

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет: інженерії, транспорту та архітектури

Кафедра: Технології машинобудування

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПІСКА

до дипломної роботи

Галузь знань: 13 Механіка інженера

Спеціальність: 131 Прикладна механіка

на тему: Технологія виготовлення деталі « Технологія виготовлення деталі шпилька ТМ.20.23.003  
з використанням верстатів з ЧПК »

Виконав студент 3 курсу, групи ПМТг-20-2  (І.О. Фурдуй)

Керівник бакалаврської роботи:  (М.П. Мазур)

До захисту допускаю:

Зав. кафедри  (В.П. Ткачук)

29 06 2023 р.

Хмельницький – 2023 р.

# ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

## ГОЛОВІ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ КОМІСІЇ

Направляється студент Фурдуй Ігор Олександрович на заміст дипломного проєкту (роботи)

за спеціальністю 131 - Прикладна механіка

На тему: Технологія виготовлення деталі "Шпилька ТМ.20.23.003" з використанням верстатів з ЧПК

Дипломний проєкт (робота), рецензії і довідка про перевірку на плагіат додаються

Декан факультету

### ДОВІДКА УСПІШНОСТІ

Фурдуй І. О. за період навчання на факультеті інженерії, транспорту та архітектури з 2020 по 2023 роки повністю виконав навчальний план спеціальності з таким розподілом оцінок за національною шкалою: відмінно 58,25 %, добре 40,82 %, задовільно 3,12 %, шкалою ЄКТС: А 51,35 %, В 18,92 %, С 27,03 %, D 2,70 % E 0,00 %.

Методист факультету

### ВИСНОВОК КЕРІВНИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ (РОБОТИ) ТА ОБГРУНТУВАННЯ ОЦІНКИ

Студент Фурдуй І. О. виконав за темою роботи Фурдуй І. О., ухвалив рішення і зацікавив у реалізації техніки. В роботі використано ряд оригінальних рішень, які дозволяють ефективно і економічно виконувати процес. Вирішувати складні і технічні завдання згідно з умовами і вимогами.

Оцінка дипломного проєкту (роботи)

Керівник дипломного проєкту

Мартин М. П.  
24.06 2023 р.

### ВИСНОВОК КАФЕДРИ ПРО ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ)

Дипломний проєкт (робота) розглянуто. Студент Фурдуй І. О. допускається до захисту цього проєкту (роботи) в екзаменаційній комісії.

Завідувач кафедри

Віталій ГРАЧУК

Мартин М. П.  
24.06 2023 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

РЕЦЕНЗІЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ

Фурфу Ігоря Олександровича

Тема: «Технологія виготовлення деталі шпінцеля ТМ.20.21.003 з використанням верстата з ЧПК»

Соціальність: 131 Прикладна механіка

Обсяг дипломної роботи:

кількість листів аркушів \_\_\_\_\_ *21* кількість сторінок \_\_\_\_\_

1. Короткий зміст ДР та профіль роботи.

У дипломній роботі Ігоря Фурфу виконано розроблення технологічного процесу механічного оброблення деталі «Шпінцель ТМ.20.21.003». Запропоновано конструкцію верстатного пристрою, виконано розрахунок, спроєктовано алгоритм пристрою. Технологічний процес розроблено і досліджували верстатом з ЧПК.

2. Висновок про якість ДР дипломному здобувачу \_\_\_\_\_

*Дипломна робота повністю відповідає вимогам*

3. Характеристики виконання кожного розділу роботи, ступінь використання вимог державних норм і стандартів при виконанні роботи.

В дипломному розділі «Забезпечення точності оброблення на фрезерній верстатній машині» виконано аналіз технологічності конструкції деталі.

В технологічному розділі спроєктовано допоміжну розроблені пристосування на режимі різання, спроєктовано операції механічної обробки, проведено методичні розрахунки.

В конструктивному розділі спроєктований верстатний пристрій. Для перевірки точності запропонований алгоритм-програма верстатного пристрою.

Початковий сторінок роботи \_\_\_\_\_

Проведено аналіз технологічності конструкції деталі, виконано розрахунок пристосування на режимі різання, на базисі технологічних операцій запропонована конструктивна верстатна машина з ЧПК, проведено розрахунок конструкції верстатного пристрою, запропоновано алгоритм оброблення.

3. Початковий сторінок роботи \_\_\_\_\_

Сумарний висновок по роботі \_\_\_\_\_

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки проєкту.

Креслення графічної частини дипломної роботи виконані з дотриманням вимог ЄСКД, при цьому широко використані кожен четверті технології при оформленні креслень. Пояснювальна записка виконана акуратно з дотриманням вимог ЄСКД.

7. Висновок про проєкт в цілому.

В цілому дипломна робота Ігоря Фурдуж виконана на достатньому інженерному рівні.

8. Інші зауваження.

9. Оцінка дипломної роботи.

Дипломна робота Ігоря Фурдуж заслуговує оцінки " 5 "

РЕЦЕНЗЕНТ (прізвище, ім'я по батькові, посада, місце роботи)

доц. кафед. АШ

Масловський С.С.

27 червня 06 2023 р.

Сторж (підпис)

**РІШЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ КОМПІЇ КАФЕДРИ ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ  
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ**

Підтверджуємо ознайомлення з результатами звіту/звітів подібності щодо роботи, продубльованими програмно-технічним засобом (або перевіряти текстів на плагіат):  
 Назва кваліфікаційної роботи «Технологія виготовлення деталі "Шпилька ТМ.20.23.003" з використанням верстатів з ЧПК»  
 Автор Фурауї Ігор Олегович  
 Світля програма Технології машинобудування  
 Спеціальність: Прикладна механіка  
 Науковий керівник: д.т.н., проф. Мазур М.П.  
 Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом (далі – зазначаються пластами віднесення запозичень до правомірних, якщо потрібно). Робота приймається до захисту.	Робота приймається до захисту
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але містять цитат переважно об'єм, виправданій поставленою метою роботи (далі) – зазначаються детально та аргументовані пластами віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована.	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, і кількість цитат перевищує об'єм, виправданій поставленою метою роботи. Робота може бути допущена до захисту після того як буде відкоригована та доповнена і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить звичайні текстів спотворення, передбачувани спроби ухитити запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрично або фальсифіковано дані. Робота не допускається до захисту.	
5	Інше:	

Підтвердження:

.....

.....

.....

Дата

Завідувач кафедри

Підпис

Віталій Іванчук

Іс'я, прізвище

Гарант освітньої програми

Підпис

Володимир Милько

Іс'я, прізвище

Керівник кваліфікаційної роботи

Підпис

Микола Мазур

Іс'я, прізвище

# ЗМІСТ

## Аркуш

Вступ.	6
Розділ I. Загальний розділ.	6
1.1. Вихідні дані для проектування.	8
1.2. Опис конструкції, технічних умов та службового призначення деталі «Шпилька».	8
1.2.1. Технологічний контроль креслення.	9
1.3. Опис конструкції, технічних умов та службового призначення деталі «Крюк».	9
1.3.1. Технічні умови.	9
1.3.2. Створення 3D моделі Крюка у CAD програмі.	10
1.3.3. Вибір типу виробництва і форми організації робіт.	11
1.3.4. Вибір методу складання.	11
2. Технологічний розділ	13
2.1. Розробка технологічної схеми складання	13
2.2. Розробка технологічних операцій складання	13
2.3. Розробка технологічного процесу механічної обробки	14
2.3.1. Вихідні дані для проектування	14
2.3.2. Аналіз креслення і технічних вимог на виготовлення деталі.	14
2.3.3. Аналіз технологічності конструкції деталі	15
2.3.3.1. Якісний аналіз.	15
2.3.3.1. Кількісний аналіз.	16
2.3.4. Визначення типу та організаційної форми виробництва	17
2.3.5. Економічне обґрунтування методу вибору заготовки	18
2.3.6. Вибір технологічних баз	19
2.3.7. Встановлення планів обробки окремих поверхонь	20
2.3.8. Вибір варіанта технологічного маршруту і його техніко-економічне обґрунтування.	20
2.3.9. Розрахунок припусків	23
2.4. Розробка технологічних операцій механічної обробки	25
2.4.1. Розрахунок режимів різання.	26
2.5. Розрахунок норм часу.	29
2.6. Оформлення технологічної документації..	30
2.7. Вибір виду і способу отримання заготовки.	30
2.8. Розрахунок маси.	32
2.9. Аналітичний розрахунок припусків.	33
2.9.1. Аналітичний розрахунок припусків деталі «втулка».	33
2.9.2. Аналітичний розрахунок припусків деталі «крюк».	34

2.10	Проектування технологічного маршруту оброблення деталі.	34
2.10.1	Технологічність конструкції крюка.	34
2.11	Вибір технологічного обладнання.	35
2.11.1	Вибір технологічного обладнання для деталі «Крючок».	35
2.11.2	Вибір технологічного обладнання для деталі «Втулка».	36
2.11.3	Вибір технологічного обладнання для зварювання готового виробу «Крюк».	37
2.12	Вибір металорізального інструменту.	37
2.12.1	Вибір металорізального інструменту для деталі «крючок».	37
2.12.2	Вибір металорізального інструменту для деталі «втулка».	38
2.13	Проектування маршруту обробки поверхонь деталей.	38
2.14	Розрахунок режимів різання за допомогою спеціалізованих програм або он-лайн калькуляторів.	40
2.14.1	Розрахунок режимів різання деталі «втулка» за допомогою спеціалізованої програми «WalterMachiningCalculator 6.0.1»	40
2.14.2	Розрахунок режимів різання деталі «крючок» за допомогою спеціалізованої програми «СПРУТ-ТП».	42
2.15	Технічне нормування операцій за допомогою спеціалізованих програм або он-лайн калькуляторів.	42
2.16	Розробка керуючої програми для верстата з ЧПК за допомогою САМ програми SolidCam.	44
3	КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	45
3.1.1	Проектування верстатного пристрою.	45
3.1.2	Вибір установочних елементів пристрою.	45
3.1.3	Розрахунок точності обробки.	45
3.1.4.	Розробка схеми закріплення деталі	46
3.1.5.	Розрахунок сили закріплення деталі.	46
3.1.6.	Розрахунок елементів пристрою на надійність.	47
3.1.7.	Вибір корпусних елементів пристрою.	47
3.1.8.	Розробка технічних умов на пристрій і опис його роботи.	47
3.2	Проектування контрольного пристрою.	48
3.2.1	Технічні умови та вимоги креслення, що підлягають контролю.	48
3.2.2	Вибір схеми вимірювання заданого параметру.	48
3.2.3	Схеми розміщення полів допусків калібрів.	48
3.2.4	Опис конструкції і роботи пристрою	50
3.2.5	Вибір робочого пристосування.	50
3.3	Проектування спеціального різучого інструменту	51
3.3.1	Розрахунок кроликів для різьбонакатки.	52
4.	Охорона праці	54
	Висновок	57
	Література	58



## ВСТУП

Технологія обробки типових деталей - це процес створення масової продукції, яка складається з деталей однакової форми, розміру та матеріалу. Даний процес ґрунтується на розробці та застосуванні стандартних технологій, які забезпечують високу якість та точність виробів.

Технологія обробки типових деталей використовується в різних галузях промисловості, таких як машинобудування, автомобільна промисловість, електротехніка та інші. Вона дозволяє ефективно виробляти великі обсяги продукції за короткий час, зменшувати витрати на виробництво та забезпечувати стабільну якість виробів.

Технологія обробки типових деталей є важливим етапом виробничого процесу, оскільки вона дозволяє виготовляти деталі з необхідною точністю та якістю. Типові деталі - це деталі, які виготовляються великою кількістю для одного або декількох виробів. Наприклад, це можуть бути шайби, гайки, болти, вали, шпонки та інші деталі.

Технологія обробки типових деталей включає в себе декілька етапів. Першим етапом є підготовка матеріалу, з якого будуть виготовляти деталі. Для цього матеріал потрібно підібрати з урахуванням вимог до якості, міцності та зносостійкості деталі.

Наступним етапом є обробка матеріалу. Цей етап включає в себе різання, свердління, розточування, фрезерування та інші операції з обробки металу.

Після обробки матеріалу деталь проходить етап контролю якості. На цьому етапі перевіряються розміри деталі та її якість. Якщо деталь не відповідає вимогам, вона повертається на етап обробки.

Останнім етапом є упакування та зберігання деталей. Для цього використовують спеціальні упаковки, які захищають деталі від пошкоджень та забезпечують їх зберігання відповідно до вимог.

Технологія обробки типових деталей є складною та вимагає високої кваліфікації працівників, які займаються виробництвом деталей. Вірно організований

процес виробництва та використання високоякісного обладнання та інструментів дозволяє досягнути високої якості виготовлення деталей, що в свою чергу забезпечує надійність та довговічність кінцевого продукту. Найбільш ефективним підходом до обробки типових деталей є застосування стандартів та нормативів, які забезпечують високу точність та стандартизацію процесу виготовлення. Для досягнення найкращих результатів необхідно також використовувати сучасні технології та інструменти, що дозволяють зменшити час та витрати на виробництво деталей, збільшити їх точність та міцність.[1]

# 1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1. Вихідні дані для проектування.

За вихідні дані при розробці технологічного процесу приймаємо

- Складальне креслення виробу.
- Технічні умови на складання, прийомку і випробування виробу.
- Специфікація виробу.
- Річна програма випуску  $N=10\ 000$  шт.

## 1.1 Опис конструкції, технічних умов та службового призначення деталі «Шпилька».

Службове призначення пристосування визначається її функціональними можливостями і цілями виробництва. У даному випадку, пристрій призначений для забезпечення правильного натягу гусениці на танку під час ремонту та технічного обслуговування. Головним завданням пристосування є точне фіксування гусениці та забезпечення необхідного ступеню натягу, що гарантує правильну роботу механізму танку та забезпечує безпеку в процесі експлуатації. Крім того, пристрій має бути зручним та легко застосовуватись, щоб зменшити час, потрібний для виконання процесу затягування гусениці, та знизити ризик помилки при роботі з нею.

Пристрій призначений для стягування гусениць на танках під час проведення ремонтних робіт. Опис роботи пристосування полягає у таких етапах:

*Встановлення пристосування на гусеницю:* спочатку на гачки пристосування нанизують спеціальні кільця, які затискаються на крайні гусеничні зубці. Потім пристосування розташовують на гусениці таким чином, щоб гачки знаходилися по обидва боки від місця з'єднання ланок гусениці.

*Затягування гачків:* після встановлення пристосування на гусеницю, необхідно затягнути гачки, щоб створити достатній натяг на гусеницю. Для цього використовують шпильку з різьбою, яка закручується на гачок пристосування, що має праву різьбу. Інший гачок пристосування має ліву різьбу, і на нього накручується гайка, яка використовується для затягування гачка.

*Перевірка натягу:* після затягування гачків необхідно перевірити натяг гусениці. Для цього можна виміряти відхилення між верхнім роликком гусениці та підвіскою танка, яке повинно бути в межах заданого допуску.

*Фіксація гачків:* після перевірки натягу гачки пристосування фіксуються за допомогою гвинтів, що забезпечує надійне затримання гусениці. Після цього

пристосування можна знімати з гусениці і переносити на наступний відрізок гусениці для проведення аналогічних операцій. [2]

### **1.2.1 Технологічний контроль креслення**

У даному кресленні представлені всі види та розрізи, наведені всі необхідні розміри. Збирання даного пристрою не потребує складного обладнання та спеціальних пристроїв. Креслення легко зрозуміле. Основним недоліком цього креслення, через який неможливо впровадити даний пристрій у виробництво, є відсутність допусків та посадок для взаємодіючих та точних деталей.

