

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

Технологія виготовлення деталі «Правильна рамка ІА6219-31-402»  
Назва теми

з використанням верстатів 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

Освітня програма «технології машинобудування»  
Назва

Шифр ДІПМ.ФГГА.25.00.ПЗ

Виконав студент 3 курсу група ПМТс-22-2  
Шифр

  
Підпис

Віталій ХАРЧУК  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник канд. техн. наук, доцент  
Науковий ступінь, звання

  
Підпис

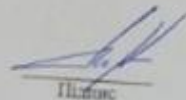
Сергій БИСЬ  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтролер канд. техн. наук, доцент

  
Підпис

Сергій БИСЬ  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:  
Завідувач кафедри технології машинобудування  
Назва

  
Підпис

Віталій ТКАЧУК  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Дата «25» 06 2025

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТМ

Віталій ТКАЧУК

7.02.2025

**ЗАВДАННЯ  
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ**

Харчук Віталій Володимирович

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема дипломної роботи Технологія виготовлення деталі «Правильна рамка ІА6219-31-402» з використанням верстатів з ЧПК

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

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

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

2. Строк подання студентом роботи на кафедру 10 червня 2023

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) креслення деталі «Правильна рамка ІА6219-31-402» 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 наладки (1 лист А2); креслення верстатного пристрою (1 лист А1); креслення контрольного пристрою (1 лист А2)



ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ГОЛОВІ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ КОМІСІЇ

Направляється студент Харчук Віталій Володимирович на захист дипломного проєкту (роботи)  
(прізвище, ім'я, по батькові)  
за спеціальністю 131 - Прикладна механіка

На тему: Технологія виготовлення деталі «Правильна рамка ІА6219-31-402» з використанням верстатів з ЧПК

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

Декан факультету

ОЛЕГ ПОЛІЩУК

(підпис)

(ім'я, прізвище)

ДОВІДКА УСПІШНОСТІ

Харчук В.В. з 2022 по 2025 роки повністю виконав навчальний план спеціальності з таким розподілом оцінок за:

національною шкалою: відмінно 0,00 %, добре 43,59 %, задовільно 56,41 %.

шкалою ЄКТС: А 1,82 %, В 18,18 %, С 27,27 %, D 21,82 %, E 30,91 %.

Методист факультету

(підпис)

(ім'я, прізвище)

ВИСНОВОК КЕРІВНИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ (РОБОТИ)  
ТА ОБГРУНТУВАННЯ ОЦІНКИ

Студент

*Харчук Віталій під час роботи над дипломним проєктом продемонстрував себе грамотним фахівцем. Робота виконана вчасно і згідно графіка.*

Оцінка дипломного проєкту (роботи)

Керівник дипломного проєкту

(підпис)

(ім'я, прізвище)

" 25 " 06 2025 р.

ВИСНОВОК КАФЕДРИ ПРО ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ)

Дипломний проєкт (роботу) розглянуто. Студент Харчук В.В. допускається до захисту цього проєкту (роботи) в екзаменаційній комісії.

Завідувач кафедри

(назва)

(підпис, ім'я, прізвище)

" 25 " 06 2025 р.

РЕЦЕНЗІЯ  
на дипломний проект бакалавра  
студента Віталія Харчука

на тему: Технологія виготовлення деталі "Правильна рамка IA6219-31-402" з використанням верстатів з ЧПК

У дипломному проєкті Віталія Харчука виконано вдосконалення технологічного процесу механічного оброблення деталі «Правильна рамка IA6219-31-402»

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

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

Розроблені технологічні операції для верстатів з ЧПК HAAS ST-30, STILER WS32, з використанням у створенні програм керування САМ – пакету ESPRIT.

У конструкторському розділі спроектовано верстатний пристрій для фрезерування та контрольно-вимірювальний інструмент для контролю радіального биття.

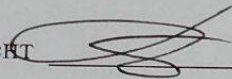
Загальний висновок та оцінка

При виборі методу отримання заготовки доцільно би було розглянути інші варіанти.

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

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

Рецензент



к.т.н., доц. Бабак О.П.

«\_\_» червня 2024 р.

РІШЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ КОМІСІЇ КАФЕДРИ \_\_\_\_\_

*Т.М.*

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Назва кваліфікаційної роботи *Технологія виготовлення деталі "Травильна рамка" ЗАБ219-*  
Автор *Карчук В.В.*  
Освітня програма *Технологія машинобудування*  
Рівень вищої освіти *перший (бакалавр)*  
Спеціальність *131 Прикладна механіка*  
Науковий керівник: *Білик 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:

*Anti-plagium - 37%*

*Write Plagiat 25.6%*

Дата \_\_\_\_\_

Завідувач кафедри

Підпис

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Гарант освітньої програми

Підпис

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник кваліфікаційної роботи

Підпис

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

*В.П. Карчук*

*Мелько В.В.*

*Костюк С.А.*

Завідувачу кафедри

Механіки та машинобудування

Пікачук В.П.

здобувача вищої освіти (студента)

ІІБ, факультет, «курс», «група»

Харчук В.В., ФІІА, ІІМ/Іе-22-2

### ЗАЯВА

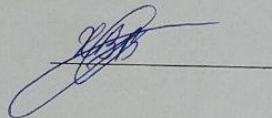
З правилами чинного Положення про систему забезпечення академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті, згідно з яким виявлення академічного плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту і застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, 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.

25.06.2025

дата



підпис

## Реферат

Дипломного проекту на тему:  
Технологія виготовлення деталі "« Правильна рамка ІА6219-31-402» з  
використанням верстатів з ЧПК

Здобувач: Віталій ХАРЧУК Керівник: к.т.н., доцент Сергій БИСЬ

Дипломний проект присвячений удосконаленню технологічному процесу виготовлення корпусу із застосуванням верстатів з ЧПК, а саме фрезерно-розточувальних оброблюючих центрів фірми НААС США (Швейцарія).

Проаналізувавши існуючий технологічний процес та запропоновано новий технологічний процес виготовлення піввісі із застосуванням верстатів з ЧПК.

Для виконання технологічного процесу виготовлення деталі Правильна рамка ІА6219-31-402 застосоване відповідне обладнання та різальний інструмент, опрацьовані розрахунки припусків, режимів різання та норм часу на виконання операцій оброблення.

Опрацьовані розрахунки верстаних пристроїв для фрезерування та свердлування, з визначенням сили затиску, розрахунком елементу пристрою на міцність, та точність і приведено опис його роботи. Опрацьовані розрахунки контрольного інструменту на точність і приведено опис його роботи.

У розділі охорони праці зазначено правові аспекти з охорони праці, проаналізовано умови праці на предмет безпеки та зазначено заходи з охорони праці для їх покращення.

Дипломний проект складається з пояснювально-розрахункової записки на сторінок друкованого тексту, та \_ листів формату А1 графічної частини. Ключові слова: деталь, Правильна рамка ІА6219-31-402, верстат з числовим програмним керуванням (ЧПК), пристрій, інструмент різальний, технологічний процес .

Автор:

Харчук В.

/Підпис/

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.15.00.ПЗ</i>			
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата	Проект технологія виготовлення деталі «Правильна рамка ІА6219-31-402» з використанням верстатів з ЧПК.	Літера	Аркуш	Аркушів
Виконав	Харчук В.					н	4	72
Перевір.	Бись							
Н.контр.	Бись							
Затвер.	Ткачук В.П.					<b>ХНУ гр. ПМТс-22</b>		

## Зміст

<b>Вступ</b>	6
<b>1. Загальний розділ</b>	7
1.1. Стан питання та постановка задачі дипломного проектування	7
1.2. Аналіз об'єкта виробництва	9
1.3. Аналіз технологічності конструкції деталі	12
1.4. Визначення типу та організаційної форми виробництва	14
<b>2. Технологічний розділ</b>	17
2.1. Аналіз існуючого технологічного процесу	17
2.2. Вибір заготовки та техніко-економічне обґрунтування методу її отримання	24
2.2.2. Визначення припусків та допусків на розміри заготовки	26
2.3. Розробка технологічних операцій	32
2.4. Розрахунок припусків на механічну обробку	37
2.5. Розрахунок та вибір режимів різання	40
2.5.1. Розрахунок режимів різання аналітичним методом	40
2.5.2. Розрахунок режимів різання табличним методом	44
2.5.3. Розрахунок режимів різання із використанням ЕОМ.	46
2.6. Розрахунок технічних норм часу при виконанні операцій	54
2.7. Визначення рівня механізації технологічного процесу	56
<b>3. Конструкторський розділ</b>	57
3.1. Проектування верстатного пристрою для фрезерування.	57
3.2. Проектування контрольно-вимірювального пристрою	62
<b>4. Охорона праці</b>	64
4.1. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів	64
4.2. Заходи щодо забезпечення безпеки праці та виробничої санітарії	66
<b>Список використаних джерел</b>	<b>72</b>

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

## ВСТУП

Значення машинобудування для народного господарства

Машинобудування є ключовою галуззю промисловості народного господарства країни. Його продукція – різноманітні машини – постачається до всіх секторів економіки. Зростання промисловості та народного господарства, а також темпи їх технічного переозброєння значною мірою залежать від рівня розвитку машинобудування.

Завдання технологів-машинобудівників та технічний прогрес

Перед технологами-машинобудівниками стоять важливі завдання: подальше підвищення якості машин, зниження трудомісткості, собівартості та матеріалоемності їх виробництва, впровадження поточних методів роботи, механізація та автоматизація виробництва, а також скорочення термінів підготовки виробництва до освоєння нових об'єктів.

Технічний прогрес у машинобудуванні характеризується не лише удосконаленням конструкції машин, але й безперервним розвитком технології їх виробництва. Важливо якісно, економічно та у встановлені планові терміни, з мінімальними витратами, виготовити машину, використовуючи високопродуктивне обладнання, технологічне оснащення, засоби механізації та автоматизації виробництва. Від обраної технології виробництва залежить надійність функціонування вироблених машин, а також економіка їх експлуатації. Удосконалення технології машинобудування визначається потребами суспільства у необхідних машинах. Розвиток нових, прогресивних технологічних методів сприяє конструюванню більш досконалих машин, зниженню їх собівартості та зменшенню витрат праці на їх виготовлення.

Вплив технологій на конструкцію та якість машин.

Масовий випуск машин став можливим завдяки розвитку високопродуктивних методів виробництва. Подальше ж зростання швидкості, точності, потужності, коефіцієнта корисної дії,

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

зносостійкості та інших показників роботи машин було досягнуто внаслідок розробки нових технологічних методів та процесів. Загальне компоновання та конструктивне оформлення машин суттєво впливають на технологію їх виготовлення. Конструкція машин не може розроблятися без врахування технології їх виробництва.

### Досконалість конструкції та значення точності

Досконалість конструкції машин характеризується її відповідністю сучасному рівню техніки, економічністю в експлуатації, а також тим, якою мірою враховані можливості використання найбільш економічних і продуктивних технологічних методів її виготовлення відповідно до загального обсягу випуску та умов виробництва. Точність у машинобудуванні має велике значення для підвищення експлуатаційної якості машин та для технології їх виробництва. Збільшення точності машин, деталей і заготовок знижує трудомісткість механічної обробки. При автоматизації виробництва необхідна якість продукції повинна досягатися в результаті стійкої та надійної роботи технологічного обладнання. З розвитком автоматизації виробництва завдання отримання продукції високої якості стає дедалі актуальнішим.

## 1. Загальний розділ

### 1.1 Стан питання та постановка задачі дипломного проектування

У межах дипломного проектування необхідно розробити проект дільниці механічної обробки деталі «Правильна рамка ІА6219-31-402». Ця робота передбачає вирішення комплексу питань, спрямованих на досягнення вищого технологічного рівня виготовлення деталі порівняно з існуючим на виробництві. Це стосується як впровадження нових прогресивних методів обробки, так і покращення техніко-економічних показників.

Для цього слід:

- Ознайомитися з конструкцією та технічними характеристиками деталі, її призначенням та функціями у виробі.

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

- Здійснити критичну оцінку технологічності конструкції деталі та розробити пропозиції щодо її покращення.
- Провести техніко-економічний розрахунок двох варіантів виготовлення заготовок і обрати найоптимальніший, який забезпечує найефективніше використання металу та матеріальних ресурсів.
- Проаналізувати мету кожної операції технологічного процесу: підготовку баз, зняття зайвого припуску, досягнення заданої точності (розрахунки параметрів, розмірів, форми, взаємного розташування поверхонь, заданої шорсткості тощо).
- Серед двох варіантів технологічного маршруту обробки деталі вибрати найбільш раціональний для даних умов виробництва, порівнюючи мінімуми приведених витрат на одиницю продукції.
- Призначити та розрахувати операційні припуски, режими різання та технічні норми часу, при цьому розрахунки припусків підтвердити за допомогою ЕОМ.
- Спроекувати спеціальний верстатний пристрій для закріплення деталі під час механічної обробки, а також один контрольно-вимірювальний пристрій.
- Організаційний розділ та висновки.
- В організаційному розділі дипломного проекту необхідно представити основні положення щодо організації виробництва дільниці, що проектується.
- Згідно з вимогами техніки безпеки, мають бути розроблені конкретні заходи, які відповідають специфічним умовам технологічного процесу обробки деталі, з урахуванням плану розташування обладнання.
- Також в цьому розділі виконуються планово-нормативні розрахунки, що включають визначення:
  - Капіталовкладень в основні фонди.
  - Витрат основних матеріалів та напівфабрикатів.
  - Трудомісткості продукції.
  - Чисельності робітників.

