

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра технології машинобудування

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

Технологія виготовлення деталі «Корпус підшипника 240.001» 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
Назва

Освітня програма «технології машинобудування»
Назва

Шифр ДП.ПМ.ФІТА.08.25.ПЗ

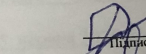
Виконав студент 3 курсу група ПМТс-22-2
Шифр

Керівник докт. техн. наук, професор
Науковий ступінь, звання

Нормоконтролер канд. техн. наук, доцент

До захисту допускаю:
Завідувач кафедри технології машинобудування
Назва

Дата «23» 06 2025


Підпис

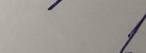
Сгор ДИДОВСЬКИЙ
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ


Підпис

Анатолій ГОРДЕСОВ
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ


Підпис

Сергій БИСЬ
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

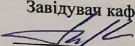

Підпис

Віталій ТКАЧУК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТМ Віталій ТКАЧУК7.02.2025ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТКовальчуку Дмитру Руслановичу

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1 Тема дипломної роботи Технологія виготовлення деталі "Черв'ячний вал НК 25.52.282" з використанням верстатів з ЧПКкерівник роботи Романішина Ольга Велеріївна, к.т.н., доцент

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

Затверджено наказом ректора університету від 7 лютого 2025 р. № 232 Строк подання студентом роботи на кафедру 10 червня 20253 Вихідні дані до проекту (роботи) кресленик деталі " Черв'ячний вал НК 25.52.282 " та технічні вимоги до її виготовлення, обсяг випуску 5 тис.

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

Вступ

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

5 Перелік графічного матеріалу: кресленик деталі із 3D моделлю (1 лист А2); створення деталі в САМ Esprit (1 лист А1); кресленик карти наладки (1 лист А2); кресленик верстатного пристрою (1 лист А1); кресленик контрольного калібру (1 лист А2)

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ГОЛОВІ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ КОМІСІЇ

Направляється студент Дідовський Єгор Сергійович на захист дипломного проекту (роботи)
(прізвище, ім'я, по батькові)

за спеціальністю 131 - Прикладна механіка

На тему: Технологія виготовлення деталі «Корпус підшипника 240.001» з використанням верстатів з ЧПК

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

Декан факультету

ОЛЕГ ПОЛІЩУК



ДОВІДКА УСПІШНОСТІ

Дідовський Є.С. з 2022 по 2025 роки повністю виконав навчальний план спеціальності з таким розподілом оцінок за:

національною шкалою: відмінно 20,51 %, добре 33,33 %, задовільно 46,15 %.
шкалою ЄКТС: А 14,55 %, В 5,45 %, С 25,45 %, D 14,55 %, Е 40,00 %.

Методист факультету

[Signature]

(ім'я, прізвище)

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

Студент

Дідовський Є.С. продемонстрував високу якість виконання своєї роботи та залучив у цей процес необхідні інструменти. За період виконання проекту виконав всі необхідні завдання та всі функції, передбачені програмою проектування.

Оцінка дипломного проекту (роботи)

добре

Керівник дипломного проекту

[Signature]

Тарасович Ірина Вікторівна
22.06.25

" 23 " 06 2025 р.

ВИСНОВОК КАФЕДРИ ПРО ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ)

Дипломний проект (роботу) розглянуто. Студент Дідовський Є.С. допускається до захисту цього проекту (роботи) в екзаменаційній комісії.

Завідувач кафедри

технологія машинобудування

[Signature]

" 23 " серпень 2025 р.

(підпис, ім'я, прізвище)

РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМІСІЇ ПО КАФЕДРИ ТЕХНОЛОГІЇ
МАШИНОБУДУВАННЯ

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: «Технологія виготовлення деталі «Корпус підшипника 240.001» з використанням верстатів з ЧПК».

Автор: Дідовський Єгор Сергійович

Спеціальність: 131 Прикладна механіка

Освітня програма: Прикладна механіка

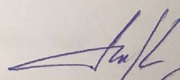
Науковий керівник: Гордєєв А. І.

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Текст вважається оригінальним та не потребує додаткових дій щодо запобігання неправомірним запозиченням. Є співпадання із титульним листом, завданням, змістом, списком використаних джерел. Також є співпадання із технічними термінами при застосуванні стандартних методик розрахунків, що не є плагіатом. Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділі охорони праці, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту.	Рівень унікальності тексту високий

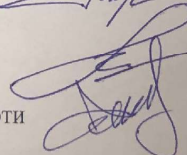
Підтвердження:

завідувач кафедри



Віталій ТКАЧУК

гарант освітньої програми



Володимир МИЛЬКО

керівник кваліфікаційної роботи



Анатолій ГОРДЄЄВ

Дата

Підписи

Міністерство освіти і науки України
Хмельницький національний університет

РЕЦЕНЗІЯ

на дипломний проект студента Ковальчук Д. Р.
Тема проекту: Технологія виготовлення деталі «Черв'ячний вал НК
25.52.282» з використанням верстатів з ЧПК

Тема дипломного проекту, та його зміст відповідають обраній спеціальності. Дипломний проект містить необхідні розділи, розрахунки та креслення згідно завдання.

У дипломному проекті студент проаналізував конструкцію обраної деталі, її технологічність та визначив тип виробництва.

Вибрав (економічно обґрунтувавши) метод виготовлення заготовки, в подальшому був розроблений маршрутний і технологічний процес механічного оброблення штока з використанням сучасного устаткування з ЧПК. Згідно виданого завдання розраховані припуски на обробку, визначені режими різання, норми штучного часу. Всі прийняті рішення технологічного розділу підкріплені відповідними розрахунками і виконані на високому рівні.

В конструкторській частині розроблено конструкції пристроїв та спеціального інструменту для оброблювальних операцій.

Всі конструкторські рішення підкріплені розрахунками і заслуговують позитивної оцінки.

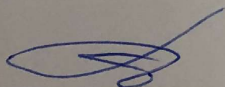
Графічна частина виконана у відповідності з вимогами ЕСКД та ДСТУ, розділи розрахунково-пояснювальної записки оформлені з виконанням основних вимог ЕСТД та ДСТУ на досить високому рівні.

Все це свідчить про досить високий рівень дипломника як сформованого молодого спеціаліста.

Вагомих недоліків в дипломному проекті не виявлено.

Дипломний проект, виконаний згідно завдання, у повному обсязі та на достатньому технічному рівні і заслуговує оцінки «добре».

Рецензент: _____



Багак О.П.

« 11 » « 06 » 2025 р.

Завідувачу кафедри
Технології машинобудування
Ткачуку В.П.
здобувача вищої освіти
студента Дідовського Є. С.
факультету інженерії, транспорту та
архітектури, 4 курсу, гр. ПМТс-22-2

ЗАЯВА

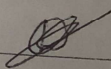
З правилами чинного Положення про систему забезпечення академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті, згідно з яким виявлення академічного плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту і застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності,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

23.06.25

дата



підпис

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
1			Документація загальна		
2					
3					
4	A4	ДРБ.ПМ.ФІТА.25.00.00 ПЗ	Розрахунково-пояснювальна записка	54	
5	A2	ДРБ.ПМ.ФІТА.25.01.00.02	Креслення заготовки	1	
6	A2	ДРБ.ПМ.ФІТА.25.01.00.01	Креслення деталі	1	
7	A1	ДРБ.ПМ.ФІТА.25.02.00.04	Карта наладки	1	
8		ДРБ.ПМ.ФІТА.25.02.00.03	Графотехнологія		
9	A1	ДРБ.ПМ.ФІТА.25.02.00.05	Вибір режимів різання	1	
10	A1	ДРБ.ПМ.ФІТА.25.03.00.01СК	Пристрій для фрезерування	1	
11	A2	ДРБ.ПМ.ФІТА.25.03.00.02	Пристрій для контролю	1	
12	A4		Завдання на ДП	1	
13	A4		Реферат	1	

					ДРБ.ПМТ.ФІТА.25.00.00ПЗ		
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив.		Дідовський			Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив		Гордєєв				3	
Н. Контр.		Бись			ХНУ-ПМТс-22-2		
Затвердив		Ткачук					
Відомість роботи							

Реферат

Тема проекту: Технологія виготовлення деталі «Корпус підшипника 240.001» з використанням верстатів з ЧПК

Автор: Дідовський Є. С. Керівник роботи : Гордєєв А. І.

Об'єм пояснювальної записки. 54. стор. Графічна частина 4,5.листів А1.

В загальному розділі визначено стан питання та задачі дипломного проектування виконано аналіз технологічності деталі, вибрано тип виробництва та шляхи його вдосконалення.

В технологічному розділі виконано вибір заготовки, визначено припуски, та проведено розрахунки режими різання, норми часу.

В конструкторському розділі виконано розрахунки пристрою для фрезерування та свердлування отворів, контрольно-вимірювального пристрою.

В розділі охорони праці приведено дані по техніці безпеки при експлуатації верстатів з ЧПК.

В додатках приведено технологічний процес виготовлення деталі «Корпус підшипника 240.001» з використанням верстатів з ЧПК специфікації, керуюча програма на верстат з ЧПК.

Автор роботи: Дідовський Є. С. 2025 р.

/Підпис/

Дата

ЗМІСТ

	Вступ.....	7
1	Загальний розділ	8
1.1	Стан питання та визначення задач дипломного проектування.....	8
1.2	Аналіз об'єкту виробництва. Призначення та конструкція деталі «Корпус підшипника 240.001»	9
1.3.	Аналіз технологічності конструкції деталі.....	10
1.4	Визначення типу і організаційної форми виробництва ...	12
1.5	Технічні вимоги, методи їх забезпечення та контролю...	13
1.6	Шляхи вдосконалення технологічного процесу оброблення деталі «Корпус підшипника 240.001»	14
2	Технологічний розділ	17
2.1	Вибір заготовки і обґрунтування методу її отримання....	17
2.2	Вибір технологічних баз.....	18
2.3	Вибір варіанта технологічного маршруту	19
2.4	Розрахунок припусків.....	19
2.4.1	Аналітичний розрахунок припуску на поверхню $\varnothing 80H7(+0,025)$	19
2.4.2	Табличний метод.....	24
2.5	Розробка технологічних операцій механічної обробки.....	25
2.6	Призначення режимів різання.....	27
2.6.1	Аналітичним методом	27
2.6.2	Табличний вибір режимів різання	30
2.7	Технічне нормування операцій технологічного процесу.....	34

2.8	Оформлення технологічної документації.....	36
3	Конструкторський розділ.....	37
3.1	Проектування верстатного пристрою для верстата з ЧПК	37
3.1.1	Вибір схеми базування деталі.....	37
3.1.2	Вибір установочних елементів пристрою.....	38
3.1.3	Розрахунок точності обробки.....	38
3.1.4	Розрахунок сили закріплення деталі.....	39
3.1.5	Розрахунок силового приводу пристрою.....	40
3.1.6	Розрахунок деталей пристрою на міцність.....	41
3.1.7	Опис роботи пристрою.....	42
3.2	Проектування контрольного пристрою.....	43
3.2.1	Технічні умови та вимоги креслення, що підлягають контролю.....	43
3.2.2	Розрахунок параметрів калібру пробки	43
4	Охорона праці.....	45
5	Висновки.....	52
6	Список використаних джерел.....	53
	Додатки.....	