У даному кресленні повністю відсутня технічна характеристика та технічні вимоги до даного пристрою. Недоліком цього креслення є те, що умовні позначення розрізів та перерізів вказані не відповідно до чинного стандарту ДСТУ.[2]

## **1.2 Опис конструкції, технічних умов та службового призначення деталі «Крюк».**

"Крюк" є складною деталлю, складається з двох основних компонентів - втулки та крючка. Втулка має циліндричну форму і просвердлений отвір для кріплення на шпильку. Вона також може мати конусну частину на певній довжині для полегшення монтажу.

Крючок має форму вигнутої петлі, яка призначена для затискування гусениці танку. Він має оптимальну форму та розміри, що дозволяють надійно утримувати гусеницю, а також забезпечувати легкість установки та від'єднання. [2]

### **1.3.1 Технічні умови**

Геометричні розміри "Крюка" визначаються відповідно до вимог проекту. Це включає довжину, ширину, висоту, радіуси згинів та інші параметри, які гарантують правильну функціональність та взаємодію з іншими компонентами системи стягування гусениць. Різь на втулці та крючку повинна відповідати вимогам різьбових стандартів. Це забезпечує можливість правильного з'єднання з іншими деталями, такими як гайки або шпильки, і забезпечує надійність та стійкість в затискуванні гусениці. Матеріал, з якого виготовлений "Крюк", вибраний з урахуванням його властивостей. Зазвичай для цієї деталі використовують сталь або сплави з високою міцністю та стійкістю до впливу навантажень та зносу.

### 1.3.2 Створення 3D моделі Крюка у САD програмі

Створення 3D моделі Крюка та Шпильки у САD програмі має важливе значення для розробки та виробництва деталі. Ця модель дозволяє візуалізувати деталі у тривимірному просторі, допомагає зрозуміти його форму, розміри та співвідношення між елементами. Крім того, 3D моделювання дозволяє виявляти можливі проблеми або конфлікти в конструкції деталі ще на ранніх етапах розробки, що сприяє внесенню виправлень та оптимізації. Така модель також використовується для генерації технічної документації, креслень та специфікацій. Вона дозволяє точно передати всі необхідні виміри та технічні характеристики, що сприяє виробництву та контролю якості. Крім того, 3D модель є основою для спільної роботи з іншими дисциплінами та взаємодії з механікою, електрикою та іншими доменами, що підвищує ефективність та спільну роботу між різними командами.

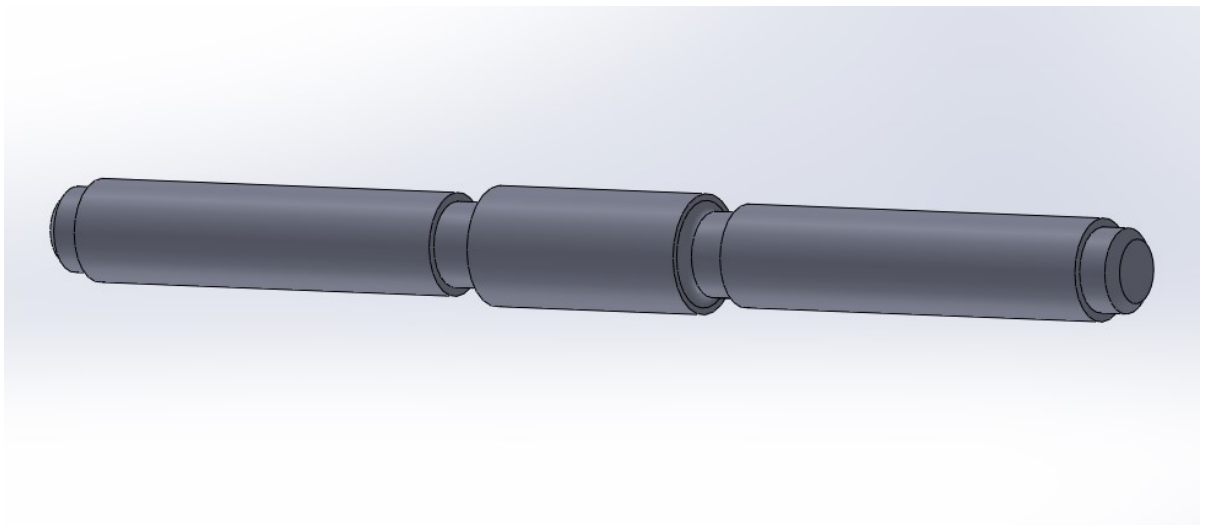


Рисунок 1.1. 3D модель деталі «Шпилька»

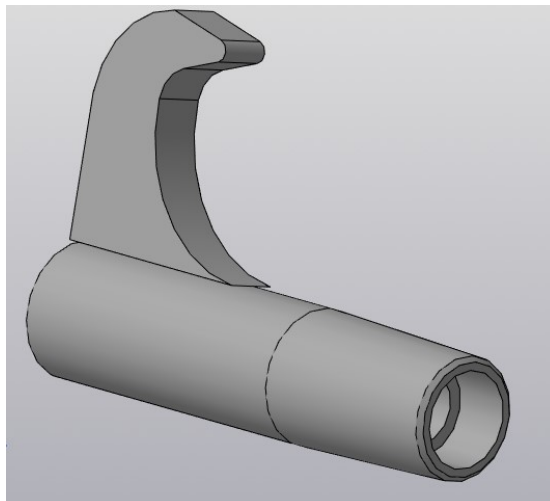


Рисунок 1.2. 3D модель деталі «Крюк»

Робоче креслення деталей є детальним технічним описом, який включає всі вимоги, характеристики та властивості деталі для її виготовлення. Воно відповідає стандартам і нормативам, містить точні міри, геометричні форми, технічні специфікації та маркування, необхідні для правильного виконання виробничих операцій і контролю якості. Робоче креслення забезпечує зрозумілу та чітку комунікацію між дизайнерами, інженерами та виробничим персоналом.

### 1.3.3 Вибір типу виробництва і форми організації робіт.

Визначення такту складання.

$$\tau_{СК} = \frac{F_d \cdot m \cdot 60}{N},$$

де  $F_d$  – дійсний річний фонд часу робітника складальника, год.,  $F_d = 2030$  год.;

$m$  – число змін роботи;

$N$  – програма випуску виробів за рік, шт.

$$\tau_{СК} = \frac{2030 \cdot 2 \cdot 60}{10000} = 24,36 \text{ хв.}$$

Отже приймаємо поточну форму організації роботи із пульсуючим рухом конвеєра, при якому  $T_{оп.ск.} \approx \tau_{СК}$ , а складання ведеться по принципу середньосерійного виробництва. [3]

### 1.3.4. Вибір методу складання

Для пристрою для стягування танкових гусениць, використання розмірного методу є найбільш точним та надійним. Цей метод передбачає використання розмірних інструментів, таких як мікрометри, щоб виміряти розміри та забезпечити точну настройку ланок пристрою.

Для розрахунку розмірів ланки необхідно виконати наступні кроки:

1. Визначити довжину гусениці танка, для якої буде використовуватися пристрій. Наприклад, нехай ця довжина дорівнює 10 метрам.

2. Визначити кількість зчеплень гусениці. Зазвичай ця кількість залежить від моделі танка і може бути знайдена в технічних характеристиках. Нехай для нашого прикладу кількість зчеплень дорівнює 100.

3. Визначити діаметр підстави пристосування. Цей параметр може бути визначений експериментальним шляхом або обчислений на основі інженерних розрахунків. Нехай діаметр підстави дорівнює 50 сантиметрам.

4. Визначити мінімальну довжину ланки, яка забезпечить точне зчеплення з гусеницею танка. Для цього можна використовувати формулу:

$$L = (L_g - D_p) / (N_z - 1),$$

де  $L_g$  - довжина гусениці (10 метрів),  $D_p$  - діаметр підстави (0.5 метра),  $N_z$  - кількість зчеплень (100).

5. Підставляючи значення, отримуємо:

$$L = (10 - 0.5) / (100 - 1) = 0.102 \text{ метра.}$$

Таким чином, мінімальна довжина ланки повинна бути не менше 0.102 метра.

Визначити довжину ланки на основі мінімальної довжини та допустимого зазору між ланками. Допустимий зазор може бути визначений на основі вимог до точності зчеплення та характеристик матеріалу ланки. Нехай допустимий зазор дорівнює 2 міліметрам.

Тоді довжина ланки може бути визначена за формулою:

$$L_{л} = L_{мін} + (N_{з} - 1) * Z,$$

де  $L_{мін}$  - мінімальна довжина (0,5 м),  $N_{з}$  - кількість зчеплень гусениці (для танка Т-64 - 86 зчеплень),  $Z$  - відстань між зчепленнями гусениці (для танка Т-64 - 0,61 м).

Отже, для нашої пристосування довжина ланки буде розраховуватись так:

$$L_{л} = 0,5 + (86 - 1) * 0,61 = 52,45 \text{ мм (заокруглюємо до 53 мм)}.$$

З урахуванням похибок вимірювання та додаткового запасу для забезпечення надійності, рекомендується використовувати ланку довжиною 55-60 мм.

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Розробка технологічної схеми складання

Схематичне складання забезпечує візуальну зрозумілість процесу компонування та легкість читання послідовності складання. На схематичному зображенні компоненти подані у вигляді прямокутників, які розділені на три секції

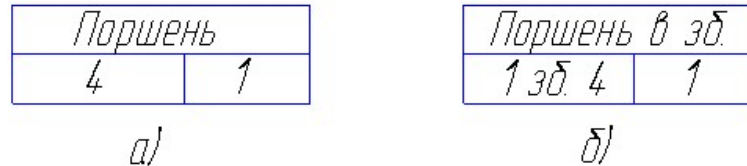


Рисунок 2.1. Позначення елементів виробу на схемі складання:

а) – позначення деталі; б) – позначення вузла

У верхній частині наводиться найменування компонента; у лівій нижній частині – числовий індекс відповідно до специфікації; у правій нижній частині – кількість компонентів, що входять в дане з'єднання.

Схематичне зображення складання наведено у додатку.

У умовах серійного виробництва для складання характерна висока диференціація операцій та переходів, що спостерігається в даному випадку.

В даному випадку використовується принцип послідовного виконання робіт та одномісне компонування.

Технологічний процес складання наведений у графічній частині.

### 2.2. Розробка технологічних операцій складання

На основі розроблених технологічних схем вузлового і загального складання виявляють основні складальні операції.

Для умов серійного виробництва доцільною є велика диференціація операцій і переходів.

Зборка виробу здійснюється з розчленуванням складального процесу на операції. Це дозволяє розширити фронт робіт, забезпечити кожне робоче місце необхідним обладнанням і пристроями, організувати поточну зборку.

Розчленування складального процесу на операції виконується таким чином, щоб по оперативному часу вони були рівні між собою або кратні між собою.

Виконання переходів зборки послідовне (деталі збираються одна за одною).

За числом виробів, що всатовлюється для складання, схеми операцій діляться на одно- і багатомісні.

За числом інструментів – на одно- і багатоінструментальні.

У структуру складальної операції входять подача деталей, їхня орієнтація одна відносно одної або якоїсь іншої деталі; виконання з'єднань за допомогою вибраних методів складання; зняття зібраної складальної одиниці, контроль. [4]

## 2.3 Розробка технологічного процесу механічної обробки

### 2.3.1 Вихідні дані для проектування

Вихідні дані для проектування технологічного процесу механічної обробки деталі :

- робоче креслення деталі;
- технічні умови на виготовлення деталі й особливі вимоги;
- обсяг випуску продукції, у який входить деталь  $N=21000$  шт. в рік.
- 

### 2.3.2. Аналіз креслення і технічних вимог на виготовлення деталі.

Згідно робочого креслення можна стверджувати про наявність всіх необхідних даних для виготовлення деталі, що відповідають вимогам стандарту "Основні вимоги до робочих креслень".

#### 1. Вибір матеріалу на деталь

Для виготовлення деталі "шпилька" використовуватиметься сталь вуглецева 45 згідно з вимогами технічної документації на пристрій. Це обґрунтовано високою міцністю та зносостійкістю даного матеріалу, що є важливими властивостями для деталі, яка використовується для натягування гусениць танку.

#### 2. Обґрунтування призначення допусків та шорсткостей на деталь

Так як деталь шпилька використовується для натягування гусениць танку, на поверхні шпильки, яка контактує з гайками, призначаємо допуск по  $h7$  зі шорсткістю  $Ra=6,3$  мкм. Поверхня з діаметром 45 мм та отвори у цій поверхні мають шорсткість  $Ra = 1,6$  мкм. На інші поверхні деталі, включаючи базову торцеву поверхню, призначаємо шорсткість  $Ra = 3,2$  мкм без додаткових допусків.

#### 3. Обґрунтування допусків форми.

Для шпильки необхідно встановити допуск перпендикулярності  $(0,1)$  до вісі обертання на поверхню, на яку кріпиться торцева гайка. Допуск на профіль різьби  $\pm 0,4$  мм, цей допуск дозволяє забезпечити достатній рівень точності та взаємозамінності різьбових елементів, що використовуються в пристрої для натягування гусениць танків. Шорсткість поверхні вибирається з урахуванням можливостей технології виготовлення, яка використовується для виготовлення різьбових елементів. Значення  $Ra 3,2$  мкм може бути досяжним наявними технологіями виготовлення таких елементів. На інші поверхні допуски форми не регламентуються, оскільки ці поверхні є невимогливими.

Таблиця 2.1 Технічні умови на деталь "шпилька" та методи забезпечення контролю

Технічні умови	Методи досягнення	Інструменти
Діаметр шпильки	Перевірка зовнішнього діаметра шпильки штангенциркулем	Штангенциркуль ШЦ-1
Довжина шпильки	Перевірка довжини шпильки лінійкою	Лінійка ШКЛ-1
Перевірка форми різьби	Перевірка форми різьби шаблонним	Шаблон різі
Всі лінійні розміри і неточні діаметральні розміри.	За рахунок настройки верстату на розмір, (програмування)	ШЦ-1 ц.д.=0,1 д.из.=400
Точні діаметральні розміри	Багатопрхідна обробка, а також шліфування або тонкеточіння	Мікрометр важільний МР-50 Ц.д.=0,001 д.вим.=25-50
Шорсткість	Багатопрхідна обробка, оптимальні режими різання	Профілометр модель 283
Відхилення форми	Використання люнету	Індикатор ІЧ

### 2.3.3. Аналіз технологічності конструкції деталі

#### 2.3.3.1. Якісний аналіз.

Розглянувши конструкцію деталі "Шпилька", можна зробити висновок, що вона відноситься до класу різьбових з'єднувальних елементів. Головною особливістю деталі є наявність різьби на поверхні, що забезпечує її з'єднання з іншими елементами.

Деталь є досить простою в обробці, оскільки вона має циліндричні поверхні, а різь можна виготовити за допомогою стандартного інструменту - накатного ролика). При виготовленні деталі також потрібно використовувати складний пристрій такий як різьбонакатна головка.

Матеріал для виготовлення деталі може бути сталлю 45, оскільки вона має необхідні механічні властивості для забезпечення потрібного рівня міцності деталі. Крім того, використовується термічна обробка для поліпшення механічних властивостей матеріалу.

