

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет інженерії транспорту та архітектури  
Кафедра технології машинобудування

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

Технологія виготовлення деталі «Важіль R50.128.275»  
Назва теми

з використанням верстагів з ЧПК


Рівень вищої освіти перший (бакалавр)

Галузь знань 13 механічна інженерія  
Шифр і назва галузі знань

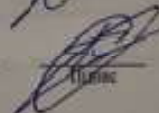
Спеціальність 131 прикладна механіка  
Шифр і назва спеціальності  
Назва


Освітня програма «технології машинобудування»  
Назва

Шифр ДГ.ПМ.ФІТА-25.00.ІВ

Виконав студент 3 курсу група ПМТе-22-2  Ярослав Білий  
Шифр П.ім.с. П.ім.с. Ім'я, П.ІМ.С.

Керівник канд. техн. наук, доцент  Сергій Бись  
Науковий ступінь, звання П.ім.с. Ім'я, П.ІМ.С.

Нормоконтролер канд. техн. наук, доцент  Сергій Бись  
П.ім.с. Ім'я, П.ІМ.С.

До захисту допускаю  
Завідувач кафедри технології машинобудування  Віталій ТКАЧУК  
Ім'я П.ім.с. Ім'я, П.ІМ.С.

Дата «26» серпня 2025


Хмельницький 2025

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії транспорту та архітектури  
Кафедра технології машинобудування  
Рівень вищої освіти перший (бакалавр)  
Галузь машинобудування Шифр і опис  
Спеціальність 131 прикладна механіка Шифр і опис  
Освітня програма «технології машинобудування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТМ

 Віталій ТКАЧУК

7.02 2025

**З А В Д А Н Н Я  
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ**

Білого Ярослава Михайловича

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема дипломної роботи Технологія виготовлення деталі «Важіль Р. 50.128.275» з використанням верстатів з ЧПК

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

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, учасник роботи

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

2. Строк подання студентом роботи на кафедру 10 червня 2023

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) креслення деталі «Важіль Р. 50.128.275» та технічні вимоги до її виготовлення, обсяг випуску тис.

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

Вступ

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

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

6 Консультанти розділів дипломного проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Гідність, дата	
		закладання	завдання

7 Дата видачі завдання 6.03.2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів (розділів) дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1 Загальний розділ	20.03.2025	
2 Технологічний розділ	20.04.2025	
3 Конструкторський розділ	20.05.2025	
4 Охорова праці	10.06.2025	

Студент

  
Підпис

Ярослав Білий  
І.С. Прізвище

Керівник проєкту (роботи)

  
Підпис

Сергій Бось  
І.С. Прізвище

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ГОЛОВІ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ КОМІСІЇ

Направляється студент Білий Ярослав Михайлович на захист дипломного проєкту (роботи)  
за спеціальністю 131 - Прикладна механіка

На тему: Технологія виготовлення деталей "Валіть R 50.120.275" з використанням верстата з ЧПУ

Дипломний проєкт (робота), рецензія і довідка тріс перевірку на плагиат додаються.

Декан факультету [Підпис] ДЛЕТ ПОЛІМАУХ



Білий Я.М. з 2022 по 2025 роки повністю виконав навчальний план спеціальності з таким розподілом оцінок за національною шкалою відміню 35,14 %, Добре 21,62 %, задовільно 43,24 %, шкалою ЄКТС: А 27,78 %, В 7,41 %, С 12,96 %, D 18,52 %, Е 33,33 %.

Методист факультету [Підпис]

ВИСНОВОК КЕРІВНИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ (РОБОТИ)  
ТА ОБГРУНТУВАННЯ ОЦІНКИ

Студент Білий Ярослав виконав дипломний проєкт з виготовлення деталі валіть R 50.120.275 з використанням верстата з ЧПУ. Студент виконав роботу згідно з вимогами та вказівками керівника проєкту. Дипломний проєкт захищено на захисту. Відміню.

Оцінка дипломного проєкту (роботи) Відміню

Керівник дипломного проєкту [Підпис]

[Підпис] Сергій Василь  
28.06 2025 р.

ВИСНОВОК КАФЕДРИ ПРО ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ)

Дипломний проєкт (роботу) розглянуто. Студент Білий Я.М. доуважється до захисту цього проєкту (роботи) в екзаменаційній комісії.

Завідувач кафедри [Підпис]

[Підпис] ТРАЧУК

202

Завідувачу кафедри

Т.М.

г. Трагучу В.П.  
здобувача вищої освіти (студента)

ІІБ, факультет, «курс», «група»

Білоє Ярина Вікторівна  
ФРОГА, ІІ курс, гр. ІІМІТ-22-2

ЗАЯВА

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

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

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

25.06.25р

дата

[Підпис]

підпис

РІШЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ КОМІСІЇ КАФЕДРИ ТМ

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Назва кваліфікаційної роботи Технологія виготовлення ресорних карет  
 Автор Вісник Ярослав  
 Освітня програма Технологія машинобудування  
 Рівень вищої освіти магістерська  
 Спеціальність 131 Інформаційна механіка  
 Науковий керівник: Бісць С.С.

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

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

Підтвердження:  
 ... Анти-Плагіат - 3%  
 ... С.Текст - Плагіат - 13,3%

Дата 25.06.2025р.

Завідувач кафедри Бісць В.П.  
 Гарант освітньої програми Милько В.В.  
 Керівник кваліфікаційної роботи Бісць С.С.

РЕЗЮМЕ  
на дипломній роботі бакалавра

студента Ярослава Нісця

на тему: Технологія виготовлення деталі "Повітря R30.128.277" з використанням верстата з ЧПК

У дипломному проекті Ярослава Нісця виконано комплексні технологічного проекту механічного оброблення деталі «Повітря R30.128.277».

У загальному розділі обґрунтовано такі виробничі та форми організації робіт, виконано аналіз технологічності конструкції деталі за відомими та кількісними показниками.

У технологічному розділі проведено розрахунок величини притиску на поверхні, що обробляється, а також режимів різання та часу на виконання операцій.

У конструкторському розділі проведено розрахунок та проектування верстатного пристрою для фрезерування, а також одного контрольного пристрою.

У організаційному розділі проведено розрахунок для проектування ділянки механічної обробки вавеля R 50.127.276.

У розділі безпеки життєдіяльності проаналізовано основні небезпечні загрозовані ділянки, зокрема можливу небезпечну, та здійснено розрахунок природного освітлення.

Розроблені технологічні операції для верстата з ЧПК, з використанням у створенні програм керування САМ - пакету ESPRIT.


У конструкторському розділі спроектовано верстатний пристрій для фрезерування та контрольний пристрій для контролю паровальної площини.

Загальний висновок та оцінка

У записці та в технічній документації містяться дані достовірності.

Однак дані зауваження несуть рекомендаційний характер та не впливають на високу оцінку роботи.

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

Рецензент К.Н. Давидович Р.А. 

«\_\_» червня 2025 р.

## ЗМІСТ

	стор.
Вступ	7
1 Загальний розділ	8
1.1 Стан питання та постановка задачі дипломного проектування	8
1.2 Аналіз об'єкта виробництва	8
1.3 Аналіз технологічності конструкції деталі	9
1.4 Визначення типу та організаційної форми виробництва	10
2 Технологічний розділ	13
2.1 Аналіз існуючого технологічного процесу	13
2.2 Вибір заготовки та техніко-економічне обґрунтування методу її отримання	17
2.3 Вибір технологічних баз	21
2.4 Вибір технологічного маршруту обробки деталі	
2.5 Розробка технологічних операцій	23
2.6 Розрахунок припусків на механічну обробку	25
2.7 Розрахунок та вибір режимів різання	26
2.8 Розрахунок технічних норм часу при виконанні операцій	42
3 Конструкторський розділ	45
3.1 Проектування верстатного пристрою для закріплення деталей при механічній обробці	45
3.2 Проектування контрольного пристрою для контролю паралельності двох торців бобишок	56
4 Розділ безпеки життєдіяльності на виробництві	60
4.1 Основні небезпеки дільниці, що проектується	60

<b>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.00ПЗ</b>				
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата
Виконав		Білий		
Перевір.		Бись		
Н.контр.		Бись		
Затвер.		Ткачук		
Технологія виготовлення деталі «Важіль R50.128.275» з використанням верстатів з ЧПК				
		Літера	Аркуш	Аркушів
		б	4	
ХНУ гр. ПМТс-22-2				

4.2	Пожежна безпека на ділянці (джерела, засоби захисту, категорія приміщень за ступенем небезпеки)	63
4.3	Розрахунок природного освітлення на ділянці	70
	Висновки	74
	Перелік джерел посилання	76
	Додатки	

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.00 ПЗ	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

## Вступ

У сучасних умовах досягти високого рівня виробництва надзвичайно складно. Для виготовлення якісної продукції, яка могла б гідно конкурувати не лише на внутрішньому ринку України, а й на міжнародній арені, необхідно докласти значних зусиль. Рівень виробництва та якість продукції значною мірою залежать від активного впровадження технічного прогресу. З розвитком технологій зростають і вимоги споживачів до характеристик продукції.

З огляду на сучасні виклики у виробничих процесах, важливо впроваджувати автоматизацію, підвищувати продуктивність праці, знижувати собівартість продукції, а також розробляти надійні методи та схеми безпеки для працівників.

Якщо раніше системи автоматизованого проектування розглядалися як щось досить новаторське й експериментальне, то зараз їх застосування стало повсюдним, а економічну вигоду цілком доведено. Ефективність цих систем визначається не лише завдяки економії коштів, але й через підвищення точності виготовлення виробів і прискорення їх впровадження у виробничий процес. Зростання точності дозволяє скоротити загальний час освоєння нової продукції, що забезпечує швидшу реакцію на потреби ринку та конкурентні виклики.

Найбільш ефективним способом підвищення рівня виробництва є оптимізація методів вибору заготовок при аналізі кількох можливих варіантів, а також використання обладнання з ЧПК. Це дозволяє значно скоротити витрати та кількість необхідного обладнання, зменшити участь робочого персоналу у виробничому процесі тощо.

Застосування таких методів сприяє зниженню собівартості, скороченню термінів виготовлення і підвищенню якості продукції, що, у свою чергу, піднімає рейтинг підприємства як на внутрішньому, так і на міжнародному ринках.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1. Загальний розділ

### 1.1 Стан питання та постановка задачі дипломного проектування

Метою дипломного проекту є розробка ділянки механічної обробки для виготовлення деталі «Важіль R 50.127.276». Завдання передбачає вдосконалення технологічного процесу обробки, а також максимально можливу автоматизацію всіх етапів обробки заготовки. Особливу увагу приділено техніко-економічному обґрунтуванню вибору обладнання для нового процесу, а також механізації верстатних пристроїв там, де це доцільно, з метою покращення якості та ефективності механообробки. На основі оновленого технологічного процесу, його обладнання та вимог проводиться розрахунок всієї ділянки механічної обробки для деталі «Важіль R 50.127.276».

### 1.2 Аналіз об'єкта виробництва

Об'єкт виробництва – деталь "Важіль R50 127 276", вагою 2,3 кг. Ця деталь встановлюється у вузлі, що експортується до Німеччини, де використовується в вантажно-підйомній машині. Вона повинна відповідати високим стандартам точності та якості і виготовлятися з усією ретельністю та суворим контролем.

Таблиця 1.1 – Механічні властивості та умови термічної обробки сталі 45ХЛ ДСТУ 8781:2018

Марка	Термічна обробка					Механічні властивості			
	Гартування		Умови	Відпуск					
	Температура, С°		охолодж.	Т-ра, С°	Охолодж.	$\sigma_T$	$\sigma_B$	$\delta_5$	a <sub>n</sub>
	1 гарт-ня	2 гарт-ня				Мпа	%	кДж/м	
45ХЛ	850	—	масло	500	вода	786	980	10	587

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$$K_{Tq.} = 1 - \frac{1}{9,54} = 0,104.$$

Деталь згідно з коефіцієнтом точності є технологічною, так як відповідно до ДСТУ ГОСТ 3.1128:2014 є технологічною, оскільки  $0 < K < 1$ ;  $0 < 0,104 < 1$ .

Коефіцієнт шорсткості становить

$$K_{Ш} = \frac{1}{Ш_{CP}}, \quad (1.3)$$

де  $Ш_{CP}$  – середній клас шорсткості поверхні виробу

$$Ш_{CP.} = \frac{\sum Ш \cdot n_{IM}}{\sum n_{IM}}, \quad (1.4)$$

де  $Ш$  – клас шорсткості поверхні;

$n_I$  – кількість поверхонь відповідного класу шорсткості.

$$Ш_{CP.} = \frac{(2,5 \cdot 3 + 3,2 \cdot 4 + 6,3 \cdot 4)}{11} = 4,13$$

$$K_{Ш} = \frac{1}{4,13} = 0,2$$

Згідно з ДСТУ 3.11.1102:2014,  $0 < 0,24 < 1$  - деталь технологічна за шорсткістю поверхні.

На основі якісного та кількісного аналізу можна дійти висновку, що деталь технологічна.

