

Міністерство освіти і науки України

Луцький національний технічний університет

Факультет робототехніки та штучного інтелекту

Кафедра прикладної механіки та мехатроніки

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

**ПРОЕКТУВАННЯ ДІЛЬНИЦІ З РОЗРОБКОЮ ТЕХНОЛОГІЧНОГО
ПРОЦЕСУ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ «КОРПУС» 0965.001.02**

спеціальність 131 Прикладна механіка
освітня програма Прикладна механіка

Виконав: здобувач вищої освіти
Групи ІМ-41
Скакальський Антоній Валерійович

(підпис)

Керівник:
К.т.н., доцент
Гулієва Наталія Михайлівна

(підпис)

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
«__» _____ 20__ р.
К.т.н., доцент
Гарант освітньої програми:
Божко Тетяна Євгенівна

(підпис)

Луцьк – 2026 року

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		1

Луцький національний технічний університет

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

(Редько Р.Г.)
“ ____ ” _____ 2026 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Скакальського Антонія Валерійовича

1. Тема кваліфікаційної роботи Проектування ділянки з розробкою технологічного процесу механічної обробки деталі «Корпус» 0965.001.02.

Керівник роботи Гулієва Наталія Михайлівна, к.т.н., доцент.

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ 31 ” грудня 2025 р. № 910/01-07

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 10.06.2026 р.

3. Вихідні дані до роботи: Креслення деталі деталі «Корпус» 0965.001.02, річна програма випуску 30000шт/рік, нормативні дані.

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

Анотація. Вступ. Розділ 1. Загальна частина. Розділ 2. Технологічна частина. Розділ 3. Конструкторська частина. Розділ 4. Проектування механічної ділянки. Висновок. Список використаних джерел. Додатки.

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

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		2

Креслення деталі, заготовки та її 3-D моделі – 2 листа (ф. А2), КН – 1 лист (ф. А1), складальне креслення верстатного пристрою – 1 лист (ф. А1), складальне креслення контрольного пристрою – 1 лист (ф. А1), креслення інструменту та плану ділянки – 2 листа (ф. А3).

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 04.02.2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	<i>Загальна частина</i>	<i>18.02.2026р.</i>	
2.	<i>Технологічна частина</i>	<i>24.03.2026р.</i>	
3.	<i>Конструкторська частина</i>	<i>14.04.2026р.</i>	
4.	<i>Проектування механічної ділянки</i>	<i>12.05.2026р.</i>	
5.	<i>Висновки та пропозиції</i>	<i>19.05.2026р.</i>	
6.	<i>Формування списку використаних джерел</i>	<i>26.05.2026р.</i>	
7.	<i>Формування додатків</i>	<i>26.05.2026р.</i>	
8.	<i>Оформлення ілюстративного матеріалу</i>	<i>26.05.2026р.</i>	
9.	<i>Нормоконтроль</i>	<i>02.06.2026р.</i>	
10.	<i>Інструментальна перевірка на академічний плагіат</i>	<i>02.06.2026р.</i>	
11.	<i>Представлення кваліфікаційної роботи бакалавра до захисту</i>	<i>11.06.2026р.</i>	

Здобувач вищої освіти _____ Скакальський А.В.

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Гулієва Н.М.

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		3

АНОТАЦІЯ

Скакальський А.В. Проектування ділянки з розробкою технологічного процесу механічної обробки деталі «Корпус» 0965.001.02. Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Прикладна механіка» спеціальності 131 Прикладна механіка. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2026.

Робота бакалавра включає вступ, чотири розділи, загальні висновки, перелік використаних джерел та додатки.

У даній роботі розглянуто проектування ділянки та розробку технологічного процесу механічної обробки деталі «Корпус» 0965.001.02. Проведено аналіз конструкції деталі, визначено її технологічність та основні вимоги до виготовлення. Обґрунтовано вибір заготовки, розроблено маршрутний та операційний технологічний процес механічної обробки.

У роботі виконано вибір технологічного обладнання, ріжучого та вимірювального інструменту, визначено режими різання та норми часу на виконання операцій. Спроековано ділянку механічної обробки з урахуванням вимог раціональної організації виробництва, безпеки праці та ефективного використання виробничих площ.

Також проведено техніко-економічне обґрунтування запропонованих рішень, що підтверджує доцільність впровадження розробленого технологічного процесу у виробництво. Результати роботи спрямовані на підвищення продуктивності праці, забезпечення необхідної точності обробки та зниження собівартості виготовлення деталі.

Ключові слова: технологічний процес, механічна обробка, корпус, проектування ділянки, режими різання, продуктивність виробництва.

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		4

ABSTRACT

skakalskyi a.v. design of the section with the development of the technological process of machining the part "housing" 0965.001.02. manuscript.

bachelor's qualification work op “applied mechanics” specialty 131 applied mechanics.

lutsk national technical university. lutsk, 2026.

the bachelor's work includes an introduction, four chapters, general conclusions, a list of sources used and appendices.

this work considers the design of a site and the development of a technological process for machining a part “housing” 0965.001.02. the design of the part is analyzed, its manufacturability and basic requirements for manufacturing are determined. the choice of the workpiece is justified, the route and operational technological process for machining is developed.

the work selects technological equipment, cutting and measuring tools, determines cutting modes and time standards for performing operations. the machining section was designed taking into account the requirements of rational production organization, labor safety and effective use of production areas.

a feasibility study of the proposed solutions was also conducted, which confirms the feasibility of implementing the developed technological process in production. the results of the work are aimed at increasing labor productivity, ensuring the required machining accuracy and reducing the cost of manufacturing parts.

keywords: technological process, machining, housing, section design, cutting modes, production productivity.

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		5

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.....	10
1.1. Службове призначення і характеристика об'єкта виробництва, аналіз технічних умов на деталь	10
1.2. Вибір методу одержання заготовки	11
1.3. Вибір методів обробки поверхонь.....	13
1.4. Визначення типу та організаційної форми виробництва	14
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	21
2.1. Аналіз технологічності конструкції деталі.....	21
2.2. Вибір технологічних баз.....	24
2.3. Визначення допусків на технологічні розміри і розрахунок припусків.....	28
2.4. Розрахунок режимів різання, вибір обладнання	33
2.5. Нормування технологічного процесу.....	33
РОЗДІЛ 3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	37
3.1 Проектування технологічного оснащення.....	40
3.2 Проектування контрольного пристрою	42
РОЗДІЛ 4 Проектування механічної ділянки	44
4.1 Уточнення типу виробництва	44
4.2 Визначення кількості працівників на ділянці	45
4.3 Визначення необхідної чисельності допоміжних працівників	45
4.4 Розрахунок виробничої площі ділянки.....	47
4.5 Розробка технологічного планування ділянки.....	46
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ	50
5.1 Аналіз стану охорони праці на підприємстві.....	49
5.2 Аналіз стану пожежної безпеки.....	51
5.3 Проектування витяжної вентиляції.....	52
5.4 Заходи щодо покращення охорони праці та пожежної безпеки.....	53
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	56

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		6

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	56
ДОДАТКИ.....	60

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		7

ВСТУП

У сучасних умовах розвитку машинобудування особливого значення набуває вдосконалення технологічних процесів механічної обробки деталей та раціональна організація виробничих дільниць. Підвищення вимог до точності, надійності та продуктивності виготовлення машинобудівної продукції зумовлює необхідність впровадження сучасних технологій, ефективного обладнання та оптимізації виробничих процесів. Важливу роль у цьому відіграє проектування дільниць механічної обробки, які забезпечують безперервність виробництва, раціональне використання ресурсів та підвищення економічної ефективності підприємства.

Особливої уваги потребує виготовлення корпусних деталей, оскільки вони є базовими елементами багатьох машин і механізмів. Такі деталі характеризуються складною формою, наявністю великої кількості поверхонь, що обробляються, та високими вимогами до точності взаємного розташування отворів і площин. Саме тому розробка раціонального технологічного процесу механічної обробки деталі «Корпус» 0965.001.02 є актуальним завданням для сучасного виробництва.

Метою даної роботи є проектування дільниці та розробка технологічного процесу механічної обробки деталі «Корпус» 0965.001.02 з урахуванням вимог до точності, продуктивності та економічної ефективності виробництва.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- провести аналіз конструкції деталі «Корпус» 0965.001.02 та визначити її технологічність;
- обґрунтувати вибір заготовки та способу її отримання;
- розробити маршрутний і операційний технологічний процес механічної обробки;
- вибрати технологічне обладнання, ріжучий та вимірювальний інструмент;

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		8

- визначити режими різання та норми часу на виконання операцій;
- спроектувати ділянку механічної обробки деталі;
- виконати техніко-економічне обґрунтування прийнятих рішень;
- розглянути питання охорони праці та безпеки виробничого процесу.

Об'єктом дослідження є технологічний процес механічної обробки деталі «Корпус» 0965.001.02.

Предметом дослідження є методи проектування технологічного процесу механічної обробки та організація виробничої ділянки для виготовлення деталі «Корпус» 0965.001.02.

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1. Службове призначення і характеристика об'єкту виробництва, аналіз технічних умов на деталь

Деталь «Корпус» 0965.001.02 є основним елементом клапана, який розрахований на робочий тиск $P_p=3,8$ МПа та експлуатується в температурному діапазоні від -36 до $+42$ °С. Головне призначення корпусу полягає у забезпеченні регулювання режимів роботи нафтових, газових і газоконденсатних свердловин [1].

Клапан, що монтується безпосередньо на пневмоприводі центрального отвору, виконує такі функції:

- забезпечує швидке автоматичне скидання тиску джерела живлення з пневмопривода центрального отвору у разі зниження вхідного тиску;
- унеможливорює повторне відкриття центрального отвору після його автоматичного закриття системою керування;
- забезпечує можливість аварійного ручного відкриття або закриття центрального отвору оператором.

Ескіз деталі «Корпус» наведено на рис. 1.1.

