                    |  |  |  |                            |         |           |                  |        |          |                   |    |           |      |
| Т04                        | Різець токарний прохідний із механічним кріпленням пластини CNMG 120408-PM / DCMТ 11Т304-Е; мікрометр МК-25.                      |  |  |  |                            |         |           |                  |        |          |                   |    |           |      |
| Р05                        |                                                                                                                                   |  |  |  |                            |         |           | 0,25             | 1      | 0,4      | 800               | 50 |           |      |
| 006                        | 2. Розточити отвір ф5,5, зняти фаску                                                                                              |  |  |  |                            |         |           |                  |        |          |                   |    |           |      |
| Т07                        | Різець розточувальний малорозмірний із твердосплавною пластиною для отвору Ш5,5; калібр-пробка Ш5,5; штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1. |  |  |  |                            |         |           |                  |        |          |                   |    |           |      |
| Р08                        |                                                                                                                                   |  |  |  |                            |         |           | 0,25             | 1      | 0,4      | 800               | 50 |           |      |
| 009                        | 3. Фрезерувати послідовно 4 пази b=2, витримуючи розміри згідно ескізу                                                            |  |  |  |                            |         |           |                  |        |          |                   |    |           |      |
| Т10                        | Фреза кінцева твердосплавна Ш2 мм, 2-4 зуби, покриття TiAlN / AlTiN; штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1.                                 |  |  |  |                            |         |           |                  |        |          |                   |    |           |      |
| Р11                        |                                                                                                                                   |  |  |  |                            |         |           | 0,25             | 1      | 0,4      | 800               | 50 |           |      |
| 012                        | 4. Контроль виконавцем                                                                                                            |  |  |  |                            |         |           |                  |        |          |                   |    |           |      |
| Т13                        |                                                                                                                                   |  |  |  |                            |         |           |                  |        |          |                   |    |           |      |
| Р14                        | В. Розкріпити і зняти деталь                                                                                                      |  |  |  |                            |         |           |                  |        |          |                   |    |           |      |
| OK                         | ОПЕРАЦІЙНА КАРТА                                                                                                                  |  |  |  |                            |         |           |                  |        |          |                   |    |           |      |

|           |  |  |  |  |       |  |                  |  |  |        |      |          |         |      |
|-----------|--|--|--|--|-------|--|------------------|--|--|--------|------|----------|---------|------|
| Дудл.     |  |  |  |  |       |  |                  |  |  |        |      |          |         |      |
| Взам.     |  |  |  |  |       |  |                  |  |  |        |      |          |         |      |
| Подл.     |  |  |  |  |       |  |                  |  |  | Изм    | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
|           |  |  |  |  |       |  |                  |  |  |        |      | Листов 4 | Лист 2  |      |
| Разраб.   |  |  |  |  | УДУНТ |  | 6.131.221400. ТП |  |  |        |      |          |         |      |
| Проверил  |  |  |  |  |       |  |                  |  |  |        |      |          |         |      |
| Согласов. |  |  |  |  |       |  |                  |  |  |        |      |          |         |      |
| Т. контр. |  |  |  |  |       |  |                  |  |  | Гильза |      |          |         | 030  |
| Н. Контр. |  |  |  |  |       |  |                  |  |  |        |      |          |         |      |

