

**Міністерство освіти і науки України**

**Луцький національний технічний університет**

(повне найменування вищого навчального закладу)

**Факультет транспорту та механічної інженерії**

(повне найменування факультету)

**Кафедра прикладної механіки та мехатроніки**

(повна найменування кафедри)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»**

**Проектування дільниці з розробкою технологічного  
процесу механічної обробки корпусу 1-ЛОП-01-ТМ**

спеціальність 131 Прикладна механіка  
(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Прикладна механіка»  
(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти  
групи ІМ-41  
Токарський Максим Володимирович

(підпис)

Керівник:  
д.т.н., професор  
Повстяной Олександр Юрійович

(підпис)

Кваліфікаційну роботу  
допущено до захисту  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.  
Гарант освітньої програми:  
к.т.н., доцент  
Божко Тетяна Євгенівна

(підпис)

Луцьк – 2025 року

## ВСТУП

Український машинобудівний сектор стикається з безліччю серйозних викликів, які поставили під загрозу його сталий ріст і розвиток. Галузь змушена функціонувати під час воєнного стану, геополітичної кризи, яка кинула тінь невизначеності на весь регіон. У середині галузі галузь зіткнулася з давніми проблемами, які потребують вирішення. Недостатні інвестиції перешкоджають здатності сектору модернізуватися та конкурувати у світовому масштабі. Технологічний дефіцит, що відображає брак сучасної інфраструктури та інновацій, ще більше гальмує прогрес. Цей брак технологічного прогресу зробило сектор менш конкурентоспроможним на міжнародній арені.

Головною метою нашої випускної роботи є розробка нових технологічних процесів виготовлення виробів стратегічного призначення, що визначають машинобудівний сектор України. Результати цього дослідження будуть визначати позитивний вплив впровадження економічних заходів, таких як конкурентоспроможність машинобудівного сектору. Крім того, результати підкреслюють важливість виходу за рамки простої формальної локалізації виробництва.

Основна увага має буде зосереджена на підвищенні технічної якості та інноваціях виготовлення виробів, щоб залишатися конкурентоспроможною на світовому рівні.

Вирішення численних викликів, що стоять перед українським машинобудуванням, вимагає цілісного та багатогранного підходу. Галузь повинна активно впроваджувати надійну протекціоністську політику для захисту та підтримки свого зростання. Пріоритет інноваціям та модернізації є ще одним ключовим компонентом. Заохочення імпортозаміщення та розширення експорту машинобудівної продукції мають вирішальне значення для забезпечення стійкості та зростання.

					007Б - 25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
(повне найменування вищого навчального закладу)

**Факультет** Транспорту та механічної інженерії

**Кафедра** Прикладної механіки та мехатроніки

**Ступінь вищої освіти:** бакалавр

**Галузь знань:** 13 Механічна інженерія

**Спеціальність:** 131 Прикладна механіка

**Освітня програма:** Прикладна механіка

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
**Завідувач кафедри**

\_\_\_\_\_ Р. Редько

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2025 р.

**ЗАВДАННЯ**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**  
Токарському Максиму Володимировичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: Проектування ділянки з розробкою технологічного процесу механічної обробки деталі корпусу 1-ЛОП-01-ТМ

Керівник роботи: Повстяной Олександр Юрійович, д.т.н., професор, затверджені наказом закладу вищої освіти від «31» грудня 2024 р., № 910/01-07

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи «01» червня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: технологічна документація, базовий технологічний процес корпусу, програма випуску 30000 шт., креслення деталі корпусу 1-ЛОП-01-ТМ, матеріал заготовки

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити)

Реферат. Вступ. 1. Загальна частина. 2. Технологічна частина. 3. Конструкторська частина. 4. Проектування механічної ділянки. 5. Охорона праці. Висновки. Список використаних джерел. Додатки

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу:

1. Креслення заготовки – 1 ф. А1; 2. Карта технологічного процесу – 1 ф. А1;  
3. Верстатний пристрій – 1 ф. А1; 4. Спеціальний різальний інструмент – 1 ф. А1. 5.  
План ділянки – 1 ф. А1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання

1.03.2024 р.

### **КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	<i>Вступ. Загальна частина.</i>	<i>14.03.2025</i>	
2.	<i>Технологічна частина.</i>	<i>10.04.2025</i>	
3.	<i>Розрахунково-конструкторська частина</i>	<i>15.04.2025</i>	
4.	<i>Проектування механічної ділянки.</i>	<i>20.04.2025</i>	
5.	<i>Охорона праці</i>	<i>30.04.2025</i>	
6.	<i>Оформлення графічної частини</i>	<i>10.05.2025</i>	
7.	<i>Інструментальна перевірка на академічний плагіат</i>	<i>25.05.2025</i>	
8.	<i>Представлення роботи до захисту</i>	<i>30.05.2025</i>	

Здобувач вищої освіти

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Зубовецька Н.Т.  
(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Повстяной О.Ю.  
(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Токарський М.В. Проектування дільниці з розробкою технологічного процесу механічної обробки деталі корпусу 1-ЛОП-01-ТМ. Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Прикладна механіка» спеціальності 131 Прикладна механіка. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2025.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається з вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків (згідно структури кваліфікаційної роботи, затвердженої кафедрою).

В пояснювальній записці в загальній частині розглянуті питання аналізу виробу, його призначення, характеристика можливого виробництва, аналіз застосування технічних засобів, вибрано метод отримано заготовки.

У технологічній частині розроблено технологічний процес виготовлення даної деталі. Проведені практичні розрахунки режимів різання, норм технічного часу, на базі яких розроблені операційні карти технологічного налагодження.

У конструкторському розділі розроблено, розраховано і дано опис верстатного пристрою для обробки заданої деталі, спеціального ріжучого інструменту.

На основі вище вказаних розробок у розділі проектування механічної дільниці проведені необхідні розрахунки і пояснення, на базі яких спроектовано план механічної дільниці обробки заданої деталі.

Розглянуті питання охорони праці, а також проведені відповідні висновки.

Ключові слова: технологічний процес, заготовка, деталь, режими різання, технологічна оснастка, механічна дільниця, небезпечні та шкідливі фактори.

## ABSTRACT

Tokarskiy M. Design of a site with the development of a technological process for mechanical processing of a body part 1-LOP-01-TM. Manuscript.

Bachelor's qualification work OP "Applied Mechanics" specialty 131 Applied Mechanics. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2025.

Bachelor's qualification work consists of an introduction, 5 sections, conclusions, a list of sources used, and appendices (according to the structure of the qualification work approved by the department).

In the explanatory note, in the general part, the issues of product analysis, its purpose, characteristics of possible production, analysis of the use of technical means, a method of obtaining a blank are considered.

In the technological part, the technological process for manufacturing this part is developed. Practical calculations of cutting modes, technical time standards are carried out, on the basis of which operational charts of technological adjustment are developed.

In the design section, a machine tool for processing a given part, a special cutting tool, is developed, calculated and described.

Based on the above developments, in the section on the design of the mechanical section, the necessary calculations and explanations are made, on the basis of which a plan for the mechanical section for processing a given part is designed.

Occupational safety issues are considered, and the corresponding conclusions are drawn.

Keywords: technological process, workpiece, part, cutting modes, technological equipment, mechanical section, dangerous and harmful factors.



- 4.2 Визначення кількості працівників на ділянці
- 4.3 Розрахунок виробничої площі ділянки
- 4.4 Розробка технологічного планування ділянки
- 4.5 Основні техніко-економічні показники ділянки

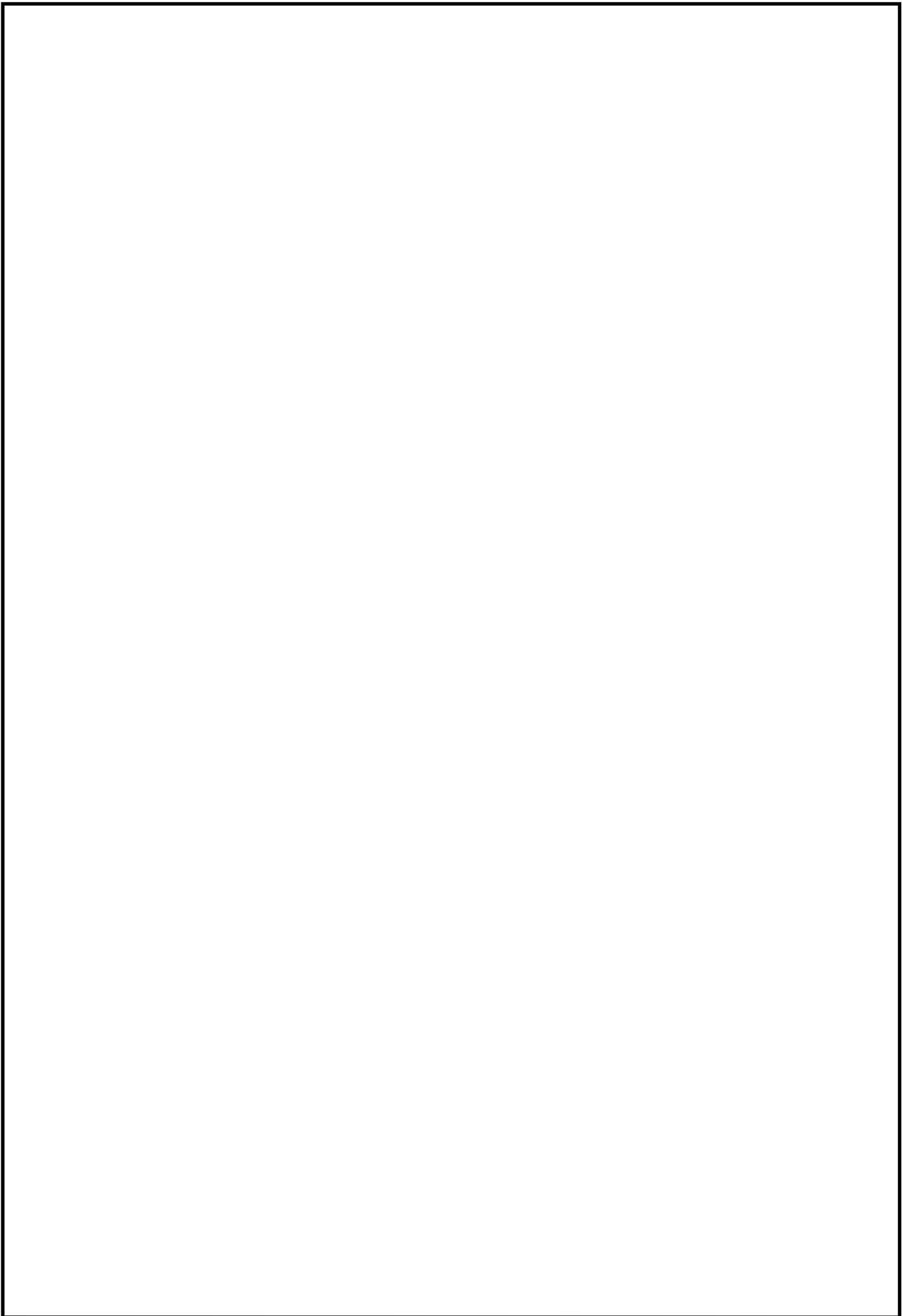
5 ОХОРОНА ПРАЦІ

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

ДОДАТОК

					007Б – 25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



					007Б – 25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Ця коробка передач триходова, має п'ять передач для руху вперед і одну назад. Вона закріплена на картері зчеплення 4-ма шпильками, які вгвинчені в тіло картера. Механізм переключення цих передач встановлюється на кришці і кріпиться до неї 4-ма болтами М10.

У отвір  $\varnothing 23$  кришки встановлюється валик переключення передач. Важіль на вал запресовується і стопориться гвинтом. На шийці кришки є шарнірне з'єднання. Шарнірне з'єднання через з'єднується з важілем переключення передач. На торці валу встановлюється кулачок, який натискає на шарнір датчика і включає ліхтарі заднього ходу.

Деталь 1-ЛОП-01-ТМ відноситься до класу корпусних деталей, тип – литво середньої складності, виготовлена по 6-му класу шорсткості поверхні і першому класу точності.

Форма деталі забезпечує утримання заготовок з припусками (2-3 мм).

Не вказані граничні відхилення поверхонь:

- для отворів – Н14;
- для валів h14;
- для решти поверхонь  $\pm \frac{IT14}{2}$ .

При аналізі якості поверхонь цієї деталі і точності їх взаємного розміщення її можна віднести до середньої групи складності.

Граничні відхилення розмірів між осями двох любих отворів  $\pm 0,1 \text{ мм}$ .

В якості матеріалу використовують сірий чавун марки СЧ18 ДСТУ 3421-2011 (таблиця 1, 2).