Для забезпечення якісної обробки деталі можна використовувати токарний верстат з різьбонакатною головкою для точіння різьби на деталі. При обробці на токарному верстаті для збільшення точності обробки і зменшення похибок розташування форми поверхонь, виконуються як основна база центрові отвори. Засоби для вимірювання розмірів деталі (штангенциркуль). Для контролю якості

деталі можна використовувати такі методи, як візуальний огляд, вимірювання розмірів, ваговий контроль та тестування на міцність.[4]

Таблиця 2.2. Механічні властивості сталі 45

Сталь	Марка	Межа міцності, МПа	Межа текучості, МПа	Відносне видовження при розриві, %
4	Ст	600-	355	16-20
5	аль 45	800		

### 2.3.3.1 Кількісний аналіз.

Коефіцієнт точності.

$$K_{TЧ} = 1 - \frac{1}{T_{CP}}$$

$$T_{CP} = \frac{\sum T \cdot n_I}{\sum n_I} = \frac{6 \times 10 + 8 \times 10 + 10 \times 10 + 12 \times 10 + 14 \times 10 + 16 \times 10 + 18 \times 10 + 20 \times 10 + 22 \times 10 + 24 \times 10}{100} = 136$$

де  $T$  – клас точності обробки;

$n_I$  – кількість розмірів відповідного класу точності.

$$K_{TЧ} = 1 - \frac{1}{136} = 0,993.$$

Деталь по коефіцієнту точності є досить технологічною, так як  $K_{TЧ} \approx 1$ .

Коефіцієнт шорсткості.

$$K_{Ш} = \frac{1}{Ш_{CP}}$$

$$Ш_{CP} = \frac{\sum Ш \cdot n_{IM}}{\sum n_{IM}} = \frac{2 \times 2 + 3 \times 1 + 4 \times 1}{2 + 1 + 1} = 2,75 \text{ мкм.}$$

де  $Ш$  – клас шорсткості поверхні;

$n_I$  – кількість поверхонь відповідного класу шорсткості.

$$K_{Ш} = \frac{1}{2,75} = 0,3636.$$

Так як  $K_{Ш}$  досить низький то можна сказати , що деталь по  $K_{Ш}$  є досить технологічна.

### 2.3.4 Визначення типу та організаційної форми виробництва

Тип виробництва характеризується коефіцієнтом закріплення операцій  $K_{з.о}$ :

$$K_{з.о.} = \frac{O}{P},$$

де O-кількість операцій;

P-кількість робочих місць з різноманітними операціями.

Штучний калькуляційний час на кожну операцію визначаємо за доданими формулами.

1.Фрезерно-центрувальна.

1.1 фрезерувати одночасно два торці

$$T_{ум-к1} = 0,415хв.$$

1.2 Центрувати два торці одночасно

$$T_{ум-к2} = 0,21хв.$$

Штучно-калькуляційний час

$$T_{ум.к} = T_{ум.к1} + T_{ум.к2} = 0,415 + 0,21 = 0,625хв.$$

2.Токарна

При обробці діаметру 40Ø

$$T_{ум-к} = 0,17dl \cdot 10^{-3},$$

де d-діаметр;

l-довжина обробки.

$$T_{ум-к} = 0,17dl \cdot 10^{-3} = 0,17 \cdot 40 \cdot 385 \cdot 10^{-3} = 2,618хв.$$

На обробку фасок:

$$T_{ум-к} = 2,618 + 0,018 = 2,636хв.$$

Нарізання різьби:

$$T_{ум-к} = 2,23хв.$$

4.Свердлувальна операція з ЧПК

Свердлування двох отворів Ø19 мм

$$T_1 = 0,52 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,52 \cdot 19 \cdot 45 \cdot 10^{-3} = 0,445хв.$$

$$T_2 = 0,445хв.$$

$$T_{ум-к} = 1,3 \cdot (0,445 + 0,445) = 1,157хв.$$

5. Шліфувальна

Шліфування Ø40

$$T_1 = 0,15 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,15 \cdot 40 \cdot 385 \cdot 10^{-3} = 2,31хв.$$

$$T_{ум-к} = 1,36 \cdot 2,31 = 3,14хв.$$

Вибір типу виробництва

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P} = \frac{4}{7} = 0,57.$$

Оскільки  $0.5 < K_{з.о.} < 0.8$ , тип виробництва середньосерійний з поточною формою організації робіт, що передбачає розташування технологічного оснащення послідовно відповідно до операцій і робочих місць.

### 2.3.5. Економічне обґрунтування методу вибору заготовки

Для даного випадку приймаємо два методи отримання заготовок:

1. Заготовка – прокат;
2. Заготовка - штамповка на ГKM.

Розглянемо перший варіант-прокат.

Приймаємо прокат  $\varnothing 44\text{мм}$ ,  $L=6000\text{мм}$ .  $P=11,94 \text{ г/см}^3$ .

Маса заготовки

$$Q = \frac{\pi d^2}{4} \cdot L \cdot \rho = \frac{3,14 \cdot 4,4^2 \cdot 600}{4} \cdot 11,94 = 108\,875,61\text{г} = 108,88\text{кг}.$$

Витрати на заготовку з прокату (з розрахунку що з семи метрів буде виготовлено 13 деталей).

Визначаємо затрати на матеріал [6]

$$M = QS - (Q - q) \frac{S_{\text{відход}}}{1000};$$

де  $Q$  - маса заготовки кг.,

$S$  - ціна 1 кг матеріалу заготовки грн.,

$q$  - маса готової деталі кг.,

$S_{\text{відход}}$  - ціна 1т, грн.

$S=150$  грн (1т);

$S_{\text{відход}}=25$  грн (1т) ;

$q=8,30$  кг.

$$M = 108,88 \cdot \frac{150}{1000} - (108,88 - 8,30) \frac{25}{1000} = 13,81\text{грн}.$$

Ціна одної заготовки

$$S_{\text{заготов}} = \frac{13,81}{13} = 1,06.$$

Розглянемо другий варіант-штамповка.

Маса заготовки

$$Q = \frac{\pi \rho}{4} \cdot (d_1^2 L_1 + d_2^2 L_2 + \dots + d_i^2 L_i),$$

$d_1, d_2, \dots, d_i$  – діаметр ступенів валу

$L_1, L_2, \dots, L_i$  – довжина  $i$ -тої ступені валу

$$Q = \frac{7,81 \cdot 3,14}{4} \cdot (45^2 \cdot 70) + (40^2 \cdot 192,5) + (40^2 \cdot 192,5) = 14850,48\text{г} = 14,85\text{кг}.$$

Вартість заготовки:

$$S_{заг} = \left( \frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot k_T \cdot k_c \cdot k_v \cdot k_m \cdot k_n \right) \cdot (Q - q) \frac{S_{виход}}{1000} =$$

$$\left( \frac{373}{1000} \cdot 14,85 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1,85 \cdot 1 \cdot 1 \right) \cdot (14,85 - 8,30) \frac{25}{1000} = 7,52 \text{ грн.}$$

$C_i=373$  – базова вартість 1т заготовок, грн..

$K_T=1$  - коеф., що залежить від класу точності,

$K_c=0,75$ - коеф.залежить від групи складності,

$K_v=1,85$ - коеф. який враховує масу штамповки,

$K_m=1$  - коеф., що залежить від марки сталі,

$K_n=1$  - коеф. який враховує об'єм заготовок.

Вартість заготовки при другому варіанті більша  $S_{заг.} = 0,899 < S_{заг.} = 0,259$  ніж при першому варіанті.

Економічна ефективність:

$$E = \frac{S_{заг}^I - S_{заг}^3}{N^{-1}} = \frac{7,52 - 1,06}{10000^{-1}} = 64600 \text{ грн.}$$

Після проведення розрахунків було встановлено, що перший метод отримання заготовки є більш доцільним.

### 2.3.6. Вибір технологічних баз

Вибір технологічних баз – відповідальний етап проектування технологічного процесу пов'язаного з побудовою маршруту обробки заготовки.

Основні принципи які бажано виконувати при виборі баз:

1. Принцип суміщення баз;
2. Принцип постійності баз;
3. Забезпечення стійкості і надійності установок заготовок.

Призначення баз при фрезерно-центрувальній операції: заготовка встановлюється на призматичні опори і затискається пневмозатискачами. Зміщення вздовж осі контролюється рухомими (тільки поперек осі) опорами.

При токарній обробці: закріплення в центрах.

При фрезерній обробці шпонкових пазів: встановлення в призмах з упором в лівий торець і одиночним затиском.

При свердлильній операції з ЧПК: встановлення на призматичні опори і затискається пневмозатискачами.

Для шліфувальної операції циліндричних поверхонь: виконується принцип базування аналогічний при токарній обробці.

### 2.3.7. Встановлення планів обробки окремих поверхонь

Маршрут обробки окремих поверхонь формується відповідно до вимог робочого креслення та прийнятої заготовки. Вибір методів обробки здійснюється в такій послідовності:

1. Починаючи з першої операції (переходу), вибираємо метод обробки в залежності від способу отримання заготовки та її точності.
2. На останній операції (переході), визначаємо методи кінцевої обробки поверхні відповідно до вимог щодо точності цієї поверхні.
3. На проміжних операціях (переходах) встановлюємо методи обробки поверхні, враховуючи вже вибрані методи першої та останньої операцій. Зводимо визначену послідовність обробки поверхонь до таблиці 2.3

Таблиця 2.3. Плани обробки окремих поверхонь

№ пов.	Квалітет точності	Шорсткість	План обробки поверхні
1.Торець	12	6,3	фрезерувати
2.Фаска	12	6,3	Чорнове точіння
3.Циліндрична поверхня	12	6,3	Чорнове точіння
4.Циліндрична поверхня	7	1,6	Чорнове точіння Чистове точіння Шліфування начисто
5.Отвір	12	6,3	Свердлування

### 2.3.8 Вибір варіанта технологічного маршруту і його техніко-економічне обґрунтування.

Головна мета розробки полягає у складанні загального плану обробки заготовки, визначенні змісту операцій технологічного процесу та виборі типу обладнання. З урахуванням планів обробки окремих поверхонь формується маршрут обробки деталей в цілому з урахуванням необхідної послідовності.

1. Початково обробляються поверхні, які прийняті як технологічні бази.
2. Наступною стадією є обробка поверхностей, які визначають габаритні розміри та контур деталі.
3. Поверхні деталі обробляються в послідовності, зворотній їх точності.
4. Основні поверхні деталі обробляються на стадії чистової обробки.

Для визначення найбільш раціонального варіанту технологічного маршруту проводимо техніко-економічне порівняння операцій. Критерієм є мінімум приведених затрат на одиницю продукції .

Погодинні приведені затрати можна визначити за формулою:

$$C_{n3} = C_z + C_{cz} + E_n (K_c + K_z),$$

де  $C_3$  – основна і додаткова зарплата з нарахуванням, коп./год;

$C_{чз}$  – погодинні витрати по експлуатації робочого місця, коп./год.

$E_n$  – нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень  $E_n = 0,15$ ;

$K_c$ ,  $K_3$  - питома погодинне капіталовкладення відповідно у верстат і будівлю.

$$C_3 = EC_{тф} \cdot k \cdot y,$$

де  $E$  – коефіцієнт, який враховує додаткову зарплату  $E = 1,53$ ;

$C_{тф}$  – погодинна тарифна ставка верстатника відповідного розряду, коп./год/

$K$  – коефіцієнт, який враховує зарплату налагоджувальника;

$Y$  – коефіцієнт, який враховує оплату робітника при багатOVERстатному обслуговуванні.

$$C_{чз} = C_{чз}^{bn} \cdot k_m,$$

де  $C_{чз}^{bn}$  - практично часові витрати на базовому робочому місці, коп./год;

$K_m$  – коефіцієнт, який показує в скільки збільшаться витрати даного верстату [6]  $C_{чз} = 36,3$  коп/год;

$$K_c = \frac{Ц \cdot 100}{Fg \cdot \eta_3},$$

де  $Ц$  – балансова вартість верстату, грн.;

$Fg$  – дійсний річний фонд часу роботи верстату, ч.;

$\eta_3$  - коефіцієнт завантаження верстату,  $\eta_3 = 0,8$ .

$$K_3 = \frac{F \cdot 78,4 \cdot 100}{Fg \cdot \eta_3},$$

де  $F$ - виробнича площа яку займає верстат.

$$F = f \cdot K_f,$$

де  $f$  – площа верстату в плані, м<sup>2</sup>;

$K_f$  - коефіцієнт, додаткової площі.

Технологічна собівартість операції механічної обробки (коп./год)

$$C_0 = \frac{C_{пз} \cdot T_{шт-к}}{60k_v},$$

де  $T_{шт-к}$  – штучно-калькуляційний час на операцію;

$K_v$  – коефіцієнт виконання норм  $K_v = 1,3$ .

Приведена річна економія, грн.

$$\mathcal{E}_e = \frac{(C_0^1 - C_0^2)N}{100},$$

де  $C_0^1$  и  $C_0^2$  - технологічна собівартість порівняльних варіантів операцій.

Перший варіант-обробка на токарно гвинторізному верстаті 16К20.

Перший варіант-обробка на токарно гвинторізному верстаті 16К20.

$$Ц = 5450 \cdot 1,1 = 5995 \text{ грн.}$$

$$f = 2,98 \cdot 1,1 = 3,28 \text{ м}^2.$$

$$T_{\text{шт-к}} = 2,636 \text{ хв.}$$

$$\kappa_{\text{м}} = 1,6$$

$$\alpha = 0,3$$

v- розряд робіт, Ен=0,15.

$$C_3 = 1,53 \cdot 75,4 \cdot 1 \cdot 1 = 115,36 \text{ коп./год.}$$

$$K_c = \frac{5995 \cdot 100}{4029 \cdot 0,8} = 198,39 \text{ коп / год};$$

$$K_z = \frac{8 \cdot 78,4 \cdot 100}{4029 \cdot 0,75} = 20,76 \text{ коп / год};$$

$$C_{\text{нз}} = 115,36 + 36,3 + 0,15(198,39 + 20,78) = 184,53 \text{ коп / год};$$

$$C_0^1 = \frac{184,53 \cdot 2,636}{60 \cdot 1,3} = 6,24 \text{ коп.}$$

Другий варіант-обробка на токарному верстаті з ЧПК 16К20Ф3.

$$Ц = 21800 \cdot 1,1 = 23980 \text{ грн.}$$

$$f = 8,7 \cdot 1,1 = 17,4 \text{ м}^2.$$

$$T_{\text{шт-к}} = 2,636 \text{ хв.}$$

$$\kappa_{\text{м}} = 1,6$$

$$\alpha = 0,3$$

$$C_3 = 1,53 \cdot 67 \cdot 1 \cdot 0,65 = 61,51 \text{ коп./год.}$$

$$K_c = \frac{5995 \cdot 100}{4029 \cdot 0,8} = 198,39 \text{ коп / год};$$

$$K_z = \frac{23980 \cdot 100}{4029 \cdot 0,75} = 793,5 \text{ коп / год};$$

$$C_{\text{нз}} = 61,51 + 36,3 + 0,15(793,5 + 23,8) = 220,405 \text{ коп / год};$$

$$C_0^2 = \frac{220,405 \cdot 2,636}{60 \cdot 1,3} = 7,45 \text{ коп.}$$

$$\mathcal{E} = \frac{(6,24 - 7,45) \cdot 10000}{100} = -121 \text{ грн};$$

На основі проведених розрахунків приймаємо 2-й метод обробки. Плануємо маршрут обробки в виді таблиці 2.4

Таблиця 2.4. Технологічний маршрут деталі шпилька

Найменування і короткий зміст операції	Ріжучий інструмент	Обладнання
005. Фрезерно-центрувальна 1.Фрезерувати два торці одночасно 2.Центрувати одночасно два торці	Фреза торцюва D=50,Z= 6 Свердло центровочне тип А, Ø4 мм	МР-77
010Токарназ ЧПК: 1.Точити Ø32, Ø38,5, Ø45 - начорно - начисто 2.Точити фаски 3. Накатування різьби	Різець токарний прохідний Т15К6,φ=45° Різець прохідний відігнутий 25x16x140 ВК8 Головка різьбонакатна ВНГН- трап 4 ТУ 2-035-342-74	16К20
020 Свердлувальна - центрувати 2 отвора - свердли 2 отвори Ø 19 мм -свердли фаски 1,5x45	Центровка Свердло спіральне Р6М5 Ø 19 мм Свердло спіральне Р6М5 Ø 21мм	2Р135Ф2

### 2.3.9.Розрахунок припусків

Розрахунково-аналітичний спосіб визначення припусків на обробку.