ВСТУП

«Вирішення завдань по різкому збільшенню виробництва продукції в нашій країні передбачає високі темпи розвитку як загального машинобудування, так і галузевого.

Машини повинні мати не тільки високі експлуатаційні характеристики, але й виготовлятися з найменшими затратами праці і матеріальних засобів. Для цього при виготовленні машин необхідно використовувати найбільш прогресивні процеси і впроваджувати останні досягнення науки і техніки.

Машинобудування має першочергове завдання для технологічного переозброєння всього народного господарства; збільшення випуску продукції базується головним чином на підвищенні продуктивності праці шляхом механізації і автоматизації виробничих процесів. Технічний рівень машинобудування визначає і технічний рівень вирішальних галузей народного господарства. Кількість продукції, яку виробляє підприємство, не може бути єдиною характеристикою при оцінці машинобудівного комплексу. Важливо забезпечити високу якість продукції, високу продуктивність машин, їх надійність, довговічність і низьку собівартість. На ці сторони звертають особливу увагу.

Технологія машинобудування – наука, яка вивчає закономірності, що виникають в процесі виготовлення машин. До них відносять закономірності технології, конструктивні і фізичні методи розробки і побудови раціональних технологічних процесів, вибір способу отримання заготовки і технічного обладнання, інструментів, пристроїв» [2].

1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Стан питання та визначення задач дипломного проектування

Дипломна бакалаврська робота відповідно до загальноосвітньої програми підготовки бакалаврів за Галуззю знань – 13 Механічна інженерія, Спеціальністю – 131 Прикладна механіка являє собою самостійну та логічно завершену роботу на здобуття ступеня бакалавра, галузі технології машинобудування.

«Для якісного виконання випускної кваліфікаційної роботи претендент ступеня бакалавра в процесі навчання за програмою має освоїти такі компетенції, які закріплюються під час виконання ним випускної кваліфікаційної роботи :

- здатність до саморозвитку, підвищення своєї кваліфікації та майстерності;
- здатність освоювати на практиці та вдосконалювати технології, системи та засоби машинобудівних виробництв;
- здатність брати участь у розробці та впровадженні оптимальних технологій виготовлення машинобудівних виробів;
- здатністю виконувати заходи щодо ефективного використання матеріалів, обладнання, інструментів, технологічного оснащення, засобів автоматизації, алгоритмів та програм вибору та розрахунків параметрів технологічних процесів;
- здатністю вибирати матеріали та обладнання, та інші засоби технологічного оснащення та автоматизації для реалізації виробничих та технологічних процесів;
- здатністю виконувати роботу з визначення відповідності продукції, що випускається вимогам регламентуючої документації;

- здатністю виконувати роботи з доведення та освоєння технологічних процесів, засобів та систем технологічного оснащення, автоматизації машинобудівних виробництв, управління, контролю, діагностики в ході підготовки виробництва нової продукції, оцінки їх інноваційного потенціалу;
- здатність розробляти плани, програми та методики, інші документи, що входять до складу конструкторської, технологічної та експлуатаційної документації.

Основні завдання при виконанні дипломної роботи бакалавра:

- запропонувати вдосконалений технологічний процес оброблення деталі із застосуванням сучасного обладнання – верстатів з ЧПК;
- провести раціональний вибір методу отримання заготовки;
- провести розрахунки та вибір припусків;
- розрахувати та вибрати різальний інструмент і режими різання;
- провести нормування технологічних операцій механічної обробки;
- спроектувати та провести розрахунки верстатного та контрольного пристрою;
- виконати необхідні графічні матеріали та оформити технологічну документацію;
- навести з точки зору охорони праці необхідні вимоги до безпечної роботи при виконанні технологічного процесу, протипожежної безпеки, безпечним умовам роботи машинобудівного комплексу» [16].

1.2 Аналіз об'єкту виробництва. Призначення та конструкція деталі «Корпус підшипника 240.001»

Деталь «Корпус підшипника 240.001» входить до складу вузла для передачі крутного моменту. Деталь «Корпус» використовується у якості опори для підшипників. Програма випуску 11900 шт.

Основними для даної деталі являються базова поверхня В та отвір $\varnothing 80H7$.

Отвір $\varnothing 80H7$ призначений для встановлення підшипника.

Отвори $\varnothing 13$ призначені для встановлення гвинта, який кріпить «Корпус» до основи.

Отвори $M10 \times 1-7H$ призначений для встановлення пальця, який фіксує валик у повному положенні.

Отвір $M10 - 7H$ призначений для гвинта, який кріпить кришку до корпусу.

Частина поверхонь деталі (зовнішні та внутрішні) після литва не обробляються.

Необроблені поверхні деталі покриваються лакофарбовим покриттям в один шар.

Дана деталь відноситься до класу «корпусів» і вона в основному утворена поверхнями простої форми – плоскі та циліндричні. Складних конструктивних елементів немає.

1.3 Аналіз технологічності конструкції деталі

Згідно робочого креслення можна сказати про наявність всіх даних для виготовлення деталі, що вимагає ДСТУ БА. 4-4:2009 «Загальні вимоги до робочих креслень»

1. Вибір матеріалу на деталь.

Для виготовлення деталі «Корпус підшипника 240.001» використовуємо чавун СЧ18 ДСТУ 7809:2015в %, що обумовлено з особливістю конструкції деталі «Корпус підшипника 240.001».

1. Якісний аналіз

Деталь «Корпус підшипника 240.001» відноситься до класу корпусів. Деталь достатньо технологічна. До всіх поверхонь, які обробляються, забезпечується вільний підхід інструменту, що дозволяє проводити обробку високопродуктивними методами на прохід.

Деталь жорстка, тому потреби у додаткових опорах при обробці немає.

Деталь має зручні базування поверхні.

Матеріал деталі надає можливість одержати заготовку за формою близьку до готової деталі із мінімальними припусками на обробку.

«Характеристика хімічного складу та механічних властивостей чавуна СЧ18 ДСТУ 7809:2015 наведено у табл. 1.1.

Таблиця 1.1. Хімічний склад та механічні властивості чавуна СЧ18

C , %	Si , %	Mn , %	Не більше		Ni , %	Cu , %
			S , %	P , %		
3...5	1.5...3.5	>0.03	0.05	0.15	≅0.9	≅0.9
σ_B , Мпа	$\sigma_{міц}$, Мпа	$[\sigma_0]_f$	$[\sigma_{-1}]_f$	$[\sigma_H]$	НВ	δ , %
<	<	<	<			
200	20	67	44	255-361	170...241	36

2. Кількісний аналіз. [4].

Коефіцієнт точності.

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

$$T_{CP} = \frac{\sum T \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{4 \times 14 + 5 \times 12 + 7 \times 9 + 3 \times 7}{19} = 10,11.$$

де T – клас точності обробки;

n_i – кількість розмірів відповідного класу точності.

$$K_{Tч} = 1 - \frac{1}{10,11} = 0,9.$$

Деталь згідно коефіцієнту точності є досить технологічною, так $K_{Tч} \approx 1$.

Відповідність коефіцієнту шорсткості.

$$K_{Ш} = \frac{1}{Ш_{CP}}, \quad (1.2)$$

$$Ш_{CP} = \frac{\sum Ш \cdot n_{IM}}{\sum n_{IM}} = \frac{4 \times 6,3 + 5 \times 6,3 + 7 \times 1,6 + 3 \times 1,6}{19} = 3,83 \text{ мкм.}$$

де Ш – клас шорсткості поверхні;

n_i – кількість поверхонь відповідного класу шорсткості.

$$K_{Ш} = \frac{1}{3,83} = 0,26.$$

Так як $K_{Ш}$ досить низький то можна стверджувати, що деталь по $K_{Ш}$ є технологічна» [4].

1.4 Визначення типу і організаційної форми виробництва

«Визначення типу виробництва характеризується коефіцієнтом закріплення операцій $K_{3.0}$:

$$K_{3.0} = \frac{\sum n_{oi}}{(\sum P_i)}, \quad (1.3)$$

де $\sum n_{oi}$ - сумарне кількість різних операцій за місяць по дільниці з розрахунку на одного змінного майстра.

$\sum P_i$ - явочна кількість робітників дільниці виконуючих різноманітні операції при роботі в одну зміну.

Визначення типу виробництва проводимо за формулою:

$$K_{3.0} = \frac{\sum n_{oi}}{(\sum P_i)} = \frac{25}{3} = 8,3, \quad (1.4)$$

По розрахованому коефіцієнту закріплення операцій приймаємо тип виробництва – середньо серійне [5].

1.5 Технічні вимоги, методи їх забезпечення та контролю

Основні елементи деталі «Корпус підшипника 240.001» та їх характеристики занесені в таблицю 1.2.

Таблиця 1.2 – Технічні вимоги, методи їх забезпечення та контролю

Технічні вимоги	Методи забезпечення	Методи контролю
$\varnothing 80H7$, при $R_a = 0,8$ мкм	Розточування чорнове, розточування чистове, розточування чистове тонке	Нутромір індикаторний типу НИ – 100 Набір мір шорсткості
$\varnothing 13H14$, при $R_z = 40$ мкм	Свердлування	Штангенциркуль ШЦ–I–150–0,1 Набір мір шорсткості Нутромір індикаторний типу НИ – 100 Набір мір шорсткості
$M8 - 7H$, при $R_z = 40$ мкм	Свердлування, різьбонарізання	Штангенциркуль ШЦ–I–150–0,1 Калібр – пробка різьбова. Набір мір шорсткості
Лінійні розміри за 14 квалітети точності, шорсткість $R_z = 40$ мкм	Одноразова лезвійна обробка	Штангенциркуль ШЦ–II–350–0,1 Набір мір шорсткості

Продовження таблиці 1.2

Технічні вимоги	Методи забезпечення	Методи контролю
Допуск паралельності вісі отвору $\varnothing 80H7$ відносно базової площини В – 0,05 мм	Чистовим розточуванням отвору з базуванням по площині В	На контрольній плиті за допомогою контрольного валика та індикатора
Допуск перпендикулярності торців відносно базової площини В 0,1 мм	Фрезеруванням торців з базуванням по площині В	На контрольній плиті за допомогою індикатора

1.6 Шляхи вдосконалення технологічного процесу оброблення деталі «Корпус підшипника 240.001»

Для обробки деталі «Корпус підшипника 240.001» запропоновано використовувати метод концентрації операцій, тобто виконання максимально-можливої кількості переходів за один установ заготовки. Забезпечення виконання даного принципу здійснюється при використанні багатоцільового верстата з великою кількістю інструментів IP500ПМФ4.

