

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

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

Технологія виготовлення деталі «Кільце 241.04» 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 ДП.ПМ.ФІТА.12.25.ПЗ

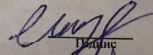
Виконав студент 3 курсу група ПМТс-22-2
Шифр

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

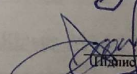
Нормоконтролер канд. техн. наук, доцент

До захисту допускаю:
Завідувач кафедри технології машинобудування
Назва

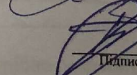
Дата «16» 06 2025



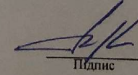
Михайло МАНАЧИН
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ



Анатолій ГОРДЕСВ
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ



Сергій БИСЬ
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

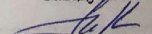


Віталій ТКАЧУК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТМ Віталій ТКАЧУК7 . 02 . 2025ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТМаначину Михайлу Валерійовичу

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1 Тема дипломної роботи

Технологія виготовлення деталі «Кільце 241.04» з використанням верстатів з ЧПК

керівник роботи Гордєєв Анатолій Іванович, д.т.н., професор

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 15 червня 20253 Вихідні дані до проєкту (роботи) кресленник деталі Кільце 241.04 та технічні вимоги до її виготовлення.
обсяг випуску 1,7 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 графічних матеріалів: 1 Креслення деталі - лист А2; 2 Креслення заготовки - лист А2; 3. Карта налашки верстата – 1 лист А1; 4. Верстатний пристрій - 1 лист А1; 5. Лист графотехнології - лист А1; 6. Лист вибору режимів різання - А1; 7. Контрольний пристрій - лист А2.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ГОЛОВІ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ КОМІСІЇ

Направляється студент Маначин Михайло Валерійович на захист дипломного проєкту (роботи)
(прізвище, ім'я, по батькові)
за спеціальністю 131 - Прикладна механіка

На тему: Технологія виготовлення деталі «Кільце 432.004» з використанням верстатів з ЧПК

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

Декан факультету



ОЛЕГ ПОЛІЩУК

(ім'я, прізвище)

ДОВІДКА УСПІШНОСТІ

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

національною шкалою: відмінно 0,00 %, добре 58,33 %, задовільно 41,67 %.
шкалою ЄКТС: А 0,00 %, В 20,00 %, С 40,00 %, D 7,27 %, E 32,73 %.

Методист факультету

[Signature]

(підпис)

(ім'я, прізвище)

ВИСНОВОК КЕРІВНИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ (РОБОТИ) ТА ОБГРУНТУВАННЯ ОЦІНКИ

Студент

*Маначин М.В. виконав до виконання
призначив своєчасно та виконав у встановлені
сроки. За період роботи над проєктом проявив
добрі технічні знання та вміння
вирішувати інженерні завдання. В цілому
проєкт заслуговує позитивної оцінки*

Оцінка дипломного проєкту (роботи)

добре

Керівник дипломного проєкту

[Signature]

(підпис)

Гордєєв А.І.

(ім'я, прізвище)

" 25 " 06 2025 р.

ВИСНОВОК КАФЕДРИ ПРО ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ)

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

Завідувач кафедри

технології машинобудування

(назва)

[Signature] *Вікторія Гречук*

(підпис, ім'я, прізвище)

" 23 " серпня 2025 р.

Завідувачу кафедри
Технології машинобудування
Ткачуку В. П.
здобувача вищої освіти
студента Маначина М. В.
факультету інженерії, транспорту та
архітектури, 4 курсу, гр. ПМТс-20-2

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.

16.06.2025

дата

МММ

підпис

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 «Кільце 241.04» з використанням верстатів з ЧПК».

Автор: Маначин Михайло Валерійович

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

гарант освітньої програми

керівник кваліфікаційної роботи

Дата

AD-770
KN-14,5

Віталій ТКАЧУК

Володимир МИЛЬКО

Анатолій ГОРДЕЄВ

Підписи

РЕЦЕНЗІЯ

на дипломну бакалаврську роботу Маначина М. В. «Технологія виготовлення деталі «Кільце 432.004» з використанням верстатів з ЧПК»

Тема дипломної роботи Маначина М. В. є інженерно обґрунтованою і актуальною для сучасного виробництва. Робота скерована на розроблення технології виготовлення деталі Кільце із застосуванням верстатів з ЧПК.

Автором в роботі вирішені наступні задачі: запропоновано новий технологічний процес виготовлення деталі Кільце, спроектовано свердлувальний пристрій для обробки отворів, та для забезпечення операції контролю спроектовано контрольно-вимірювальний пристрій.

Графічна частина виконана на доброму рівні. Креслення та пояснювальна записка відповідають вимогам ДСТУ.

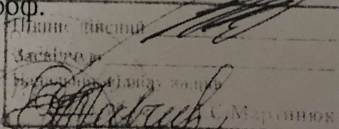
В розділі охорони праці приведено дані по захисту від впливу шуму на організм людини та засоби захисту.

Виходячи з результатів, які містяться в дипломній бакалаврській роботі та виконанні її на високому технічному рівні, робота рекомендується до захисту та заслуговує оцінки добре, а здобувач Маначин М. В. заслуговує присудження ступеня бакалавра за спеціальністю 131 - Прикладна механіка.

Професор кафедри «Трибології
автомобілів та матеріалознавства»
Хмельницького національного
університету д.т.н., проф.

Диха О.В.