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



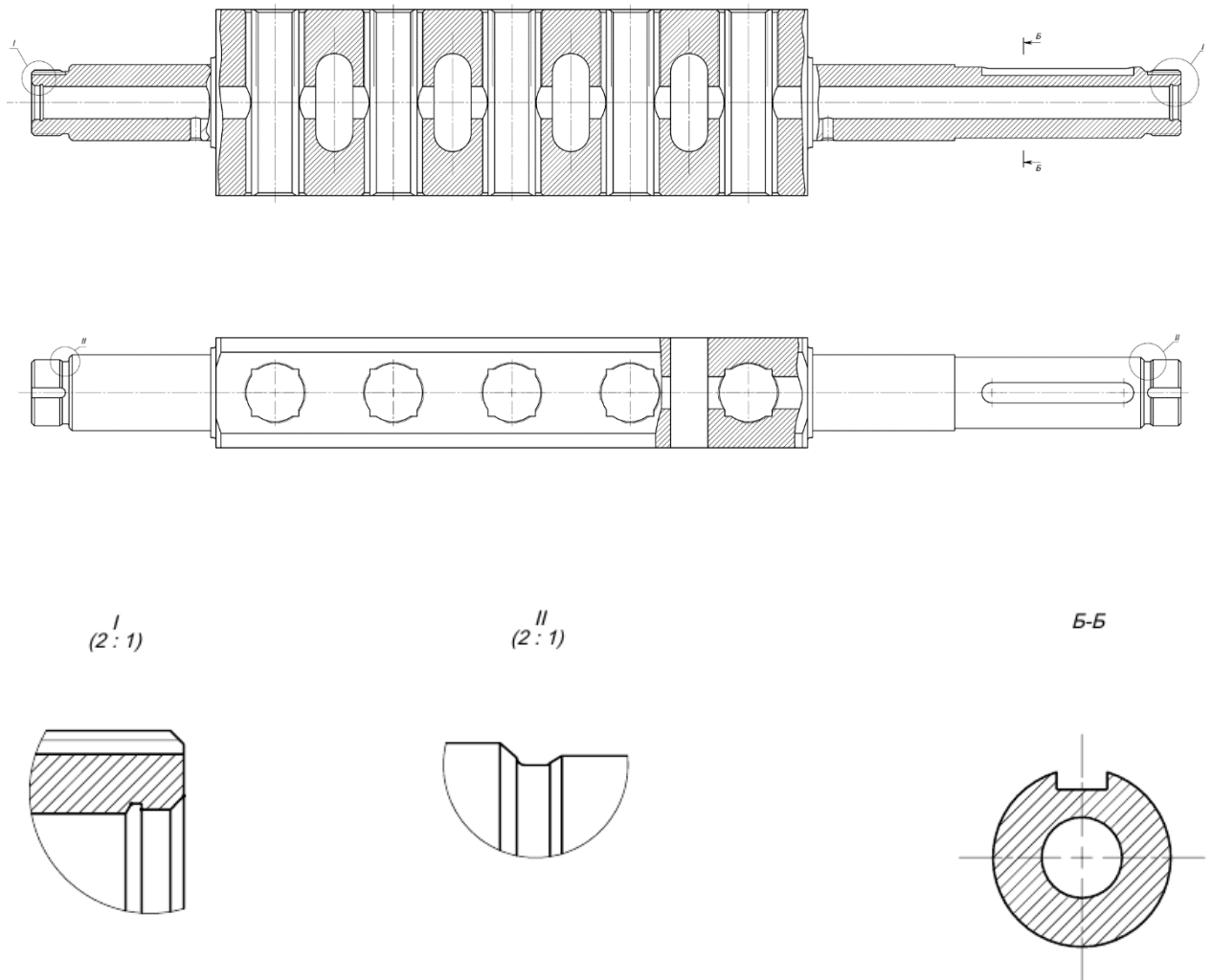


Рис. 1.2 - Ескіз деталі.

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Таблиця 1.1 - Аналіз поверхні деталі “ правильна рама ”.

Номер поверхні	Назва поверхні	Номи-нальний розмір, мм	Точність	Шорсткість, мкм
1	2	3	4	5
1	Торець (2 шт.)	680	h 14	6,3
2, 29	Фаска	1,6×45°	h 14	6,3
3, 27	Різьбова поверхня	M39×1,5	6g	1,25
4, 28	Паз	R3	h 12	3,2
5, 26	Канавка	36,8	h 14	6,3
6, 25	Фаска	1,6×45°	h 14	6,3
7	Гладка зовнішня циліндрична поверхня	Ø 45	к6	1,25
8, 22	Галтелька	R1,5	h 14	6,3
9	Циліндрична поверхня	3	h 14	6,3
10, 20	Торець	Ø 120	h 12	3,2
11, 19	Фаска	3×45°	h 12	3,2
12, 13	Плоска поверхня	65	-0,2	3,2
14, 15	Лиска	110	-0,2	3,2
16	Циліндрична поверхня	Ø 120	-0,2	3,2
17	Скрізний отвір (5 шт.)	M36×1,5	6 h	3,2
18	Овальний скрізний отвір (4 шт.)	R11	h 14	6,3
21	Радіус	R1,6	h 14	6,3
23	Зовнішня ступінчаста циліндрична поверхня	Ø 45 Ø 42	к 6 h 6	0,4
24	Шпонковий паз	12	N9	3,2
30, 32	Фаска внутрішня	1×45°	h 14	6,3
31, 33	Циліндричний отвір	Ø 6	H7	1,25
34	Фаска Внутрішня (2 шт.)	1,6×45°	h 14	6,3
35	Канавка внутрішня (2 шт.)	1,2	+0,14	3,2
36	Отвір циліндричний скрізний.	Ø 20	H7	1,6

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Проведемо аналіз поверхонь деталі (рис. 1.2). Данні про аналіз поверхні деталі заносимо в таблицю 1.1

### 1.3. Аналіз технологічності конструкції деталі

Метою такого аналізу є виявлення можливих недоліків конструкції деталі, виходячи з інформації, що міститься в кресленні та технічних вимогах, а також покращення її технологічності.

На робочому кресленні деталі "Правильна рама" представлені всі необхідні види, що дають вичерпне уявлення про її конструкцію. Креслення містить усі потрібні розміри з необхідними відхиленнями та вказує на потрібну шорсткість поверхонь, що обробляються. Однак, відсутні дані щодо допустимих відхилень від правильних геометричних форм, а також взаємного розташування поверхонь. При цьому креслення містить усю необхідну інформацію про матеріал деталі, її масу, а також дані про заготовку, з якої виготовляється деталь.

#### Характеристики деталі та рекомендації з обробки

Деталь "Правильна рама" виготовляється зі сталі 45 ГОСТ 1050-74 з прокату круглого перетину. Слід зазначити, що при цьому процесі значна частина матеріалу перетворюється на відходи у вигляді стружки. Жорсткість деталі є достатньою, оскільки відношення її довжини до середнього діаметра не перевищує 10.

Деталь належить до типу валів і має складну ступінчасту форму. З огляду на це та складний контур поверхні, доцільно використовувати токарний верстат з ЧПК (числовим програмним керуванням). Для забезпечення високої стійкості інструменту при значному сумарному шляху різання, рекомендується застосовувати інструмент з пластинкою з твердого сплаву. Час обробки на верстаті з ЧПК, порівняно зі звичайними верстатами, скорочується у 1,5-2 рази завдяки значному зменшенню допоміжного часу. Це також дозволяє залучати менш кваліфікований обслуговуючий персонал і знижує ймовірність браку.

#### Вибір технологічної бази

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

В якості технологічної бази найкраще використовувати необроблену поверхню. Такий підхід мінімізує похибку установки і відповідає принципу суміщення технологічної та конструкторської баз.

При шліфуванні двох зовнішніх циліндричних поверхонь  $\varnothing 45$  мм слід передбачити канавку для виходу шліфувального круга.

Для проведення кількісної оцінки технологічності деталі, визначаємо наступні коефіцієнти:

#### 1. Коефіцієнт точності обробки

$$K_{Tч} = 1 - \frac{1}{T_{CP}}, \quad (1.1)$$

де  $T_{CP}$  - середній клас точності обробки виробу

$$T_{CP} = \frac{\sum T \cdot n_i}{\sum n_i}, \quad (1.2)$$

де  $n$  - кількість поверхонь деталі відповідного класу точності

$T$  - клас точності обробки

$$T_{CP} = \frac{5 \cdot 6 + 7 \cdot 2 + 8 \cdot 1 + 1 \cdot 9 + 12 \cdot 12 + 14 \cdot 15}{36} = 11,53.$$

$$K_{Tч} = 1 - \frac{1}{11,53} = 0,913$$

Коефіцієнт точності обробки складає 0,913, це говорить про те, що дана деталь не є високої точності.

#### 2. Коефіцієнт шорсткості поверхні

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

де,  $K_{CP}$  - середній клас шорсткості поверхні виробу

$$K_{CP} = \frac{\sum Ш_i \cdot n_{ш}}{\sum n_{ш}}, \quad (1.4)$$

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

де  $Ш_i$  - клас шорсткості поверхні;

$n_{iШ}$  – кількість поверхонь відповідного класу шорсткості.

$$K_{CP} = \frac{1,6 \cdot 5 + 1,25 \cdot 2 + 1,6 \cdot 2 + 3,2 \cdot 12 + 6,3 \cdot 15}{36} = 4,07$$

$$K_{Ш} = \frac{1}{4,07} = 0,246$$

### 3. Коефіцієнт використання матеріалу

$$K_{в.м} = \frac{M_d}{M_з}, \quad (1.5)$$

де  $M_d$  - маса деталі, 15 кг;

$M_з$  - маса заготовки 63,4 кг.

$$K_{в.м} = \frac{15}{63,4} = 0,242.$$

Із проведеної кількісної оцінки технологічності можна зробити висновок, що деталь невисокої відповідальності і не досить технологічна по відношенню до вибору методу отримання заготовки із прокату.

#### 1.4. Визначення типу та організаційної форми виробництва

Тип виробництва характеризується коефіцієнтом закріплення операцій  $K_{з.о.}$ , який показує відношення всіх різноманітних технологічних операцій, які виконуються підрозділом впродовж місяця до числа робочих місць.

Значення коефіцієнта закріплення операції приймається для планового періоду, який дорівнює одному місяцю і визначається за формулою:

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

$$K_{з.о.} = \frac{\Sigma O}{\Sigma P}, \quad (1.6)$$

де,  $O$  – сумарне число різноманітних операцій;

$P$  – сума прийнятих чисел робочих місць.

Для визначення коефіцієнта закріплення операцій необхідно знати штучно-калькуляційний час (для серійного виробництва). Значення  $T_{шт.-к.}$  розраховуємо за наближеними формулами для кожної операції і заносимо в таблицю 1.2 [2].

Після визначення штучно-калькуляційного часу, затраченого на кожну операцію, визначаємо кількість верстатів:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт.-к.}}{60 \cdot F_{\partial} \cdot \eta_{з.н.}}, \quad (1.7)$$

де  $N$  – річна програма випуску,  $N = 1000$  шт;

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

$F_{\partial}$  – дійсний річний фонд часу, год;  $F_{\partial} = 4029$  год. [2];

$\eta_{з.н.}$  - нормативний коефіцієнт завантаження обладнання.

Таблиця 1.2 - Штучно-калькуляційний час.

Операція	$T_{шт.-к.}, \text{хв}$	$m_p$	$P$	$\eta_{з.н.}$	$O$
Токарна	5,13	0,53	1	0,53	1,5
Токарна	0,65	0,06	1	0,06	13,3
Токарна	2,56	0,26	1	0,26	3,1
Вертикально-фрезерна	1,52	0,19	1	0,19	4,2
Свердлувальна	4,12	0,49	1	0,49	1,36
Свердлувальна	5,25	0,54	1	0,54	1,48
Шліфувальна	0,63	0,06	1	0,06	13,3
Протяжна	0,53	0,05	1	0,05	14,2

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Так як на даному етапі тип виробництва не відомий, приймаємо середнє значення нормативного коефіцієнту завантаження обладнання при двохзмінній роботі,  $\eta_{з.н} = 0,75...0,8$  [2]. Це не призведе до великих похибок у розрахунках, а фактичне значення коефіцієнта завантаження обладнання буде визначатися після детальної розробки технологічного процесу.

Після розрахунку та запису в графі таблиці 1.2 по всім операціям значення  $T_{шт.-к}$ ,  $m_p$  встановлюємо прийняте число робочих місць  $P$ , округлюючи до ближнього більшого цілого числа отримане значення  $m_p$ .

Далі по кожній операції визначаємо значення фактичного коефіцієнту завантаження обладнання за формулою:

$$\eta_{з.ф.} = \frac{m_p}{P}, \quad (1.8)$$

Отримані значення записуємо в таблицю 1.2.

Кількість операцій, які виконуються на робочому місці, визначаємо по формулі:

$$O = \frac{\eta_{з.н.}}{\eta_{з.ф.}} \quad (1.9)$$

де  $\eta_{з.н.} = 0,8$ .

Після того, як всі графі таблиці 1.2 заповнені, розраховуємо коефіцієнт закріплення операцій

$$K_{з.о.} = \frac{\Sigma O}{\Sigma P} = \frac{1,5 + 13,3 + 3,1 + 4,2 + 1,36 + 1,48 + 13,3 + 14,2}{8} = 6,61.$$

Відповідно до ГОСТ 3.1108-74 для багатосерійного виробництва коефіцієнт закріплення операцій знаходиться у проміжку

$$1 < K_{з.о.} < 101,10$$

Отже виробництво буде багатосерійним.

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

## 2. Технологічний розділ

### 2.1 Аналіз існуючого технологічного процесу

Технологічний процес механічної обробки деталі «Правильна рама» на підприємстві побудований з урахуванням заданої програми випуску деталей та наявного устаткування. Як заготовка для фланця використовується круглий прокат діаметром 125 мм зі сталі 45 ГОСТ 1050-74.

Внаслідок такого вибору матеріалу коефіцієнт його використання є низьким, а припуски на механічну обробку — значними.

#### Проблеми та переваги існуючого процесу

Схеми базування загалом забезпечують простоту та надійність пристроїв. Однак, встановлення заготовки в пристроях під час свердління та фрезерування є неефективним, оскільки ці пристрої є одномісними. Це призводить до збільшення часу встановлення та закріплення заготовки, а також не забезпечує достатньої точності.

Припуски на чорнову, чистову та остаточну обробку розподілені раціонально. Також раціонально обрані послідовність та структура операцій.

Устаткування, що застосовується на підприємстві в процесі виконання технологічних операцій згідно з маршрутом обробки, є досить високопродуктивним та потужним. Проте воно не завжди дозволяє концентрувати значну кількість переходів або одночасно використовувати велику кількість металорізальних інструментів.

#### Оснастка та режими різання

Технологічна оснастка, яка використовується в даному технологічному процесі, є недостатньо продуктивною та ефективною. Зокрема, мало застосовуються пневматичні або гідравлічні пристрої. Різучий та вимірювальний інструмент є широко розповсюдженим. Режими різання в основному вибрані оптимально, проте на багатьох операціях вони дещо занижені.

На заводі деталь “правильна рама” виготовляється згідно з наступним технологічним процесом, який наведений в таблиці 2.1.

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Таблиця 2.1 – Маршрутний технологічний процес механічної обробки деталі  
- “ правильна рама ”.