#### 1.4 Визначення типу та організаційної форми виробництва

Щоб визначити тип виробництва використовується річна програма випуску  $N = 2000$  шт та масу деталі  $m_d = 2,3$  кг. Згідно з рекомендаціями [1, с.18, табл.2] попередньо визначено, що тип виробництва є середньо серійним.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$10 \leq K \leq 20$  - середньосерійне;

$20 \leq K \leq 40$  - дрібносерійне;

Коефіцієнт закріплення операцій розраховується для планового періоду тривалістю один місяць.:

$$K = \frac{Q}{P}; \quad (1.5)$$

де Q- число операцій

P- кількість робочих місць

$$Q = \frac{60F_M K_B \eta_H}{t_{шт.к} N}; \quad (1.6)$$

де  $F_M$  - річний фонд часу роботи обладнання, год.;

$K_B$ - середній коефіцієнт виконання норм часу;

$\eta_H$ - нормативний коефіцієнт завантаження;

$t_{шт.к}$ - штучно-калькуляційний час на виконання операцій хв.;

N- програма випуску деталей, шт.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2. Технологічний розділ

### 2.1 Аналіз існуючого технологічного процесу

Заводський технологічний процес було розроблено на підприємстві “ВАТ Адвіс” із врахуванням наявного верстатного парку і ріжучого інструменту.

Згідно з робочим кресленням деталі та існуючого технологічного процесу можна стверджувати про наявність усіх необхідних даних для виготовлення деталі, яка відповідає вимогам ДСТУ 2.001:2006 «Основні вимоги до робочих креслень».

Відповідно до робочого креслення існуючого технологічного процесу, можна стверджувати, що наявні всі необхідні дані для виготовлення деталі згідно з вимогами стандарту ДСТУ 2.001:2006 «Основні вимоги до робочих креслень».

Аналізуючи існуючий технологічний процес механічної обробки важеля, слід враховувати аспекти забезпечення якості продукції, зменшення її собівартості та підвищення продуктивності праці. З урахуванням того, що дипломний проєкт спрямований на оптимізацію, пропонується в нести певні зміни в порівнянні із заводським технологічним процесом, що дозволить зекономити час і знизити витрати.

Одним із недоліків заводського технологічного процесу є використання устаткування, яке збільшує собівартість виготовлення деталі на окремих операціях. Зокрема, на багатофункціональній операції з обробкою трьох отворів застосовується оброблювальний центр "Chiron". Це обладнання підходить як для серійного, так і великосерійного виробництва, однак його експлуатація вимагає залучення висококваліфікованих працівників 4–5 розряду, що додатково впливає на витрати.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для середньосерійного виробництва деталі "важіль"у дипломному проєкті доцільно замінити багатоцільову операцію на вертикально-свердлильну з ЧПК.

Переваги верстатів з ЧПК:

- швидке переналагодження;
- збільшення кількість поверхонь,оброблених за один установ;
- збільшення продуктивності;
- зменшується виробнича площі;
- немає потреби у висококваліфікованих робітниках.

Використання верстата з ЧПК сприяє зниженню собівартості виготовлення деталі, що в результаті створить значний економічний ефект.

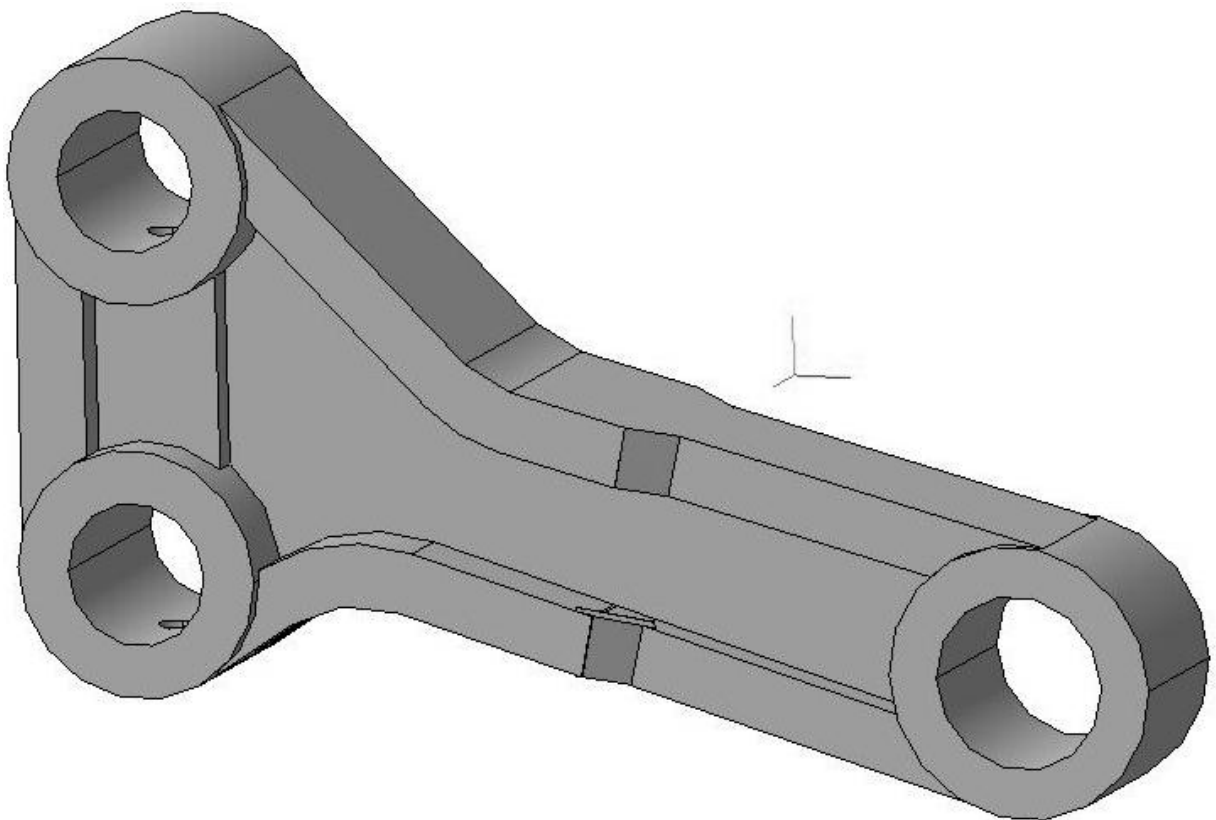


Рисунок 2.1 –Ескіз деталі важіль

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Існуючий технологічний процес.

001 Транспортна.

Здійснюємо транспортування заготовки із фірми „Литмаш - Адвіс" в фірму „Інструм - Адвіс".

005 Чеканочна.

Прес чеканочний.

Чеканити торці бобишок.

010 Багатоцільова.

Оброблюючий центр Chiron.

1. Свердлими отвір  $\text{Ø}27,7+0,1$  в бобишці напрохід.
2. Свердлими два отвори  $\text{Ø}22,7+0,1$  в бобишках напрохід.
3. Зенкерувати отвір  $\text{Ø}28+0,021$  в бобишці напрохід.
4. Зенкерувати 2 отвори  $\text{Ø}23+0,021$  в бобишках напрохід.

015 Горизонтально – фрезерна.

Горизонтально-фрезерний СФ-40.

Фрезерувати торці двох бобишок  $\text{Ø}23+0,021$  витримуючи розміри 34-0,4; 2-0,4.

020 Свердлильна.

Вертикально-свердлильний 2С132.

Свердлими отвір  $\text{Ø}5,5$  у двох отворах  $\text{Ø}23+0,021$ .

025 Свердлильна.

Вертикально-свердлильний 2С132.

Свердлими отвір  $\text{Ø}5,5$  напрохід в отворі  $\text{Ø}5,5$  витримуючи розміри 31,5

мм.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

030 Свердлильна.

Вертикально-свердлильний 2С132.

Свердлити отвір Ø5,5 напрохід в отворі Ø28+0,021.

035 Свердлильна.

Вертикально-свердлильний 2С132.

Цекувати торець деталі, витримуючи такі розміри: Ø12 і 20 мм.

045 Свердлильна.

Вертикально-свердлильний 2С132.

Зенкувати фаски 0,2...0,5×45° у двох отворах Ø23+0,021 із двох сторін.

050 Свердлильна.

Вертикально-свердлильний 2С132.

Зенкувати фаску 0,2...0,5×45° у отворі Ø28+0,021 із двох сторін.

055 Контрольна

1. Калібр пробка Н7 ДСТУ ISO 1502:2006

2. ШЦ-1-250-0,05-1 ДСТУ ГОСТ166:2009

3. ШЦ-1-125-0,1-1 ДСТУ ГОСТ166:2009.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.2 Вибір заготовки та техніко-економічне обґрунтування методу її отримання

### 2.2.1 Техніко-економічне порівняння двох варіантів вибору заготовки

Аналізуючи конструктивні характеристики деталі, можна дійти висновку, що для зменшення відсоткового об'єму стружки після обробки деталі заготовку доцільно виготовляти методом лиття. Обирається технологія лиття за випалюваними моделями, оскільки цей метод є максимально універсальним для створення заготовок. Проте слід враховувати, що виготовлення форми потребує значних затрат часу.

У цьому випадку існує два можливі способи виготовлення заготовок:

- 1) лиття по випалюваних моделях;
- 2) лиття в землю та кокіль.

Якщо порівняти два методи отримання заготовок, то базова вартість однієї тонни виливок зі сталі 45ХЛ, виготовлених методом лиття по випалюваних моделях становить 3100 грн. Хоча вартість однієї тонни виливок, створених шляхом лиття в землю або кокіль, також дорівнює 3100 грн, кількість отриманих заготовок у цьому випадку буде меншою у порівнянні з першим варіантом.

Оптимальний метод виготовлення заготовки визначається шляхом техніко-економічного аналізу технологічної собівартості заготовок з використанням програми на ЕОМ. Результати розрахунків наведені на рисунках 2.2 та 2.3.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

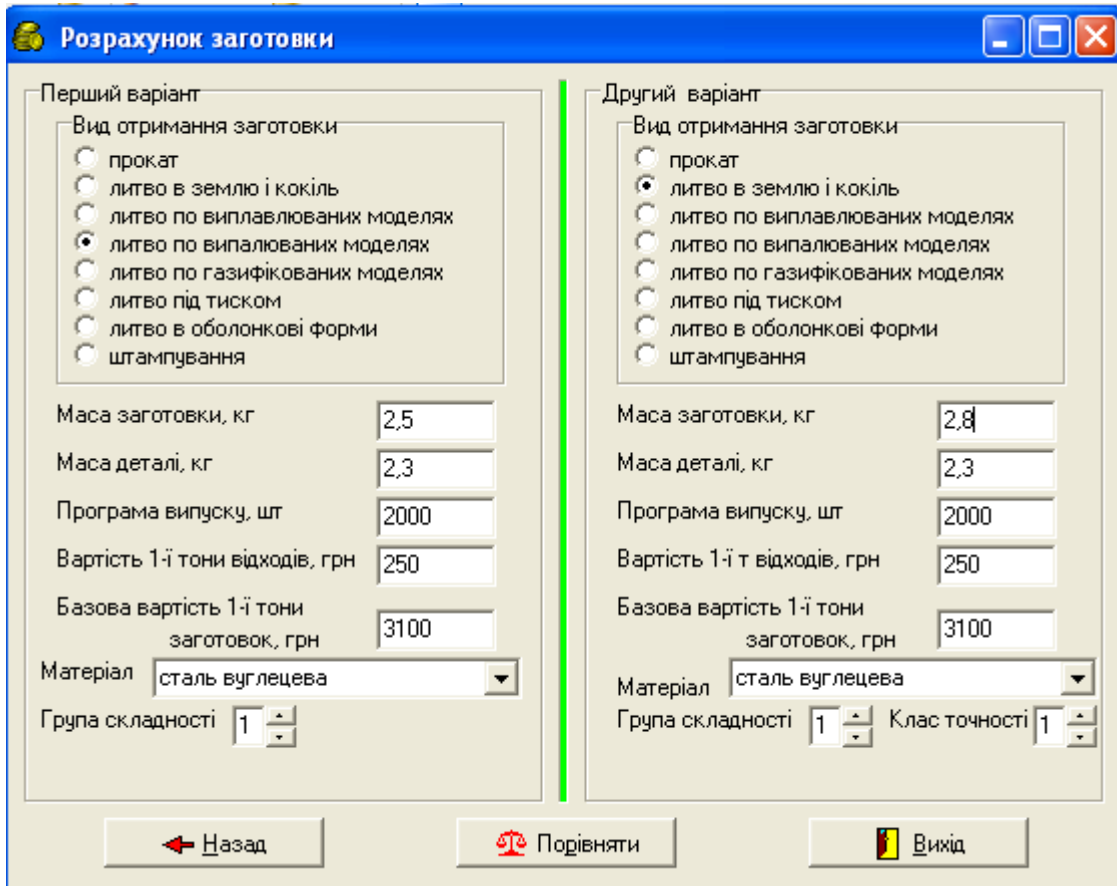


Рисунок 2.2 – Порівняння двох варіантів вибору заготовки за програмою “Vartist”

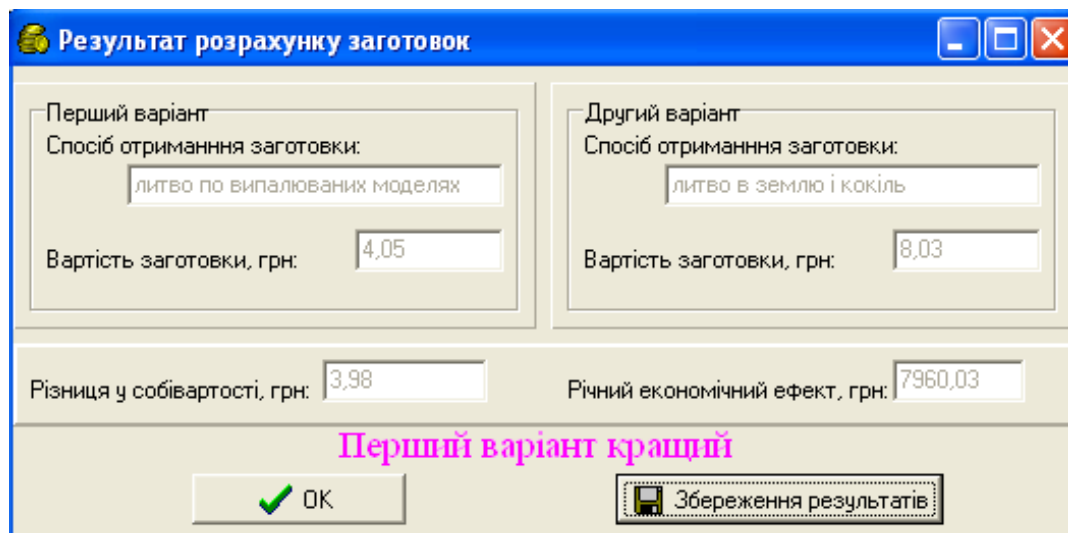


Рисунок 2.3 – Результати розрахунків програми ЕОМ “Vartist”

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Результати обчислення собівартості заготовки за допомогою програми "Vartist"

Перший варіант:

Спосіб отримання заготовки: лиття по випалюваних моделях

Група складності заготовки: 1.