В удосконаленому технологічному процесі запропоновано використовувати обробляючий центр фрезерно-розточувальний свердлувальний центр IP500ПМФ4.



Рисунок 1.1 Загальний вигляд верстата IP500ПМФ4

Технічна характеристика верстата IP500ПМФ4

Найбільша маса оброблюваного виробу, кг 700

Розміри робочої поверхні столу, мм 500x500

Частота обертання поворотного столу (з круговою подачею), об/хв. 6

Кількість позицій повороту столу 120 (через 3°)

Індексований поворот столу, кут. з 360000x0,001°

Точність автоматичного встановлення повороту стола ± 3

Конус для кріплення інструмента в шпинделі ISO 50

Частота обертання шпинделя, об/хв. 21,2-3000

Потужність електродвигуна обертання шпинделя, кВт 7,5-22

Величина переміщення столу (поперечне), мм 800

Величина переміщення бабки (вертикальна), мм 500

Величина переміщення стійки (поздовжнє), мм 500

Час зміни столів - супутників, з 45

Кількість столів-супутників у накопичувачі 2

Робочі подачі столу, шпиндельної бабки, стійки, мм/хв. 1-3600

Швидкість швидких встановлювальних переміщень, мм/хв. 12000

Місткість інструментального магазину, шт. 30

Час зміни інструмента, з 5

найбільший діаметр низки інструментів, мм 125(160)

Найбільший діаметр інструмента за вільних сусідніх гніздах, мм 160

Габарити, мм 4450x4625x3205

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Вибір заготовки і обґрунтування методу її отримання

Враховуючи матеріал деталі, її форму та розміри, тип виробництва, пропоную наступний метод виготовлення заготовки:

Враховуючи матеріал деталі, її форму, розміри та тип виробництва розглянемо можливі способи виготовлення заготовки. У даному випадку матеріал деталі – чавун СЧ18, який має добрі ливарні властивості. Враховуючи це, а також досить складний контур деталі у якості заготовки приймаємо відливку.

В умовах малосерійного типу виробництва литі заготовки в основному отримують литвом у разові форми з ручним або машинним формуванням.

Розглянемо деякі з можливих варіантів виготовлення заготовки:

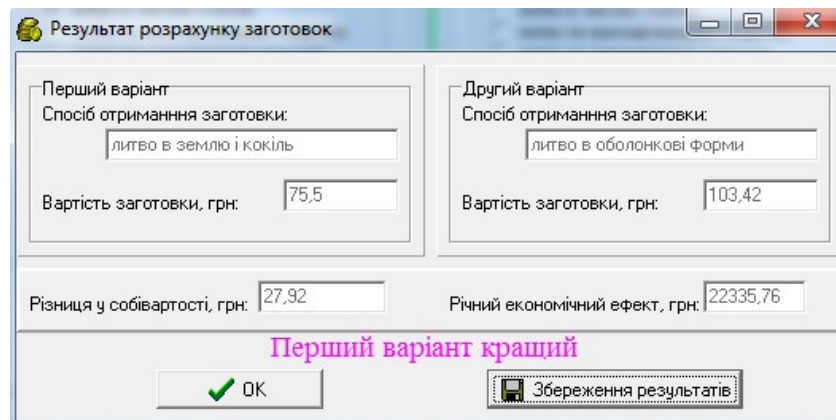
- лиття у піскову – глиняну форму;
- лиття у оболонкові форми.

Згідно програми проведемо розрахунки виготовлення заготовки різними методами. На рис. 2.1 показано ввід необхідних даних.

Parameter	First Variant (Перший варіант)	Second Variant (Другий варіант)
Маса заготовки, кг	4,5	4,3
Маса деталі, кг	4,02	4,02
Програма випуску, шт	800	800
Вартість 1-ї тони відходів, грн	360	360
Базова вартість 1-ї тони заготовок, грн	24000	25000
Матеріал	СЧ10,СЧ15,СЧ18	СЧ10,СЧ12,СЧ15,СЧ18
Група складності	1	1
Клас точності	1	1

Рисунок 2.1 – Вхідні дання для розрахунку

На рисунку 2.2 наведені результати розрахунку.



Варіант	Спосіб отримання заготовки	Вартість заготовки, грн
Перший варіант	литво в землю і кокіль	75,5
Другий варіант	литво в оболонковій формі	103,42

Різниця у собівартості, грн: 27,92 Річний економічний ефект, грн: 22335,76

Перший варіант кращий

OK Збереження результатів

Рисунок 2.2 – Результати розрахунку

Враховуючи результати розрахунку пропонується для виготовлення заготовки застосувати лиття у піскову – глиняну форму з ручною формовкою.

Встановлюємо:

- клас точності розмірів – 10;
- ступінь жолобління – 8;
- ряд припусків – 3.

Точність відливки 10 – 8 – 3.

Загальні припуски на заготівку та допуски на розміри заготовки вибираємо по [1].

2.2 Вибір технологічних баз

На першій операції оброблення у токарному патроні за бази приймаємо зовнішню поверхню заготовки та торець.

При фрезерній та свердлувальній обробці на ЧПУ при установленні за базу використовується внутрішня циліндрична поверхня отвору, та торець. При фрезеруванні та свердлуванні використовується правило 6-ти ступенів вільності. Три ступеня бере на себе база установча, два ступеня - база

направляюча (циліндричні пальці), а одна ступінь знищується з допомогою сил тертя при закріпленні заготовки.

2.3 Вибір варіанта технологічного маршруту

Вибір технологічного маршруту проведено із залученням у технологічному процесі верстатів з ЧПК та багатоцільових верстатів з ЧПК

Таблиця 2.1 – Технологічна схема виготовлення деталі «Корпус підшипника 240.001»

№	Найменування, короткий зміст операції, технологічні бази	Верстат
000	Заготівельна Відлити заготовку	
005	Вертикально – фрезерна Фрезерувати ливники	6Т13
010	Вертикально – фрезерна з ЧПК Фрезерувати базову поверхню В, свердлити 4 отв. $\varnothing 13$	6Р13Ф3-01
015	Багатоцільова з ЧПК	ІР500ПМФ 4
020	Слюсарна Притупити гострі кромки	Верстак
025	Мийна Промити деталь	Мийна машина
030	Контрольна	Стіл ВТК

2.4 Розрахунок припусків

2.4.1 Аналітичний розрахунок припуску на поверхню $\varnothing 80H7(+0,025)$

Заготовка – литво, базування заготовки здійснюється в спеціальному пристрої при розточуванні.

«Мінімальний розрахунковий припуск визначаємо за формулою:

$$2Z_{\min} = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma}^2 + \varepsilon_{Yi}^2}), \quad (2.1)$$

де Rz_{i-1} – висота мікронерівностей на попередній операції;

h_{i-1} – глибина дефектного шару на попередній операції;

Δ_{Σ} - геометрична сума просторових відхилень на попередній операції;

ε_{Yi} - похибка установки на операції, що виконується» [2].

Вихідні дані для розрахунку припусків вибираємо за [2] і записуємо в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2– Аналітичний розрахунок припусків на $\varnothing 80H7(+0,025)$

Найменування операції, переходу	Елементи припуску, мкм				Розрах. прип., $2Z_{\min}$, мкм	Розрахунковий розмір, мм	Допуск IT, мкм	Граничні розміри, мм		Гран.знач. припусків, мм	
	Rz_{i-1}	h_{i-1}	Δ_{Σ}	ε_i				D min	D max	2Z min	2Z max
Заготовка	240	250	1374	-	-	75,575	1000	75,00	76,00	-	-
Розчистити начорно	50	50	50	120	$\frac{2 \cdot 1869}{3738}$	79,313	390	78,74	79,13	3,13	3,74
Розчистити попередн.	20	25	-	56	$\frac{2 \cdot 175}{350}$	79,663	160	79,50	79,66	0,53	0,76
Розчистити начисто	10	20	-	53	$\frac{2 \cdot 98}{196}$	79,859	62	79,797	79,859	0,199	0,297
Розчистити кінцево	-	-	-	53	$\frac{2 \cdot 83}{166}$	80,025	25	80,000	80,025	0,166	0,203

Геометрична сума просторових відхилень визначається за формулою:

$$\Delta = \sqrt{\Delta_{кор}^2 + \Delta_{см}^2 + \Delta_{енс}^2}, \quad (2.2)$$

де $\Delta_{кор}$ – величина короблення поверхні заготовки, $\Delta_{кор} = 500$ мкм, [2] ;

$\Delta_{см}$ – похибка зміщення, $\Delta_{см} = 1000$ мкм, [2];

$\Delta_{екс}$ – ексцентричність отвору, $\Delta_{екс} = 800$ мкм [2].

Тоді за формулою (2.2):

$$\Delta = \sqrt{500^2 + 1000^2 + 800^2} = 1374 \text{ мкм.}$$

Остаточна величина просторових відхилень після виконання переходів механічної обробки визначається за формулою:

$$\Delta_{ост} = K_Y \cdot \Delta_{см}, \quad (2.3)$$

де K_Y - коефіцієнт уточнення.

Після чорнової обробки $K_Y = 0,05$; після чистової $K_Y = 0,002$, [2].

$$\Delta'_{ост} = 0,05 \cdot 1000 = 50 \text{ мкм.}$$

$$\Delta''_{ост} = 0,002 \cdot 50 = 0,1 \text{ мкм.}$$

Остаточна величина короблення при чистовому точінні настільки мала, що нею можна знехтувати.

Отримані дані заносимо в таблицю 2.2.

Похибку установки при встановленні заготовки на пластини опорні $\varepsilon_y = 120$ мкм, [2].

При наступних обробках похибка установки визначається за формулою:

$$\varepsilon_{yi} = 0,05 \cdot \varepsilon_y + \varepsilon_{інд}, \quad (2.4)$$

де $\varepsilon_{інд}$ – похибка індексації, $\varepsilon_{інд} = 50$ мкм, [2].

При чорновому розточуванні:

$$\varepsilon_y = 0,05 \cdot 120 + 50 = 56 \text{ мкм},$$

При чистовому розточуванні:

$$\varepsilon_y'' = 0,05 \cdot 56 + 50 = 53 \text{ мкм}.$$

При подальших операціях механічної обробки базова поверхня лишається постійною, тому похибка установки постійна, тобто $\varepsilon_y = 53$ мкм.

Призначаємо допуски на кожну операцію за [2] і записуємо в таблицю 2.4.