№ опер.	Маршрут обробки	Верстат	Інструмент		Пристрої
			Різальний	Вимір.	
1	2	3	4	5	6
005	Заготівельна				
010	Горизонтально-розточна 1. Фрезерувати обидва торці у розмір 680 мм. 2. Свердлувати 2 центрових отвори Ø 6,3 мм. 3. Зенкувати конус на 1,8 мм і двох отворах.	2622ПФ	Фреза Т15К10 ГОСТ 24359-80. Свердло центрове ГОСТ 14952-75. Зенковка ГОСТ 14953-80.	Штангенциркуль ШЦ-1-250-0,05 ГОСТ 166-89	Пристрій спеціальний верстатний
015	Слюсарна Притупити кромки.				
020	Токарна 1. Точити поверхню до Ø100 мм на довжину 50 мм. Переустановити заготовку 2. Точити поверхню до Ø 56 мм з підрізкою торця в р-р 103 мм. 3. Точити поверхню до Ø 56 мм з підрізкою торця витримуючи р-р 362 мм. 4. Точити поверхню на прохід до Ø 120 мм.	163	Різець Т5К10 ГОСТ 18879-73.	Штангенциркуль ШЦ-1-250-0,05 ГОСТ 166-89	Патрон, задній центр
025	Термічна				

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6
030	Токарна 1. Правити 2 центрових отвори після термообробки.	163	Зенковка ГОСТ14952-75.		Патрон, люнет
035	Токарна 1. Точити поверхню Ø 56 мм на довжину 50 мм. 2. Точити поверхню Ø 120 мм на прохід.	163	Різець Т5К10	Штанген-циркуль ШЦ-1-250-0,05 ГОСТ 166-89	Патрон, центр
040	Токарна 1. Точити поверхню Ø 46,4 мм з підрізкою торця у розмір 106,5 мм. 2. Точити поверхню до Ø 52 мм з підрізкою торця в розмір 3,5 мм. 3. Точити поверхню до Ø 38,88 на довжину 23 мм. 4. Точити канавку 4 мм. 5. Точити фаску 1,6×45°. 6. Нарізати різьбу М39×1,5. Перевстановити деталь. 7. Точити поверхню до Ø46,4 мм. 8. Точити поверхню до Ø 52 мм витримуючи розмір 350 мм. 9. Точити поверхню Ø 43 мм під різьбу. 10. Точити канавку 4 мм. 11. Точити фаску 1,6×45°. 12. Нарізати різьбу М39×1,5.	163	Різець Т5К10, канавковий різець, різьбовий різець.	Штанген-циркуль ШЦ-1-250-0,05 ГОСТ 166-89	Патрон, центр

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

## Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6
045	Кругло-шліфувальна 1. Шліфувати поверхню Ø 45,6 мм. 2. Шліфувати поверхню Ø 42,6 мм. Перевстановити деталь 3. Шліфувати поверхню Ø 45,6 мм.	ЗБ161	Шліфуваль- ний круг	Мікрометр	Центр, хомутки
050	Токарна 1. Підрізати торець Ø 52 мм. Перевстановити деталь 2. Підрізати торець Ø 52 мм.	163	Різець Т15К6	Штанген- циркуль ШЦ-1-250- 0,05 ГОСТ 166- 89	Патрон, центр
055	Вертикально-фрезерна 1. Фрезерувати лиску в розмір 93,2 мм на прохід начорно та начисто.	6Р13	Фреза Т5К10	Штанген- циркуль ШЦ-1-250- 0,05 ГОСТ 166- 89	Пристрій спеціальний верстатний
060	Вертикально-фрезерна 1. Фрезерувати лиску в розмір 66,4 мм на прохід начорно та начисто.	6Р13	Фреза Т5К10	Штанген- циркуль ШЦ-1-250- 0,05 ГОСТ 166- 89	Пристрій спеціальний верстатний
065	Вертикально-фрезерна 1. Фрезерувати лиску в розмір 110,7 мм на прохід начорно та начисто. Перевстановити деталь 2. Фрезерувати лиску в розмір 110,7 мм на прохід начорно та начисто.	6Р13	Фреза Т5К10	Штанген- циркуль ШЦ-1-250- 0,05 ГОСТ 166- 89	Пристрій спеціальний верстатний
070	Слюсарна				
075	Плоскошліфувальна Шліфувати лиску у розмір 65,7 мм. Перевстановити деталь 2. Шліфувати другу лиску витримуючи розмір 65 мм.	ЗБ722	Шліфуваль- ний круг		Плита магнітна

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

## Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6
080	Слюсарна				
085	Плоскошліфувальна Шліфувати лиску у розмір 110,7 мм. Перевстановити деталь 2. Шліфувати другу лиску витримуючи розмір 110 мм.	3Б722	Шліфуваль- ний круг		Плита магнітна
090	слюсарна				
100	Вертикально-фрезерна 1. Фрезерувати 12 фасок 3×45°	6P13	Фреза	Штанген- циркуль ШЦ-1-250- 0,05 ГОСТ 166- 89	Пристрій спеціальний верстатний
105	Слюсарна				
110	Маркувальна				
115	Свердлувальна з ЧПК 1. Обробка 5 отворів Ø 34,5 мм. 2. Обробка 5 фасок 1,6×45°.	STILER WS32	Свердло	Штанген- циркуль ШЦ-1-250- 0,05 ГОСТ 166- 89	Пристрій спеціальний верстатний
120	Радіально-свердлувальна Зенкерувати фаски 1,6×45° у 5 отворах.	2A55	Зенкер		Пристрій спеціальний верстатний
125	Свердлувальна з ЧПК Обробити 5 отворів Ø 22 мм.	STILER WS32	Свердло	Штанген- циркуль ШЦ-1-250- 0,05 ГОСТ 166- 89	Пристрій спеціальний верстатний
130	Фрезерна з ЧПК Обробити 5 пазів 22×58	6P13Ф3	Фреза		Пристрій спеціальний верстатний
135	Слюсарна				
140	Радіально-свердлувальна Нарізати різьбу М36×1,5 у 5 отворах.	2M55	Мітчик		Пристрій спеціальний верстатний
145	Радіально-свердлувальна Калібрувати 5 отворів Ø 34,5 мм	2M55	Розвіртка		Пристрій спеціальний верстатний

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

## Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6
155	Горизонтально-протяжна Протягнути сторони паза у 5 отворах.	7A534	Протяжка	Штангенциркуль ШЦ-1-250-0,05 ГОСТ 166-89	Пристрій спеціальний верстатний
160	Слюсарна				
180	Токарна 1. Свердлувати отвір Ø 19 мм. Перевстановити деталь. 2. Свердлувати отвір Ø 19 мм.	163	Свердло Р6М5	Штангенциркуль ШЦ-1-250-0,05 ГОСТ 166-89	Патрон, лунет
185	Токарна 1. Підрізати торець в розмір 106 мм. 2. розточити отвір до Ø 19,6 мм. 3. Зенкерувати отвір до Ø 19,8 мм. 4. Розгорнути отвір до Ø 20 мм. 5. Точити канавку 1,2 мм. Перевстановити деталь 6. Підрізати торець в розмір 106 мм. 7. розточити отвір до Ø 19,6 мм. 8. Зенкерувати отвір до Ø 19,8 мм. 9. Розгорнути отвір до Ø 20 мм. 10. Точити канавку 1,2 мм.	163	Різець підрізний, розточний. Зенкер. Розгортка	Штангенциркуль ШЦ-1-250-0,05 ГОСТ 166-89	Патрон, лунет
190	Круглошліфувальна Шліфувати дві поверхні Ø 45 мм начорно і начисто.	3Б161	Шліфувальни круг		
200	Свердлувальна 1. Свердлувати дра отвори Ø 5,8 мм. 2. Зенкувати дві фаски. 3. розгорнути два отвори Ø 6 мм.начорно та начисто.	2М55	Свердло, розгортка	Штангенциркуль ШЦ-1-250-0,05 ГОСТ 166-89	Пристрій спеціальний верстатний

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

## Закінчення таблиці 2.1

205	Слюсарна				
210	Фрезерна з ЧПК Обробити два пази 6 мм.	ГФ2171С5	Фреза кінцева		Пристрій спеціальний верстатний
215	Слюсарна				
220	Токарна Калібрувати різьбу М39×1,5	163	Калібр		Пристрій спеціальний верстатний
225	Слюсарна				

Заводський технологічний процес, який є в наявності, був розроблений для дрібносерійного типу виробництва. Проте, враховуючи вихідні дані дипломного проектування та попередні розрахунки, обрано крупносерійне виробництво. Отже, до технологічного процесу необхідно внести відповідні зміни.

Універсальні складальні пристрої слід замінити на спеціальні. Для контролю якості рекомендується використовувати калібр-скоби, калібр-пробки та шаблони.

## Удосконалення обробки та інструменту

Оскільки деталь має змінну конфігурацію, для обточування контуру замість токарно-гвинторізного верстата 163 доцільно застосувати верстат з ЧПК (числовим програмним керуванням) моделі HASS ST-30. Свердлувальні операції слід об'єднати й виконувати на одному верстаті з JET JMD-X2S.

Попередню обробку рекомендується виконувати за два послідовних робочих ходи, а чистову — за один робочий хід супорта по кінцевому контуру деталі. Використання верстата з ЧПК дозволяє скоротити час обробки в 1,5-2 рази завдяки значному зменшенню допоміжного часу. Це також сприяє зниженню вимог до кваліфікації обслуговуючого персоналу та зменшує ймовірність браку.

Для підвищення продуктивності на цій операції в якості ріжучого інструменту слід використовувати прохідний різець, обладнаний непереточувальною пластиною з твердого сплаву. Такий інструмент забезпечує високу стійкість при значному сумарному шляху різання.

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

## Забезпечення якості поверхонь

Для отримання заданої якості посадкових поверхонь «Правильної рами», шліфування слід проводити у два етапи: попереднє та кінцеве.

2.2 Вибір заготовки та техніко-економічне обґрунтування методу її отримання

2.2.1 Техніко-економічне порівняння двох варіантів вибору заготовки.

Проведемо техніко-економічний розрахунок двох варіантів виготовлення заготовки: з прокату круглого перетину та методом поперечно-гвинтового прокатування валками.

Варіант I. Заготовку отримуємо з прокату круглого перетину.

Загальні втрати (%) до довжини вибраного прокату

$$\Pi_{\text{по}} = \Pi_{\text{нк}} + \Pi_{\text{то}} + \Pi_{\text{зак}} = 0,4 + 0,55 + 1,1 = 2,05 \%$$

Затрати матеріалу на одну деталь з врахуванням всіх технологічних втрат визначаємо за формулою

$$M_{\text{зп}} = M_{\text{заг}} \cdot (100 + \Pi_{\text{по}})/100 = 65 \cdot (100 + 2,05)/100 = 66,62 \text{ кг}$$

Коефіцієнт використання матеріалу

$$K_{\text{в.м.}} = M_{\text{д}}/M_{\text{зп}} = 15/66,62 = 0,23$$

Вартість заготовки з прокату складає

$$C_{\text{з.п.}} = (C_{\text{м}} M_{\text{з.п.}} - (M_{\text{з.п.}} - M_{\text{д}})) (C_{\text{від}}/1000),$$

де  $C_{\text{м}}$  – вартість 1 кг матеріалу заготовки з прокату,

$$C_{\text{м}} = 6500/1000 \text{ грн};$$

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

$C_{\text{від}}$  – вартість 1 т відходів матеріалу,  $C_{\text{від}} = 450$  грн.

$$C_{\text{зп}} = (6500/1000) \cdot 66,62 - (66,62 - 15) (450/1000) = 201,09 \text{ грн.}$$

Варіант II. Заготовка виготовляється методом поперечно-гвинтового прокатування валками.

Визначаємо розрахункові розміри заготовки на основі прийнятих припусків на розміри деталі. Припуски на обробку заготовки що виготовляється методом поперечно-гвинтового прокатування валками призначаються як і для прокату, але із врахуванням кінцевого переходу між різними діаметрами [3].

Для зовнішніх розмірів:  $D_p = D_{\text{ном}} + 2Z_0$

Для внутрішніх розмірів:  $D_p = D_{\text{ном}} - 2Z_0$

де  $D_p$  – розрахунковий діаметр заготовки, мм;

$D_{\text{ном}}$  – номінальний діаметр обробленої поверхні деталі, мм;

$Z_0$  – загальний припуск на обробку однієї сторони, мм.

$$D_{p120} = 120 + 2 \cdot 1,8 = 123,6 \text{ мм}; \quad L_{p680} = 680 + 2 \cdot 1,8 = 683,6 \text{ мм};$$

$$D_{p45} = 45 + 2 \cdot 1,8 = 48,6 \text{ мм.}$$

Для визначення об'єму такої заготовки умовно розбиваємо фігуру на окремі прості елементи і проставляємо на них розміри з урахуванням плюсових допусків. Визначаємо загальний об'єм як суму об'ємів окремих елементів заготовки:  $V = V_1 + V_2 + V_3 = 0,0049 \text{ м}^3$ .

Маса заготовки

$$G_{\text{заг}} = g \cdot V = 38,3 \text{ кг.}$$

Коефіцієнт використання матеріалу на таку заготовку

$$K_{\text{вш}} = M_{\text{д}}/M_{\text{зп}} = 15/38,3 = 0,4$$

Вартість заготовки з такого прокату складає

$$C_{\text{з.п.}} = (C_{\text{м}} M_{\text{з.п.}} - (M_{\text{з.п.}} - M_{\text{д}})) (C_{\text{від}}/1000),$$

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

де  $C_M$  – вартість 1 кг матеріалу заготовки з прокату,

$$C_M = 3500/1000 \text{ грн};$$

$C_{\text{від}}$  – вартість 1 т відходів матеріалу,  $C_{\text{від}} = 300$  грн.

$$C_{\text{зп}} = (3500/1000) \cdot 38,3 - (38,3 - 15) (300/1000) = 127,1 \text{ грн.}$$

Річна економія матеріалу в залежності від вибраного варіанту виготовлення заготовки визначається за формулою:

$$E_M = (M_{\text{зп}} - M_{\text{зп}}') N$$

де  $M_{\text{зп}}$  - витрати матеріалу на деталь при першому методі виготовлення заготовки, кг;

$M_{\text{зп}}'$  - витрати матеріалу на деталь при другому методі отримання заготовки, кг;

$N$  – річний об'єм випуску деталей, шт.

$$E_M = (66,62 - 38,3) \cdot 2000 = 56640 \text{ кг}$$

Економічний ефект при виготовленні заготовки методом гарячого об'ємного штампування.

$$E = (C_{\text{зп}} - C_{\text{зп}}') N = (201,09 - 127,1) \cdot 20000 = 147980 \text{ грн.}$$

Техніко-економічні розрахунки показують, що заготовка отримана методом гарячого об'ємного штампування більш економічна по використанню матеріалу ніж заготовка з прокату, але по собівартості штамповані заготовки значно дорожче. Виходячи з цього приймаємо заготовку із гарячого об'ємного штампування.

При виготовленні заготовки гарячого об'ємного штампування економічний ефект складає 44200 грн.

### 2.2.2 Визначення припусків та допусків на розміри заготовки.

Виходячи із попередніх розрахунків заготовка виготовляється методом поперечно-гвинтового прокатування валками.

Згідно точності та шорсткості поверхні деталі що обробляється призначаємо припуски [3].

- припуск на обробку зовнішніх поверхонь допуск складає 0,8 мм.

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

- припуск на обробку торців складає 2,0 мм.

Розміри заготовки визначаємо, виходячи з найбільших розмірів деталі.

Заготовка має слідуєчі розміри:

- довжина заготовки  $L = 681,6^{+0,9}_{-1,6}$ ;

- діаметр заготовки  $d_{\max} = 124^{+1,8}_{-1}$ .