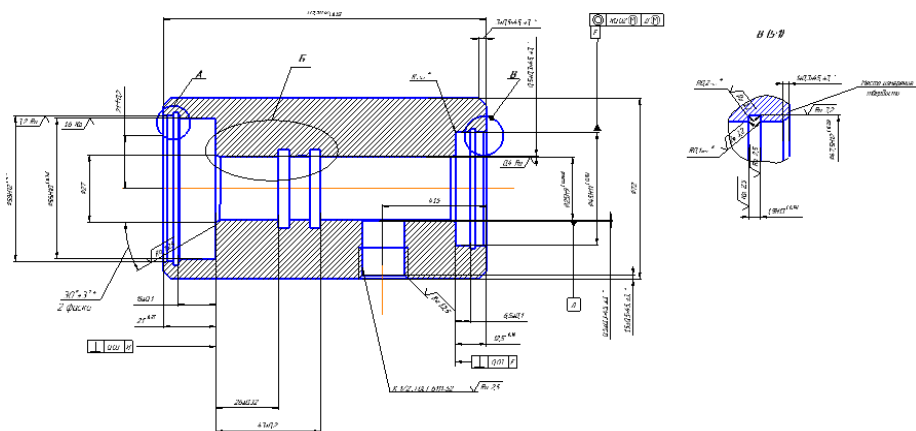


Рисунок 1.1 – Ескіз корпусу

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		10

Хімічні та механічні властивості нержавіючої сталі 20X13 ISO 15510:2014 [2]
подано в таблицях 1.1 та 1.2.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад, %

Cr	Mn	S	Si	P	C	Ti	Ni
13	0,60-0,80	0,025	0,60-0,80	0,030	0,16-0,25	0,80-0,90	1,5-2,5

Таблиця 1.2 – Механічні властивості

Межа міцності, σ_s , МПа	Відносне видовження, δ , %	Межа текучості, $\sigma_{0,2}$, МПа	Межа витривалості, σ_{-1} , МПа	Відносне звуження ψ , %	Твердість, НВ, кгс/мм ²
850	10	600	0,6	50	197-248

Сталь 20X13 є однією з найпоширеніших і найбільш економічно доступних марок сталі. Вона широко використовується як у побутовій сфері, так і в різних галузях техніки. Низьковуглецеві сталі характеризуються високою пластичністю, що забезпечує можливість виготовлення деталей методом штампування. Крім того, даний матеріал має підвищені показники твердості та міцності, завдяки чому застосовується для виробництва деталей, які працюють в умовах значних навантажень, зношування та впливу корозійного середовища. Із сталі 20X13 виготовляють хірургічні інструменти, підшипники, пружини та інші відповідальні вироби.

1.2. Вибір методу одержання заготовки

Під час вибору способу отримання заготовки необхідно забезпечити максимальне наближення її форми та розмірів до параметрів готової деталі, що дозволяє зменшити обсяг механічної обробки та знизити трудомісткість виготовлення. Вибір конкретного способу отримання заготовки залежить від

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		11

призначення та конструктивних особливостей деталі, матеріалу, технічних вимог, типу виробництва, обсягу випуску продукції та економічної доцільності.

Аналіз робочого креслення свідчить про те, що значна частина зовнішніх поверхонь деталі не потребує подальшої механічної обробки різанням і може бути сформована безпосередньо на етапі виготовлення заготовки [3].

Для обґрунтування раціонального способу виготовлення заготовки проведемо порівняння двох методів: використання гарячекатаного трубного прокату та гарячого об'ємного штампування у закритих рознімних штампах із формуванням внутрішніх порожнин.

$$M_{дет.} = 667 \cdot 7,9 = 5269,3г = 5,27кг$$

Згідно технічної документації маса заготовки методом прокату:
 $M_{з.} = 5,78кг.$

При отриманні заготовки методом прокатування припуск буде 1,5мм.

Визначаємо масу заготовки методом штампування:

$$M_{заг.} = 714 \cdot 7,9 = 5640,6г = 5,64кг$$

Вартість заготовки, виготовленої методом прокату, визначаємо:

$$S_{заг.1} = \left(\frac{27000}{1000} \cdot 5,78 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 0,82 \cdot 1,08 \cdot 1,1 \right) - (5,78 - 5,27) \cdot \frac{4400}{1000} = 180,19грн ;$$

$$S_{заг.2} = \left(\frac{27000}{1000} \cdot 5,64 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 0,82 \cdot 1,08 \cdot 1,1 \right) - (5,64 - 5,27) \cdot \frac{4400}{1000} = 176,39грн$$

Програма випуску становить N=30000 шт.

Визначаємо економічний ефект для отримання заготовки:

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		12

$$E_{\text{з.}} = (180,19 - 176,39) \cdot 30000 = 114000 \text{ грн.}$$

У результаті проведених економічних розрахунків встановлено, що найбільш доцільним способом виготовлення заготовки є гаряче об'ємне штампування у закритих рознімних штампах із формуванням внутрішніх порожнин. Даний метод забезпечує кращі техніко-економічні показники порівняно з іншими способами отримання заготовок, тому його прийнято для подальшого використання. Очікуваний економічний ефект від впровадження цього способу становить 114000 грн на рік.

1.3. Вибір методів обробки поверхонь

Вибір способу механічної обробки поверхонь заготовки залежить від ряду факторів, серед яких: службове призначення деталі, функціональні особливості поверхонь, вимоги до точності розмірів, шорсткості та геометричної форми. Для досягнення необхідної якості поверхонь механічну обробку доцільно виконувати у декілька етапів, послідовно переходячи від чорнової до чистової обробки [3].

У конструкції корпусу наявні поверхні, до яких не висуваються підвищені вимоги щодо точності та якості, тому для них достатньо лише чорнової обробки.

Деталь «Корпус» являє собою циліндричний елемент розмірами $\varnothing 72 \times 119,5$ мм із системою ступінчастих отворів.

Найбільш відповідальною поверхнею, яка використовується як базова під час складання, є внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 25H9$ із заданою шорсткістю. Саме ця поверхня забезпечує з'єднання корпусу клапана з фонтанною арматурою. Радіальне биття канавок під ущільнювальні кільця не повинно перевищувати 0,04 мм, а радіуси переходів до $\varnothing 25$ необхідно полірувати до встановленої шорсткості. Недотримання цих вимог може призвести до порушення герметичності ущільнення та виникнення витоків у транспортній магістралі.

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		13

Для інших поверхонь корпусу, що підлягають механічній обробці, за винятком внутрішніх поверхонь Ø56H10, Ø45H11 та Ø9,8H11, граничні відхилення розмірів призначаються за квалітетами H12, h12 та ±IT/2.

Шорсткість поверхонь після механічної обробки не повинна перевищувати встановлених значень. Значна частина поверхонь корпусу формується з шорсткістю, передбаченою технічними вимогами. Особливі вимоги висуваються до поверхонь ущільнювальних канавок внутрішнього Ø25 та радіусних переходів, для яких необхідно забезпечити підвищену якість поверхні. Для фасок зовнішніх поверхонь також задається окрема норма шорсткості.

Після виконання чорнової обробки точність поверхонь підвищується з H12 до H10, тобто на два квалітети, а після чистової – з H10 до H9, що відповідає рекомендаціям щодо забезпечення економічно доцільної точності механічної обробки.

1.4. Визначення типу та організаційної форми виробництва

Визначаємо програма випуску деталей:

$$N_{\text{зип.}} = 30000 \times \left(1 + \frac{4}{100} + \frac{5}{100} + \frac{5}{100} \right) = 34200 \text{шт.}$$

На попередньому етапі розробки технологічного процесу, на основі програми запуску [4], встановлено, що виробництво належить до багатосерійного типу, оскільки коефіцієнт закріплення операцій знаходиться в межах $1 < K_{\text{з.о.}} < 10$.

Багатосерійне виробництво характеризується періодичним виготовленням машин, механізмів та їхніх деталей повторюваними партіями за незмінною конструкторською документацією протягом тривалого часу. Випуск продукції у такому виробництві здійснюється окремими серіями або партіями.

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		14

На даному етапі проектування за укрупненими наближеними залежностями визначається основний час для кожного технологічного переходу [5]. Для кожної технологічної операції основний час розраховується як сумарне значення часу всіх технологічних переходів, що входять до складу цієї операції.

010 Токарна

1. Обточити 1 на прохід

$$T_o = 0,17 \cdot 72 \cdot 119,5 \cdot 10^{-3} = 1,463 \text{ хв}$$

2. Обточити 1 начисто

$$T_o = 0,1 \cdot 72 \cdot 119,5 \cdot 10^{-3} = 0,86 \text{ хв}$$

3. Обточити 2 на прохід

$$T_o = 0,17 \cdot 45 \cdot 12,5 \cdot 10^{-3} = 0,096 \text{ хв}$$

4. Обточити 3 на прохід

$$T_o = 0,17 \cdot 25 \cdot 86 \cdot 10^{-3} = 0,366 \text{ хв}$$

5. Обточити поверхню 3 начисто

$$T_o = 0,1 \cdot 25 \cdot 86 \cdot 10^{-3} = 0,215 \text{ хв}$$

$$T_{o\Sigma} = 1,463 + 0,86 + 0,096 + 0,366 + 0,215 = 3 \text{ хв}$$

Штучно-калькуляційний час:

$$T_{ш-к} = 3 \cdot 1,5 = 4,5 \text{ хв}$$

015 Токарна

1. Обточити 1 на прохід

$$T_o = 0,17 \cdot 72 \cdot 119,5 \cdot 10^{-3} = 1,463 \text{ хв}$$

2. Обточити 1 начисто

$$T_o = 0,1 \cdot 72 \cdot 119,5 \cdot 10^{-3} = 0,86 \text{ хв}$$

3. Обточити 4 на прохід

$$T_o = 0,17 \cdot 56 \cdot 21 \cdot 10^{-3} = 0,2 \text{ хв}$$

4. Обточити 4 начисто

$$T_o = 0,1 \cdot 56 \cdot 21 \cdot 10^{-3} = 0,118 \text{ хв}$$

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		15

5. Обточити 5 за один прохід

$$T_o = 0,17 \cdot 58 \cdot 6,5 \cdot 10^{-3} = 0,064 \text{ хв}$$

$$T_{o\Sigma} = 1,463 + 0,86 + 0,2 + 0,118 + 0,064 = 2,705 \text{ хв}$$

Штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт-к} = 2,705 \cdot 1,5 = 4,06 \text{ хв}$$

020 Токарна

1. Обточити 6 на прохід

$$T_o = 0,17 \cdot 72 \cdot 119,5 \cdot 10^{-3} = 1,463 \text{ хв}$$

2. Обточити 7 начисто

$$T_o = 0,1 \cdot 45 \cdot 12,5 \cdot 10^{-3} = 0,056 \text{ хв}$$

3. Обточити 8 начисто

$$T_o = 0,1 \cdot 25 \cdot 86 \cdot 10^{-3} = 0,215 \text{ хв}$$

4. Обточити 9 начисто

$$T_o = 0,1 \cdot 47,5 \cdot 1,9 \cdot 10^{-3} = 0,009 \text{ хв}$$

$$T_{o\Sigma} = 1,463 + 0,056 + 0,215 + 0,009 = 1,743 \text{ хв}$$

Штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт-к} = 1,743 \cdot 1,5 = 2,615 \text{ хв}$$