Ra 3,2

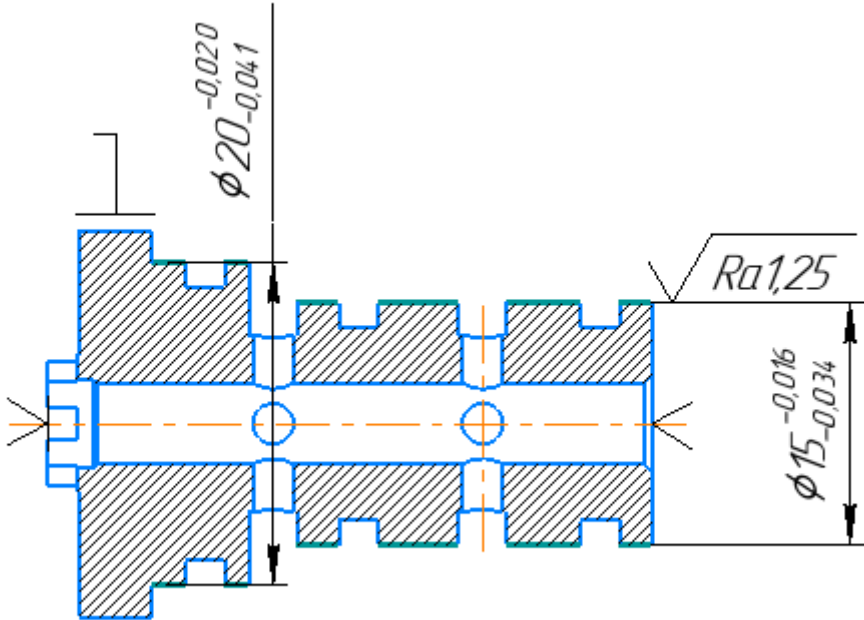




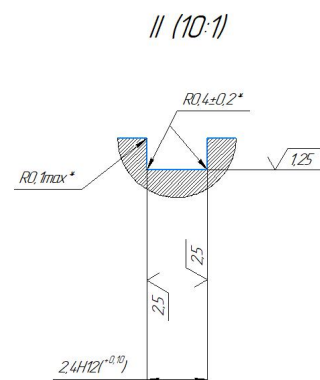
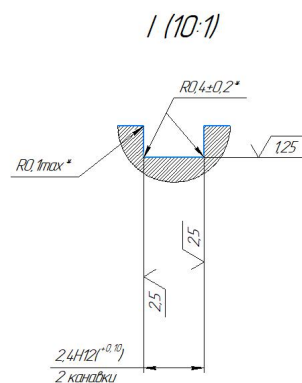