Маса заготовки: 2,5 кг.

Маса деталі: 2,3 кг

Базова вартість 1-єї тони заготовок: 3100 грн.

Вартість 1-єї тони відходів: 2250 грн.

Вартість заготовки: 4,05 грн.

Другий варіант:

Спосіб отримання заготовки: лиття в землю та кокіль.

Група складності заготовки: 1.

Клас точності заготовки: 1.

Маса заготовки: 2,8 кг.

Маса деталі: 2,3 кг.

Базова вартість 1-єї тони заготовок: 3100 грн.

Вартість 1-єї тони відходів: 250 грн.

Вартість заготовки: 8,03 грн.

Висновок:

Різниця у собівартості: 3,98 грн.

Річний економічний ефект: 7960,03 грн

Для річної програми випуску: 2000 шт.

На основі проведеного техніко-економічного аналізу технологічної собівартості було визначено, що найкращим є метод виготовлення заготовки за допомогою лиття по випалюваних моделях.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.2.2 Визначення припусків та допусків на розміри заготовки

Проведемо розрахунок литої заготовки згідно з ДСТУ 8981:2020 у такому порядку:

1. Клас розмірної точності – 5<sub>T</sub>...9<sub>T</sub>⇒9.
2. Ступінь короблення – 5...8⇒8.
3. Ступінь точності поверхні – 5...10⇒8.
4. Клас точності маси – 3...10⇒9.
5. Ряд припусків – 2...5⇒4.
6. Допуск розмірів виливка.
7. Допуск форми та розташування елементів виливка 147,4-0,8(мм), усі інші 0,5(мм).
8. Допуск нерівностей – 0,24(мм).
9. Допуск маси – 24%.
10. Мінімальний припуск на сторону становить 0,6(мм).
11. Загальний припуск на сторону залежно від виду механічної обробки.

Визначення припусків та допусків на розміри заготовки виконую за допомогою ЕОМ, користуючись програмою Otlivka.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

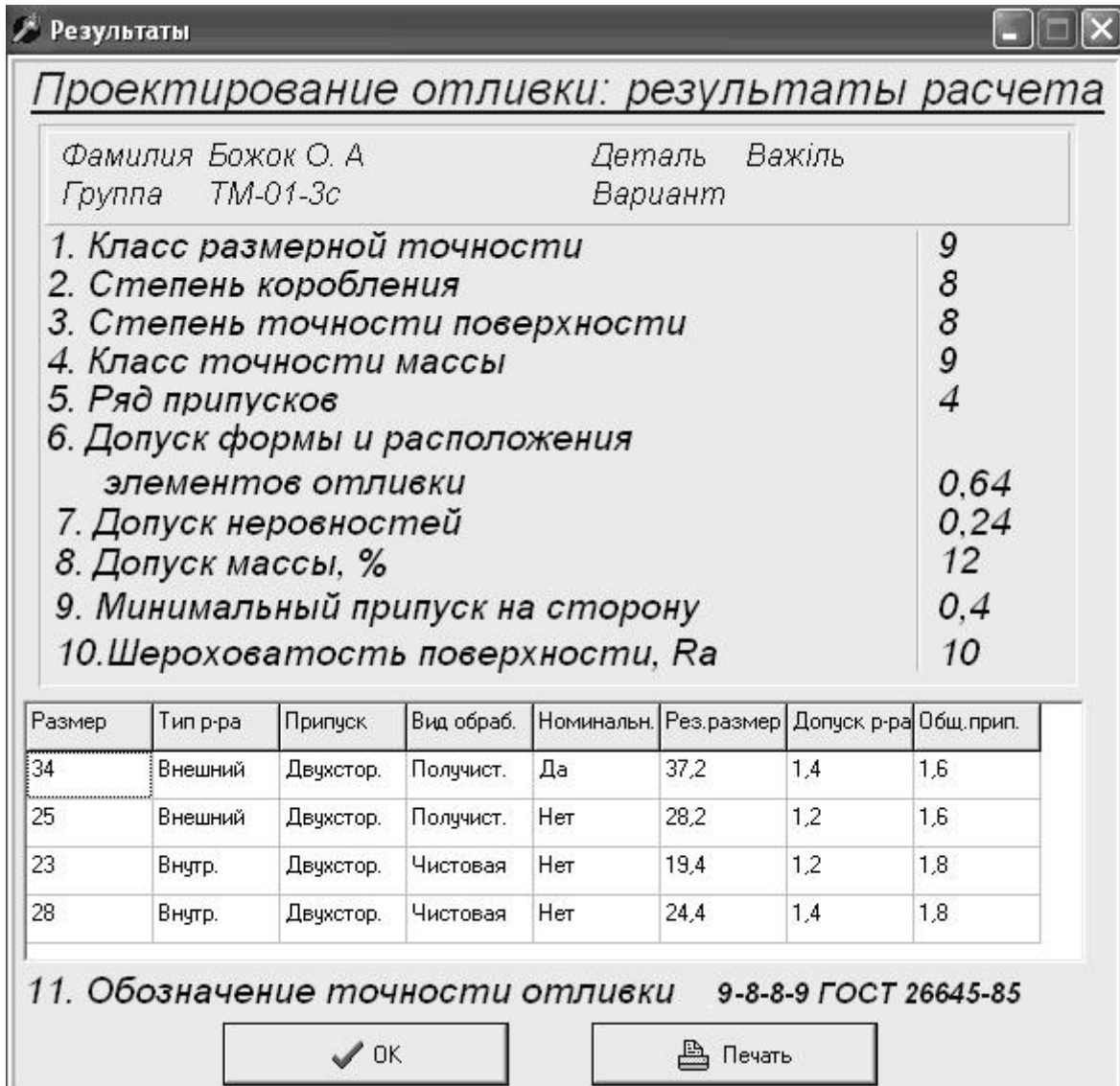


Рис.2.4 – Результати розрахунків за програмою Otlivka

Відповідно до розрахованих розмірів виконуємо креслення заготовки.

### 2.3 Вибір технологічних баз

Визначення технологічних баз є важливим етапом у проектуванні технологічного процесу механічної обробки, тісно взаємопов'язаним із розробкою самого процесу обробки заготовки. При визначенні баз необхідно дотримуватись кількох основних принципів:

- 1) принцип суміщення баз;



## 2.4 Вибір технологічного маршруту обробки деталі

Проект маршруту механічної обробки важеля R 50.127.276.

У розробленому технологічному процесі механічної обробки було впроваджено обладнання, яке функціонує на високопродуктивних режимах. Завдяки цьому за одну установку стало можливим обробляти кілька поверхонь одночасно, що сприяє досягненню високої точності. Оскільки виробництво має середньо серійний характер, використання такого обладнання виступає найефективнішим варіантом для забезпечення високої продуктивності, поліпшення якості оброблюваних деталей та скорочення допоміжного часу. Останній часто витрачається на зміну режимів різання, перехід між обробкою різних поверхонь чи заміну інструмента, ситуації, що характерні для універсальних верстатів під час послідовної обробки декількох поверхонь.

Маршрут обробки кожної окремої поверхні визначається відповідно до вимог робочого креслення та властивостей заготовки.

Послідовність методів обробки поверхні на першому етапі визначають залежно від способу виготовлення заготовки та її початкової точності. Методи фінішної обробки обирають відповідно до технічних вимог, які висуваються до конкретної поверхні.

Методи обробки на проміжних етапах призначають на основі вже визначених початкового та кінцевого способів обробки. Слід враховувати, що кожній фінішній обробці передують кілька попередніх етапів обробки. Під час чорнових операцій точність підвищується на 2-3 квалітети, а під час чистових — на 1-2 квалітети. Дотримуючись цих рекомендацій, можна скласти оптимальний маршрут механічної обробки для кожної поверхні.

Основною метою розробки є створення загального плану обробки заготовки, визначення змісту технологічних операцій та підбір відповідного обладнання. Остаточне рішення щодо вибору варіанта технологічного

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

процесу ухвалюють після проведення техніко-економічного обґрунтування для кожної операції.

Критерієм оптимальності виступає мінімізація загальної технічної собівартості, тобто приведених витрат на одиницю продукції. Для досягнення цього проводяться розрахунки економічної ефективності кожного з варіантів, після чого обирається найбільш доцільний з урахуванням специфічних умов виробництва. Основним критерієм залишається зменшення витрат на одиницю продукції.

Техніко-економічне обґрунтування обраних технологічних процесів базуватиметься на порівнянні операцій, що мають відмінності (таблиця 2.5).

Технологічна собівартість операції механічної обробки, коп./год: [2]

$$C_0 = \frac{C_{п.з.} \cdot T_{шт.-к}}{60 \cdot K_v}, (2.1)$$

де  $C_{п.з.}$  – часові приведені затрати, коп./год;

$T_{шт.-к}$  – штучно-калькуляційний час на дану операцію, хв.;

$K_v$  – коефіцієнт виконання норм;

$$K_v = 1,3 [2]$$

Таблиця 2.1 – Варіанти технологічного маршруту

Найменування позиції	Варіанти	
	базовий	пропонований
Операції механічної обробки		
Операція 010	Розсвердлювання отвору, зенкерування на оброблюючому центрі Chiron	Розсвердлювання отвору, зенкерування на верстаті 2P135Ф2-1
Штучно-калькуляційний час на дану операцію, $T_{шт.-к}$ , хв.	12,37	1,46
Часові приведені витрати, коп./год, $C_{п.з.}$	3300	1500
Технологічна собівартість обробки, коп., $C_0$	523	28

Річний економічний ефект становить

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Продовження табл. 2.2 – Маршрут обробки важеля R 50.127.276

025	Свердлильна Свердлити отвір Ø5,5 навихід у отворі Ø5,5 витримуючи розмір 31,5	Кондуктор	Свердло спіральне ГОСТ 886-77	ШЦ-1-125-0,1-1 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
030	Свердлильна Свердлити отвір Ø5,5 напрохід у отворі Ø28+0,021	Кондуктор	Свердло спіральне ГОСТ 886-77	ШЦ-1-125-0,1-1 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
035	Свердлильна Цекувати торець деталі, витримуючи розмір Ø12 та 20мм	Кондуктор	Зенкер цековка 2323-4047	ШЦ-1-125-0,1-1 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
045	Свердлильна Зенкувати фаски 0,2...0,5×45° у 2-х отворах Ø23+0,021 із двох сторін послідовно	Підставка	Зенківка 2353-4048	ШЦ-1-125-0,1-1 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
050	Свердлильна Зенкувати фаску 0,2...0,5×45° в отворі Ø28+0,021 з 2-х сторін послідовно	Підставка	Зенківка 2353-4048	ШЦ-1-125-0,1-1 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018

## 2.5 Розробка технологічних операцій

Операційне транспортування деталей здійснюється з використанням тари згідно з ДСТУ 8058.01.00, яка вміщує 160 деталей і має вагу 450 кг. Тара розташовується в один ярус, а для переміщення використовуються ручні візки 8315.00. В один візок допускається завантажувати не більше двох одиниць тари з деталями.

Жінкам дозволяється піднімати тару з деталями, якщо її вага не перевищує 7 кг. Вантаж вагою понад 12 кг може переноситися лише двома жінками.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Під час між операційного транспортування обов'язково слід дотримуватись усіх вимог з охорони праці та промислової санітарії.

Усі робочі місця мають бути обладнані прикріпними столиками марки 8077.00, за умови розташування двох одиниць тари в один ярус.

Видалення стружки і очищення верстатів виконуються за допомогою спеціального гачка та щітки, обов'язково при вимкненому обладнанні.

Загальна вага тари типу 1-1-120-80-70-1, ООМ; ДСТУ 2890-94, включно з деталями для міжцехового транспортування, не повинна перевищувати 1000 кг. Завантаження деталей у тару має здійснюватися таким чином, щоб рівень завантаження не перевищував висоту борту тари більш ніж на 100 мм. Використання тари типу 1-1-120-80-70-1, ООМ; ДСТУ 2890-94 для між операційного транспортування деталей в межах дільниці категорично забороняється.