Виберемо дві різнотипні поверхні на деталі( зовнішнє точіння Ø45h12, підрізка торця в розмір l=455h12).

Складаємо маршрут обробки для вибраної поверхні, порядок переходів до потрібної шорсткості (класу чистоти поверхні) яка вказана на кресленні деталі.

Виберемо формулу для розрахунку припуску на механічну обробку для вибраної поверхні.

Для розрахунку припуску на обробку діаметра 45 мм та класом точності h12 можна використати наступні формули:

Припуск на обробку Rz:

$$Rz = E + 2Z_{\text{міп}} + P + T + Ra$$

Визначення значень граничного розміру діаметра  $d_{\text{max}}$  та мінімального розміру діаметра  $d_{\text{min}}$  згідно з технічними вимогами чи кресленням деталі.

$$d_{\text{max}} = 45,1 \text{ мм та } d_{\text{min}} = 44,9 \text{ мм.}$$

Визначення значення шорсткості поверхні Ra з технічної документації чи вимог проекту.

$$Ra = 1,6 \text{ мкм.}$$

Розрахунок значення припуску на обробку  $2Z_{міп}$  з використанням формули:

$$2Z_{міп} = d_{max} - d_{min} - 2 * \Delta - 2 * \delta - R_a$$

Підставляємо відповідні значення:

$$2Z_{міп} = 45,1 - 44,9 - 2 * 0 - 2 * (-20) - 1,6$$

$$2Z_{міп} = 0,2 + 40 - 1,6$$

$$2Z_{міп} = 38,6 \text{ мкм}$$

Розрахунок значення припуску на обробку  $R_z$  з використанням формули:

$$R_z = E + 2Z_{міп} + P + T + R_a$$

$$R_z = 0 + 38,6 + 0 + 0 + 1,6$$

$$R_z = 40,2 \text{ мкм}$$

Отже, припуск на обробку  $R_z$  для деталі з діаметром 45 мм та класом точності Н12, припускаючи значення похибки установки  $E = 0$  мкм, відхилення форми  $P = 0$  мкм, та глибини пошкодженого поверхневого слою  $T = 0$  мкм, та шорсткості поверхні  $R_a = 1,6$  мкм, становить 40,2 мкм.

Для розрахунку припуску на обробку торця з довжиною 455 мм та класом точності h12 можна використати наступні формули:

Припуск на обробку  $R_z$ :

$$R_z = E + 2Z_{міп} + P + T + R_a$$

Визначення значень граничної довжини  $L_{max}$  та мінімальної довжини  $L_{min}$  згідно з технічними вимогами чи кресленням деталі.

$$L_{max} = 455,1 \text{ мм та } L_{min} = 454,9 \text{ мм.}$$

Визначення значення шорсткості поверхні  $R_a$  з технічної документації чи вимог проекту.

$$R_a = 3,2 \text{ мкм.}$$

Розрахунок значення припуску на обробку  $2Z_{міп}$  з використанням формули:

$$2Z_{міп} = L_{max} - L_{min} - 2 * \Delta - 2 * \delta$$

$$2Z_{міп} = 455,1 - 454,9 - 2 * 0 - 2 * (-25)$$

$$2Z_{міп} = 0,2 + 50$$

$$2Z_{міп} = 50,2 \text{ мм}$$

Таким чином, припуск на обробку підрізки торця деталі з довжиною 455 мм та класом точності Н12 становить 50,2 мм. Розрахунок значення припуску на обробку  $R_z$  з використанням формули:

$$R_z = E + 2Z_{міп} + P + T + R_a$$

Підставимо ці значення в формулу припуску на обробку  $R_z$ :

$$R_z = 0 + 50,5 + 0 + 0 + 3,2 = 53,7 \text{ мкм}$$

## 2.4. Розробка технологічних операцій механічної обробки

Розробку технологічних операцій механічної обробки зводимо в таблицю 2.5

Таблиця 2.5. Операції механічної обробки

№	Маршрут обробки	Верс- тат	Інструмент		Пристрої
			Різальний	Контроль ний	
003	Заготівельна				
005	Фрезерно-центрувальна 1.Підрізати торці 1 одночасно 2.Центрувати одночасно два торці	MP77	Торцева фреза d=50 T15K6 Свердло центровочне тип А Р6М5	Штанген-циркуль ШЦ-Ш-400-0,1	Пристрій спеціальний верстатний
010	Токарна 1.Точити поверхню Ø32 начисто 2.Точити поверхню Ø38,5 начисто 3.Точити поверхню Ø45 начисто 4.Точити дві фаски 4x 45° 5. Накатування різьби	16K20	Різець збірний контурний з механічним кріпленням пластинки T15K6 Державка- сталь 40X Різець прохідний відігнутий 25x16x140 BK8 Головка різьбонакатна ВНГН- трап 4 ТУ 2-035-342-74	Штанген-циркуль ШЦ-Ш-400-0,1 Мікрометр гладкий МК-ІІ-150-75-0,01	Патрон
020	020 Свердлувальна з ЧПК - центрувати 2 отвори - свердли 2 отвори Ø 19 мм -свердли фаски 1,5x45	2P135 Ф2	Центровка Свердло спіральне Р6М5 Ø 19 мм Свердло спіральне Р6М5 Ø 21мм	Калібр пробка	Пристрій спеціальний верстатний
030	Контрольна	Стіл ВТК		Штанген-циркуль ШЦ-Ш-00-0,1 Штанген-циркуль ШЦ-І-125-0,1 Мікрометр гладкий МК-ІІ- 150-175-0,01 Калібр- пробка	Стіл ВТК

## 2.4.1 Розрахунок режимів різання

Аналітичний метод

1.Зовнішнє точіння Ø40h12

2.Станок моделі 16К20

3. Різець збірний контурний з механічним кріпленням з твердого сплаву Т15К6, державка- сталь 40Х, геометрія різця  $\varphi = 90^\circ$ .

4.Режими різання.

1.1 Глибина різання  $t = \frac{42 - 40}{2} = 1 \text{ мм}$

1.2 Вибір подачі  $S_{\text{маб}} = 0,3 - 0,4 \text{ мм/об}$

1.3 Корекція подачі по паспорту верстату  $S_{\text{маб}} = 0,35 \text{ мм/об}$

1.4 Період стійкості інструменту  $T = 60 \text{ хв.}$

1.5 Розрахунок нормативної швидкості різання

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v,$$

де  $C_v$ ,  $m$ ,  $x$ ,  $y$  - зміні параметри;  $C_v = 350$ ,  $x = 0.15$ ,  $y = 0.35$ ;  $m = 0.2$ ;

$T$ -стійкість різця,  $T = 60 \text{ хв.}$

$K_v$ - поправочний коефіцієнт

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{nv} \cdot K_\varphi \cdot K_r,$$

де  $K_{nv}$ - коефіцієнт, що враховує вплив стану поверхні деталі,  $K_{nv} = 1$

$K_{uv}$ - коефіцієнт, що враховує вплив інструмента,  $K_{uv} = 1$

$K_{mv}$ - коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу заготовки

$$K_{mv} = K_r \left( \frac{750}{\sigma_s} \right)^{n_v}$$

де  $n_v$ - коефіцієнти;  $n_v = 1$

$K_{uv} = 1$ ;

$K_{nv} = 1$ ;

$K_\varphi = 0,75$ ;

$K_r = 1,03$ ;

$$K_{mv} = \left( \frac{750}{600} \right) = 1,25,$$

$K_v = 1.25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1,03 = 0,97$ ;

$$v = \frac{350}{60^{0.2} \cdot 1^{0.15} \cdot 0.35^{0.35}} \cdot 0,97 = 216,2 \text{ м/хв.}$$

4.6 Частота обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 216,2}{3,14 \cdot 38,5} = 1788,4 \text{об / хв.}$$

4.7 Приймаємо за паспортом верстату

$$n_g = 1600 \text{об / хв.}$$

4.7 Розрахунок дійсної швидкості різання

$$V_g = \frac{\pi \cdot d \cdot n_g}{1000} = \frac{3,14 \cdot 38,5 \cdot 1600}{1000} = 193,4 \text{ м / хв.}$$

4.8 Дійсний період стійкості

$$T_g = \left( \frac{C_v}{V_g \cdot t^x \cdot S^g} \right)^{\frac{1}{m}} = \left( \frac{350}{193,4 \cdot 1^{0,15} \cdot 0,35^{0,35}} \right)^{0,2} = 121,9 \text{ хв}$$

4.10 Розрахунок сил різання

$$P_z = 10 \cdot C_{pz} \cdot t^x \cdot s^y \cdot V_g^n \cdot K_{pz},$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, = 1,25 \cdot 0,89 \cdot 1,25 \cdot 1,00 = 1,39$$

$$C_{pz} = 300, X_p = 1, Y_p = 0,75, n_p = -0,15$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,35^{0,75} \cdot 121,9^{-0,15} \cdot 1,39 = 923,18$$

де  $K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$  - коефіцієнти, що враховують якість обробленої поверхні,

$$K_{\phi p} = 0,89, K_{\gamma p} = 1,25, K_{\lambda p} = 1;$$

$K_{mp}$  - коефіцієнт, що враховує якість обробленої поверхні,

4.11 Потужність різання

$$N_p = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{923,18 \cdot 121,9}{1020 \cdot 60} = 1,83 \text{ кВт.},$$

4.12 Перевірка можливості реалізації різних режимів різання

$$N_{\text{шп}} \leq N_{\text{дв}} \cdot \eta$$

$$1,83 \leq 8 \text{ кВт}$$

обробка на даному верстаті можлива

4.13 Час обробки

$$T = \frac{(L + \Delta + Y) \cdot i}{S_0 \cdot n},$$

де  $\Delta$  - величина врізання,  $\Delta = 2$  мм.

$Y$  - величина перебігу,  $Y = 3,5$  мм.

$L$  - довжина обробки,  $L = 18$  мм.

$i$  - кількість переходів,  $i = 1$

$$T = \frac{(192,5 + 2 + 3,5) \cdot 1}{0,35 \cdot 1600} = 0,35 \text{ хв.}$$

Усі інші режими розраховуються табличним методом і результати зводяться в таблицю 2.6

Таблиця 2.6. Розрахунок режимів різання

Назва переходу	t, мм	s, мм/об	V, м/хв	n, об/хв	T, хв
005Фрезерно-центрувальна					
1.Підрізати торці одночасно	2,5	0,1	23,8	320	0,14
2.Центрувати одночасно два торці	3	0,05	19,2	205	0,3
010Токарна					
1.Точити поверхню Ø32 начисто	1	0,35	160,8	1600	0,04
2.Точити поверхню Ø38,5 начисто	1	0,35	193,4	1600	0,35
3.Точити поверхню Ø45 начисто	2	0,35	226,08	1600	0,14
4.Точити дві фаски 4x 45°	4	0,2	120,6	1600	0,02
5. Накатування різьби	3,5	0,6	542,7	120	2,23
020 Свердлувальна з ЧПК					
- центрувати 2 отвори	2	0,2	26,1	500	0,7
- свердлити 2 отвори Ø 19 мм	9,5	0,33	40	500	0,5
-свердлити фаски 1,5x45	10,5	0,33	42	500	0,5

## 2.5 Розрахунок норм часу

Розраховуємо операцію 010. Результати зводяться в таблицю 2.7.

В серійному виробництві визначається норма штучно-калькуляційного часу,  $T_{шт.к.}$

$$T_{шт.к.} = \left( \frac{T_{п.з.}}{n} \right) + T_{шт.т.},$$

$$T_{шт.т.} = T_o + T_d + T_{об} + T_{від}$$

де  $T_{шт.т.}$  - штучний час обробки деталі, хв.

$T_{п.з.}$  - підготовчо-заклучний час на обробку, хв.

n - кількість деталей в налагоджуємій партії

$T_o$  - основний час обробки, хв.

$T_d$  - допоміжний час обробки, хв.

$T_{об}$  - час на обслуговування робочого місця, хв.

$T_{від}$  - час відпочинку, хв.

$$T_o = 2,78 \text{ хв.}$$

$$T_B = T_{\text{вст}} + T_{\text{кер}} + T_{\text{вим}},$$

де  $T_{\text{вст}}$  - час встановлення та зняття деталі, хв.

$T_{\text{кер}}$  - час на керування верстатом, хв.

$T_{\text{вим}}$  - час на вимірювання деталі, хв.

$$T_{\text{вст}} = 0,063 \text{ хв.}, [6];$$

$$T_{\text{кер}} = (0,063 + 0,18 + 0,01 + 0,07) \cdot 1,5 = 0,48 \text{ хв.}, [6];$$

$$T_{\text{вим}} = 0,07 \text{ хв.} [6].$$

$$T_d = 0,063 + 0,01 + 0,07 = 0,143 \text{ хв.}$$

де  $\Pi_{\text{об.від}}$  - норматив часу на обслуговування робочого місця, відпочинок та природні потреби

$$\Pi_{\text{об.від}} = 7 \%,$$

$$\Pi_{\text{об.від}} = 0,75 \cdot 0,07 = 0,05;$$

$$T_{\text{шт.}} = 2,78 + 0,28 + 0,05 = 3,11 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{п.з.}} = 10 \text{ хв.},$$

$$n = \frac{N \cdot a}{254},$$

де  $a$  - періодичність запуску деталей,  $a = 6$  днів.

$$n = \frac{10000 \cdot 6}{254} = 236.$$

Виконуємо корегування, яке полягає в визначенні числа змін та партій деталей за зміну.

$$C = \frac{T_{\text{шт.}} \cdot n_p}{476 \cdot 0,8} = \frac{3,11 \cdot 236}{476 \cdot 0,8} = 1,93.$$

Приймаємо  $C_{\text{пр}} = 2$  зміну.

$$n_{\text{пр.}} = \frac{476 \cdot 0,8 \cdot C_{\text{пр.}}}{T_{\text{шт.}}} = \frac{476 \cdot 0,8 \cdot 2}{3,11} = 245.$$

Тоді

$$T_{\text{шт.к.}} = \frac{10}{1667} + 3,11 + 0,05 = 3,17 \text{ хв.}$$

Для інших операцій проводимо аналогічні розрахунки і зводимо їх у таблицю 8.

Таблиця 2.7. Розрахунок норм часу

	$T_0$	$T_{\text{вст}}$	$T_{\text{кер}}$	$T_{\text{вим}}$	$T_{\text{об}}$	$T_{\text{шт}}$	$T_{\text{п.з}}$	$T_{\text{шт.к}}$
005	0,27	0,063	0,01	0,07	0,75	0,1	10	0,82
010	2,78	0,085	0,48	0,07	5,96	0,05	10	3,17
020	1,7	0,448	0,26	0,07	1,17	0,05	9	1,95
025	2,43	0,243	0,05	0,12	0,62	0,012	8	1,11

## 2.6. Оформлення технологічної документації

В курсовому проєкті для оформлення розроблених технологічних процесів використовуються наступні види технологічних документів загального і спеціального призначення.

- креслення деталі «Шпилька»;
- креслення деталі «Крюк»;
- технологічна схема складання;
- пристрій для затиску заготовки;
- контрольний пристрій «Калібр скоба»;
- креслення МРІ.