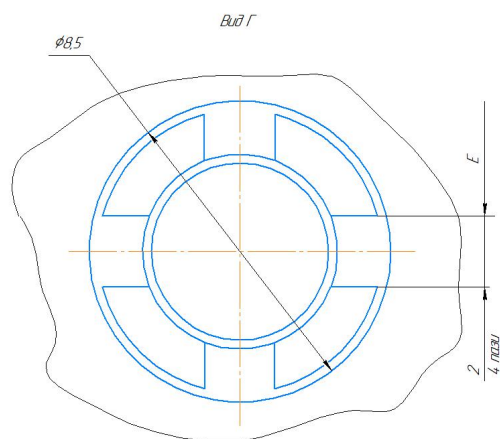
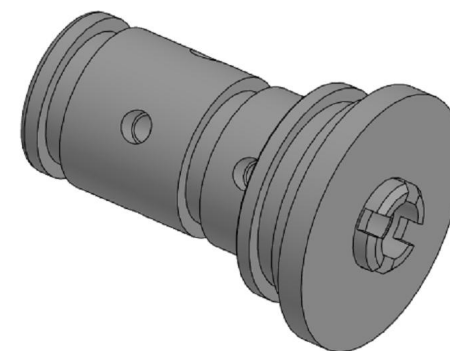
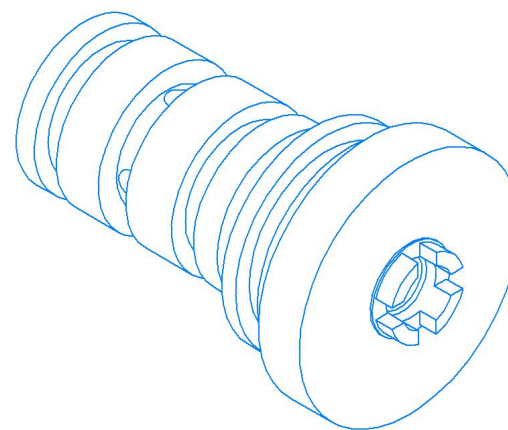
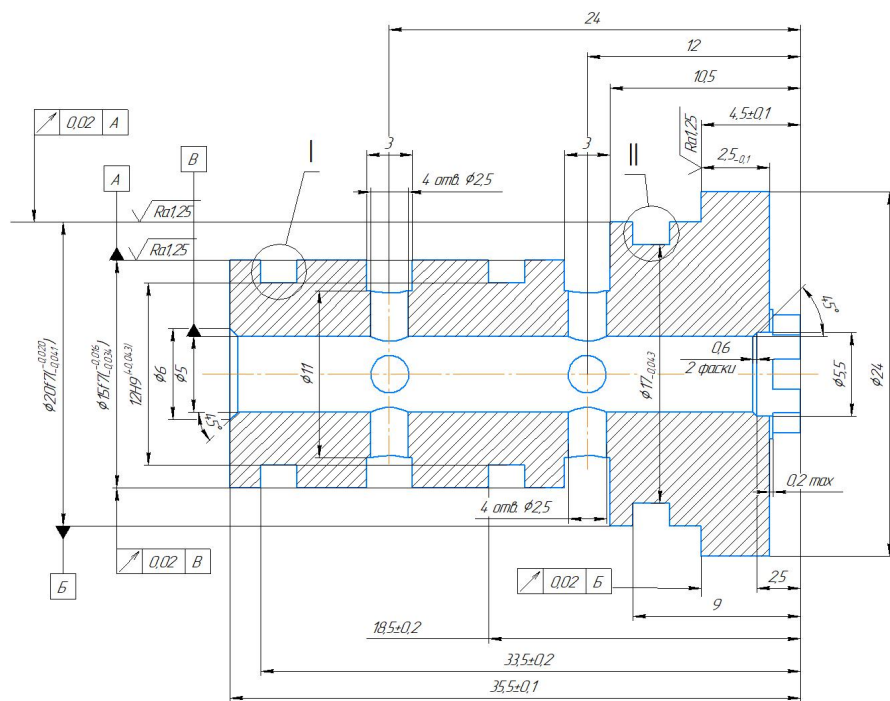


