



ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії транспорту та архітектури  
Кафедра технології машинобудування  
Рівень вищої освіти перший (бакалавр)  
Галузь знань 13 механічна інженерія Шифр і назва \_\_\_\_\_  
Спеціальність 131 прикладна механіка Шифр і назва \_\_\_\_\_  
Освітня програма «технології машинобудування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТМ

Віталій ТКАЧУК  
7.06.2025

**ЗАВДАННЯ  
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ**

Шклярюка Івана Михайловича  
Прізвище, ім'я, по батькові студента

1 Тема дипломної роботи Технологія виготовлення деталі «Корпус Е8.048.343» з використанням верстатів з ЧПК

керівник роботи Бись Сергій Степанович, к.т.н., доцент

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, учене звання

Затверджено наказом ректора університету від 07 лютого 2025 р. № 23

2 Строк подання студентом роботи на кафедру 10 червня 2025

3 Вихідні дані до проекту (роботи) кресленик деталі «Корпус Е8.048.343» та технічні вимоги до її виготовлення, обсяг випуску тис.

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

Вступ

1. Загальний розділ
2. Технологічний розділ
3. Конструкторський розділ
4. Охорона праці

5 Перелік графічного матеріалу: кресленик деталі із 3D моделлю (1 лист А2); графотехнологія (1 лист А1); кресленик карти наладки (1 лист А2); кресленик верстатного пристрою (1 лист А1); кресленик контрольного пристрою (1 лист А2)



ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ГОЛОВІ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ КОМІСІЇ

Направляється студент Шклярук Іван Михайлович на захист дипломного проекту (роботи)  
(прізвище, ім'я, по батькові)

за спеціальністю 131 - Прикладна механіка

На тему: Технологія виготовлення деталі «Корпус Е8.048.343» з використанням верстатів з ЧПК

Дипломний проект (робота), рецензія і довідка про перевірку на плагіат додається.

Декан факультету

ОЛЕТ ПОЛІЩУК

**ДОВІДКА УСПІШНОСТІ**

Шклярук І.М. з 2022 по 2025 роки повністю виконав навчальний план спеціальності з таким розподілом оцінок за національною шкалою: відмінно 0,00 %, добре 30,77 %, задовільно 69,23 %.

національною шкалою: A 0,00 %, B 1,82 %, C 25,45 %, D 25,45 %, E 47,27 %.

Методист факультету

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

Студент

Шклярук Іван Михайлович до виконання всієї роботи на виконав дипломного проекту з використанням верстатів з ЧПК. Для виконання проекту необхідно здійснити на навчальні до виконання інженерних задач.

Оцінка дипломного проекту (роботи)

Керівник дипломного проекту

добре

Сергій Василь

2025 р.

**ВИСНОВОК КАФЕДРИ ПРО ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ)**

Дипломний проект (роботу) розглянуто. Студент Шклярук І.М. допускається до захисту цього проекту (роботи) в екзаменаційній комісії.

Завідувач кафедри

технологія машинобудування

Віталій ТРАЦУК

27 06

2025

Завідувачу кафедри  
Технології машинобудування  
Мкохучу В. П.  
здобувача вищої освіти (студента)

ПІБ, факультет, «курс», «група»  
Ширяк Іван Михайлович  
РМБ, ТММед2-2

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення про систему забезпечення академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті, згідно з яким виявлення академічного плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту і застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений (а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на академічний плагіат оповіщений (а) та надаю свою згоду на обробку й збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (StrikePlagiarism та/або Anti-Plagiarism) і використання роботи для виявлення академічного плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота надається для перевірки в електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

25.06.2025

дата



підпис

РІШЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ КОМІСІЇ КАФЕДРИ ТМ

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Назва кваліфікаційної роботи Товарили Володимир гора, Керує ЕР.ОД.  
 Автор Шимарук Т. С. 34313 Володимир гора, Керує ЕР.ОД.  
 Освітня програма 19010.001-1 Менеджмент  
 Рівень вищої освіти бакалавр  
 Спеціальність Менеджмент  
 Науковий керівник: Шимарук Т. С.

На основі аналізу кваліфікаційної роботи на дотримання вимог академічної доброчесності (у т.ч. відсутності ознак академічного плагіату) з урахуванням результатів перевірки роботи спеціалізованим програмним засобом(ами) комісія зробила такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Ознаки академічного плагіату	
1.1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є академічним плагіатом (далі – зазначаються підстави віднесення запозичень до правомірних, якщо потрібно). Робота приймається до захисту.	✓
1.2	Виявлені запозичення не є академічним плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи (далі – зазначаються детальні та аргументовані підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована.	
1.3	Виявлені запозичення не є академічним плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота може бути допущена до захисту після того як буде відкоригована та доопрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
1.4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укривтя текстових запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	
2	Інші види порушень академічної доброчесності	

Підтвердження:

AP-91  
EP-186

Дата

Завідувач кафедри

[Підпис]  
Підпис

Вікторія ПКАСУК  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Гарант освітньої програми

[Підпис]  
Підпис

Володимир МІСЮК  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник кваліфікаційної роботи

[Підпис]  
Підпис

Сергій БУСЬ  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

РЕЦЕНЗІЯ  
на дипломний проєкт бакалавра  
студента Івана Шклярука

на тему: Технологія виготовлення деталі "Корпус У8.048.343" з використанням верстатів з ЧПК

У дипломному проєкті Івана Шклярука виконано вдосконалення технологічного процесу механічного оброблення деталі «Корпус Е8.048.343»

У загальному розділі обґрунтовано тип виробництва та форму організації робіт, виконано аналіз технологічності конструкції деталі за якісними та кількісними показниками.

У технологічному розділі спроектовано заготовку, розраховані припуски та режими різання, спроектовані операції механічної обробки, виконано технічне нормування операцій.

Розроблені технологічні операції для верстатів з ЧПК 2Н135Ф2-1, з використанням у створенні програм керування САМ – пакету ESPRIT.

У конструкторському розділі спроектовано верстатний пристрій для свердлування та контрольний пристрій для контролю радіального биття.

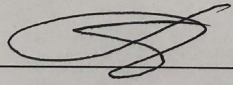
Загальний висновок та оцінка

У технологічному процесі обробки деталі доцільно було б використати більш сучасні верстати з ЧПК.

Однак дане зауваження носить рекомендаційний характер та не впливає на високу оцінку роботи.

Дипломний проєкт виконано відповідно до завдання на високому інженерному рівні, що заслуговує оцінку «добре».

Рецензент



*к.т.н., доц. Бабак О.П.*

«26» червня 2025 р.

## Реферат

Тема проекту: Проект дільниці механічного оброблення корпусу  
Корпус E8.048.343

Автор: Шклярук Іван

Керівник проекту: Бись С.С.

Об'єм пояснювальної записки 66 стор. Графічна частина листів А1.

У технологічному розділі були виконані необхідні розрахунки, зокрема: визначено припуски на оброблювані поверхні, розраховано режими різання, а також встановлено норми часу для виконання кожної технологічної операції.

У конструктивній частині дипломного проекту здійснено проектування та розрахунок двох верстатних пристроїв: трикулачкового патрона з пневматичним приводом і пристрою для свердління отвору Ø10H12. Крім того, розроблено один контрольний пристрій і підібрано ріжучий інструмент – свердло Ø10 мм.

Дослідний розділ містить аналіз та результати дослідження вибору марок твердих сплавів, які рекомендовано використовувати для обробки конкретних матеріалів.

У розділі з організації виробництва виконано розрахунки, необхідні для проектування дільниці механічної обробки, на якій виготовляється дана деталь.

Розділ з безпеки життєдіяльності містить характеристику основних виробничих небезпек і шкідливих факторів, які можуть виникати у процесі реалізації технологічного процесу. Також розглянуто заходи щодо забезпечення нормативного мікроклімату на робочих місцях і здійснено вибір системи заземлення з відповідними розрахунками.

Економічний розділ містить обґрунтування економічної доцільності впровадження розробленого технологічного процесу для виготовлення заданої деталі.

У додатках подано розроблений технологічний процес, необхідну технічну документацію, специфікації та керуючу програму для верстата з числовим програмним керуванням (ЧПК).

Дата:

Автор проекту Шклярук І.:

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>			
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата	Проект дільниці механічного оброблення корпуса E 8.048.343	Літера	Аркуш	Аркушів
Виконав	Шклярук І.М.					н	4	66
Перевір.	Бись							
Н.контр.	Бись							
Затвер.	Ткачук В.П.					ХНУ гр. ПМТс-22		











Окрім цього, креслення містить повну інформацію щодо матеріалу, термічної обробки та маси деталі, що забезпечує його відповідність вимогам до технічної документації.

### 1.2.2 Аналіз конструкції деталі.

Деталь - корпус являє собою ступінчастий вал із наскрізним центральним отвором, тобто складається переважно з тіл обертання. За своєю конструктивною формою та технологічними характеристиками ця деталь належить до типових елементів загального машинобудівного призначення — тіл обертання.

Функціонально корпус виконує роль елемента для транспортування рідини через центральний канал. З одного боку він з'єднується з лічильником за допомогою торцевого з'єднання, а з протилежного — через різьбове з'єднання приєднується до трубопровідної магістралі. Застосовується корпус у водяному лічильнику як проміжна ланка для з'єднання з системою трубопроводів.

Центральний отвір виконано за 8-м квалітетом точності, при цьому заданий клас шорсткості становить Ra 1,6 мкм. Зовнішня поверхня деталі має ступінчасту циліндричну форму, виготовлену відповідно до 11-го квалітету точності з класом шорсткості Ra 3,2 мкм.

Діаметри зовнішніх частин корпусу поступово зменшуються в одному напрямку, що дає можливість здійснювати механічну обробку прохідними різцями з мінімальною кількістю переналагоджень — по одному встановленню для кожного боку.

Для фіксації корпусу передбачено чотири отвори діаметром Ø10 мм. Конструктивна форма деталі забезпечує можливість використання високопродуктивних режимів різання. Достатня жорсткість поверхонь дозволяє досягти високої точності при обробці.

Форма деталі дозволяє раціонально поєднувати технологічні та вимірвальні бази, що спрощує процес обробки. На кресленні вказані допуски розмірів відповідно до 8, 11, 12 та 14 квалітетів точності.

Шорсткість поверхонь  $Ra\ 1,6\dots 6,3$  мкм; просторові відхилення геометричних форм розташовані в межах допуску 14-го квалітету.

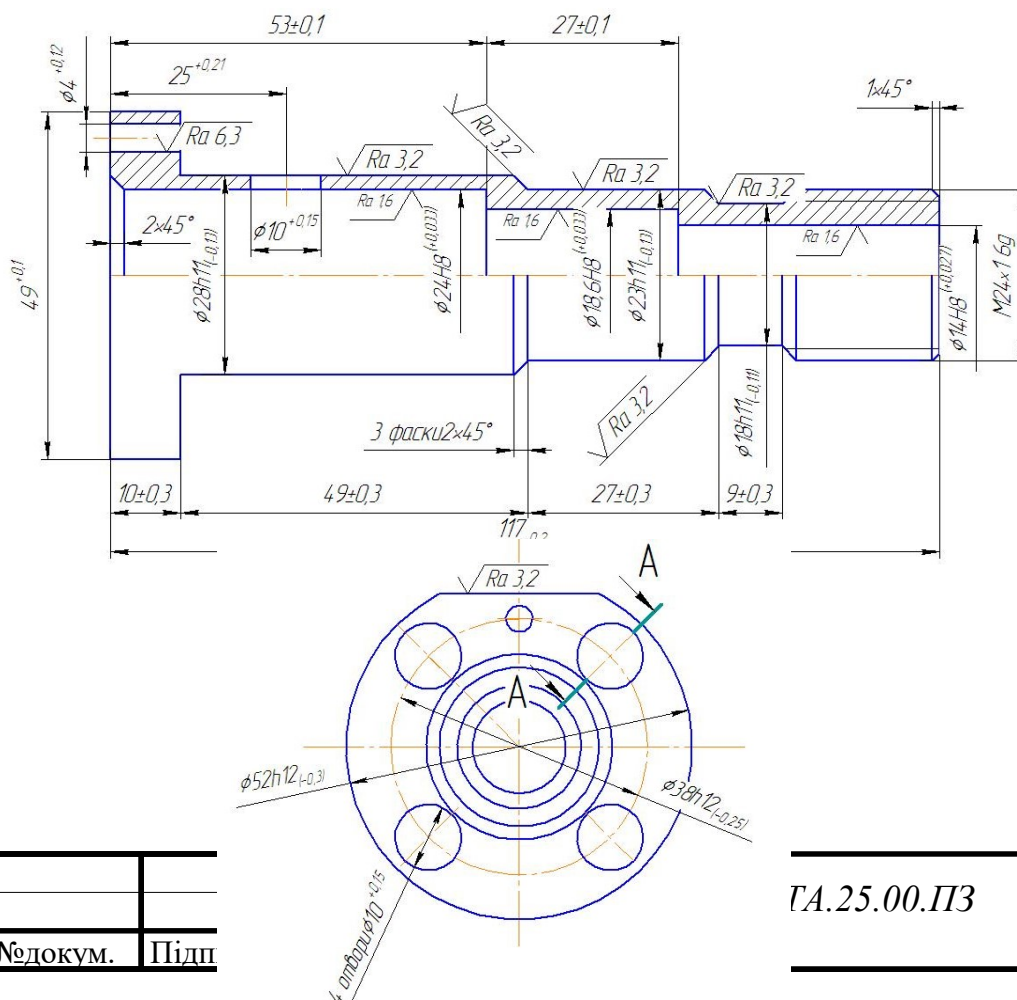
Допуск радіального биття торця – 0,05 мм, та допуск перпендикулярності отвору 0,02 мм можуть бути отримані на верстатах нормальної точності.