## 2.6 Розрахунок припусків на механічну обробку

### 2.6.1 Аналітичний розрахунок припусків по одній поверхні

Розрахуємо сумарне значення просторових відхилень для заготовки  $\rho_0$ ,

мкм:

$$\rho_0 = \sqrt{\rho_{кор.}^2 + \rho_{зм.}^2}, \quad (2.3)$$

де  $\rho_{кор.}$  – загальне відхилення осі;

$\rho_{зм.}$  - це величина короблення внутрішньої поверхні, мкм; яка становить

$$\rho_{зм.} = 1000 \text{ мкм}; [2]$$

$$\rho_{кор.} = \Delta k * L, \quad (2.4)$$

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$$D \max_2 = 22,877 - 2 * 0,144 = 22,589 \text{ мм};$$

$$D \max_1 = 22,589 - 2 * 0,777 = 21,035 \text{ мм};$$

А мінімальні розміри по переходах  $D \min_i$ , мм:

$$D \min_{заг} = D \max_{заг} - Td_{заг}, \quad (2.9)$$

$$D \min_{заг} = 21 - 1,3 = 19,7 \text{ мм};$$

$$D \min_i = D \max_i - Td_i, \quad (2.10)$$

$$D \min_1 = 22,59 - 0,31 = 22,28 \text{ мм};$$

$$D \min_2 = 22,877 - 0,084 = 22,792 \text{ мм};$$

$$D \min_3 = 23,021 - 0,021 = 23 \text{ мм};$$

Розрахуємо мінімальні граничні розміри  $2z_{\min}$ , мм:

$$2z_{\min i} = D \max_i - D \max_{i-1}, \quad (2.11)$$

$$2z_{\min 1} = 22,59 - 21 = 1,59 \text{ мм};$$

$$2z_{\min 2} = 22,877 - 22,59 = 0,287 \text{ мм};$$

$$2z_{\min 3} = 23,021 - 22,877 = 0,144 \text{ мм};$$

Обчислимо максимальні граничні розміри  $2z_{\max}$ , мм:

$$2z_{\max i} = D \min_i - D \min_{i-1}, \quad (2.12)$$

$$2z_{\max 1} = 22,28 - 19,7 = 2,58 \text{ мм};$$

$$2z_{\max 2} = 22,792 - 22,28 = 0,512 \text{ мм};$$

$$2z_{\max 3} = 23 - 22,792 = 0,208 \text{ мм};$$

Проведемо перевірку:

$$TD_3 - TD_0 = 1279 = 2z_{0\max} - 2z_{0\min} = 1279 \text{ мкм}. \quad (2.13)$$

Отже, розрахунки проведено вірно.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.3 – Розрахунок припусків та граничних розмірів за технологічними переходами на обробку отвору  $\varnothing 23H7$  мм

Технологічні переходи обробки поверхні	Елементи припуску				Розрахунковий прип. $2Z_{min}$ , мм	Розрахунковий розмір $D_p$ , мм	Допуск $T_D$ , мкм	Граничний розмір, мм		Граничні величини припусків, мкм	
	Rz	T	$\Delta$	E				$D_{max}$	$D_{min}$	$2Z_{max}$	$2Z_{min}$
Заготовка	160	200	405	-	-	21,035	1300	21	19,7	-	-
1. Розсвердлювання	50	70	24	100	2*777	22,589	310	22,59	22,28	2580	1590
2.Зенкерування чорнове	32	40	-	-	2*144	22,877	84	22,87 7	22,79 3	512	287
3. Зенкерування чистове	3,2	5	-	-	2*72	23,021	21	23,02 1	23	208	144
$2Z_0 =$										3300	2021

На інші поверхні розрахунки проводяться аналогічно, а результати заносяться у таблиці.

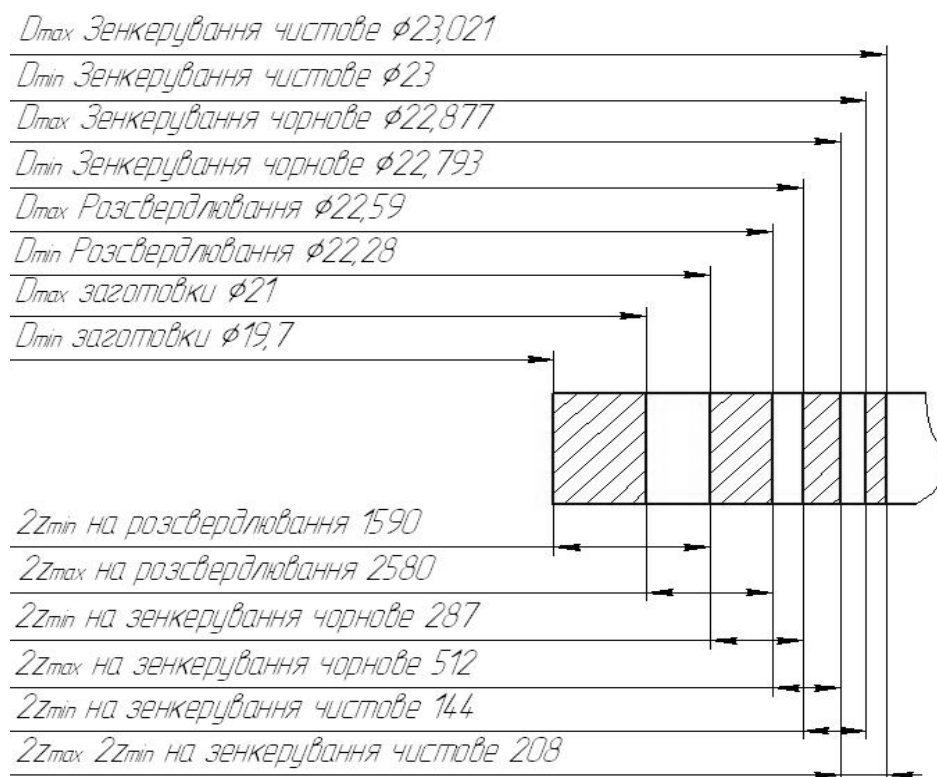


Рисунок 2.6 –Маршрут обробки отвору  $\varnothing 23H7$  мм

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.4 – Розрахунок припусків та граничних розмірів за технологічними переходами на обробку отвору  $\varnothing 28H7$  мм

Технологічні переходи обробки поверхні	Елементи припуску				Розрахунковий припуск. $2Z_{min}$ , мм	Розрахунковий розмір $D_p$ , мм	Допуск $T_D$ , мкм	Граничний розмір, мм		Граничні величини припусків, мкм	
	Rz	T	$\Delta$	E				Dmax	Dmin	2Zmax	2Zmin
Заготівка	160	200	405	-	-	26,035	1300	26	14,7	-	-
1. Розсвердлювання	50	70	24	100	2*777	27,589	310	27,59	27,28	2580	1590
2. Зенкерування чорнове	32	40	-	-	2*144	27,877	84	27,87 7	27,79 3	512	287
3. Зенкерування чистове	3,2	5	-	-	2*72	28,021	21	28,02 1	28	208	144
$2Z_0 =$										3300	2021

Оскільки в дипломному проєкті обов'язковим є створення креслення заготовки з усіма розмірами та припусками на механічну обробку, ескіз заготовки у розрахунковому формулярі можна не виконувати. Усі результати аналітичних та табличних розрахунків припусків доцільно безпосередньо зазначити на кресленні заготовки.

## 2.7 Розрахунок та вибір режимів різання

### 2.7.1 Проводимо аналітичний розрахунок режимів різання на операцію

Виконуємо аналітичний розрахунок параметрів режимів різання. Як приклад розглядається розрахунок режимів для операції свердління.

Обладнання: вертикально-свердильний верстат з ЧПУ 2P135Ф2.

Ріжучий інструмент:

- свердло :  $\varnothing 27,6$ ,  $\varnothing 22,6$ ; ріжуча частина якого – твердий сплав Т15кб;.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- зенкер Ø23; Ø28 - ріжуча частина якого – твердий сплав Т15к6.

Вимірювальний інструмент: Калібр-пробка Н7 ГОСТ 14810-69.

1. Розсвердлити отвір Ø22,6 мм.

Глибина різання становить:

$$t = \frac{D}{2} = \frac{22,6 - 19,4}{2} = 1,6 \text{ мм.} \quad (2.14)$$

Величину подачі виберемо за табл. 25, стор. 277 [2],  $S = 0,35$  мм/об.

Розрахуємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_v \cdot D^{q_v}}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot S^{y_v}} \cdot K_v \quad (2.15)$$

За таблицею 29, стр. 279 [2] вибираємо:

$C_v = 10,8$ ,  $q_v = 0,6$ ;  $x_v = 0,2$ ;  $y_v = 0,3$ ;  $m = 0,25$ .

$T = 25$  хв [2, табл.30 (стр.279)].

Загальний поправочний коефіцієнт можемо визначити за такою формулою:

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv}, \quad (2.16)$$

$K_{Mv} = 0,8$ , [2, табл.1,стр.261],

$K_{uv} = 1$ , [2, табл.2,стр.262].

$K_{lv} = 1$  – це коефіцієнт, що враховує вплив глибини отвору, який обробляється, за табл. 31, ст. 280 [2];

$K_v = 0,8 \cdot 1 \cdot 1 = 0,8$ .

Швидкість різання становить:

$$V = \frac{10,8 \cdot 22,6^{0,6}}{25^{0,25} \cdot 1,6^{0,2} \cdot 0,35^{0,3}} \cdot 0,8 = 31,3 \text{ м/хв.}$$

Визначимо частоту обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 31,3}{3,14 \cdot 22,6} = 441 \text{ об/хв.} \quad (2.17)$$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ					

Згідно з паспортом верстата приймаємо:

$$n = 500 \text{ об/хв.};$$

$$S = 0,35 \text{ мм/об.}$$

Розрахуємо дійсну швидкість різання:

$$V_o = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 22,6 \cdot 500}{1000} = 35,4 \text{ м/хв.} \quad (2.18)$$

Розрахуємо крутний момент за такою формулою:

$$M = C_M \cdot D^{q_M} \cdot S^{y_M} \cdot t^x \cdot K_P, \quad (2.19)$$

за таблицею 32, ст. 281 [2] вибираємо:  $C_M = 0,09$ ;  $q_M = 1$ ;  $x_M = 0,9$ ;

$$y_M = 0,8.$$

$$K_P = K_{M_P} = 1,3, [2, \text{табл.9, стр.264}].$$

Крутний момент буде становитиме:

$$M = 0,09 \cdot 22,6^1 \cdot 0,35^{0,8} \cdot 1,6^{0,9} \cdot 1 = 1,34 \text{ кг}\cdot\text{м.}$$

Визначимо потужність різання:

$$N = \frac{M \cdot n}{975} = \frac{1,34 \cdot 500}{975} = 0,68 \text{ кВт.} \quad (2.20)$$

Потужність електродвигуна верстата складає 3,7 кВт, тому обробка є  
МОЖЛИВОЮ.

2. Свердлування отвору  $\varnothing 27,6$  мм.

Глибина різання складає:

$$t = \frac{D}{2} = \frac{27,6 - 24,4}{2} = 1,6 \text{ мм.}$$

Подачу виберемо за таблицею 25, стор. 277 [2],  $S = 0,4$  мм/об.

Швидкість різання становить:

$$V = \frac{C_v \cdot D^{q_v}}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot S^{y_v}} \cdot K_v, \quad (2.21)$$

за табл. 29, ст. 279 [2] вибиремо:

$$C_v = 10,8, q_v = 0,6; x_v = 0,2; y_v = 0,3; m = 0,25.$$

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$T = 25$  хв [2, табл.30,стр.279].

Загальний поправочний коефіцієнт розрахуємо за формулою:

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv}, \quad (2.22)$$

$K_{Mv} = 0,8$ , [2, табл.1,стр.261],

$K_{uv} = 1$ , [2, табл.2,стр.262].

$K_{lv} = 1$  – коефіцієнт, який враховує вплив глибини отвору, який оброблюється, за табл. 31, стр. 280 [2];

$K_v = 0,8 \cdot 1 \cdot 1 = 0,8$ .

Звідки швидкість різання дорівнює :

$$V = \frac{10,8 \cdot 27,6^{0,6}}{25^{0,25} \cdot 1,6^{0,2} \cdot 0,4^{0,3}} \cdot 0,8 = 33,9 \text{ м/хв.}$$

Розрахуємо частоту обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 33,9}{3,14 \cdot 27,6} = 391 \text{ об/хв.} \quad (2.23)$$

Згідно з паспортом верстата приймаємо:

$n = 500$  об/хв.;

$S = 0,4$  мм/об.

Розрахуємо дійсну швидкість різання:

$$V_o = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 27,6 \cdot 500}{1000} = 43,3 \text{ м/хв.} \quad (2.24)$$

Крутний момент визначимо за формулою:

$$M = C_M \cdot D^{q_M} \cdot S^{y_M} \cdot t^X \cdot K_p \quad (2.25)$$

За табл. 32, стор. 281 [2] виберемо:  $C_M = 0,09$ ;  $q_M = 1$ ;  $x_M = 0,9$ ;

$y_M = 0,8$ .

$K_p = K_{Mp} = 1,3$ , [2, табл.9,стр.264].

Крутний момент становитиме:

$M = 0,09 \cdot 27,6^1 \cdot 0,4^{0,8} \cdot 1,6^{0,9} \cdot 1 = 1,82 \text{ кг}\cdot\text{м.}$

Розрахуємо потужність різання:

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



4. Зенкерування отвору Ø28 мм.

Режими різання будемо розраховувати аналітичним методом.