Визначимо величину припусків на:

чорнове розточування:

$$2Z_{\min} = 2(240 + 250 + \sqrt{1374^2 + 120^2}) = 2 \cdot 1869 \text{ мкм};$$

попереднє розточування:

$$2Z_{\min} = 2(50 + 50 + \sqrt{50^2 + 56^2}) = 2 \cdot 175 \text{ мкм};$$

чистове розточування:

$$2Z_{\min} = 2(20 + 25 + 53) = 2 \cdot 98 \text{ мкм};$$

кінцеве розточування:

$$2Z_{\min} = 2(10 + 20 + 53) = 2 \cdot 83 \text{ мкм}.$$

Отримані дані заносимо в таблицю 2.2.

Визначимо загальні припуски на обробку за формулою:

$$2Z_{\max 3} = \sum 2Z_{\max}, \quad (2.5)$$

$$2Z_{\min 3} = \sum 2Z_{\min}. \quad (2.6)$$

$$2Z_{\max 3} = 3,74 + 0,76 + 0,297 + 0,203 = 5,0 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min 3} = 3,13 + 0,53 + 0,199 + 0,166 = 4,025 \text{ мм}.$$

Проведемо перевірку вірності визначення числових значень припусків за формулою:

$$2Z_{\max 3} - 2Z_{\min 3} = IT_3 - IT_{\partial}, \quad (2.7)$$

$$5,0 - 4,025 = 1,0 - 0,025,$$

$$0,975 = 0,975.$$

Числові значення припусків визначені вірно.

Призначимо стандартний розмір заготовки,

$$D_{cm} = 85^{+1,0} \text{ мм}.$$

Визначимо номінальний припуск за формулою:

$$2Z_{o.ном} = 2Z_{0\min} + ESD_3 - ESD_{\partial}, \quad (2.8)$$

де ESD_3 і ESD_{∂} - верхнє відхилення відповідно заготовки і деталі,
 $ESD_3 = 1,0 \text{ мм}$; $ESD_{\partial} = 0,025 \text{ мм}$.

$$2Z_{o.ном} = 4,025 + 1,0 - 0,025 = 5,0 \text{ мм}.$$

Визначимо номінальний розмір заготовки за формулою:

$$d_{3.ном} = d_{ном} - 2Z_{o.ном}, \quad (2.9)$$

де $d_{ном}$ - номінальний діаметр деталі, $d_{ном} = 50,0 \text{ мм}$.

$$d_{ном} = 80,0 - 5,0 = 85 \text{ мм}.$$

Будуємо схему розташування полів припусків, допусків та граничних розмірів заготовки, рис. 2.1.

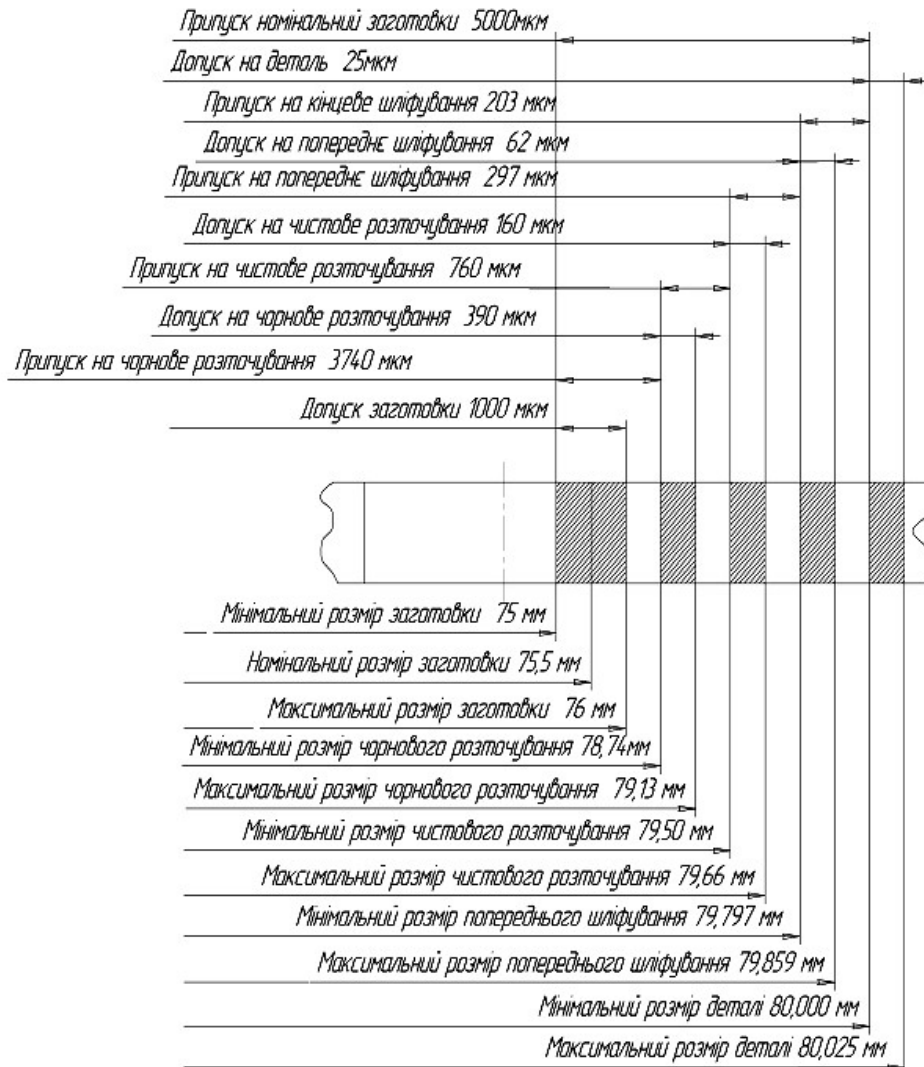


Рис. 2.1 – Схема розташування полів припусків та допусків на $\text{Ø}80H7(+0,025)$

2.4.2 Табличний метод призначення припусків

На інші оброблюванні поверхні корпуса припуски і допуски вибираємо по таблицям і записуємо їх значення в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 – Зведена таблиця розрахунку міжопераційних припусків та розмірів

Метод обробки поверхні	Ряд точності, квалітет	Параметр шорсткості, мкм	Припуск на розмір, мм	Проміжні розміри, мм
Ø80H7				
Розточування чистове тонке	7 (H7)	R _a 0,8	0,2	Ø80H7
Розточування чистове	10 (H10)	R _a 3,2	1,0	Ø79,8H10
Розточування чорнове	12 (H12)	R _a 6,3	4,8	Ø78,8H12
Заготовка		R _a 320		Ø74±1,8

2.5 Розробка технологічних операцій механічної обробки

Для виконання технологічних операцій вибираємо моделі верстатів, різальний інструмент, вимірювальний інструмент та верстатні пристрої за переходами. Розробку технологічних операцій механічної обробки за переходами зводимо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4. Операції механічної обробки

№ опера.	Маршрут Обробки	Верстат	Інструмент		Пристрої
			Різальний	Контор.	
1	2	3	4	5	6
000	Заготівельна				

Закінчення табл. 2.4.

1	2	3	4	5	6
005	Вертикально – фрезерна 1. Фрезерувати ливники	6Т13	Різець прохідний Різець розточувальний Різець фасочний	Штангенциркуль ШЦ-1-125-0.05 Шаблони Калібр-пробки	Лещата
010	Вертикально – фрезерна з ЧПУ 1.Фрезерувати базову поверхню В 2. Свердлити 4 отв. Ø13	6Р13Ф 3-01	Фреза торцева ВК6, D = 100 мм, z = 12. Свердло центрувальне Р6М5. Свердло спіральне Р6М5. Ø13	Штангенциркуль ШЦ-1-166-80 Шаблони Калібр-пробки	Пристрій спеціальний верстатній
015	Багатоцільова з ЧПУ Позиція І 1. Фрезерувати торець 95 мм у розмір 98 мм 2. Розточити отвір Ø80Н7 начорно на довжину 30 мм 3. Розточити отвір Ø80Н7 начисто на довжину 30 мм 4. Розточити фаску 1×45° 5. Центрувати отвір 4 отв. під різьбу М8-7Н з одночасним утворенням фаски 6. Свердлити отвір 4 отв. під нарізання різьби М8-7Н 7. Нарізати різьбу М8-7Н у чотирьох отворах Позиція ІІ 1.Фрезерувати бобишку Ø20 2.Центрувати отвір М10×1-7Н з одночасним утворенням фаски 3.Свердлити отвір Ø9 під різьбу 4.Нарізати різьбу М10×1-7Н	ІР500 ІМФ 4	Фреза торцева ВК6, D = 100 мм, z = 12. Різець розточувальний ВК6. Свердло центрувальне Р6М5. Свердло спіральне Р6М5. Ø7,2. Свердло спіральне Р6М5. Ø9. Мітчик М8 Р6М5. Мітчик М10 Р6М5.	Штангенциркуль ШЦ-1-125-0.05 Шаблони Калібр-пробки	Пристрій спеціальний верстатній

2.6 Призначення режимів різання

2.6.1 Аналітичним методом

Операція 015 розточування отвору $\varnothing 85H7$, перехід 1.

По емпіричних формулах розраховуємо режими різання для чорнового розточування отвору $\varnothing 85H7$.

Обробка проводиться на верстаті IP500ПМФ4

Глибина різання з попередніх розрахунків:

$\varnothing 78,791$ мм. – діаметр заготовки;

$\varnothing 80,012$ мм. – діаметр чорнового розточування отвору.

Отже:

$$t = \frac{D_{\text{дет}} - D_{\text{заг}}}{2} = \frac{79,013 - 76}{2} = \frac{2,559}{2} = 1,28 \text{ мм.},$$

Різальний інструмент – розточувальний різець з пластинами із твердого сплаву ВК-8. Січення державки різця 32×25 мм. Геометричні параметри різця: $r = 1,2$ мм., $\varphi = 45^\circ$, $\lambda = 0$, $\varphi_1 = 45^\circ$.

Назначаємо подачу $S = 0,3 \div 0,5 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$ [6] – при чорновому розточуванні при вильоті різця $l = 100$ мм.

Приймаємо подачу $S = 0,3 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$.

Період стійкості різця $T = 60$ хв. [6]

Швидкість різання при токарній обробці визначається за формулою:

$$V \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v; \quad (2.10)$$

Значення коефіцієнту C_v і показників вибираємо з [6]:

$$C_v = 292; x = 0,15; y = 0,2; m = 0,2.$$

Загальний поправочний коефіцієнт швидкості різання визначаємо із залежності:

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{\varphi_1v} \cdot K_{\lambda v} \cdot K_{Ov} \cdot K_{uv}, \quad (2.11)$$

де $K_{Mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{380} \right)^{-0,9} = 0,74$ - коефіцієнт, що залежить від

властивостей оброблюваного матеріалу ($K_r = 1; n_v = -0,9$ [6];

$K_{nv} = 0,8$ - коефіцієнт, що залежить від стану оброблюваної поверхні [6];

$K_{uv} = 0,93$ - коефіцієнт, що залежить від матеріалу ріжучої частини інструменту [6];

$K_{\varphi_1v} = 1$ - коефіцієнт, що залежить від геометричних параметрів різця (при $\varphi = 45^\circ$) [6];

$K_{Ov} = 0,9$ - коефіцієнт, що враховує вид обробки поверхні [6];

K_{φ_1v} та K_{rv} враховуються тільки при обробці різцями із швидкоріжучої сталі.