При механічній обробці деталі є можливість безпосереднього виміру заданих на кресленні розмірів. Точність розмірів та ступінь шорсткості поверхонь деталі занесено у таблицю 1.1.

Для виготовлення деталі “корпус” в якості матеріалу приймаємо латунь свинцеву ЛС59-1 ГОСТ 15527-2004, яка використовується для виготовлення поковок, труб, втулок та ін.

Вона добре піддається обробці тиском та різанням.

Дані про хімічний склад латуні свинцевої ЛС59-1 ГОСТ 15527-2004 занесена в таблицю 1.2.



Зм.	Арк.	№докум.	Підп.

ГА.25.00.ПЗ

Арк.  
11

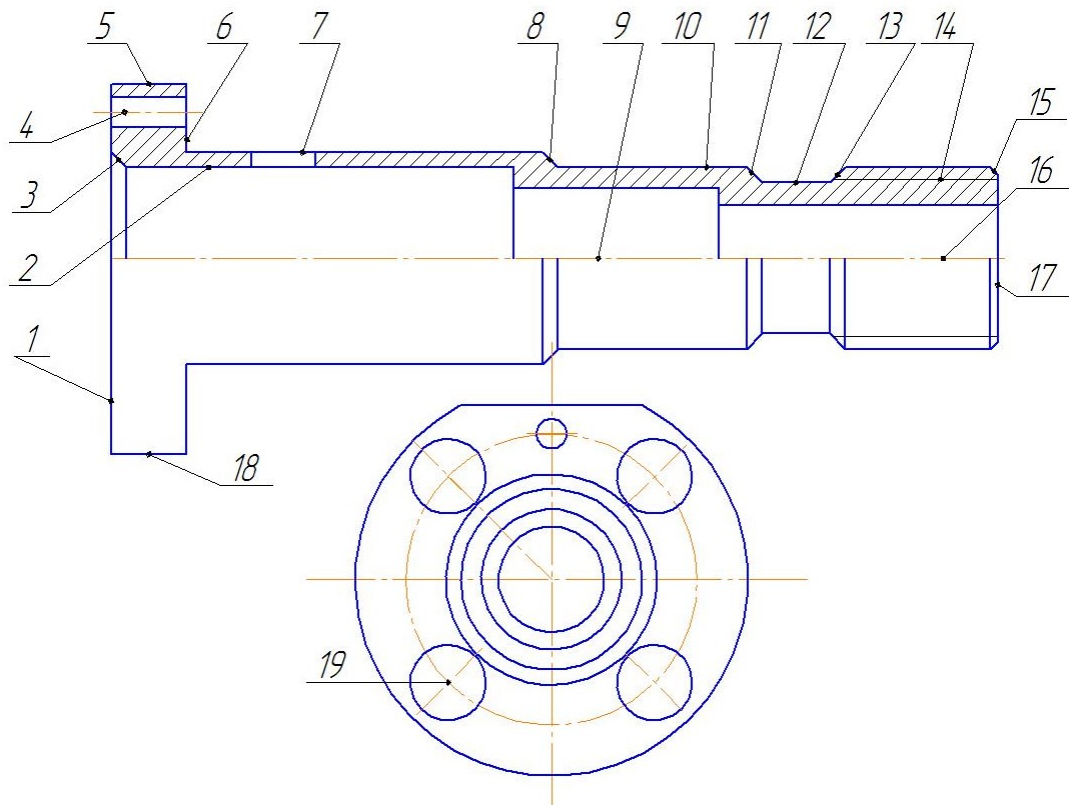


Рис. 1.2 – Елементи конструкції деталі.

Таблиця. 1.1 - Точність розмірів та ступінь шорсткості поверхонь деталі.

Номер поверхні	Розмір поверхні, мм	Квалітет точності	Допуск, мкм	Шорсткість, мкм
1	2	3	4	5
1, 17	117	14	-200	6,3
2	Ø24	8	+33	1,6
3	2×45 <sup>0</sup>	8	+22	1,6
4	Ø4	12	+120	6,3
5	49	14	+100	6,3
6	10	14	±300	3,2
7	Ø28	11	-130	3,2
8, 11, 13	2×45 <sup>0</sup>	11	-70	3,2

Закінчення табл. 1.1.

1	2	3	4	5
9	Ø18	8	+33	1,6
10	Ø23	11	-130	3,2
12	Ø18	11	-110	3,2
14	M24×1	6g	-	-
15	2×45 <sup>0</sup>	11	-70	3,2
16	Ø14	8	+27	1,6
18	Ø52	12	-300	3,2
19	Ø10	12	+150	6,3

Таблиця 1.2 - Хімічний склад (%) латуні свинцевої ЛС59-1  
ГОСТ 15527-2004

Fe	P	Cu	Pb	Zn	Sb	Bi	Sn	Домішки	Si+Sn
до 0,5	до 0,02	57-60	0,8-1,9	37,5- 42,2	до 0,01	до 0,003	до 0,3	0,75	до 0,5

Механічні властивості латуні свинцевої ЛС59-1 ГОСТ 15527-2004, при-  
ведені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 - Механічні властивості латуні свинцевої ЛС59-1  
ГОСТ 15527-2004.

$\sigma_B$ , МПа	$\delta_5$ , %	НВ
400	22	130

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ

Арк.  
13



Габарити заготовки можуть бути максимально наближені до розмірів готового виробу, що знижує витрати на обробку. Матеріал деталі — свинцева латунь ЛС59-1 згідно з ГОСТ 15527-2004 — придатний для високопродуктивних способів отримання заготовок, таких як штампування або прокатка.

Конструкція корпусу забезпечує зручний доступ ріжучого інструменту до оброблюваних поверхонь, що дозволяє використовувати інтенсивні режими різання. Базові поверхні деталі добре придатні для точного встановлення у процесі механічної обробки.

Підсумки конструкторського аналізу занесені в таблицю 1.5.

Таблиця 1.5 - Результати конструкторського аналізу

Найменування поверхонь	Кільк. поверхонь	Кільк. уніфік. поверхонь	Квалітет точності	Квалітет шорсткості
1	2	3	4	5
117	2	2	14	6,3
Ø24	1	1	8	1,6
2×45 <sup>0</sup>	1	1	8	1,6
Ø4	1	1	12	6,3
49	1	1	14	6,3
10	1	1	14	3,2
Ø28	1	1	11	3,2
2×45 <sup>0</sup>	3	3	11	3,2
Ø18	1	1	8	1,6
Ø23	1	1	11	3,2
Ø18	1	1	11	3,2
M24×1	1	1	6g	-
2×45 <sup>0</sup>	1	1	11	3,2
Ø14	1	1	8	1,6
Ø52	1	1	12	3,2
Ø10	1	1	12	6,3

Всього:	19	19	-	-
---------	----	----	---	---

Кількісна оцінка:

по коефіцієнту уніфікації :

$$K_y = \frac{Q_{y^3}}{Q_3}; \quad (1.1)$$

де:  $Q_{y^3}$  - число уніфікованих елементів;

$Q_3$  - число елементів.

$$K_v = \frac{19}{19} = 1.0$$

$$1,0 \geq K_y \geq 0,6;$$

по коефіцієнту точності обробки:

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

де  $A_{cp}$  - середня точність обробки,

$$A_{cp} = \frac{A_1 + A_2 + \dots + A_{19}}{\sum_1^{19} n_i}$$

$$A_{cp} = \frac{4 \cdot 14 + 3 \cdot 12 + 7 \cdot 11 + 4 \cdot 8 + 6}{19} = 10.89$$

$$K_T = 1 - \frac{1}{10,89} = 0.908$$

по коефіцієнту шорсткості:

$$K_u = \frac{1}{B_{cp}}; \quad (1.3)$$

де  $B_{cp}$  - середня шорсткість,

$$B_{cp} = \frac{1n_1 + 1n_2 + \dots + 19n_{19}}{\sum_1^{19} ni}$$

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

$$B_{cp} = \frac{6,3 \cdot 5 + 3,2 \cdot 9 + 1,6 \cdot 4}{18} = 3,706$$

$$K_{ui} = \frac{1}{3,706} = 0,27$$

На основі проведеного аналізу можна дійти висновку, що конструкція деталі є технологічною, оскільки не створює ускладнень під час обробки й забезпечує раціональне, просте та економічно ефективне виготовлення виробу.

#### 1.4 Попереднє визначення типу виробництва

В відповідності з ГОСТ 3.1108-74 однією із основних характеристик типу виробництва є коефіцієнт закріплення операцій  $K_{з.о.}$ , який показує відношення кількості всіх різноманітних операцій, які виконуються протягом місяця, до кількості робочих місць, на яких виконуються операції обробки деталі [18]:

$$K_{з.о.} = \frac{O}{P} \quad (1.4)$$

де:  $O$  - кількість різноманітних операцій, які виконуються на ділянці на протязі одного місяця;

$P$  - кількість робочих місць, на яких виконуються ці операції.

$$O = \frac{60 \cdot F_m \cdot K_v \cdot \eta_n}{t_{шт.-к} \cdot N_m} \quad (1.5)$$

де:  $F_m$  - місячний фонд часу при двохзмінній роботі,  $F_m = 352$  год.;

$K_v$  - середній коефіцієнт виконання норм,  $K_v = 1,3$ ;

$\eta_n$  - коефіцієнт завантаження обладнання,  $\eta_n = 0,8$ ;

$t_{шт.-к}$  - штучно-калькуляційний час виконання операцій. Визначається приблизно по [5] в залежності від діаметра та довжини деталі,  $t_{шт.-к} = 4,36$  хв.

						ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк. 17
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата			

$N_m$  - місячна програма випуску деталей.

$$N_m = \frac{Np}{12} = \frac{3000}{12} = 250 \text{ шт.}$$

$$O = \frac{60 \cdot 352 \cdot 1,3 \cdot 0,8}{4,36 \cdot 250} = 18,6.$$

$$K_{30} = \frac{18,6}{7} = 2,65.$$

Тип виробництва приймаємо серійний тому, що  $1 \leq K_{30} \leq 10$ .

На цьому етапі, через відсутність деяких необхідних параметрів

( $t_{ум.-к}$ ,  $O$ ,  $P$ ) у формулах, тип виробництва доцільно визначити на основі річної програми випуску та маси деталі. Враховуючи річний обсяг виготовлення  $N = 3000$  штук і масу однієї готової деталі  $m=0,28$  кг, згідно з [7], визначається серійний тип виробництва.

Тип виробництва безпосередньо впливає на організацію технологічного процесу відповідно до вимог стандарту ГОСТ 14.312–74 [16].

З урахуванням прийнятого серійного типу, доцільним є застосування партійної форми організації виробництва. Для серійного виробництва характерне непотокове виготовлення продукції. Обладнання в цьому випадку розміщується не за послідовністю технологічних операцій, а формуються виробничі ділянки за принципом однорідності обробки (наприклад, токарна, фрезерна) або за принципом предметно-замкнутого виробництва для обробки конструктивно та технологічно подібних деталей.

У процесі виробництва застосовують як універсальне, так і спеціалізоване обладнання, при цьому використовуються кадри середнього рівня кваліфікації.

Таблиця 1.6 - Залежність типу виробництва від об'єму виготовлення (шт) і маси деталі.