Глибина різання:

$$t = 0,2 \text{ мм.}$$

Подача становить

$$S = 0,5 \text{ мм/об, [2, табл. 26, ст. 276],}$$

Швидкість різання складає:

$$V = \frac{C_v \cdot D^{q_v}}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot S^{y_v}} \cdot K_v \quad (2.30)$$

За таблицею 26, стр. 279 [2] вибираємо:

$$C_v = 18, q_v = 0,6; x_v = 0,2; y_v = 0,3; m = 0,25.$$

$$T = 40 \text{ хв. табл. 30, сотр. 280 [2]}$$

Тоді швидкість становитиме:

$$V = \frac{18 \cdot 28^{0,6}}{40^{0,25} \cdot 0,2^{0,2} \cdot 0,5^{0,3}} \cdot 0,8 = 71,8 \text{ м/хв.}$$

Розрахуємо частоту обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 71,8}{3,14 \cdot 28} = 816 \text{ об/хв} \quad (2.31)$$

Згідно з паспортом верстата приймаємо:

$$n = 800 \text{ об/хв;}$$

$$S = 0,5 \text{ мм/об.}$$

Визначимо дійсну швидкість різання:

$$V_o = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 28 \cdot 800}{1000} = 70,3 \text{ м/хв} \quad (2.32)$$

У зв'язку з тим, що на кожному робочому етапі задіяний лише один шпиндель, потужність різання не перевищує можливості електродвигуна верстата.

										ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

Машинний час обчислюється як сума тривалості виконання кожного окремого етапу роботи.

Для цього машинний час визначається за відповідною формулою:

$$T_m = \sum_i^n T_{mi}, \quad (2.33)$$

де  $T_{mi}$  – машинний час для кожного переходу.

$$T_m = \frac{L_{p.x}}{n \cdot S}, \quad (2.34)$$

$L_{p.x} = l_c + l_1 = 37,2 + 5 = 42,2$  мм, для 1 та 3 переходу;

$L_{p.x} = l_c + l_1 = 28,8 + 5 = 33,8$  мм, для 2 та 4 переходу;

де  $l_1 = 5$  мм.

1. Перехід

$$T_{m1} = \frac{42,2}{500 \cdot 0,35} = 0,26 \text{ хв.}$$

2. Перехід

$$T_{m2} = \frac{33,8}{500 \cdot 0,4} = 0,18 \text{ хв.}$$

3. Перехід

$$T_{m3} = \frac{42,2}{800 \cdot 0,45} = 0,12 \text{ хв.}$$

4. Перехід

$$T_{m4} = \frac{33,8}{800 \cdot 0,5} = 0,08 \text{ хв.}$$

Розрахуємо машинний час на операцію

$$T_m = \sum_i^n T_{mi} = 0,26 + 0,18 + 0,12 + 0,08 = 0,64 \text{ хв.}$$

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.7.2 Розрахунок режимів різання за допомогою ЕОМ

Для проведення інших операцій розрахунки здійснюються за допомогою програмного забезпечення, яке використовується на кафедрі технології машинобудування.

Результати визначення режимів різання отримуються за допомогою програми «Розрахунок режимів різання».

Перевага цього програмного забезпечення полягає в тому, що після введення даних про матеріал, який обробляється, та тип поверхні, можна швидко отримати потрібну інформацію без необхідності проводити аналітичні розрахунки за формулами.

Проводимо розрахунок режимів різання на операцію 020 для свердлування отвору Ø5,5 у двох отворах Ø23.

Результати розрахунку

Вид обробки	Свердління
Верстат	МН-25-1
Матеріал заготовки	Сталь вуглецева
Матеріал інструменту	Р6М5
Подача	0,04 мм/об
Хвилинна подача	31,29 мм/хв
Глибина різання	2,75 мм
Швидкість різання	17,28 м/хв
Частота обертання шпинделя	1000 об/хв
Машинний час	2,7 хв
Потужність різання	0,08 кВт
Осьова сила різання	537,77 Н
Стійкість свердла	15,73 хв

Обробка без охолодження

-----  
Розрахунок виконав  
Група

Проводимо розрахунок режимів різання на операцію 025 для свердлування отвору Ø5,5 напрохід в отворі Ø5,5.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Результати розрахунку

Вид обробки	Свердління
Верстат	МР-25-1
Матеріал заготовки	Сталь вуглецева
Матеріал інструмента	Р6М5
Подача	0,06 мм/об
Хвилинна подача	56,32 мм/хв
Глибина різання	2,75 мм
Швидкість різання	17,28 м/хв
Частота обертання шпинделя	1000 об/в
Машинний час	0,63 хв
Потужність різання	0,13 кВт
Осьова сила різання	811,5 Н
Стійкість свердла	15,73 хв

Обробка без охолодження

-----  
Розрахунок виконав  
Група

Проводимо розрахунок режимів різання на операцію 030 на свердлування отвору Ø5,5 напрохід в отворі Ø28.

Результати розрахунку

Вид обробки	Свердління
Верстат	МН-25-1
Матеріал заготовки	Сталь вуглецева
Матеріал інструменту	Р6М5
Подача	0,06 мм/об
Хвилинна подача	75 мм/хв
Глибина різання	2,75 мм
Швидкість різання	21,6 м/хв
Частота обертання шпинделя	1250 об/хв
Машинний час	0,28 хв
Потужність різання	0,17 кВт
Осьова сила різання	848,31 Н
Стійкість свердла	15,73 хв

Обробка без охолодження

-----  
Розрахунок виконав  
Група

Виконуємо розрахунки параметрів різання для операції 035, що передбачає обробку торця деталі, із дотриманням заданих розмірів: Ø12 та 20 мм.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вид обробки	Свердління
Верстат	МН-25-1
Матеріал заготовки	Сталь вуглецева
Матеріал інструменту	Р6М5
Подача	0,02 мм/об
Хвилинна подача	53,6 мм/хв
Глибина різання	3,25 мм
Швидкість різання	20,21 м/хв
Частота обертання шпинделя	500 об/хв
Машинний час	0,05 хв
Потужність різання	0,33 кВт
Осьова сила різання	1003,02 Н
Стійкість свердла	28,79 хв

Обробка без охолодження

-----  
Розрахунок виконав  
Група

Проведемо розрахунок режимів різання для операції 045 на зенкування фаски  $0,2...0,5 \times 45^\circ$  у двох отворах  $\varnothing 23$ .

Результати розрахунку

Вид обробки	Свердління
Верстат	МН-25-1
Матеріал заготовки	Сталь вуглецева
Матеріал інструменту	Р6М5
Подача	0,28 мм/об
Хвилинна подача	88,2 мм/хв
Глибина різання	0,025 мм
Швидкість різання	22,81 м/хв
Частота обертання шпинделя	315 об/хв
Машинний час	0,16 хв
Потужність різання	0,01 кВт
Осьова сила різання	5,69 Н
Стійкість свердла	32,34 хв

Обробка без охолодження

-----  
Розрахунок виконав  
Група

Виконуємо розрахунок режимів різання для операції 050, яка передбачає зенкування фаски розміром  $0,2-0,5 \times 45^\circ$  у отворі  $\varnothing 28$ .

Результати розрахунку

Вид обробки	Свердління
Верстат	МН-25-1
Матеріал заготовки	Сталь вуглецева
Матеріал інструменту	Р6М5

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Подача	0,3 мм/об
Хвилинна подача	75 мм/хв
Глибина різання	0,025 мм
Швидкість різання	22,03 м/хв
Частота обертання шпинделя	250 об/хв
Машинний час	0,08 хв
Потужність різання	0,01 кВт
Осьова сила різання	5,95 Н
Стійкість свердла	38,47 хв

Обробка без охолодження

-----  
Розрахунок виконав  
Група

Таблиця 2.5– Зведена таблиця режимів різання та норм часу по операціях

Назва переходу	t, мм	So, мм/об	L <sub>р.х.</sub> , мм.	V, м/хв	n, об/хв	To, хв.	Модель верстата
010 Свердлильна з ЧПУ 1. Свердлити отвір Ø27,6+0,1 в бобищі напрохід	1,6	0,4	33,8	43,3	500	0,64	2P135Ф2
2. Свердлити 2 отвори Ø22,6+0,1 в бобишках напрохід	1,6	0,35	42,2	35,4	500		
3. Зенкерувати отвір Ø28+0,021 в бобищі напрохід	0,2	0,5	33,8	70,3	800		
4. Зенкерувати 2 отвори Ø23+0,021 в бобишках напрохід	0,2	0,45	42,2	57,7	800		
015 Горизонтально-фрезерна Фрезерувати торці 2-х бобишок Ø23+0,021, витримуючи розміри 34-0,4; 2-0,4.	1,6	0,12	224	20,3	400	0,56	СФ-40
020 Свердлильна Свердлити отвір Ø5,5 в 2-х отворах Ø23+0,021.	2,75	0,03	78	17,28	1000	1,95	МР-25-1
025 Свердлильна Свердлити отвір Ø5,5 напрохід у отворі Ø5,5, витримуючи розмір 31,5 мм.	2,75	0,05	25	17,28	1000	0,63	МР-25-1
030 Свердлильна Свердлити отвір Ø5,5 напрохід у отворі Ø28+0,021.	2,75	0,06	11	21,6	1250	0,28	МР-25-1

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

035 Свердлильна Цекувати торець деталі, витримуючи розміри: Ø12 та 20 мм.	2	0,2	5	20,21	500	0,05	MP-25-1
045 Свердлильна Зенкувати фаски 0,2...0,5×45° в 2-х отворах Ø23+0,021 із двох сторін.	0,025	0,28	0,5	22,81	315	0,16	MP-25-1
050 Свердлильна Зенкувати фаску 0,2...0,5×45° у отворі Ø28+0,021 з 2-х сторін	0,025	0,3	0,5	22,03	250	0,08	MP-25-1

## 2.8 Розрахунок технічних норм часу при виконанні операцій

Аналітично обчислюємо технічні норми часу для свердлильної операції на верстат із ЧПК, а для інших операцій розрахунки вносяться до таблиці.

$$T_{шт-к} = \frac{T_{n-3}}{n} + T_{шт} \quad (2.35)$$

де  $T_{n-3}$  — підготовче-заклучний час на обробку;

$$T_{n-3} = 9 + 7 + 7 = 16 \text{ хв [1, ст.216]}$$

$n$  — кількість деталей у налагодженій партії, шт.

$$n = \frac{N \cdot a \cdot 2}{254} \quad (2.36)$$

де,  $N$  — річний обсяг випуску деталей;

$a$  — періодичність запуску становить:  $a = 5$  днів.

$$n = \frac{2000 \cdot 5 \cdot 2}{254} = 78,7 \text{ шт.} \quad (2.37)$$

$T_{шт}$  — штучний час для обробки деталі;

$$T_{шт} = T_o + T_{дон} + T_{обс} + T_{відн} \quad (2.38)$$

де,  $T_o$  — основний час на обробку,  $T_o=0,64$ ;

$l_1$  — відстань для відведення інструменту;

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

$T_{доп}$  — допоміжний час на обробки.

$$T_{доп} = (T_{вст} + T_{зо} + T_{кор} + T_{вим}) \quad (2.39)$$

де,  $T_{вст}$  - час на встановлення та зняття деталі, хв;

$$T_{вст} = 0,08 \text{ хв} , [1, \text{ст.199}].$$

$T_{з.о}$  - час на закріплення та відкріплення деталі, хв;

$$T_{з.о} = 0,025 \text{ хв} \quad [1, \text{ст.201}]$$

$T_{кер}$  - час на прийоми для управління, хв;

$$T_{кер} = 0,024 \text{ хв} .$$

$T_{вим}$  - час для вимірювання деталі, хв;

$$T_{вим} = 0,12 \text{ хв} , [1, \text{ст.206}];$$

$k$  — коефіцієнт серійності становить:  $k = 1.85$  [1, ст.101].

$$T_{доп} = (0,08+0,025+0,024+0,12) \cdot 1,85 = 0,46 \text{ хв}$$

Визначимо час на обслуговування робочого місця —  $T_{обс}$ :

$$T_{обс} + T_{від} = \left( \frac{T_o + T_{доп}}{100} \right) \cdot P_{відп} \quad (2.40)$$

де  $T_{від}$  — це час на відпочинок та особисті потреби;

$P_{відп}$  — норми часу для обслуговування робочого місця, відпочинок, а також природні потреби.

$$P_{відп} = 6\% [1, \text{ст.214}]$$

$$T_{обс} + T_{від} = \left( \frac{0,46 + 0,64}{100} \right) \cdot 6 = 0,066 \text{ хв}.$$

$$T_{ум} = 0,64 + 0,46 + 0,066 = 1,166 \text{ хв}$$

Норми штучно-калькуляційного часу визначимо за формулою:

$$T_{ум-к} = \frac{23}{78,7} + 1,166 = 1,46 \text{ хв}.$$

Розраховані технічні норми часу на інші операції зведено в таблицю 2.6

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.6– Зведена таблиця технічних норм часу по операціях

Операція	То	Твст	Тзо	Ткер	Твим	Тдоп	Тоб+Твід	Тшт	Тпз	Тшт-к
010	0,64	0,08	0,025	0,024	0,2	0,46	0,066	1,166	23	1,46
015	0,56	0,075	0,024	0,14	0,12	0,439	0,059	0,554	13	0,694
020	1,95	0,046	0,042	0,02	0,12	0,228	0,13	2,3	30	2,587
025	0,63	0,046	0,042	0,02	0,12	0,228	0,051	0,909	17	0,961
030	0,28	0,046	0,042	0,02	0,12	0,228	0,03	0,538	15	0,583
035	0,05	0,069	0,042	0,02	0,12	0,251	0,018	0,319	10	0,329
045	0,16	0,046	0,042	0,02	0,12	0,228	0,023	0,411	10	0,568
050	0,08	0,04	0,042	0,02	0,12	0,222	0,018	0,32	8	0,358

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3. Конструкторський розділ

#### 3.1 Проектування верстатного пристрою для закріплення деталей при механічній обробці

У цьому пункті описується процес проектування пристрою для фіксації заготовки — важеля під час фрезерування торця бобишки на горизонтально-фрезерному верстаті моделі СФ-40. Також розглядається проектування пристрою для закріплення тієї ж заготовки — важеля при свердлінні отвору діаметром  $\varnothing 5,5$  на вертикально-свердлильному верстаті моделі МР-25-1.