025 Токарна

1. Обточити 6 на прохід

$$T_o = 0,17 \cdot 72 \cdot 119,5 \cdot 10^{-3} = 1,463 \text{ хв}$$

2. Обточити 7 начисто

$$T_o = 0,1 \cdot 56 \cdot 21 \cdot 10^{-3} = 0,118 \text{ хв}$$

3. Розточити отвір

$$T_o = 0,18 \cdot 58 \cdot 6,5 \cdot 10^{-3} = 0,066 \text{ хв}$$

4. Розточити отвір

$$T_o = 0,18 \cdot 61 \cdot 1,9 \cdot 10^{-3} = 0,021 \text{ хв}$$

5. Розточити отвори

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$T_o = 0,18 \cdot 2 \cdot 31 \cdot 4,4 \cdot 10^{-3} = 0,049 \text{ хв}$$

$$T_{o\Sigma} = 1,463 + 0,118 + 0,066 + 0,021 + 0,049 = 1,717 \text{ хв}$$

Штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт-к} = 1,717 \cdot 1,5 = 2,576 \text{ хв}$$

030 Свердлильна

1. Свердлити отвір

$$T_o = 0,52 \cdot 14 \cdot 12,5 \cdot 10^{-3} = 0,091 \text{ хв}$$

2. Свердлити отвір

$$T_o = 0,52 \cdot 25 \cdot 86 \cdot 10^{-3} = 1,118 \text{ хв}$$

3. Свердлити отвір

$$T_o = 0,52 \cdot 25 \cdot 86 \cdot 10^{-3} = 1,118 \text{ хв}$$

4. Нарізати внутрішню різь

$$T_o = 0,4 \cdot 18 \cdot 1,2 \cdot 10^{-3} = 0,009 \text{ хв}$$

$$T_{o\Sigma} = 0,091 + 1,118 + 1,118 + 0,009 = 2,336 \text{ хв}$$

Штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт-к} = 2,336 \cdot 1,5 = 3,5 \text{ хв}$$

2. Вибираємо коефіцієнт завантаження обладнання $\eta_{з.н.} = 0,85$.

3. Визначаємо розрахункову кількість обладнання, необхідну для виконання кожної операції:

010

$$m_p = \frac{30000 \times 4,5}{60 \times 4055 \times 0,85} = 0,653 \quad P = 1,$$

015

$$m_p = \frac{30000 \times 4,06}{60 \times 4055 \times 0,85} = 0,589; \quad P = 1,$$

020

$$m_p = \frac{30000 \times 2,615}{60 \times 4055 \times 0,85} = 0,379; \quad P = 1,$$

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		17

025

$$m_p = \frac{30000 \times 2,576}{60 \times 4055 \times 0,85} = 0,374; \quad P=1;$$

030

$$m_p = \frac{30000 \times 3,5}{60 \times 4055 \times 0,85} = 0,508; \quad P=1.$$

4. Розраховуємо коефіцієнт завантаження обладнання:

010

$$\eta_{з.ф.} = \frac{0,653}{1} = 0,653;$$

015

$$\eta_{з.ф.} = \frac{0,589}{1} = 0,589;$$

020

$$\eta_{з.ф.} = \frac{0,379}{1} = 0,379;$$

025

$$\eta_{з.ф.} = \frac{0,374}{1} = 0,374;$$

030

$$\eta_{з.ф.} = \frac{0,508}{1} = 0,508.$$

2. Розраховуємо необхідну кількість операцій:

010

$$O = \frac{0,85}{0,653} = 1,3;$$

015

$$O = \frac{0,85}{0,589} = 1,44;$$

020

$$O = \frac{0,85}{0,379} = 2,24;$$

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		18

025

$$O = \frac{0,85}{0,374} = 2,27;$$

030

$$O = \frac{0,85}{0,508} = 1,67.$$

Всі розрахунки усіх операцій зводимо в таблицю 1.3.

Таблиця 1.3 – Визначення кількості верстатів та операцій

Операція	$T_{ш-к}$	m_p	P	$\eta_{з.ф.}$	O
010	4,5	0,653	1	0,653	1,3
015	4,06	0,589	1	0,589	1,44
020	2,615	0,379	1	0,379	2,24
025	2,576	0,374	1	0,374	2,27
030	3,5	0,508	1	0,508	1,67

$$\sum O = 1,3 + 1,44 + 2,24 + 2,27 + 1,67 = 8,92;$$

$$P = 1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 5.$$

Розраховуємо коефіцієнт закріплення операції:

$$K_{з.о.} = \frac{8,92}{5} = 1,78.$$

$1 \leq K_{з.о.} = 1,78 \leq 10$, буде багатосерійний тип виробництва.

Визначаємо організаційну форму виробництва.

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		19

$$N_o = \frac{30000}{254} = 118 \text{шт.}$$

Обчислюємо середній підготовчо-заключний час:

$$\eta_{з.ф.ср.} = \frac{0,653 + 0,589 + 0,379 + 0,374 + 0,508}{5} = 0,5;$$

Середній штучно-калькуляційний час:

$$T_{шк.-ср.} = \frac{4,5 + 4,06 + 2,615 + 2,576 + 3,5}{5} = 3,45;$$

Визначаємо добову продуктивність поточної лінії:

$$Q_o = \frac{952}{3,45} \times 0,5 = 138 \text{шт.}$$

Оскільки добовий випуск виробів більший добової продуктивності поточної лінії, то застосовується поточна форма організації виробництва.

$$118 > 138 \cdot 0,6 = 83 \text{шт.}$$

За результатами розрахунків форма організації виробництва потокова.

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		20

РОЗДІЛ 2

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Аналіз технологічності конструкції деталі

Відпрацювання конструкції на технологічність являє собою сукупність заходів, спрямованих на узгодження конструкторських і технологічних рішень з метою підвищення продуктивності праці, зменшення виробничих витрат та скорочення часу виготовлення виробу при забезпеченні необхідного рівня якості.

Оцінювання технологічності конструкції здійснюється за допомогою якісних і кількісних показників відповідно до вимог ДСТУ 2391:2010 [6].

Найбільш доцільним способом отримання заготовки для даної деталі є гаряче об'ємне штампування у закритих рознімних штампах. Такий спосіб є технологічно обґрунтованим, оскільки деталь має відносно просту форму зовнішнього контуру. При використанні заготовки з прокату неможливо одразу сформувати отвори малого діаметра, що ускладнює процес виготовлення.

Деталь характеризується достатньою жорсткістю та наявністю технологічних баз, розміри яких забезпечують надійне й зручне закріплення під час обробки. Це створює умови для застосування економічно ефективних режимів різання.

Конструкція деталі передбачає можливість обробки більшості поверхонь прохідним методом, а самі площини розташовані переважно під прямими кутами одна до одної, що позитивно впливає на технологічність.

Разом з тим окремі отвори неможливо обробляти одночасно на багатошпиндельному обладнанні, що свідчить про наявність нетехнологічних елементів конструкції. Крім того, форма наскрізного отвору є недостатньо технологічною, оскільки його неможливо повністю обробити з одного встановлення, через що виникає потреба у повторному перевстановленні деталі.

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Якісна оцінка технологічності деталі

Деталь «Корпус» виготовляється з корозійностійкої сталі 20Х13, тому форма зовнішніх та внутрішніх поверхонь не створює значних труднощів при отриманні заготовки [7]. Вибраний матеріал повністю відповідає умовам експлуатації та забезпечує необхідні показники міцності, зносостійкості й опору поверхневим деформаціям.

Для кількісної оцінки технологічності проводиться визначення коефіцієнтів уніфікації, стандартизації, точності механічної обробки, якості поверхонь (шорсткості), а також коефіцієнта використання матеріалу.

Оскільки деталь є технологічною, а її конструкція передбачає наявність технологічних канавок і направляючих фасок, що забезпечують вільний вихід інструмента із зони різання, а також точне суміщення осей спряжених деталей під час складання, доцільно визначити коефіцієнт уніфікації елементів.

Визначаємо коефіцієнт уніфікації елементів:

$$K_{\text{ун.ел.}} = \frac{9}{11} \approx 0,82.$$

Згідно розрахунку деталь технологічна.

У таблиці 2.1 наведені квалітети на поверхні.

Таблиця 2.1 – Квалітети точності

A_i	n_i	$A_i \times n_i$
h12	3	36
H12	2	24
H11	2	22
H10	1	10
H9	2	18
	$\sum n_i = 10$	$\sum A_i \cdot n_i = 110$

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		22

Обчислюємо середній квалітет точності розмірів:

$$A_{сер} = \frac{110}{10} = 11.$$

Обчислюємо коефіцієнт точності обробки деталі:

$$K_m = 1 - \frac{1}{11} = 0,91.$$

Згідно розрахунку деталей технологічна.

Шорсткість на поверхні наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Шорсткості на поверхні

B_i	n_i	$B_i \cdot n_i$
10,0	1	10,0
2,0	2	4,0
1,5	2	3,0
1,3	2	2,6
1,0	1	1,0
	$\Sigma = 8$	$\Sigma = 20,6$

Визначаємо середню шорсткість поверхні:

$$B_{сер} = \frac{20,6}{8} = 2,6.$$

Визначаємо коефіцієнт точності обробки:

$$K_u = 1 - \frac{1}{2,6} = 0,62.$$

Згідно розрахунку деталей технологічна.

Під час аналізу креслення встановлено, що конструкція деталі загалом є технологічною. Загальна оцінка технологічності виконана відповідно до вимог ДСТУ 2391:2010.

2.2. Вибір технологічних баз

~~2.2. Вибір технологічних баз~~

Вибір та обґрунтування технологічних баз є одним із найважливіших і найскладніших етапів проектування технологічного процесу. Розроблення маршруту механічної обробки та визначення базових поверхонь повинні виконуватися одночасно [8].

Правильний вибір баз має вирішальне значення при розробці технологічного процесу механічної обробки деталі. Особливу увагу необхідно приділяти вибору базових поверхонь для першої операції, оскільки саме вони визначають точність подальшої обробки.

Під час вибору чорнових баз необхідно дотримуватися таких вимог:

- базова поверхня повинна забезпечувати надійне та стійке закріплення деталі у пристосуванні;
- поверхня має бути чітко орієнтована відносно інших елементів деталі;
- для базування слід використовувати рівні та чисті поверхні без слідів рознімання штампів, ливарних форм або інших дефектів.