Таблиця 1.1 – Хімічний склад

Марка чавуна	С	$\delta i$	Мп	Р	S
СЧ18 ДСТУ 3421-2011	2,8 ÷ 3,5	1,7 ÷ 3,0	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5

										Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	007Б – 25.00.00.00.000ПЗ					



Дані для розрахунків вартості заготовки по варіантах заносимо в таблицю 1.3.

Таблиця 1.3 - Розрахунки вартості заготовки по двох варіантах

Показники \ Вид заготовки	В кокіль	В земляні форми при машинній формовці
Клас точності	7	7
Група складності	3	3
Маса заготовки	4,92	4,92
Вартість 1 т. заготовок з чавуну СЧ18	360	360
Вартість 1 т. відходів в грн.	24,8	24,8

Вартість заготовки по першому варіанті:

$$C_{заг1} = \left( \frac{C_1}{1000} \cdot Q \cdot k_e \cdot k_c \cdot k_T \cdot k_m \cdot k_n \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{oxid}}{1000},$$

де  $C_1$  - базова вартість 1 т. заготовок,  $C_1 = 360 \text{ грн}$

$k_e, k_c, k_T, k_m, k_n$  - коефіцієнти, що залежать від класу точності, маси, марки матеріалу і об'єму виробництва заготовки.

$$k_e = 0,91; k_c = 1; k_T = 1,1; k_m = 1; k_n = 1$$

$$C_{заг1} = \left( \frac{360}{1000} \cdot 4,92 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,91 \cdot 1 \cdot 1 \right) - (4,92 - 3,95) \cdot \frac{24,8}{1000} = 1,77 - 0,02 = 1,75 \text{ грн.}$$

Вартість заготовки по другому варіанті:

$$C_{заг2} = \left( \frac{360}{1000} \cdot 1,64 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,91 \cdot 1 \cdot 1 \right) - (4,64 - 3,95) \cdot \frac{24,8}{1000} = 1,67 - 0,69 \cdot \frac{24,8}{1000} = 1,66 \text{ грн.}$$

По другому варіанту заготовка дешевша на  $1,75 - 1,66 = 0,09 \text{ грн}$

Економічний ефект для співставлення способів:

$$E = (C_{заг1} - C_{заг2}) \cdot N = (1,75 - 1,66) \cdot 30000 = 2700 \text{ грн}$$

Вибираємо отримання виливки по першому класу точності литвом в земельні форми при машинній формовці.

Технічні умови на заготовку:

1. НВ 170...229

					007Б – 25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

2. Клас точності виливки 7 за ДСТУ 2311-2009.
3. Не вказані радіуси 3 мм.
4. Не вказана площа стінок 6 мм.
5. Формувальні нахили  $1^0$ - $3^0$ .

Визначимо показник використання матеріалу, який виражає відношення чистої ваги до ваги заготовки:

$$\gamma = \frac{q}{Q},$$

де  $q$  - чиста вага деталі;

$Q$  - вага заготовки.

$$\gamma = \frac{3,95}{4,64} = 0,85$$

Таким чином, заготовка з сірого чавуну відповідає техніко-економічним вимогам для виготовлення деталі.

### 1.3 Вибір методу обробки поверхонь

Вибір методів обробки кожної поверхні деталі будемо проводити із знаходження уточнення  $E$ :

$$E = \frac{T_{заг}}{T_{дет}},$$

де  $T_{заг}$  і  $T_{дет}$  - допуски деталі і заготовки.

Порядок розрахунків розглянемо при встановленні методів обробок для отвору  $\varnothing 22^{+0,045}$  мм.

1. Допуск заготовки на цю поверхню складає  $T_s = 0,60$  мм, що є 13 квалітет.
2. Розрахункове уточнення рівне:

$$E_p = \frac{0,60}{0,045} = 13,3.$$

3. Встановимо з таблиць кінцеві методи обробки.

Найбільш доцільно прийняти розвертання.

						007Б – 25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата			

4. Встановимо необхідну кількість методів обробок:

$$m = \frac{\lg 13,3}{0,46} = \frac{1,12}{0,46} = 2,6$$

5. Встановлюємо методи обробок розточування чистове, розточування чорнове.

6. Визначаємо для кожного методу обробки квалітет і допуск з таблиць.

7. Визначаємо уточнення для кожного методу обробки.

8. Визначимо загальне уточнення всіх обробок:

$$E_n = 1,77 \cdot 20 \cdot 3,75 = 13,34$$

9. Правильність назначених методів обробок:

$$E_n = 13,34 > E_p = 13,3$$

Це значить, що вибрано достатню кількість методів.

10. Всі розрахунки зводимо в таблицю 1.4.

Таблиця 1.4 – Методи обробки поверхонь деталі

№ п/п	Назва поверхні і методів обробок	Квалітет	Допуск		Уточнення	
			Позначення	Величина	Формула	Значення
1	Поверхня $\varnothing 22^{+0,045}$ мм	9	ТД	45	$E_p = T_3 / TД$	13,2
	Заготовка	13	Тз	600		
2	Точіння чорнове	11	$T_1^1$	160	$E_1 = T_3 / T_1^1$	3,72
	Точіння чистове	10	$T_1^2$	80	$E_2 = T_1^1 / T_1^2$	2,1
	Розвертання	9	$T_1^3$	45	$E_3 = T_1^2 / T_1^3$	1,73
					$E_n = \prod E_i$	13,31
3	Поверхня 166	14	ТД	200	$E_p = T_3 / TД$	6,2
	Заготовка		Тз	1200		
	Фрезерування чорнове	14	$T_1$	200	$E_1 = T_3 / T_1$	6,2
4	Поверхня $\varnothing 10,12$ мм	8	ТД	35	$E_1 = T_1^1 / T_1^2$	2,6
	Заготовка		Тз			
	Свердління	10	$T_1^1$	90		
	Розвертання чистове	8	$T_1^2$	35		
5	Поверхня $\varnothing 11$ мм	12	ТД	430	$E = T_3 / TД$	1,6

					007Б – 25.00.00.00.000ПЗ		Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата			







## 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1 Відпрацювання деталі на технологічність

Для виконання всіх технологічних операцій приміняємо ефективні засоби технологічного оснащення.

Застосовуємо радіально-свердлильний верстат 2М53 на операції свердління отворів і їх зенкерування. Операції, що виконуються на верстаті моделі 2М150 і верстаті 1К62 замінимо на операції, що виконуються радіально-свердлильним верстатом 1Н525.

Токарну обробку на токарно-гвинторізному верстаті 1К62 замінюємо на обробку на вертикально-фрезерному верстаті 2Р12. Обробку проводимо з допомогою стійкого і точного інструменту з твердосплавними пластинами марки ВК6. Застосовуємо комбінований ріжучий інструмент.

Деталь технологічна і допускають застосування високопродуктивних режимів різання. Деталь має хороші базові поверхні для початкових операцій і прості по конструкції. Деталь має жорстку свою конструкцію.

Показники враховуємо для даної базової та модифікованої конструкції та заносимо у таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – Дані для перерахунку показників технологічності

№ п/п	Розмір поверхні	Кількість однотипних елементів		Кількість уніфікованих поверхонь		Квалітет		Шорсткість, R <sub>z</sub>	
		буд	модиф	буд	модиф	буд	модиф	буд	модиф
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	223	1	1	1	1	14	14	12,5	12,5
2	Ø23	2	2	2	2	14	14	25	25
3	Ø22	2	2	2	2	9	9	6,3	6,3
4	Ø33	2	2	2	2	14	14	25	25
5	Ø3	1	1	1	1	14	14	50	50
6	51	1	1	1	1	14	14	25	25
7	M16	1	1	1	1	12	12	25	25
8	1,6×45°	2	2	2	2	14	14	25	25

					007Б – 25.00.00.00.000ПЗ				Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата					

9	12,5	1	1	1	1	12	12	25	25
10	Ø10,12	2	2	2	2	8	8	6,3	6,3
11	M10	1	1	1	1	14	14	25	25
12	166	1	1	1	1	14	14	12,5	12,5
13	125	1	1	-	-	14	14	12,5	12,5
14	95	1	1	1	1	14	14	12,5	12,5
15	90	1	1	1	1	14	14	50	50
Узагальнено		20	20	19	19				

Коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів деталі:

$$K_{yn} = \frac{Q_{ye}}{Q_e},$$

де  $Q_{ye} = 16$  - число уніфікованих поверхонь

$Q_e = 20$  - число однотипних елементів

$$K_{yn}^{(\delta)} = \frac{19}{20} = 0,95$$

$$K_{yn}^{(m)} = \frac{19}{20} = 0,95$$

Технологічність деталі конструктивних елементів не змінилась.

Коефіцієнт точності обробки для базової та модифікованої конструкції:

$$K_m = 1 - \frac{1}{A_m},$$

$$\text{де } A_m = \frac{14 \cdot 12 + 12 \cdot 5 + 9 \cdot 3}{12 + 5 + 3} = 12,75$$

$$K_m^{(\delta)} = 1 - \frac{1}{12,75} = 0,23 = K_m^{(m)}$$

Таким чином, технологічність деталі не змінилась.

Коефіцієнт шорсткості визначаємо по формулі:

$$K_m = 1 - \frac{1}{B_{cp}},$$

$$\text{де } B_{cp} = \frac{2 \cdot 7 + 4 \cdot 9 + 6 \cdot 3 + 9 \cdot 1}{7 + 3 + 3 + 1} = 4,2$$

$$K_m^{(\delta)} = K_m^{(m)} = 1 - \frac{1}{4,2} = 0,762$$

					007Б – 25.00.00.00.000ПЗ				Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата					

Так як  $K_m = 0,762$  деталь відноситься до технологічних.

Комплексний показник визначаємо по формулі:

$$K_k = \frac{K_k}{K_k^{max}},$$

де  $K_k = \frac{12}{20 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 8} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,18$  - комплексний коефіцієнт для даного виробу:

$K_k^{max} = \frac{17}{1 \cdot 1 \cdot 1} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 17$  - максимальне значення для даного виробу.

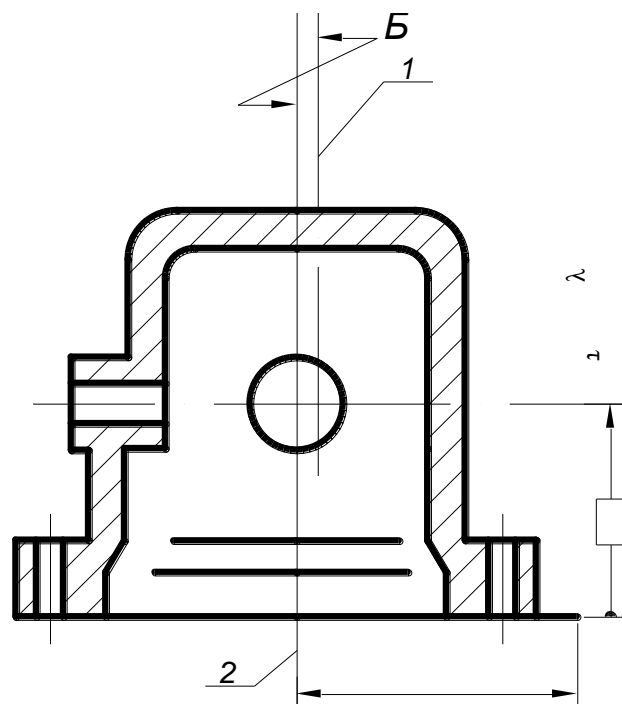
$$K_k = \frac{0,018}{17} = 0,001$$

Деталь по конструкції уніфікована і технологічна.

## 2.2 Вибір технологічних баз

Можливі кілька варіантів розв'язку цієї задачі, щоб вибрати найбільш оптимальний варіант, тому проводимо аналіз різних варіантів базування.

В результаті обробки потрібно визначити базування і точність положення отвору (відстань А) і перпендикулярність  $\lambda$  опорної поверхні відносно осі отвору  $\varnothing 22^{+0,045}$



										Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата						

007Б – 25.00.00.00.000ПЗ

## Рисунок 2.1 – Визначення точності положення отвору

Також необхідно забезпечити систематичне розміщення отвору відносно зовнішнього контуру ( $B = 0, \delta_B = \pm 0,5$ )

Обробку заготовки будемо проводити на токарно-револьверному верстаті.

Розмір  $A$  і поворот  $\lambda$  отримуємо як замикаючі ланки системи верстат-приспосіблення-інструмент-заготовка. Їх точність буде залежати від виконання операцій:

$$A = A_{\Delta}; \lambda = \lambda_{\Delta}; W_A = W_{A\Delta}; W_{\lambda} = W_{\lambda\Delta}$$

В якості технологічних баз на операції 015 приймаємо:

— по I-й варіанту: установча база – поверхня основи; направляюча – площина симетрії корпусу.

— по II-й варіанту: установча база – поверхня основи корпусу; напрямна база – бокова поверхня корпусу.