##### 3.1.1 Вибір установчих елементів, схеми базування та способу закріплення деталі в пристрої

Під час вибору установчих елементів враховуються загальні принципи встановлення заготовок. До установчих елементів висуваються такі вимоги: відповідна кількість і розташування елементів, забезпечення орієнтації заготовки згідно з прийнятою схемою базування та гарантування її достатньої стійкості в пристрої. У разі використання базових поверхонь із параметром шорсткості  $Ra > 20$  мкм установчі елементи рекомендується виготовляти з обмеженою опорною поверхнею. Це потрібно для мінімізації впливу нерівностей базових поверхонь на стійкість заготовки.

Установчі елементи не мають пошкоджувати базові поверхні, особливо ті, які надалі не підлягають повторній обробці. Крім того, такі елементи повинні мати високу жорсткість. Для її підвищення поліпшують якість з'єднання елементів із корпусом пристрою, проводять шліфування сполучених поверхонь, а також забезпечують щільне притискання елементів до корпусу за допомогою кріпильних деталей.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Збільшення відстані між опорами сприяє зменшенню впливу похибок у формі базових поверхонь на точність позиціювання заготовки в пристосуванні.

Враховуючи все, що було зазначено раніше, створюються схеми для базування та закріплення деталі важіль у пристосуваннях, які проектуються.

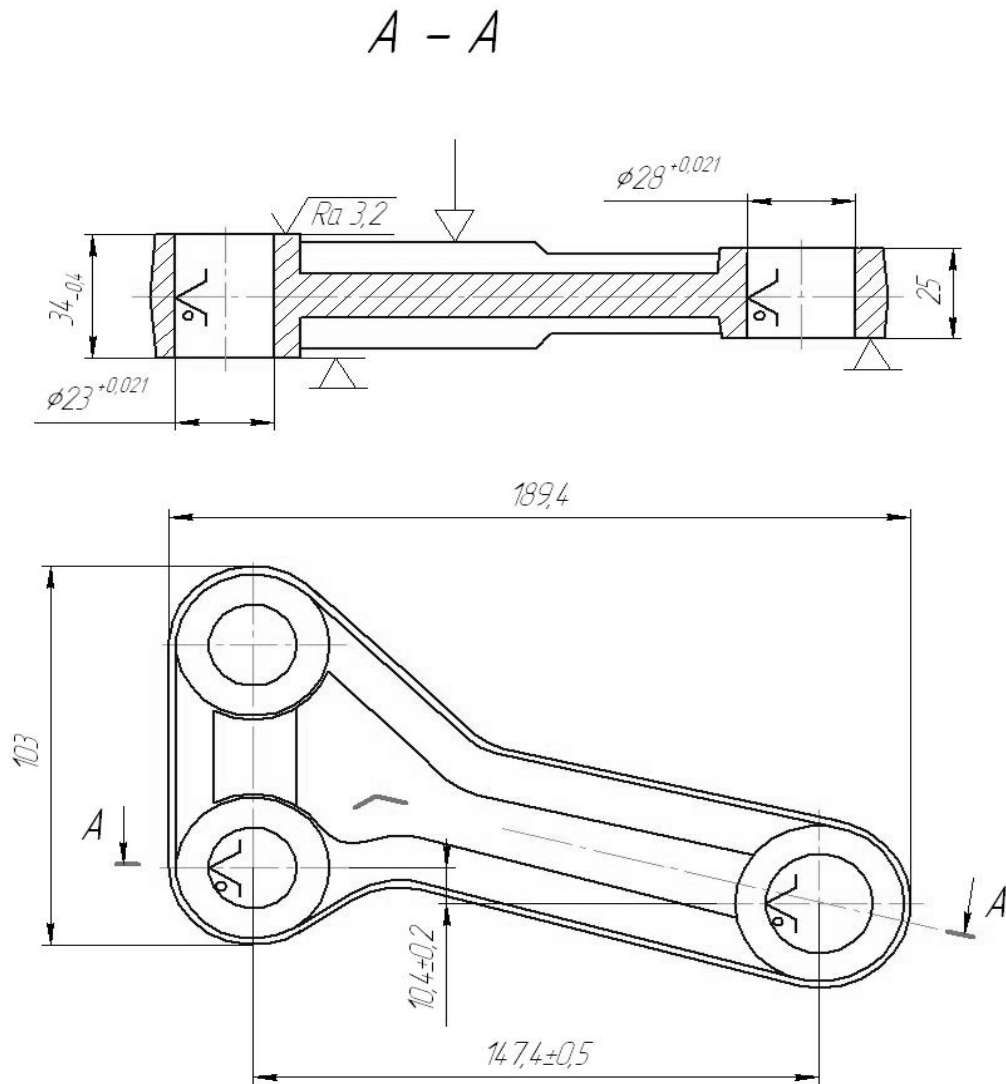


Рисунок 3.1–Схема базування важеля на фрезерному пристосуванні

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Основне призначення затискних пристосувань полягає в забезпеченні надійного контакту заготовки з установочними елементами, а також у запобіганні її зміщенню та виникненню вібрацій під час обробки.

Залежно від джерела створення затискного зусилля, затискні механізми поділяються на ручні та механізовані.

Оскільки у спроектованому пристосуванні заготовка базується внутрішніми поверхнями на центрувальних пальцях, спираючись при цьому в торці, сила закріплення повинна бути спрямована горизонтально. Для спрощення експлуатації пристосування та підвищення на дійності закріплення застосовуються механізовані затискні механізми, які приводяться в дію гідроциліндрами.

Схема закріплення представлена в такому вигляді.

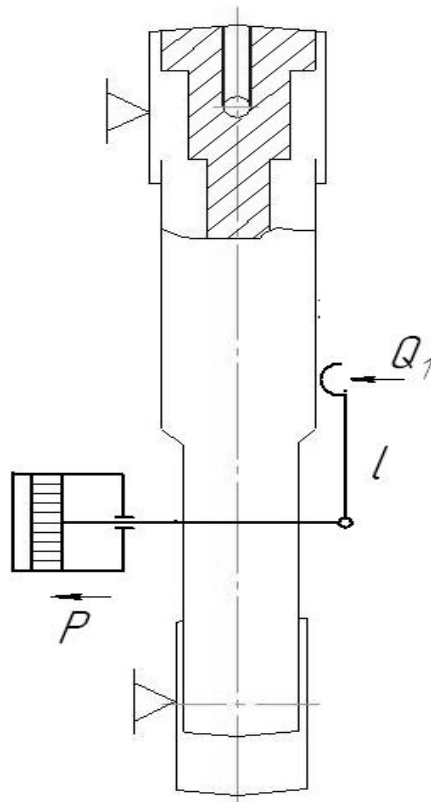


Рисунок 3.3 – Схема закріплення заготовки у свердлильному пристосуванні

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 1,6^1 \cdot 0,12^{0,75} \cdot 40^{1,1} \cdot 8}{100^{1,3} \cdot 400^{0,2}} \cdot 0,94 = 887H$$

Визначаємо величини сил тертя за такими формулами:

$$F_{TP1} = W \cdot f_1; \quad F_{TP2} = W \cdot f_2 \quad (3.3)$$

Для всіх елементів з сталі коефіцієнт тертя становить:

$$f=f_1=f_2=0,16$$

Тому:

$$F_{TP1} = F_{TP2} = W \cdot f$$

Визначимо коефіцієнт запасу:

$$\kappa = \kappa_0 \cdot \kappa_1 \cdot \kappa_2 \cdot \kappa_3 \cdot \kappa_4 \cdot \kappa_5 \cdot \kappa_6 \quad (3.4)$$

де  $\kappa_0$ - гарантований коефіцієнт запасу закріплення,  $\kappa_0=1,5$ ;

$\kappa_1$ -коефіцієнт, що враховує зростання сили різання через випадкові нерівності,  $\kappa_1=1,0$ ;

$\kappa_2$ -коефіцієнт, що враховує зростання сили різання, зумовлене затупленням інструменту,  $\kappa_2=1,6$ ;

$\kappa_3$ - коефіцієнт, що враховує умови обробки,  $\kappa_3=1,2$ ;

$\kappa_4$ - коефіцієнт, що характеризує похибку затискного пристрою,  $\kappa_4=1,0$ ;

$\kappa_5$ - коефіцієнт, що характеризує розташування рукояток,  $\kappa_5=1,0$ ;

$\kappa_6$ - коефіцієнт, що враховує крутний момент,  $\kappa_6=1,0$ .

$$\kappa = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,6 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,88$$

Визначаємо силу затиску  $W$  за формулою:

$$P_z \cdot \kappa = 4F_{TP} = 4W \cdot f \quad (3.5)$$

$$W = \frac{P_z \cdot \kappa}{4 \cdot f} = \frac{887 \cdot 2,88}{4 \cdot 0,16} = 3991H$$

Розрахуємо привід для фрезерного пристрою:

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Оскільки схема є симетричною, отримуємо:

$$M_{зг.А} = M_{зг.В} = 5341 H$$

Побудуємо схему згинаючих моментів:

$$M_{max} = M_{зг.С} = R_A \cdot l = 5341 \cdot 61 = 325,8 \cdot 10^3 H \cdot мм \quad (3.9)$$

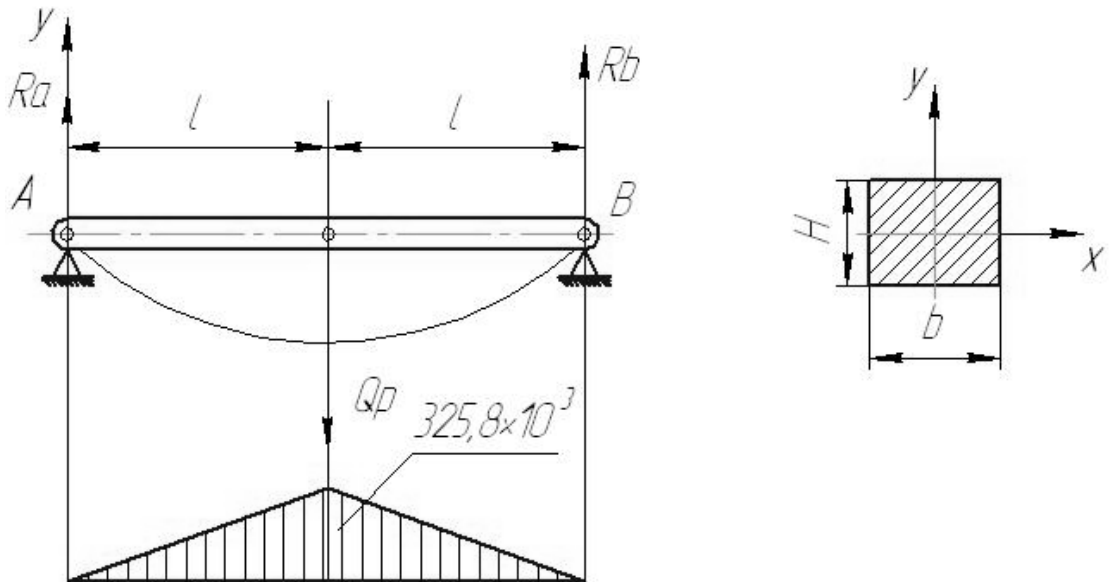


Рисунок 3.4 – Розрахункова схема

Умова при згині становить:

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W_x} \leq [\sigma],$$

де  $W_x$  – це момент опору перерізу.

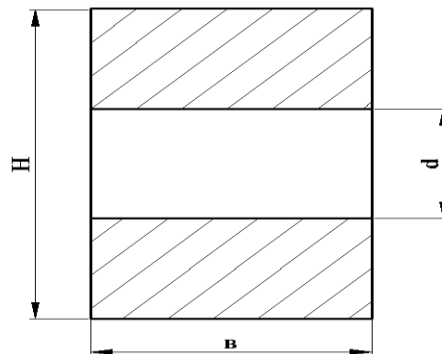


Рисунок 3.5 – Вигляд перерізу в точці С

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$$W_x \geq \frac{M_{\max}}{[\sigma]} = \frac{325,8 \cdot 10^3}{200} = 1629 \text{ мм}^3$$

За рекомендаціями, приймаємо  $B=D$  конструктивно  $H=2B$ .

Приймемо  $B=15$  мм;  $H=30$  мм;  $D=15$  мм.

Прогин важеля:

$$f = \frac{Qp \cdot (2l)^3}{48E \cdot I} \quad (3.10)$$

Момент інерції становитиме:

$$I = \frac{B \cdot H^3}{12} - \frac{B^4}{12} = \frac{15 \cdot 30^3}{12} - \frac{15^4}{12} = 29,5 \cdot 10^3 \text{ мм}^4$$

Прогин важеля дорівнює:

$$f = \frac{10682 \cdot (2 \cdot 61)^3}{48 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 29,5 \cdot 10^3} = 0,068 \text{ мм}$$

Прогин важеля мінімальний, що відповідає вимогам конструкції.