При виборі чистових баз враховують такі принципи:

- принцип сталості баз, який передбачає використання одних і тих самих базових поверхонь на різних операціях;
- принцип суміщення баз, що полягає у поєднанні конструкторських, технологічних і вимірювальних баз;
- як чистові бази необхідно використовувати поверхні, стійкі до деформацій під дією сил затиску та різання.

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		24

Рациональний вибір базових поверхонь визначає структуру технологічного процесу, послідовність операцій і переходів, а також забезпечує необхідну точність отримуваних розмірів. На основі вибраних баз та їх взаємозв'язку з конструкторськими базами здійснюється підбір технологічного оснащення.

Відповідно до розробленого маршрутного технологічного процесу першою операцією механічної обробки є операція 010 – токарна. На цій операції виконують обробку торця, зовнішньої циліндричної поверхні Ø72,0 мм, а також внутрішніх поверхонь Ø45,0 мм і Ø25,0 мм. Як установчі бази використовуються торцева та зовнішня циліндрична поверхні Ø72,0 мм, отримані під час гарячого штампування.

Другою операцією є 015 – токарна. Під час її виконання деталей повертають на 180°, після чого здійснюють обробку торця, зовнішньої поверхні Ø72,0 мм та внутрішніх поверхонь Ø58,0 мм і Ø56,0 мм. Базування проводиться по торцю та зовнішньому діаметру Ø72,0 мм, оброблених на попередній операції.

Третьою операцією є 020 – токарна. На ній виконують чистову обробку зовнішньої поверхні Ø72,0 мм, внутрішніх поверхонь Ø45,0 мм, Ø25,0 мм та канавки Ø45,0Н11 мм. Схема базування аналогічна попереднім операціям.

Четверта операція – 025 токарна. На цій стадії здійснюється чистове точіння зовнішньої поверхні Ø72,0 мм, внутрішніх поверхонь Ø56,0 мм і Ø58,0 мм, а також розточування канавок Ø61,0 мм та Ø31,0 мм. Базування залишається таким самим, як і на операції 010.

П'ятою операцією є 030 – свердлильна. Тут виконують свердління отвору Ø14,0 мм, а також остаточне zenкування та розгортання отвору Ø25,0 мм. Установчими базами знову служать торцева та зовнішня циліндрична поверхні Ø72,0 мм.

Завершальною операцією технологічного процесу є 035 — електрохімічна, під час якої здійснюється видалення задирок та заокруглення гострих кромek деталі.

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		25

Аналіз схем базування на всіх операціях показує, що одні й ті самі поверхні багаторазово використовуються як базові. Таким чином забезпечується дотримання принципу сталості баз, що сприяє зменшенню похибок обробки та підвищенню точності виготовлення деталі.

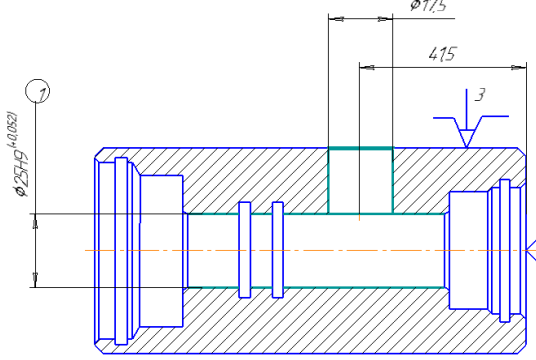
З урахуванням наведених положень приймаються остаточні бази для механічної обробки та складається маршрутно-операційна карта технологічного процесу, наведена в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Маршрутно-операційна карта технологічного процесу

№, найменування операції	Вид обробки	Схема установки
1	2	3
010 Токарна	1. Підрізання торця 1 начорно і точіння фаски 5. 2. Точіння 2 начорно. 3. Точити 3 начорно і фаску 6. 4. Точити 4 на прохід.	
015 Токарна	1. Підрізування торця 1 мм, точіння фаски 5. 2. Точіння поверхні 2 начорно. 3. Точіння 3, витримуючи розмір 21 мм. 4. Точіння 4 начисто і фаску 6, витримуючи розмір 6,5 мм.	

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

1	2	3
020 Токарна	1. Точіння 1 начисто. 2. Точіння 2 начисто витримуючи розмір 12,5 мм. 3. Розгорткування 3 25 мм на прохід. 4. Точіння канавки 4 витримуючи розміри 1,9 мм, 6,5 мм і R0,2 max, R0,1 max. 6. Зенкерування поверхні 5 витримуючи розміри 27 мм і кут 30°.	
025 Токарна	1. Точіння 1 начисто. 2. Точіння 2 начисто, витримуючи розмір 21 мм. 3. Точіння 3 начисто, витримуючи розмір 6,5 мм. 4. Точіння 4 витримуючи розміри 1,9 мм, 15 мм і R0,2 max, R0,1 max. 5. Точіння 2 канавки 31 мм витримуючи розмір 26 мм і 43 мм, R0,4, R0,2 max.	

1	2	3
030 Свердлильна	1. Свердління отвіру 1 на прохід. 2. Зенкерування 2 начисто і розгорткування. 3. Нарізання різі 1.	

2.3. Визначення допусків на технологічні розміри і розрахунок припусків

2.3. Визначення допусків на технологічні розміри і розрахунок припусків

Будь-яка заготовка, що надалі підлягає механічній обробці, виготовляється з певними припусками, необхідними для забезпечення заданих кресленням розмірів та потрібної шорсткості поверхонь деталі [9].

Надмірні припуски призводять до перевитрат матеріалу, збільшення обсягу механічної обробки та, відповідно, до підвищення собівартості виготовлення деталі. Видалення великої кількості зайвого матеріалу також спричиняє зростання трудомісткості обробки. Водночас недостатні припуски можуть не забезпечити досягнення необхідної точності та якості поверхонь.

Розміри припусків на механічну обробку залежать від багатьох факторів, основними з яких є:

- матеріал заготовки;
- форма та габаритні розміри деталі;
- вид заготовки та спосіб її отримання;
- вимоги до механічної обробки;
- технічні вимоги щодо точності, якості та шорсткості поверхонь.

Розрахунково-аналітичний метод визначення припусків ґрунтується на аналізі факторів, що впливають на величину припуску як на попередньому, так і на поточному технологічному переході [10].

Мінімальний припуск на кожний технологічний перехід визначають за такими залежностями:

Виконаємо розрахунок припусків для внутрішньої циліндричної поверхні Ø45,0H11^{+0,16}, яка обробляється методом розточування на токарному верстаті моделі 16K25 за один перехід.

Заготовку отримують методом гарячого штампування у закритих рознімних штампах. Для такої заготовки висота мікронерівностей становить Rz=80 мкм, а глибина дефектного шару – T=170 мкм. Відповідно до довідкових даних [11], відхилення від прямолінійності штампованої заготовки становить ρ

Величину викривлення штамповки визначаємо:

$$\rho_{\text{випр}} = 0,7 \times 122,8 = 86 \text{ мкм},$$

$$\rho_{\text{заг}} = \sqrt{950^2 + 86^2} = 954 \text{ мкм}.$$

Під час чорнового розточування деталь закріплюється у трикулачковому патроні, для якого похибка базування дорівнює ε=0, а похибка закріплення становить ε=160 мкм [10]. Отже, похибка встановлення заготовки у пристосуванні становить:

$$\varepsilon_{\text{v1}} = \sqrt{160^2} = 160 \text{ мкм}.$$

Визначаємо мінімальний припуск на чорнове розточування.

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		30

$$2Z_{i\min 1} = 2 \times (80 + 170 + \sqrt{954^2 + 160^2}) = 2,43 \text{ мм}$$

У результаті чорнової обробки внутрішньої поверхні висота мікронерівностей зменшується до $R_z=50$ мкм ($R_a=12,5$ мкм), а глибина дефектного шару становить $T=50$ мкм [12]. При цьому сумарне відхилення розташування поверхні зменшується відповідно до виразу:

$$\rho_{\text{точ. чорн}} = 0,06 \times 954 = 57 \text{ мкм.}$$

Після підстановки числових значень отримуємо:

$$D_{\text{ном. заг.}} = 45,16 - 2,43 - 1,0 = 41,73 \text{ мм}$$

Результати розрахунку діапазону розмірів і припусків на обробку отвору $\varnothing 45,0H11$ мм наводимо у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Результати розрахунку діапазону розмірів

Розмір поверхні і технологічні переходи	Параметри припуску					Розмір, мм	Допуск, мм	Діапазон розмірів		Межі припусків	
	R_{zi-1} , мкм	T_i , мкм	ρ_{i-1} , мкм	ϵ_i , мкм	$2z_{imi}$, мм			D_δ , мм	H_m , мм	$2z_{max}$, мм	$2z_{min}$, мм
Заготовка	80	170	954	160	-	$\varnothing 41,73$	$\pm 1,42$	$\varnothing 43,15$	$\varnothing 40,31$		
Розточування чорнове	30	30	57	-	2,43	$\varnothing 45,16$	$+0,16$	$\varnothing 45,16$	$\varnothing 46,00$	3,69	2,43

На рисунку 2.1 подано графічну схему припусків і допусків на обробку $\varnothing 46,00H12$.