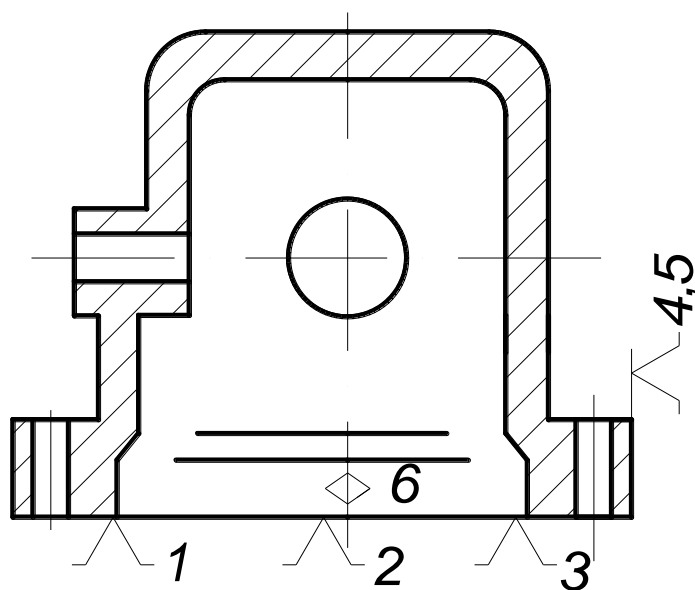


Рисунок 2.2 – I-ий варіант базування заготовки

										Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата						

007Б – 25.00.00.00.000ПЗ

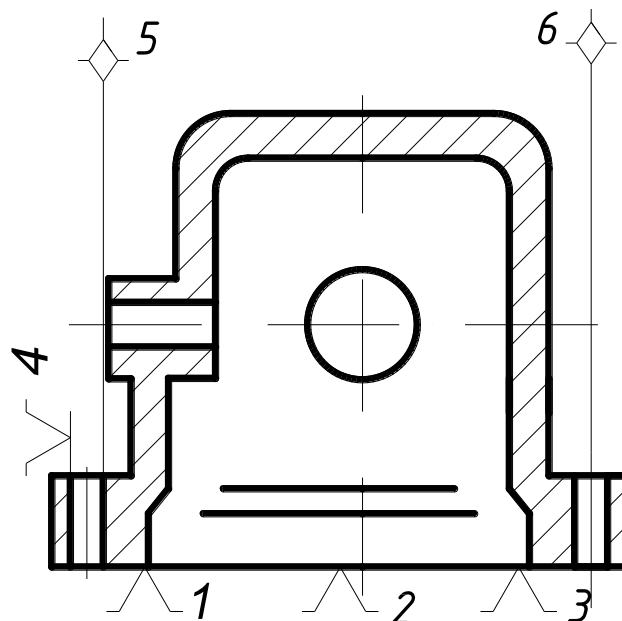


Рисунок 2.3 – II-й варіант базування заготовки

Базування заготовки по напрямній базі на операції 015 можна виконувати за допомогою симетричного пристосування або за допомогою відповідних упорів.

Вибір технологічних баз на операції визначить положення симетричного зовнішнього контуру і отримання потрібного розміру.

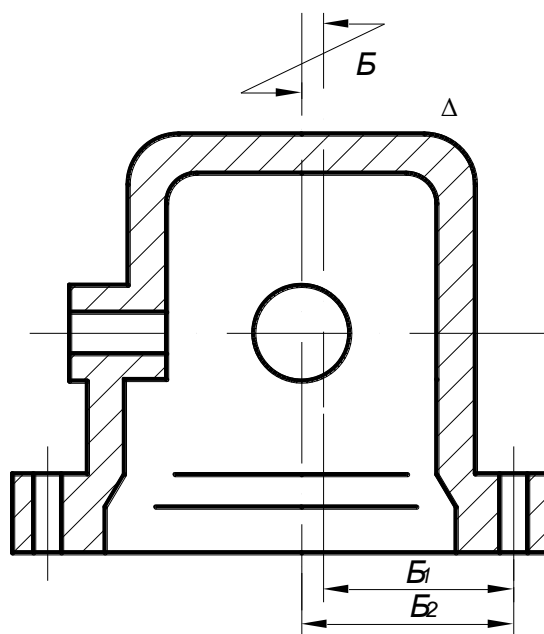


Рисунок 2.4 – Вибір технологічних баз (I-й варіант)

						007Б – 25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата			





Поводимо розрахунок міжопераційних припусків по формулі:

$$2 \cdot Z_{i\min} = 2 \cdot (R_{zi-1} + T_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i}),$$

де  $R_{zi-1}$  і  $T_{i-1}$  - шорсткість поверхні і глибина дефектного шару після попереднього переходу;

$\Delta_{i-1}$  - сумарна похибка форми і взаємного розміщення поверхонь деталі після попереднього переходу;

$\varepsilon_i$  - похибка установки деталі на переході, що виконується.

Мінімальний припуск розраховуємо:

1-й перехід:

$$2 \cdot Z_{\min 1} = 2 \cdot (600 + \sqrt{320^2 + 225^2}) = 2 \cdot 991 \text{ мкм}$$

2-й перехід:

$$2 \cdot Z_{\min 2} = 2 \cdot (40 + 60 + \sqrt{16^2 + 14^2}) = 2 \cdot 121 \text{ мкм}$$

3-й перехід:

$$2 \cdot Z_{\min 3} = 2 \cdot (50 + 50 + \sqrt{1,6^2 + 0,7^2}) = 2 \cdot 101,6 \text{ мкм} \approx 2 \cdot 102 \text{ мкм}$$

Розрахунковий розмір для третього переходу беремо з креслення деталі – 22,045 мм

Тоді для 2-го переходу:

$$d_{p2} = 22,045 - 0,204 = 21,84 \text{ мм}$$

для 1-го переходу:

$$d_{p1} = 21,84 - 0,242 = 21,6 \text{ мм}$$

для заготовки:

$$d_{pзг} = 21,6 - 1,982 = 19,62 \text{ мм}$$

Найбільше значення  $d_{\max}$  отримуємо по розрахунковим розмірам.

Найменший граничний розмір:

для 3-го переходу:  $22,045 - 0,045 = 22$  мм

для 2-го переходу:  $21,84 - 0,08 = 21,76$  мм

										Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата						

007Б – 25.00.00.00.000ПЗ

для 1-го переходу:  $19,62 - 0,3 = 19,32$  мм

Мінімальні та максимальні граничні значення припусків:

для 3-го переходу:

$$2Z_{\min 3}^{ep} = 22,05 - 21,84 = 0,21 \text{ мм} = 210 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\max 3}^{ep} = 22 - 21,76 = 0,24 \text{ мм} = 240 \text{ мкм}$$

Для 2-го переходу:

$$2Z_{\min 2}^{ep} = 21,84 - 21,6 = 0,24 \text{ мм} = 240 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\max 2}^{ep} = 21,76 - 21,48 = 0,28 \text{ мм} = 280 \text{ мкм}$$

Для 1-го переходу:

$$2Z_{\min 1}^{ep} = 21,6 - 19,62 = 1,98 \text{ мм} = 1980 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\max 1}^{ep} = 21,48 - 19,39 = 2,16 \text{ мм} = 2160 \text{ мкм}$$

Загальні припуски  $Z_{\min 3}$  і  $Z_{\max 3}$  визначаємо сумуючи проміжні припуски:

$$2 \cdot Z_{\min 3} = 210 + 240 + 1980 = 2430 \text{ мкм}$$

$$2 \cdot Z_{\max 3} = 240 + 280 + 2160 = 2680 \text{ мкм}$$

Загальний номінальний припуск

$$Z_{\text{ном.3}} = Z_{\min 3} + B_3 - B_3 = 2430 + 150 - 45 = 2535 \text{ мкм}$$

Розрахунок припусків і граничних розмірів по технологічним переходам на обробку отвору  $\varnothing 22^{+0,045}$  мм заносимо у таблицю 2.2.

					<i>007Б – 25.00.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2 – Розрахунок припусків і граничних розмірів по технологічним переходам на обробку отвору  $\varnothing 22^{+0,045}$  мм

Технологічні переходи	Елементи припуску				Розрахунковий припуск	Розрахунковий розмір, $d_p$ мм	Допуск $\delta$ , мкм	Граничний розмір, мкм		Граничне значення припуску	
	Rz	T	$\Delta$	$\epsilon$	$2Z_{\min}$ , мкм	$d_{\min}$		$d_{\max}$	$2Z_{\min}^{ep}$	$2Z_{\max}^{ep}$	
Заготовка	600	600	320			13,62	300	19,32	19,62	-	-
Точіння чорнове	40	60	19	225	2*991	21,6	120	21,48	21,6	1980	2160
Точіння чистове	50	50	13	14	2*121	21,84	80	21,76	21,84	240	280
Розвертання	5	10	1,6	0,7	2*102	22,045	45	22	22,05	210	240

Перевірка правильності розрахунків:

$$Z_{\max 3}^{ep} - Z_{\min 3}^{ep} = 240 - 210 = 30 \text{ мкм}$$

$$\delta_2 - \delta_3 = 80 - 45 = 35 \text{ мкм}$$

$$Z_{\max 2}^{ep} - Z_{\min 2}^{ep} = 280 - 240 = 40 \text{ мкм}$$

$$\delta_1 - \delta_2 = 120 - 80 = 40 \text{ мкм}$$

$$Z_{\max 1}^{ep} - Z_{\min 1}^{ep} = 2160 - 1980 = 180 \text{ мкм}$$

$$\delta_{заг} - \delta_1 = 300 - 120 = 180 \text{ мкм}$$

На решту оброблюваних поверхонь корпусу допуски вибираємо по таблицям і записуємо у таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 – Припуски і допуски на поверхні корпусу 1-ЛОП-01-ТМ

Розмір	Припуск		Допуск
	Табличний	Розрахунковий	
1	2	3	4
$\varnothing 22$	-	2·1,3	0,6
$\varnothing 23$	2·2,0	-	0,6

											Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата							

007Б – 25.00.00.00.000ПЗ

Продовження таблиці 2.3

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Ø30	2·2,0	-	0,6
Ø16	2·2,0	-	0,6
Ø20	2·2,0	-	0,6
Ø3	2·2,0	-	0,6
Ø10,12	2·2,0	-	0,6
Ø11	2·2,0	-	0,6
Ø10	2·2,0	-	0,6
Ø33	2·2,0	-	0,6
95	2·0	-	0,8
223	2·0	-	1,2
6	2·0	-	0,6
85	2·0	-	0,8
51	2·0	-	0,8
97	2·0	-	0,8
32	2·0	-	0,6
4	2·0	-	0,6
100	2·0	-	0,8
50	2·0	-	0,6
125	2·0	-	1,2
57	2·0	-	0,8
Ø20	2·2,0	-	0,6
20	2·0	-	0,6

#### 2.4 Розмірний аналіз технологічного процесу

Для розмірної схеми ТП викреслюємо ескіз деталі. Над деталлю вказуємо розміри довжин з допусками. Ці розміри позначаємо  $A_i$ , де  $i$  – порядковий номер конструкторського розміру.

На ескіз наносимо припусків  $Z_m$ , де  $m$  – номер поверхні, до якої відноситься припуск. Всі поверхні нумеруємо зліва направо. Через пронумеровані поверхні проводимо лінії. Між лініями вказуємо технологічні

						<i>007Б – 25.00.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата			



$$S_4 = A_2 = 68^{+0,022} \text{ мм}$$

$$S_1 = A_1 = 12^{+0,2} \text{ мм}$$

Якщо замикаюча ланка припуск  $Z$ , то спочатку визначаємо його мінімальну величину  $Z_{\min}$ .

Розв'яжемо трьохланковий ланцюг:

$$Z_5 = S_4 - S_3$$

Відомо, що  $Z_{5\min} = 0,21 \text{ мм}$ , а  $S_4 = 68^{+0,022} \text{ мм}$ . Оскільки шуканий технологічний розмір  $S_3$  є зменшуючою ланкою ланцюга, то складаємо рівняння:

$$Z_{5\min} = S_{4\min} - S_{3\max}$$

$$0,21 = 68 - S_{3\max}$$

$$S_{3\max} = 68 - 0,21 = 67,79$$

Призначимо припуск на чистове точіння по 11 квалітету  $\delta=0,08$ . Тоді номінальне значення  $S_3 = 67,79 - 0,045 = 67,745$ . Приймаємо  $S_3 = 67,5^{+0,29}$

Для визначення номінального розміру і граничних відхилень припуску  $Z$  складаємо рівняння технологічного розмірного ланцюгу:

$$Z = 68^{+0,022} - 67,5^{+0,29} = 0,5^{+0,022}_{-0,29}$$

Тобто  $Z_{\min} = 0,21 \text{ мм}$ , а  $Z_{\max} = 0,522 \text{ мм}$ .

## 2.5 Розрахунок режимів різання, вибір обладнання

Розрахунок режимів різання проводимо для операції 005 (вертикально-фрезерна) розрахунково-аналітичним методом.