Маса деталі (кг)	Тип виробництва				
	Одиничне	Дрібно серійне	Середнє серійне	Велико серійне	Масове
До, 1,0	10	10-2000	2000-100000	75000-200000	200000
1,0-2,5	10	10-1000	1000-50000	50000-100000	100000
2,5-5,0	10	10-500	500-3500	35000-75000	75000
5,0-10	10	10-300	300-2500	25000-50000	50000
Св.10	10	10-200	200-1000	10000-25000	25000

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

*ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ*



- Для свердління отворів Ø10 мм та Ø4 мм доцільно застосовувати свердильний верстат з ЧПК, що забезпечить вищу точність і скоротить час обробки.

## 2.2 Вибір заготовки

Метод виготовлення заготовок для деталей машин визначається їх функціональним призначенням, конструктивними особливостями, видом матеріалу, технічними характеристиками, масштабом і типом виробництва, а також економічною доцільністю процесу.

Під час вибору способу виготовлення заготовки слід прагнути до максимальної відповідності її форми та розмірів майбутній деталі, що дозволяє зменшити обсяг робіт на наступних етапах обробки.

З урахуванням особливостей конструкції деталі, її призначення, типу виробництва та застосовуваного матеріалу, розглядаються два можливі варіанти отримання заготовки: прокат і поковка.

Оптимальний метод визначається шляхом техніко-економічного аналізу, зокрема порівнянням виробничої собівартості заготовок, отриманих кожним з методів.

Для цього розраховується вартість заготовок, виготовлених різними способами.

Порівняння техніко-економічних показників двох варіантів виготовлення заготовки:

### **Варіант I — прокат.**

У цьому випадку як заготовку передбачається використати круглий прокат відповідно до стандарту ГОСТ 26492–85.

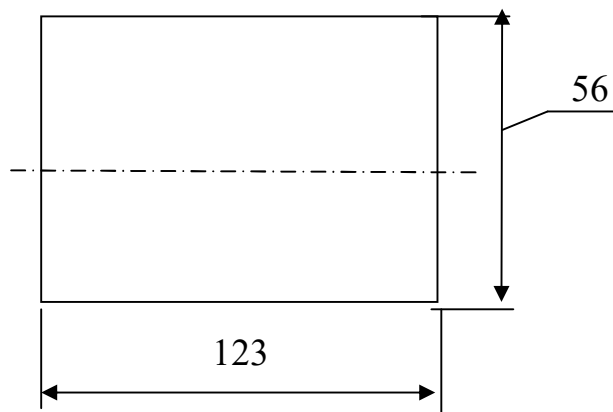


Рисунок 2.1 - Ескіз заготовки

Діаметр прокату визначаємо по [10].

Приймаємо  $D_{\text{заг.}} = 56$  (мм).  $L = 123$  мм.

Знаходимо вагу заготовки:

$$Q = V \cdot \rho, \quad (2.1)$$

де  $V$  - об'єм заготовки;

$j$  - питома вага матеріалу;  $\rho = 8400$  кг/м<sup>3</sup>.

$$V = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot l; \quad (2.2)$$

$$Q = \frac{3,14 \cdot 0,056^2}{4} \cdot 0,123 \cdot 8400 = 2,54 \text{ кг.}$$

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_m = \frac{q}{Q}; \quad (2.3)$$

де  $q$  - вага деталі,  $q = 0,28$  кг.

$Q$  - вага заготовки;  $Q = 2,54$  кг.

$$K_m = \frac{0,28}{2,54} = 0,12$$

Вартість заготовки



Визначаємо вагу заготовки:

Визначення ваги заготовки:

$$Q = (V_1 + V_2 + V_3) \cdot \rho$$

$$Q = \left( \frac{3,14 \cdot 0,055^2}{4} \cdot 0,013 + \frac{3,14 \cdot 0,031^2}{4} \cdot 0,039 + \frac{3,14 \cdot 0,0276^2}{4} \cdot 0,058 \right) \cdot 8400 = 0,43 \text{ кг.}$$

Вартість заготовки визначаємо за формулою [5]:

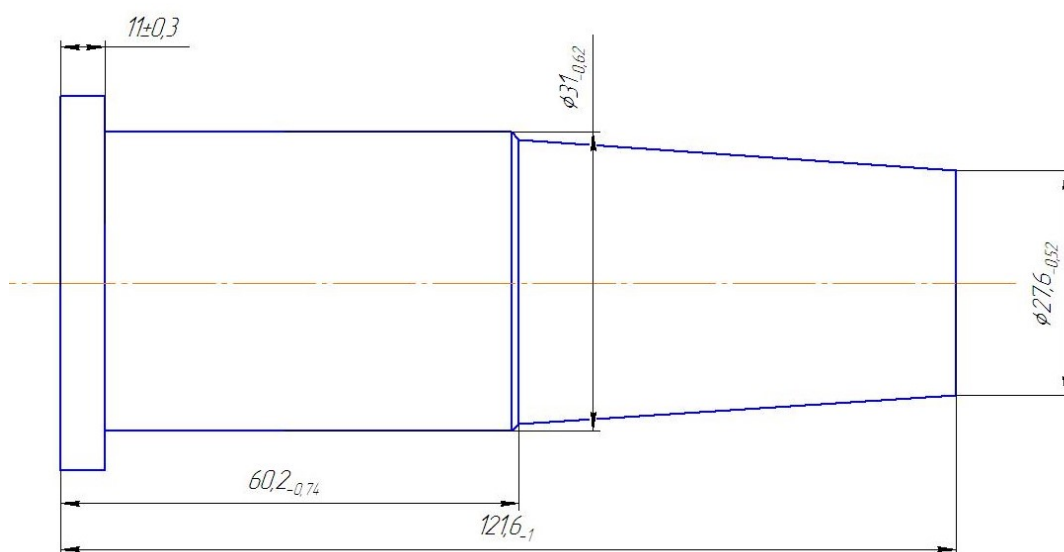
$$S_{заг} = \left( \frac{C}{1000} \cdot Q \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_M \cdot K_B \cdot K_{II} \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{омх}}{1000}, \quad (2.6)$$

де  $C$  - вартість 1т. поковки,  $C = 58000$  грн./т.

$K_T, K_C, K_M, K_B, K_{II}$  - коефіцієнти, залежні від класу точності, групи складності, ваги, марки матеріалу, об'єму виробництва;

$$K_T = 1,05; K_C = 0,83; K_M = 1,15; K_B = 1; K_{II} = 0,77 \text{ [5].}$$

$$S_{заг} = \left( \frac{58000}{1000} \cdot 0,43 \cdot 1,05 \cdot 0,83 \cdot 1 \cdot 0,77 \cdot 1,15 \right) - (0,43 - 0,28) \cdot \frac{5050}{1000} = 18,49 \text{ грн.}$$



Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ

Арк.  
24

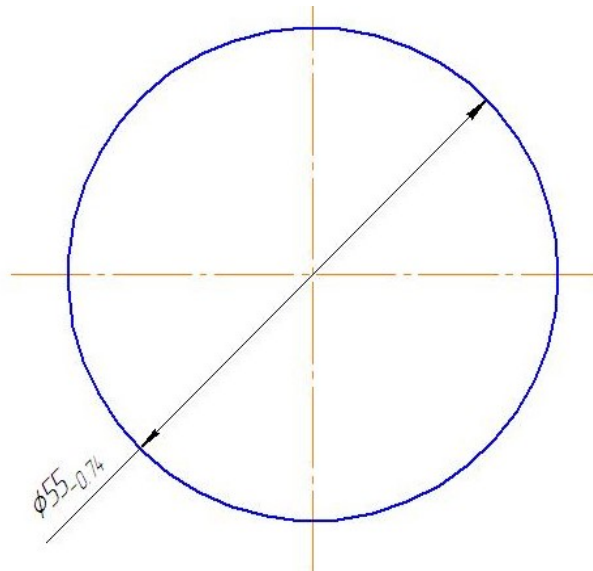


Рис. 2.2 - Ескіз заготовки.

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_m = \frac{0,28}{0,43} = 0,65$$

Умовний економічний ефект [5]:

$$\mathcal{E}_3 = (S_{\text{заг.1}} - S_{\text{заг.2}}) \cdot N,$$

$$\mathcal{E}_3 = (120,67 - 18,49) \cdot 3000 = 306540 \text{ грн.}$$

Розрахунок зводимо в таблицю 2.2.

Проведений техніко-економічний аналіз показав, що виготовлення заготовки методом гарячого об'ємного штампування на горизонтально-ковальній машині є більш доцільним з точки зору економії матеріалу та зниження виробничої собівартості.

З огляду на ці результати, для подальшого виробництва обирається заго-

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

товка, отримана саме методом гарячої об'ємної штамповки з використанням горизонтально-ковальної машини

Таблиця 2.2 - Порівняльний розрахунок заготовок.

Найменування показників	I варіант	II варіант
Вид заготовки	Прокат	Поковка
Клас точності	III	II
Група складності	-	C <sub>2</sub>
Вага заготовки кг.	2,54	0,43
Вартість заготовки грн.	120,67	18,49
K <sub>м</sub>	0,12	0,65

### 2.3 Вибір технологічних баз

Вибір технологічних баз є ключовим етапом у проектуванні технологічного процесу, що тісно пов'язаний із формуванням маршруту обробки заготовки.

Цей процес базується на дотриманні ряду принципів, які забезпечують правильне орієнтування, закріплення та стабільність положення заготовки під час усіх операцій.

Основні принципи вибору баз:

- Принцип сумісності баз — взаємна відповідність вибраних баз з точки зору точності та технологічного призначення.
- Принцип незмінності (постійності) — за можливості бази не змінюються протягом усього технологічного процесу.
- Забезпечення жорсткості та надійності — базові поверхні повинні гарантувати стійке положення заготовки при її закріпленні.



Перед розробкою технологічного маршруту механічної обробки деталі необхідно здійснити попередній аналіз оброблюваних поверхонь із визначенням відповідних способів їх обробки. Отримані результати аналізу систематизуються в таблиці 2.3.

До прийняття остаточного рішення щодо методів обробки та послідовності технологічних операцій важливо провести оцінку економічної ефективності можливих варіантів. Це дозволяє обрати найбільш доцільний варіант, що відповідає умовам виробництва.

Ключовим критерієм вибору оптимального варіанту виступає мінімізація витрат на виготовлення одиниці продукції, що забезпечує підвищення загальної ефективності виробничого процесу.

Годинні приведені витрати визначаються формулою:

$$C_{п.з} = C_3 + C_{ч.з.} + E_n \cdot (K_c + K_3), \quad (2.8)$$

де  $C_3$  - основна та допоміжна заробітна плата;

$C_{ч.з.}$  - часові затрати по експлуатації робочого місяця;

$E_n$  - нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень,  $E_n = 0$ ,

$K_c, K_3$  - питомі часові капітальні вкладення в верстат на споруду.

$$C_3 = \epsilon \cdot C_{тар} \cdot K \cdot y, \quad (2.9)$$

де  $\epsilon$  - коефіцієнт враховуючий допоміжну заробітну плату дорівнює 9% відрахування, на соціальне страхування 7,6%, приробинок до основної зарплати і перевиконання норм на 30%,

Таблиця 2.3 - Результати аналізу обробки кожної поверхні з встановленням методів обробки.

Позначення поверхні	Шорсткість	Квалітет точності	Метод обробки



$$K_3 = \frac{F \cdot 78,4 \cdot 100}{F_q \Pi}; \quad (2.12)$$

де К - балансова вартість верстату;

F - виробнича площа;

F<sub>q</sub> - дійсний річний фонд часу роботи обладнання;

n<sub>3</sub> - коефіцієнт завантаження обладнання, n<sub>3</sub> = 0,8.

Технологічна собівартість операції технологічної обробки розраховується за формулою:

$$C_o = \frac{C_{n.з} \cdot T_{шт(ш.к)}}{60 \cdot K_B}, \quad (2.13)$$

де T<sub>шт(ш.к)</sub> - штучно-калькуляційний час;

K<sub>B</sub> - коефіцієнт виконання норм, K<sub>B</sub> = 1,3.

Виконуємо порівняльний розрахунок двох методів обробки діаметра.