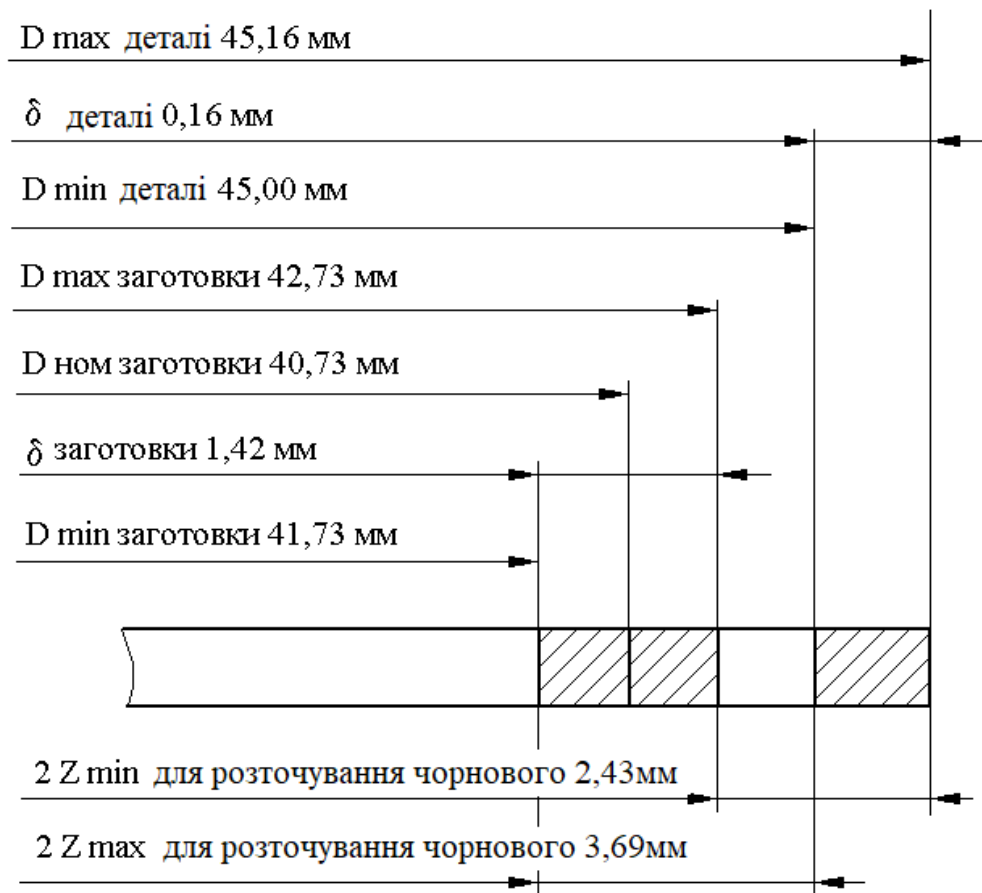


Рисунок 2.1 – Схема припусків і допусків

Інші припуски на механічну обробку подано в таблиці 2.5, які встановлені табличним методом [13].

Таблиця 2.5 – Значення припусків і допусків

Фактичний розмір деталі, мм	Клас точності	Допуск на розміри, мм	Припуск, мм	Викривлення заготовки, мм	Викривлення після термічної обробки, мм	Загальний припуск мм	Фактичний розмір заготовки, мм
Ø72h12	6	+0,7	0,8	0,25	0,25	7,2	Ø79,2
119,5 h12	6	+10,0	5,0	0,25	0,25	5,0	131,5
Ø45 H11	5	-1,0	1,0	0,5	0,5	5,0	Ø39,0
Ø25 H9	3	-1,0	0,8	0,5	0,5	4,2	Ø19,8
Ø56 H10	4	-1,5	1,0	0,5	0,5	5,0	Ø50,0
21 ^{+0,21} H12	6	-1,3	1,0	0,25	0,25	3,0	19,0
12,5 ^{+0,18} H12	6	-1,3	1,0	0,25	0,25	3,0	10,5
98,5 H12	6	-2,0	5,0	0,25	0,25	5,0	92,5

2.4. Розрахунок режимів різання, вибір обладнання

Розрахунок режимів різання передбачає визначення основних параметрів механічної обробки для заданих умов, а саме: глибини різання, кількості проходів, подачі, швидкості різання, сили різання та потужності, необхідної для здійснення процесу різання [14].

Виконаємо розрахунок режимів різання для токарної операції 010, яка здійснюється на токарному верстаті моделі 16K25. Ескіз даної операції наведений на рисунку 2.2. Операція 010 включає шість технологічних переходів, послідовність виконання яких подана у таблиці 2.6.

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		33

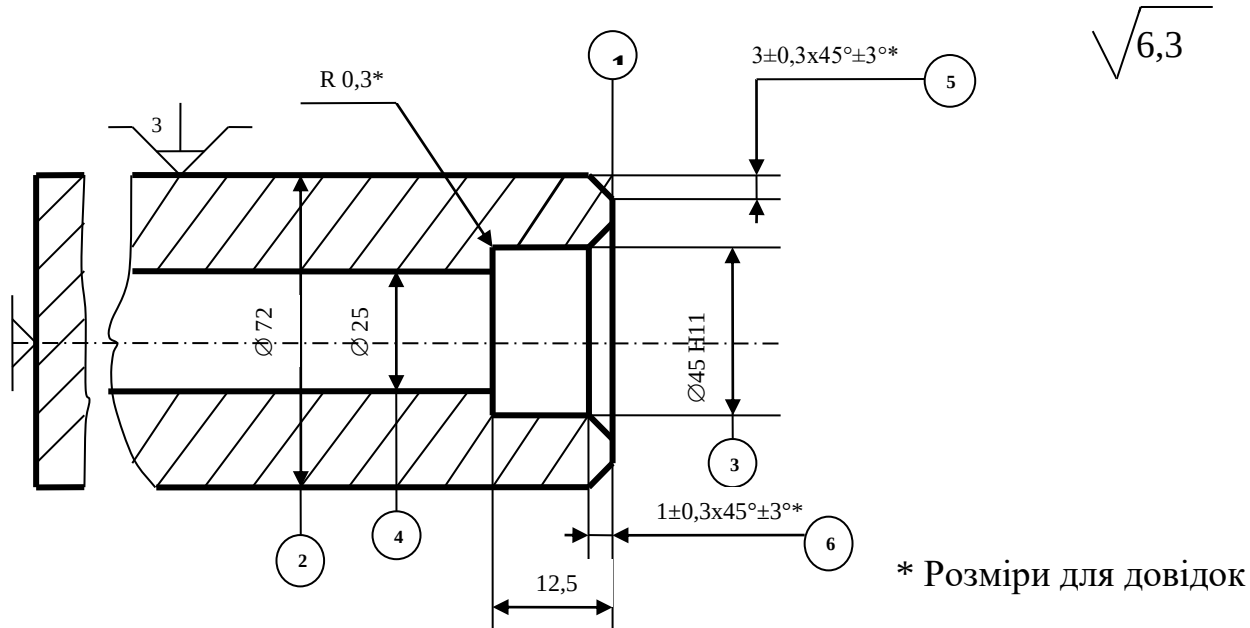


Рисунок 2.2 – Ескіз операції 010

Таблиця 2.6 – Порядок переходів операції 010

№ переходу	Переходи	i	t, мм
1	Точіння поверхні 1	1	3,0
2	Точіння поверхні 2	1	1,8
3	Точіння поверхні 3	1	1,5
4	Точіння поверхні 4	1	2,0
5	Точіння поверхні 4	1	0,5
6	Точіння поверхні 5	1	2,5

Перехід 1. Точити поверхню 1.

Верстат токарний моделі 16K25. Пристосування – патрон 7102-0085-2-1П ГОСТ 24351-90. Різець 2100-0417 T15K6 ГОСТ 18878-93. Штангенциркуль ШЦ-III-500-0,1 ГОСТ 166-89. Глибина різання $t = 3,0$ мм.

Згідно з довідковими даними [15], ескізу операції 010 токарна (рис. 2.2) і таблиці 2.4, зазначені величини складають:

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		34

Перехід 1:

Вихідні дані: $t = 3,0$ мм; $S = 0,5$ мм/об; $C_v = 96$; $x_v = 0,2$; $y_v = 0,45$; $m = 0,15$;
 $T = 60$ хв; $K_{mv} = (75/85) = 0,9$; $K_{nv} = 1,0$; $K_{ov} = 1,90$; $K_{uv} = 1,0$; $K_{\phi v} = 1,0$ $\phi = 45^\circ$.

$$K_v = 0,9 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,9 = 1,71.$$

Знаходимо значення швидкості різання:

$$v_1 = \frac{96 \times 1,71}{60^{0,15} \times 3,0^{0,2} \times 0,5^{0,45}} = 87,0 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо частоту обертання:

$$n_1 = \frac{1000 \times 87,0}{3,14 \times 72} = 384,9 \text{ об/хв.}$$

За технічними характеристиками 16K25 обираємо стандартну частоту обертання $n_{lcm} = 310$ об/хв та обчислюємо фактичне значення швидкості різання:

$$v_{1p} = \frac{3,14 \times 72 \times 310}{1000} = 70,0 \text{ м/хв.}$$

Знаходимо поправочний коефіцієнт:

$$K_p = 1,00 \times 1,0 \times 1,10 \times 0,86 = 1,00.$$

Обчислимо сили різання при зовнішньому поперечному точінні:

$$P_{z1} = 204 \times 3,0^{1,0} \times 0,5^{0,75} \times 87^{-0,15} \times 1,00 = 2850 \text{ Н.}$$

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						35
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Визначаємо потужність різання:

$$N_1 = \frac{285 \times 87}{102 \times 60} = 3,2 \text{ кВт}.$$

Встановлений режим різання відповідає умові $N_1 \leq N_{ef}$, де N_{ef} – потужність верстата; для токарного верстату 16К25 $N_{ef} = 10$ кВт. $3,2 \text{ кВт} < 10 \text{ кВт}$ – умова виконується.

Розраховуємо основний час:

$$T_{01} = \frac{(119,5 + 6,0 + 3,0)}{310 \times 0,5} = 1,30 \text{ хв.}$$

Розрахунки режимів різання для інших переходів операції 010 та інші операції наведенні у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Режими різання механічної обробки

Операція	Діаметр D або ширина B , мм	Глибина різання a , мм	Довжина обробки $L_{обр}$, мм	Подача S , мм/хв	Кількість оборотів n , об/хв	Сила різання P_z , кГс	Швидкість різання v , м/хв	Потужність різання N , кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9
010	Ø72	30	119,5	0,5	310	285	70	4,5
	Ø72	1,8	119,5	0,6	310	167	70	3,2
	Ø45	1,5	12,5	0,15	600	140	85	2,6
	Ø25	2,0	86	0,25	900	140	71	2,2
	Ø25	0,5	86	0,12	1300	128	103	3,2
015	Ø72	3,0	119,5	0,5	310	285	70	4,5
	Ø72	1,8	119,5	0,6	310	167	70	3,2
	Ø56	2,0	21	0,5	350	167	62	3,2
	Ø56	1,0	21	0,4	400	140	70	3,2
	Ø58	1,0	6,5	0,4	390	140	72	3,2

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ			Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата				36

Продовження табл. 2.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
020	Ø72	0,5	119,5	0,25	350	140	79	2,2
	Ø45	0,25	12,5	0,15	600	140	85	2,2
	Ø25	0,5	86,0	0,15	1000	140	79	2,2
	Ø47,5	2,5	1,9	0,04	750	128	112	3,2
025	Ø72	0,5	119,5	0,25	350	140	79	2,2
	Ø56	0,25	21	0,15	600	140	105	2,6
	Ø58	0,5	6,5	0,15	600	140	109	2,6
	Ø61	1,5	1,9	0,04	580	128	112	3,2
	Ø31x2	3,0	4,4	0,04	990	167	96	3,8
035	Ø17	12,5	12,5	0,19	625	450	27,5	1,0
	Ø25	86	86	0,9	90	-	7,0	-
	Ø25	86	86	0,9	25	-	1,8	-
	K ½	1,2	18	-	350	-	12	0,27

2.5. Нормування технологічного процесу

Нормативний час на встановлення та зняття деталі включає виконання таких операцій: встановлення і закріплення заготовки, увімкнення та вимкнення верстата, відкріплення і зняття деталі, а також очищення пристрою від стружки [16].