Звідси швидкість різання:

$$V = \frac{292}{60^{0,2} \cdot 1,28^{0,15} \cdot 0,3^{0,2}} \cdot 0,74 \cdot 0,8 \cdot 0,93 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 62,6 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо розрахункове число обертів шпинделя верстату:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 62,6}{3,14 \cdot 77,791} = 224 \text{ об/хв.}$$

Коректуємо число обертів шпинделя по паспорту верстату:

$$n = 220 \text{ об/хв.}$$

Дійсна швидкість різання буде складати:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 88,5 \cdot 220}{1000} = 61,2 \text{ м/хв.}$$

Сила різання при розточуванні розраховується по залежності [6]:

$$P_{x,y,z} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p. \quad (2.12)$$

Коефіцієнти і показники ступенів для складових сил різання знаходимо по [6]: $C_p = 300$; $x = 1,0$; $y = 0,75$; $n = -0,15$.

Поправочний коефіцієнт визначаємо за формулою:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp},$$

де $K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n$ - коефіцієнт, що враховує вплив властивостей

оброблюваного матеріалу на силові залежності:

$$K_{Mp_z} = \left(\frac{520}{750} \right)^{0,4} = 0,87,$$

$K_{\varphi p_{x,y,z}} = 1,0$ - поправочний коефіцієнт при $\varphi = 45^\circ$ [6];

$K_{\gamma p_{x,y,z}} = 1,0$ - поправочний коефіцієнт переднього кута [6];

$K_{\lambda p_{x,y,z}} = 1,0$ - поправочний коефіцієнт кута нахилу ріжучої кромки [6];

K_{rp} враховується тільки при обробці різцями із швидкоріжучої сталі.

Тоді :

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,28^{1,0} \cdot 0,3^{0,75} \cdot 61,2^{-0,15} \cdot 0,87 = 1900 \text{ Н.};$$

Потужність різання:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1900 \cdot 61,2}{1020 \cdot 60} = 1,9 \text{ кВт}$$

Проведемо перевірку достатності потужності приводу головного руху верстату необхідній потужності різання:

$$N_{\partial^3\zeta} < N_{\partial i}, \quad (2.13)$$

де $N_{\partial i} = N_{\partial} \cdot \eta$, $N_{\partial} = 11$ кВт. – потужність електродвигуна приводу головного руху; $\eta = 0,85$ - коефіцієнт корисної дії механізму приводу верстату.

$$1,9 < (11 \cdot 0,85) = 9,35 \text{ кВт.}$$

З розрахунків видно, що потужність верстату достатня для обробки даної деталі.

Основний технологічний час на обробку визначається за формулою:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \quad (2.14)$$

де: L - довжина різання з урахуванням врізання і перебігу різця:

$$L = l + y + \Delta = 30 + 3 + 0 = 33 \text{ мм.}$$

$l = 30$ мм. - довжина обробки по кресленню деталі;

$y = 3$ мм. – врізання різця;

$\Delta = 1$ мм. – перебіг різця.

$$T_o = \frac{30 \cdot 1}{220 \cdot 0,3} = 0,42 \text{ хв.}$$

2.6.2 Табличний вибір режиму різання

Проведемо вибір режимів різання на перехід розточування. Операція 015.

Різальний інструмент – різець розточувальний ВК8.

Допоміжний інструмент – оправка 40 – 20 – 253,4.

Вимірювальний інструмент – штангенциркуль ШЦ – I – 150 – 0,1.

Метод вимірювання – прямий.

Обробку проводимо з використанням МОР.

Глибина різання з попередніх розрахунків

$$t = 2,4 \text{ мм}$$

Період стійкості інструменту:

$$T = 60 \text{ хв. [6].}$$

Призначаємо подачу

$$S = 0,7 \text{ мм/об [6]}$$

Швидкість головного руху різання V , м/хв, визначаємо за формулою:

$$V = V_{\text{табл.}} \cdot K_{\text{нв}}, \quad (2.15)$$

де $V_{\text{табл}}$ – табличне значення швидкості різання, м/хв.;

$K_{\text{нв}}$ – коефіцієнт на матеріал;

$V_{\text{табл}} = 39 \text{ м/хв [7] ;}$

$K_{\text{нв}} = 1,13 \text{ [7] ;}$

$$V = 39 \cdot 1,13 = 44 \text{ м/хв.}$$

Частоту обертання шпинделя верстата n , хв^{-1} , визначаємо за формулою:

$$N = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 44}{3,14 \cdot 80} = 175 \text{ хв}^{-1} \quad (2.16)$$

Отримана частота обертання підходить по паспортним даним верстата (безступеневе регулювання).

Швидкість головного руху подачі $S_{\text{хв}}$, мм/хв, визначаємо за формулою:

$$S_{\text{хв}} = S_o \cdot n = 0,7 \cdot 175 = 125 \text{ мм/хв.} \quad (2.17)$$

Отримана швидкість головного руху подачі підходить по паспортним даним верстата (безступеневе регулювання).

Потужність різання $N_{\text{різ}}$, кВт, визначаємо за формулою:

$$N_{\text{різ}} = N_{\text{табл.}} \cdot \frac{V}{100} \cdot K_7 \quad (2.18)$$

де $N_{\text{табл.}}$ – табличне значення потужностей різання, кВт;

K_7 – коефіцієнт, який характеризує матеріал.

$$N_{\text{табл.}} = 5,5 \text{ кВт} [7].$$

$$K_7 = 0,8 [7].$$

$$N = 5,5 \cdot \frac{44}{100} \cdot 0,8 = 1,9 \text{ кВт}.$$

Потужність на шпинделі верстата $N_{\text{шп}}$, кВт, визначаємо за формулою:

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{д}} \cdot \eta, \quad (2.19)$$

де $N_{\text{д}}$ – потужність двигуна головного руху верстата, кВт;

η – коефіцієнт корисної дії верстата;

$$N_{\text{д}} = 14 \text{ кВт};$$

$$\eta = 0,8.$$

$$N_{\text{шп}} = 14 \cdot 0,8 = 11,2 \text{ кВт}.$$

Різання можливе, так як виконується умова:

$$N_p \leq N_{\text{шп}}, \quad 1,9 < 11,2 \text{ кВт}$$

Основний час на перехід T_o , хв, визначаємо за формулою:

$$T_o = \frac{L_{\text{рх}}}{S_{\text{хв}}} \cdot i, \quad (2.20)$$

де $L_{\text{рх}}$ – довжина робочого ходу інструменту, мм;

i – кількість проходів.

$$L_{\text{рх}} = l_{\text{різ}} + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 30 + 2 + 2,5 = 34,5 \text{ мм}$$

$$i = 1$$

$$T_o = \frac{34,5 \cdot 1}{125} = 0,28 \text{ хв}^{-1}$$

На інші операції розрахунки проводимо аналогічно і результати заносимо у таблицю 2.5.

Таблиця 2.5. Режими різання

Назва переходу	S_z , мм/зу б	t, мм	S_o , мм/об	$S_{xв}$, мм/х в	V, м/хв	n, об/хв	P_z , Н	N_p/N_B	$T_{0,хв}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
005 Вертикально – фрезерна 1. Фрезерувати ливники	0,15	2.5	-	87.5	109.9	350	357	0.88	1.2
010 Вертикально – фрезерна з ЧПУ 1.Фрезерувати базову поверхню В 2. Свердлити 4 отв. Ø13	0,15	2.5	-	87.5	109.9	350	492	0.88	2,35
	-	6.5	0.22	-	18	250	-	0.4	
015 Багатоцільова з ЧПУ Позиція I 1. Фрезерувати торець 95 мм у розмір 98 мм 5. Центрувати отвір 4 отв. під різьбу М8-7Н 6. Свердлити отвір 4 отв. під М8-7Н 7. Нарізати різьбу М8-7Н у чотирьох отворах Позиція II 1.Фрезерувати бобишку Ø20 2.Центрувати отвір М10×1-7Н 3.Свердлити отвір Ø9 під різьбу 4.Нарізати різьбу М10×1-7Н	0,15	1,5	-	87.5	109.9	350	357	0.88	7,49
	-	2	0,22	-	16	1000	-	0,14	
	-	3,6	0,22	-	18	600	-	0,2	
	-	1	1	-	6	90	-	0,15	
	0,15	1,5	-	87.5	109.9	350	357	0.88	
	-	2	0,22	-	16	1000	-	0,14	
	-	1	1	-	6	90	-	0,5	

2.7 Технічне нормування операцій технологічного процесу

Приведемо розрахунок нормування операції, а саме 015 і приведемо в записці, а інші розраховуються і зводяться в таблицю 2.6.

«В серійному виробництві визначається норма штучно-калькуляційного часу, $T_{ш.к.}$

$$T_{ш.к.} = \left(\frac{T_{п.з.}}{n} \right) + T_{шт.}, \quad (2.21)$$

$$T_{шт.} = T_o + T_d + T_{об} + T_{від}, \quad (2.22)$$

де $T_{шт.}$ - штучний час обробки деталі, хв.;

$T_{п.з.}$ - підготовчо-заклучний час на обробку, хв. ;

n - кількість деталей в партії, що налагоджується;

T_o -основний час обробки, хв. ;

T_b - допоміжний час обробки, хв. ;

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

$T_{від}$ - час відпочинку, хв.» [9].

$$T_o = 2.35 \text{ хв.}$$

$$\langle T_b = T_{вст} + T_{з.о} + T_{кер} + T_{вим} \rangle \quad (2.23)$$

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

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

$T_{кер}$ - час на керування верстатом, хв. ;

$T_{вим}$ - час на вимірювання деталі, хв.» [9]

$$T_{вст} = 0.21 \text{ хв., [9]}$$

$$T_{кер} = 0.382 \text{ хв., [9]}$$

$$T_{з.о} = 0.02 \text{ хв., [9]}$$

$$T_{вим} = 0.51 \text{ хв.}$$

$$T_b = 1.122 \text{ хв.}$$

$$T_{O,Б.} + T_{ВІД.} = П_{ОБ.ВІД} \cdot \left(\frac{T_O + T_E}{100} \right), \quad (2.24)$$

де $П_{об.від}$ - норматив часу на обслуговування робочого місяця, відпочинок та природні потреби

$$П_{об.від} = 6 \%, \quad [9]$$

$$T_{O,Б.} + T_{ВІД.} = 6 \cdot \left(\frac{2,35 + 1,122}{100} \right) = 0,208 \text{ хв},$$

$$T_{шт.} = 2.35 + 1.122 + 0.208 = 3.67 \text{ хв.}$$

$$T_{п.з.} = 14 + 2 + 7 = 23 \text{ хв.}, [9]$$

$$n = \frac{N \cdot a}{254}, \quad (2.25)$$

де a - періодичність запуску деталей, $a = 12$ днів.

$$n = \frac{11900 \cdot 12}{254} = 562.2.$$

Виконуємо корегування, яке полягає в визначенні числа змін та партій деталей за зміну.

$$C = \frac{T_{шт.} \cdot n_p}{476 \cdot 0.8} = \frac{3,53 \cdot 562.2}{476 \cdot 0.8} = 5.211.$$

Приймаємо $C_{пр} = 2$ зміни.

$$n_{пр.} = \frac{476 \cdot 0,8 \cdot C_{пр.}}{T_{шт.}} = \frac{476 \cdot 0,8 \cdot 2}{3,53} = 215,7.$$

Тоді

$$T_{шт.к.} = \frac{23}{215,7} + 3,53 = 3,63 \text{ хв.}$$

Розрахунки норм на інші операції заносимо у таблицю 2.6.