На рис. 2.3 показано ескіз заготовки.

Вибір технологічних баз.

При токарній обробці на установі А за базу використовується необроблена зовнішня поверхня. На установі Б за базу використовується попередньо оброблена поверхня, чим досягається принцип постійності баз, а також суміщення трьох баз (конструкторської, технологічної та вимірjuвальної).

На вертикально-фрезерній операції, щоб обробити лиски, деталь встановлюють у спеціальній пристрій на призму і подаємо до упору. У якості технологічної бази на цій операції використовуємо зовнішню поверхню і торець деталі. Вибрана технологічна база разом з затискаючим пристроєм забезпечує надійне, міцне кріплення деталі та незмінність її положення під час обробки.

Щоб обробити внутрішній осьовий наскрізний отвір заготовку закріплюємо у трьохкулачковий патрон та люнет.

Шийки під посадку підшипників шліфуємо на круглошліфувальному верстаті, деталь встановлюємо у центри.

Вибір технологічного маршруту обробки деталі.

Перед тим, як прийняти рішення по методах та послідовності обробки окремих поверхонь деталі і скласти технологічний маршрут її виготовлення, проведемо розрахунки економічної ефективності окремих варіантів і виберемо найбільш раціональний з них за даних умов виробництва. Критерієм оптимальності є мінімум приведених затрат на одиницю продукції.

Визначаємо величину часових приведених затрат:

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

$$C_{п.в.} = C_3 + C_{ч.з} + E_n (k_b + k_б),$$

де  $C_{п.в.}$  - годинні приведені витрати, грн/год;

$C_3$  - основна та додаткова заробітна плата, грн/год;

$C_{ч.з}$  - годинні витрати на експлуатацію робочого місця, грн/год;

$E_n$  - нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладів, в машинобудуванні  $E_n = 0,15$  [2];

$k_b, k_б$  - питомі погодинні капітальні вкладення відповідно в верстат та в будівлю.

Основна та додаткова заробітна плата з нарахуваннями і врахуванням багатOVERстатного обслуговування розраховується по формулі

$$C_3 = \varepsilon \cdot C_{т.ф} \cdot \kappa \cdot y,$$

де  $\varepsilon$  - коефіцієнт, що враховує додаткову заробітну плату рівну 9% , що нарахована на соціальне страхування 7,6% та приробинок до основної заробітної плати в результаті перевиконань норм на 30% ,  $\varepsilon = 1,53$  [2];

$C_{т.ф.}$  - година тарифна ставка верстатника відповідного розряду, грн/год:

- для одиничного типу виробництва  $C_{т.ф.1} = 3,34$  грн/год;

- для крупно серійного типу виробництва  $C_{т.ф.1} = 3,1$  грн/год;

$\kappa$  - коефіцієнт, що враховує заробітну плату наладчика,  $\kappa = 1$ , [2].

$y$  - коефіцієнт, що враховує оплату робітника при багатOVERстатному обслуговуванню,  $y = 1$ , [2].

$$C_{31} = 3,53 \cdot 1,34 \cdot 1 \cdot 1 = 4,05 \text{ грн/год};$$

$$C_{32} = 2,53 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 = 3,68 \text{ грн/год};$$

Часові витрати по експлуатації робочого місця визначаються по формулі:

$$C_{п.в.} = C_{чв}^{бн} \cdot \kappa_m,$$

де  $C_{чв}^{бн}$  - практичні часові витрати на базовому робочому місці грн/год, [2];

$$C_{чв}^{бн} = 0,446 \cdot 2 = 0,892 \text{ грн/год};$$

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\kappa_m$  – коефіцієнт, що враховує в скільки разів витрати пов'язані з роботою даного верстата більші, ніж аналогічні витрати базового верстата.

$$\kappa_{m1} = 1,3 [2].$$

Визначаємо часові витрати для першого варіанту:

$$C_{ч61} = 0,892 \cdot 1,3 = 1,15 \text{ грн/год.}$$

$$\kappa_m = \left( \frac{3C}{1000} + 0,48N_e + 0,54P_m + 0,4P_e + И \right) \cdot \frac{1}{21,8},$$

де  $C$  – балансова вартість верстату,  $C = 6960$  грн,

$N_e$  – встановлена потужність двигуна, кВт;  $N_e = 10$  кВт [1];

$P_m, P_e$  – категорія ремонтної складності відповідно механічної та електричної частин верстату,  $P_m = 18, P_e = 7$  [3];

$И$  – часові витрати на відшкодування зносу металорізального інструменту, грн.;  $И = 4,5$  грн [2].

$$\kappa_{m2} = \left( \frac{3 \cdot 6960}{1000} + 0,48 \cdot 10 + 0,54 \cdot 18 + 0,4 \cdot 7 + 4,5 \right) \cdot \frac{1}{21,8} = 1,96$$

$$C_{ч62} = 0,892 \cdot 1,96 = 1,74 \text{ грн/год.}$$

Капітальні вкладення у верстат

$$\kappa_e = \frac{C}{F_d \cdot \eta_3},$$

де  $F_d$  – дійсний річний фонд часу роботи обладнання;

$\eta_3$  – коефіцієнт завантаження верстату,  $\eta_3 = 0,8$  [2].

$$\kappa_{e1} = \frac{5450}{4029 \cdot 0,8} = 1,69 \text{ грн/год};$$

$$\kappa_{e2} = \frac{6960}{4029 \cdot 0,8} = 2,16 \text{ грн/год.}$$

Капітальні вкладення у будівлю

$$k_{\delta} = \frac{F \cdot 78,4}{F_d \eta_3},$$

де  $F$  – виробнича площа, яку займає верстат з врахуванням проходів,  $m^2$

$$F = f \cdot R_f,$$

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

де  $f$  - площа верстата в плані,  $\text{м}^2$ ;

$R_f$  – коефіцієнт, який враховує додаткову виробничу площу проходів, проїздів;

$$f_1 = 2,505 \cdot 1,190 = 2,98 \text{ м}^2;$$

$$F_1 = 2,98 \cdot 3,5 = 10,43 \text{ м}^2.$$

$$R_f = 3,5 [2];$$

$$K_{61} = \frac{10,43 \cdot 78,4}{4029 \cdot 0,8} = 0,25 \text{ грн.}$$

$$f_2 = 3,360 \cdot 1,710 = 5,75 \text{ м}^2;$$

$$F_2 = 5,75 \cdot 3 = 17,25 \text{ м}^2.$$

$$R_f = 3 [2];$$

$$K_{62} = \frac{17,25 \cdot 78,4}{4029 \cdot 0,8} = 0,42 \text{ грн.}$$

Визначаємо величину часових приведених витрат по кожному варіанту

$$C_{3n1} = 2,05 + 1,15 + 0,15 (1,69 + 0,25) = 3,49 \text{ грн/год};$$

$$C_{3n2} = 1,68 + 1,74 + 0,15 (2,16 + 0,42) = 3,8 \text{ грн/год}.$$

Технологічна собівартість операції механічної обробки визначається за формулою

$$C_0 = \frac{C_{п.з.} \cdot T_{ум-к}}{60 \cdot R_g},$$

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

$R_g$  – коефіцієнт виконання норм,  $R_g=1,3 [2]$ .

$$T_{ум-к} = \varphi_k \cdot T_0 = 1,36 \cdot 5,13 = 6,97 \text{ хв};$$

$$C_{01} = \frac{3,8 \cdot 6,97}{60 \cdot 1,3} = 0,33$$

$$T_{ум-к} = \varphi_k \cdot T_0 = 2,14 \cdot 5,13 = 10,9 \text{ хв};$$

$$C_{02} = \frac{3,49 \cdot 10,9}{60 \cdot 1,3} = 0,48.$$

Приведена річна економія (економічний ефект на програму)

$$E_p = (C'_0 - C''_0)N,$$

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

де  $C_0'$  і  $C_0''$  - технологічна собівартість обробки по відповідних варіантах;

$N$  – річна програма випуску деталей, шт.;  $N = 2000$  шт.

$$E_p = (0,48 - 0,33) \cdot 2000 = 300 \text{ грн.}$$

Всі дані по розрахункам заносимо в таблицю 2.2

Таблиця 2.2 - Порівняння варіантів технологічного маршруту обробки.

Вид заготовки	Прокат $\varnothing$ 125мм.
Вартість заготовки, грн	201,09
Операції механічної обробки	Токарна. Обробка заготовки по контуру:
	На токарно гвинторізному верстаті 163
Вартість обробки, грн.	0,48

Із розрахунків видно, що використання другого варіанту обробки деталі забезпечує річний економічний ефект в 148280 грн.

Виходячи з цього можна зробити висновок, що для виготовлення заданої деталі “рамка правильна” використовуємо заготовку із поперечно-гвинтового прокату, а обробку контуру виконуємо на токарному верстаті з ЧПК моделі HASS ST-30.

### 2.3 Розробка технологічних операцій

Проектування технологічної операції охоплює комплекс питань: уточнення її змісту, вибір засобів технологічного оснащення, визначення розмірів налаштування, а також розробку операційних ескізів та карт наладки.

Оптимізація змісту операції:

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

При уточненні змісту операції остаточно визначається, які поверхні деталі будуть оброблятися на даному етапі. Під час розробки послідовності та змісту переходів слід прагнути до скорочення часу обробки. Це досягається за рахунок раціонального вибору засобів технологічного оснащення, оптимізації кількості переходів та суміщення основного й допоміжного часу. Суміщення переходів залежить від конструкції деталі, можливості розташування різального інструменту на верстаті та жорсткості заготовки.

Раціональна побудова операції визначається ефективністю використання обраного типу технологічного обладнання, оснастки та різального інструменту.

#### Вибір обладнання та інструменту

Технологічне обладнання (верстати) обирається з урахуванням таких показників:

- Метод обробки:
- Габаритні розміри заготовки та розміри обробки.
- Потужність різання.
- Продуктивність обладнання.
- Можливість придбання та вартість верстата.
- Зручність і безпека роботи на верстаті.

#### Різальний інструмент обирається з урахуванням:

- Максимального використання нормалізованого та стандартного інструменту, а також методу обробки.
- Розміру оброблюваної поверхні.
- Точності обробки та якості поверхні.
- Проміжних розмірів і допусків на ці розміри.
- Стійкості інструменту, його ріжучих властивостей та міцності.
- Виду обробки (чорнова чи чистова).
- Типу виробництва.

Пристрої для даної технологічної операції визначаються на основі:

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

- Габаритних розмірів виробу.
- Виду заготовки.
- Матеріалу виробу.
- Точності обробки.
- Якості поверхні.
- Конфігурації виробу.
- Схеми базування та закріплення.
- Характеристик обладнання.
- Типу виробництва.

Застосування верстатів з ЧПК та розробка програм

Для обробки контуру деталі доцільно використовувати токарний верстат з ЧПК, оскільки деталь має значну кількість переходів, складну траєкторію руху різального інструмента та велику частку холостих переміщень робочих органів верстату.

Для підготовки керуючої програми складається розрахунково-технологічна карта (РТК). В РТК міститься повна інформація про операцію та траєкторію руху інструмента (координати всіх геометричних опорних точок), перелік усіх команд з керування верстатом, кількісні значення переміщень, швидкостей, подач, розмірів інструмента, точність апроксимації криволінійних ділянок, час гальмування та розгону робочих органів, а також необхідні спецкоманди (поворот револьверної головки, включення швидкого ходу, робочої подачі, зупинка, включення МОР тощо).

На основі приведених рекомендацій складаємо технологічний процес обробки деталі "правильна рамка".

Розроблені операційні ескізи та настроювальні розміри приведемо у комплекті карт технологічної документації (наведено у додатках).

Технологічний маршрут обробки деталі "рамка правильна" показано у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Технологічний маршрут обробки деталі "правильна рамка".

№ опер.	Маршрут обробки	Верстат	Інструмент	Пристрої
---------	-----------------	---------	------------	----------

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			34	







	паз 12 мм.			ШЦ-1-250-0,05 ГОСТ 166-89	верстатний
090	Круглошліфувальна Шліфувати дві поверхні Ø 45 мм начорно і начисто.	ЗБ161	Шліфуваль- ни круг		
095	Круглошліфувальна Шліфувати поверхню Ø 42 мм начорно і начисто.	ЗБ161	Шліфуваль- ни круг		

## 2.4 Розрахунок припусків на механічну обробку

Проміжні припуски відіграють ключову роль у процесі розробки технологічних операцій механічної обробки деталей. Правильне призначення проміжних припусків на обробку заготовки забезпечує економію матеріальних та трудових ресурсів, високу якість виготовлення продукції, а також сприяє прискоренню подальшого розвитку машинобудівної промисловості.

Визначення величини проміжних припусків

Величина проміжних припусків визначається за формулою:

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

де:  $R_{z_{i-1}}$  — висота мікронерівностей поверхонь, що залишаються після виконання попереднього переходу, мкм;

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

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

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

Методи призначення припусків Згідно з вимогами до точності та шорсткості оброблюваної поверхні деталі, призначаються припуски на механічну обробку. Розрахунок припусків для всіх інших поверхонь

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

виконуватися табличним методом та з використанням ЕОМ за допомогою комп'ютерної програми "Prirusk".

Розрахунок припуску на розмір  $\varnothing 120_{-0,2}$ .

**Прокат**

Принятые обозначения

Введите вид проката:

Сортовой  
 Поперечно-винтовой

Точность проката  
 Нормальная  
 Повышенная

Диаметр проката, мм  
 Св. 120 до 180

Механическая обработка

Обдирка IT 14  
 Точен. черн. IT 12  
 Точен. п/чист. IT 11  
 Точен. чист. IT 10  
 Точен. тонк. IT 9  
 Точен. тонк. IT 8  
 Точен. тонк. IT 7  
 Шлиф. черн. IT 9  
 Шлиф. черн. IT 8  
 Шлиф. чист. IT 8  
 Шлиф. чист. IT 7

Длина детали, мм 680  
 Min диаметр наиб. ступени, мм 119,8  
 Допуск на diam. наиб. ступени, мкм 200

Вид припуска  
 двусторонний припуск  
 односторонний припуск

Способ закрепления детали  
 Закрепление в центрах  
 Консольное закрепление  
 Другое

Расчётные данные

	Rz, мкм	h, мкм	Погр., мкм	Zz(min), мкм	d(min), мм	Td, мкм	d(max), мм	d(min), мм	Zz(max), мкм	Zz(min), мкм
Прокат	1600	2000	2720	---	132,686	2200	134,89	132,69	---	---
Точен. черн.	63	60	0	12640	120,046	350	120,4	120,05	14490	12640
Точен. чист.	20	30	0	246	119,8	200	120	119,8	400	250

Окончательно принятые данные для детали

Суммарные припуски, мкм 14890 12890

Главное меню Занести в таблицу и рассчитать

Розрахунок припуску на розмір  $\varnothing 45k6$ .