Перший варіант:

Обробка отворі Ø10H12 на радіально-свердлувальному верстаті 2E52.

$$C_3 = 67 \cdot 1,57 \cdot 1 = 102,51,$$

$$C_{4,3}^{бп} = 36,3 \text{ (коп/год)},$$

$$K_M = 0,7,$$

$$C_{ч.з.} = 36,3 \cdot 0,7 = 25,41,$$

$$E_H = 0,15, F_q = 4015, \Pi = 0,8,$$

$$F = f \cdot K_f,$$

де F - площа верстата;

K<sub>f</sub> - коефіцієнт враховуючий допоміжну виробничу площу проходів, проїздів, K<sub>f</sub> = 2; F = 3,75 · 2 = 7,5; Ц = 2360 грн.

$$K_3 = \frac{7,5 \cdot 78,4 \cdot 100}{4015 \cdot 0,8} = 18,3;$$

$$K_c = \frac{2360 \cdot 100}{4015 \cdot 0,8} = 73,47;$$

$$C_{п.з.} = 25,41 + 102,51 + 0,15 \cdot (18,3 + 73,47) = 141,68 \text{ грн.}$$

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк. 30
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Другий варіант:

Обробка отворі Ø10H12 на вертикально – свердлувальному верстаті 2H125.

$$C_{\text{тап}} = 0,54(\text{грн.});$$

$$C_3 = 54 \cdot 1,53 \cdot 1 \cdot 1 = 82,62;$$

$$C_{\text{ч.з.}} = 36,3 \cdot 0,7 = 25,41;$$

$$E_H = 0,15; F = 2,8 \cdot 2 = 5,6; \Pi = 3500.$$

$$K_3 = \frac{5,6 \cdot 78,4 \cdot 100}{4015 \cdot 0,8} = 13,7$$

$$K_c = \frac{3500 \cdot 100}{4015 \cdot 0,8} = 108,9$$

$$C_{\text{п.з.}} = 82,62 \cdot 25,41 \cdot 0,15 \cdot (13,7 + 108,9) = 126,42 \text{ грн.}$$

Технологічна собівартість операції:

$$C_0 = \frac{C_{\text{п.з.}} \cdot T_{\text{шт}}}{60 \cdot K_B}, \quad (2.14)$$

де  $T_{\text{шт(ш.к.)}}$  - штучно-калькуляційний час на операцію;

$K_B$  - коефіцієнт використання норм,  $K_B = 1,3$ .

Перший варіант:

$$T_{\text{шт(ш.к.)}} = 0,89,$$

$$C_{O_1} = \frac{141,68 \cdot 0,89}{60 \cdot 1,3} = 1,62 .$$

Другий варіант:

$$T_{\text{шт(ш.к.)}} = 0,71,$$

$$C_{O_2} = \frac{126,42 \cdot 0,71}{60 \cdot 1,3} = 1,26$$

$$E_P = \frac{(C_{O_1} - C_{O_2}) \cdot N}{100}, \quad (2.15)$$

$$E_P = \frac{(1,62 \cdot 1,15) \cdot 5000}{100} = 93,15 \text{ грн.}$$

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

З аналізу видно, що обробка на на вертикально–свердлувальному верстаті 2Н125 економічно більш вигідна.

## 2.5 Розробка технологічних операцій

На основі аналізу окремих поверхонь деталі, її конструктивних особливостей, показників технологічності, а також обраного способу виготовлення заготовки, визначається послідовність операцій обробки — тобто формується маршрут механічної обробки.

Відповідно до загальних принципів машинобудування, у першу чергу передбачено обробку базових (основних) поверхонь, що забезпечують точність і стабільність подальших операцій.

Маршрут обробки будується за класичною схемою: спочатку виконуються чорнові операції, які знімають основний об'єм припуску, а далі — чистові, що забезпечують задані точність і шорсткість.

На наступному етапі визначається необхідне обладнання, ріжучий інструмент та технологічні бази, які будуть використовуватись на кожній операції.

Беручи до уваги тип виробництва, властивості матеріалу деталі та результати попереднього аналізу, складається маршрут обробки, що вноситься до таблиці 2.4.

## 2.6 Розрахунок припусків на механічну обробку

Проміжні припуски відіграють ключову роль при проектуванні технологічних операцій механічної обробки деталей.

Правильне визначення значень цих припусків дозволяє раціонально використовувати матеріали й трудові ресурси, сприяє підвищенню якості готових

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

виробів, а також забезпечує ефективність та ритмічність виробничого процесу.

Грамотно призначені проміжні припуски є одним із чинників, що позитивно впливають на темпи розвитку машинобудівного виробництва.

Величина проміжних припусків визначається по формулі

$$2Z_{\min.} = 2(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}}) \quad (2.31)$$

де  $R_{z_{i-1}}$  - висота мікро нерівностей поверхонь, які залишаються після виконання попереднього переходу, мкм;

$T_{i-1}$  - глибина дефектного поверхневого шару, який залишився після виконання попереднього технологічного переходу, мкм;

$\rho_{i-1}$  - сумарне геометричне відхилення розташування, яке виникло на попередньому технологічному переході, мкм;

$\varepsilon_{yi}$  - величина похибок установки заготовки при виконанні технологічного переходу, мкм.

Проведемо розрахунок припусків на проміжні розміри обробки внутрішньої поверхні деталі розміром  $\varnothing 24H8(\varnothing 16_{0}^{+0.033})$ .

Вибираємо висоту мікро нерівностей для заготовки та записуємо в таблицю 2.3 [4], для послідовних переходів по [4].

Призначаємо допуски на кожний перехід [4]. Допуск на кінцевий перехід беремо з кінцевого розміру деталі.

$$IT = es - ei = 33 - 0 = 33 \text{ мкм}, \quad (2.32)$$

де  $es$  – верхнє відхилення,  $es = 33$  мкм;

$ei$  – нижнє відхилення,  $ei = 0$  мкм.

Величину знайденого допуску записуємо в графу допуску на кінцевий перехід.

Значення  $R_z$  і  $T_0$ , які характеризують якість заготовок, складає відповідно:  $R_z = 200$  мкм;  $T_0 = 250$  мкм [4].

Через те, що обробка отвору  $\varnothing 24H8$  проводиться за одну установку, то  $\xi_y = 300 \text{ мкм}$  [2 с. 197] тільки для першого переходу, для інших  $\xi_y = 0$ .

$$\rho_i = \rho_{\text{ост}} \cdot K_y, [2 \text{ с. 177}],$$

де  $K_y$  - поправочний коефіцієнт

$$\rho_{\text{ост}} = L_{\text{заг}} \cdot \Delta_k, [2 \text{ с. 177}],$$

де  $\Delta_k$  - питома коробління

$$\Delta_k = 1,2 \text{ мкм} / \text{мм}, [2 \text{ с. 170}],$$

$$L_{\text{заг}} = 280,$$

$$\rho_{\text{ост}} = 280 \cdot 1,2 = 336,$$

$K_y = 0,005$  - при чистовому розточуванні,

$K_y = 0,05$  - при чорновому розточуванні,

$$\rho_2 = 336 \cdot 0,05 = 16,8,$$

$$\rho_3 = 336 \cdot 0,005 = 1,68.$$

Для заготовки

$$Rz = 160, [2 \text{ с. 169}],$$

$$Ti = 200, [2 \text{ с. 169}].$$

Для чорнового розточування

$$Rz = 50, [2 \text{ с. 173}], \quad Ti = 50, [2 \text{ с. 173}].$$

Для чистового розточування

$$Rz = 25, [2 \text{ с. 173}], \quad Ti = 25, [2 \text{ с. 173}].$$

Для зручності розв'язку задачі всі отримані значення зводимо у таблицю.

1. Розгорнути  $\varnothing 24H8$ .

$$2z_{\text{min}} = 2 \cdot (25 + 25 + 1,68 + 0) = 0,104 \text{ мм},$$

$$2z_{\text{max}} = 2z_{\text{min}} + \delta_{i-1} - \delta_i,$$

де  $\delta_{i-1}$  - допуск на попередньому переході;

$\delta_i$  - допуск на даному переході.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

$$\delta_{i-1} = 0,22,$$

$$2z_{\max} = 0,104 + 0,22 - 0,033 = 0,289 \text{ мм},$$

$$Dz_{\min} = D\delta_{\min} - 2z_{\max},$$

$$Dz_{\min} = 24 - 0,289 = 23,711 \text{ мм},$$

$$Dz_{\max} = D\delta_{\max} - 2z_{\min},$$

$$Dz_{\max} = 24,033 - 0,104 = 15,931 \text{ мм},$$

Це розміри після чистового розточування.

## 2. Чистове розточування

$$2z_{\min} = 2 \cdot (50 + 50 + 16,8 + 0) = 0,104 \text{ мм},$$

$$\delta_{i-1} = 0,87,$$

$$2z_{\max} = 0,234 + 0,87 - 0,22 = 0,884 \text{ мм},$$

$$Dz_{\min} = 23,711 - 0,884 = 24,827 \text{ мм},$$

$$Dz_{\max} = 23,931 - 0,234 = 23,697 \text{ мм},$$

Розміри після чорнового точіння.

## 3. Чорнове розточування.

$$2z_{\min} = 2 \cdot (160 + 200 + \sqrt{336^2 + 300^2}) = 1,62 \text{ мм},$$

$$\delta_{i-1} = 1,4,$$

$$2z_{\max} = 1,62 + 1,4 - 0,87 = 2,15 \text{ мм},$$

$$Dz_{\min} = 24,827 - 2,15 = 22,677 \text{ мм},$$

$$Dz_{\max} = 23,697 - 1,62 = 24,077 \text{ мм},$$

Приймаємо  $D_{заг} = 22 \text{ мм}$ .

Розрахуємо припуск на підрізання торця  $L = 117 \text{ мм}$ .

Підрізати начисто

$$2z_{\min} = 2 \cdot (Rz_i + T_i + \rho_{i-1} + \xi_y), [2 \text{ с. } 163],$$

$$2z_{\min} = 2 \cdot (50 + 50 + 16,8 + 68) = 0,369 \text{ мм},$$

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

ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ

Арк.  
35

$$2z_{\max} = 0,63 + 1,0 - 0,25 = 1,11 \text{ мм} ,$$

$$Lz_{\min} = L\delta_{\min} + 2z_{\min} ,$$

$$Lz_{\min} = 116,8 + 0,36 = 117,16 \text{ мм} ,$$

$$Lz_{\max} = L\delta_{\max} + 2z_{\min} ,$$

$$Lz_{\max} = 117 + 1,11 = 118,1 \text{ мм} .$$

Підрізати торець начорно

$$2z_{\min} = 2 \cdot (160 + 200 + 336 + 300) = 1,992 \text{ мм} ,$$

$$2z_{\max} = 1,992 + 1,4 - 1,0 = 2,392 \text{ мм} ,$$

$$Lz_{\min} = 117,16 + 1,992 = 119,152 \text{ мм} ,$$

$$Lz_{\max} = 118,1 + 2,392 = 120,492 \text{ мм} .$$

Приймаємо  $Lz = 121 \text{ мм}$  .

Після розрахунків будуємо схему розташування полів припуску і допусків.

Таблиця 2.4 Розрахунок припусків та граничних розмірів на обробку  $\varnothing 24\text{H}8$  та  $L = 117\text{h}14$

Переходи	Елементи припуску				Розр. припуск	Розр. розмір	До-пуск	Граничні розміри		Граничні відхилення, мкм	
	$Rz$	$Ti$	$\rho_{i-1}$	$\xi_y$				$max$	$min$	$2z_{max}$	$2z_{min}$
Заготовка	160	200	336	-	-	20,677	1,4	22,077	22,677	-	-
Чорнове	50	50	16,8	300	1,62	22,827	0,87	23,697	22,827	2,15	1,62

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

ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ

Арк.  
36

точіння Ø24											
Чистове точіння Ø24	25	25	1,68	0	0,234	23,711	0,22	23,931	23,711	0,884	0,234
Розгору- вання Ø24	10	20	0	0	0,104	24	0,033	24,033	24	0,289	0,104
Заготовка	160	200	336	-	-	60,201	1,4	62,602	60,201	-	-
Підрізати торець начорно	50	50	16,8	300	1,992	120,492	1,0	120,492	119,152	2,392	1,992
Підрізати торець начисто	25	25	1,68	68	0,369	116,8	0,25	117	116,8	1,11	0,369