## 2.7 Вибір виду і способу отримання заготовки.

Так, крюк складається з двох основних компонентів: втулки і крючка. Втулка є циліндричною деталлю з просвердленим отвором і нарізаною різьбою, яка виконує роль кріплення крюка до шпильки. Крючок, у свою чергу, є елементом, який приварений до втулки. Комбінація цих двох компонентів створює функціональну форму крюка, який може використовуватися для стягування гусениць на танку.

**Виготовлення втулки.** Для отримання заготовки деталі "втулка" вибрати заготовку з металопрокату. У даному випадку, зважаючи на наявність наскрізного отвору у втулці, можна вибрати трубу з товстими стінками.

Пропонується горячедеформована труба безшовна вантажопідйомністю 60х14 ДСТУ 8938:2019 сталь 45:

Зовнішній діаметр – 60 мм

Товщина стінок – 14 мм

Довжина труби – 242 мм

Товсті стінки труби забезпечать необхідну міцність і стійкість деталі під час експлуатації. Після вибору відповідної труби, проводиться нарізання різі за допомогою спеціального комплекту з 2-х мітчиків. Цей метод дозволяє отримати втулку з необхідними геометричними параметрами і забезпечити належну функціональність у відповідних конструкціях.

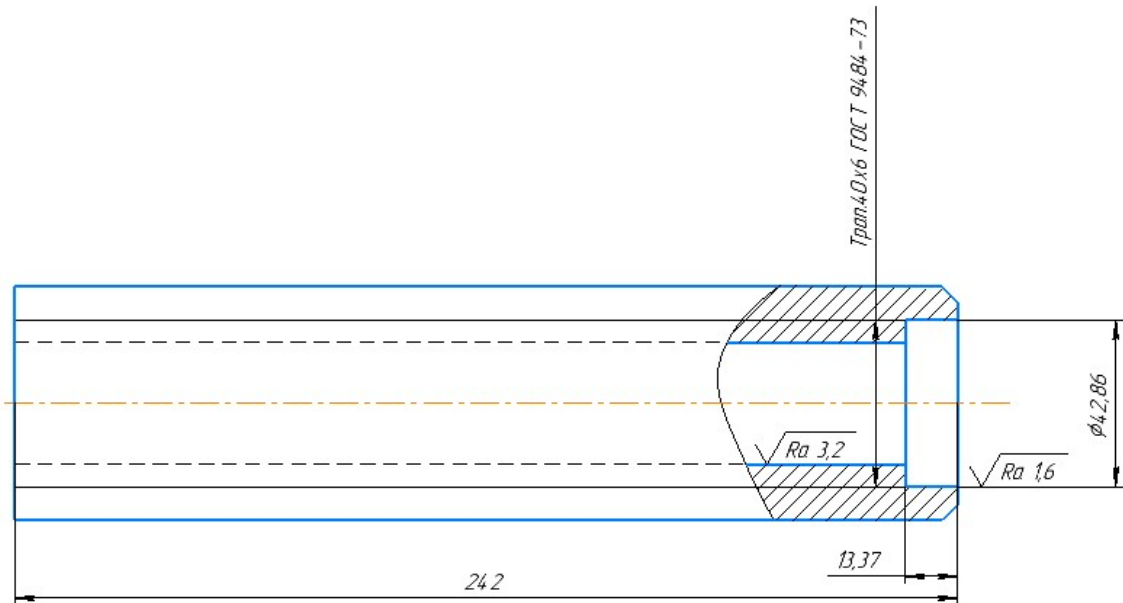


Рисунок 2.2. Креслення втулки

**Виготовлення крючка.** Пропонується використати лазерне вирізання заготовки з листового матеріалу для крючка. Лазерний різ використовує концентрований потік енергії лазерного променя для точного і швидкого вирізання матеріалу.

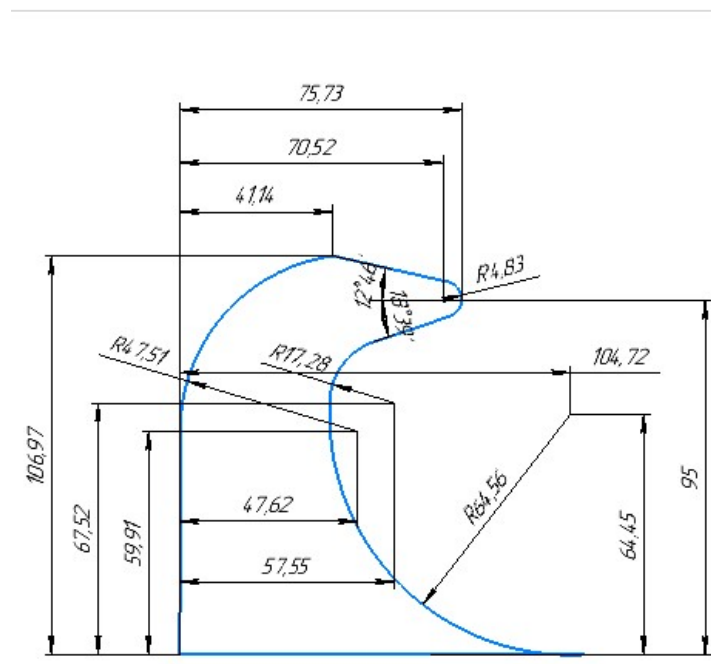


Рисунок 2.3. Креслення крючка

Лазерний промінь зможе точно вирізати необхідну форму крючка, забезпечуючи високу точність і повторюваність.

Переваги лазерного вирізання включають швидкість операції, мінімальну зносоустійкість і точність. Вирізані заготовки можуть бути додатково оброблені з метою притуплення кромки чи зняття фаски.

Процес зварювання крючка та втулки включає об'єднання двох окремих компонентів шляхом термічного з'єднання за допомогою зварювального процесу. Один із способів зварювання, який може бути використаний для крючків і втулок, - це дугове зварювання. Електрод розплавляється, утворюючи шар розплавленого металу, який з'єднує компоненти разом після охолодження. Зварювання крючка та втулки може забезпечити міцне і надійне з'єднання, яке відповідає вимогам конструкції та забезпечує високу якість та довговічність деталей.

## 2.8 Розрахунок маси

У програмі CAD (Computer-Aided Design) було проведено розрахунок маси крюка. Цей розрахунок здійснюється на основі геометричних параметрів моделі, таких як розміри, об'єм та матеріал, використаний для створення моделі.

Програма CAD використовує вбудовані алгоритми і формули для розрахунку маси на основі заданих параметрів. Вона враховує густину матеріалу, яка передбачається для крюка, і об'єм моделі, що був вказаний під час створення.

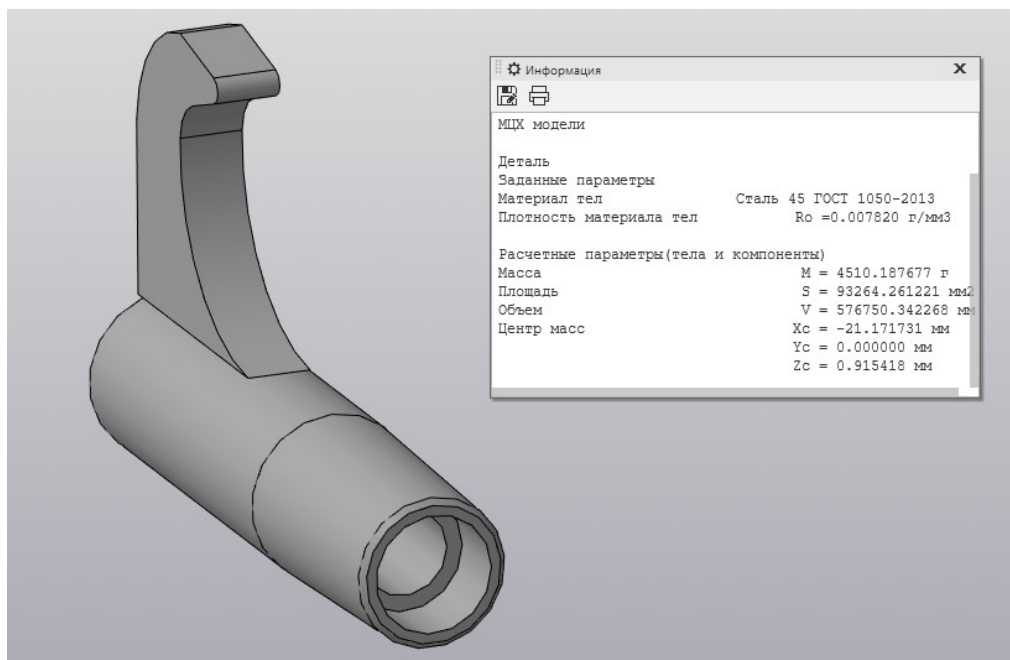


Рисунок 2.4 Розрахунок маси у CAD програмі

Результат розрахунку маси може бути корисним для розрахунку ваги деталі, оцінки витрат матеріалу, визначення потреби в транспортуванні та зберіганні, а також для інших інженерних розрахунків і документації.

Розрахована маса: 4,51 кг

## 2.9 Аналітичний розрахунок припусків.

### 2.9.1 Аналітичний розрахунок припусків деталі «втулка».

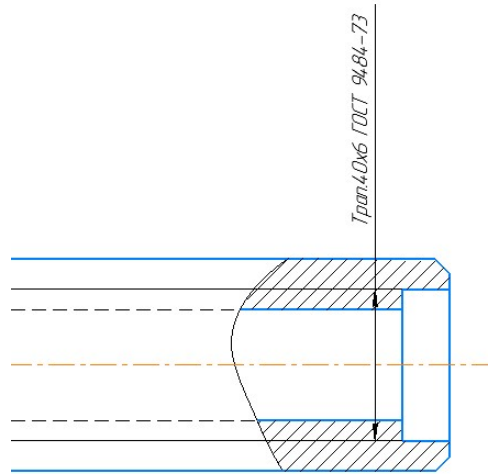


Рисунок 2.5 Ескіз оброблювальної поверхні

Технологічний процес обробки труби (з внутрішнім діаметром 32 мм) виконується в три переходи:

- зенкерування отвору  $\varnothing 34 - H8$ , значення припуску для обробки залежно від діаметра зенкера по ISO 7079-81, приймемо 1 мм
- нарізання трапециїдальної різьби Tr 40x6 I мітчиком.
- нарізання трапециїдальної різьби Tr 40x6 II мітчиком - H6, Ra 0.63 мкм.

### 2.9.2 Аналітичний розрахунок припусків деталі «крюк».

У разі виготовлення крюка, який вже має високу точність та не піддається подальшій обробці, можна застосувати точніші розміри без додаткових припусків. Відсутність припусків гарантує, що виготовлена деталь буде відповідати точним геометричним вимогам і специфікаціям, встановленим для крюка. Однак, залишаються окремі операції, такі як зняття фаски під зварювання та зняття кромки, які виконуються для забезпечення якості з'єднання та безпеки в експлуатації.

Таблиця 2.8 Основних розмірів деталі «Крючок».

Розмір	Значення, мм
Висота	107
Довжина	108.5
Ширина сталі	37
Радіусвнутрішній	64.56
Радіусзовнішній	47.51

Радіус «хвоста»	4.83
-----------------	------

## 2.10 Проектування технологічного маршруту оброблення деталі

### 2.10.1 Технологічність конструкції крюка.

Важливо використовувати матеріал, який легко піддається обробці та має достатню міцність для виконання функцій крюка. У нашому випадку, використовується сталь 45. Конструкція крюка повинна бути такою, щоб оптоволоконний лазер здатен вирізати його зі пластини добре контрольованою та точною технологією. Крюк має просту форму, що полегшує обробку. Конструкція крюка допускає виготовлення з використанням доступних технологій та обладнання. Ми використовуємо оптоволоконний лазер для вирізання крюка зі сталевого листа, що є ефективним методом. Крюк повинен бути легким у монтажі та надійним у використанні. Просте прикріплення крюка до іншого пристрою, забезпечуючи надійну фіксацію.

Загалом, конструкція нашого крюка є технологічною, оскільки вона дозволяє використовувати доступні технології та ресурси для його виготовлення. Вона проста в обробці, легка у монтажі.

### 2.11 Вибір технологічного обладнання.

#### 2.11.1 Вибір технологічного обладнання для деталі «Крючок»

Для реалізації процесу виготовлення деталі "крючок" методом лазерного різання, було проведено аналіз та вибір відповідного технологічного обладнання. Під час розгляду різних варіантів був зроблений висновок про переваги лазерних верстатів, зокрема, моделі AFX від фірми ARAMIS. Один із головних факторів, що сприяв вибору лазерного верстата ARAMIS моделі AFX, - це його висока точність та дотримання заданих геометричних параметрів. Модель AFX-PRO від ARAMIS відома своїм високим рівнем прецизійного різання, що є важливим для отримання деталі "крючок" з вимогами до точності.

Цей верстат підтримує програмне забезпечення SolidWorks.



Рисунок 2.6 Загальний вигляд лазерного верстата ARAMIS AFX-PRO

Також важливим фактором вибору була швидкість та продуктивність лазерного верстата ARAMIS AFX-PRO. Завдяки своїй потужності та оптимальним параметрам різання, ця модель забезпечує ефективний процес вирізання деталей з листового матеріалу. Це дозволяє збільшити загальну продуктивність і зменшити час виготовлення деталі "крючок".

Також варто зазначити, що ARAMIS AFX-PRO має досить широкі можливості в різанні різних матеріалів. Це дає нам гнучкість у виборі матеріалу для деталі "крючок" і розширює наші можливості у виготовленні.

Загалом, вибір лазерного верстата ARAMIS моделі AFX-PRO є раціональним та обґрунтованим рішенням для наших потреб у виготовленні деталі "крючок". Його висока точність, продуктивність та гнучкість у різанні матеріалів дозволяють нам забезпечити якісне та ефективне виробництво даної деталі.

Таблиця 2.9 Основні характеристики лазерного верстата ARAMIS AFX-PRO

Швидкість різання	Точність пози ціонування та повторюваність	Векторна ш видкість	Ро- бо- че по- ле	Система руху	Лазер- недже- рело	Потуж ність лазера
До 60 м/хв	$\pm 0,01$ мм/ $\pm 0,0$ 1мм	180 м/хв	1,5 x3 м	Лінійний магні тний двигун	IPG\nLig ht	4-20 кВт

Основною перевагою вибору лазерного верстата ARAMIS моделі AFX-PRO є його здатність різати товсті металеві матеріали. Завдяки потужності 10 кВт, цей верстат забезпечує високу якість різання товстого металу, що є важливим параметром для нашої деталі "крючок". Такий вибір технологічного обладнання дає нам можливість реалізувати нашу ідею з високою якістю та точністю.

Додаткові переваги вибору верстата ARAMIS AFX-PRO:

Продуктивність: Скорочення часу виробництва і більш висока надійність процесу.

Ефективність: Зменшення споживання енергії, витрати матеріалу, відсутність лазерних газів – менше виділення CO<sub>2</sub>

Зручність обслуговування: Простота встановлення, експлуатації та обслуговування.

### 2.11.2 Вибір технологічного обладнання для деталі «Втулка»

Вибір технологічного обладнання для виготовлення деталі "втулка" включає використання універсального токарного верстата моделі 16к20. Цей верстат забезпечує необхідну точність та функціональність для обробки заготовки та створення внутрішньої різи. Він володіє потрібними технічними характеристиками і здатний виконувати операції, необхідні для створення деталі "втулка" з вимогами щодо якості та точності.

### 2.11.3 Вибір технологічного обладнання для зварювання готового виробу «Крюк»



Рисунок 2.7. Загальний вигляд інверторного зварювального апарату TeslaWeld MMA 280.