Загальний допоміжний час, пов'язаний з виконанням переходу, становить:

$$T_{\text{пер}} = 0,22 + 0,2 + 0,14 + 0,09 + 0,03 + 0,29 + 0,31 + 0,27 = 1,55 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на проведення контрольних вимірювань складається з часу, витраченого на вимірювання штангенциркулем,

$$T_{\text{вим1}} = 2 \times 0,21 = 0,42 \text{ хв,}$$

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						37
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

а також часу на вимірювання спеціальним шаблоном:

$$T_{\text{вим}2} = 0,11 \text{ хв},$$

Отже, загальний час на контрольні вимірювання дорівнює:

$$T_{\text{вим}} = 0,42 + 0,11 = 0,53 \text{ хв}.$$

Обчислюємо додатковий час на обробку деталі:

$$T_{\text{д}} = 5,8 + 1,55 + 0,53 = 7,9 \text{ хв}.$$

Обчислюємо операційний час:

$$T_{\text{оп}} = 3,8 + 7,9 = 11,68 \text{ хв}.$$

Визначаємо норму штучного часу:

$$T_{\text{шт}} = (3,8 + 7,9) \times \left(1 + \frac{3+8}{100}\right) = 12,99 \text{ хв}.$$

Визначаємо штучно-калькуляційний час:

$$T_{\text{шт-к}} = 12,99 + 10,14 / 63 = 13,15 \text{ хв}.$$

Розрахунок режимів різання та технічне нормування інших операцій технологічного процесу виготовлення корпусу виконуються аналогічно. Результати проведених розрахунків наведені в таблиці 2.8.

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						38
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 2.8 – Нормування технологічного процесу

№ операції	T_o , хв	T_d , хв.			$T_{шт}$, хв.	$T_{оп}$, хв.	$T_{шт-к}$, хв.
		$T_{пер}$, хв	$T_{уст}$, хв	$T_{вим}$, хв			
010	3,8	1,55	5,8	0,53	12,99	11,68	13,15
015	2,71	1,55	5,8	0,53	11,75	10,59	11,91
020	1,74	1,55	5,8	0,53	10,68	9,62	10,84
025	1,72	1,55	5,8	0,53	10,65	9,6	10,81
030	1,12	1,22	4,6	0,28	8,01	7,22	8,17

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3

КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Проектування верстатного пристрою

Силовий розрахунок параметрів приводу. Необхідне затискне зусилля визначається шляхом розв'язання задачі статики, розглядаючи умови рівноваги заготовки під дією прикладених до неї сил [17]. Для цього складається розрахункова схема, на якій відповідно до схеми базування заготовки показуються всі сили, що діють на деталь: сили та моменти різання, затискні зусилля, реакції опор, а також сили тертя у місцях контакту заготовки з опорними та затискними елементами (рис. 3.1).

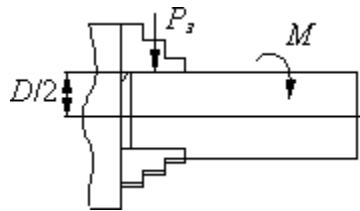


Рисунок 3.1 – Затискний пристрій

Визначаємо розрахункове значення сили затиску заготовки в трикулачковому патроні:

$$P_3 = \frac{2 \times 2,5 \times 1280}{3 \times 0,85 \times 45} = 397,6 \text{ кГс.}$$

У реальних виробничих умовах сили та моменти різання можуть відрізнятися від значень, прийнятих під час нормативних розрахунків. Для врахування можливого збільшення навантажень вводять коефіцієнт надійності закріплення K , на який множать сили та моменти, що входять до рівнянь статики.

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		40

Значення коефіцієнта K може змінюватися в межах від 1,5 до 8,0. Якщо розрахункове значення K менше 2,5, то при визначенні надійності закріплення необхідно приймати $K = 2,5$ відповідно до вимог ДСТУ EN ISO 13849-2:2014 [16].

$$K = 1,25 \times 1,0 \times 1,2 \times 1,0 \times 1,0 = 1,5$$

Приймаємо $K = 2,0$.

Верстат призначений для виконання різних токарних робіт: обточування циліндричних, конічних і фасонних поверхонь, підрізання торців, свердління, розточування, нарізання метричної, дюймової, модульної та півчевої різьби. Верстат широко застосовується в умовах одиничного та серійного виробництва завдяки своїй універсальності, надійності та високій точності обробки.

Основними складовими конструкції верстата є станина, передня бабка, коробка швидкостей, коробка подач, супорт, задня бабка та електропривід. Усі вузли змонтовані на жорсткій литій станині, яка забезпечує стійкість і точність роботи обладнання.

Передня бабка розташована в лівій частині станини та містить шпиндель із коробкою швидкостей. Шпиндель служить для закріплення та обертання заготовки. Зміна частоти обертання шпинделя здійснюється за допомогою коробки швидкостей, що дозволяє вибрати оптимальний режим різання залежно від матеріалу та типу обробки.

Коробка подач призначена для передавання руху від шпинделя до механізмів супорта під час автоматичної подачі інструмента. Вона забезпечує необхідні величини поздовжньої та поперечної подачі, а також дає можливість нарізати різьбу різних типів.

Супорт служить для закріплення різального інструмента та його переміщення у поздовжньому і поперечному напрямках. До складу супорта входять верхній поворотний супорт і різцетримач. Верхній супорт може повертатися на певний кут, що дозволяє обробляти конічні поверхні.

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		41

Задня бабка встановлюється на напрямних станини та використовується для підтримування довгих заготовок центром або для закріплення свердлильного інструмента. Вона може переміщуватися вздовж станини та фіксуватися у потрібному положенні.

Універсальний трьохкулачковий патрон з механізованим приводом складається з таких елементів: 1 – корпус; 2 – кулачок; 3 – сухар; 4 – гвинт; 5 – змінний кулачок; 6, 7 – втулки; 8 – тяга; а) паз у втулці 6; б) виступ кулачка 2.

3.2. Проектування контрольного пристрою

Стрімкий розвиток машинобудування та підвищення вимог до точності, якості, геометричної форми і шорсткості поверхонь деталей, що сполучаються, зумовлюють необхідність ширшого впровадження засобів автоматизації контролю у виробництво [18].

Спроекуємо контрольний пристрій для перевірки радіального биття шийок отворів 1 і 2. Схему контрольного пристрою наведено на рисунку 3.2.

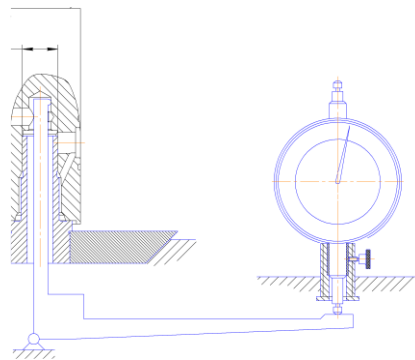


Рисунок 3.2 – Схема контрольного пристосування

Вибір методу контролю визначається співвідношенням між діапазоном показань засобу вимірювання та величиною контрольованого параметра. Для даного випадку застосовується метод порівняння, оскільки абсолютне значення діаметра контрольованого отвору не має вирішального значення при оцінюванні взаємного розташування осі отвору відносно бази.

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		42

Контрольний пристрій призначений для перевірки радіального биття шийок отворів 1 і 2. Деталь установлюється отвором на базувальну втулку 5. Прихват 18 притискає деталь до опорної поверхні та закріплюється гайкою 16. Після встановлення деталі індикатор годинникового типу налаштовується на нульове положення.

Рухома напрямна 4 разом із закріпленою деталлю обертається навколо вертикальної осі. Різниця між максимальним і мінімальним показами індикатора визначає величину радіального биття.

Після завершення вимірювання гайку 16 відкручують, звільняють деталь від прихвату 18 та знімають її з контрольного пристосування.

Похибка спроектованого пристрою складається з таких параметрів:

- допуск між базовим діаметром отвору деталі та базувальною втулкою;
- похибки співвісності установчої поверхні базувальної втулки і конічної поверхні рухомої напрямної 4;
- похибки відстані між віссю нерухомої напрямної та віссю вимірювальної ніжки індикатора годинникового типу;
- похибки положення осі повороту важеля 7.

Найбільший вплив на точність контрольного пристосування має зазор між базовою поверхнею деталі та базувальною втулкою. Максимальне зміщення осі отвору відносно осі втулки R становитиме:

$$R = \frac{0,018 + 0,011}{2} = 0,0145 \text{ мм.}$$

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		43

РОЗДІЛ 4
ПРОЕКТУВАННЯ МЕХАНІЧНОЇ ДІЛЬНИЦІ

4.1. Уточнення типу виробництва

За фактичною трудомісткістю уточнюємо тип виробництва [19]. Для кожної операції визначаємо розрахункову кількість обладнання, необхідну для виконання виробничої програми:

$$m_p = \frac{30000 \times 4,5}{60 \times 4055 \times 0,75} = 0,74; P = 1.$$

Отримане розрахункове значення округлюють у більшу сторону до цілого числа, у результаті чого визначається необхідна кількість робочих місць Р.

Розрахунок виконується для операції 010,

Обчислюємо фактичний коефіцієнт завантаження:

$$\eta_{з.ф.} = \frac{0,74}{1} = 0,74.$$

Обчислюємо кількість операцій, що виконуються на даному обладнанні:

$$O = \frac{0,75}{0,74} = 1,01.$$

Інші результати обчислень для інших операцій наведені в таблиці 4.1.