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

ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ

Арк.  
37

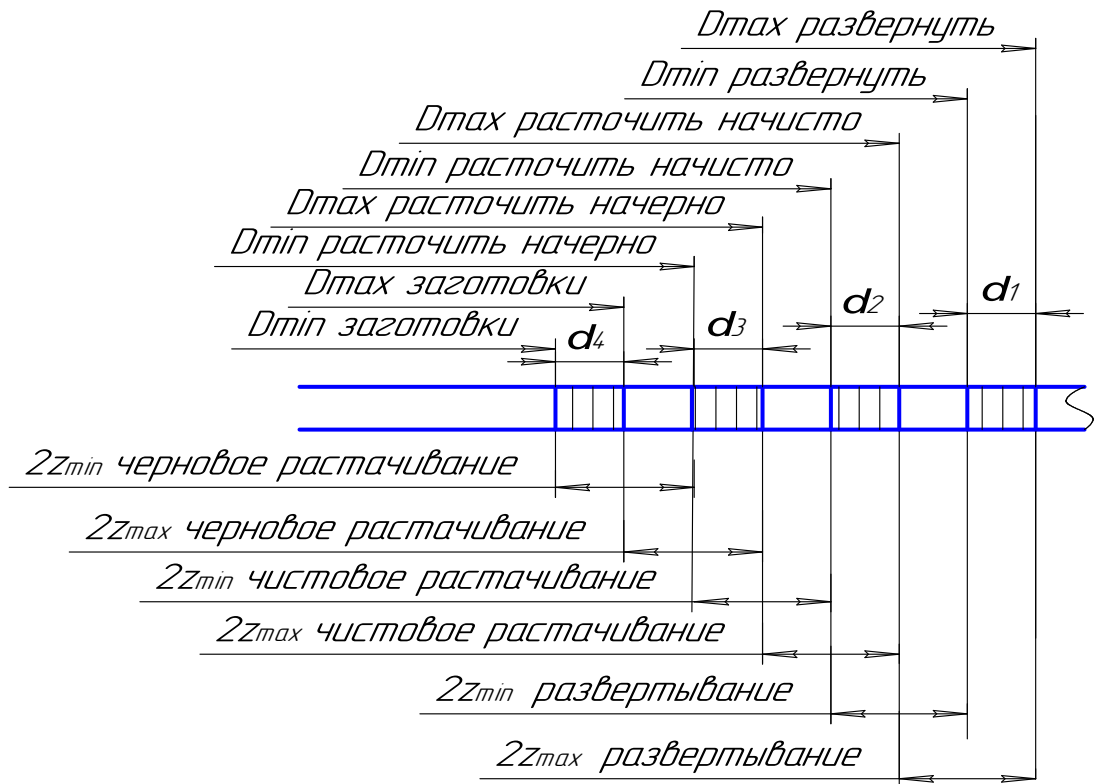


Рис. 2.6 - Схема розміщення припусків та допусків на обробку  $\varnothing 24H8$

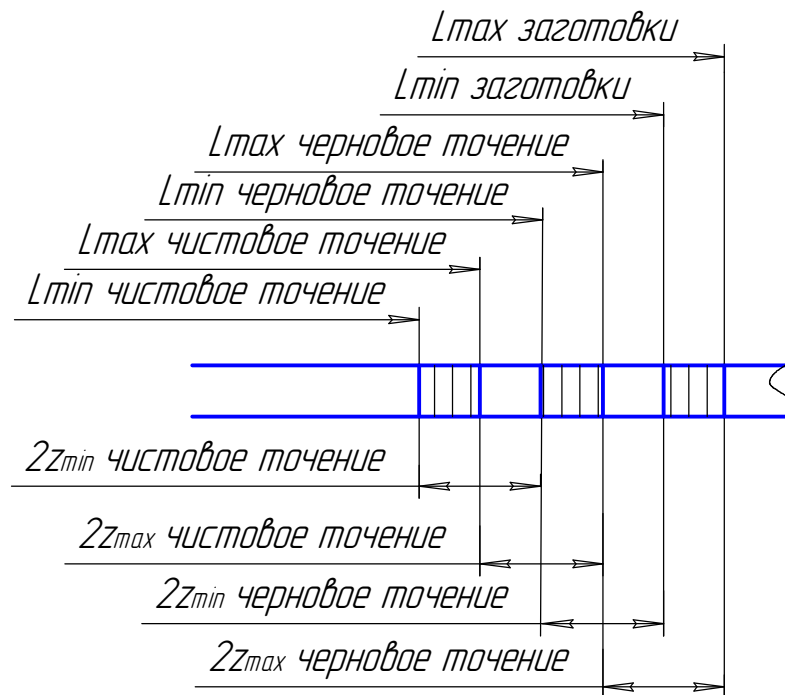


Рис. 2.7 - Схема розміщення припусків та допусків на обробку торця

$L=117\text{мм.}$

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ

Арк.  
38

Розрахунок припусків на всі інші поверхні табличним методом

Визначення припусків табличним методом на всі інші поверхні здійснюємо згідно ГОСТ 7505-79. Отримані дані заносимо у таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 Зведена таблиця припусків

Поверхня	Маршрут обробки	Шорсткість	Припуск на поверхню, мм	Розмір на заготовку	Кількість проходів
Ø23h12	Заготовка Точіння чорнове Точіння чистове	Ra 3,2	2,2	Ø25,2 <sup>+1,8</sup> <sub>-1</sub>	3
Ø24h11	Заготовка Точіння чорнове Точіння чистове	Ra 3,2	2,2	Ø26,2 <sup>+1,8</sup> <sub>-1</sub>	3
Ø52h12	Заготовка Точіння чорнове Точіння чистове	Ra 6,3	2,2	Ø54,2 <sup>+1,8</sup> <sub>-1</sub>	3

## 2.7 Розрахунок та вибір режимів різання

Розрахунок режимів різання проводимо на токарну обробку поверхні Ø28 мм (начорно).

Обираємо різець та встановлюємо його геометричні параметри. Приймаємо токарний прохідний різець, матеріал пластинки Т5К10, переріз державки 16x25. Геометричні параметри:  $\gamma=60^\circ$ ;  $\varepsilon=15^\circ$ ;  $r=1$ ;  $\gamma_t = -5^\circ$ ;  $\beta=12^\circ$ ;  $\acute{r}=0,6$ ;  $l=0$ ;  $R=3$ ;  $\varphi_1 = 15^\circ$ .

Глибина різання  $t=1,5$  мм;

Подача  $S = 0,5$  мм/об, [ 4];

Швидкість різання

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, [4],$$

де  $C_v$  - постійна для різних режимів різання;

$T$  – стійкість інструменту;

$x, m, y$  – показники ступеню;

$K_v$  – поправочний коефіцієнт.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_\varphi \cdot K_{\varphi_1} \cdot K_q \cdot K_o \cdot K_n \cdot K_r, [4],$$

де  $K_{mv}$  - коефіцієнт, що враховує якість оброблююмого матеріалу;

$K_{nv}$  - коефіцієнт, що визначає стан поверхні.

$K_\varphi, K_{\varphi_1}, K_q, K_o, K_n, K_r$  - коефіцієнти, що враховують параметри різця.

$$K_{mv} = 1,4, [4],$$

$$K_{nv} = 1,4, [4], K_\varphi = 0,9, [4], K_{\varphi_1} = 0,91, [4], K_q = 1, [4], K_o = 1,04, [4], K_r = 1, [4].$$

$$C_v = 182, [4], x = 0,12, [4], y = 0,3, [4], m = 0,23, [4],$$

$$K_v = 1,4 \cdot 1,4 \cdot 0,9 \cdot 0,91 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,04 = 0,95,$$

$$V = \frac{182}{60^{0,23} \cdot 1,5^{0,12} \cdot 0,5^{0,3}} \cdot 0,95 = 80,1 \text{ м/хв},$$

Число обертів

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 80,1}{3,14 \cdot 28} = 911,06 \text{ об/хв},$$

Приймаємо  $n = 800$  об/хв.

Тоді дійсна швидкість різання

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 28 \cdot 800}{1000} = 70,33 \text{ м/хв}.$$

Потужність різання

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, [4],$$

де  $P_z$  - сила різання

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, [4],$$

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

де  $C_p$  – постійна

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, [4],$$

$$K_{mp} = 1,8, [4],$$

$$K_{\phi p} = 0,94, \quad K_{\gamma p} = 1,25, \quad K_{\lambda p} = 1,0, \quad K_{rp} = 0,87,$$

$$K_p = 1,8 \cdot 0,94 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 0,87 = 1,84$$

$$C_p = 55, [4], \quad x = 1, [4], \quad y = 0,66, [4], \quad n = 0 [4].$$

Приймаємо верстат: 16К20Ф3,

Потужність верстату: 10 кВт,

Подача по верстату:  $S = 0,5$  мм/об,

Число обертів по верстату:  $n = 800$  об/хв,

Сила різання

$$P_z = 10 \cdot 55 \cdot 1,5^1 \cdot 0,5^{0,66} \cdot 70,33^0 \cdot 1,84 = 956,34 \text{ Н},$$

Потужність різання

$$N = \frac{956,34 \cdot 70,33}{1020 \cdot 60} = 1,09 \text{ кВт}$$

Машинний час

$$T_m = \frac{L}{n \cdot S},$$

де  $L$  - довжина ходу різця

$$L = l + y + D,$$

де:  $l$  - довжина різання;

$D$  – величина перебігу,  $D = 0$ ;

$y$  – величина вривання.

$$y = t \cdot \text{ctg} \varphi = 1,5 \cdot \text{ctg} \varphi = 1,2 \text{ мм},$$

$$L = 49 + 1,2 = 50,2 \text{ мм},$$

$$T_m = \frac{50,2}{800 \cdot 0,5} = 0,12 \text{ хв}.$$

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ

Арк.  
41

Розрахунок режимів різання на свердлування одного отвору  $\varnothing 4$  мм.

Глибина різання  $t = 2$  мм;

Подача  $S = 0,12$  мм/об;

Швидкість різання

$$V = V_{табл} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, [5],$$

$$V_{табл} = 21 м/хв, [5], K_1 = 0,9, [5], K_2 = 1, [5], K_3 = 1, [5],$$

$$V = 21 \cdot 0,9 \cdot 1,1 = 18,9 м/хв.$$

Число обертів

$$n = \frac{1000 \cdot 18,9}{3,14 \cdot 4} = 1404,9 об / хв.$$

Потужність

$$N = N_{табл} \cdot K_N \cdot \frac{n}{1000}, [5],$$

$$K_N = 1,25, [5],$$

$$N_{табл} = 0,2, [5],$$

$$N = 0,2 \cdot 1,25 \cdot \frac{1000}{1000} = 0,25 кВт.$$

Верстат 2Н135Ф2-1;

Потужність верстату  $N = 2,5$  кВт;

Подача  $S = 0,12$  мм/об;

Обороти по верстату  $n = 1000$  об/мин;

Дійсна швидкість різання

$$V = \frac{3,14 \cdot 4 \cdot 1000}{1000} = 12,56 м / хв.$$

Машинний час

$$L = (0,3 \cdot 4) + 2 + 10 = 13,2 мм,$$

$$T_M = \frac{13,2}{0,12 \cdot 1000} = 0,11 хв.$$

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Решту режимів різання розраховуємо аналогічно, а результати записуємо у таблицю 2.5.

## 2.8 Розрахунок технічних норм часу при виконанні операцій.

У серійному виробництві технічні норми часу визначаються за допомогою розрахунково-аналітичного підходу.

Технічні норми часу в умовах серійного виробництва встановлюють розрахунково-аналітичним методом.

Визначаємо норму штучно-калькуляційного часу

$$T_{шт.к} = \frac{T_{п.з}}{n} + T_{шт.}, \quad (2.71)$$

де  $T_{п.з}$  - підготовчо-заключний час, хв;

$n$  - величина партії деталей;  $n=945$  шт;

$T_{шт.}$  - штучний час на операцію, хв,

$$T_{шт.} = T_o + T_{доп.} + T_{обсл.} + T_{відп.}, \quad (2.72)$$

де  $T_o$  - основний час, хв;

$T_{доп.}$  - допоміжний час, хв;

$$T_{доп.} = T_{в.з.} + T_{з.в.} + T_{уп.} + T_{вим.}, \quad (2.73)$$

де  $T_{в.з.}$  - час на встановлення та зняття заготовки, хв;

$T_{з.в.}$  - час на закріплення та відкріплення заготовки, хв.;

$T_{уп.}$  - час на прийняття управління, хв;

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

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

$T_{відп.}$  - час на відпочинок та особисті потреби, хв;

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

В серійному виробництві при шліфуванні час на обслуговування робочого місця визначається за формулою

$$T_{\text{обсл.}} = T_{\text{орг.}} + T_{\text{тех.}} \quad (2.74)$$

де  $T_{\text{орг}}$  – час на організаційне обслуговування, хв.;

$T_{\text{тех}}$  – час на технічне обслуговування робочого місця, хв.