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

**Прокат**  
Принятые обозначения

Введите вид проката:

Сортовой  
 Поперечно-винтовой

Точность проката:  
 Нормальная  
 Повышенная

Диаметр проката, мм  
 Св. 30 до 50

Механическая обработка

<input checked="" type="checkbox"/>	Точен. чист.	IT 10
<input type="checkbox"/>	Точен. тонк.	IT 9
<input type="checkbox"/>	Точен. тонк.	IT 8
<input type="checkbox"/>	Точен. тонк.	IT 7
<input type="checkbox"/>	Шлиф. черн.	IT 9
<input type="checkbox"/>	Шлиф. черн.	IT 8
<input type="checkbox"/>	Шлиф. черн.	IT 7
<input checked="" type="checkbox"/>	Шлиф. чист.	IT 8
<input checked="" type="checkbox"/>	Шлиф. чист.	IT 7
<input type="checkbox"/>	Шлиф. тонк.	IT 6
<input type="checkbox"/>	Шлиф. тонк.	IT 5

Длина детали, мм 680  
 Min диаметр наиб. ступени, мм 44,98  
 Допуск на diam. наиб. ступени, мкм 20

Вид припуска:  
 двусторонний припуск  
 односторонний припуск

Способ закрепления детали:  
 Закрепление в центрах  
 Консольное зарепление  
 Другое

Расчётные данные

	Rz, мкм	h, мкм	Погр., мкм	Zz(min), мкм	d(min), мм	Td, мкм	d(max), мм	d(min), мм	Zz(max), мкм	Zz(min), мкм
Прокат	500	500	2720	---	52,826	1600	54,43	52,83	---	---
Точен. черн.	63	60	0	7440	45,386	250	45,64	45,39	8790	7440
Точен. чист.	20	30	0	246	45,14	100	45,24	45,14	400	250
Шлиф. черн.	10	20	0	100	45,04	62	45,102	45,04	138	100
Шлиф. чист.	6,3	12	0	60	44,98	20	45	44,98	102	60

Окончательно принятые данные для детали

Суммарные припуски, мкм 9430 7850

Главное меню

### Розрахунок припуску на розмір $\varnothing 45h6$ .

**Прокат**  
Принятые обозначения

Введите вид проката:

Сортовой  
 Поперечно-винтовой

Точность проката:  
 Нормальная  
 Повышенная

Диаметр проката, мм  
 До 10

Механическая обработка

<input type="checkbox"/>	Обдирка	IT 14
<input checked="" type="checkbox"/>	Точен. черн.	IT 12
<input type="checkbox"/>	Точен. п/чист.	IT 11
<input checked="" type="checkbox"/>	Точен. чист.	IT 10
<input type="checkbox"/>	Точен. тонк.	IT 9
<input type="checkbox"/>	Точен. тонк.	IT 8
<input type="checkbox"/>	Точен. тонк.	IT 7
<input checked="" type="checkbox"/>	Шлиф. черн.	IT 9
<input checked="" type="checkbox"/>	Шлиф. черн.	IT 8
<input checked="" type="checkbox"/>	Шлиф. чист.	IT 8
<input type="checkbox"/>	Шлиф. чист.	IT 7

Длина детали, мм 680  
 Min диаметр наиб. ступени, мм 41,98  
 Допуск на diam. наиб. ступени, мкм 20

Вид припуска:  
 двусторонний припуск  
 односторонний припуск

Способ закрепления детали:  
 Закрепление в центрах  
 Консольное зарепление  
 Другое

Расчётные данные

	Rz, мкм	h, мкм	Погр., мкм	Zz(min), мкм	d(min), мм	Td, мкм	d(max), мм	d(min), мм	Zz(max), мкм	Zz(min), мкм
Прокат	100	100	2720	---	48,226	1600	49,83	48,23	---	---
Точен. черн.	63	60	0	5840	42,386	250	42,64	42,39	7190	5840
Точен. чист.	20	30	0	246	42,14	100	42,24	42,14	400	250
Шлиф. черн.	10	20	0	100	42,04	62	42,102	42,04	138	100
Шлиф. чист.	6,3	12	0	60	41,98	20	42	41,98	102	60

Окончательно принятые данные для детали

Суммарные припуски, мкм 7830 6250

Главное меню

### Розрахунок припуску на розмір $680 \pm 0,8$ .

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

**Прокат**  
Принятые обозначения

Введите вид проката:

Сортовой  
 Поперечно-винтовой

Точность проката:  
 Нормальная  
 Повышенная

Диаметр проката, мм  
До 10

Механическая обработка

Обдирка IT 14  
 Точен. черн. IT 12  
 Точен. п/чист. IT 11  
 Точен. чист. IT 10  
 Точен. тонк. IT 9  
 Точен. тонк. IT 8  
 Точен. тонк. IT 7  
 Шлиф. черн. IT 9  
 Шлиф. черн. IT 8  
 Шлиф. чист. IT 8  
 Шлиф. чист. IT 7

Длина детали, мм 680  
Min диаметр наиб. ступени, мм 679,2  
Допуск на диам. наиб. ступени, мкм 1600

Вид припуска  
 двусторонний припуск  
 односторонний припуск

Способ закрепления детали  
 Закрепление в центрах  
 Консольное закрепление  
 Другое

Расчётные данные      Окончательно принятые данные для детали

	Rz, мкм	h, мкм	Погр., мкм	2z(min), мкм	d(min), мм	Td, мкм	d(max), мм	d(min), мм	2z(max), мкм	2z(min), мкм
Прокат	100	100	2720	---	685,286	4000	689,29	685,29	---	---
Точен. черн.	63	60	0	5840	679,446	630	680,08	679,45	9210	5840
Точен. чист.	20	30	0	246	679,2	1600	680,8	679,2	-720	250

Суммарные припуски, мкм 8490      6090

Главное меню      Занести в таблицу и рассчитать

На інші розміри припуски не визначаємо, тому що вони не впливають на розміри заготовки.

Визначення припусків табличним методом на всі інші поверхні здійснюємо згідно ГОСТ 7505-79. Отримані дані заносимо у таблицю 2.4.

## 2.5 Розрахунок та вибір режимів різання

### 2.5.1 Розрахунок режимів різання аналітичним методом.

Розрахунок режимів різання аналітичним методом проводимо на токарну обробку поверхні  $\varnothing 120$  мм (начисто).

Вибираємо різальний інструмент.

Вибираємо збірний різець для контурного точіння з паралелограмними пластинками з механічним кріпленням по ГОСТ 20872-80 [6]. Матеріал

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

пластин – твердий сплав Т5К10. Матеріал корпусу різця – сталь 40Х. Розміри різця складають:  $h \times b = 25 \times 25$  мм,  $L = 150$  мм,  $h_1 = 25$  мм,  $E = 36$  мм.

Геометричні елементи різця:  $\varphi = 95^\circ$ ;  $\varphi_1 = 5^\circ$ ;  $\gamma = 15^\circ$ ;  $\alpha = 15^\circ$ ;  $r = 0,3$ .

Таблиця 2.4 - Зведена таблиця припусків

Поверхня	Маршрут обробки	Шорсткість	Припуск на поверхню, мм	Розмір на заготовку	Кількість проходів
$\varnothing 120_{-0,2}$	Заготовка Точіння чорнове Точіння чистове	Ra 6,3	6,3	$\varnothing 132,6_{-1}^{+1,8}$	4
$\varnothing 45k6$	Заготовка Точіння чорнове Точіння чистове Шліфування чорнове Шліфування чистове	Ra 1,25	3,6	$\varnothing 52,2_{-1,6}^{+0,9}$	4
$\varnothing 42h6$	Заготовка Точіння чорнове Точіння чистове Шліфування чорнове Шліфуван ня чистове	Ra 1,25	3,6	$\varnothing 49,2_{-1,6}^{+0,9}$	4
680H12	Заготовка Фрезерування чорнове	Ra 6,3	6,1	$\varnothing 686,1_{-1,6}^{+0,9}$	1

Назначаємо режими різання.

- встановлюємо глибину різання:  $t = 0,5$  мм.

- назначаємо подачу. Для обробки заготовки із вуглецевої сталі для отримання шорсткості Ra 6,3 радіус при вершині різця  $r = 0,3$  мм вибираємо  $S = 0,25$  мм/об [5].

- визначаємо швидкість головного руху різання

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

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

де, коефіцієнт  $C_v$  і показники степені вибираємо по [5],

$$C_v = 340; x = 0,15; y = 0,45; m = 0,20 [5];$$

$T = 60$  хв – стійкість інструменту [5];

$k_v$  - додатковий коефіцієнт на швидкість різання,

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

де  $K_{mx}$  – коефіцієнт, який враховує механічні властивості матеріалу що обробляється, визначаємо по [5];

$$K_{mx} = K_2 \left( \frac{750}{\sigma_s} \right)^{n_x},$$

де  $n_x$  – показник степеня,  $n_x = 1,0$  [5],

$K_2$  - коефіцієнт для матеріалу інструменту,  $K_2 = 1,0$

$$K_{mx} = \left( \frac{750}{460} \right)^{1,0} = 1,63;$$

$K_{пх}$  – коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки,  $K_{пх} = 0,9$  [5];

$K_{их}$  - коефіцієнт, який враховує матеріал інструмента,  $K_{их} = 0,65$  [5];

$K_{ув} = 0,7$  [5];

$K_{ов}$  – коефіцієнт, який враховує вид обробки,  $K_{ов} = 1$ .

$$K_v = 1,63 \cdot 0,9 \cdot 0,65 \cdot 0,7 \cdot 1 = 0,67,$$

$$v = \frac{340}{60^{0,15} \cdot 0,5^{-0,15} \cdot 0,25^{0,2}} \cdot 0,67 = 218,4 \text{ м/хв.}$$

- частота обертання шпинделя, яка відповідає знайденій швидкості головного руху різання:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi D},$$

$$n = \frac{1000 \cdot 218,4}{3,14 \cdot 120} = 477,2 \text{ об/хв.}$$

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Коректуємо частоту обертання шпинделя по паспортним даним верстата і встановлюємо дійсне значення частоти обертання  $n_d = 460 \text{ об/хв}$ .

- визначаємо дійсну швидкість головного руху різання

$$V_d = \frac{\pi D n_d}{1000} = \frac{3,14 \cdot 120 \cdot 460}{1000} = 202,216 \text{ м/хв}.$$

- визначаємо головну складову сили різання

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^{x_p} \cdot S^{y_p} \cdot v^{n_p} \cdot K_p,$$

де, коефіцієнт  $C_p$  і показники степені вибираємо по [5];  $C_p = 300$ ;  $x_p = 1,0$ ;  $y_p = 0,75$ ;  $n_p = 0,15$ ;

$K_p$  - поправочний коефіцієнт:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\phi p},$$

де  $K_{mp}$  - коефіцієнт, який враховує зміну механічних властивостей оброблюваного матеріалу, [5]:

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma_s}{750} \right)^n = \left( \frac{460}{750} \right)^{0,75} = 0,69$$

$K_{\phi p}$  - коефіцієнт, який враховує зміну головного кута в плані  $\phi$ ,

$$K_{\phi p} = 0,89 \text{ [5];}$$

$K_{\gamma p}$  - коефіцієнт, який враховує зміну переднього кута  $\gamma$ ,  $K_{\gamma p} = 1$ ;

$K_{\lambda p}$  - коефіцієнт, який враховує зміну кута нахилу головної ріжучої кромки  $\lambda$ ,  $K_{\lambda p} = 1$ .

$$K_p = 0,69 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 = 0,61.$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,5^{1,0} \cdot 0,25^{0,75} \cdot 202,216^{-0,15} \cdot 0,61 = 437,65 \text{ Н}.$$

- потужність різання визначаємо за формулою:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V_d}{1020 \cdot 60} = \frac{437,65 \cdot 202,216}{1020 \cdot 60} = 1,45 \text{ кВт}$$

- перевіряємо чи достатня потужність приводу верстата:

$$N_{\text{шп}} = N_d \cdot \eta = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт}$$

Отже  $N_{\text{різ}} < N_{\text{шп}}$  ( $1,45 < 7,5$ ), обробка можлива.

Визначаємо основний час на операцію.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

$$t_o = l_{p.x.} \cdot i / S \cdot n_d,$$

де  $l_{p.x.}$  - довжина робочого ходу інструменту;

$i$  – кількість проходів.

$$l_{p.x.} = l_{piz} + y + D,$$

де  $y$  - підвід, врізання та перебіг інструмента,  $y = t \cdot ctg\varphi = 1,5 \cdot ctg90^\circ = 0$ ,

[3];

$D$  – перебіг різця,  $D = 0$  мм;

$l_{piz}$  – довжина оброблюємої поверхні,  $l_{piz} = 238$  мм.

$$l_{p.x.} = 238 + 1 + 0 = 239 \text{ мм};$$

Тоді основний час на операцію складає

$$t_o = 239 / (460 \cdot 0,25) = 2,08 \text{ хв.}$$

### 2.5.2 Розрахунок режимів різання табличним методом.

Розрахунок режимів різання табличним методом буде здійснюватися на свердлування двох отворів діаметром 6 мм.

Вибираємо різальний інструмент.

Приймаємо свердло діаметром  $D = 6$  мм з швидкорізальної сталі Р6М5 з циліндричним хвостовиком по ГОСТ 10902-77,  $L = 80$  мм,  $l = 28$  мм [5].

Геометричні елементи: форма заточування – нормальна з підточкою поперечної кромки; кути свердла:  $2\alpha = 118^\circ$ ;  $\varphi = 40^\circ$ ;  $\beta = 11^\circ$ ;  $\gamma = 30^\circ$ .

Назначаємо режими різання.

Глибина різання.

$$t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 6 = 3 \text{ мм.}$$

Вибираємо подачу

$$S_o = S_{o \text{ табл.}} K_{os},$$

де  $S_{o \text{ табл.}}$  - табличне значення подачі,  $S_{o \text{ табл.}} = 0,11$  мм/об, [7];

$K_{os}$  – коефіцієнт, який враховує те, що в отворі потім розгортуються,  $K_{os} = 0,5$ .