Таблиця 2.6 - Норми часу на операції

№ опер.	T _о	T _{вст}	T _з	T _{кер}	T _{вим}	T _{доп}	T _{об+Твід}	T _{шт}	T _{п.з}	T _{шт.к}
005	1.2	0.21	0.024	0.247	0.89	1.37	0.199	2.77	23	2.8
010	2.35	0.21	0.046	0.795	0.592	1.643	0.24	4.23	8	4.27
015	7.49	0.21	0,046	0.795	0.55	1.601	0.237	9.37	20	9.4

2.8 Оформлення технологічної документації

Проводимо оформлення технологічної документації. Заповнюємо карти: маршрутного технологічного процесу та операційного з ескізами операцій. Технічну документацію представлено у додатках.

ОРТК викреслено на карті ескізів та схем. На ній розміщене операційне креслення зображенням технологічних баз, затискачів та системи координат деталі (СКД).

Також на ОРТК приведено таблицю інструментального завантаження та циклограми руху інструменту.

Координати опорних точок на циклограмах досить легко визначаються з креслень, тому не потребують спеціальних розрахунків.

Вісь Z співпадає з віссю Z шпинделя, а горизонтально вісь XI перпендикулярна до осі шпинделя, вісь УІ вертикальна.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Проектування верстатного пристрою для верстата з ЧПК

Згідно із завданням необхідно спроектувати пристрій для фрезерування та свердлування отворів на 010 операції для верстата з ЧПК.

3.1.1 Вибір схеми базування деталі

Схема базування вибирається з аналізу постановки розмірів на деталі. Приймаємо поверхню основи за базу та отвори для кріплення.

Цим базовим поверхням у верстатному пристрої відповідають гладкий та зрізаний пальці та площина корпуса пристрою. На рис. 3.1. показана схема базування.

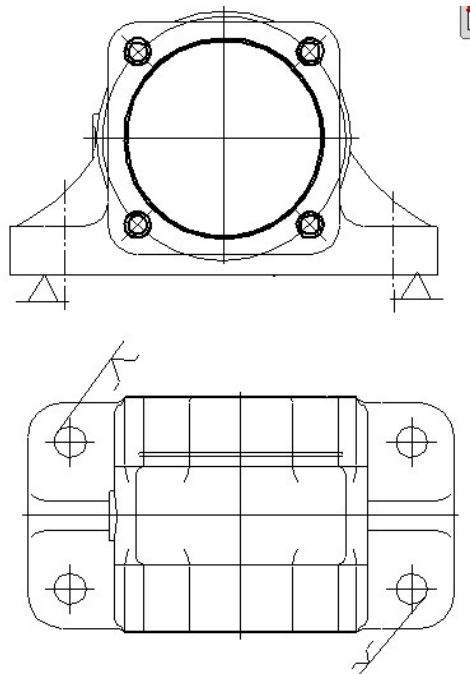


Рисунок 3.1 – Схема базування

3.1.2 Вибір установочних елементів пристрою

В якості установочних елементів використовуємо гладкий та зрізаний палець та площину корпусу пристрою на які деталь встановлюється отвором $\varnothing 13$ та площину корпусу пристрою.

3.1.3 Розрахунок точності обробки

«Допустима похибка обробки :

$$\Delta_{\text{доп}} = T - k w, \quad (3.1)$$

де T - допуск на відповідний розмір, $T = 0.12 \text{ мм}$

k - поправочний коефіцієнт, $k = 1.2$

w - похибка верстата, $w = 0.02 \text{ мм}$.

Похибка установки деталі в пристрої:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\xi_{\delta}^2 + \xi_3^2 + \xi_{\text{пр}}^2}, \quad (3.2)$$

де ξ_{δ} - похибка базування,

$$\xi_{\delta} = 0.5 \cdot T_d (1/\sin\alpha - 1) = 0.5 \cdot 0.12 (1/\sin 45 - 1) = 0.02 \text{ мм}.$$

ξ_3 - похибка закріплення, $\xi_3 = 0.012 \text{ мм}$ [10].

$\xi_{\text{пр}}$ - похибка пристрою,

$$\xi_{\text{пр}} = (1/4 \dots 1/10) T_d = (1/4 \dots 1/10) 0.3 = (0.075 \dots 0.03) \text{ мм.} \gg [10].$$

Приймаємо $\xi_{\text{пр}} = 0.03 \text{ мм}$.

$$\varepsilon_y = \sqrt{0.02^2 + 0.012^2 + 0.03^2} = 0.038 \text{ мм.}$$

$$\Delta_{\text{доп}} = 0.12 - 1.2 \cdot 0.02 = 0,096 \text{ мм.}$$

Так як $\Delta_{\text{доп}} > \varepsilon_y$ то пристрій сконструйовано вірно і забезпечує необхідну точність оброблення.

3.1.4 Розрахунок сили закріплення деталі

Розрахунок приводу пристрою ведемо по переходу фрезерування торців під кришку, так як режими різання фрезерування більш потужний чим свердлування. На рис. 3.2 показано схему базування та закріплення з вказаним напрямом дії сил різання та закріплення.

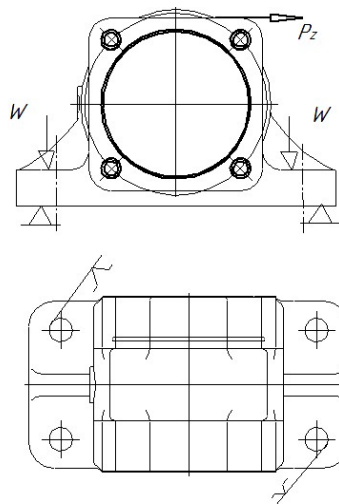


Рисунок 3.2 – Схема базування та закріплення

Розрахунок сили затиску ведемо з рівняння рівноваги заготовки:

$$P_z \cdot k = 4Wf,$$

$$K = 1,5.$$

З режимів різання маємо $N = 0,8$ кВт, $V = 109,9$ м/хв., тоді сила різання буде:

$$P_z = \frac{N \cdot 1020 \cdot 60}{V} = \frac{0,8 \cdot 1020 \cdot 60}{109,9} = 455,5H$$

Звідки:

$$W = \frac{P_z k}{4f} = \frac{455,5 \cdot 1,5}{4 \cdot 0,16} = 1044H.$$

3.1.5 Розрахунок силового приводу пристрою

Затискний механізм складається з двох механізованих прихватів з важільною системою. Зусилля затиску здійснюється від пневмоциліндрів (рис. 3.3) за допомогою Г-подібних прихватів.

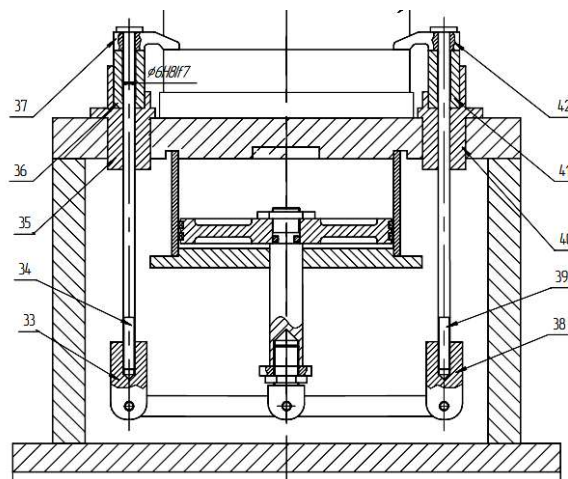


Рисунок. 3.3 – Загальний вигляд приводу пристрою

Знаходимо зусилля на штокові гідроциліндра урахувавши важільний механізм за формулою:

$$Q = 2W = 2 \cdot 1044 = 2088H. \quad (3.3)$$

Розрахунок внутрішнього розміру пневмоциліндра ведемо за формулою [10]:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi p \eta}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2088}{3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,98}} = 82,4 \text{ мм.}$$

де p – тиск повітря в системі, $p = 0,4$ МПа.

Дана конструкція пристрою дозволяє швидко переналагоджувати на інші деталі корпусного типу для виконання свердлування отворів більших діаметрів тому приймаємо внутрішній діаметр пневмоциліндра 100 мм.

Фактичне зусилля на штокові розраховуємо за формулою:

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} p = \frac{3,14 \cdot 100^2}{4} \cdot 0,63 \cdot 0,98 = 4451 \text{ Н}$$

де p – максимальний тиск повітря у мережі, $p = 0,63$ МПа.

3.1.6 Розрахунок на міцність елемента пристрою

Визначимо найбільш навантажені елементи верстатного пристрою [14].

Розрахунку на міцність підлягає різьбове з'єднання тяги.

«Діаметр тяги визначається за формулою:

$$d = \sqrt{4Q / (\pi \sigma)}, \quad (3.4)$$

де Q - сила що діє на тягу, $Q = 4451$ Н.;

σ - допустиме значення межі текучості (матеріал болта Сталь 35), $\sigma = 120$ Н/мм.» [14].

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 4451}{3,14 \cdot 120}} = 6,9 \text{ мм.}$$

Для кріплення вибрано різьбу M12.

Отже умова міцності виконана діаметр різьби M12 > 6,9 мм, розміри вибрано вірно.

3.1.7 Опис роботи пристрою

Деталь встановлюється на площину корпуса пристрою та отворами на два пальця один з яких гладкий другий зрізаний. Провертасмо прихвати до поверхні заготовки. Подаємо стиснене повітря у пневмоциліндри і штоки їх при русі униз діють на тяги, які затискають заготовку. Деталь встановлена і затиснута – проводиться оброблення. Після подання стисненого повітря у штокову порожнину пневмоциліндрів проходить розтискання заготовки і її замінюють на іншу.