Визначаємо норми часу на операцію 020 токарна з ЧПК (установ А).

$$T_o = 1,598 \text{ хв,}$$

$$T_{\text{уст}} = 0,1 \text{ хв, [3],}$$

$$T_{\text{упр}} = 0,02 \text{ хв, [3],}$$

$$T_{\text{вим}} = 0,03 \text{ хв, [3],}$$

$$T_v = 0,1 + 0,02 + 0,03 = 0,105 \text{ хв,}$$

$$T_{\text{орг}} = 1,598 + 0,105 = 1,706 \text{ хв,}$$

$$T_{\text{об}} = 3,5\% T_{\text{орг}} = 3,5 \cdot 1,706 / 100 = 0,054 \text{ хв,}$$

$$T_{\text{отд}} = 4 \cdot 1,706 / 100 = 0,063 \text{ хв,}$$

$$T_{\text{ит}} = 1,598 + 0,105 + 0,054 + 0,063 = 1,82 \text{ хв.}$$

Визначаємо норми часу на операцію 020 токарна з ЧПК (установ Б).

$$T_o = 1,638 \text{ хв,}$$

$$T_v = 0,21 \text{ хв, [3],}$$

$$T_{\text{орг}} = 1,635 + 0,21 = 1,825 \text{ хв,}$$

$$T_{\text{об}} = 3,5 \cdot 1,825 / 100 = 0,064 \text{ хв,}$$

$$T_{\text{отд}} = 4 \cdot 1,825 / 100 = 0,072 \text{ хв,}$$

$$T_{шт} = 1,638 + 0,21 + 0,064 + 0,072 = 1,984 \text{ хв.}$$

Визначаємо норми часу на операцію 030 токарна.

$$T_o = 0,53 \text{ хв,}$$

$$T_v = 0,205 \text{ хв, [3],}$$

$$T_{орг} = 0,53 + 0,205 = 0,74 \text{ хв,}$$

$$T_{об} = 0,74 \cdot 0,035 = 0,026 \text{ хв,}$$

$$T_{отд} = 0,74 \cdot 0,04 = 0,031 \text{ хв,}$$

$$T_{шт} = 0,53 + 0,205 + 0,026 + 0,031 = 0,797 \text{ хв.}$$

Визначаємо норми часу на операцію 040 фрезерна.

$$T_o = 0,055 \text{ хв,}$$

$$T_v = 0,14 \text{ хв, [3 ],}$$

$$T_{орг} = 0,055 + 0,14 = 0,195 \text{ хв,}$$

$$T_{об} = 0,195 \cdot 0,035 = 0,007 \text{ хв,}$$

$$T_{отд} = 0,195 \cdot 0,04 = 0,01 \text{ хв,}$$

$$T_{шт} = 0,055 + 0,14 + 0,007 + 0,01 = 0,212 \text{ хв.}$$

Визначаємо норми часу на операцію 050 свердлувальна з ЧПК.

$$T_o = 0,485 \text{ хв,}$$

$$T_v = 0,24 \text{ хв, [3],}$$

$$T_{орг} = 0,485 + 0,24 = 0,715 \text{ хв,}$$

$$T_{об} = 0,715 \cdot 0,035 = 0,021 \text{ хв,}$$

$$T_{отд} = 0,715 \cdot 0,04 = 0,025 \text{ хв,}$$

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ

Арк.  
45

$$T_{шт} = 0,485 + 0,24 + 0,021 + 0,025 = 0,661 \text{ хв.}$$

Таблиця 2.6 Звідна таблиця технічних норм часу по операціям, хв.

№ опер.	Найменування	$T_o$	$T_v$	$T_{орг}$	$T_{об}$	$T_{отд}$	$T_{шт}$
020	Токарна з ЧПК (Установ А)	1,598	0,105	1,07	0,054	0,063	1,82
020	Токарна з ЧПК (Установ Б)	1,638	0,21	1,825	0,064	0,072	1,984
030	Токарна	0,53	0,205	0,74	0,026	0,031	0,797
040	Фрезерна	0,055	0,14	0,195	0,007	0,01	0,212
050	Свердлувальна	0,095	0,14	0,235	0,021	0,025	0,281
060	Свердлувальна з ЧПК	0,485	0,24	0,715	0,021	0,025	0,661
							5,474

## 2.9 Визначення рівня механізації технологічного процесу

Застосування засобів механізації та автоматизації в технологічному процесі регламентується стандартом ГОСТ 14.309–74.

Відповідно до цього нормативу, автоматизації та механізації підлягають елементи виробництва з метою зменшення витрат матеріальних ресурсів, зниження трудомісткості, підвищення якості продукції, а також збільшення обсягів її випуску.

Рівень (ступінь) механізації та автоматизації визначається за спеціальною

формулою, що дозволяє кількісно оцінити ефективність впроваджених технічних засобів:

$$P_m = \frac{O_m}{O}, \quad (2.78)$$

де  $O_m$  – кількість механізованих операцій даного технологічного процесу;

$O$  - загальна кількість операцій під час виконання яких знімається шар металу.

$$P_m = 4/4 = 1.$$

Отже, даний технологічний процес механізований на 100 %.

## 2.10 Оформлення технологічної документації.

Для забезпечення технологічної підготовки виробництва корпусної деталі, згідно з вимогами ГОСТ 3.119–83, застосовується операційне описання технологічного процесу.

Необхідна документація для цього оформлюється відповідно до ГОСТ 3.1121–84 і включає:

- маршрутні карти (ГОСТ 3.1118–82),
- операційні карти (ГОСТ 3.1404–86),
- карти ескізів (ГОСТ 3.1105–74),
- титульний аркуш (ГОСТ 3.1105–84).

Опис операцій і переходів здійснюється відповідно до ГОСТ 31702–79, з дотриманням правил оформлення: назви операцій подаються у формі прикметника у називному відмінку й вказують тип застосовуваного обладнання.

До змісту кожної операції включаються такі обов'язкові елементи:

- ключове слово, що визначає метод обробки (у формі інфінітива),
- назва поверхні чи елемента конструкції, яка підлягає обробці,

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

- відомості про розміри,
- додаткова інформація (наприклад, кількість одночасно оброблюваних поверхонь, тип пристрою тощо).

Усі оформлені технологічні документи наведені у додатку до пояснювальної записки.

## 2.11 Розробка керуючої програми для верстата з ЧПК за допомогою САМ програми

Далі, у ході дипломної роботи була проведена розробка програми для токарної обробки корпусу на верстаті з ЧПК

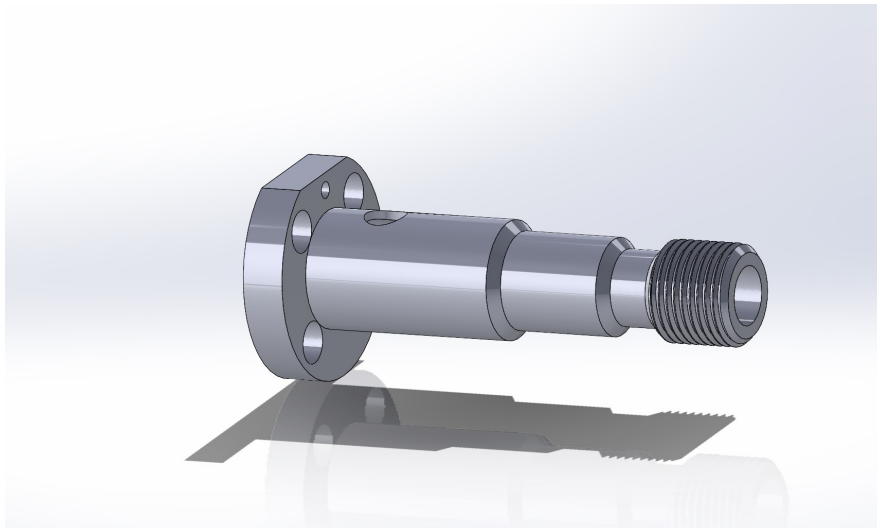
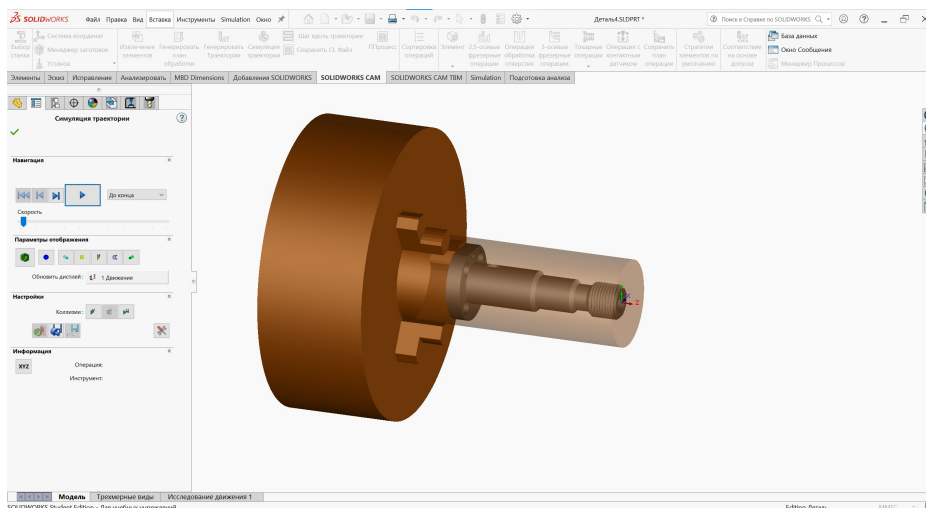


Рисунок 2.1 – 3D модель

### 1. Створено заготовку



## Рисунок 2.2 – Створення заготовки

2. Виконано розпізнання елементів деталі які планується обробляти
3. Вибрано вид оброблення

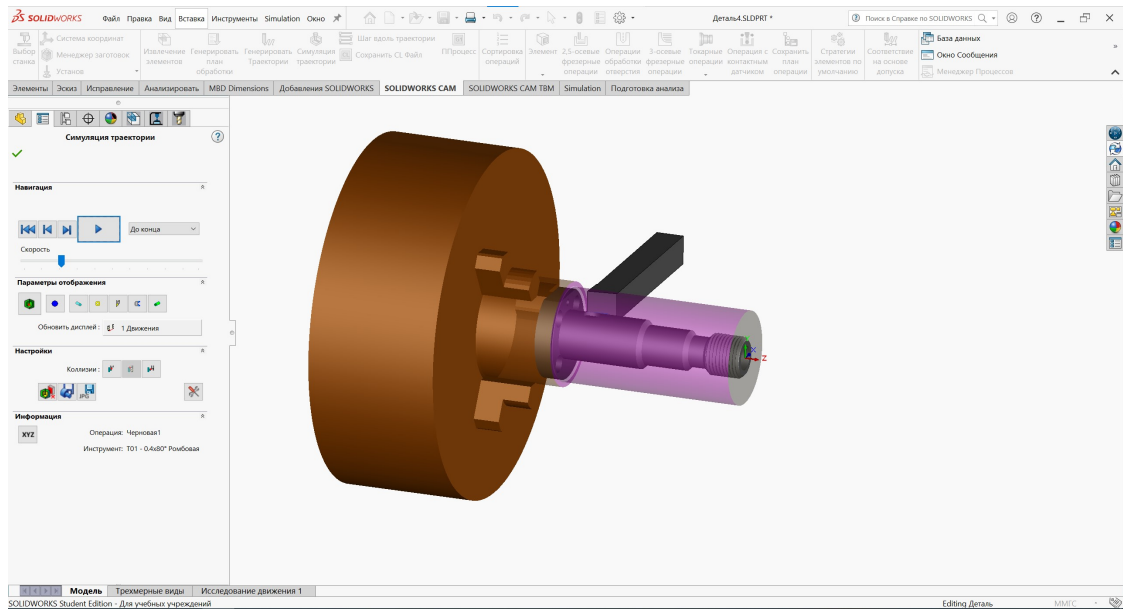


Рис 2.3 Токарна операція

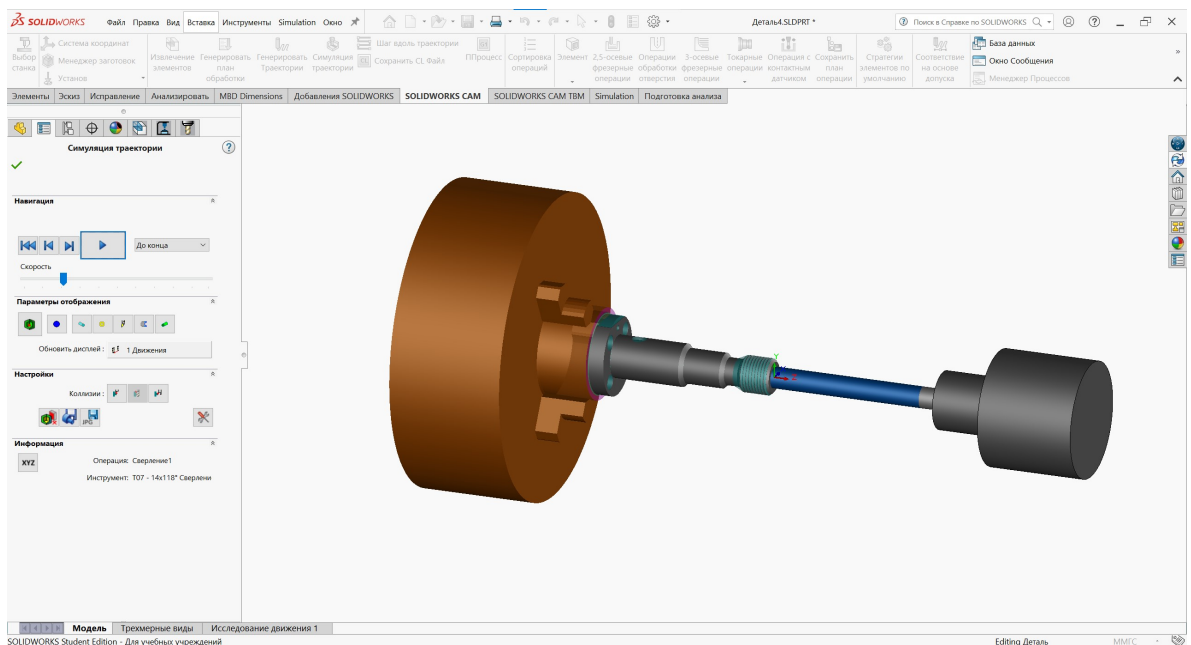


Рис 2.4 Свердлувальна операція

4. Вибрано металообробний інструмент та його параметри

5. Вибрано режими різання

6. Згенеровано траєкторію руху металорізального інструменту при обробленні корпусу