### 3.1.4 Розрахунок пристосування на точність

Знайдемо похибку установки заготовки у пристрої за такою формулою :

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{np}^2}, \quad (3.11)$$

$\varepsilon_{\delta}$  – похибка базування дорівнює нулю, оскільки конструкторські та технологічні бази співпадають;

$$\varepsilon_3 = 0,01 [2];$$

$$\varepsilon_{np} = \sqrt{\varepsilon_y^2 + \varepsilon_{zn}^2 + \varepsilon_e^2}, \quad (3.12)$$

де  $\varepsilon_y$  – це похибка виготовлення установочних елементів пристрою,

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\varepsilon_y = 0,005 \text{ мм [2];}$$

$\varepsilon_{\text{зн}}$  – похибка зношування установочних елементів,  $\varepsilon_{\text{зн}} = 0,007 \text{ мм [2];}$

$\varepsilon_{\text{в}}$  – похибка встановлення пристрою на верстаті,  $\varepsilon_{\text{в}} = 0,01 \text{ мм [2].}$

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \sqrt{0,005^2 + 0,007^2 + 0,01^2} = 0,022 \text{ мм}$$

Похибка установки становить:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\sigma}^2 + \varepsilon_z^2 + \varepsilon_{\text{пр}}^2} = \sqrt{0^2 + 0,01^2 + 0,022^2} = 0,025 \text{ мм}$$

Сумарна похибка в цьому випадку перевищує отримані похибки, що дозволяє зробити висновок про забезпечення необхідної точності обробки.

3.1.5 Розробка технічних умов на пристосування, компонування та опис його роботи

Пристосування для обробки торців бобишок важеля призначені для установки на вертикально-фрезерному верстаті моделі СФ-40.

Воно забезпечує базування і надійне закріплення важеля під час фрезерування.

Важіль, що обробляється	R50.127.276
Привод затискного механізму	пневмопривод
Робочий тиск у гідросистемі	0,4 МПа
Зусилля на штоці пневмоциліндра	3991 Н
Габаритні розміри пристосування, мм	
Зліва направо	285
Спереду до заду	476
Висота	300
Маса, не більше ніж, кг.	120

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технологічна характеристика пристрою:

Принцип роботи пристрою.

Корпус є зварним, що спрощує його виготовлення. Для точного встановлення пристрою на верстаті використовуються дві напрямні шпонки, закріплені гвинтами. Кріплення корпусу пристрою на стіл верстата здійснюється болтами через два вушка. Стиснуте повітря надходить у безштокову порожнину пневмоциліндра, що дозволяє поршню разом зі штоком піднімати коромисло з прихоплювачами вгору. Заготовка фіксується за допомогою двох отворів на два установочні пальці з буртиками. При перемиканні повітророзподільного крана, повітря подається в штокову порожнину пневмоциліндра, що опускає поршень зі штоком, коромислом і прихоплювачами вниз. Таким чином, прихоплювачі затискають заготовку, забезпечуючи її базування та фіксацію в проектованому пристрої.

### 3.2 Проектування контрольного пристрою для контролю паралельності двох торців бобишок

У сучасних умовах машинобудівного виробництва завдання підвищення ефективності та точності технічних засобів вимірювань вирішується через широке впровадження контрольно-вимірювальних пристроїв.

Контрольно-вимірювальні пристрої являють собою спеціалізовані виробничі засоби, що складаються з базуючих, затискних, передавальних і власне вимірювальних елементів.

Базуючі пристрої забезпечують правильне позиціонування деталей, що перевіряються, щодо засобів вимірювання.

Затискаючі пристрої сприяють підвищенню надійності фіксації деталі в обладнанні, одночасно залишаючись зручними у користуванні і не створюючи перешкод під час експлуатації контрольного пристосування.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ					

Контрольно-вимірювальними пристроями перевіряються різні параметри деталей та вузлів машин, зокрема:

- лінійні розміри, такі як діаметри отворів і валів, довжини, висоти та глибини;
- взаємне розташування поверхонь;
- відхилення від правильної геометричної форми деталей;
- нелінійні параметри, включаючи пружність, твердість, герметичність стінок і зварювальних швів;
- випробування працездатності складальних вузлів та машин у реальних експлуатаційних умовах або у середовищі, що їх імітує.

Конструкція кожного контрольного пристрою повинна відповідати різним вимогам, серед яких основними є:

1. Оптимальна точність і продуктивність вимірювання.
2. Технологічність у процесі виготовлення.
3. Зносостійкість.
4. Зручність у користуванні.

Контрольне пристосування, його елементи та вимірювальні засоби мають бути спроектовані таким чином, щоб, з одного боку, повністю відповідати задачам контрольних операцій, а з іншого — забезпечувати економічну доцільність їхнього використання.

У рамках цього дипломного проєкту таким контрольно-вимірювальним пристроєм є обладнання для визначення паралельності двох торців.

### 3.2.1 Розробка схеми вимірювання

Розробляється пристрій для перевірки паралельності двох торців бобишок. Деталь фіксується на спеціальному пальці з бортиком, після чого ніжка індикатора переміщується по другому торцю. Спостерігаючи за

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$\varepsilon_{зн}$  – похибка зношування установочних елементів,  $\varepsilon_{зн} = 0,01$  мм [2];

$\varepsilon_{в}$  – похибка встановлення пристрою на верстат,  $\varepsilon_{в} = 0,05$  мм[2].

$$\varepsilon_{np} = \sqrt{0,06^2 + 0,01^2 + 0,05^2} = 0,08\text{мм}$$

Отже, фактична похибка контрольно-вимірювального пристрою  $\varepsilon_{пр} = 0,08$ мм є меншою, ніж допустима похибка  $\varepsilon_{доп} = 0,12$ мм., тобто пристрій є придатним для контролю розміру  $35 \pm 0,4$  мм.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 4. Розділ безпеки життєдіяльності на виробництві

##### 4.1 Основні небезпеки ділянки, що проектується

На спроектованій ділянці, розробленій в межах дипломного проєкту, передбачається виготовлення деталі під назвою «Важіль», яка виконана зі сталі марки 45 ХЛ. Виробництво деталі здійснюється методом лиття за випалюваними моделями.

На ділянці можуть виникати наступні небезпечні виробничі фактори:

- фізичного характеру: рух транспортних засобів, робота рухомих елементів конструкцій обладнання, переміщення заготовок і виробів, утворення стружки, вплив високих або низьких температур, недостатнє освітлення робочої зони тощо;

- хімічні фактори;

- психофізіологічні фактори.

Правильна організація робочого місця допомагає мінімізувати вплив цих небезпечних чинників. Для оптимізації роботи на ділянці виготовлення деталі «Важіль» передбачено таке:

- Ретельне планування робочого простору та облаштування його сучасним обладнанням і технологічними пристроями.

- Забезпечення оптимального розташування виробничих матеріалів у просторі.

- Використання раціонального кольорового оформлення обладнання.

- Організація нормативного освітлення робочої зони.

При проектуванні робочого простору на запланованій ділянці передбачаються так і ключові аспекти:

– забезпечення можливості виконання ефективних та доцільних рухів, необхідних для трудового процесу;

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- оптимальне використання виробничої площі зі скороченням шляхів переміщення працівника під час транспортування деталей;
- раціональне розташування обладнання та оснащення відповідно до послідовності технологічного процесу;
- урахування загальних фізіологічних і антропометричних характеристик людини (зріст, розмах рук тощо).

Для транспортування заготовок деталі "важіль" на робочих місцях цього технологічного процесу використовуються ручні візки, по одному для кожної операції. Однак, під час переміщення заготовок за допомогою візків на ділянці існує ризик травмування через недбалість персоналу.

У ливарному цеху під час виготовлення заготовки деталі, зокрема важеля, відбувається виділення токсичних речовин. Це стає особливо помітним під час процесів плавлення і заливання металу, сушіння ковшів, виготовлення стрижнів тощо. Такі умови створюють потенційну загрозу для здоров'я працівників.

Під час механічної обробки деталей застосовуються фрезерні та свердлильні верстати, які вимагають використання мастильно-охолоджувальних рідин (МОР). Ці рідини використовуються у значних об'ємах і відзначаються великою варіативністю за складом. У процесі обробки можливе механічне розбризкування та випаровування МОР, зумовлене нагріванням інструменту під час роботи.

У наслідок випаровування мастильно-охолоджувальних рідин частина їх компонентів потрапляє в повітря у формі масляних та інших аерозолів, а також складних паро-газових сумішей. Вдихання цих речовин може викликати подразнення органів дихання, негативно впливати на легені і мати несприятливі наслідки для інших систем організму.

Крім того, розбризкування МОР може становити загрозу для органів зору працівників, а також викликати подразнення шкіри у співробітників

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поруч із робочою зоною. Водночас мастильно-охолоджувальні рідини зменшують розлітання пилу, сприяючи його стіканню разом із рідиною.

Зона різання представляє потенційну небезпеку для всіх механічних операцій, тому необхідно строго дотримуватись правил експлуатації для кожного типу обладнання. Підвищений ризик обумовлений рухомими частинами верстатів і пристроями, призначеними для закріплення інструментів чи деталей.

Під час свердлильної операції з ЧПК і горизонтально-фрезерної операції використовуються затискні пристрої з пневматичним приводом. У разі раптового відключення стисненого повітря може відбутися розкріплення деталі, що здатне спричинити травматизм або нещасний випадок. З метою запобігання подібним ситуаціям на верстатах передбачені захисні механізми, які захищають працівників або вчасно попереджають їх про можливу небезпеку.

Інтеграція верстатів з ЧПК на вертикально-свердлильних операціях значно знижує ризики травматизму. Працівник виконує лише встановлення і знімання деталей та запуск програми обробки, не беручи безпосередньої участі у роботі верстата.

Оскільки всі верстати на ділянці живляться від електромережі, існує ризик ураження робітників електричним струмом. Для мінімізації таких ризиків на кожному верстаті передбачене захисне заземлення. Перед початком роботи працівник повинен провести візуальний огляд системи заземлення, переконатись у її справності і тільки тоді приступати до виконання завдань.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 4.2 Пожежна небезпека на ділянці (джерела, засоби захисту, категорія приміщень за ступенем небезпеки)

### 4.2.1 Загальна характеристика

Основними причинами виникнення пожежі на запроектованій ділянці можуть бути:

- недотримання правил пожежної безпеки;
- необережне поводження з вогнем;
- несправність електрообладнання;
- аварії чи катастрофи;
- природні явища.

Процес горіння на зазначеній ділянці можливий за умови наявності:

- горючої речовини: твердих, рідких або газоподібних матеріалів, що здатні до окислення з виділенням тепла та світлового випромінювання;
- окислювача: кисню, хлору, фтору, сірки та інших речовин, які при нагріванні чи механічному впливі можуть розкладатися з виділенням кисню;
- джерела запалювання: дії на горючу речовину та окислювач, що може спричинити займання. Джерела запалювання поділяються на відкриті та приховані.

За відсутності хоча б одного з цих трьох факторів процес горіння не виникає.

За горючими властивостями речовини та матеріали поділяються на три групи:

- Горючі: здатні самозайматися, займатися від джерела запалювання та продовжувати горіти після його усунення.
- Важко горючі: можуть займатися у повітрі від джерела запалювання, але не горять за його відсутності.
- Негорючі: не здатні до горіння в повітрі.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На виробничій дільниці, де здійснюється обробка деталей типу важіль, застосовується мастило для змащування робочих вузлів верстатів, що використовуються у технологічному процесі.

Таким чином, можна зробити висновок, що на дільниці присутні важкогорючі речовини, які за певних умов можуть займатися у повітрі від джерела запалювання, проте не підтримують горіння за його відсутності.

4.2.2 Заходи, що потрібно передбачити при проектуванні дільниці, для запобігання виникнення пожежонебезпеки

При проектуванні дільниці для виготовлення деталі типу важіль передбачено заходи щодо безпечної евакуації, які включають створення шляхів евакуації та евакуаційних виходів. Це необхідно для забезпечення можливості швидкого та безпечного виходу людей у разі виникнення пожежі чи іншої надзвичайної ситуації. Евакуаційні шляхи повинні забезпечувати мінімально складний і найкоротший маршрут для виходу назовні.

На даній дільниці передбачається наявність щонайменше двох евакуаційних виходів, що відповідають встановленим нормативним вимогам, а саме:

- Відстань від найбільш віддаленого робочого місця до евакуаційного виходу чи до сходової клітки залежить від категорії виробництва щодо пожежної небезпеки, ступеня вогнестійкості будівлі та її поверховості.

- У приміщеннях з виходом у тупиковий коридор відстань від дверей виробничого приміщення до найближчого виходу чи сходової клітки не повинна перевищувати 20 метрів.

- Двері, призначені для евакуації, мають відкриватися в напрямку виходу з будівлі. Використання розсувних або піднімальних дверей на шляхах евакуації категорично заборонено.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У дипломному проєкті передбачено встановлення протипожежних перешкод під час проектування ділянки. Ці заходи спрямовані на обмеження поширення пожежі та є важливою складовою забезпечення протипожежної безпеки. Протипожежні перешкоди включають протипожежні стіни, зони, розриви та неспалимі перекриття.

На розглянутій ділянці протипожежні стіни використовуються для відокремлення виробничих приміщень від адміністративно-побутових і складських зон, а також для поділу великих виробничих і складських площ або територій з різним рівнем пожежної небезпеки на окремі секції.

#### 4.2.3 Загальна характеристика протипожежних стін та протипожежних зон

Протипожежна стіна може бути суцільною або мати прорізи, закриті спеціальними протипожежними дверима чи воротами. Вона встановлюється прямо на фундамент і перерізає всі конструктивні елементи споруди.