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 4.1 – Визначення кількості верстатів та операцій

Операція	$T_{ш-к}$	m_p	P	$\eta_{з.ф.}$	O
010	4,5	0,74	1	0,74	1,01
015	4,06	0,667	1	0,667	1,12
020	2,62	0,431	1	0,431	1,74
025	2,58	0,424	1	0,424	1,77
030	3,5	0,575	1	0,575	1,3

$$\sum O = 1,01 + 1,12 + 1,74 + 1,77 + 1,3 = 6,94.$$

$$\sum P = 1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 5.$$

Обчислюємо коефіцієнт закріплення операції:

$$K_{з.о.} = \frac{6,94}{5} = 1,39.$$

Оскільки $K_{з.о.} = 1,39$, тоді виконується умова $1 \leq K_{з.о.} < 10$, що забезпечує багатосерійне виробництво.

4.2. Визначення кількості працівників на дільниці

Персонал механічної дільниці включає основних і допоміжних робітників, інженерно-технічних працівників, службовців, молодший обслуговуючий персонал, а також працівників технічного контролю. Чисельність основних виробничих робітників визначається за формулами, наведеними у [19]. Кількість інших категорій працівників приймається відповідно до встановлених нормативів у відсотках від чисельності основних виробничих потреб.

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		45

Прийняту чисельність працівників визначають шляхом округлення розрахункового значення.

Для токарних робіт:

$$Ч_{op} = \frac{(4,79 + 5,96 + 5,57 + 4,24 + 2,8) \times 30000}{60 \times 1801 \times 1,15} = 5,6 \text{ люд.}$$

.

Приймаємо чисельність основних робітників – 4 особи.

Для свердлильних робіт:

$$Ч_{op} = \frac{(1,12 + 2,87) \times 30000}{60 \times 1801 \times 1,15} = 0,96 \text{ люд.}$$

Приймаємо кількість робітників — 1 особа.

Результати розрахунку необхідної чисельності основних виробничих працівників наведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Розрахунок кількості основних працівників

Працівники	Загальна трудомісткість, нормо-годин	Кількість працівників, людей	
		Розрахункова	Прийнята
Токарі	4578,7	5,6	6
Свердлувальники	1366,3	0,96	1
Всього	5945,0	6,56	7

4.3. Визначення необхідної чисельності допоміжних працівників, ІТП та МОП

Необхідна кількість допоміжних робітників, інженерно-технічних працівників (ІТП) та молодшого обслуговуючого персоналу (МОП) визначається відповідно до чинних нормативних рекомендацій [19].

У таблиці 4.3 наведено перелік допоміжного персоналу, необхідного для забезпечення роботи проєктованої виробничої ділянки.

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		46

Таблиця 4.3 – Відомість допоміжних працівників

Працівник	Норма обслуговування на 1 працівника	Розрахунок кількості, працівників
1. Слюсар по ремонту обладнання	25	0,16
2. Комірник	60	0,07
3. Прибиральниця, площа м ²	1400	0,09

4.4. Розрахунок виробничої площі ділянки

При укрупненому визначенні виробничої площі ділянки використовують питомі норми, які наведено у таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Розрахунок виробничої площі ділянки

Назва	Обладнання	Габаритні розміри, мм	К-сть обладнання на ділянці	Питома виробнича площа, м ²	Загальна питома площа, м ²
Токарна	16K25	3175×1700	4	25	100
Свердлильна	2M112	3320×2475	1	70	70
Всього:			5	95	170

Загальна кількість обладнання – 5.

Загальна питома площа: $F_{\text{вир.}} = 170 \text{ м}^2$.

4.5. Розробка технологічного планування ділянки

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		47

Технологічне планування є основним документом при проектуванні виробничої ділянки. На плануванні повинно бути відображене розташування основного виробничого, допоміжного та підйомно-транспортного обладнання, стелажів, робочих місць слюсарів і працівників ВТК.

Під час розміщення обладнання необхідно забезпечити максимальну поточність виробничого процесу та раціональне використання виробничих площ. Одночасно слід передбачити мінімально необхідні проїзди та зручність обслуговування робочих місць.

У технологічному процесі механічної обробки відсутні верстати, габаритна довжина яких значно перевищує розміри іншого обладнання. Крім того, співвідношення ширини прольоту та габаритів верстатів дозволяє ефективно використовувати площу ділянки. Тому приймаємо поздовжнє розташування обладнання відносно головного проїзду, при якому фронтальна сторона верстатів орієнтована до проїзду. Таке компонування забезпечує зручність подачі заготовок та інструменту, видалення відходів виробництва і підведення необхідних комунікацій.

Відповідно до рекомендацій [20], ширину поздовжнього проїзду приймаємо рівною 3 м, а ширину магістральних проїздів — 5 м.

План ділянки виконується на кресленні у масштабі 1:200. На ділянці передбачено встановлення п'яти верстатів: чотирьох токарних та одного свердлильного.

Для поштучного транспортування заготовок і деталей у межах цеху передбачено використання двох поворотних консольних кранів.

4.6. Основні техніко-економічні показники ділянки

Основні техніко-економічні показники ділянки наведені у таблиці 4.5.

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		48

Таблиця 4.5 – Основні техніко-економічні показники дільниці

Найменування показників	Величина показника по дільниці
1. Абсолютні показники	
1.1 Річний випуск продукції:	
в натуральному співвідношенні, шт.	30000
в вартісному співвідношенні, млн. грн.	1,98
1.2 Кількість одиниць технологічного обладнання	6
1.3 Загальна вартість основних виробничих фондів, млн. р	7,38
1.4 Загальна площа дільниці, м ²	180
1.5 Численність основних працівників, людей	6
1.6 Фонд заробітної плати основних робочих, млн. грн.	0,096
2. Відносні показники:	
2.1 Випуск продукції на одного виробничого працівника в грошовому співвідношенні, млн. грн /люд.	0,5
2.2 Випуск продукції на кв.м виробничої площі, млн. грн/ кв.м	0,017
2.3 Фондовіддача, грн	0,48
2.4 Середня загрузка обладнання, %	71
2.5 Фондозабезпеченість праці, млн. грн/люд.	1,85
2.6 Рівень механізації праці, %	40

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Аналіз стану охорони праці на підприємстві

Охорона праці на підприємстві являє собою систему правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на збереження життя, здоров'я та працездатності працівників у процесі трудової діяльності [21].

Аналіз стану охорони праці проведено на підприємстві ЛуАЗ корпорація «Богдан», де здійснюється виготовлення деталі Корпус 0965.001.02. Для оцінювання використано статистичні дані підприємства.

Оцінювання рівня охорони праці на підприємстві та в його структурних підрозділах базується на результатах атестації робочих місць, паспортизації санітарно-технічного стану виробничих приміщень, виконанні комплексних заходів щодо покращення умов праці та аналізі показників виробничого травматизму й професійної захворюваності.

Для аналізу динаміки виробничого травматизму та професійних захворювань доцільно проводити кількісну оцінку стану травматизму за певний період часу як в абсолютних значеннях, так і за статистичними показниками частоти та тяжкості травм.

Для оцінювання рівня виробничого травматизму на СП ТОВ Модерн Експо визначаються:

— показник частоти травматизму:

$$П_{\text{чт.}} = \frac{1000 \times 7}{561} = 12,48;$$

— показник тяжкості травматизму:

$$П_{\text{тж.}} = \frac{18}{7} = 5,57.$$

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		50

Показник непрацездатності характеризує кількість людино-днів втрати працездатності, що припадає на 1000 працівників.

$$P_{нп.} = \frac{1000 \times 18}{561} = 32,1 \text{ днів}$$

Вплив шкідливих виробничих факторів не обмежується лише виникненням професійних захворювань. Статистичні дані свідчать, що працівники, які постійно перебувають під дією несприятливих виробничих умов, частіше хворіють на загальні захворювання, зокрема інфекційні, респіраторні та захворювання шлунково-кишкового тракту. При цьому перебіг таких захворювань, як правило, є складнішим і супроводжується тривалішим періодом непрацездатності [22].

Інтенсивність захворюваності, рівень непрацездатності та середню тривалість захворювань визначають за відповідними розрахунковими залежностями.

$$P_{із.} = \frac{100 \times 449}{561} = 80,1;$$

$$P_{нп.} = \frac{100 \times 5387}{561} = 960,3;$$

$$P_{мр.} = \frac{5387}{449} = 12.$$

На основі проведеного аналізу можна зробити висновок, що шкідливі та небезпечні виробничі фактори ливарного виробництва, а саме: пил, пари та гази, підвищене тепловиділення, теплове випромінювання, шум, вібрація, електромагнітні поля, підвищена напруга електромереж, а також наявність

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		51

рухомих механізмів негативно впливають на працездатність працівників, рівень травматизму та загальну захворюваність персоналу.

5.2. Аналіз стану пожежної безпеки

Пожежна безпека є важливою складовою системи охорони праці та спрямована на захист життя і здоров'я людей, матеріальних цінностей та навколишнього середовища.

Основним нормативно-правовим документом, який регламентує вимоги пожежної безпеки в Україні, є Закон України «Про пожежну безпеку». Цей закон визначає правові, економічні та соціальні засади забезпечення пожежної безпеки незалежно від форми власності та виду діяльності підприємства [23].

Відповідно до законодавства забезпечення пожежної безпеки є обов'язком керівників підприємств та уповноважених осіб. Для цього на підприємствах впроваджуються організаційні та технічні заходи, спрямовані на попередження пожеж, забезпечення безпеки персоналу, мінімізацію матеріальних збитків та створення умов для ефективної евакуації й гасіння пожеж.

Керівництво підприємства зобов'язане:

- розробляти та впроваджувати комплексні заходи пожежної безпеки;
- забезпечувати виконання вимог нормативних документів;
- організовувати навчання працівників правилам пожежної безпеки;
- підтримувати у справному стані засоби пожежогасіння та пожежну сигналізацію;
- здійснювати контроль за технічним станом протипожежного обладнання;
- проводити службові розслідування випадків пожеж.

На підприємстві має бути встановлений відповідний протипожежний режим, який визначає порядок виконання пожежонебезпечних робіт, експлуатації електрообладнання, зберігання горючих матеріалів, дій персоналу у разі пожежі та проведення інструктажів.

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		52

Працівники повинні проходити спеціальне навчання з питань пожежної безпеки, яке включає:

- вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий інструктажі;
- пожежно-технічний мінімум;
- протипожежні тренування.

До первинних засобів пожежогасіння належать вогнегасники, пожежні крани, лопати, гаки, ящики з піском, бочки з водою та інші засоби. Вони розміщуються на спеціальних пожежних щитах у доступних місцях виробничої території.