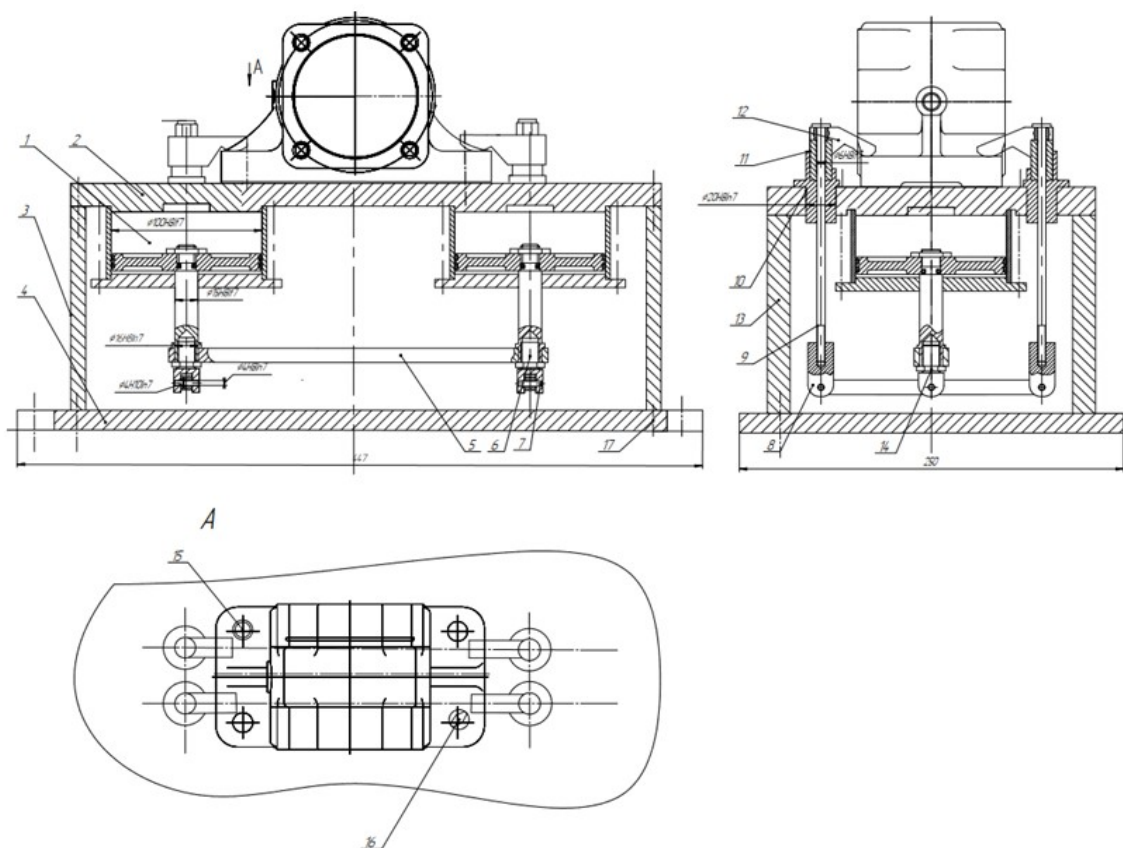


Рисунок. 3.4 – Загальний вигляд пристрою

3.2 Проектування контрольного пристрою

3.2.1 Технічні умови та вимоги креслення, що підлягають контролю

Розрахувати граничні і виконавчі розміри калібрів для контролю у деталі Отвору $\varnothing 85$ H7. Побудувати схему полів допусків і накреслити ескіз пробки.
Дано: номінальний розмір і умовне позначення гладкого циліндричного отвору $\varnothing 85$ H7.

Граничні відхилення отвору. Отвір: $\varnothing 85$ H7 ($^{+0,025}$) мм;

3.2.2 Розрахунок параметрів калібру пробки

«Граничні розміри отвору і вала:

$$D_{\max} = D + ES = 85 + 0,025 = 85,025 \text{ мм}; \quad (3.5)$$

$$D_{\min} = D + EI = 85 + 0 = 85 \text{ мм};$$

Допуски та відхилення граничних калібрів для отвору:

$$H = 0,004 \text{ мм}; Z = 0,0035 \text{ мм}; Y = 0,003 \text{ мм}.$$

Розрахунок граничних та виконавчих розмірів калібр-пробки.

Прохідного боку:

– номінальний розмір

$$PP = D_{\min} + Z = 85 + 0,0035 = 85,0035 \text{ мм};$$

– граничні розміри

$$PP_{\max} = PP + H/2 = 85,0035 + 0,004/2 = 85,0055 \text{ мм}; \quad (3.6)$$

$$PP_{\min} = PP - H/2 = 85,0035 - 0,004/2 = 85,0015 \text{ мм};$$

– межа спрацювання

$$ПР_{зН} = D_{\min} - Y = 85 - 0,003 = 84,997 \text{ мм};$$

– виконавчий розмір

$$ПР_{вик} = ПР_{\max}(-H) = 85,0055 - 0,004 \text{ мм}.$$

Непрохідного боку:

– номінальний розмір

$$НЕ = D_{\max} = 85,025 \text{ мм}; \quad (3.7)$$

– граничні розміри

$$НЕ_{\max} = НЕ + H/2 = 85,025 + 0,002 = 85,027 \text{ мм};$$

$$НЕ_{\min} = НЕ - H/2 = 85,025 - 0,002 = 85,023 \text{ мм};$$

– виконавчий розмір

(3.8)

$$НЕ_{вик} = НЕ_{\min}(-H) = 85,027 - 0,004 \text{ мм.} \gg [13]$$

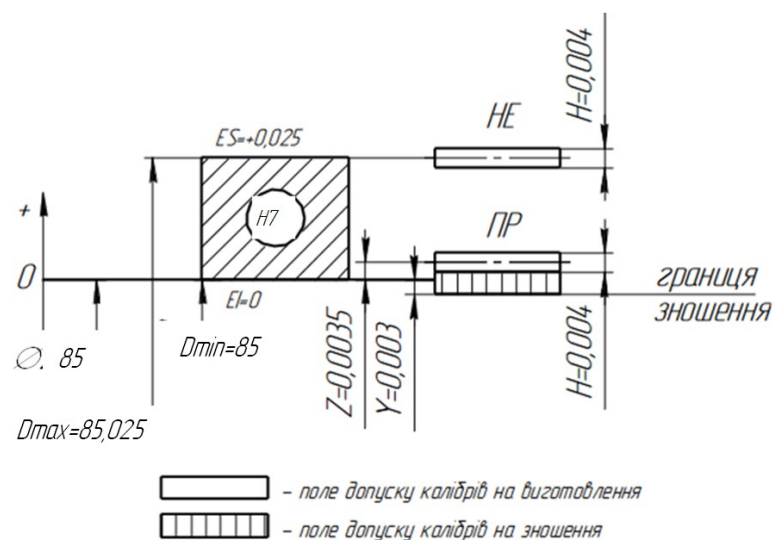


Рисунок. 3.5 – Схема полів допусків на Ø85 H7

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Техніка безпеки при експлуатації верстатів з ЧПК

«Безпека праці на верстаті досягається виконанням вимог безпеки, а також деякими конкретизованими вимогами, що наведені нижче.

Міри безпеки для обслуговуючого персоналу.

До роботи на верстаті допускаються особи, що знайомі з його будовою, правилами експлуатації, що пройшли інструктаж по техніці безпеки, а також ознайомлені з експлуатаційною документацією, що входить в комплект документації верстата.

До строповки верстата та його складових частин допускаються особи, що вивчали правила строповки, мають посвідчення на право виконання цих робіт та пройшли відповідний інструктаж по ТБ.

При стропуванні накопичувача та інструментального магазину необхідно врахувати неврівноваженість вузлів.

Всі роботи що пов'язані з наладкою електрообладнання виконують тільки спеціалісти по електрообладнанню.

Міри безпеки при транспортуванні та установці верстата

Транспортування, установка, монтаж системи здійснюється згідно вимог відповідних розділів "Керівництва по експлуатації верстата".

Для строповки використовуються спеціальні рим-болти.

Установка системи використовується тільки із застосуванням спеціальних вантажних механізмів.

При установці деталей масою більше 16кг, необхідно підкладати під них дерев'яні підкладки.

Міри безпеки при підготовці верстата до роботи.

Необхідно перевірити наявність та справність:

- захисних механізмів та огорожень робочих органів;
- попереджувальних механізмів для захисту від стружки та МОР;
- різального та допоміжного інструментів;
- роботи блокувальних пристроїв.

Міри безпеки при роботі верстата.

Не допускається знаходитися стороннім особам в зоні роботи системи.

Забороняється:

- перевищувати номінальну потужність;
- проводити контроль деталей, ручну заміну інструментів, ручне вилучення стружки, ремонт несправностей при ввімкнутому верстаті;
- використовувати в якості МОР та ін., бензин, керосин і т.п.;
- прибирати верстат стисненим повітрям.

Враховувати рекомендації по відповідні довжині інструмента та його максимальному діаметру.

Передбачене блокування випадання інструмента, перевантаження верстата, самовільного опускання шпindelної бабки, перебігів рухомих вузлів.

Вмикання обертів шпindelя в автоматичному режимі можливе тільки після кінцевого закріплення інструмента в шпindelі та його наявності при справній цанзі.

Реле тиску в магістралі гідроциліндра вимикає верстат при поданні тиску в гідросистемі.

При вимиканні шпindel автоматично гальмується.

Рухомі вузли верстата, що розташовані поза закритим габаритом верстата, пофарбовані в жовтий колір.

На верстаті передбачено захисні пристрої від попадання стружки та МОР на оператора.

Забезпечена надійність захисту інструмента в шпинделі після раптового припинення подачі електроенергії.

Міри безпеки при перевірці технічного стану верстату.

Якщо при перевірці порушена плавність роботи верстата; проходять заклинювання; з'являється сторонній шум та стук в вузлах та гідросистемі;

проходить підвищене нагрівання електрообладнання, не спрацювання блокувань, відмовлення роботи кінцевих вимикачів та ін., то роботу на верстаті припиняють, вимикають електрообладнання верстата» [15].

4.2 Штучна вентиляція

«Штучна (механічна) вентиляція, на відміну від природної, дає можливість очищувати повітря перед його викидом в атмосферу, вловлювати шкідливі речовини безпосередньо біля місць їх утворення, обробляти припливне повітря (очищувати, підігрівати, зволожувати тощо), більш цілеспрямовано подавати повітря в робочу зону. Окрім того, механічна вентиляція дає можливість організувати повітря-забір у найбільш чистій зоні території підприємства і навіть за її межами» [15].