*Операція 005 Фрезерувати поверхню.*

Параметри торцевої фрези із вставними ножами із швидкорізальної сталі:  
 $D=160 \text{ мм}$ ;  $B=45 \text{ мм}$ ;  $Z=16$ ,  $d=50 \text{ мм}$ , стійкість  $T=180 \text{ хв}$ .

1. Глибина різання:  $t=3 \text{ мм}$ .

2. Подача: рекомендується  $S_0 = 0,12 \div 0,2 \text{ мм/об}$

					007Б – 25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Приймаємо:  $S_0 = 0,12 \text{ мм/об}$

$$S_z = 0,12/16 = 0,0075 \text{ мм/об}$$

3. Швидкість різання:

$$g = \frac{C_v \cdot D \cdot g}{T^m \cdot f^x \cdot S^y \cdot Z^p} \cdot K_v,$$

де  $C_v = 445$ ;  $g = 0,2$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$ ;  $P = 0$ ;  $m = 0,32$ ;  $T = 180 \text{ хв}$

Загальний коефіцієнт, що враховує фактичні умови різання:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv} = 1,2 \cdot 1,0 \cdot 0,83 = 0,99,$$

де  $K_{mv} = 1,2$  - коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу

$K_{nv} = 1,0$  - коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки

$K_{iv} = 0,83$  коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту.

$$g = \frac{445 \cdot 160^{0,2}}{180^{0,32} \cdot 0,12^{0,35} \cdot 3^{0,15} \cdot 16} \cdot 0,99 = 196,49 \text{ м/хв}$$

4. Частота обертання фрези:

$$n_\phi = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 196,49}{3,14 \cdot 160} = 390,99 \text{ хв}^{-1}$$

5. Хвилинна подача:

$$S_{xв} = S_0 \cdot z \cdot n = 0,12 \cdot 16 \cdot 390,99 = 750$$

6. Сила різання:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_0^y \cdot B_n \cdot z}{D^g \cdot n^u} \cdot K_{mp},$$

де  $C_p = 50$ ;  $x = 0,9$ ;  $y = 0,72$ ;  $u = 1,14$ ;  $g = 1,14$ ;  $w = 0$ ;

$K_{mp} = 1,1$  - поправочний коефіцієнт на якість оброблюваного матеріалу

$$P_z = \frac{10 \cdot 50 \cdot 3^{0,9} \cdot 0,12^{0,72} \cdot 45^{1,14} \cdot 16}{160^{1,14} \cdot 390,99} \cdot 1,1 = 69,88 \text{ Н}$$

Ефективна потужність різання:

										Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата						

007Б – 25.00.00.00.000ПЗ



Склад підготовчо-заключного часу, установка і закріплення приспособлення – 18 хв; установка фрези – 2 хв; отримання інструменту і приспособлень до початку роботи і здачі їх після закінчення роботи – 7 хв.

$$T_0 = \frac{l_{px}}{S_m} = \frac{206}{250} = 0,82 \text{ хв}$$

$$T_{n.з} = 18 + 2 + 7 = 27 \text{ хв}$$

Час на установку і зняття деталі, закріплення і розкріплення:

$$T_{yc} + T_{зр} = 0,27 \text{ хв}$$

Час на прийоми керування: включити і виключити верстат кнопкою -0,01 хв; підвести деталь до фрези в повздовжньому напрямку – 0,03 хв; перемістити стіл в зворотному повздовжньому напрямку – 0,11 хв.

Тоді:

$$T_{нк} = 0,01 + 0,03 + 0,11 = 0,15 \text{ хв}$$

Час, витрачений на вимірювання деталі рівний 0,18 хв, при 20% контролі деталей отримаємо:

$$T_{вим} = \frac{0,18 \cdot 20}{100} = 0,036 \text{ хв}$$

Поправочний коефіцієнт на допоміжний час R=0,76.

Допоміжний час:

$$T_0 = (0,26 + 0,15 + 0,036) \cdot 0,76 = 0,34 \text{ хв}$$

Оперативний час:

$$T_{оп} = 0,82 + 0,34 = 1,16 \text{ хв}$$

Час на обслуговування робочого місця і відпочинок складає 6% оперативного часу:

$$T_{об} = \frac{0,16 \cdot 6}{100} = 0,069 \text{ хв}$$

Штучно-калькуляційний час:

$$T_{штк} = \frac{27}{30} + 0,82 + 0,34 + 0,069 = 2,15 \text{ хв}$$

									Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата					

007Б – 25.00.00.00.000ПЗ

Для свердлильної операції:

$$T_o = \frac{4_p \cdot x}{n \cdot S_o} = \frac{11}{1000 \cdot 0,1} = 0,11 \text{ хв}$$

Визначаємо час підготовчо-заключного часу, установка і кріплення приспособлення 2хв; установка свердла – 0,25 хв; отримання інструменту і приспособлень до початку роботи і здача їх після закінчення роботи – 3 хв.

$$T_{п.з} = 2 + 0,25 + 3 = 5,25 \text{ хв}$$

Час на установку і зняття деталі, закріплення і розкріплення:

$$T_{ус} + T_{зр} = 0,12 \text{ хв}$$

Час на прийоми керування: включити і виключити верстат кнопкою - 0,01хв; підвести свердло до деталі – 0,01 хв; відвести свердло – 0,01хв.

Тоді:

$$T_{нк} = 0,01 + 0,01 + 0,01 = 0,03 \text{ хв}$$

Час, витрачений на вимірювання деталі рівний 0,15 хв, при 20% контролі деталей приймаємо:

$$T_{вим} = \frac{0,15 \cdot 20}{100} = 0,03 \text{ хв}$$

Поправочний коефіцієнт на допоміжний час R=0,76

Допоміжний час:

$$T_o = (0,12 + 0,03 + 0,03) \cdot 0,76 = 0,12 \text{ хв}$$

Оперативний час:

$$T_{он} = 0,11 + 0,12 = 0,23 \text{ хв}$$

Час на обслуговування робочого місця і відпочинок складає 6% оперативного часу, тоді:

$$T_{об} = \frac{0,23 \cdot 6}{100} = 0,014 \text{ хв}$$

Штучно-калькуляційний час:

$$T_{штк} = \frac{5,29}{30} + 0,11 + 0,12 + 0,014 = 0,25 \text{ хв}$$

						007Б – 25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата			

Решта даних заносимо в таблицю 2.7.

Таблиця 2.7 – Нормування технологічного процесу

N опер.	Назва операції і переходів	t	i	S	n	V	T <sub>o</sub>	T <sub>g</sub>
010	<b>Вертикально-свердлильна</b>							
	1. Свердлити 2 отв послідовно до Ø9,9 мм	4,95	2	0,16	500	21	0,46	0,24
	2. Розвернути послідовно два отвори.	0,11	2	0,315	200	6	0,6	0,24
	3. Зенкерувати послідовно дві фаски 1x45 <sup>0</sup>	1	2	0,1	500	20	0,24	0,12
	Всього						1,3	0,6
015	<b>Вертикально-свердлильна</b>							
	1. Обточити одночасно 4 отв	5,5	1	0,16	315	10,88	1,19	0,56
020	<b>Токарно-револьверна</b>							
	1. Підрізати торець	3	1	0,32	500	72	0,16	0,12
	2. Свердлити отвір 2 в розмір 20 <sup>+0,2</sup>	10	1	0,2	315	20	0,88	0,12
	3. Розточити отвір на довжину 5мм	1,5	1	0,1	630	45	0,11	0,12
	4. Розточити отвір 2	0,5	1	0,2	630	44	0,42	0,12
	5. Розточити канавку 4 витримавши розміри	6	1	0,8	315	32	0,22	0,12
	Всього						1,79	0,6
025	<b>Токарно-револьверна</b>							
	1. Підрізати торець	3	1	0,32	500	71	0,15	0,12
	2. Свердлити отвір 2 в розмір 20 <sup>+0,2</sup>	10	1	0,2	315	20	1,47	0,12
	3. Розточити отвір	5	1	0,2	630	60	0,05	0,12
	4. Розточити отвір	1,5	1	0,2	630	45	0,39	0,12
025	5. Розточити отвір 2	0,5	1	0,2	630	44	0,72	0,12
	6. Зенкерувати два отвори 2	0,45	1	0,1	500	21	0,12	0,12
	7. Розвернути два отвори 2	0,05	1	0,32	315	20	2,38	0,12
	Всього						5,28	0,84
030	<b>Вертикально-свердлильна</b>							
	1. Зенкерувати 4 фаски 1x45 <sup>0</sup>	1	1	0,1	500	20	0,24	0,12
035	<b>Вертикально-свердлильна</b>							

					007Б – 25.00.00.00.000ПЗ				Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата					

	1. Цекувати одночасно 4 отв	45	1	,01	200	16	0,2	0,3
	<b>Радіально-свердлильна</b>							
040	1. Свердлити отвір 4 в розмір Ø 14,13 <sup>+0,17</sup>	7,25	1	0,16	400	18	0,25	0,12
	2. Цекувати бобишку витримавши розмір 21,5±0,1	2	1	0,1	200	16	0,2	0,12
	3. Зенкерувати фаску 1,6x45 <sup>0</sup>	1,6	1	0,1	500	21	0,06	0,12
	4. Нарізати різь М16x1,5-6Н в отв.4	0,9	1	1,5	125	6	0,17	0,16
	5. Свердлити отвір 3 в розмір Ø 8,7 <sup>+0,14</sup>	4,4	1	0,16	400	16	0,21	0,16
	6. Цекувати бобишку витримавши розмір 50	2	1	0,1	200	16	0,2	0,12
	7. Зенкерувати фаску 1,6x45 <sup>0</sup>	1,6	1	0,1	500	19	0,06	0,12
	8. Нарізати різь М10x1,25-6Н в отвір 3	0,7	1	1,25	125	6	0,16	0,12
	Всього						1,31	1,04
	Всього по операціям						11,31	4,07

					007Б – 25.00.00.00.000ПЗ				Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата					

## 3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

### 3.1 Проектування технологічного оснащення

#### 3.1.1 Вибір і обґрунтування принципу дії пристрою, структурної схеми

##### Приспосіблення для фрезерування площини

Вибираємо декілька варіантів схем установки і затискних механізмів.

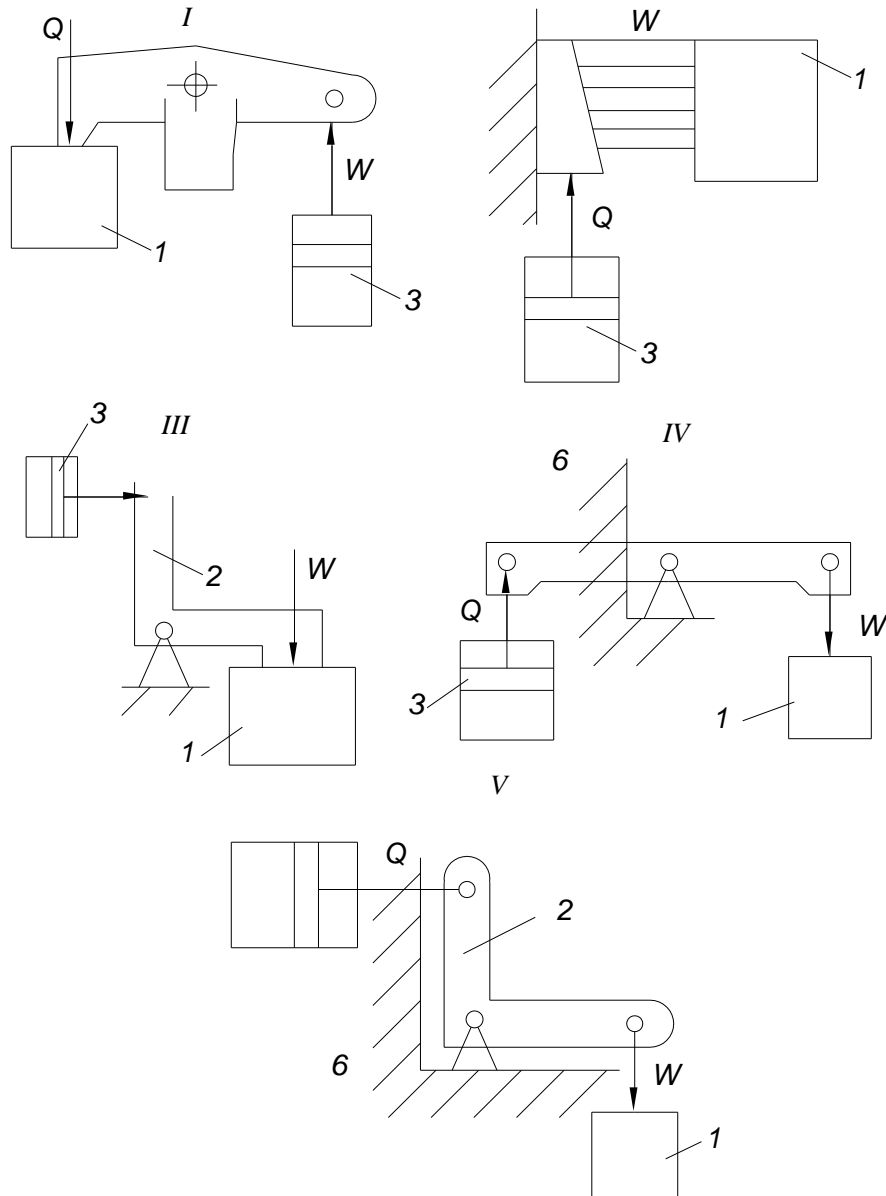


Рисунок 3.1 – Схеми установки і затискних механізмів:

1-заготовка; 2 - важіль; 3 - пневмоциліндр; 5 - клин; 6 - кутник.