Тоді

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_o = 0,11 \cdot 0,5 = 0,055 \text{ мм/об.}$$

Коректуємо подачу по паспортним даним верстата  $S_o = 0,06 \text{ мм/об.}$

Назначаємо період стійкості свердла. Для свердла з швидкорізальної сталі  $D = 6 \text{ мм}$  рекомендується період стійкості  $T = 50 \text{ хв.}$

Визначаємо швидкість головного руху різання, яка допускається властивостями свердла

$$V = V_{\text{табл}} \cdot K_{ev}$$

де  $V_{\text{табл}}$  - табличне значення швидкості,  $V_{\text{табл}} = 32 \text{ м/хв.};$

$K_{ev}$  - коефіцієнт на швидкість різання,  $K_{ev} = 0,7;$

$$V = 32 \cdot 0,7 = 22,4 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя, яка відповідає знайденій швидкості головного руху різання:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 22,4}{3,14 \cdot 6} = 760,26 \text{ об/хв.}$$

Коректуємо частоту обертання шпинделя по паспорту верстата, приймаємо  $n_\delta = 710 \text{ об/хв.}$

Дійсна швидкість головного руху різання

$$V_\delta = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 6 \cdot 710}{1000} = 22,4 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо осьову складову сили різання

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p,$$

де  $C_p = 68; y = 0,7; q = 1,0$

Враховуючи поправочний коефіцієнт на осьову складову сили різання

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma_6}{750} \right)^{n_p} = \left( \frac{460}{750} \right)^{0,35} = 0,843$$

Тоді

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 6^1 \cdot 0,06^{0,7} \cdot 0,843 = 679,9 \text{ Н.}$$

Визначаємо потужність різання

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

$$N = N_{\text{табл}} \cdot K_N,$$

де  $K_N = 1$ ,  $N_{\text{табл}} = 1,1$  кВт [7].

Відповідно  $N_p = N_{\text{табл}} = 1,1$  кВт.

Перевіряємо чи достатня потужність приводу верстата. У верстата  $N_d = 3,7$  кВт;  $\eta = 0,8$ .

$$N_{\text{шп}} = N_d \cdot \eta = 3,7 \cdot 0,8 = 2,96 \text{ кВт}$$

Умова  $N_{\text{риз}} < N_{\text{шп}}$  ( $1,1 < 2,96$ ) виконується, значить обробка можлива.

Визначаємо крутний момент від сил опору різанню при свердлуванні.

$$M = \frac{9750 \cdot N_{\text{риз}}}{n} = \frac{9750 \cdot 1,1}{840} = 12,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Основний час.

$$T_o = \frac{L}{nS_0}$$

де  $L$  - довжина робочого ходу інструменту

$$L_i = l_{\text{риз}} + y + D,$$

$$y = 0,3 \cdot D = 0,3 \cdot 6 = 1,8 \text{ мм}$$

$\Delta$  - перебіг свердла, приймаємо  $\Delta = 2$  мм.

$$L_i = 13 + 1,8 + 2 = 16,8 \text{ мм.}$$

Тоді

$$T_o = \frac{16,8}{710 \cdot 0,06} = 1,043 \text{ хв}$$

### 2.5.3 Розрахунок режимів різання із використанням ЕОМ.

Операція 010.

Seco Режими різання Фрезерування

Вихідні дані:

Фреза: R220.13-0063-12  
Пластина: SEAN1203AFN-E12  
Сплав: F30M  
Робочий діаметр: 63,0  
К-значення: 5

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Число пластин: 5  
 Глубина різання: 2,5  
 Ширина різання: 47,3  
 Положення: Центровано  
 Кут зміщення: 97,3  
 Карра: 45,0  
 Група матеріалів: 4

Рекомендації:  
 Подача/зуб (мм/зуб) 0,14  
 hm (мм) 0,09  
 Швидкість різання (м/мин) 209  
 Швидкість подачі (мм/мин) 759  
 об/мин 1054  
 Потужність (kW) 1,5

### Операція 025.

#### Seco Режими різання Фрезерування

Вихідні дані:  
 Фреза: R220.13-0125-12  
 Пластина: SEAN1203AFN-E12  
 Сплав: F30M  
 Робочий діаметр: 125,0  
 К-значення: 7  
 Число пластин: 7  
 Глубина різання: 5,0  
 Ширина різання: 93,8  
 Положення: Центровано  
 Кут зміщення: 97,3  
 Карра: 45,0  
 Група матеріалів: 4

Рекомендації:  
 Подача/зуб (мм/зуб) 0,14  
 hm (мм) 0,09  
 Швидкість різання (м/мин) 205  
 Швидкість подачі (мм/мин) 525  
 об/мин 521  
 Потужність (kW) 1,3

### Операція 030.

#### Seco Режими різання Фрезерування

Вихідні дані:  
 Фреза: R220.13-0125-12  
 Пластина: SEAN1203AFN-E12  
 Сплав: F30M  
 Робочий діаметр: 125,0

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

К-значення: 7  
 Число пластин: 7  
 Глибина різання: 5,0  
 Ширина різання: 93,8  
 Положення: Центровано  
 Кут зміщення: 97,3  
 Карра: 45,0  
 Група матеріалів: 4

Рекомендації:  
 Подача/зуб (мм/зуб) 0,14  
 hm (мм) 0,09  
 Швидкість різання (м/мин) 205  
 Швидкість подачі (мм/мин) 525  
 об/мин 521  
 Потужність (kW) 1,3

### Операція 035.

#### Сесо Режими різання Фрезерування

##### Вихідні дані:

Фреза: R220.13-0063-12  
 Пластина: SEAN1203AFN-E12  
 Сплав: F30M  
 Робочий діаметр: 63,0  
 К-значення: 5  
 Число пластин: 5  
 Глибина різання: 5,0  
 Ширина різання: 47,3  
 Положення: Центровано  
 Кут зміщення: 97,3  
 Карра: 45,0  
 Група матеріалів: 4

##### Рекомендації:

Подача/зуб (мм/зуб) 0,14  
 hm (мм) 0,09  
 Швидкість різання (м/мин) 209  
 Швидкість подачі (мм/мин) 759  
 об/мин 1054  
 Потужність (kW) 1,5

### Операція 040. Перехід 1.

#### Сесо Режими різання Свердлування

##### Вихідні дані:

Сверло: SD70-33-66-40R7

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Р-пластина: WCMX06T308-85, T2000D  
С-пластина: WCMX080412-86, T400D  
Група матеріалів: 4  
Діаметр: 33,0  
Максимальная глубина резания: 66,0

Рекомендації:  
Швидкість різання(м/мин) 205  
об/мин 1977  
Подача/об (мм/об) 0,13  
Сила подачі (N) 5072  
Подача стола 257  
Момент (Nm) 66,4  
Потужність (kW) 1,8

### Операція 050. Перехід 1.

#### Seco Режими різання Свердлування

Вихідні дані:  
Сверло: SD70-22-44-25R7  
Р-пластина: WCMX040208-85, T2000D  
С-пластина: WCMX050308-86, T400D  
Група матеріалів: 4  
Діаметр: 22,0  
Максимальная глубина резания: 44,0

Рекомендації:  
Швидкість різання (м/мин) 205  
об/мин 2966  
Подача/об (мм/об) 0,10  
Сила подачі (N) 2770  
Подача стола 297  
Момент (Nm) 24,2  
Потужність (kW) 7,5

### Операція 070. Перехід 1.

#### Seco Режими різання Свердлування

Вихідні дані:  
Сверло: SD203-5.8-21-6R1  
Група матеріалів: 4  
Діаметр: 5,8  
Максимальная глубина резания: 21,0

Рекомендації:  
Шидкість різання (м/мин) 100  
об/мин 5488  
Подача/об (мм/об) 0,14  
Сила подачі (N) 939

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Подача стола	768
Момент (Nm)	2,2
Потужність (kW)	1,3

### Операція 075.

#### Сесо Режими різання Фрезерування

Вихідні дані:

Фреза:	MM06-06004-M02
Пластина:	MM06-05804T-R02-D02
Сплав:	T60M
Робочий діаметр:	6,0
К-значення:	2
Число пластин:	2
Глибина різання:	1,5
Ширина різання:	3,0
Положення:	Сторона
Кут зміщення:	90,0
Карра:	90,0
Група матеріалів:	4

Рекомендації:

Подача/зуб (мм/зуб)	0,05
hm (мм)	0,03
Швидкість різання (м/мин)	170
Швидкість подачі (мм/мин)	849
об/мин	9010
Потужність (kW)	0,3

### Операція 085.

#### Сесо Режими різання Фрезерування

Вихідні дані:

Фреза:	MM12-12008-M04
Пластина:	MM06-05804T-R02-D02
Сплав:	T60M
Робочий діаметр:	12,0
К-значення:	2
Число пластин:	2
Глибина різання:	3,5
Ширина різання:	6,0
Положення:	Сторона
Кут зміщення:	90,0
Карра:	90,0
Група матеріалів:	4

Рекомендації:

Подача/зуб (мм/зуб)	0,07
hm (мм)	0,05

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Швидкість різання (м/мин)	156
Швидкість подачі (мм/мин)	584
об/мин	4132
Потужність (kW)	0,9

Усі інші режими різання вибрані по нормативам і розраховані аналітично на всі операції заносимо в табл. 2.5.

Таблиця 2.5 - Режими різання на всі операції механічної обробки деталі “правильна рама”.

№ опер.	t, мм	S, мм/хв	S <sub>z</sub> , мм/зуб	V, м/хв	n, об/хв	N <sub>різ</sub> , кВт	N <sub>в</sub> , кВт	L <sub>р.х.</sub> , мм	T <sub>о</sub> , хв
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
010 Фрезерно-центрувальна									0,75
1. Фрезерувати обидва торці у розмір 680 мм.	2,5	-	0,14	209	1054	1,5	12,0	130	0,65
2. Свердлувати 2 центрових отвори Ø 6,3 мм.	3,15	0,2	-	31,4	630	0,7	12,0	12	0,1
015 Токарна з ЧПК Установ А. Точити ступінчасту циліндричну поверхню начорно по контуру на довжину 300 мм.	3,0	0,4	-	67,7	630	1,2	10	315	1,25
Установ Б. 1. Точити ступінчасту циліндричну поверхню начорно по контуру на довжину 380 мм.	3,0	0,4	-	67,7	630	1,2		395	1,6
2. Точити ступінчасту циліндричну поверхню начисто по контуру на довжину 380 мм витримуючи р-р 18, 20, 22, 106 та 3 мм.	0,5	0,2	-	78,1	800	0,7		395	2,47
020 Токарна з ЧПК Точити ступінчасту циліндричну поверхню начисто по контуру.	0,5	0,2	-	78,1	800	1,45	10	239	2,08

Продовження таблиці 2.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

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

025 Вертикально-фрезерна Фрезерувати лиску в розмір 93,2 мм на прохід начорно та начисто.	5,0	-	0,14	200	500	1,3	11	359	2,56
	1,5	-	0,1	200	500	1,1		359	3,6
030 Вертикально-фрезерна Фрезерувати лиску в розмір 65 мм на прохід начорно та начисто.	5,0	-	0,14	200	500	1,3	11	359	2,56
	1,5	-	0,1	200	500	1,1		359	3,6
035 Вертикально-фрезерна 1. Фрезерувати лиску в розмір 115 мм на прохід начорно та начисто. Перевстановити деталь 2. Фрезерувати лиску в розмір 110 мм на прохід начорно та начисто.	5,0	-	0,14	200	1000	1,5	11	359	2,56
	1,5	-	0,1	200	1000	1,1		359	3,6
	5,0	-	0,14	200	1000	1,5		359	2,56
	1,5	-	0,1	200	1000	1,3		359	3,6
040 Свердлувальна з ЧПК 1. Свердлувати 5 отворів Ø 34,5 мм витримуючи р-р 35мм та 70 мм. 2. Зенкерувати 5 фасок 1,6×45°. 3. Зенкерувати 5 отворів Ø 34,5 мм	17,25	0,13	-	101,4	1000	1,8	4,5	575	4,42
	1,6	0,1	-	48,1	500	0,4		15	0,3
	0,3	0,1	-	47,1	500	0,35		575	9,5
045 Свердлувальна Зенкерувати фаски 1,6×45° у 5 отворах.	1,6	0,1	-	48,1	500	0,35	2,8	15	0,3
050 Свердлувальна з ЧПК 1. Обробити 4 отвори Ø 22 мм. 2. Обробити 4 пази 22×58 мм.	11	0,1	-	106,1	1600	2,2	4,5	210	1,3
	3	-	0,14	71,4	1000	1,1		1600	4,8
055 Горизонтально-протяжна Протягнути сторони паза у 5 отворах.	4	-	0,05	4	-	1,6	18,5	757	0,76
060 Токарна 1. Свердлувати отвір Ø 19 мм. Перевстановити деталь. 2. Свердлувати отвір Ø 19 мм.	9,5	0,1	-	64,8	1000	1,3	6,3	360	3,6
	9,5	0,1	-	64,8	1000	1,3		360	3,6

Закінчення таблиці 2.5

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					53

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
065 Токарна									1,73
1. Розточити фаску	2	0,4	-	35,8	800	0,8	6,3	4	0,01
2. Розточити канавку 1,2 мм.	2	0,3	-	36,9	800	1,1		4	0,013
3. Зенкерувати отвір до Ø 19,8 мм.	0,4	0,3	-	37,0	800	0,5		85	0,36
4. Розгорнути отвір до Ø 20 мм.	0,1	0,2	-	42,1	1000	0,3		85	0,48
Перевстановити деталь									
1. Розточити фаску	2	0,4	-	35,8	800	0,8		4	0,01
2. Розточити канавку 1,2 мм.	2	0,3	-	36,9	800	1,1		4	0,013
3. Зенкерувати отвір до Ø 19,8 мм.	0,4	0,3	-	37,0	800	0,5		85	0,36
4. Розгорнути отвір до Ø 20 мм.	0,1	0,2	-	42,1	1000	0,3		85	0,48
070 Свердлувальна									4,543
1. Свердлувати два отвори Ø 5,8 мм.	2,8	0,06	-	22,4	710	1,1	2,8	16,8	1,043
2. Зенкувати дві фаски у отворах.	1	0,1	-	16,9	500	0,6		2	0,04
3. Розгорнути два отвори Ø 6 мм. начорно та начисто.	0,1	0,1	-	23,1	710	0,4		16,8	0,24
4. Нарізати різьбу М36×1,5 у 5 отворах.	0,75	0,75	-	26,3	250	0,3		605	3,22
075 Вертикально-фрезерна									
Фрезерувати два пази 6 мм.	3	-	0,05	27,1	1000	0,3	11	49	0,98
080 Токарна									0,34
1. Точити різьбу М39×1,5 на довжину 22 мм.	0,75	0,75	-	27,4	250	0,3	6,3	24	0,17
Перевстановити деталь.									
1. Точити різьбу М39×1,5 на довжину 22 мм.	0,75	0,75	-	27,4	250	0,3		24	0,17
085 Вертикально-фрезерна									
Фрезерувати шпонковий паз 12 мм.	5	-	0,07	37,1	1000	0,5	11	95	0,31
090 Круглошліфувальна									3,0
Шліфувати дві поверхні Ø 45 мм начорно і начисто.	0,11	0,015	-	35 м/с	-	0,75	7,5	160	0,75
	0,06	0,005	-	35 м/с	-	0,6		160	2,25
095 Круглошліфувальна									3,0
Шліфувати поверхню Ø 42 мм начорно і начисто.	0,11	0,015	-	35 м/с	-	0,75	7,5	160	0,75
	0,06	0,005	-	35 м/с	-	0,6		160	2,25

## 2.6 Розрахунок технічних норм часу при виконанні операцій

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>				Арк.
									54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

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

Визначаємо норму штучно-калькуляційного часу

$$T_{\text{шт.к}} = \frac{T_{\text{п.з}}}{n} + T_{\text{шт.}},$$

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

$n$  - величина партії деталей;  $n = 900$  шт;

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

$$T_{\text{шт.}} = T_{\text{о.}} + T_{\text{доп.}} + T_{\text{обсл.}} + T_{\text{відп.}},$$

де  $T_{\text{о.}}$  - основний час, хв;

$T_{\text{доп.}}$  - допоміжний час, хв;

$$T_{\text{доп.}} = T_{\text{в.з.}} + T_{\text{з.в.}} + T_{\text{уп.}} + T_{\text{вим.}},$$

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

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

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

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

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

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

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

$$T_{\text{обсл.}} = T_{\text{орг.}} + T_{\text{тех.}}$$

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

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

Для прикладу визначаємо норми часу на операцію 015 токарна з ЧПК.