|           |  |  |  |       |  |                  |  |        |     |                |          |          |        |
|-----------|--|--|--|-------|--|------------------|--|--------|-----|----------------|----------|----------|--------|
|           |  |  |  |       |  |                  |  |        |     | ГОСТ 3.1105-84 |          | Форма 7  |        |
| Дудл.     |  |  |  |       |  |                  |  |        |     |                |          |          |        |
| Взам.     |  |  |  |       |  |                  |  |        |     |                |          |          |        |
| Подл.     |  |  |  |       |  |                  |  |        | Изм | Лист           | № докум. | Подпись  | Дата   |
|           |  |  |  |       |  |                  |  |        |     |                |          | Листов 2 | Лист 1 |
| Разраб.   |  |  |  | УДУНТ |  | 6.131.221400. ТП |  |        |     |                |          |          |        |
| Проверил  |  |  |  |       |  |                  |  |        |     |                |          |          |        |
| Согласов. |  |  |  |       |  |                  |  |        |     |                |          |          |        |
| Т. контр. |  |  |  |       |  |                  |  | Гильза |     |                |          | 040      |        |
| Н. Контр. |  |  |  |       |  |                  |  |        |     |                |          |          |        |

Ra 1,25



|                              |                                                                                  |  |  |                            |  |        |           |                  |          |        |                   |         |        |         |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|--|--|----------------------------|--|--------|-----------|------------------|----------|--------|-------------------|---------|--------|---------|
| ДСТУ 3.1404-86               |                                                                                  |  |  |                            |  |        |           |                  |          |        |                   | Форма 2 |        |         |
| Дубл.                        |                                                                                  |  |  |                            |  |        |           |                  |          |        |                   |         |        |         |
| Взам.                        |                                                                                  |  |  |                            |  |        |           |                  |          |        |                   |         |        |         |
| Підл.                        |                                                                                  |  |  |                            |  |        |           |                  |          |        |                   |         |        |         |
|                              |                                                                                  |  |  |                            |  | Изм    | Лист      | № докум.         | Підпис   | Дата   |                   |         |        |         |
|                              |                                                                                  |  |  |                            |  |        |           |                  | Листів 2 | Лист 2 |                   |         |        |         |
| Розроб.                      |                                                                                  |  |  |                            |  | УДУНТ  |           | 6.131.221400. ТП |          |        |                   |         |        |         |
| Перевірів                    |                                                                                  |  |  |                            |  |        |           |                  |          |        |                   |         |        |         |
| Узгоджено                    |                                                                                  |  |  |                            |  |        |           |                  |          |        |                   |         |        |         |
| Т. контр.                    |                                                                                  |  |  |                            |  | Гільза |           |                  |          |        |                   |         |        |         |
| Н. контр.                    |                                                                                  |  |  |                            |  |        |           |                  |          |        |                   |         | 040    |         |
| Найменування операції        |                                                                                  |  |  | Матеріал                   |  |        | Твердість |                  | ЕВ       | МД     | Профіль і розміри |         | МЗ     | КОИД    |
| Шліфувальна                  |                                                                                  |  |  | Сталь 95Х18 ТУ 14-1-377-72 |  |        |           |                  | кг       | 0,177  | Ф27х35,5          |         | 0,457  | 1       |
| Устаткування, пристрій ЧПУ   |                                                                                  |  |  | Позначення програми        |  |        | Т о       |                  | Т в      |        | Т пз              |         | Т шт.  |         |
| Круглошліфувальний 3М153 CNC |                                                                                  |  |  |                            |  |        | 2         |                  | 0.55     |        | 18.5              |         | 3,8    |         |
| Р                            |                                                                                  |  |  |                            |  | Пі     | Д або В   |                  | Л        | т      | і                 | С       | VK м/с | V3 м/хв |
| 001                          | А. Установити деталь і закріпити                                                 |  |  |                            |  |        |           |                  |          |        |                   |         |        |         |
| Т02                          | Центр одертовий ДСТУ 8742-75; повідковий патрон                                  |  |  |                            |  |        |           |                  |          |        |                   |         |        |         |
| 03                           |                                                                                  |  |  |                            |  |        |           |                  |          |        |                   |         |        |         |
| 004                          | 1. Шліфувати поверхню ф20f7                                                      |  |  |                            |  |        |           |                  |          |        |                   |         |        |         |
| Т05                          | Круг шліфувальний ПП 3004404127 24А ГОСТ 2424-83; Мікрометр МК-25 ГОСТ 6507:2009 |  |  |                            |  |        |           |                  |          |        |                   |         |        |         |
| Р06                          |                                                                                  |  |  |                            |  |        | 20        |                  |          |        | 1                 | 0,1     | 30     | 25      |
| 007                          | 2. Шліфувати ф15f7                                                               |  |  |                            |  |        |           |                  |          |        |                   |         |        |         |
| Т08                          | Круг шліфувальний ПП 3004404127 24А ГОСТ 2424-83; Мікрометр МК-25 ГОСТ 6507:2009 |  |  |                            |  |        |           |                  |          |        |                   |         |        |         |
| Р09                          |                                                                                  |  |  |                            |  |        | 15        |                  |          |        | 1                 | 0,1     | 30     | 25      |
| 010                          | 3. Контроль виконавцем                                                           |  |  |                            |  |        |           |                  |          |        |                   |         |        |         |
| Т11                          |                                                                                  |  |  |                            |  |        |           |                  |          |        |                   |         |        |         |
| Р12                          | Б. Розкріпити і зняти деталь                                                     |  |  |                            |  |        |           |                  |          |        |                   |         |        |         |
| 013                          |                                                                                  |  |  |                            |  |        |           |                  |          |        |                   |         |        |         |
| Т14                          |                                                                                  |  |  |                            |  |        |           |                  |          |        |                   |         |        |         |
| ОК                           | ОПЕРАЦІЙНА КАРТА                                                                 |  |  |                            |  |        |           |                  |          |        |                   |         |        |         |