Аналіз компоновки конструктивних схем:

					<b>007Б – 25.00.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

$$K\varepsilon_n = K_1 \cdot 0,5 + K_2 \cdot 0,35 + K_3 \cdot (-0,1) + K_4 \cdot 0,05$$

Розраховуємо коефіцієнт суми для кожної схеми:

$$1 \quad K\varepsilon_n = 0,5 \cdot 2 + 0 - 0,1 + 0 + 0,05 = 0,95$$

$$2 \quad K\varepsilon_n = 0,5 \cdot 3 + 0,35 - 0,1 + 0,05 - 0,1 = 1,7$$

$$3 \quad K\varepsilon_n = 0,5 \cdot 2 + 0 - 0,1 + 0 + 0,05 = 0,95$$

$$4 \quad K\varepsilon_n = 0,5 \cdot 2 + 0 - 0,1 - 0,1 + 0 = 0,8$$

$$5 \quad K\varepsilon_n = 0,5 \cdot 2 + 0 - 0,1 - 0,1 + 0 = 0,8$$

Максимальний коефіцієнт значимості має схема №2 – вона приймається до детальної розробки як найбільш раціональна.

### 3.1.2 Силевий розрахунок параметрів приводу

Верстатні приспособлення застосовуються для установки заготовок на металорізальні верстати.

Розрахунок пристрою для фрезерування основи

Для затиску деталі застосовуємо механізм з односкосим клином. Вихідна формула для розрахунку сили затиску буде:

$$W = Q \cdot \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha},$$

де  $W$  - сила затиску;

$Q$  - вихідна сила, що прикладається до ведучої ланки механізму;

$$Q = P = 69,88 \text{ Н},$$

де  $P$  - сила різання

$\alpha$  - кут нахилу клину;  $\alpha = 10^\circ$

$$\operatorname{tg} \alpha = i_n = 0,176$$

$i_n$  - передаточне відношення переміщень  $S_w$  і  $S_Q$

					007Б – 25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

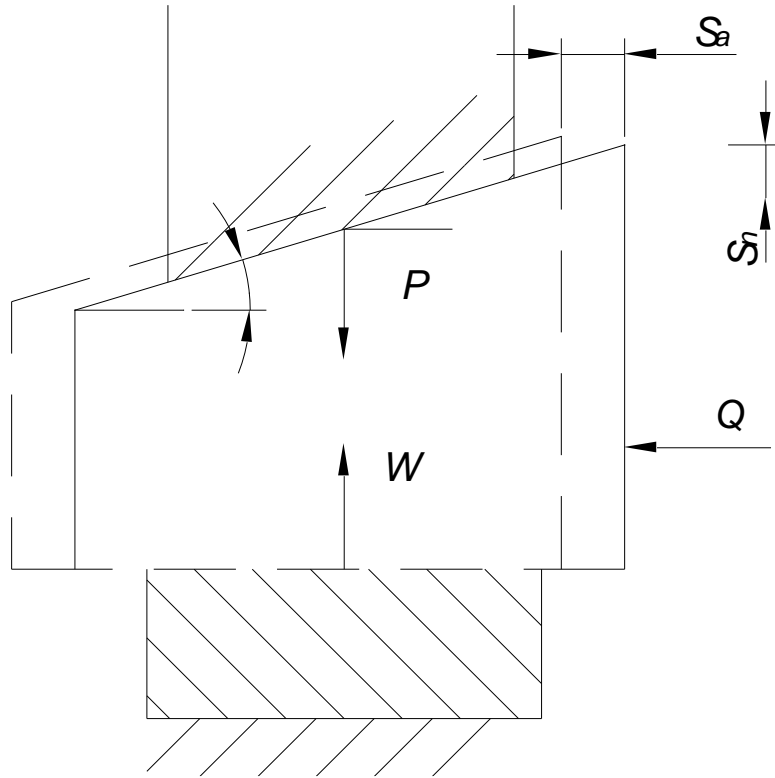


Рисунок 3.2 – Силіві зусилля приспособлення

З рисунка 3.2 знаходимо  $S_w$  :

$$i_n = \frac{S_w}{S_Q} = \operatorname{tg} \alpha; S_w = S_Q \cdot \operatorname{tg} \alpha = S_Q \cdot 0,176$$

З графіків знаходимо  $i$  коефіцієнт при вихідній силі, прикладеній до ведучої ланки механізму для  $\alpha = 10^\circ$ ,  $i = 3,05$ .

Знаходимо ККД механізму по формулі:

$$\eta = i \cdot i_n = 3,05 \cdot 0,176 = 0,54$$

Знаходимо силу затиску:

$$W = 69,88 \cdot \frac{1}{0,176} = 392 \text{ Н}$$

Це задовольняє умову самогальмування, бо кут  $\alpha = 10^\circ < 11^\circ$  при  $f = 0,01$  для механізму з односкосним клином.

										007Б – 25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата							

### 3.1.3 Розрахунок на точність

Для раціональної схеми установки знаходимо похибку установки і допуску  $[\varepsilon_y]$ . Похибка установки  $\varepsilon_y$  визначається по формулі :

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_\delta^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_n^2},$$

де  $\varepsilon_\delta$  - похибка базування;

$\varepsilon_3$  - похибка закріплення;

$\varepsilon_n$  - похибка положення.

$$[\varepsilon_i = (0,4 \div 0,6) \cdot \varepsilon_y]$$

Розрахунок похибки схеми базування. Заготовка базується по двом отворам  $\varnothing 10$ . При базуванні по двом отворах похибка визначається:

$$\varepsilon_\delta = 2\Delta + \delta_1 + \delta_2,$$

де  $\Delta$  - мінімальний раціональний зазор. посадки на палець  $\Delta 0,02$  мм.

$\delta_1$  - допуск на діаметр отвору;  $\delta_1 = 0,021$  мм;

$\delta_2$  - допуск на діаметр пальця. Палець виконаний з допуском  $10_{-0,04}^{+0,02}$ . Допуск складає 0,02 мм.

$$\varepsilon_\delta = 2 \cdot 0,20 + 0,021 + 0,020 = 0,081 \text{ мм.}$$

$$\varepsilon_\zeta = 180 \text{ мкм} = 0,18 \text{ мм.}$$

Таким чином:

$$\varepsilon_\delta = \sqrt{0,081^2 + 0,18^2} = 0,20 \text{ мм.}$$

$$\varepsilon_\delta = 200 \text{ мкм.}$$

Допуск на розмір 104 по 14 квалітету складає  $\pm 0,435$ .

Найбільш точно на цій операції необхідно отримати  $104 \pm 0,435$ . Сумарна похибка рівна допуску на цей розмір  $\Delta \varepsilon = T_d \sum \varepsilon = 0,85$  мм.

Допустима похибка установки визначається:

$$\varepsilon_\varepsilon = \frac{1}{K} \sqrt{(K_1 [\varepsilon_y])^2 + (K_2 \cdot K_{yd})^2 + (K_3 \cdot \varepsilon_H) + (K_d \cdot \varepsilon_{PH})^2 + (K_S \cdot \sum \varepsilon_{\delta\delta}) + K_b \cdot \sum \varepsilon_i}$$

										Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	007Б – 25.00.00.00.000 ПЗ					

де  $K$  - коефіцієнт відносної розсіяності вихідного параметру.

При  $P = 0,9973$   $K = 1$ .

$\varepsilon_y, \varepsilon_{ig}, \varepsilon_H, \varepsilon_{PH}$  - відповідно похибки установки, пружних деформацій, наладки, розмірного зносу.

$\sum \varepsilon_{\hat{a}\hat{b}}$  - сумарна похибка форми оброблюваної поверхні.

$\varepsilon_t$  - температурна похибка.

Допустима похибка установки:

$$\begin{aligned} [\varepsilon_y] &= \sqrt{Td^3 - \varepsilon_H^2 - \varepsilon_{cm}^2 - \varepsilon_{yco} - \varepsilon_{PH} - \varepsilon_t^2} \\ K_1 &= K_2 = K_3 = 1 \\ K_y &= K_s = K_b = 1 \end{aligned}$$

Похибка налагоджування технологічної схеми на розмір:

$$\varepsilon_H = 30 \text{ мкм} = 0,03 \text{ мм.}$$

Похибка розмірного зносу інструменту  $\varepsilon_H = 20 \text{ мкм} = 0,02 \text{ мм.}$

Величина температурних деформацій:

$$\varepsilon_t = (0,1 \div 0,4) \Delta \sum \varepsilon$$

Приймаємо  $\varepsilon_t = 0,4 \Delta \varepsilon$ , тоді  $\varepsilon_t = 0,4 \cdot 0,85 = 0,34$ ,  $\varepsilon_{yg} = 0$ .

Допустимі переміщення при перевірці відхилень перпендикулярності осі шпинделя до робочої поверхні столу в вертикальній площині 100 мм на довжині 75 мм.

$$\varepsilon_{cm} = \frac{0,4}{75} = 0,0053 \text{ мм.}$$

Визначаємо:

$$[\varepsilon_y] = \sqrt{0,85^2 - 0,03^2 - 0,0053^2 - 0 - 0,02^2 - 0,34^2} = \sqrt{0,6056} = 0,778 \text{ мм.}$$

Допустима похибка установки:

$$[\varepsilon_y] = 0,778 \text{ мм.}$$

Порівняємо визначену похибку установки з допустимою.

										Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата						

007Б – 25.00.00.00.000 ПЗ



$$T_d = 0,023 \text{ мм}$$

Підставивши значення у формулу отримаємо:

$$\Delta_{\text{пр}} = 2 \times 0,005 + 2 \times 0,046 + 2 \times 0,023 = 0,128 \text{ мм}$$

$$\Delta_{\text{сп}} = 0,05 \times 20\% = 0,01 \text{ мм}$$

$\Delta_{\text{пр}} \leq 20\% \times \Delta_{\text{сп}}$  – умова задовольняється.

Пристрій буде контролювати співвісність отворів з необхідною точністю вимірювання.

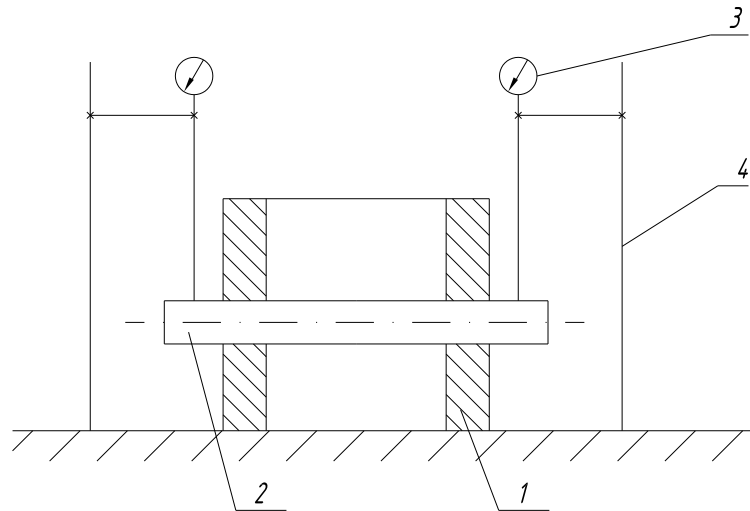


Рисунок 3.3 – Схема контрольного пристрою:

- 1 – деталь; 2 – калібрувальний палець; 3 – індикатор годинникового типу;  
4 – стояк; 5 – опори

Пристрій повинен забезпечувати необхідну точність вимірювання, яка визначається із виразу:

$$\Delta_{\text{пр}} \leq 20\% \times \Delta_{\text{сп}},$$

Точність вимірювання визначається:

$$\Delta_{\text{пр}} = 2 A_{\text{інд.}} + 2 T_D + 2 T_d$$

### 3.3 Розрахунок спеціального інструменту

Необхідно просвердлити отвір  $\varnothing 10,2$  і зняти фаску  $1 \times 45^0$ . Використовуємо комбінований інструмент свердло-зенківка.

										Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	007Б – 25.00.00.00.000 ПЗ					

Оскільки для свердління використовується більша потужність, режими різання розраховуємо для свердління отвору Ø10,2 мм на глибину 4,95 мм.