Вибір технологічного обладнання для готового виробу "Крюк" включає в себе інверторний зварювальний апарат TeslaWeld MMA 280. Цей апарат є ідеальним рішенням для приварювання крючка до втулки. Він оснащений потужністю 280 ампер, що забезпечує зварювання електродами діаметром до 5 мм. Ця характеристика дозволяє використовувати апарат для процесу зварювання крюка до втулки, забезпечуючи надійність з'єднання. Інверторний принцип роботи апарата дозволяє отримати стабільний дуговий розряд і точність керування процесом зварювання. Завдяки компактним розмірам і низькій вазі, цей апарат є зручним у використанні і перенесенні. Загалом, TeslaWeld MMA 280 є надійним і ефективним обладнанням для успішного зварювання крючка до втулки, допомагаючи створити готовий виріб "Крюк" з високою якістю з'єднання.

## 2.12 Вибір металорізального інструменту

### 2.12.1 Вибір металорізального інструменту для деталі «крючок»

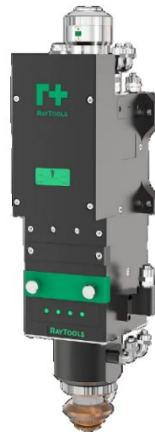


Рисунок 2.8. Загальний вигляд лазерної головки з автофокусом RayTools BS12K

Вибір металорізального інструменту в нашому випадку включає в себе вибір лазерної головки з автофокусом RayTools BS12K. Ця ріжуча головка призначена для використання з лазерами потужністю 12 кВт і має оптимальні характеристики для наших потреб.

Внутрішня структура лазерної головки повністю герметична, що дозволяє уникнути забруднення оптичних лінз і забезпечує стабільну роботу. Привід переміщення автофокусу здійснюється за допомогою сервоприводу, що забезпечує точне регулювання фокусу.

Фокус колімаційної лінзи складає 100 мм, а фокальний фокус - 200 мм. Головка має горизонтальне регулювання фокусу в межах +/- 1,5 мм і вертикальне регулювання від +30 мм до -50 мм, що дозволяє налаштувати різання з необхідною точністю і глибиною.

Загальна ефективна апертура головки становить 32 мм. Її вага складає 6,8 кг, що робить її легкою і зручною для монтажу та використання на верстаті.

Важливою особливістю цієї лазерної головки є наявність зв'язку і керування автофокусом на базі EtherCAT, що забезпечує швидке і точне налаштування фокусу з використанням сучасних комунікаційних протоколів.

Також варто відзначити інтелектуальну сенсорну технологію з моніторингом стану в режимі реального часу, що дозволяє контролювати роботу головки і виявляти будь-які відхилення або проблеми під час різання металу.

Вибір лазерної головки RayTools BS12K з автофокусом відповідає нашим потребам і забезпечує ефективне та якісне різання металу з використанням лазерного верстата ARAMIS моделі AFX.

### 2.12.2 Вибір металорізального інструменту для деталі «втулка»

Металорізальний інструмент для деталі "втулка" з трапецеїдальною різьбою обирається з урахуванням таких характеристик мітчика Tr40x6 P18 L=265. Використовують комплект мітчиків, (чорновий та чистовий). Для поліпшення якості різьби та запобігання злому мітчика.

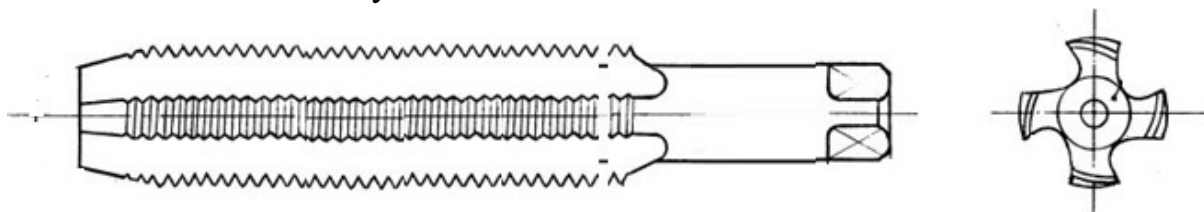


Рисунок 2.8. Загальний вид комплекту мітчиків

### 2.13 Проектування маршруту обробки поверхонь деталей.

Розробку технологічних операцій механічної обробки зводимо в таблицю 2.10.

Таблиця 2.10. Операції механічної обробки крюка

№	Маршрут обробки	Верстат	Інструмент		Пристрої
			Різальний	Контрольний	
003	Заготівельна				
004	Лазерне різання 1. Різати лазером по контуру	AFX-PRO	Оптоволоконний лазер	Шаблон	Лазерна головка з автофокусом RayTools BS12K
010	Токарна 1. Зенкерувати внутрішній діаметр 32 до Ø34 зенкером. 2. Нарізати трапецеїдальну різь Tr40x6 – чорновим мітчиком 3. Нарізати трапецеїдальну різь Tr40x6 – чистовим мітчиком	16K20	Зенкер 34 мм с хвостовиком конус Морзе 2 HSS, DIN 335 Спеціальний комплект мітчиків для трапецеїдальної різі Tr40x6 P18 L=265	Штангенциркуль ШЦ-III-400-0,1 Мікрометр гладкий МК-П-150-75-0,01 Шаблон	Трьохкулачковий патрон

011	Зварювальна 1. Зварити крюк до втулки		Електроди 1.6 мм	Штанген- циркуль ШЦ-III- 400-0,1  Різьбовий шаблон	TeslaWeld MMA 280
015	Контрольна	Стіл ВТК		Штанген- циркуль ШЦ-I- 125-0,1  Різьбовий калібр- пробка	Стіл ВТК

**2.14 Розрахунок режимів різання за допомогою спеціалізованих програм або онлайн калькуляторів.**

**2.14.1 Розрахунок режимів різання деталі «втулка» за допомогою спеціалізованої програми «WalterMachiningCalculator 6.0.1»**

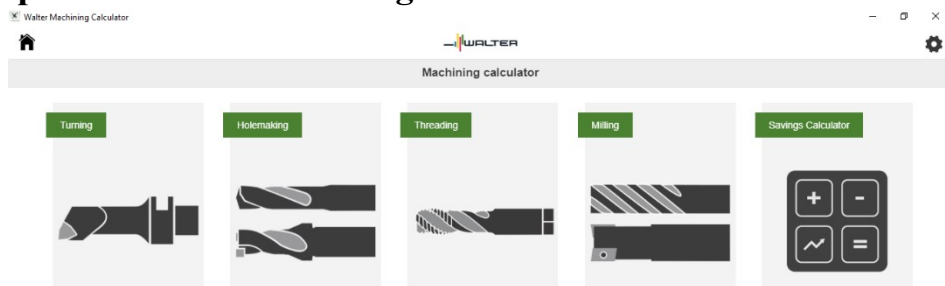


Рисунок 2.9. Загальний вигляд програми «WalterMachiningCalculator 6.0.1»

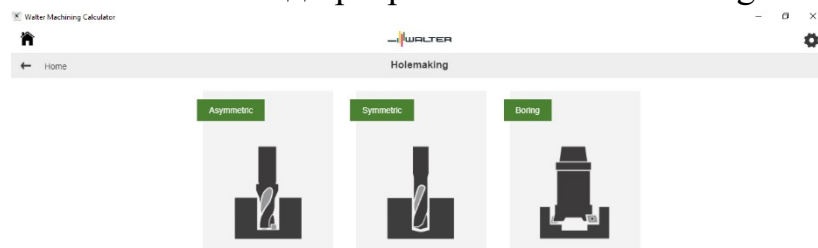


Рисунок 2.10. Загальний вигляд підменю програми «WalterMachiningCalculator 6.0.1»

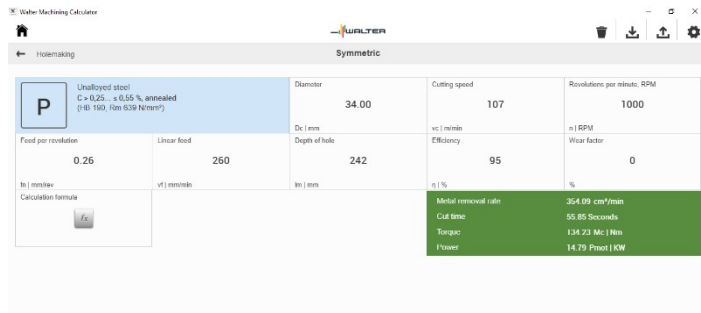


Рисунок 2.11. Приклад розрахунку режиму різання у програмі «WalterMachiningCalculator 6.0.1»

Розраховані значення виведені у таблицю 2.11.

Таблиця 2.11. Розрахунок режимів різання для зенкерування.

Діаметр	34	mm
Швидкість різання	106,81 4	m/min
Частота обертання об./хв	1 000	RPM
Хвилинна подача	260	mm/мін
Глибина отвору	242	mm
ККД верстата	95	%
Критерій зносу	0	%
Питоме знімання матеріалу	354,08 9	cm <sup>3</sup> /мін
Час обробки	55.85 Секунд	
Момент	134,23 1	Nm
Потужність	14,789	KW

Таблиця 2.12. Розрахунок режимів різання для нарізання різьби одним мітчиком.

Номінальний діаметр різьби	40	mm
Крок різьби	6	mm
Глибина різання	242	mm
Швидкість обертання	75,398	m/min
Частота обертання	600	RPM

Хвилинна подача	3 600	mm/mi n
Кількість канавок	3	
ККД верстата	95	%
Критерій зносу	0	%
Час обробки	9.13 Секунд	
Момент	408,41 2	Nm
Потужність	27,012	KW

## 2.14.2 Розрахунок режимів різання деталі «крючок» за допомогою спеціалізованої програми «СПРУТ-ТП»

Таблиця 2.13. Розрахунок режимів різання для лазерного нарізання.

Потужність	Частота	Подача		Тиск газу	Допоміжний газ
8000 Вт	50 Гц	900 мм/хв	3,9 дюйм/хв	2,5 х 0.1 МПа	Кисень

## 2.15 Технічне нормування операцій за допомогою спеціалізованих програм або он-лайн калькуляторів

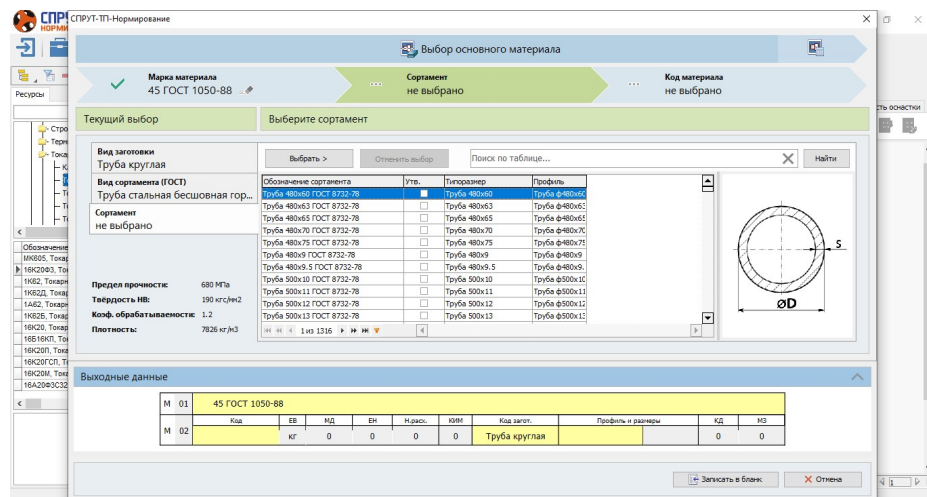


Рисунок 2.12 Введення даних у програму СПРУТ-ТП.

№	Шт	Уч	ТМ	Стор	Код идентификации операции	Имя	Код наименования оборудования	Профессия	Разряд	T <sub>по</sub>	T <sub>шт</sub>	T <sub>шк.оп.</sub>
A.01	05	01	01	005	4205	Литье		17209	3	1.2	7.9	7.9
A.02	15	03	01	010	0201	Технический контроль	Плита 1-9-2500x1600 ГОСТ 19905, ОТК	12966	3	0.2	0.3	0.3
A.03	10	01	02	015	4110	Токарная	18020, Токарный станок	19149	3	8	15.05	15.05
A.04	10	09	02	020	0201	Технический контроль	Плита 1-9-2500x1600 ГОСТ 19905, ОТК	12966	3	0.4	1.5	1.5
A.05	10	01	05	025	4233	Токарная с ЧПУ	18030Ф023, Токарный станок с ЧПУ	18045	4	15	10.3	10.3
A.06	10	09	02	020	0201	Технический контроль	Плита 1-9-2500x1600 ГОСТ 19905, ОТК	12966	4	1.5	2.4	2.4
A.07	20	01	01	035	0440	Олидривание	Склад готовой продукции	12739	3	0.01	0.01	0.01
Итого:										26.71	37.00	37.66

Рисунок 2.13 Выведення результатів розрахунків.

Для деталі «втулка»:

$$T_{по} = 26.71$$

$$T_{шт} = 37.00$$

$$T_{шк.оп.} = 37.66$$

Для деталі «Крючок»:

$$T_{по} = 12.30$$

$$T_{шт} = 25.00$$

$$T_{шк.оп.} = 25.50$$

Для деталі «Крюк»:

$$T_{по} = 15.25$$

$$T_{шт} = 26.75$$

$$T_{шк.оп.} = 30.13$$

Де  $t_{шт}$ - коефіцієнт на кількість деталей, який враховує загальний час на виготовлення однієї деталі при масовому виробництві.

$t_{по}$  - коефіцієнт на складність операцій, який враховує час, необхідний для виконання певних операцій залежно від їх складності та технологічних вимог.

$t_{шк.оп}$  - коефіцієнт на штучно-операційний час, який враховує час на підготовку та налагодження обладнання, переналаштування машини, зміну інструментів та інші фактори, пов'язані з обробкою однієї деталі.

## 2.16 Розробка керуючої програми для верстата з ЧПК за допомогою САМ програми SolidCam.

Розробка керуючої програми включає в себе процес створення програмного коду, який визначає послідовність операцій, необхідних для виконання обробки на верстаті з ЧПК. Для цього використовується спеціалізоване програмне забезпечення SolidCam. Розробка керуючої програми включає визначення геометрії

деталі, вибір інструментів, налаштування різних параметрів обробки, таких як швидкість різання, глибина різання, подача і т.д. Окрім цього, програма SolidCam дозволяє симулювати обробку для перевірки її правильності та ефективності перед фактичним виконанням на верстаті. Розробка керуючої програми з використанням SolidCam допомагає автоматизувати процес обробки, забезпечує високу точність і продуктивність, а також дозволяє швидше виконати виробничі завдання.