Протипожежні стіни класифікуються як внутрішні, зовнішні, дахові та окремо стоячі. Внутрішні стіни поділяють будівлю на окремі частини, а зовнішні виконують функцію межі будівлі, запобігаючи поширенню пожежі на сусідні споруди. Внутрішні і зовнішні стіни можуть бути орієнтовані вздовж або поперек основної осі будівлі, залежно від їх розташування. Дахові протипожежні стіни використовуються для створення роздільних відсіків на покрівлі. Вони також виконують функцію бар'єру, який захищає від дії променистої енергії.

Конструкція протипожежних стін передбачає пере різання перекриттів, покриттів, ліхтарів та інших конструктивних елементів, що виступають над дахом. Висота таких стін повинна становити неменше 60 см над покрівлею з

						ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			



облаштовують протипожежні зони. Такі зони є смугами з негорючим покриттям, які спираються на опори з матеріалів, що не піддаються горінню. Вони слугують для поділу горючих або важко займистих покриттів, перекриттів і стін на відсіки шириною не менш як 6 метрів.

Протипожежні зони можуть бути розташовані як поперечно, так і поздовжньо. Торцеві частини вертикальних стінок, що обмежують зону, мають виступати над покрівлею.

Відстань протипожежних розривів між двома будівлями, спорудами чи закритими складами встановлюється відповідно до ступеня їхньої вогнестійкості та найбільш пожежо небезпечного виробництва в них.

#### 4.2.4 Пожежна техніка, що використовується на ділянці

На проєктованій ділянці передбачається використання протипожежної техніки для забезпечення захисту від пожеж, відповідно до вимог ДСТ 12.4.009-75. До цієї техніки належать засоби сигналізації, які дозволяють своєчасно виявити джерело загоряння та оперативно повідомити пожежну службу про інцидент і його локацію.

Ефективне забезпечення такого оповіщення досягається за допомогою систем пожежного зв'язку та сигналізації. Найбільш надійним варіантом серед цих систем є електрична пожежна сигналізація (ЕПС). Окремі моделі таких систем додатково забезпечують автоматичний запуск засобів пожежогасіння в приміщенні. Система ЕПС складається з оповіщувачів, ліній зв'язку, приймальної станції (комутатора), джерела живлення, а також звукових і світлових засобів сповіщення.

У системах з променевою структурою оповіщувачі з'єднуються з приймальною станцією індивідуальними проводами. Кожен промінь передбачає два дроти: прямий та зворотний.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

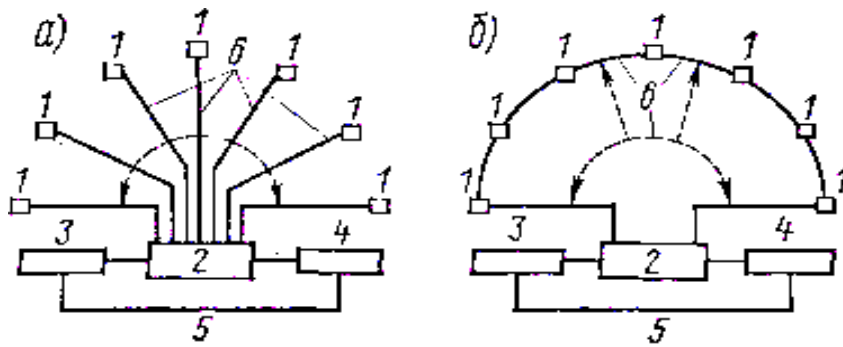


Рисунок 4.2 – Схема пристрою систем електричної пожежної сигналізації

а — променева радіальна; б — шлейфна кільцева; 1 — оповіщувачі-датчики; 2 — прийомна станція; 3 — блок резервного живлення від акумуляторів; 4 — блок живлення від мережі (з перетворювачем струму); 5 — система переключення; 6 — проводка

У променевій системі пожежної сигналізації кожен оповіщувач підключено до приймальної станції за допомогою окремої проводки, яку називають променем. Кожен промінь складається з двох проводів: прямого та зворотного.

Ця система є досить надійною, оскільки вона дозволяє одночасно отримувати сигнали від усіх променів. Проте її головним недоліком виступає велика кількість необхідних проводів. На відміну від цього, шлейф на кільцева система наразі не використовується.

Електрична пожежна сигналізація реалізована так, що електричний струм постійно циркулює через промені та проводи приймальної станції. Це рішення забезпечує безперервний контроль за справністю всієї системи, а також спрощує швидке виявлення несправних ділянок.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оповіслювачі поділяються за способом активації на ручні та автоматичні. Ручні моделі передають у лінію зв'язку спеціальний електричний код через переключення контактів при натисканні кнопки.

Автоматичні пожежні оповіслювачі (АПО) активуються при зміні параметрів навколишнього середовища в разі пожежі, реагуючи на ознаки, такі як підвищення температури, поява диму й відкритий вогонь.

Основні заходи протипожежного захисту, які передбачаються при проектуванні ділянки:

- Організаційні заходи: навчання працівників правилам пожежної безпеки, організація пожежної охорони, проведення бесід і лекцій, створення необхідних інструкцій, плакатів тощо.

- Технічні заходи: дотримання правил і норм при побудові систем охолодження, вентиляції, кондиціонування повітря, будівництві споруд і встановленні технологічного обладнання.

- Експлуатаційні заходи: правильне використання систем опалення, вентиляції кондиціонування повітря, належне утримання територій.

Режимні заходи включають заборону або обмеження використання відкритого вогню в пожежо небезпечних місцях, заборону куріння у невстановлених місцях, а також обов'язкове дотримання норм і правил при роботі з вогнебезпечними й вибухонебезпечними матеріалами.

При плануванні ділянки передбачені під'їзди для пожежних автомобілів. Для забезпечення водою протипожежних потреб уздовж проїздів у закритих колодязях встановлюються пожежні гідранти.

Протипожежний водопровід проектують таким чином, щоб забезпечити подачу необхідного обсягу води під відповідним тиском протягом трьох годин для гасіння пожежі. У випадку недостатнього тиску води його збільшують за допомогою насосів або пожежних мотопомп.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Необхідно визначити площу віконних прорізів, достатню для забезпечення нормативного рівня природного освітлення у виробничому приміщенні.

Розрахунок зводиться до обчислення площі вікон, яка відповідатиме нормованому значенню коефіцієнта природної освітленості у визначеній точці.

У разі одностороннього бічного освітлення розрахункову точку розташовують на відстані 1 метра від стіни, яка є найдалішою від вікон. Для двостороннього бічного освітлення розрахункова точка знаходиться в центральній частині приміщення.

Проведемо розрахунок:

- коефіцієнти відбиття стелі  $\rho_{\text{п}} - 30\%$ ;
- коефіцієнти відбиття стін  $\rho_{\text{с}} - 10\%$  ;
- коефіцієнти відбиття робочої поверхні  $\rho_{\text{р}} - 10\%$ , [5, табл.3].

Довжина приміщення:  $A = 18$  м.

Ширина приміщення:  $B = 12$  м.

Висота приміщення:  $h = 6$  м.

Об'єм будівлі:  $V_{\text{б}} = 1373$  м<sup>3</sup>.

Визначимо нормоване значення коефіцієнта природної освітленості (КПО) за такою формулою:

$$e_{\text{н}} = e_{\text{н}}^3 \cdot m \cdot C \quad (6.1)$$

де,  $e_{\text{н}}^3$  – нормоване значення коефіцієнта природної освітленості (КПО), для будівель розташованих у 4-му поясі світового клімату.  $e_{\text{н}}^3 = 1$  [5, табл. Д 14];

$m$  – коефіцієнт світового клімату із врахуванням географічних районів розташування будинку  $m = 0,9$  [5, табл. Д 15];

$C$  – коефіцієнт сонячного клімату із врахуванням орієнтації світлових прорізів відносно сторін світу  $C = 0,75$  [5, табл. Д 16].

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підставляємо значення у формулу:

$$e_n = 1 \cdot 0,9 \cdot 0,75 = 0,675$$

Визначимо загальний коефіцієнт пропускання світло за такою формулою:

$$t_0 = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 \quad (6.2)$$

де,  $t_1$  — коефіцієнт світло пропускання даного матеріалу;  $t_1 = 0,8$  [5, табл. Д 20];

$t_2$  — коефіцієнт, який враховує втрати світла у рамах вікон;  $t_2 = 0,75$ ;

$t_3$  — коефіцієнт, який враховує втрати світла у несучих конструкціях;

$t_3 = 1$  [5, стр.12];

$t_4$  — коефіцієнт, який враховує втрати світла у сонцезахисних пристроях,  $t_4 = 1$ ;

$t_5$  — коефіцієнт, який враховує втрати світла у захисній сітці, встановленій під ліхтарями;  $t_5 = 1$  [5, стр.12].

$$t_0 = 0,8 + 0,75 + 1 + 1 + 1 = 0,6$$

Визначимо середній коефіцієнт відбиття стелі, стін та підлоги за формулою:

$$\rho_{сер} = \frac{(\rho_n + \rho_p) \cdot S_{np} + \rho_c \cdot S_c}{2 \cdot S_{np} + S_c} \quad (6.3)$$

де,  $S_{np}$  — площа приміщення, яку визначимо за такою формулою:

$$S_{np} = A \cdot B = 18 \cdot 12 = 216 \text{ м}^2 \quad (6.4)$$

$S_c$  — площа стін, яку визначимо за формулою:

$$S_c = 2(A \cdot h + B \cdot h) = 2(18 \cdot 6 + 12 \cdot 6) = 360 \text{ м}^2 \quad (6.5)$$

$$\rho_{сер} = \frac{(0,3 + 0,1) \cdot 216 + 0,1 \cdot 360}{2 \cdot 216 + 360} = 0,15$$

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахуємо площу вікон:

$$S_o = \frac{E_n \cdot S_{np} \cdot \eta_o \cdot K_3}{100 \cdot \tau_o + r_1} \cdot K_{буд} \quad (6.6)$$

де  $K_3$  — це коефіцієнт запасу,  $K_3 = 1,3$  [5, табл. Д 17];

$\eta_o$  — світлова характеристика вікон, яка складає  $\eta_o = 19$  [5, табл. Д 18];

$K_{буд}$  — коефіцієнт, який враховує затінення вікон сусідніми будівлями,  $K_{буд} = 1,1$  [5, табл. Д 19];

$r_1$  — коефіцієнт, що враховує підвищення КПО за рахунок світла, яке відбивається від внутрішніх поверхонь приміщення,  $r_1 = 3,6$  [1. табл. Д 22].

$$S_o = \frac{0,67 \cdot 1,3 \cdot 19 \cdot 216}{100 \cdot 0,6 + 3,6} \cdot 1,1 = 56,2 \text{ м}^2$$

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Висновки

Ефективне виробництво можливе завдяки впровадженню сучасного обладнання, вдосконалених технологічних процесів та зниженню собівартості продукції. Досягнення зменшення витрат та трудомісткості деталі забезпечується за умов раціонального підходу до отримання заготовки.

У рамках цього дипломного проекту проведено аналіз і техніко-економічні розрахунки для двох варіантів виготовлення заготовок деталі важіль R 50.127.276. За програмою виробництва в кількості 50 000 одиниць річний економічний ефект від виготовлення заготовки методом штампування становить 296 000 грн.

При виборі оптимального технологічного маршруту механічної обробки деталі основним критерієм був мінімум приведених затрат на виготовлення одиниці продукції. Для обробки поверхні o55h9 розглянули два варіанти: перший включав чорнове точіння, напівчистове точіння, чистове точіння та чорнове шліфування; другий — чорнове та напівчистове точіння, чорнове та чистове шліфування. Заміна операцій у другому варіанті дозволила забезпечити економію в розмірі 35 грн на одну деталь.

Було здійснено заміну деяких верстатів: операція 025 (токарна) тепер виконується на токарному шестишпindelному напівавтоматі 1Б290П-6К замість токарно-гвинторізного верстата 16К20, а операція 045 (свердлильно-різьбонарізна) – на агрегатному напівавтоматі ХА13314 замість вертикально-свердлильного верстата 2Н135.

Після проведення розрахунків витрат на виробництво та калькуляції собівартості одиниці продукції з урахуванням нового маршруту обробки деталі в рамках дипломного проекту, порівняно з базовим (заводським), собівартість одного виробу зменшилась до 19,15 грн проти заводської у 21,21 грн. Такий підхід забезпечив річну економію в розмірі 103 тисяч гривень.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У дипломному проєкті також було розроблено заходи з охорони праці. Спроектовано систему природного освітлення та систем у пожежної сигналізації, які створюють умови для комфортної та безпечної роботи працівників. Це сприяє підвищенню продуктивності праці, зниженню ризиків виробничих травм і професійних захворювань, а також забезпеченню належного рівня захисту персоналу.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Перелік джерел посилання

1. Гоголь С. В. Технологія машинобудування. – К.: Либідь, 2019. – 432 с.
2. Дьяків Л. Г., Резнік В. І. Технологія механічної обробки. – Харків: НТУ "ХП", 2021. – 348 с.
3. Курбатов І. М. Проєктування спеціальних пристроїв. – К.: Вища школа, 2017. – 292 с.
4. Пласконіс М. І. Технологічне оснащення верстатів. – К.: Ліра-К, 2018. – 304 с.
5. Чеботарьов В. І. Металорізальні верстати. – Харків: НТУ "ХП", 2020. – 388 с.
6. Григоренко А. О. Основи охорони праці. – Львів: Львівська політехніка, 2021. – 360 с.
7. ДСТУ Б В.2.5-28:2006. Природне і штучне освітлення.
8. Жежерун А. Ю. Основи конструювання технологічного оснащення. – К.: Лібра, 2022. – 284 с.
9. Шлапак В. П. Проєктування пристроїв в машинобудуванні. – К.: Освіта України, 2020. – 267 с.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		