Визначаємо  $(T_{\text{в.з.}} + T_{\text{з.в.}}) = 0,06$  [2].

Враховуємо виправний коефіцієнт для крупносерійного виробництва – 1,5.

$$T_{\text{в.з.}} + T_{\text{з.в.}} = 1,5 \cdot 0,06 = 0,09 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{уп}} = (0,01 + 0,17 + 0,01) \cdot 1,5 = 0,14 \text{ хв. [2]}$$

$$T_{\text{вим}} = (0,21 + 0,23) \cdot 1,5 = 0,66 \text{ хв. [2]}$$

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Визначаємо оперативний час  $T_{оп}$  :

$$T_{оп} = T_o \cdot T_d = 5,32 + 0,09 + 0,14 + 0,66 = 6,21 \text{ хв.}$$

Загальний час на обслуговування робочого місця і відпочинок дорівнює

$$T_{об.від} = \frac{T_{оп} \cdot \Pi_{об.від}}{100},$$

де  $\Pi_{об.від}$  - затрати часу на обслуговування робочого місця і відпочинок у відсотковому відношенні до оперативного часу,  $\Pi_{об.від} = 7\%$  [2].

$$T_{об.від} = \frac{6,21 \cdot 7}{100} = 0,45 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучний час

$$T_{шт} = 5,32 + 0,09 + 0,14 + 0,66 + 0,39 + 0,45 = 7,05 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучно-калькуляційний час

$$T_{шт.к} = 7,05 + 23/900 = 7,08 \text{ хв.}$$

На всі інші операції норми часу визначаємо аналітично і зносимо в таблицю 2.6

Таблиця 2.6 - Технічні норми часу по операціям, хв.

№ операції	$T_o$	$T_{у.з}$	$T_{кер.}$	$T_{вим.}$	$T_{оп.}$	$T_{обс.}$	$T_{шт}$	$T_{п.з.}$	$T_{ш.к.}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
010	0,75	0,12	0,14	0,12	1,13	0,005	0,755	0,03	0,785
015	5,32	0,09	0,14	0,66	6,21	0,45	7,05	0,03	7,08
020	2,08	0,09	0,14	0,66	2,97	0,15	2,23	0,03	2,26
025	10,26	0,12	0,12	0,12	10,62	0,72	10,98	0,03	11,01
030	10,26	0,12	0,12	0,12	10,62	0,72	10,98	0,03	11,01

Закінчення таблиці 2.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

035	12,32	0,12	0,12	0,12	12,68	0,86	13,18	0,03	13,21
040	14,22	0,14	0,13	0,14	14,63	1	13,22	0,03	13,25
045	0,3	0,14	0,13	0,14	0,71	0,021	0,321	0,03	0,351
050	6,1	0,14	0,13	0,14	6,51	0,43	6,53	0,03	6,56
055	0,76	0,24	0,09	0,11	1,2	0,005	0,765	0,03	0,795
060	7,2	0,09	0,14	0,66	8,09	0,5	7,7	0,03	7,73
065	1,73	0,09	0,14	0,66	2,62	0,12	1,85	0,03	1,88
070	4,543	0,14	0,13	0,14	4,953	0,32	4,863	0,03	4,893
075	0,98	0,14	0,13	0,14	1,39	0,07	1,05	0,03	1,08
080	0,34	0,09	0,14	0,66	1,23	0,02	0,36	0,03	0,39
085	0,31	0,14	0,13	0,14	0,72	0,02	0,33	0,03	0,36
090	3,0	0,13	0,09	0,1	3,32	0,21	3,21	0,03	3,24
095	1,51	0,13	0,09	0,1	1,83	0,11	1,62	0,03	1,65
									87,534

## 2.7 Визначення рівня механізації технологічного процесу

Правила використання засобів механізації і автоматизації технологічного процесу встановлені ГОСТ 14.309-74. згідно стандарту, механізації і автоматизації підлягають об'єкти з метою зниження матеріальних, трудових витрат, збільшення якості виробів і збільшення об'єму випуску продукції.

Ступінь автоматизації і механізації технологічного процесу визначається за формулою:

$$P_m = \frac{O_m}{O},$$

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

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

$$P_m = 18/20 = 0,9.$$

Отже, даний технологічний процес механізований на 90 %.

## 3. Конструкторський розділ

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					57

### 3.1 Проектування верстатного пристрою для фрезерування.

Згідно із завданням необхідно спроектувати пристрій для фрезерування шпонкового пазу.

Розрахунок режимів різання при фрезеруванні шпонкового пазу кінцевою фрезою  $\varnothing 12$  мм.

Глибина різання  $t = 5$  мм.

Призначаємо подачу на зуб  $S = 0,01$  мм/зуб.

Стійкість інструменту  $T = 60$  хв.

По таблицям вибираємо швидкість різання

$$V = V_{таб} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = 26 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 1,15 = 24 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 24}{3,14 \cdot 12} = 634 \text{ об/хв.}$$

По паспорту верстата приймаємо  $n = 600$  об/хв.

Фактична швидкість різання

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 12 \cdot 600}{1000} = 21,6 \text{ м/хв/}$$

Хвилинна подача

$$S_m = S_z \cdot z \cdot n = 0,01 \cdot 3 \cdot 600 = 18 \text{ мм/мин хв.}$$

Визначаємо силу різання по формулі

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot B^u \cdot S_z^y \cdot z_1}{D^q \cdot n^w} = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 1^{0,86} \cdot 12^1 \cdot 0,01^{0,72} \cdot 2}{12^{0,852} \cdot 600^0} = 112,6 \text{ Н.}$$

Складові сили різання:  $P_y = 0,3 \cdot 112,6 = 33,8$  Н;  $P_x = 0,5 \cdot 112,6 = 56,3$  Н.

Крутний момент на шпінделі

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{112,6 \cdot 12}{2 \cdot 100} = 6,8 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Вибір схеми базування та закріплення деталі

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Рисунок 3.2 а – Схема базування у пристрої.

Деталь встановлюється на призматичні опори , які позбавляють її чотирьох степенів вільності, до упору який позбавляє ще однієї степені вільності. Деталь притискається силою зверху, яка позбавляє останньої степені вільності.

Вибір установочних елементів пристрою.

Деталь встановлюється на призматичні опори з кутами  $2\alpha=90^\circ$  ГОСТ 12196-66 та переміщується до упору.

Розрахунок точності обробки.

Допустима похибка обробки

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

де  $T$  - допуск на відповідний розмір,  $T = 0,12$  мм.

$k$  - поправочний коефіцієнт ,  $k = 1,2$  .

$w$  - похибка верстата,  $w = 0,02$  мм.

Похибка установки деталі в пристрої

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

де  $\xi_\delta$  - похибка базування ,

$$\xi_\delta = 0,5 \cdot T_d (1/\sin\alpha - 1) = 0,5 \cdot 0,12 (1/\sin 45 - 1) = 0,02 \text{ мм.}$$

$\xi_3$  - похибка закріплення ,  $\xi_3 = 0,012$  мм [7]

$\xi_{\text{пр}}$  - похибка пристрою,

$$\xi_{\text{пр}} = (1/4 \dots 1/10) T_d = (1/4 \dots 1/10) \cdot 0,3 = (0,075 \dots 0,03) \text{ мм.}$$

Приймаємо  $\xi_{\text{пр}} = 0,03$  мм.

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

$$\varepsilon_y = \sqrt{0.02^2 + 0.012^2 + 0.03^2} = 0,038 \text{ мм.}$$

$$\Delta_{\text{доп}} = 0,12 - 1,2 \cdot 0,02 = 0,096 \text{ мм.}$$

Так як  $\Delta_{\text{доп}} > \varepsilon_y$  то пристрій задовольняє умові точності.

Розробка схеми закріплення деталі.

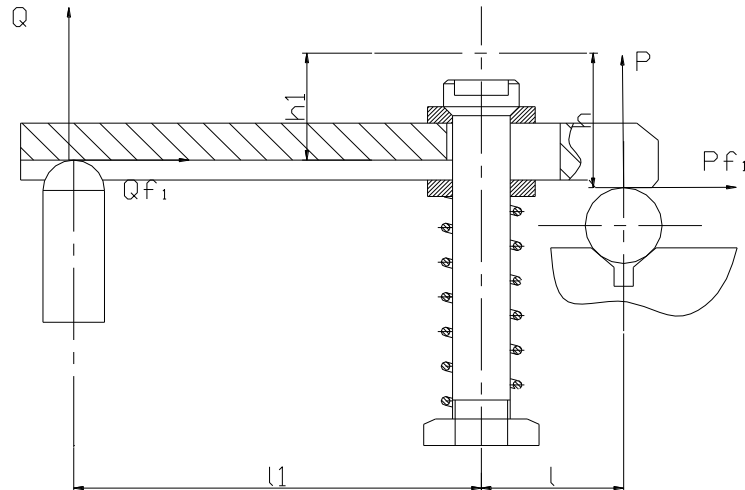


Рисунок 3.2 б – Схема для розрахунку зусилля закріплення деталі у пристрої.

$$h = 43 \text{ мм; } h_1 = 35 \text{ мм; } l_1 = 37 \text{ мм; } l_2 = 117 \text{ мм; } r = 20 \text{ мм.}$$

$$Q = P \frac{l + hf + rf_0}{l_1 - h_1 f_1 - rf_0} = 112,6 \cdot \frac{37 + 43 + 20}{117 - 35 - 20} = 181,6 \text{ Н.}$$

Шток має тиснути на прижим із зусиллям не меншим за 181,6 Н.

Визначимо діаметр поршня пневмоциліндра.

Зусилля з яким має діяти шток поршня на прижим

$$Q = F - q,$$

де F – сила дії пневмоциліндру; q – сила опору пружини, 50 Н.

Силу дії пневмоциліндра можна визначити із рівняння

$$F = p \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4},$$

де p – тиск у пневмомережі; D – діаметр циліндра.

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Із двох попередніх рівнянь отримаємо наступне рівняння для визначення мінімального діаметра пневмоциліндра:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot (Q + q)}{p \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot (181,6 + 50)}{0,4 \cdot 3,14}} = 27,1 \text{ мм}.$$

Приймаємо  $D = 30$  мм. Тоді дійсне зусилля  $Q_d$

$$Q = p \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} - q = 0,4 \cdot \frac{3,14 \cdot 30^2}{4} - 50 = 232,6 \text{ Н}.$$

Дійсна сила прижиму заготовки буде  $P = 144,5$  Н.

Вибір корпусних елементів пристрою.

Плита (УСП) ГОСТ14364-69 400x240.

Призма  $2\alpha=90^\circ$  ГОСТ12196-66.

Розробка технічних умов на пристрій і опис його роботи.

Пристрій призначений для кріплення його на стіл верстату та закріплення на ньому заготовки для наступної обробки на фрезерному верстаті. Пристрій має забезпечувати точність встановлювання і закріплення заготовки.

Пристрій працює наступним чином:

Заготовка встановлюється на призматичні опори до упору і затискається затискним механізмом наступним чином: деталь притискається одним кінцем до прижиму, який кріпиться на гвинті, а на інший кінець давить з відповідною силою шток пневмоциліндру. Сам пневмоциліндр кріпиться до плити через приварений кронштейн болтом. Після проведення обробки тиск в пневмоциліндрі припиняється і прижим стає рухомих що дозволяє вивільнити заготовку.

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

3.2 Проектування контрольно-вимірювального пристрою.

По технічним вимогам креслення необхідно контролювати радіальне биття поверхні  $\varnothing 42h6$ .

Для контролю радіального биття проектуємо наступний пристрій.

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

На плиту кріпимо кронштейн з установочним пальцем (центр), на який встановлюємо деталь по фасці, підтискаємо деталь підпружиненим центром також з фаскою.

Контроль радіального биття виконуємо індикатором, встановленим на індикаторній стійці.

В точці дотику індикатора з поверхнею деталі стрілку індикатора встановлюємо на "0".

Обертаючи деталь в центрах по індикатору визначаємо відхилення. Принцип вимірювання - не прямий.

Рисунок 3.2 - Схема вимірювання.

Розрахунок пристрою на точність виконуємо по формулі:

$$E_{\text{розр.}} \leq E_{\text{доп}}$$

де  $E_{\text{доп}}$  - допустима похибка;

$E_{\text{расч}}$  - розрахункова похибка.

$$E_{\text{доп}} = \Delta \cdot 0,3$$

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

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

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

$$E_{\text{пр}} = \sqrt{E_{\text{б}}^2 + E_{\text{виг}}^2 + E_{\text{приб}}^2 + E_{\text{зн}}^2},$$

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

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

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

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

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

$$E_{np} = \sqrt{0^2 + 0,01^2 + 0,01^2 + 0,01^2} = 0,014(\text{мм}).$$

$$E_{розр} = 0,014(\text{мм}) \leq E_{доп} = 0,03(\text{мм}).$$

Умова  $E_{розр} < E_{доп}$  - виконується.

#### 4. Охорона праці на виробництві

Охорона праці є невід'ємною складовою ефективною та відповідальною виробничою діяльністю, особливо на дільницях, де присутні значні ризики для здоров'я та життя працівників. Вона включає в себе комплексну систему правових,

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

соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі її трудової діяльності. На ділянці механічної обробки, де працівники щоденно стикаються з потенційно небезпечним обладнанням та матеріалами, належна увага до цих аспектів є критично важливою.

4.1. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів  
Детальний аналіз потенційних небезпек є першим кроком до розробки ефективних заходів безпеки. На ділянці механічної обробки працівники піддаються впливу низки факторів, які можуть призвести до травм, професійних захворювань або інших несприятливих наслідків:

Рухомі елементи обладнання та механічні небезпеки: Це один з найпоширеніших та найсерйозніших ризиків. До них відносяться:

Шпинделі, інструменти, обертові деталі: Можливість захоплення одягу, волосся або частин тіла обертливими елементами верстатів (токарних, фрезерних, свердлильних), що може призвести до серйозних каліцтв, відривів кінцівок або смерті.