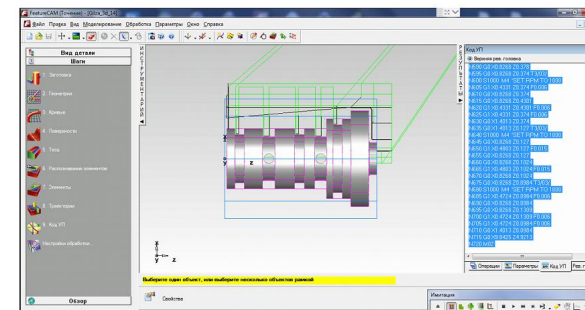
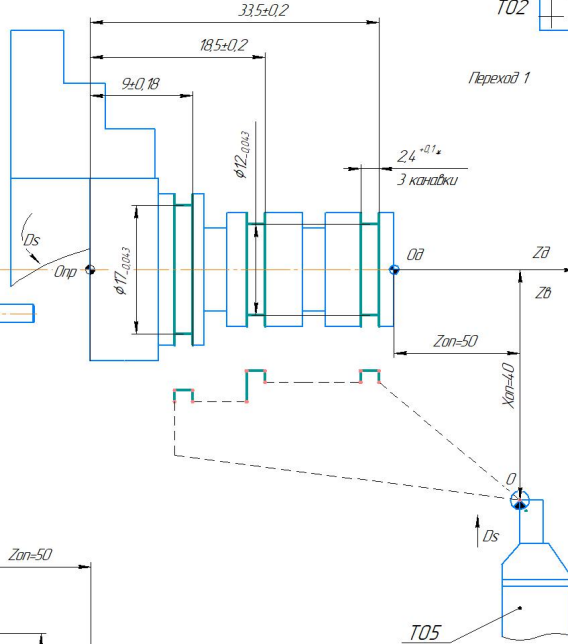
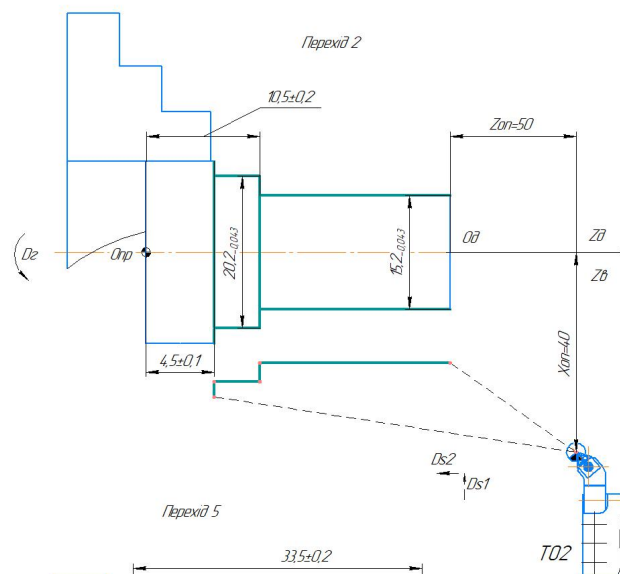
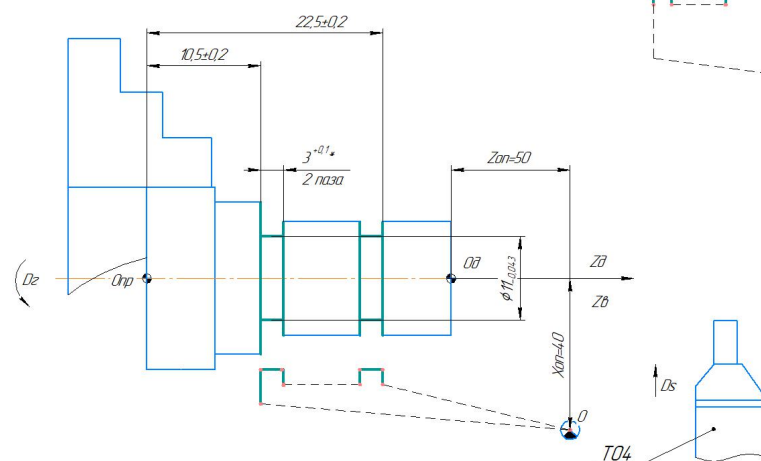
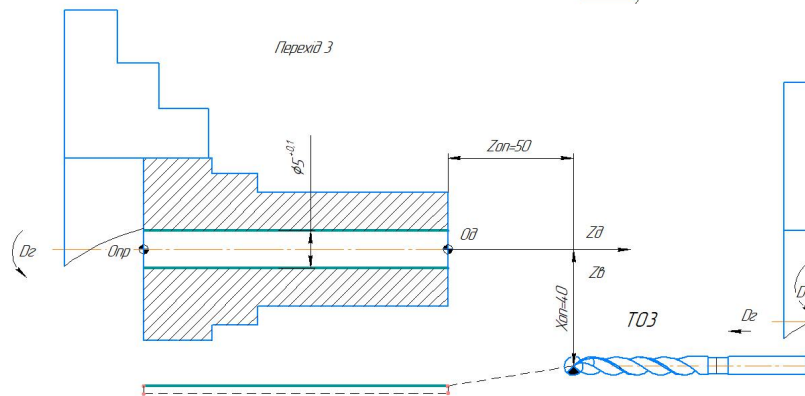


1. Масса заготовки 0,179 кг не больше; КИМО, 240 не меньше.
2.  $\geq 56$  HRC. Группа контроля 3 за ГОСТ 100021-78.
3. Обработать холодом.
4. Незначительные граничные отклонения размеров формы и расположения поверхности за ГОСТ 100022-80.
5. \* Размеры обеспеч. инстр.
6. Край отбортовки Д, Ж, что выходят на поверхность В, - чистые та. заостри.
7. Взаимное расположение отбортовки Д, Ж и пазов Е - доп. вын.
8. Овальность и конусообразность поверхности 3 не больше 0,002 мм.
9. Проверить отсутствие трещин на поверхности.
10. Покрытия хим. пос. кром. поверхн. В.
11. Маркировка электрографом шрифтом ПО-2 ГОСТ 2930-62.
12. Разношерстность за размером К не больше 0,04 мм.