Ріжучий інструмент – свердло із твердосплавними пластинками ВК6. Приймаю стійкість свердла  $T=25$  хв. машинного часу. Глибина різання  $t$ :

$$t = D/2,$$

де  $D$  – діаметр свердла

$$t = 10,2 / 2 = 7,05 \text{ мм}$$

Подачу рахуємо:

$$S_o = c' \cdot D^{0,6},$$

де  $c' = 0,058$  – стала [3]

$$S_o = 0,058 \cdot 10,1^{0,6} = 0,283 \text{ мм/об}$$

Приймаємо  $S_o = 0,25$  мм/об

Швидкість різання:

$$V = CD^2 / (T^m t^x \cdot S_o^y \cdot H_B^{n_1}),$$

де  $c = 11400$  – стала [3]

$m = 0,125$ ;  $x = 0$ ;  $y = 0,40$ ;  $n_1 = 1,3$  - показники степеня [3] с. 435

$Z = 0,25$  – показник степеня [3];

$HB175$  – твердість.

$$V = \frac{11400 \cdot 14,1^{0,25}}{25^{0,125} \cdot 7,05^0 \cdot 0,25^{0,40} \cdot 175^{1,3}} = 31,3 \text{ м/хв}$$

Силу різання:

$$P_x = C_1 D^{Z'} S_o^{y'} H_B^n,$$

де  $C_1 = 2,60$  стала [3]

$Z' = 1,0$ ;  $y' = 0,80$ ;  $n = 0,6$  показники степеня [3] с. 436

$$P_x = 2,60 \cdot (4)^{1,0} \cdot 0,25^{0,80} \cdot 175^{0,6} = 286,7 \text{ Н}$$

Частота обертання:

$$n = 1000 \times V / \pi d,$$

$$n = 1000 \cdot 31,38 / 3,14 \cdot 14,1 = 678,5 \text{ хв.}^{-1}$$

Приймаємо  $n = 640 \text{ хв}^{-1}$

										Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	007Б – 25.00.00.00.000 ПЗ					

Момент різання:

$$N_{кк.} = 10C_N D^g S^y Kp,$$

де  $C_N = 0,021$  – стала [3]

$g = 2,0$ ;  $y = 0,8$  – показники степеня

$Kp = K_{mp}$  – поправочний коефіцієнт

$$M_{kp} = 10 \cdot 0,021 \cdot 14,1^2 \div 0,25^{0,8} \cdot 1 = 15,2 \text{ Нмм}$$

Потужність різання:

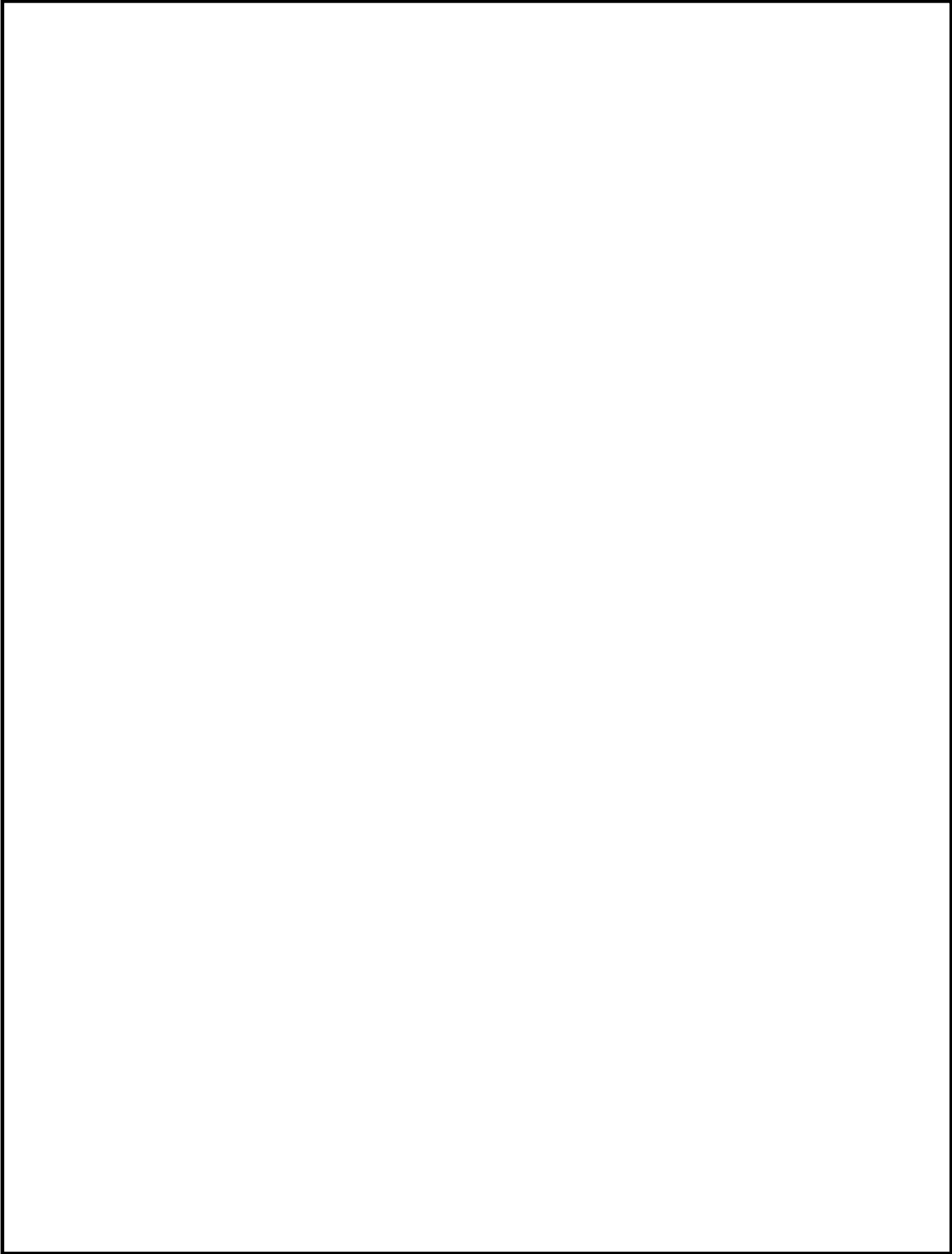
$$N = M_{кк.} \cdot n / 9750,$$

$$N = 15,2 \cdot 640 / 9750 = 0,99 \text{ квт}$$

Отже, вибираємо свердло з твердосплавними пластинками ВК6 ДСТУ 2314-2003 має наступну геометрію:

$$\gamma = L = 8^\circ; \varphi = 60^\circ; \varphi_0 = 30^\circ;$$

					007Б – 25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		



					Д-03.00.00.00.000ПЗ			
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<b>Пояснювальна записка</b>	<i>Літ</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>	<i>Присяжнюк</i>							
<i>Перевір.</i>	<i>Герасимчук</i>							
<i>Консульт.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Зав. каф.</i>								
						<i>ЛДТУ, каф.СТМ, гр.ТМ-51</i>		
						74		

## 4 ПРОЕКТУВАННЯ МЕХАНІЧНОЇ ДІЛЬНИЦІ

### 4.1 Уточнення типу виробництва

Річний приведений випуск деталей  $N_{пр.}$ , трудомісткість обробки яких рівна трудомісткості всіх деталей, закріплених за дільницею, визначається виходячи з їх виробничої потужності і найбільш раціонального використання обладнання за формулою:

$$N_{пр} = \frac{\Phi_d \cdot K_3 \cdot 60}{T_{штв} \cdot (1 + \alpha)},$$

де  $K_3$  – коефіцієнт завантаження обладнання (0,8 – 0,85);

$\Phi_d$  – дійсний річний фонд часу роботи обладнання рівний 3800-4200 год.;

$T_{штв}$  – норма штучного часу на ведучій операції для деталі-представника, хв.

Доцільнішим є об'єднання операцій невеликої тривалості (менше хвилини, що виконується на одній моделі обладнання).

$\alpha$  – коефіцієнт допустимих втрат на переналадку,

$\alpha = 0,05 - 0,08$  – для середньо серійного виробництва,

$\alpha = 0,08 - 0,1$  – для дрібносерійного виробництва.

Розрахункове значення  $N_{пр.}$  заокруглюється до цілої величини, зручної для наступних розрахунків.

$$N_{пр} = \frac{30000 \cdot 0,8 \cdot 60}{1,39 \cdot (1 + 0,08)} = \frac{192000}{1,39 \cdot 1,08} = 127898 \text{ шт.}$$

Приймаємо: 127900 шт.

(В масовому виробництві  $N_{пр} = N_{річн.}$ ).

Річний об'єм випуску деталі  $N_{річн.}$ :

$$N_{річ} = \frac{N_{пр}}{K_{3.0.\max}} \div \frac{N_{пр}}{K_{3.0.\min}}, \text{ ШТ}$$

					055В-19.00.00.00.000 ПЗ	Арк
						75
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

де  $K_{з.о.}$  - коефіцієнт закріплення операції для середньосерійного виробництва 11 – 20, для дрібносерійного виробництва 21–40).

$$N_{річ} = \frac{127900}{4} \div \frac{127900}{10} = 31975 \div 12790 = 29382шт$$

Розрахункову кількість  $N_{річ}$  заокруглюємо до цілої величини, зручної для наступних розрахунків. Приймаємо  $N_{річн.} = 30000$  шт.

Кількість деталей, що обробляються на дільниці:

$$M_{\delta} = \frac{\Phi_{\delta} \cdot K_{з} \cdot 60}{T_{умв} \cdot (1 + \alpha) \cdot N_{річ}} = \frac{4000 \cdot 0,8 \cdot 60}{1,55 \cdot 1,08 \cdot 30000} = 5,7 \approx 6, шт.$$

що відповідає великосерійному типу виробництва.

При рівномірному, протягом року, випуску продукції і закріплення за кожним робочим місцем однієї операції  $K_{з.о.} = M_{\delta}$ .

Розрахункова кількість верстатів  $M_p$  на кожній операції визначається за формулою:

$$M_p = \frac{T_{ум} \cdot N_{пр}}{\Phi_{\delta} \cdot 60};$$

де  $K_B$  – коефіцієнт виконання норм.

$$M_{p1} = \frac{0,5 \cdot 127900}{4000 \cdot 60} = 0,3;$$

Приймаємо 1 верстат.

$$M_{p2} = \frac{5,77 \cdot 127900}{4000 \cdot 60} = 0,1;$$

Приймаємо 1 верстат.

$$M_{p3} = \frac{1,55 \cdot 127900}{4000 \cdot 60} = 0,82;$$

Приймаємо 1 верстат.

$$M_{p4} = \frac{2,58 \cdot 127900}{4000 \cdot 60} = 0,4;$$

Приймаємо 1 верстат.

$$M_{p5} = \frac{4,56 \cdot 127900}{4000 \cdot 60} = 0,43;$$

					<b>055В-19.00.00.00.000 ПЗ</b>	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		76

Приймаємо 1 верстат.

$$M_{p6} = \frac{1,79 \cdot 127900}{4000 \cdot 60} = 0,9;$$

Приймаємо 1 верстат.

$$M_{p7} = \frac{0,75 \cdot 127900}{4000 \cdot 60} = 0,4;$$

Приймаємо 1 верстат.

$$M_{p8} = \frac{1,93 \cdot 127900}{4000 \cdot 60} = 1,03;$$

Приймаємо 1 верстат.

$$M_{p9} = \frac{7,91 \cdot 127900}{4000 \cdot 60} = 4,2;$$

Приймаємо 5 верстатів.

Розрахунок необхідної кількості обладнання і коефіцієнт його завантаження зводиться в таблицю 4.1.