Рухомі частини пресів, конвеєрів, роботизованих систем: Ризик затискання, розчавлення або ударів.

Гострі кромки та ріжучі інструменти: Можливість порізів та проколів при роботі з заготовками, інструментами або уламками металу.

Викиди та відскоки: Металева стружка, уламки інструментів, деталі, що відлітають на високій швидкості, становлять небезпеку для очей, обличчя та інших частин тіла.

Стружка та дрібні частинки:

Металева стружка (гаряча, гостра, завита): Прямий контакт може призвести до опіків, порізів, проколів.

Мікрочастинки та пил: Дрібні частинки металу, абразиву, пилу від шліфувальних робіт можуть потрапляти в очі, викликаючи подразнення, кон'юнктивіти або навіть серйозніші пошкодження. Вдихання такого пилу спричиняє захворювання

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

дихальних шляхів, включаючи силікоз при роботі з кремнеземвмісними матеріалами.

#### Шум та вібрація:

Шум: Постійний високий рівень шуму від працюючих верстатів (токарних, фрезерних, шліфувальних), компресорів, вентиляційних систем призводить до професійної приглухуватості (нейросенсорної втрати слуху), що є незворотнім процесом. Також шум викликає втому, роздратованість, знижує концентрацію уваги, що підвищує ризик помилок та аварій.

Вібрація: Місцева вібрація від ручних інструментів (відбійні молотки, шліфувальні машини) або загальна вібрація від обладнання може спричинити вібраційну хворобу, що вражає судинну, нервову та кістково-м'язову системи, а також погіршує функціонування внутрішніх органів.

#### Хімічні речовини:

Пари від охолоджувально-змащувальних рідин (ОЗР): Багато ОЗР містять токсичні компоненти, які при нагріванні випаровуються. Вдихання цих парів може спричинити подразнення дихальних шляхів, алергічні реакції, дерматити та інші захворювання.

Пари мастил та інших технічних рідин: Аналогічно ОЗР, можуть викликати респіраторні проблеми та шкірні захворювання.

Металевий пил та оксиди: Вдихання пилу від кольорових металів (свинець, кадмій, хром) може призвести до системних отруєнь та накопичення токсичних речовин в організмі.

Продукти розпаду та згоряння: При певних процесах можуть утворюватися шкідливі гази (наприклад, окиси азоту при зварюванні).

#### Електричний струм:

Ризик ураження при несправностях: Несправна електропроводка, пошкоджена ізоляція кабелів, відсутність заземлення або несправності електрообладнання (двигунів, пускачів, панелей управління) можуть призвести до ураження електричним струмом, що є смертельно небезпечним.

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

Недотримання правил безпеки: Робота з електрообладнанням без відповідної кваліфікації або ігнорування правил безпеки також є джерелом підвищеної небезпеки.

Пожежа/вибух:

Займисті матеріали: Наявність легкозаймистих матеріалів (масла, ОЗР, ганчірки, просочені горючими речовинами) в поєднанні з іскрінням від обробки металу, коротким замиканням або несправністю обладнання створює високий ризик пожежі.

Металевий пил: Деякі види металевого пилу (наприклад, алюмінієвий, магнієвий) у певній концентрації з повітрям можуть утворювати вибухонебезпечні суміші.

Фізичні навантаження та ергономічні ризики:

Піднімання та переміщення заготовок: Неправильні методи піднімання, переміщення важких або громіздких заготовок вручну можуть призвести до травм спини (радикуліт, міжхребцеві грижі), розтягнень, вивихів.

Монотонні та незручні пози: Тривала робота у вимушеній або незручній позі, повторювані рухи можуть спричинити розвиток захворювань опорно-рухового апарату (карпальний тунельний синдром, тендиніти) та хронічної втоми.

Недостатній простір на робочому місці: Обмежений простір може призвести до ударів, затискань або падінь.

#### 4.2. Заходи щодо забезпечення безпеки праці та виробничої санітарії

Для ефективного усунення, мінімізації або контролю вищезгаданих ризиків необхідно застосовувати комплексний підхід, що включає технічні, організаційні та санітарно-гігієнічні заходи.

Технічні заходи:

Ці заходи спрямовані на усунення небезпеки безпосередньо у джерела її виникнення або на ізоляцію працівника від небезпечного фактора.

Захисні огороження та блокування:

На верстатах: Встановлення жорстких та прозорих екранів, що захищають від стружки, бризок ОЗР та викидів дрібних частинок.

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

На рухомих частинах: Захисні кожухи та сітки для шпинделів, зубчастих передач, ремінних передач, що виключають випадковий контакт.

Блокувальні пристрої: Системи, що автоматично вимикають обладнання при відкритті захисних дверей або знятті огорожень, запобігаючи доступу до небезпечних зон під час роботи.

Місцева витяжна вентиляція:

Для видалення шкідливих випарів та пилу: Ефективні аспіраційні системи, що захоплюють шкідливі речовини (пари ОЗР, металевий пил, аерозолі) безпосередньо від джерела їх утворення (робочої зони верстата, шліфувальних верстатів) та відводять їх за межі приміщення або очищають повітря. Це запобігає їх поширенню по приміщенню та вдиханню працівниками.

Загальнообмінна вентиляція: Додатково забезпечує повітрообмін у всьому приміщенні, підтримуючи належний мікроклімат.

Якісне освітлення:

Достатній рівень освітленості: Забезпечення нормативних показників освітленості на робочих місцях та у проходах для запобігання перевтомі очей, підвищення точності робіт та зниження ризику помилок.

Відсутність відблисків та тіней: Правильне розташування світильників, використання розсіювачів.

Локальне освітлення: Додаткові світильники безпосередньо над робочою зоною верстата.

Заземлення обладнання:

Захист від ураження електричним струмом: Надійна система заземлення всього електрообладнання та металевих частин, які можуть опинитися під напругою, для відведення струму у разі пошкодження ізоляції та автоматичного відключення електроживлення.

Аварійні вимикачі:

Легкодоступні місця: Розміщення кнопок аварійного вимкнення (грибоподібні кнопки "Стоп") на всіх верстатах та у ключових точках дільниці, щоб дозволити

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

працівнику миттєво зупинити обладнання у випадку надзвичайної ситуації. Вони повинні бути чітко позначені та не мати перешкод для доступу.

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ):

Обов'язкове використання: ЗІЗ є останньою лінією захисту, коли інші технічні та організаційні заходи не можуть повністю усунути ризик. Їх використання має бути обов'язковим та суворо контролюватися.

Окуляри або захисні щитки: Від стружки, пилу, бризок ОЗР.

Рукавиці: Для захисту рук від порізів, опіків, впливу хімічних речовин (масла, ОЗР) та механічних пошкоджень. Важливо обирати рукавиці, які не можуть бути захоплені обертовими частинами.

Навушники або протишумові вкладиші: Для захисту слуху від надмірного шуму.

Спецодяг: Захищає тіло від забруднень, механічних пошкоджень, а також повинен бути без вільно звисаючих елементів, які можуть бути захоплені рухомими частинами.

Спецвзуття: З захисним підноском та антиковзаючою підошвою для захисту від падіння важких предметів та уникнення ковзання на забруднених поверхнях.

Респіратори: Для захисту дихальних шляхів від пилу, диму та випарів хімічних речовин, якщо вентиляційні системи не забезпечують повного видалення шкідливих домішок.

Організаційні заходи:

Ці заходи визначають порядок та правила виконання робіт, розподіл обов'язків та відповідальності.

Навчання та інструктажі з охорони праці:

Обов'язковість: Всі працівники, включаючи новоприйнятих, повинні пройти первинний інструктаж, повторні інструктажі (не рідше 1 разу на 3 місяці або 6 місяців, залежно від виду робіт), позапланові інструктажі (при зміні технології, обладнання, порушеннях) та цільові інструктажі (перед виконанням робіт підвищеної небезпеки).

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

Зміст: Інструктажі повинні охоплювати правила безпечної експлуатації обладнання, дії у надзвичайних ситуаціях, правила використання ЗІЗ, порядок надання першої допомоги.

Перевірка знань: Після навчання та інструктажів обов'язково проводиться перевірка знань з охорони праці.

Розробка чітких інструкцій для кожного виду робіт:

Деталізація: Для кожної професії та виду робіт повинні бути розроблені та затверджені інструкції з охорони праці, які детально описують безпечні прийоми та методи виконання робіт, порядок підготовки робочого місця, дії у випадку аварійних ситуацій.

Доступність: Інструкції мають бути доступними на робочих місцях або у спеціально відведених куточках охорони праці.

Регулярне технічне обслуговування обладнання:

Планово-попереджувальні ремонти (ППР): Своєчасний ремонт, перевірка та налаштування всіх машин, механізмів, електроустановок, систем вентиляції та заземлення. Це запобігає виникненню аварійних ситуацій через несправність обладнання.

Журнали обслуговування: Ведення обліку проведених робіт та виявлених несправностей.

Організація робочих місць та підтримання порядку:

Принцип 5С (Sort, Set in order, Shine, Standardize, Sustain): Впровадження системи, що передбачає сортування (видалення непотрібного), систематизацію (кожна річ на своєму місці), чистоту (регулярне прибирання), стандартизацію (закріплення кращих практик) та підтримання (формування звички).

Безперешкодні проходи: Забезпечення вільних проходів та проїздів, не захащених матеріалами, заготовками чи готовою продукцією.

Безпечне зберігання: Належне зберігання інструментів, заготовок, готової продукції, ОЗР та інших матеріалів у відведених місцях, на спеціальних стелажах або піддонах.

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

Система допусків та нарядів-допусків: Для виконання робіт підвищеної небезпеки (наприклад, роботи в замкнутих просторах, роботи на висоті, газонебезпечні роботи) повинна діяти система нарядів-допусків, яка регламентує безпечне виконання цих робіт.

Комісії з охорони праці та уповноважені з питань охорони праці: Створення на підприємстві комісій з питань охорони праці та обрання уповноважених представників трудового колективу, які здійснюють громадський контроль за дотриманням законодавства про охорону праці.

Санітарно-гігієнічні заходи:

Ці заходи спрямовані на створення оптимальних умов праці, запобігання професійним захворюванням та підтримання належного рівня гігієни на виробництві.

Систематичне прибирання приміщень:

Регулярність: Щоденне прибирання робочих місць та приміщень, видалення стружки, пилу, розлитих мастил та ОЗР. Це запобігає ковзанню, зменшує поширення шкідливих речовин у повітрі та ризик загоряння.

Вологе прибирання: Перевага вологій прибиранню для мінімізації підняття пилу в повітря.

Забезпечення санітарно-побутових умов:

Роздягальні: Окремі шафи для особистого одягу та спецодягу.

Душові: Достатня кількість душових кабін з гарячою та холодною водою, що дозволяє працівникам після закінчення зміни прийняти душ та змити забруднення.

Вбиральні: Чисті, обладнані туалети.

Кімнати прийому їжі: Окремі приміщення, обладнані для прийому їжі, де працівники можуть перекусити, не забруднюючи робочі місця та не контактуючи зі шкідливими речовинами.

Контроль мікроклімату:

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

Температура, вологість, швидкість руху повітря: Підтримання оптимальних параметрів мікроклімату в робочих зонах відповідно до санітарних норм. Це досягається за допомогою систем опалення, вентиляції та кондиціонування.

Захист від перегріву/переохолодження: Забезпечення обігріву у холодний період та охолодження або подачі свіжого повітря у жаркий.

Доступ до питної води:

Якість та кількість: Забезпечення безперешкодного доступу працівників до якісної питної води в достатній кількості (кулери, фонтанчики з питною водою).

Медичні огляди:

Регулярність: Проведення попередніх (при прийомі на роботу) та періодичних медичних оглядів працівників, які піддаються впливу шкідливих та небезпечних виробничих факторів, для своєчасного виявлення та запобігання розвитку професійних захворювань.

Забезпечення гігієнічних засобів:

Наявність мила, рушників (або електросушарок для рук), дезінфікуючих засобів у санітарно-побутових приміщеннях.

### Список використаних джерел

1. ДСТУ 3008:2015 Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання.

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

2. ДСТУ EN ISO 13849-1:2018 «Безпека машин. Деталі систем управління, пов'язані з забезпеченням безпеки. Частина 1. Загальні принципи проектування» (EN ISO 13849-1:2015, IDT; ISO 13849-1:2015, IDT).
3. Методичні вказівки до виконання магістерської кваліфікаційної роботи за освітньо-професійною програмою - 131 Технології машинобудування; Укладачі: А. І. Гордєєв, В. П. Ткачук, В. В. Милько, О. В. Романішина, Хмельницький: ХНУ, 2023, - 39 с.
4. ДСТУ 2232-93 Базування та бази в машинобудуванні
5. НПАОП| 28.5-1.02-07. Правила охорони праці при термічній обробці металів.
6. ДСТУ ГОСТ 12344:2005 Сталі леговані та високолеговані. Методи визначання вугленю (ГОСТ 12344-2003, IDT).
7. Плєскач В.М., Акімов І.В., Мітяєв О.А. Технологічні методи виробництва заготовок деталей машин: підручник / за заг. ред. доц. В.М.Плєскача. Запоріжжя: Просвіта, 2013. 370 с.
8. Sandvik.Coromant. Каталог [Електронний ресурс]. - Режим доступу до каталогу: <http://www.sandvik.coromant.com>
9. Ковальов В.А., Гаврушкевич А.Ю., Гаврушкевич Н.В. Посібник для практичного програмування верстатів з ЧПК [Електронний ресурс] - Київ: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2019. - 115с.
10. Основи теорії різання матеріалів : підручник / М. П. Мазур та ін. – Львів
11. ДСТУ EN 1550:2018 Безпечність металорізальних верстатів. Вимоги щодо безпеки у разі проектування та виготовлення патронів для оброблюваних деталей (EN 1550:1997 + A1:2008, IDT).
12. СТЗВО-ХП-3.01-2018. Текстові документи у сфері навчального процесу <http://web.kpi.kharkov.ua/business/wp-content/uploads/sites/176/2018/03/STVUZ-HPI-3.01-2010.pdf>.
13. СТЗВО-ХП-2.01-2018. Дипломні проекти та дипломні роботи. Загальні вимоги! до виконання <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/metodotdel/wp-content/uploads/sites/28/2019/10/STZVO-HPI-2.01-2018-SSONP.-Diplomni-prockti-ta-diplomni-roboti-/agalni-vimogi-do-vikonannya.pdf>.

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

14. Добрянський С.С. Малафеев Ю.М., Пуховський Є.С. Проектування та виробництво заготовок, Підручник для студентів машинобудівних спеціальностей ВНЗ. / Під редакцією Коренькова В.М. Київ: НТУУ «КПІ», 2014 353 с., іл.

15. МАШНТЕХ. (Електронний ресурс]. - Режим до ступу до каталогу <https://www.met.ua/p/vertikalni-obrobni-sentri-avia-seriya-x-5/>

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.00.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73