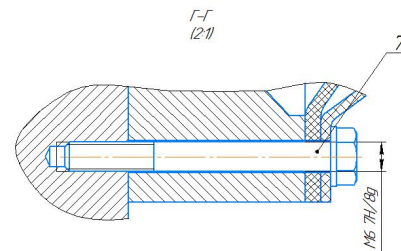
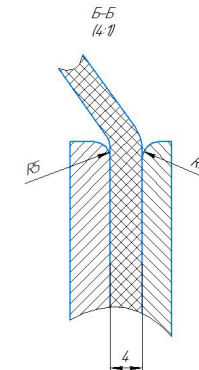
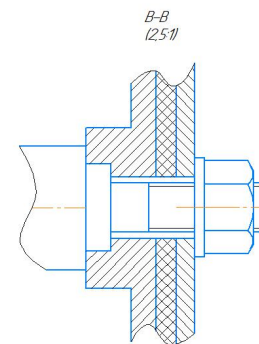
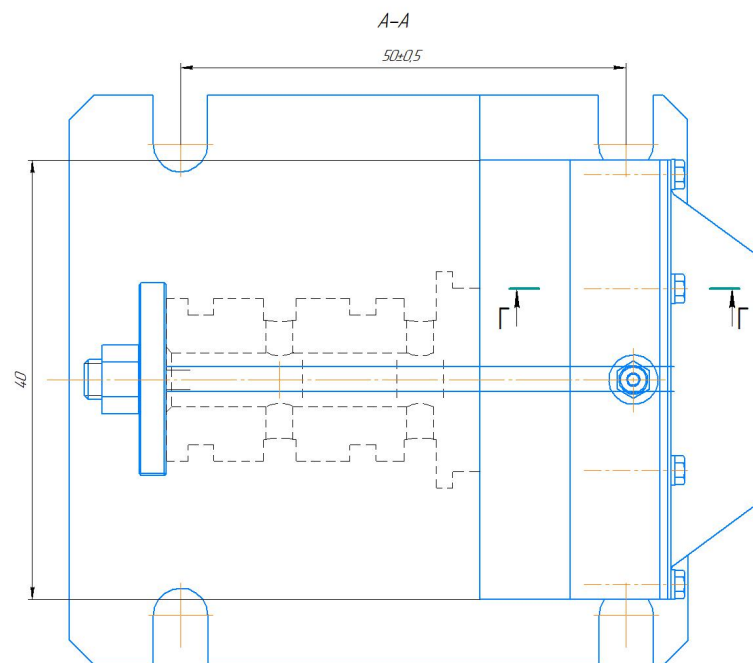
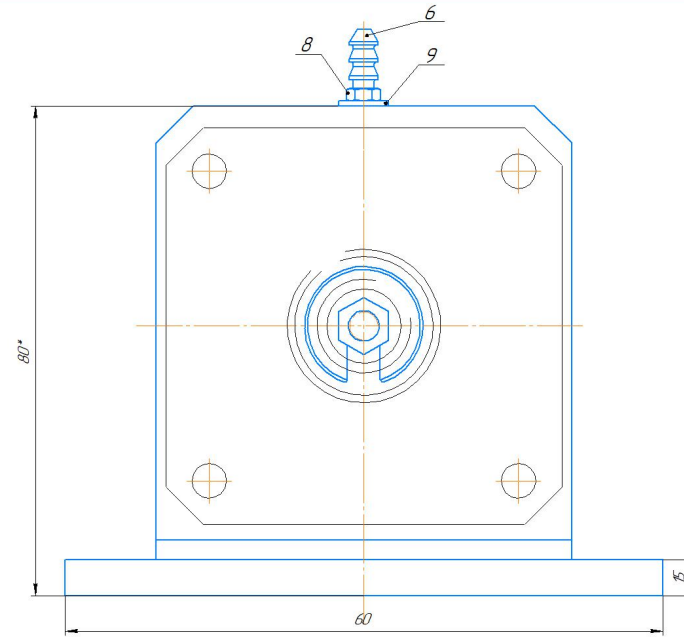
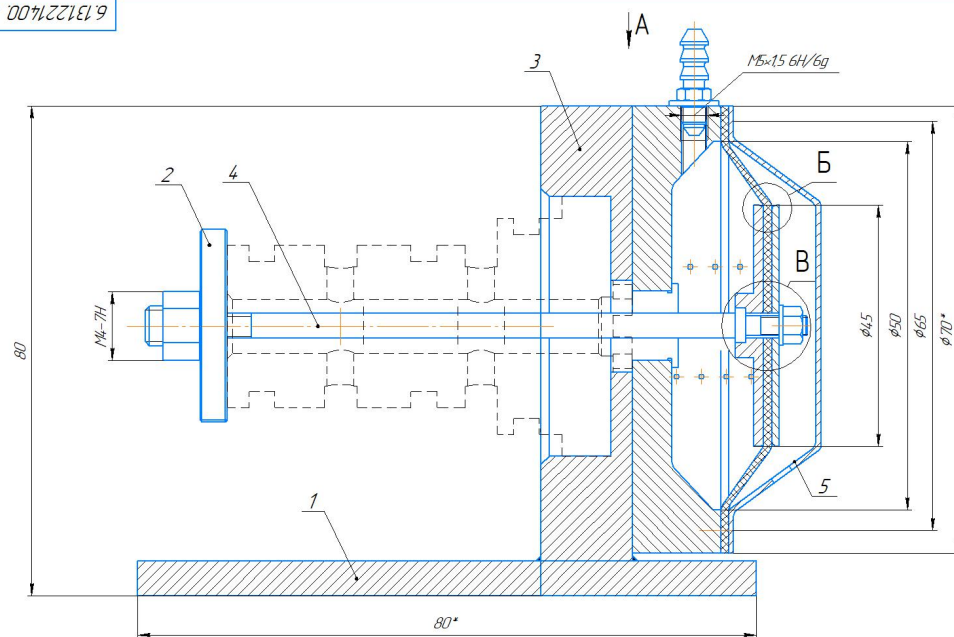
|                           |  |  |  |                       |  |  |  |
|---------------------------|--|--|--|-----------------------|--|--|--|
| 6.1312214.00.01           |  |  |  | Лит. Масса Масса      |  |  |  |
| Гильза                    |  |  |  | 5:1                   |  |  |  |
| Сталь 95X18 ТУ14-1-377-72 |  |  |  | МАНУ ЧИЛНТ            |  |  |  |
| Каптуров                  |  |  |  | каф. ТМ зр. ИМ-01-22т |  |  |  |
|                           |  |  |  | Формат А1             |  |  |  |