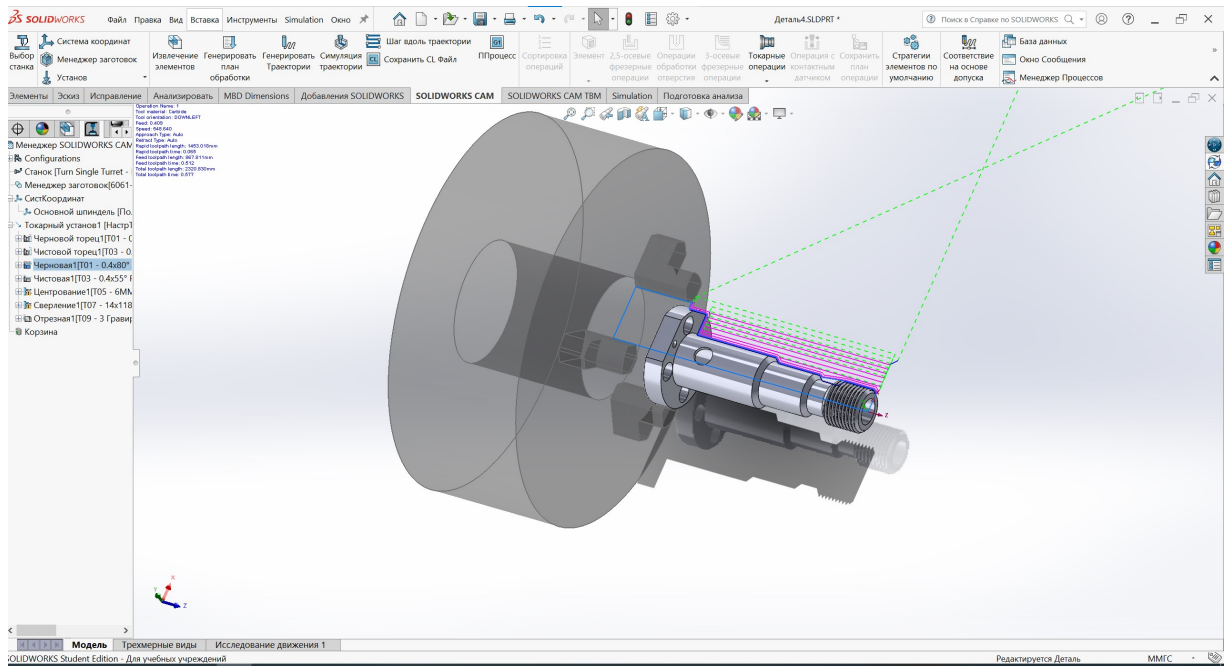


Рис 2.5 Траєкторія руху різця

7. Виконано автоматичне генерування програми оброблення в G-M кодї для оброблення на токарному верстатї з ЧПК за допомогою постпроцесора

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ

Арк.  
50

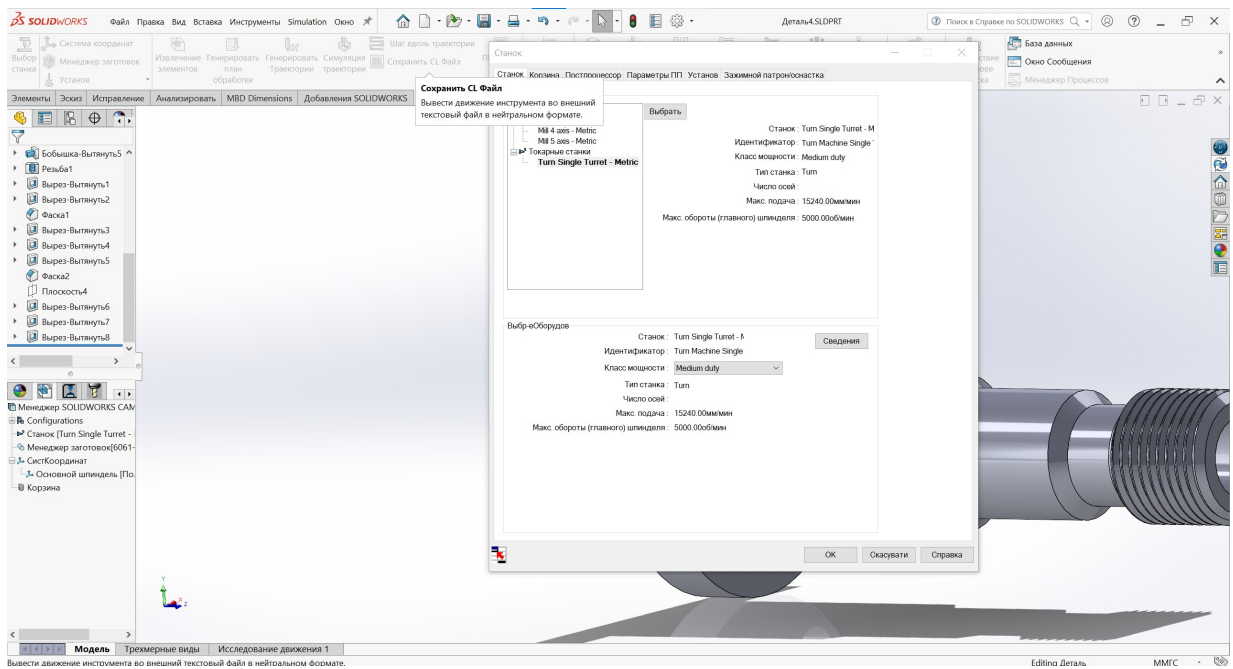


Рис 2.6 Вибір верстату

O0001  
 N1 (CNMG 431 80DEG SQR HOLDER)  
 N2 T0101  
 N3 B90.  
 N4 G00 G96 S548 M03  
  
 N5 (CNMG 431 80DEG SQR HOLDER)  
 N6 G54 G00 Z5.354 M08  
 N7 X66.707  
 N8 G99 G01 X60. Z2. F.409  
 N9 X-.8  
 N10 X-1.507 Z2.354  
 N11 G00 Z5.354  
 N12 X60.707  
 N13 Z1.854  
 N14 G01 X60. Z1.5  
 N15 X-.8  
 N16 X-1.507 Z1.854  
 N17 G00 Z4.854  
 N18 X60.707  
 N19 Z.854  
 N20 G01 X60. Z.5  
 N21 X-.8  
 N22 X-1.507 Z.854  
 N23 G00 Z7.6  
 N24 X508. Z127. M09  
 N25 M01  
  
 N26 (DNMG 431 80DEG SQR HOLDER)  
 N27 T0303  
 N28 B90.  
 N29 G00 G96 S548 M03  
  
 N30 (DNMG 431 80DEG SQR HOLDER)  
 N31 G54 G00 Z3.354 M08  
 N32 X65.907  
 N33 G01 X59.2 Z0 F.409  
 N34 X-.8  
 N35 X-1.507 Z.354  
 N36 G00 X508. Z127. M09  
 N37 M01  
  
 N38 (CNMG 431 80DEG SQR HOLDER)  
 N39 T0101  
 N40 B90.  
 N41 G00 G96 S548 M03  
  
 N42 (DNMG 431 80DEG SQR HOLDER)

Рис 3.9 Скрін програми оброблення корпусу на токарному верстаті з ЧПК

### 3 Конструкторський розділ

#### 3.1 Розрахунок пристрою для свердлування отв. Ø10H12

##### Призначення та опис пристрою

Розроблений пристрій призначений для виконання технологічної операції 050, яка полягає у свердлінні отвору Ø10 H12. Основна функція пристрою — надійне закріплення заготовки під час обробки. Завдяки універсальній конструкції пристрій оптимально підходить для серійного виробництва, де важливі точність, швидкість установа та повторюваність положення деталей.

Свердління виконується спіральним свердлом Ø10 з швидкорізальної сталі (Р6М5) за один прохід з вертикальною подачею. В якості технологічного обладнання обрано вертикально-свердлувальний верстат моделі 2Н125, характеристики якого включають:

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		52

- робочу поверхню стола розміром 4000 × 500 мм,
- максимальний діаметр свердління — Ø25 мм.

Заготовка встановлюється на V-подібну призму з кутом 90°, що забезпечує самоустановлення циліндричної деталі. Затиск здійснюється зверху за допомогою прихвату з пневматичним приводом, що гарантує стабільне утримання заготовки протягом обробки.

Конструктивні елементи пристрою:

- нерухома призма для точного позиціювання заготовки,
- затискні вузли, які фіксують деталь зверху,
- пневматичний привід, що автоматизує процес затискання та підвищує продуктивність.

Розрахунок на точність.

Точність обробки в даному пристрої виконується якщо:

$$E_{\text{дон}} \circlearrowleft E_y$$

де  $E_y$  - похибка установки.

$$E_y = \sqrt{E_{\delta} + E_z + E_{\text{пр}}} \sqrt{10}^{\circ}$$

де  $E_{\delta}$  - похибка базування,

$E_z$  - похибка закріплення,

$E_{\text{пр}}$  - похибка пристрою.

Похибка базування в даному пристрої дорівнює 0 так як базування робиться по упору, який регулюється.

Похибка закріплення також дорівнює 0 та як свердлування проводиться у напрямку закріплення наскрізь.

Похибка пристрою  $E_{\text{пр}} = 200 \text{ мкм} \sqrt{10}^{\circ}$ .

Похибка обробки при виконанні даної операції не повинна перевищувати поля допуску на отримання розміру.

Допустима сумарна похибка пристрою:

$$E_{don} = \Delta - k w$$

де  $\Delta$  - поле допуску на розмір;  $\Delta = 520\text{мкм}$ .

$k = 0,8$  – поправочний коефіцієнт;

$w$  - точність обробки на даному пристрої,  $w = 90\text{мкм}$ .

$$E_{don} = 520 - 0,8 \cdot 90 = 448\text{мкм}.$$

Переверяємо умову  $448 \ngtr 200$ .

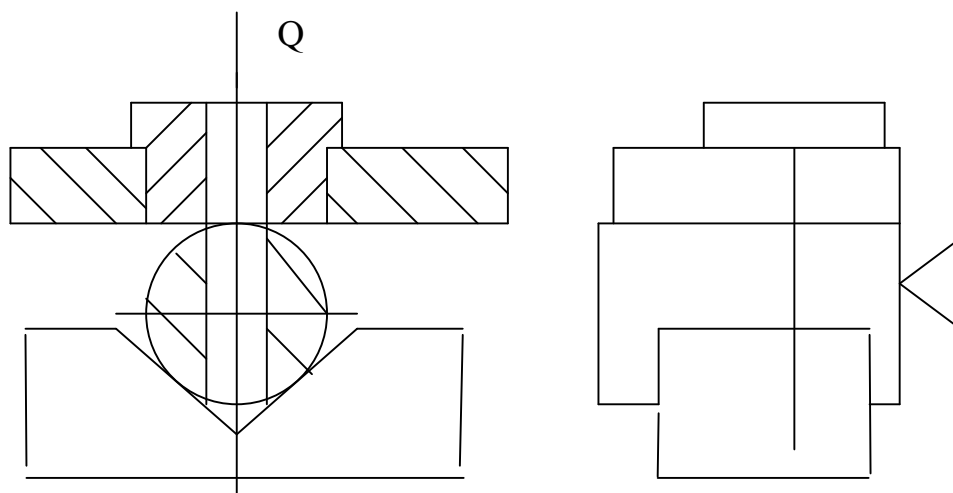


Рисунок 3.3 - Схема установки.