Таблиця 4.1 - Розрахунок необхідної кількості обладнання

№ операції	Тип і модель верстата	N <sub>пр</sub> , шт.	Ф <sub>д</sub> . год	T <sub>шт.</sub> , хв.	Кількість верстатів		K <sub>з</sub>	
					M <sub>p</sub> – розрахунков а кількість	M <sub>пр</sub> – прийнята кількість		
1	005	1Б284	127900	4000	0,5	0,3	1	0,3
2	010	1К282			5,77	0,1	1	0,77
3	015	16К20Ф3			1,55	0,82	1	0,82
4	020	21103Ф			2,58	0,4	1	0,70
5	025	6Р82Г			4,56	0,43	1	0,81
6	030	6Р82Г			1,79	0,9	1	0,9
7	035	3К228Б			0,75	0,4	1	0,4
8	040	2705В			1,93	0,3	1	0,52
9	045	3Д74ОА			7,91	0,2	1	0,84
				27,34	4,58	1	K <sub>з. сер.</sub> = 0,73	

Коефіцієнт завантаження обладнання по ділянці визначається за формулою:

$$K_3 = \frac{M_p}{M_{np}}$$

					<b>055В-19.00.00.00.000 ПЗ</b>	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		77

$$K_{31} = \frac{0,3}{1} = 0,3;$$

$$K_{32} = \frac{3,1}{4} = 0,77;$$

$$K_{33} = \frac{0,82}{1} = 0,82;$$

$$K_{34} = \frac{1,4}{2} = 0,7;$$

$$K_{35} = \frac{2,43}{3} = 0,81.$$

Середній коефіцієнт завантаження обладнання по ділянці визначається за формулою:

$$K_{3\text{сер}} = \frac{\sum M_p}{\sum M_{np}};$$

$$K_{3\text{сер}} = \frac{0,3 + 3,1 + 0,82 + 1,4 + 2,43 + 0,9 + 0,4 + 1,03 + 4,2}{1 + 4 + 1 + 2 + 3 + 1 + 1 + 2 + 5} = 0,73.$$

#### 4.2 Визначення кількості працюючих на ділянці

На ділянці, яка проектується, при виконанні виробничого процесу задіяні наступні категорії працюючих:

- виробничі робітники;
- допоміжні робітники;
- інженерно-технічні працівники;
- молодший обслуговуючий персонал;
- лічильно-контрський персонал.

Розрахунок кількості виробничих робітників-верстатників механічного відділення може бути виконаним в залежності від кількості прийнятих в проєкті верстатів :

$$m_{\%} = \frac{C_{np} \cdot F_d \cdot k_k}{F_{пп} \cdot k_z},$$

					<b>055В-19.00.00.00.000 ПЗ</b>	Арк
						78
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

де  $C_{np}$  - прийнята кількість обладнання;

$F_d$  – дійсний річний фонд часу роботи обладнання роботи в годинах,  $F_d = 4015$  год.,

$k_z$  – коефіцієнт завантаження обладнання,

$F_{dp}$  – дійсний річний фонд часу роботи робітників;

$k_b$  – коефіцієнт багатостатного обслуговування,  $k_b = 1,2$ .

$$m_{\%} = \frac{20 \cdot 4015 \cdot 0,8}{1118 \cdot 1,2} = 48, \text{ (чол.)}$$

Приймаємо  $P_B = 48$  чоловік.

Всі дані, отримані в результаті розрахунку кількості працюючих зводяться в таблицю 4.2.

Кількість контролерів приймається в крупносерійному і масовому виробництві 8 – 10% від кількості виробничих робітників. Приймаємо кількість контролерів рівною 2. Розмір майданчика для контрольного пункту – 2×2 м.

Таблиця 4.2 – Відомість складу працюючих ділянки

Категорія працюючих	Спосіб визначення	Процентне відношення	Кількість
Верстатники	За формулою	—	18
Допоміжні робітники	В % відношенні	35...50	9
МОП	В % відношенні	2...3	1
ІТП	В % відношенні	10...13	5
ЛКП	В % відношенні	4...5	2
Всього			35

#### 4.3 Розрахунок виробничої площі ділянки

Питома площа залежить від розмірів і маси верстатів і приймається для легких верстатів в межах 12...14 м<sup>2</sup>, для середніх – 18...21 м<sup>2</sup>, для важких – 22...25 м<sup>2</sup>.

Кількість допоміжного обладнання:

- для заточного відділення – 2 верстати;
- для майстерні по ремонту технологічного оснащення – 1 верстат.

По призначенню площі діляниць і цехів механоскладального виробництва поділяються на виробничі, допоміжні і службово-побутові.

До виробничої площі відноситься площа для виконання слюсарних, складальних та допоміжних виробничих операцій, робочими місцями майстрів і контролерів, засобами механізації і автоматизації, міжопераційним транспортом, складами біля робочих місць, проходами і проїздами між рядами обладнання.

Допоміжна площа включає площі, які зайняті допоміжними підрозділами, а також магістральними проїздами.

На службово-побутових площах розміщуються приміщення для адміністративно-технічного персоналу, об'єкти громадського харчування, медичного обслуговування та деякі інші.

Виробнича площа діляниці визначається по питомій площі, яка приходить на одиницю обладнання і приймається для легких верстатів (масою до 1 т) 12...14 м<sup>2</sup>, для середніх (1...10 т) – 18...25 м<sup>2</sup>. Крім того, в склад виробничої площі діляниці включається площа для слюсарних верстаків (1,5 м<sup>2</sup> на одиницю) і площа контрольного пункту 4 м<sup>2</sup>.

$$S_m = N \times S_n,$$

де  $N$  - кількість верстатів в цеху;

$S_n$ - питома площа на один верстат, приймається 18...25м<sup>2</sup>.

Отже,

$$S_m=20 \times 19=380, \text{ м}^2.$$

					055В-19.00.00.00.000 ПЗ	Арк
						80
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

Площі допоміжних відділень визначаються укрупненими методами в залежності від кількості основного технологічного обладнання.

Службово- побутові приміщення.

Площа службово- побутових приміщень пиймається рівною 25...30% площі ділянки, а саме 5 м<sup>2</sup>.

Загальна площа цеху становить:

$$S_{заг} = 380 + 5 + 5 = 390 \text{ м}^2$$

#### 4.4 Розробка технологічного планування ділянки

План розміщення обладнання на ділянці:

- забезпечення розміщення всього технологічного і підйомно-транспортного обладнання у відповідності з документацією технологічних процесів;
- визначення остаточних розмірів потрібних площ;
- одержання уточнених даних для видачі завдань на проектування.

Обладнання на ділянці розміщується послідовно по ходу ТП вздовж прольоту в один ряд вздовж проїзду. Координатні осі будівлі на плані співпадають з позначеннями, прийнятими на компоновочному плані. Відстань між верстатами – 900 мм, від проїзду до фронтальної сторони верстата – 1500 мм, від стін, колон до тильної сторони верстата – 700 мм.

На плані розміщення обладнання з допомогою прийнятих умовних позначень показані:

- будівельні елементи: колони, стіни, тунелі;
- основні будівельні параметри, межі ділянки;
- технологічне обладнання;
- місце для технічного контролю;
- підйомно-транспортне обладнання;
- місця робітників;

					055В-19.00.00.00.000 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		81

- проїзди і проходи, технологічні і транспортні потоки;
- точки підводу енергоносіїв, стисненого повітря, води.

Все технологічне обладнання позначено наскрізною порядковою нумерацією, яка ведеться послідовно зліва направо. До плану розміщення обладнання на ділянці додається поперечний розріз прольоту промислової будівлі, в якій вона розташована з вказанням висоти прольоту, загальної висоти, обладнання і транспортних засобів, висотних відміток чистої підлоги і каналів для відводу стружки, контурів основ колон, фундаментів з розмірами прив'язки обладнання до координатних осей і елементів конструкції будівлі.

#### 4.5 Основні техніко-економічні показники ділянки

Основні техніко-економічні показники ділянки заносимо в таблицю 4.3.

Таблиця 4.3 – Основні техніко-економічні показники ділянки

Найменування показників і одиниці вимірювань	По ділянці
Загальні положення (основні данні)	
1. Найменування виробу	Корпус 343-00-001В3
2. Річна програма випуску, т.	30000
3. Кількість основного обладнання, шт.:	9
4. Тип виробництва	багатосерійний
5. Кількість робітників, чол.:	
• основних	18
• допоміжних	9
• МОП	1
• ІТП	5
• ЛКП	2
• всього	35

6. Виробничі площі, м <sup>2</sup> :	
• основного виробництва	380
• допоміжного	10
Питомі показники (відносні)	
1. Середній коефіцієнт завантаження обладнання	0,73

					<i>055B-19.00.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		83

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 5.1 Характеристика ділянки механічної обробки деталі з точки зору охорони праці

#### 5.1.1 Санітарно – гігієнічна характеристика умов праці на ділянці

Фізичні роботи на ділянці відносяться до робіт середньої категорії важкості 2-а.

Ця категорія характеризується постійною ходьбою, переміщенням дрібних вагою до 1кг виробів або предметів в стоячому положенні.

Метеорологічні умови на ділянці повинні забезпечувати нормальні умови праці. Згідно ДСТУ 2341-2007, параметри мікроклімату повинні знаходитися в межах оптимальних норм температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочих зонах виробничих приміщень.

Рациональне освітлення виробничої ділянки є одним з факторів, які забезпечують нормальні умови праці. Збільшення освітлюваності робочої поверхні покращує яскравість, збільшує шкідливість розрізнювання.

На характер зорової роботи найбільший вплив мають розміри об'єкту розрізнення на контрольних операціях. Зважаючи на те, що маємо серійний тип виробництва, де основними засобами контролю є калібри ( пробки, скоби, різеві калібри ), приймаємо розряд зорових робіт IV.

Джерелом шуму на виробничій ділянці є технологічне обладнання. Шум виникає в результаті пружних коливань, звукових хвиль, що утворюються обладнанням і окремими його частинами.

Виробничий шум на ділянці відноситься до другого класу. Середня частота шуму складає 80 – 125 Гц , який виникає від обладнання неударної дії.

Шум, який створюється окремим видом обладнання, можна визначити за формулою:

					007Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$L_i = L_{\max} + 10 \ln N_i,$$

де  $L_{\max}$  – рівень шуму, який створюється одиницею  $i$ -того виду обладнання;

$N_i$  – кількість одиниць  $i$ -того виду обладнання.

Для вертикально – фрезерної операції рівень шуму буде рівним:

$$L = 65 + 10 \ln 5 = 81,1 \text{ дБ.}$$

Як бачимо з розрахунку, рівень звуку не перевищує 85 дБ.

Вібрація також шкідливо впливає на організм людини. Рівень вібрації повинен відповідати ДСТУ 2341-2011. Гранично допустима величина вібрації при безперервній дії на протязі 8 год. Представлено у табл. 5.1.

Таблиця 5.1 - Санітарні норми одночасових показників вібронавантаження на робітника при тривалості зміни 8 год

Вид вібрації	Категорія вібрації за санітарним и нормами	Напрямок дії	Нормативні, коректовані за частотою і еквівалентні коректовані значення			
			Віброшвидкість		Віброприскорення	
			м/с	дБ	м/с <sup>2</sup>	дБ
локальна	III В	$X_o, Y_o,$	0,0002	92	0,1	100
загальна		$Z_o$				

5.1.2 Аналіз конструкції верстатів і пристроїв за умовами безпеки експлуатації

На ділянці виробниче обладнання розташоване так, як на плакаті 5.

На ділянці застосовуються пневматичні приводи. Для надійності роботи затискачів з таким приводом застосовують запобіжні клапани, так як в конструкції приводів відсутні гальмівні засоби.

Запобіжні клапани виконані, згідно за ДСТУ 2345-2003. Клапани працюють при тиску повітря в системі від 1 до 10 кгс / см<sup>2</sup> в закритих

					<b>007Б-25.00.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

виробничих приміщеннях при температурі навколишнього середовища від 1 до 45°C.

Середня тривалість роботи до першої відмовити 9000 год. або 8 млн. циклів. Граничний стан характеризується втратою герметичності клапана.

Огороджуючі і блокуючі засоби небезпечних зон застосовують на ділянці, згідно з вимогами ДСТУ 4329-2011.

Огороджуючі засоби доцільно застосовувати для огороження рухомих частин обладнання і зон різання.

Огороджуючі засоби на рухомі частини виконуються з суцільного матеріалу, а також у вигляді решіток або сіток.

Розміри вічок у сітчатому огороженні або ширина щілини між елементами решітки можуть бути визначені:

$$B = L / 8 + 5,$$

де B – ширина щілини або вічка, мм;

L – віддаль від огороження до небезпечної зони ( не більше 900 мм ), мм ;

Огороджувальні засоби для зон різання верстатів виконуються у вигляді щитків з прозорого матеріалу ( триплексу, спеціального скла ), які закривають зону різання повністю зі всіх сторін.

Для запобігання випадкового відкриття огороження чи роботи без нього передбачено блокувальні пристрої.

Блокувальне огороження представляє собою бар'єр або дверцята, зблоковані таким чином, що машина може працювати тільки при знаходженні бар'єру в положенні захисту або при закритих дверцятах. При порушенні цієї умови вимикається живлення або приводиться у дію гальмо.

Блокувальне огороження виконує наступні функції:

- вимикає живлення для попередження пуску машини при відкритому огороженні;
- закриває зону перед тим, як машина почне діяти;

					007Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- тримає огороження закритим доти, поки небезпечні частини верстату не зупиняться;
- зупиняє верстат коли огороження знято.

### 5.1.3 Ступінь механізації та автоматизації ручних робіт

У зв'язку із значним випуском продукції виникає потреба у механізації та автоматизації ручних робіт для зменшення оперативного часу обробки, а також для зменшення оперативного часу обробки, а також для зменшення втомлюваності його праці.

Враховуючи все це, на дільниці присутні засоби механізації.