Керуюча програма наведена у додатку

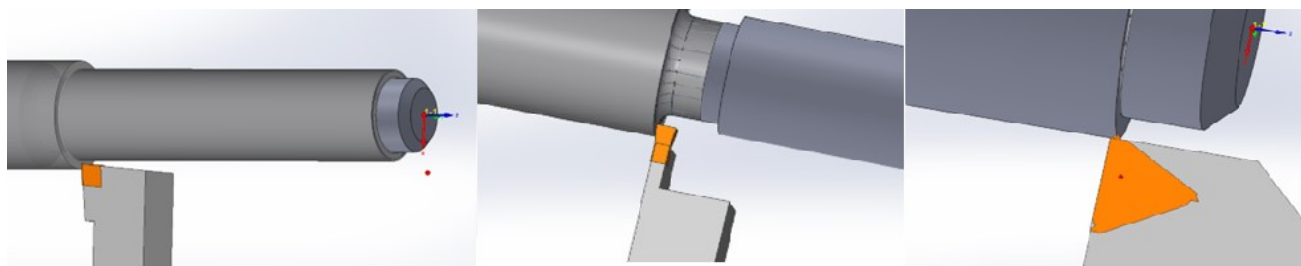


Рисунок 2.14. 3D-Симуляція обробки заготовки

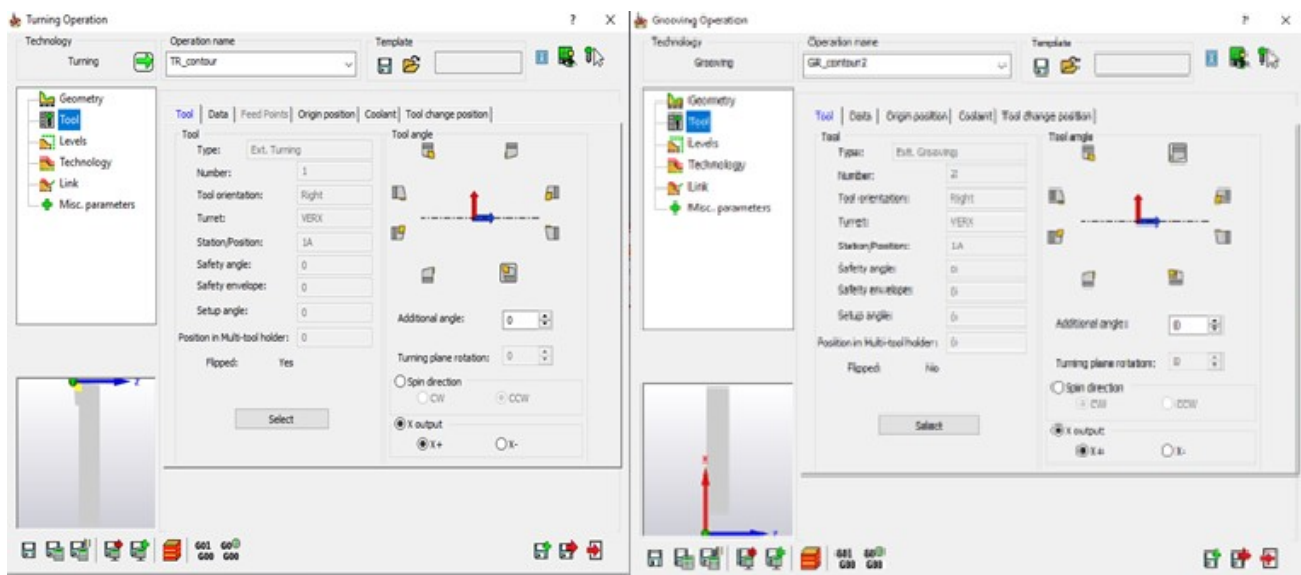


Рисунок 2.15. Вибір різального інструменту

## 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

### 3.1. Проектування верстатного пристрою

Згідно із завданням необхідно спроектувати пристрій для свердлування радіального отвору.

#### 3.1.1 Вибір схеми базування та закріплення деталі

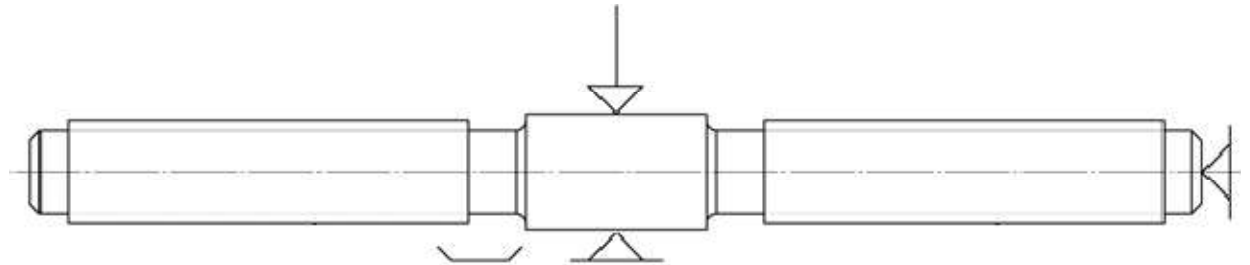


Рисунок 3.1 – Схема базування

Деталь базується зовнішньою циліндричною поверхнею на вузькі призми, які позбавляють її 4-ох степенів вільності. Упор в торець позбавляє деталь 5-ї степені вільності.

Деталь притискається зусиллям Р.

#### 3.1.2 Вибір установочних елементів пристрою.

Деталь встановлюється на призматичні опори з кутами  $2\alpha=90^\circ$  та переміщується до упору.

#### 3.1.3 Розрахунок точності обробки.

Допустима похибка обробки

$$\Delta_{\text{доп}} = T \cdot k \cdot w,$$

де Т-допуск на відповідний розмір,  $T=0.12\text{мм}$

к-поправочний коефіцієнт,  $k=1.2$

w-похибка верстата,  $w=0.02\text{мм}$

Похибка установки деталі в пристрої

$$\varepsilon_y = \sqrt{\xi_\delta^2 + \xi_3^2 + \xi_{\text{пр}}^2},$$

де  $\xi_\delta$ -похибка базування,

$$\xi_\delta = 0.5 \cdot T_d (1/\sin\alpha - 1) = 0.5 \cdot 0.12 (1/\sin 45 - 1) = 0.02 \text{ мм}$$

$\xi_3$ -похибка закріплення,  $\xi_3 = 0.012 \text{ мм}$  [7 ст 180]

$\xi_{\text{пр}}$ -похибка пристрою ,

$$\xi_{\text{пр}}=(1/4\dots 1/10)T_{\text{д}}=(1/4\dots 1/10)\cdot 0.3=(0.075\dots 0.03) \text{ мм.}$$

Приймаємо  $\xi_{\text{пр}}=0.03$

$$\varepsilon_y = \sqrt{0.02^2 + 0.012^2 + 0.03^2} = 0.038$$

$$\Delta_{\text{доп}} = 0.12 - 1.2 \cdot 0.02 = 0,096 \text{ мм.}$$

Так як  $\Delta_{\text{доп}} > \varepsilon_y$ - точність пристрою забезпечується.

### 3.1.4.Розробка схеми закріплення деталі

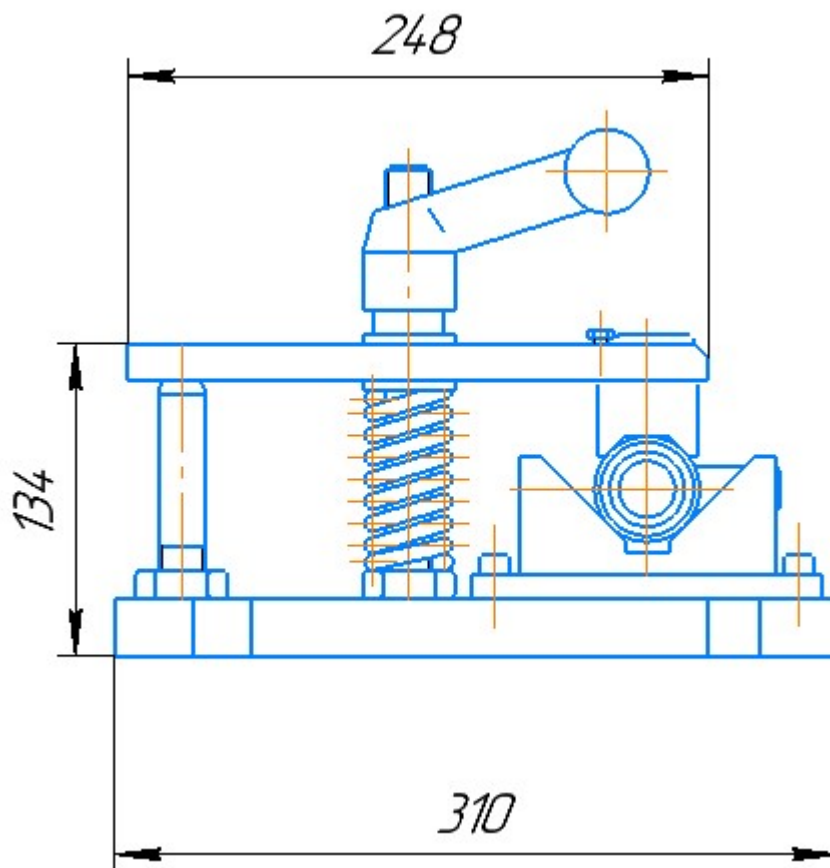


Рисунок 3.2 – Схема закріплення деталі

### 3.1.5.Розрахунок сили закріплення деталі.

Сили , які впливають на силу закріплення деталі:

Подача  $S= 0,1$  мм/хв.;

Швидкість різання  $V_g= 23,8$  м/хв;

Оберти шпинделя  $n = 320$  об/хв.

$$P = 10C_p D^q S^y K_p = 10 \cdot 68 \cdot 6^1 \cdot 0,1^{0,7} \cdot 0,844 = 687,07$$

$$Q = P \frac{l + hf + rf_0}{l - h_1 f_1 - rf_0} = 687,07 \frac{37 + 43 + 20}{117 - 35 - 20} = 1108,2 \text{ Н.}$$

Шток має діяти на прижим іззусиллямне менш ніж 1108,2 Н.

Визначаємо коефіцієнт запасу.

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6$$

$K_1 = 1,5$ -коєф. гарвнтовогозапасу;

$K_0 = 1$ -коєф. враховує збільшення сил;

$K_2 = 1,2$ - коєф. враховує збільшення сил;

$K_3 = 1$ - коєф. враховує збільшення сил при перервному свердлуванні;

$K_4 = 1,3$ -характеризує постійність сил закріплення;

$K_5 = 1$ -характеризує ергономіку ЗМ;

$K_6 = 1$ -коєф. який враховує крутний момент.

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 2,34$$

Приймаємо  $K = 2,5$ ; Тоді дійсна сила закріплення дорівнює  $2,5 \cdot Q$ .

### 3.1.6. Розрахунок елементів пристрою на надійність

Більшість корпусних деталей є стандартними, отже, не потрібно проводити розрахунок.

### 3.1.7. Вибір корпусних елементів пристрою

Плита (УСП) 400x240

Призма  $2\alpha = 90^\circ$

### 3.1.8. Розробка технічних умов на пристрій і опис його роботи.

Пристрій призначений для кріплення його на стіл верстату, закріплення на ньому заготовки до послідувочої обробки на свердлувальному верстаті.

Пристрій має забезпечувати точність встановлювання і закріплення заготовки.

Пристрій працює наступним чином:

Плита кріпиться до столу верстату за рахунок кріпильних болтів. Попередньо до плити кріпляться. Плити з призмами до однієї з призм кріпиться упор і затискний пристрій який складається з гвинту та притиску, до однієї призми кріпиться плита з кондукторною втулкою.

Заготовка встановлюється на призматичні опори до упору і затискається затискним механізмом наступним чином: деталь притискається одним кінцем прижиму який кріпиться на гвинті, а на інший кінець давить з відповідною силою шток гідроциліндру. Сам гідроциліндр кріпиться до плити через приваре-

ний кронштейн болтом . Після проведення обробки тиск в гідро циліндрі припиняється і прижим стає рухомим що дозволяє вивільнити та прокрутити заготовку на 90 градусів для подальшого свердлування.

Після звільнення заготовки 1, необхідно запресувати штифт 2 в попередньо просвердлений отвір шпильки та прокрутити її поки штифт не вийде у паз 3. Ця операція зафіксує шпильку для подальшого аналогічного свердлування.

Пристрій зручний при його зборці і установці, і є досить простим в експлуатації.[11]

### 3.2 Проектування контрольного пристрою.

#### 3.2.1 Технічні умови та вимоги креслення, що підлягають контролю.

Вимоги до діаметру вала:  $34 \pm 0,03$  мм

#### 3.2.2 Вибір схеми вимірювання заданого параметру.

Перед нарізання різьби необхідно перевірити середній діаметр. Для вимірювання діаметра вала застосовується калібр-скоба.

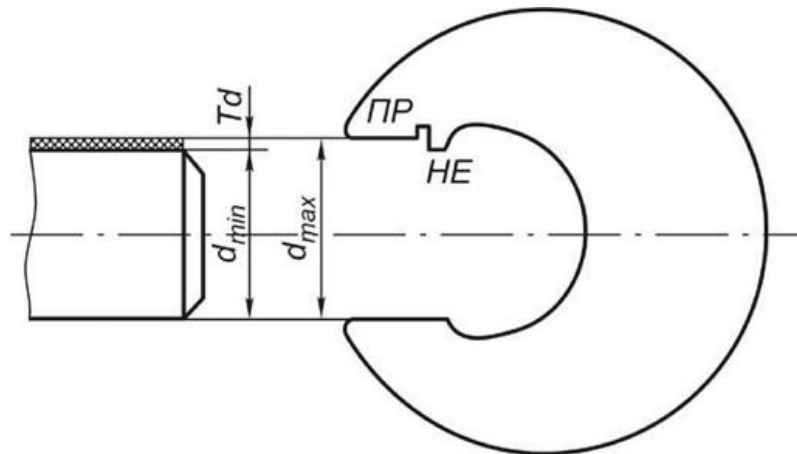


Рисунок 3.3 – Схема вимірювання заданого параметру

#### 3.2.3 Схеми розміщення полів допусків калібрів.

Розташування полів допусків та відхилень за межами полів допусків виробів має відповідати зазначеним на рисунку 3.4

Для номінальних розмірів до 180 мм, валів кваліфікації від 9 до 17.

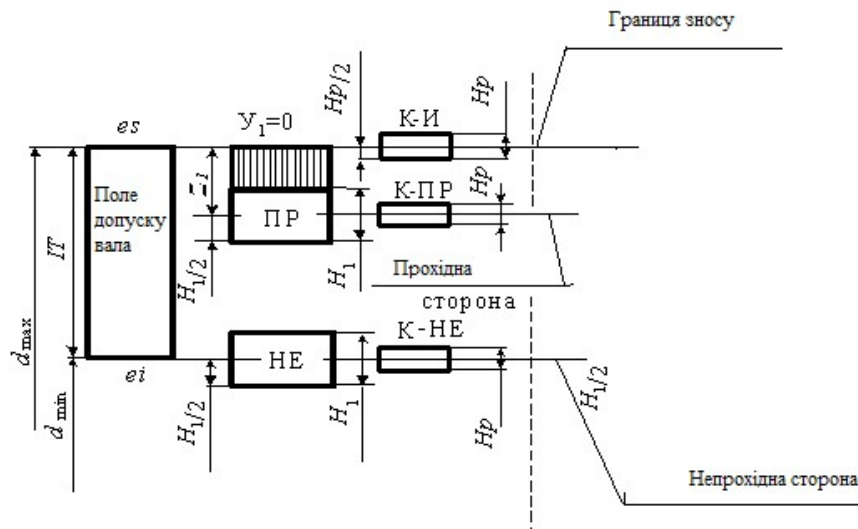


Рисунок 3.4 – Схема Допуски і відхилення калібрів

$D = 34$  мм;

$D = 33,7$  мм - найменший граничний розмір виробу;

$D = 34$  мм – найбільший граничний розмір виробу;

$H = 4$  мм - допуск виготовлення калібрів (крім калібрів зі сферичними вимірювальними поверхнями) для отвору;

$H_1 = 7$  мм — допуск на виготовлення калібрів для валу;

$H_p = 2,5$  мм - допуск виготовлення контрольного калібру для скоби;

$Z = 11$  мм— відхилення середини поля допуску виготовлення прохідного калібру для отвору

щодо найменшого граничного розміру виробу;

$Z_1 = 11$ мм - відхилення середини поля допуску на виготовлення прохідного калібру для валу

щодо найбільшого граничного розміру виробу;

$Y_1$  — допустимий вихід розміру зношеного прохідного калібру для валу за кордон

Граничні розміри:

$$PR_{\max} = (d_{\max} - Z_1 + H_1/2)$$

$$PR_{\min} = (d_{\max} - Z_1 - H_1/2)$$

$$PR_{\text{изн}} = (d_{\max} + Y_1)$$

$$HE_{\max} = (d_{\min} + H_1/2)$$

$$HE_{\min} = (d_{\min} - H_1/2)$$

$$PR_{\max} = (34 - 0.011 + 0.007/2) = 33,9925 \text{ мм}$$

$$PR_{\min} = (34 - 0.011 - 0.007/2) = 33,9855 \text{ мм}$$

$$PR_{\text{изн}} = (34 + 0) = 34 \text{ мм}$$

$$HE_{\max} = (33,764 + 0.011/2) = 33,7695 \text{ мм}$$

$$HE_{\min} = (33,764 - 0.011/2) = 33,7585 \text{ мм}$$

Виконавчі розміри:

Діаметр прохідної сторони



пов'язані з конічним зубчастим колесом зі зворотної сторони диску, кулачки приводяться в рух зміщаючись по спіралі.