«При штучній вентиляції повітрообмін здійснюється внаслідок різниці тисків, що створюється вентилятором. Вона застосовується в тих випадках, коли тепловиділення у виробничому приміщенні недостатні для постійного (протягом року) використання аерації, або коли кількість чи токсичність шкідливих речовин, які виділяються у повітря приміщення є такою, що виникає необхідність постійного повітрообміну незалежно від метеорологічних умов навколишнього середовища.

Механічна вентиляція може бути робочою або аварійною. Остання

повинна передбачатися у виробничих приміщеннях, де можливе раптове надходження у повітря значної кількості шкідливих чи вибухонебезпечних речовин. Аварійна вентиляція повинна вмикатись автоматично при досягненні граничної концентрації небезпечних виділень і забезпечувати швидке їх вилучення із приміщення. Як правило, аварійна вентиляція повинна забезпечувати 8-12 -кратний повітрообмін за годину в приміщенні. Робоча вентиляція може бути загально-обмінною, місцевою чи комбінованою» [15].

4.2.1 Загально-обмінна штучна вентиляція

«Загально-обмінна вентиляція забезпечує створення необхідного мікроклімату та чистоти повітряного середовища у всьому об'ємі робочої зони приміщення. Вона застосовується для видалення надлишкового тепла при відсутності токсичних виділень, а також у випадках, коли характер технологічного процесу та особливості виробничого устаткування виключають можливість використання місцевої витяжної вентиляції.

Розрізняють чотири основні схеми організації повітрообміну при загально-обмінній вентиляції: зверху вниз, зверху вверх, знизу вверх, знизу вниз (рис. 4.1)» [15].

«Схеми зверху вниз (рис. 4.1,а) та зверху вверх (рис. 4.1,б) доцільно застосовувати у випадку, коли припливне повітря в холодний період року має температуру нижчу температури приміщення. Припливне повітря перш ніж досягти робочої зони нагрівається за рахунок повітря приміщення. Інші дві схеми (рис. 4.1,в та 4.1,г) рекомендується використовувати тоді, коли припливне повітря в холодний період року підігрівається і його температура вища за температуру внутрішнього повітря.

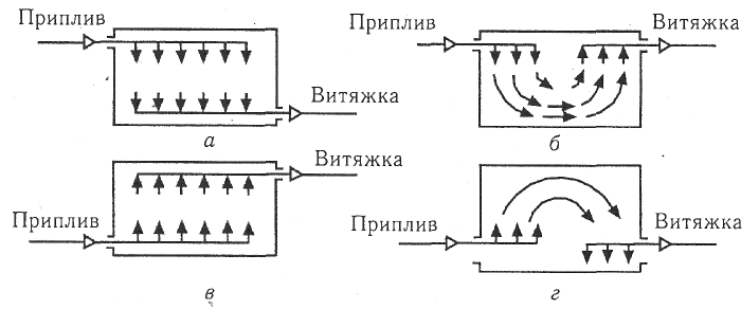


Рисунок 4.1. Схема організації повітрообміну при загально-обмінній вентиляції

Якщо у виробничих приміщеннях виділяються гази та пари з густиною, що перевищує густину повітря (наприклад, пари кислот, бензину, гасу тощо), то загально-обмінна вентиляція повинна забезпечити видалення 60% повітря з нижньої зони приміщення та 40% – з верхньої.

Якщо густина газів менша за густину повітря, то видалення забрудненого повітря здійснюється у верхній зоні» [15].

Загально-обмінна штучна вентиляція може бути припливною, витяжною чи припливно-витяжною.

«Припливна загально-обмінна вентиляція забезпечує подачу чистого зовнішнього повітря у приміщення. При цьому видалення забрудненого повітря здійснюється через вентиляційні отвори, фрамуги, дефлектори.

Даний вид механічної вентиляції застосовується у виробничих приміщеннях зі значним тепловиділенням і низькою концентрацією шкідливих речовин» [15].

«Схема припливної механічної вентиляції (рис. 4.2.) включає: повітря-забірний пристрій 1; фільтр для очищення повітря 2; повітрянагрівач (калорифер) 3; вентилятор 5; мережу повітроводів 4 та припливних патрубків з насадками 6. Якщо немає необхідності підігрівати припливне повітря, то його пропускають безпосередньо у виробничі приміщення через обвідний канал 7.

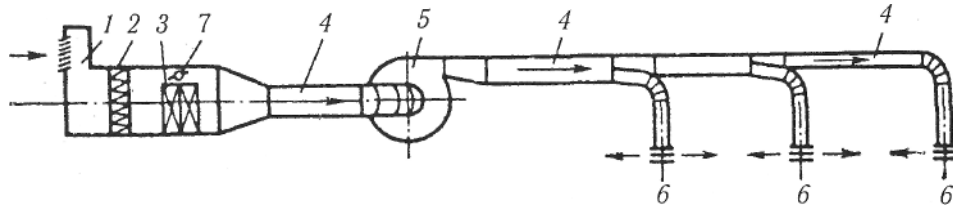


Рисунок 4.2. Схема припливної вентиляції

Повітря-забірні пристрої необхідно розташовувати в місцях, де повітря не забруднене пилом та газами. Вони повинні знаходитись не нижче 2 м від рівня землі, а від викидних каналів витяжної вентиляції по вертикалі – нижче 6 ж і по горизонталі – не ближче 25 м.

Припливне повітря подається в приміщення, як правило, розсіяним потоком для чого використовуються спеціальні насадки.

Витяжна загально-обмінна вентиляція застосовується у виробничих приміщеннях, в яких відсутні шкідливі речовини, а необхідна кратність повітрообміну є невеликою, а також у допоміжних, побутових та складських приміщеннях» [15].

«Витяжна вентиляція (рис. 4.3) складається із очисного пристрою 1, вентилятора 2, центрального 3 та відсмоктувальних повітроводів 4.

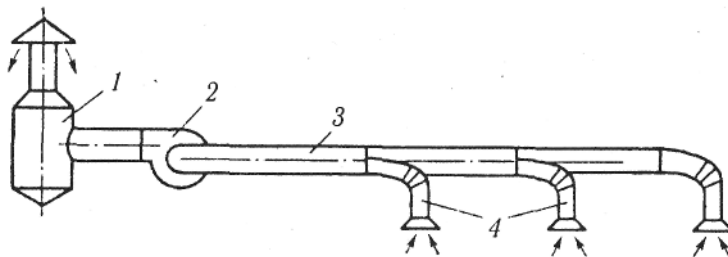


Рисунок 4.3. Схема витяжної вентиляції

Повітря після очищення необхідно викидати на висоті не менше ніж 1 м над гребенем даху. Забороняється робити викидні отвори безпосередньо у вікнах.

Припливно-витяжна загально-обмінна вентиляція застосовується у приміщеннях, в яких необхідно забезпечити підвищений та надійний

повітрообмін. При цьому виді механічної вентиляції у виробничих приміщеннях, де виділяється значна кількість шкідливих газів, парів, пилу витяжка повинна бути на 10% більшою ніж приплив, щоб шкідливі речовини не витіснялись у суміжні приміщення з меншою шкідливістю.

В системі припливно-витяжної вентиляції можливе використання не лише зовнішнього повітря, але й повітря самих приміщень після його очищення. Таке повторне використання повітря приміщень називається рециркуляцією і здійснюється в холодний період року для економії тепла, що витрачається на підігрівання припливного повітря. Однак можливість рециркуляції обумовлюється цілою низкою санітарно-гігієнічних та протипожежних вимог» [15].

5 ВИСНОВКИ

В дипломній роботі розроблено технологічний процес виготовлення деталі «Корпус підшипника» із застосуванням сучасних верстатів з ЧПК. Вибрано вид заготовки, виконано розрахунки: типу виробництва, припусків, режимів різання, норм часу. На основі аналізу двох варіантів отримання заготовок прийнято рішення, що для даного типу виробництва найбільш економічним буде отримання заготовки відливкою у піскову – глиняну форму.

В конструкторському розділі виконано розрахунки верстатного пристрою для фрезерування. Для забезпечення операції контролю відповідальної поверхні деталі спроектовано контрольно-вимірювальний пристрій пробку.

В розділі охорони праці приведено дані по загально-обмінній вентиляції.

В додатках приведено технологічний процес виготовлення деталі «Корпус підшипника», специфікації та керуючу програму на верстат з ЧПК.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Добрянський С.С., Малафєєв 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.
2. Боженко Л. І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок. Львів: Світ, 1996. 368 с.
3. Шабайкович В.А. Выбор оптимального технологического процесса механической обработки деталей машин. Львов, 1975. 25 с.
4. Технологія машинобудування. [Мельничук П.П., Боровик А.І., Лінчевський П.А., Петраков Ю.В.] Житомир: ЖДТУ, 2005. 882
5. Технологія машинобудування. Навчальний посібник / За ред. І. І. Юрчишина. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2009 528 с.
6. Технологія машинобудування. Посібник-довідник для виконання кваліфікаційних робіт: Навчальний посібник. [Юрчишин І.І. та ін.] Видавництво НУ «Львівська політехніка». 2009. 528 с.
7. Технологія машинобудівних підприємств: підручник [В. Л. Дикань, Ю. Є. Калабухін, Н. Є. Каличева та ін.], за заг. ред. В. Л. Диканя. Харків: УкрДУЗТ, 2020. 386 с.
8. Данюк В. М., Абрамов В. М. Нормування праці. К.: ВПОЛ, 1995. 465 с.
9. Кирилович В. А., Мельничук П. П., Яновський В. А. Нормування часу та режимів різання для токарних верстатів з ЧПУ.; під заг. ред. В. А. Кириловича. Житомир : ЖІТІ, 2001. 600 с.
10. Курсове та дипломне проектування для технології машинобудування та металорізальних верстатів. [Гордєєв А.І., Урбанюк Є.А., Безносів А.Є., Мігаль В.Г.] Навчальний посібник, ХНУ, 2005, 300 с.

11. Гордєєв А. І. Урбанюк Є.А., Сілін Р.С. Збірник задач з проектування технологічного оснащення: Навчальний посібник. Хмельницький: ХНУ 2013. 159 с., іл.
12. Боровик А. І. Технологічна оснастка механоскладального виробництва: Підручник. К.: «Кондор», 2008. 726 с.
13. Железна А.М., Кирилович В.А. Основи взаємозамінності, стандартизації та технічних вимірювань: Навчальний посібник. К.: Кондор, 2004. 796 с.
14. Гайдамака А. В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків : навчальний посібник для студентів машинобудівних спеціальностей усіх форм навчання. Харків : НТУ «ХП», 2020. 275 с.
15. Основи охорони праці: Підручник. 2-ге видання, доповнене та перероблене. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, та ін. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. К.: Основа, 2006. 448 с.
16. Освітня програма бакалавра спеціальності 131 Прикладна механіка.