Оскільки заготовка встановлюється на V-подібну призму, а базування здійснюється по торцевому упору, то свердління виконується через кондукторну втулку, яка забезпечує направлення свердла. У цьому випадку точність по-

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата



## Р

Рисунок. 3.4 - Кінематична схема пристрою: 1- пневмпривід, 2 - установочна призма, 3 - колона, 4 - кондукторна плита, 5 - кондукторна втулка.

Сила затиску деталі визначається за формулою:

$$Q = \frac{2 \cdot K \cdot M_{кр}}{D_3 \cdot \left( f + \frac{f}{\sin 45^\circ} \right)}$$

де:  $f = 0,2$  - коеф. тертя;  $M_{кр}$  – крутний момент різання;  $K = 1,9$  - коеф. надійності закріплення.

$$M_{кр} = C_m \cdot d^2 \cdot S^y \cdot K_M$$

де:  $C_m = 30$ ;  $y = 0,8$ ;  $K_M = 0,62$ ;  $d = 10$  мм;  $S = 0,12$  мм/об [19]

$$M_{кр} = 30 \cdot 10^2 \cdot 0,12^{0,8} \cdot 0,62 = 341,1H \cdot мм = 0,341H \cdot м$$

$$Q = \frac{2 \cdot 1,9 \cdot 0,341}{0,028 \cdot \left( 0,2 + \frac{0,2}{\sin 45^\circ} \right)} = 96,1H$$

Розраховуємо діаметр пневмоциліндра

$$D_u = \sqrt{\frac{4 \cdot (Q + g)}{P \cdot \pi \cdot \eta}}$$

де  $P = 0,4$  МПа - тиск повітря в пневмережі;  $\eta = 0,75$  – КПД;  $g = 50$  Н – зусилля пружини.

$$D_u = \sqrt{\frac{4 \cdot (96,1 + 50)}{10^6 \cdot 0,4 \cdot 3,14 \cdot 0,75}} = 0,0249м$$

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк. 56
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо конструктивно діаметр циліндра  $D_u = 100$  мм.

Визначаємо дійсне зусилля затиску.

$$Q = P_{\epsilon} \frac{\pi \cdot D_u^2}{4} \cdot \eta - g$$

$$Q = \left( \frac{10^6 \cdot 0,4 \cdot 3,14 \cdot 100^2}{4} \cdot 0,75 \right) - 50 = 4141,5 \text{ Н}.$$

Розрахунок найбільш навантажених елементів пристрою

Для перевірки надійності та працездатності пристрою необхідно провести міцнісний розрахунок елементів, що зазнають найбільших навантажень. У даній конструкції таким елементом є гвинт, який фіксує кондукторну плиту до колонок.

Оскільки під час роботи пристрою цей гвинт сприймає значні зусилля, його розрахунок проводиться на зріз і перевіряється на зминання, що дозволяє гарантувати, що елемент витримуватиме навантаження без деформацій чи руйнування протягом всього терміну експлуатації.

Умова міцності на зріз:

$$\tau_{cp} = \frac{Q}{i \frac{\pi \cdot d_0^2}{4}} < [\tau_{cp}].$$

$$Q = P \cdot \eta \cdot \frac{\pi (D^2 - d^2)}{4}.$$

$$[\tau_{cp}] = 140 \text{ МПа} = 140 \cdot \frac{9,8}{10} = 137 \text{ МПа}.$$

$$d_0 = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{i \cdot \pi \cdot [\tau_{cp}]}}.$$

$$d_0 = \sqrt{\frac{4 \cdot 4141,5}{2 \cdot 3,14 \cdot 137}} = 4,39 \text{ мм}.$$

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Так як у нас 2 гвинта, то  $d_0 = \frac{4,39}{2} = 2,195$  мм.

Приймаємо конструктивно  $d_0 = 10$  мм.

**Перевірка на зминання.**

$$\sigma_{зм} = \frac{Q}{d_0 \cdot \delta_{\min}} < [\sigma_{зм}]$$

$$[\sigma_{зм}] = 320 \text{ МПа}$$

$$\delta_{\min} = \frac{Q}{2 \cdot d_0 \cdot [\sigma_{зм}]} = \frac{4141,5}{2 \cdot 10 \cdot 320} = 0,65 \text{ мм.}$$

Приймаємо конструктивно товщину важеля  $\delta = 10$  мм.

Технічні вимоги до пристрою

Для ефективної та надійної роботи пристрою пневмосистема повинна забезпечувати тиск стислого повітря не менше 0,4 МПа.

Важливою умовою є забезпечення перпендикулярності осі призми відносно осі кондуктора з допуском не більше 0,01 мм.

Вимоги безпеки при експлуатації

Для безпечної роботи пристрою конструкція повинна виключати можливість потрапляння рук оператора в зону затиску заготовки. У разі втрати тиску в системі (наприклад, при аварійному вимкненні подачі повітря), заготовка не повинна самовільно звільнитись.

Додаткові вимоги:

- Конструкція не повинна містити гострих країв, задирок чи небезпечних елементів.
- Шорсткість притулкових поверхонь не повинна перевищувати  $Ra \leq 1,25$ .

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

- Розташування органів керування має відповідати ергономічним вимогам: на висоті 1000–1600 мм від підлоги.
- Пневмопривід повинен бути обладнаний редуктором тиску.
- Крани керування мають бути пофарбовані у кольори, що чітко відрізняються від інших елементів.
- Необхідне освітлення робочої зони відповідно до норм.

#### Опис роботи пристрою

Заготовку встановлюють у призму, орієнтуючи її за допомогою регульованого упору, що визначає відстань від торця до центра отвору, який підлягає свердлінню.

Після подачі стисненого повітря у штокову порожнину пневмоциліндра, поршень переміщується і опускає кондукторну плиту, яка разом із втулкою забезпечує затиск заготовки.

Для повернення плити у вихідне положення використовується пружина.

Кульковий клапан служить для скидання надлишкового тиску в системі. Свердління виконується через кондукторну втулку, що гарантує точне направлення інструменту.

#### 3.2 Проектування контрольно-вимірювального пристрою.

Контроль радіального биття поверхні  $\varnothing 28h11$  за технічними вимогами креслення

Для перевірки радіального биття зазначеної поверхні розроблено спеціальний пристрій.

На плиту монтується кронштейн з установочним центром, на який деталь фіксується за фаску. Для надійного закріплення використовується також підпружинений центр з фаскою, що забезпечує стабільне притискання деталі під час вимірювання.

Вимірювання радіального биття здійснюється за допомогою індикатора, який закріплюється на індикаторній стійці. Індикатор встановлюють у нульове положення у точці дотику зі стороною деталі. Після цього обертають деталь у центрах, спостерігаючи за відхиленнями стрілки індикатора.

Варто зазначити, що принцип вимірювання є непрямим, оскільки покази індикатора відображають радіальне коливання поверхні при обертанні деталі.

Розрахунок пристрою на точність ведемо по формулі:

$$E_{розр.} \leq E_{доп}$$

де  $E_{доп}$  - допустима похибка;

$E_{расч}$  - розрахункова похибка.

$$E_{доп} = \Delta \cdot 0,3$$

де:  $\Delta$  - допуск на контролюємий параметр, по кресленню 0,1мм.

$$E_{доп} = 0,10 \cdot 0,3 = 0,03 \text{ мм.}$$

$E_{расч}$  - розрахункова похибка розраховується за формулою:

$$E_{пр} = \sqrt{E_{\delta}^2 + E_{виг}^2 + E_{приб}^2 + E_{зн}^2}, \quad (3.4)$$

де  $E_{\delta}$  - похибка базування;  $E_{\delta} = 0$ .

$E_{виг}$  - похибка виготовлення пристосування, лежить в межах від 0,01 до 0,005, приймаємо 0,01мм;

$E_{приб}$  - похибка вимірювального приладу,  $E_{приб} = 0,01$ мм;

$E_{зн}$  - похибка зношення пристрою, лежить в межах від 0,01 до 0,005, приймаємо 0,01мм;



Конституція України, Кодекс законів про працю, Закон України «Про охорону праці», а також численні нормативні акти (ДБН, ДСанПіН, ДСТУ, НАПБ тощо) визначають обов'язки роботодавця й працівника у сфері охорони праці, встановлюють гарантії безпеки під час виконання робіт, а також відповідальність за порушення вимог охорони праці.

У межах дипломного проєкту особливу увагу приділено виявленню та аналізу небезпечних і шкідливих факторів, характерних для технологічного процесу, а також розробці технічних та організаційних рішень щодо їх усунення або мінімізації.

#### 4.2. Виробничі шкідливі та небезпечні фактори

Згідно з чинним законодавством, усі фактори, що негативно впливають на здоров'я та безпеку працівника, поділяються на шкідливі (впливають на здоров'я при тривалому контакті) та небезпечні (можуть спричинити травми або смерть миттєво).

Під час реалізації проєкту або експлуатації відповідного обладнання можуть діяти наступні фактори:

- Фізичні фактори:
  - підвищений рівень шуму (понад 80 дБ),
  - вібрації, особливо локальні при роботі з ручним інструментом,
  - високі або низькі температури повітря у виробничому приміщенні,
  - недостатнє або надмірне освітлення.
- Механічні фактори:
  - обертові частини обладнання, які можуть спричинити затягування одягу або частин тіла;
  - гострі кромки, шорсткості, що можуть спричинити порізи;
  - падіння інструментів, деталей або вантажів.
- Електричні фактори:

- ураження електричним струмом через несправність ізоляції, неправильне заземлення;
- можливість короткого замикання чи пробоя ізоляції в умовах підвищеної вологості.
- Хімічні фактори:
  - пил металів або композитів, що утворюється при шліфуванні, різанні;
  - мастильно-охолоджувальні рідини, які можуть спричинити дерматити або алергії;
  - гази, пари чи аерозолі при обробці металів або полімерів.
- Психофізіологічні фактори:
  - нервово-емоційне перенапруження при виконанні точних або відповідальних операцій;
  - монотонність роботи, що призводить до зниження уваги.

#### 4.3. Вимоги до виробничого середовища

Для забезпечення безпечної діяльності працівників важливо підтримувати нормативні показники мікроклімату, освітлення, рівня шуму та вібрацій.

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк. 63
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		







## Література

1. Бабук В.В. “Дипломное проектирование по технологии машиностроения”, 1978г.
2. Барановский Ю.В. Режимы резания металлов. М. “Машиностроение”, 1972г.
3. Власов А.Ф. Безопасность при работе на металлорежущих станках. М. “Машиностроение” 1977г.
4. Говоркян А.М. Экономика и организация производства. М. “Высшая школа” 1982г.
5. Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Минск. “Высшая школа” 1983г.
6. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков. М., “Машиностроение”, 1979г.
7. Добриднев А.Н. Курсовое проектирование по предмету “Технология машиностроения” Москва. М. 1985г.
8. Егоров М.Е. Основы проектирования машиностроительных заводов. М., “Высшая школа” 1969г.
9. Калда Г.С. Індивідуальні завдання та методичні вказівки до їх розв’язування з курсу “Охрана праці в галузі”. Хмельницький, 2000р.
10. Ковтун В.В., Полтев В.С. Охрана труда при работе на металлорежущих станках. М., “Машиностроение” 1982г.
11. Косилова А.Г. Справочник технолога-машиностроителя, том 1. М. “Машиностроение”, 1972г.
12. Малов А.Н. Справочник технолога-машиностроителя, том 2. М. “Машиностроение”, 1972г.
13. Косіюк М.М. Методичні вказівки до виконання розділу дипломного проекту “Проектування дільниці механоскладального (інструментального) цеху”, - Хмельницький: ТУП, 2000. -69с.

						<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк. 67
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата			

14. Нефедов Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техниках М., “Высшая школа”, 1986г.
15. Нефедов Н.А. Сборник задач и примеров по режущему инструменту. М., “Машиностроение”, 1984г.
16. Нижник В.М. Методичні вказівки до виконання організаційно – економічного розділу технологічного ДП для студентів спеціальностей “Технологія машинобудування”, “Металорізальні верстати та системи”. Хмельницький. ТУП, 1998р.
17. Полтев М.К. Охрана труда в машиностроении.- М.,”Высшая школа” 1980г.
18. Проектування технологічних процесів складання вузла і виготовлення деталі. Методичні вказівки з курсового проектування по технології машинобудування для студентів спеціальностей “Технологія машинобудування”, “Металорізальні верстати і системи”, “Інструментальне виробництво” та “Професійне навчання” / Під ред. В.Д. Каразея. – Хмельницький: ТУП, 2001. – 109 с.
19. СНиП II-4-79. Естественное и искусственное освещение.
20. Чернин А.Г. Детали машин. М., “Высшая школа”, 1975г.