Конструкція токарного патрона забезпечує велике зусилля затиску оброблюваної деталі, забезпечує точність центрування та перпендикулярність поверхонь осі обробки. Токарні патрони мають чотири класи точності:

- Н – патрон нормальної точності;
- П – патрон підвищеної точності
- В – патрон високої точності
- А- патрон особливо високої точності.

Таблиця 3.1. Основні характеристики токарного трьохкулачкового патрона

Діаметр:	160 мм
Діаметр посадкового отвору:	125 мм
Діаметр розташування кріпильних отворів:	140 мм
Діаметр отвору в корпусі:	42 мм
Кількість та розмір кріпильних отворів:	6xM10
Кріплення патрону:	на планшайбу
Кількість кулачків в патроні:	3 шт
Максимальна частота обертів:	4600 об/мин
Мінімальна сумарна сила затиску на кулачках:	31000 Н
Матеріал:	сталь
Клас точності:	Н
Маса:	10 кг

### 3.3 Проектування спеціального різучого інструменту

Головка різьбонакатні типу ВНГН-трап 4

Призначена для накручування зовнішніх правих та лівих різей; метричних діаметром 4-52 мм і трапецеїдальних діаметром 16-42 мм з кроком 4-6 мм на деталях з вуглецевих, конструкційних, корозійностійких сталей та кольорових металів з відносним подовженням  $\epsilon > 8\%$ .

Можуть працювати в режимах, що обертається і не обертається на токарних-свердлильних, револьверних верстатах і автоматах.

Конструкція головок передбачає регулювання різьбонакатних роликів на діаметр різьби, що накатується, і автоматичне розкриття головки після накручування різі;

Забезпечують отримання метричних різей 6-го ступеня точності та трапецеїдальних різей 8-го ступеня точності.

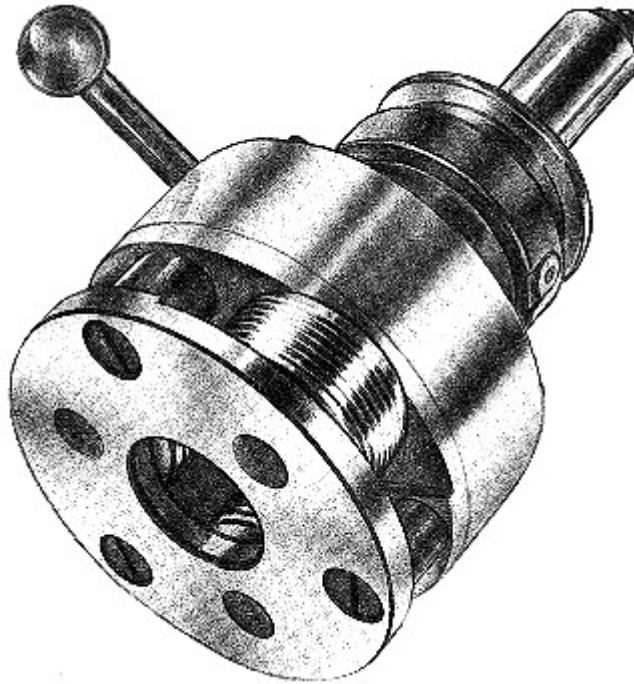


Рисунок 3.6. Загальний вигляд.

### 3.3.1 Розрахунок роликів для різьбонакатки.

1) Дано різь: tr 40x6

$d_{\text{зовн}} = 41$  мм

$d_{\text{сп}} = 37$  мм

$d_{\text{вн}} = 40$  мм

крок  $p = 6$  мм

Висота профіля різі

$$t = \frac{d_{\text{нар}} - d_{\text{вн}}}{2} = \frac{41 - 40}{1}$$

Довжина різі:  $l = 155$  мм

Матеріал деталі: сталь 15

Довжина між центрами роликів  $L = 107 \div 128$  мм.

2) Розрахунок елементів ролика

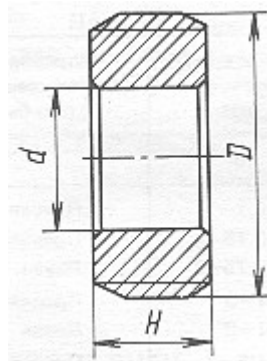


Рисунок 3.7. Ескіз ролика.

1. Граничні розміри зовнішнього діаметру ролика:

$$D_{\text{зовн.мах}} = L_{\text{мах}} - d_{\text{зовн}} = 128 - 41 = 87 \text{ мм.}$$

$$D_{\text{зовн.мін}} = L_{\text{мін}} - d_{\text{зовн}} = 107 - 41 = 66 \text{ мм.}$$

$$D_{\text{зовн}} = 66 \div 87 \text{ мм.}$$

2. Середній діаметр ролика и число заходів

$$D_{\text{ср}} = D_{\text{зовн}} - t = 87 - 1 = 86 \text{ мм}$$

Число заходів

$$n = \frac{D_{\text{ср}}}{d_{\text{ср}}} = \frac{86}{37} = 2,32$$

Приймаємо число заходів на  $n=3$ , відповідно прийнятому числу заходів розрахунковий.

$$D_{\text{ср.розрх}} = d_{\text{ср}} \times n = 37 \times 4 = 148 \text{ мм}$$

Враховуючи запас на перешліфування різі ролика,

$$D_{\text{ср.нов.ролика}} = 1,0175 \times D_{\text{ср.розрх}}$$

$$D_{\text{ср.нов}} = 1,0175 \times 148 = 150,59 \text{ мм}$$

$$D_{\text{ср.знош.ролика}} = 0,9825 \times D_{\text{ср.розрх}}$$

$$D_{\text{ср.знош}} = 0,985 \times 148 = 145,78 \text{ мм}$$

$$3. \text{Ширина ролика: } B = 28 + 4n = 28 + 4 \times 3 = 40 \text{ мм [12].}$$

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Робочим місцем токаря є токарний верстат, біля якого він перебуває протягом всієї робочої зміни.

На робочому місці повинен бути набір різців, підкладок під них, обертаючий центр, та інше.

Біля кожного верстата повинна бути вивішена інструкція з безпечної його експлуатації та табличка із зазначенням особи, яка відповідає за його експлуатацію.

На кожному робочому місці біля верстата на підлозі повинні бути дерев'яні трапи на всю довжину робочої зони і шириною не менше 0,6 м від частин верстата, що виступають.

Робоче місце токаря повинно мати достатнє освітлення, в тому числі і місце.

На робочому місці токаря не повинно бути протягів.

Пускові пристрої, електродвигуни, а також металеве обладнання, яке може опинитись під напругою, повинні бути заземленими.

Пускові ящики електродвигунів повинні мати блокування, яке дозволяє відкривати ящик тільки після виключення рубильника.

Пускові кнопки повинні бути заглиблені, що виключає самовільне вмикання при випадковому дотику.

Для запобігання шкірних захворювань при користуванні охолоджуючими рідинами (емульсії, масла та інше) необхідно перед початком роботи змастити руки спеціальними пастами.

Прутковий матеріал, що подається до верстата для обробки, не повинен мати кривизни.

Перед початком роботи потрібно одягти спецодяг, застібнутися, заправити одяг так, щоб не було звисаючих кінців, одягти головний убір.

Перевірити наявність, справність інструменту і розкласти його в порядку, зручному для роботи.

Відрегулювати освітлення так, щоб робоча зона була достатньо освітлена, а світло не засліплювало очі.

Перевірити верстат на холостому ході: справність органів керування (механізмів головного руху, подачі, пуску, зупинки та інше), справність системи змащення і охолодження, справність фіксації важелів включення і переключення (впевнитись, що можливість самовільного переключення з холостого ходу на робочий виключена), відсутність слабину в рухомих частинах верстата, особливо в шпинделі, подовжніх і поперечних полозках супорта.

Перевірити справність та наявність усіх огорожень і пристроїв, надійність закріплення різального інструменту.

При виявленні несправностей інструменту, обладнання верстата, не приступаючи до роботи, необхідно повідомити про це керівника робіт.

Під час установки (нагвинчування) патрона на шпindelь необхідно підкласти під них на верстат дерев'яні прокладки з виїмкою по формі патрона; нагвинчувати тільки вручну.

Потрібно надійно та жорстко закріплювати деталі в патроні верстата. Після закріплення деталі вийняти з патрона торцевий ключ. Не допускати, щоб кулачки виступали за бокову поверхню патрона. Якщо кулачки виступають, необхідно замінити патрон або встановити спеціальні захисні пристосування.

Під час обробки заготовок в центрах необхідно застосовувати безпечні хомути або повідкові патрони.

Під час закріплення заготовок в центрах:

- протерти та змастити центрові отвори;
- застосовувати токарні центри, які відповідають розмірам отворів;
- не допускати упору центра в дно центрального отвору заготовки;
- не затягувати туго задній центр;
- надійно закріплювати задню бабку;
- надійно закріплювати заготовку в хомутах, щоб вона не прокручувалась в процесі обробки.

Під час обробки металів, котрі дають стружку, не допускати намотування її на заготовку, що обробляється, інструмент, патрон; в цих випадках користуються спеціальними різцями. Скидати стружку необхідно від себе і в бік від патрона.

Для захисту очей від стружки та бризок охолоджувальної рідини необхідно користуватися захисним екраном або окулярами.

Виліт різця при закріпленні його в різцеутримувачі не повинен перебільшувати 1,5 висоти його утримувача. Кріпити різець необхідно не менше, ніж двома болтами різцеутримувача.

Під час центрування деталей на верстаті та їх вимірюванні, а також при виконанні операцій по шліфуванню наждаком, зачищенню або відпилюванню - різець необхідно відводити від патрона на безпечну відстань.

У разі вібрації верстата його необхідно зупинити та ліквідувати причини вібрації (змінити режим обробки, перевірити правильність закріплення деталі та ін.).

Підводити різець до деталі, що обробляється, необхідно обережно і тільки під час роботи верстата, а відводити до зупинки верстата.

У разі підрізки торців обробку необхідно починати від центру, при цьому різець повинен бути встановлений по осях центрів.

Різці з напаяними пластинами з твердих сплавів необхідно ретельно контролювати; забороняється користуватися різцями, пластини котрих мають тріщини або ознаки відриву від тіла різця.

Не можна допускати нагромадження стружки біля верстата під час роботи.

Токар повинен зупинити верстат та вимкнути електродвигун:

- у разі виявлення несправностей пристроїв та електродвигуна;
- під час огляду, чистки, змащування верстата;
- під час встановлення та зняття важких заготовок;

- під час вимірювання деталей, що оброблюються, якщо нема спеціальних пристроїв для вимірів на ходу.

Під час кожного включення верстата необхідно впевнитись, що пуск верстата нікому не загрожує.

Забороняється:

- чистити та змащувати частини верстата під час його роботи;
- встановлювати заготовки під час роботи верстата;
- ремонтувати верстат та його механізми, а також підкручувати болти та гайки під час його роботи;
- гальмувати обертаючі частини верстата рукою;
- під час роботи верстата подавати рукою в шпиндель прут, що обробляється;
- користуватися напилком та іншими інструментами без дерев'яних ручок;
- видаляти стружку з верстата рукою;
- допускати прибиральницю проводити прибирання під час роботи верстата;
- допускати до верстата осіб, котрі не мають до нього відношення.

Готові заготовки і деталі необхідно складувати на спеціальних стелажах, не захаращувати робоче місце і підходи до нього.

Після закінчення роботи потрібно зупинити верстат, вимкнути електродвигун, упорядкувати робоче місце: прибрати стружку з верстата; різці, вимірювальні пристосування та інструменти скласти у спеціально відведене місце; прибрати з верстата готові деталі, заготовки; змастити верстат після його виключення; зняти спецодяг, вимити обличчя, руки з милом, при можливості прийняти душ.

При роботі на токарному верстаті можуть бути: виривання деталі з патрона (планшайби), центрів, поломки різців, виривання різців з різцеутримувачів та інше.

У разі виникнення аварії або ситуації, що можуть привести до аварії, нещасного випадку, необхідно негайно зупинити верстат, відключивши його від електромережі, повідомити про те, що сталося, керівника робіт; не допускати

Якщо є потерпілі, надати їм першу медичну допомогу; а в разі потреби викликати швидку медичну допомогу.

## ВИСНОВОК

У ході даної курсової роботи було проведено детальне дослідження технології виготовлення та характеристик деталей Пристрою для натягування гусениць, а саме «Шпилька» та «Крюк». Були проаналізовані технічні вимоги, конструкція, властивості матеріалу, методи контролю та інші аспекти, які впливають на якість та функціональність деталі.

В результаті аналізу було встановлено, що деталі "Крюк" має складну конструкцію, вимагає точності та має високі вимоги до міцності та зносостійкості. Були обґрунтовані вибір матеріалу, допуски форми та шорсткості, а також розглянуті методи контролю.

Кількісний аналіз деталі показав, що деталі відповідають встановленим технічним умовам, забезпечуючи високу якість та функціональність продукту.

Загалом, робота дозволила здійснити комплексний аналіз деталі «Шпилька» та «Крюк» і зробити висновки щодо її технологічності, властивостей та відповідності вимогам. Цей аналіз буде корисним при подальшому виробництві та вдосконаленні деталі, забезпечуючи її надійність та якість у відповідності до встановлених стандартів і вимог.

## ЛІТЕРАТУРА

1. "Технологія машинобудування: навчальний посібник" - Г.Г. Зуєв, В.Є. Голубєв та інші.
2. "..Методичні вказівки з курсового проектування по технології машинобудування "Проектування технологічних процесів складання вузла і виготовлення деталі". Безносова А.Є., Горбатюк Є.А., Каразей В.Д.. - Хмельницький: ТУП, 2001, -109с.
3. <https://studfile.net/preview/8973798/page:6/>
4. Общемашиностроительные нормативы времени на слесарную обработку и слесарно-сборочные работы по сборке машин: Мелкосерийное и единичное производство. М. Машиностроение, 1973.-219 с.
5. Марочник сталей
6. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Минск: Высшейш. шк., 1983.-256 с.
7. Справочник технолога-машиностроителя. Т.1./Под ред. А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова.- М.:Машиностроение, 1985.-656 с.
8. Справочник технолога-машиностроителя. Т.2./Под ред. А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова.- М.:Машиностроение, 1985.-496 с.
9. Бабук В.В. Дипломное проектирование по технологии машиностроения.-Кн1.- М.: Машиностроение, 1973. 416с
10. Справочник металлиста. Т.4. /Под ред. М.П.Новикова, Н.П.Орлова - М.:Машиностроение, 1985.-267 с.
11. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков.- М.:Машиностроение, 1971. -384 с.
12. <https://infourok.ru/metodika-rascheta-rolikov-dlya-nakativaniya-rezbi-3854998.html>

## **ДОДАТКИ**