Підвезення заготовок до першого робочого місця здійснюється централізовано з комори заготовок за допомогою автомашини. Переміщення заготовок з одного робочого місця на інше проводиться за допомогою тельферної балки ВТ 2800. Завантаження і розвантаження верстатів здійснюється за допомогою ручного маніпулятора МПЭ – 400. Затиск заготовок у спеціальних верстатних пристроях проводиться автоматизовано за допомогою пневмоапаратури. На контрольній операції використовується спеціальне оснащення.

Вивезення готових деталей з дільниці здійснюється за допомогою навантажувачів моделі ЗП – 201.

### 5.1.4 Характеристика транспортних та вантажорозвантажувальних робіт

Маса заготовки – 20 кг, форма – паралелепіпед. На дільницю механічної обробки заготовки завозяться з комори в контейнерах по 2 шт. і складаються на майданчику для заготовок. Підвезення здійснюється автомашиною.

Основними транспортними засобами на дільниці є тельферна балка ВТ 2500 та ручний маніпулятор МІТЗ – 400.

					007Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Після вихідного контролю деталі складаються у контейнери на майданчику для готових деталей, з якого навантажувачем мод. ЕП–201 переміщення на дільницю складання.

## 5.2 Заходи по покращенню умов праці

### 5.2.1 Заходи по підвищенню електробезпеки

В цілях надійного захисту від ураження електричним струмом проектом передбачається застосування на дільниці захисного заземлення і захисного відключення.

Захисне відключення – це швидкодіючий захист, який передбачає автоматичне відключення електроустановки при виникненні в ній небезпеки ураження струмом.

Пристрої захисного відключення забезпечують відключення установки за час, не більший 0,2 сек.

Основними елементами захисного відключення є пристрій захисного відключення і автоматичний вимикач.

Пристрій захисного відключення – це сукупність окремих елементів, які реагують на зміну будь-якого параметру електромережі (напруги корпусу відносно землі, напруги нульової послідовності та ін.) і подає сигнал на відключення автоматичному вимикачу. Цими елементами є:

- датчик – пристрій, сприймаючий зміну параметра і перетворюючий його у відповідний сигнал;
- підсилювач, призначений для підсилення сигналу датчика;
- ланцюги контролю, які служать для періодичної перевірки справності схеми пристрою відключення;
- допоміжні елементи;

					007Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Автоматичний вимикач – це пристрій, що служить для включення і виключення ланцюгів, які знаходяться під навантаженням, і при коротких замиканнях.

### 5.2.2 Влаштування протипожежних перешкод

До протипожежних перешкод відносяться протипожежні стіни (брандмауери) і перекриття.

Протипожежні перешкоди повинні бути незгораємими і мати межу вогнестійкості не менше 4 год.

Проєми (двері, ворота, кришки люків, вікна та ін.) в протипожежних перешкодах влаштовують незгораємими або важкозгораємими, з межею вогнестійкості не менше 1,5 год. загальна площа проємів в протипожежній перешкоді не повинна перевищувати 25 % її площі.

Протипожежні двері і ворота обладнуються замками із застосуванням легкоплавких матеріалів і пристроями для самозакривання. При виникненні пожежі в одному із суміжних приміщень пройоми закриваються автоматично.

Протипожежні стіни спираються на фундаменти і зводяться на всю висоту, розділюючи згораємі і важкозгораємі покриття, перекриття, ліхтарі та інші конструкції будівлі цеху, і підносяться над згораючим дахом не менше ніж на 80 см, а над незгораючим на 30 см.

Брандмауери є найбільш досконалими протипожежними перешкодами для розділення на секції великих виробничих приміщень і комор.

Для попередження розповсюдження пожежі на висоті будівлі служать вогнестійкі перекриття (зони). Вогнестійкі перекриття можуть бути міжповерховими, горищними, над підвальними приміщеннями, а також над сходовими клітками, проходами і вестибюлями.

### 5.3 Розрахунок захисного заземлення

					007Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

В якості заземлення використовуємо вертикальні електроди (сталеві труби), діаметром 30 мм. і довжиною 2 – 2,5 м. Заземлювачі опущено у ґрунт на глибину 0,8 м.

Опір заземлювача визначаємо за формулою:

$$R_{\text{тр}} = \frac{\rho_{\text{роз}}}{2\pi l} \left( \ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right),$$

де  $l$  – довжина стержня, м ( $l = 2,5$  м. );

$d$  – діаметр стержня, м ( $d = 40 - 55$  мм. );

$\rho_{\text{розр}}$  – розрахунковий питомий опір заземлювача, Ом;

$t$  – віддаль від поверхні ґрунту до середини заземлювача, м.

$$\rho_{\text{розр}} = \rho_{\text{пит}} \cdot \varphi,$$

де  $\rho_{\text{пит}}$  – питомий опір ґрунту; приймаємо рівним 40 Ом.;

$\varphi$  – коефіцієнт сезонності; приймаємо рівним 1,5.

$$\rho_{\text{розр}} = 40 \cdot 1,5 = 80 \text{ Ом.}$$

Відстань від поверхні ґрунту до середини стержня :

$$t = n + \frac{1}{2},$$

де  $n$  – відстань від поверхні ґрунту до верхнього краю стержня, м.

$$t = 0,7 + \frac{2,5}{2} = 1,95 \text{ м.}$$

$$\text{Звідси: } R_{\text{тр}} = \frac{80}{2 \cdot 2,5} \left( \ln \frac{2 \cdot 2,5}{50 \cdot 10} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 1,95 + 2,5}{4 \cdot 1,95 - 2,5} \right) = 39,50 \text{ Ом}$$

Опір полосового заземлювача, вкладеного на глибину  $h$  від поверхні ґрунту:

$$R_{\text{п}} = \frac{\rho_{\text{розр}}}{2\pi l} \cdot \ln \frac{2L^2}{b \cdot h},$$

де  $b$  – ширина полоси, м ( приймаємо  $b = 0,7 - 0,75$  м. );

					0075-2500-00-00-000 МЗ);	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

L – розрахункова довжина полоси, м

$$L = a \cdot n$$

де a – віддаль між заземлювачами, м ( приймаємо a = 3 – 5 м. );

n – кількість заземлювачів.

$$n = R_{\text{од.}} / R_{\text{з норм.}}$$

де  $R_{\text{з норм.}}$  – допустимий опір розтікання струму в землі заземлюючого пристрою (40 м);

$$n = 39,50 / 4 = 9,87$$

Приймаємо: n = 10

$$L = 4 \cdot 10 = 40 \text{ м.}$$

Знаходимо опір полоси:

$$R_{\text{п}} = \frac{80}{2\pi \cdot l} \cdot \ln \frac{2 \cdot 40^2}{0,7 \cdot 1,5} = 30,84 \text{ Ом}$$

Загальний опір заземлюючого пристрою:

$$R_{\text{з}} = \frac{R_{\text{мп}} \cdot R_{\text{п}}}{R_{\text{мп}} \cdot \eta_{\text{мп}} + R_{\text{п}} \cdot \eta_{\text{п}} \cdot n}$$

де  $\eta_{\text{тр}}$  – коефіцієнт використання заземлення;

$\eta_{\text{тр}}$  – коефіцієнт використання полоси;

$$R_{\text{з}} = \frac{39,50 \cdot 30,84}{39,50 \cdot 0,75 + 30,84 \cdot 0,95 \cdot 10} = 4,17 \text{ Ом}$$

#### 5.4 Розрахунок природнього освітлення ділянки

При розрахунках кількості освітлення, якого потребує обладнання і місця з різним ступенем зорової роботи, необхідно аналітично розраховувати його.

Для визначення розмірів світлових отворів при боковому освітленні використовується формула:

					007Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$100 \frac{S_0}{S_n} = \frac{l_{\text{lim}} \cdot K_3 \cdot \eta}{r_1 \cdot \tau_0} \cdot K_\sigma,$$

де  $S_0$  – площа світлових отворів, м кв;

$S_n$  – площа підлоги, м кв;

$l_{\text{min}}$  – нормоване мінімальне значення коефіцієнта природнього освітлення для приміщень з роботами даного розряду при боковому освітленні (приймається рівним 4,2);

$\eta$  – світлова характеристика вікон ( приймається рівним 3,5 );

$K_3$  – коефіцієнт запасу ( приймається рівним 1,5 );

$r_1$  – коефіцієнт, що враховує вплив відбитого світла ( приймаємо рівним 1,25);

$K_\sigma$  – коефіцієнт, що враховує затемнення вікон будинками, які стоять навпроти ( приймається рівним 1,1 );

$\tau_0$  – коефіцієнт світлопропускання, що вираховується за формулою:

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5,$$

де  $\tau_1$  ,  $\tau_2$  ,  $\tau_3$  – коефіцієнт світлопропускання відповідно матеріалу вікна, виходу вікна і його конструкції;

$\tau_4$  – коефіцієнт, який враховує витрати світла в сонцезахисних конструкціях;

$\tau_5$  – коефіцієнт, який враховує витрати світла в захисній сітці, що встановлюється під ліхтарями.

Знаходимо площу світлових отворів  $S_0$ :

$$S_0 = \frac{S_n \cdot l_{\text{lim}} \cdot K_3}{100 \cdot r_1 \cdot \tau_0} \cdot K_\sigma,$$

$$\tau_0 = 0,8 \cdot 0,75 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,49$$

$$S_0 = \frac{2692 \cdot 1,2 \cdot 1,5}{100 \cdot 1,25 \cdot 0,49} \cdot 1,1 = 88,79 \text{ м}^2$$

Знаючи стандартну площу вікна  $S_1$ , знаходимо кількість вікон  $n_B$  :

$$n_B = S_0 / S_1$$

$$n_B = 88,79 / 8,45 = 12,99 \text{ шт.}$$

						Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	007Б-25.00.00.00.000 ПЗ	

Приймаємо:  $n_B = 13$ .

## 5.4 Пожежна профілактика

5.4.1 Характеристика будівлі за ступенем пожежної безпеки, та ступенем вогнестійкості

Приміщення проєктованого цеху пожежної безпеки відносяться до категорії Д – пожежобезпечні. До цієї категорії відносяться виробництва, в яких оброблюються негорючі речовини і речовини в холодному стані.

Допустима площа поверху в межах пожежного відсіку.

Будівля, в якій розташовано цех, відноситься до II ступеня вогнестійкості.

### 5.4.2 Шляхи евакуації людей

Евакуаційні шляхи в цеху забезпечують евакуацію всіх людей, які знаходяться в приміщенні.

Максимальну віддаль від найвіддаленішого евакуаційного виходу в одноповерхових будинках приведено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 - Максимальна віддаль від найвіддаленішого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу

Розміщення виходу	Категорія прим. і ступінь вогнестійкості	Віддаль, м. при щільності людського потоку			
		до 2	2 – 3	3 – 4	4 – 5
Між двома виходами назовні	Д	до 2	2 – 3	3 – 4	4 – 5
	II	180	140	120	100

Евакуаційних виходів з виробничого будинку спроектовано два. Ширина проходів, коридорів, дверей приймаємо, згідно з таблицею 5.3.

Таблиця 5.3 - Ширина проходів, коридорів, дверей.

					Ширина, м.	Арк.
					007Б-25.00.00.00.000 ПЗ	
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Найменування	Найменша	Найбільша
Прохід	1	За розрахунками
Коридор	1,4	За розрахунками
Двері	0,8	2,4

#### 5.4.4 Засоби пожежогасіння

Для гасіння пожежі в цеху встановленні пожежні гідранти. Вони використовуються як для внутрішнього так і для зовнішнього пожежогасіння. Крім того в цеху встановленні пожежні щити з вогнегасниками ОХП–10 з розрахунку 1 на 300 м кв. площі цеху і ОУ – 5 з розрахунку 1 на 10 двигунів.

Кількість вогнегасників ОХП – 10:  $n = 985 / 300 = 3,1$

Приймаємо:  $n = 4$  шт.

Кількість вогнегасників ОУ – 5:  $n = 120 / 10 = 12$  шт.

Два пожежні пункти цеху забезпечені таким інвентарем:

- відро – 2 шт.
- лопати – 2 шт.
- лом – 1 шт.
- кирка – 1 шт.
- ящик з піском – 0,5 м куб.
- азбестове полотно –  $1 \times 1$  м.

У цеху також встановлено автоматичну пожежну сигналізацію, яка спрацьовує від пожежних датчиків.

					<i>007Б-25.00.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Виконані наступні поставлені завдання на випускну роботу:

- виявлені недоліки і вказані шляхи їх усунення старого ТП та запропоновано новий ТП;
- запропоновано нова заготовка деталі;
- проведено структурний аналіз технологічного процесу виготовлення деталі;
- для нового варіанту заготовки розраховані величини припусків операційних розмірів;
- проведено розмірний аналіз нового варіанту ТП деталі 1-ЛОП-01-ТМ;
- для нового ТП визначені режими різання;
- спроектовано нове технологічне оснащення – фрезерний пристрій;
- розглянуті питання охорони праці та навколишнього середовища.

					007Б – 25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		