На дільниці СП ТОВ Модерн Експо встановлено систему пожежної сигналізації, забезпечено вільний доступ до евакуаційних виходів, а пожежний щит оснащений необхідними засобами пожежогасіння. Відповідальність за пожежну безпеку покладена на керівника виробничої дільниці.

5.3. Проектування витяжної вентиляції

Вентиляція – це організований процес повітрообміну, який забезпечує видалення забрудненого повітря з виробничого приміщення та подачу свіжого повітря.

Для підтримання нормативних метеорологічних умов у виробничих приміщеннях застосовуються системи природної та механічної вентиляції. Виробничі цехи та робочі місця оснащуються механічною припливно-витяжною вентиляцією [24].

На дільниці механічної обробки деталей «Корпус» використовується припливно-витяжна вентиляція, яка забезпечує видалення надлишкового тепла та шкідливих речовин, що утворюються під час роботи технологічного обладнання.

Місцева припливна вентиляція створює необхідні параметри повітряного середовища безпосередньо у робочій зоні. До її складу входять:

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		53

- повітрозабірні пристрої;
- система повітропроводів;
- фільтри для очищення повітря;
- калорифери;
- вентилятори;
- повітророзподільні насадки та регулювальні елементи.

Припливне повітря проходить очищення у фільтрах та подається у робочі зони через систему повітроводів.

Місцева витяжна вентиляція забезпечує уловлювання шкідливих речовин безпосередньо у місцях їх утворення, що значно знижує запиленість і загазованість виробничих приміщень. Перед викидом у атмосферу забруднене повітря проходить очищення у пиловловлювачах і фільтрах.

Норма швидкості руху повітря у робочій зоні для машинобудівних цехів становить 0,1–0,3 м/с [25].

Необхідний повітрообмін визначається за відповідними розрахунковими залежностями, з урахуванням інтенсивності виділення шкідливих речовин, допустимих концентрацій та параметрів повітряного середовища.

Для забезпечення необхідного повітрообміну приймається відцентровий вентилятор типу ЦЧ-70 із відповідними технічними характеристиками.

5.4. Заходи щодо покращення охорони праці та пожежної безпеки

Нормалізація мікрокліматичних умов у виробничих приміщеннях здійснюється шляхом реалізації комплексу організаційних, технічних та санітарно-гігієнічних заходів. Основними напрямками є:

- раціональне планування виробничих приміщень;
- оптимальне розміщення обладнання;
- механізація та автоматизація виробничих процесів;
- дистанційне керування технологічним обладнанням;

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		54

– застосування ефективних систем вентиляції та кондиціонування повітря.

Для захисту працівників від теплового випромінювання використовують теплозахисні екрани:

- тепловідбивні;
- теплопоглинальні;
- тепловідвідні;
- комбіновані.

Працівники забезпечуються необхідними засобами індивідуального захисту:

- спеціальним одягом;
- теплозахисним взуттям;
- рукавицями;
- засобами захисту органів дихання та зору.

Застосування комплексу зазначених заходів сприяє підвищенню рівня безпеки праці, зменшенню виробничого травматизму та покращенню умов праці персоналу.

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		55

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У результаті виконання кваліфікаційної роботи бакалавра було здійснено проектування дільниці з розробкою технологічного процесу механічної обробки деталі «Корпус». У ході роботи проведено аналіз конструкції деталі, визначено її технологічність, вибрано матеріал та заготовку, а також обґрунтовано метод її отримання.

Було розроблено маршрутний та операційний технологічний процес механічної обробки деталі із застосуванням сучасного металорізального обладнання, інструменту та технологічного оснащення. Для кожної операції визначено режими різання, розраховано норми часу та вибрано необхідні засоби контролю якості. Особливу увагу приділено забезпеченню точності обробки, продуктивності та економічної ефективності виробництва.

Під час проектування дільниці виконано розрахунок кількості обладнання, організацію робочих місць та визначено основні техніко-економічні показники. Запропоновані рішення забезпечують раціональну організацію виробничого процесу, підвищення продуктивності праці та зниження собівартості виготовлення деталі.

В розділі «Охорона праці» проведений аналіз стану пожежної безпеки, виявлено небезпечні та шкідливі фактори, проведено розрахунок рівня травматизму та запропоновано заходи щодо поліпшення умов праці.

Отже, поставлені завдання кваліфікаційної роботи бакалавра виконані в повному обсязі, а розроблений технологічний процес механічної обробки деталі «Корпус» відповідає вимогам сучасного машинобудівного виробництва та може бути впроваджений у виробничих умовах.

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						56
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ISO 23515:2022. Titanium and titanium alloys – Designation system. Published (Edition 1, 2022)
2. Huliieva, N.M., Pasternak, V.V. (2023). Isothermal mechanical Cycling of Saponite–Titanium Composites in Conditions of Complex Stressed State. Latvian Journal of Physics and Technical Sciences. Riga, Latvia, 2022, 59(6), P. 12-21. – Scopus. <https://doi.org/10.2478/lpts-2022-0043> (Published Online: 07 Jan 2023)
3. Технологія машинобудування : конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти програми «Прикладна механіка» галузь знань 13 Механічна інженерія спец. 131 Прикладна механіка денної та заоч. форм навч. / уклад.: Т.Є. Божко, В.І. Марчук. Луцьк : ЛНТУ, 2023. 80 с.
4. ДСТУ 2391:2010 Система технологічної документації. Терміни та визначення основних понять.
5. Батюк Д. Покращення ергономічних властивостей вертикально-токарного верстату SUNSHINE VTC450. Тези V студентської науково-технічної конференції факультету транспорту та механічної інженерії «Інноваційні технології в транспорті та механічній інженерії». Луцьк: ЛНТУ 2025. / наук. керівник : Гулієва Н. 170-173.
6. Leonovych V.V. Analysis of the implementation of artificial intelligence in production in Ukraine. Scientific Forum: Theory and Practice of Research: Collection of Scientific Papers «SCIENTIA» with Proceedings of the XI International Scientific and Theoretical Conference, March 13, 2026. San Francisco, USA: International Center of Scientific Research. / scientific supervisor: Huliieva N.M. 165-170. <https://doi.org/10.36074/scientia-13.03.2026>
7. Технологічні основи машинобудування: методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи для студентів спеціальностей 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування всіх форм навчання. / С.П. Сапон. Чернігів: НУ «Чернігівська політехніка», 2020. 39 с.

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		57

8. Технологічні основи машинобудування: навч. посібник: у 2-х ч. / О.І. Черевко, В.М. Михайлов, І.В. Бабкіна, Б.В. Ляшенко / Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі. Харків, 2005. Ч. 1. «Теоретичні основи технології машинобудування». 83 с.

9. Божко Т., Залета О., Гальчук Т., Зубовецька Н., Гулієва Н. Залежність розміру пор від параметрів різального інструменту при механічній обробці спеченого порошкового матеріалу. Наукові нотатки : міжвузівський збірник наукових праць. Вип. 84. 2025. С. 74-77.

10. Боженко П.І. Технологія виробництва заготовок в машинобудуванні / П.І. Боженко. К.: УМКВО, 1990. 264 с.

11. Пуховський Є. Оптимізація режимів різання на верстатах гнучких виробничих систем. / Пуховський Є., Фролов В., Сапон С., Бецко Ю. // Технічні науки та технології. 2022. № 4(30). С. 14-23.

12. Технологія машинобудування : конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти програми «Прикладна механіка» галузь знань 13 Механічна інженерія спец. 131 Прикладна механіка денної та заоч. форм навч. / уклад.: Т.Є. Божко, В.І. Марчук. Луцьк : ЛНТУ, 2023. 80 с.

13. Huliieva, N.M., Marchuk, S.F. Types of Mechatronic Modules by the Method of used Energy. Modernization of science and its influence on global processes: collection of scientific papers «SCIENTIA» with Proceedings of the III International Scientific and Theoretical Conference, April 14, 2023. Bern, Swiss Confederation: European Scientific Platform. 2023. P. 57. DOI: 10.36074/scientia-14.04.2023

14. Проектування та організація підрозділів сучасного машинобудівного виробництва : метод. вказівки до практичних занять для здобувачів першого рівня вищої освіти освітньої програми «Прикладна механіка» галузь знань 13 Механічна інженерія спец. 131 Прикладна механіка денної та заоч. форм навч. / уклад. Т.Н. Гальчук. Луцьк : Луцький НТУ, 2023. 40 с.

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		58

15. Гулієва Н.М., Батюк Д.Р., Грибок Н.О., Гулієва З.Н. Розрахунок кінцевого з'єднання за допомогою мови програмування С#. Автоматизація технологічних і бізнес-процесів. 2023, Одеса: ОНТУ, №15(2). С. 12–20.

16. ДСТУ EN ISO 13849-2:2014 Безпечність машин. Деталі систем управління, пов'язані з забезпеченням безпеки. Затвердження (EN ISO 13849-2:2012, IDT).

17. ДСТУ 3455.2-96 Гідроприводи об'ємні та пневмоприводи. Частина 2. Об'ємні гідромашини та пневмомашини. Терміни та визначення (ISO 5598:1985)

18. Технологічна оснастка. Контрольні пристрої: навч. посібник / Б.М. Гевко та інші. Тернопіль: ТНТУ, 2009. 220 с.

19. Гальчук Т.Н. Механоскладальні дільниці та цехи в машинобудуванні. Методичні вказівки для практичних занять для студентів напряму підготовки 6.050502 «Інженерна механіка» денної та заочної форм навчання / Т.Н. Гальчук. Луцьк: ЛНТУ, 2011. 64 с.

20. Механоскладальні цехи та дільниці у машинобудуванні: підручн. для студ. вищ. закл. освіти спец. «Технологія машинобудування» / М.С. Когут; Держ. ун-т «Львів. політехніка». Л., 2000. 352 с.

21. Кодекс законів про працю України від 10 грудня 1971 р. № 322-VIII.

22. Закон України від 14.10.1992 № 2694-XII. Про охорону праці.

23. Про затвердження Правил пожежної безпеки в компаніях, на підприємствах та в організаціях енергетичної галузі України. Документ z0328-19, редакція від 20.01.2023.

24. Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні, z0252-15, редакція від 14.08.2024

25. Наказ Мінсоцполітики від 29.11.2018 № 1804 «Про затвердження Мінімальних вимог безпеки і охорони здоров'я при використанні працівниками засобів індивідуального захисту на робочому місці», зареєстрований в Мін'юсті 27.12.2018 № 1494/32946

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		59

ДОДАТКИ

					019Б-26.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						60
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		