Операція 020 Токарна з ПУ  
Токарний з ЧПУ HAAS, модель ST-10Y.  
3-х кулачковий патрон

$Ra\ 6,3\ (\sqrt{\quad})$

[illegible][illegible][illegible]

6.1312214.00.03 СК

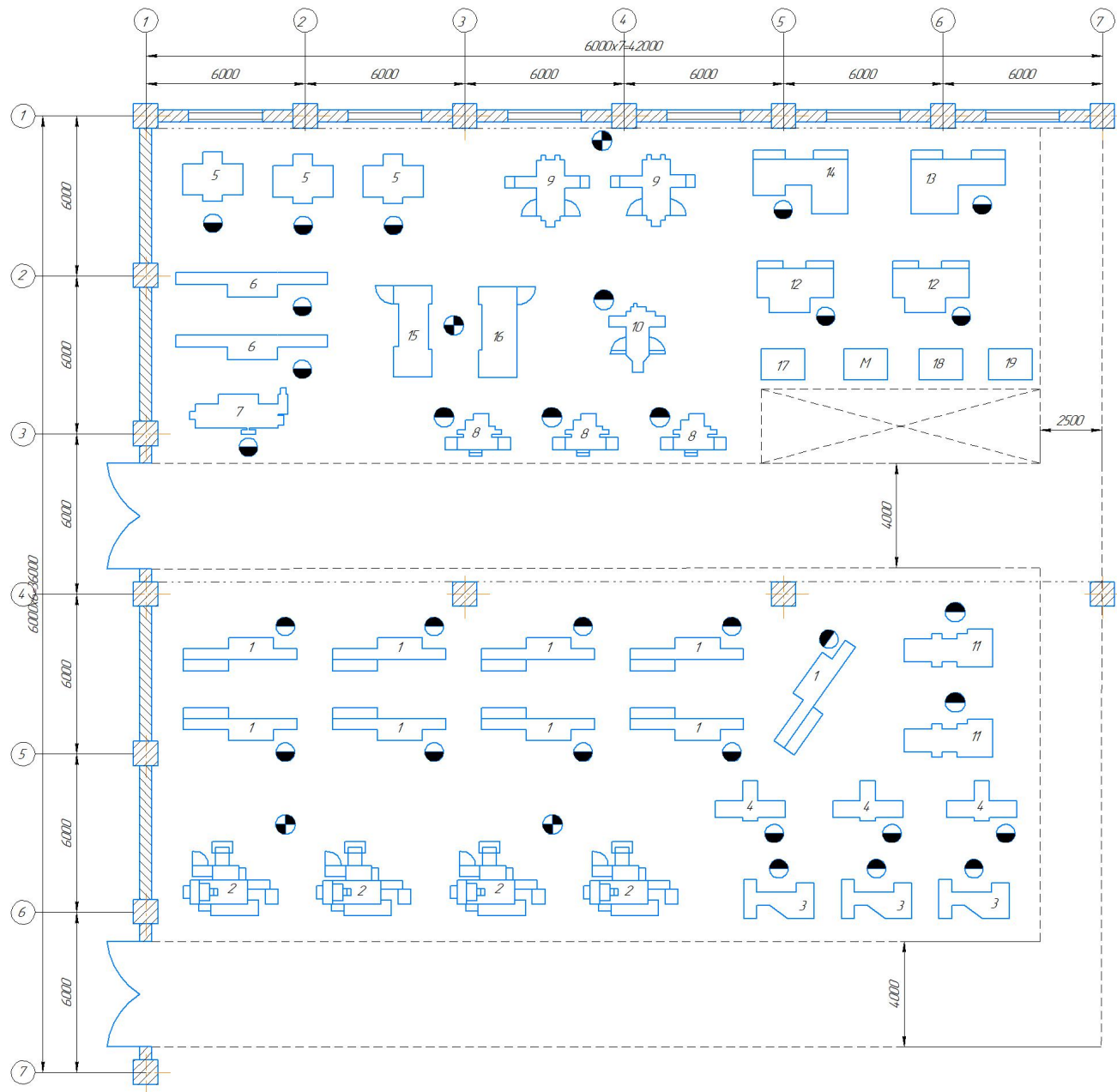


1. Маркувати ударним способом П-14501, МТ2202, КТ 00107000002 шрифтом ПО-5 ГОСТ 2910-62.
2. \*Размери для довідок.
3. Варити дротом 1,2 св. 08 ГОСТ 2246-70. Інші ТТ на зварні з'єднання за ОСТ 16.14.104-86.
4. Відповідно стандарту безпеки праці.

|                       |  |  |  |        |  |        |         |
|-----------------------|--|--|--|--------|--|--------|---------|
| 6.1312214.00.03 СК    |  |  |  | Лист   |  | Маса   | Масштаб |
| Верстатний пристрій   |  |  |  | 12     |  | 4:1    |         |
| МОНУ ЧДП-Т            |  |  |  | Лист   |  | Листів | 1       |
| каф. ТМ зр. ІМ-01-22т |  |  |  | Формат |  | А1     |         |

Категорія





|                                               |           |       |      |      |         |         |
|-----------------------------------------------|-----------|-------|------|------|---------|---------|
| 6.1312214.00.04                               |           |       |      | Лист |         |         |
| План размещения технологического оборудования |           |       |      | Лист | Масштаб | Масштаб |
| Имен. Лист                                    | № докум.  | Подп. | Дата | 1    | 1:100   | 1:100   |
| Резерв                                        | Штриховка |       |      |      |         |         |
| Проб                                          | Сетка     |       |      |      |         |         |
| Глистер                                       |           |       |      |      |         |         |
| Имя                                           | Имя       |       |      |      |         |         |
| Эта                                           | Имя       |       |      |      |         |         |

Копировать

Формат А1