Підпис Дихи О.В.
Засвідчую
Начальник відділу кадрів ХНУ



№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
1			Документація загальна		
2					
3					
4	A4	ДРБ.ПМТ.ФІТА.25.00.00 ПЗ	Розрахунково-пояснювальна записка	54	
5	A2	ДРБ.ПМТ.ФІТА.25.01.00.02	Креслення заготовки	1	
6	A2	ДРБ.ПМТ.ФІТА.25.01.00.01	Креслення деталі	1	
7	A1	ДРБ.ПМТ.ФІТА.25.02.00.04	Карта наладки	1	
8	A1	ДРБ.ПМТ.ФІТА.25.02.00.03	Графотехнологія	1	
9	A1	ДРБ.ПМТ.ФІТА.25.02.00.05	Вибір режимів різання	1	
10	A1	ДРБ.ПМТ.ФІТА.25.03.00.01СК	Пристрій для свердлування та фрезерування	1	
11	A2	ДРБ.ПМТ.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.	Маначин				Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Гордсєв					3	
Н. Контр.	Бись				ХНУ-ПМТс-22-2		
Затвердив	Ткачук						
Відомість роботи							

Реферат

Тема проекту: Технологія виготовлення деталі «Кільце 241.04» з використанням верстатів з ЧПК

Автор: Маначин М. В. Керівник роботи : Гордєєв А. І.

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

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

В технологічному розділі виконано розрахунки собівартості заготовки, визначено припуски, режими різання, норми часу.

В конструкторському розділі виконано розрахунки фрезерно-свердлувального пристрою для обробки отворів, контрольно-вимірювального пристрою.

В розділі охорони праці приведено дані по захисту від впливу шуму на організм людини та засоби захисту.

В додатках приведено технологічний процес виготовлення деталі «Кільце 241.04» з використанням верстатів з ЧПК, специфікації, керуюча програма на верстат з ЧПК.

Автор роботи:

Маначин М. В. 2025 р.

/Підпис/

Дата

ЗМІСТ

	Вступ.....	7
1	Загальний розділ	9
1.1	Стан питання та визначення задач дипломного проектування.....	9
1.2	Аналіз об'єкту виробництва. Призначення та конструкція деталі.....	10
1.3.	Аналіз технологічності конструкції деталі.....	11
1.4	Визначення типу і організаційної форми виробництва...	13
1.5	Технічні вимоги, методи їх забезпечення та контролю....	15
1.6	Шляхи вдосконалення технологічного процесу оброблення деталі Кільце	16
2	Технологічний розділ	19
2.1	Вибір заготовки і обґрунтування методу її отримання....	19
2.2	Вибір технологічних баз.....	20
2.3	Вибір варіанта технологічного маршруту	20
2.4	Розрахунок припусків.....	21
2.4.1	Аналітичний розрахунок припуску на поверхню $\varnothing 280H8^{(+0,025)}$	21
2.4.2	Табличний метод.....	26
2.5	Розробка технологічних операцій механічної обробки.....	26
2.6	Призначення режимів різання.....	27
2.6.1	Аналітичним методом	27
2.6.2	Вибір режиму різання табличним методом	31
2.7	Технічне нормування операцій технологічного процесу...	34

2.8	Оформлення технологічної документації.....	36
3	Конструкторський розділ.....	39
3.1	Проектування верстатного пристрою для свердлування отворів.....	39
3.1.1	Вибір схеми базування та закріплення деталі.....	39
3.1.2	Вибір установочних елементів пристрою.....	39
3.1.3	Розрахунок точності обробки.....	40
3.1.4	Розрахунок сили закріплення деталі.....	41
3.1.5	Розрахунок силового приводу пристрою.....	41
3.1.6	Розрахунок деталей пристрою на міцність.....	43
3.1.7	Опис роботи пристрою.....	43
3.2	Проектування контрольного пристрою.....	44
3.2.1	Технічні умови та вимоги креслення, що підлягають контролю.....	44
3.2.2	Розрахунок параметрів калібру пробки.....	44
4	Охорона праці.....	47
5	Висновки.....	53
6	Список використаних джерел.....	54
	Додатки.....	

ВСТУП

«Науково-технічний прогрес в машинобудуванні в загальній мірі визначає розвиток і вдосконалення усього народного господарства країни. Найважливішими умовами прискорення НТП є зростання продуктивності праці, підвищення ефективності суспільного виробництва і покращення якості продукції.

Вдосконалення технологічних методів виготовлення машин має при цьому першочергове значення. Якість машини, надійність, витривалість та економічність у використанні залежить не менше від досконалості її конструкції, але й від технології виробництва яка потребує застосування прогресивних виробничих методів обробки, що забезпечують високу точність і якість поверхонь деталей машин, методів зміцнення робочих поверхонь, що підвищують ресурс роботи деталей і машини взагалі, ефективне використання сучасних автоматичних ліній та верстатів з програмним управлінням, прогресивної технологічної оснастки, ЕОМ та іншої техніки.

Вирішення цих завдань потребує проведення значних робіт не менше щодо мобілізації усіх внутрішніх резервів, але й щодо розробки і втіленню нових науково обґрунтованих методів, що забезпечують швидке зростання продуктивності праці на базі комплексної механізації та автоматизації виробництва і праці інженерно-технічних робітників.

В наш час роботи щодо уніфікації технологій ведуться у двох напрямках: типізація технологічних процесів та втілення групового метода обробки. Типова технологія повинна застосовуватись в умовах багатосерійного та масового виробництва, груповий метод – в умовах одиничного, мілко серійного та серійного виробництв, а також в багатосерійному виробництві при короткому циклі виробничих операцій. Ці два методи взаємопов'язані між

собою і повинні знаходити раціональне використання кожен у визначених умовах організації виробництва.

Втілення класифікаторів дозволяє провести роботу щодо уніфікації і стандартизації окремих деталей, вузлів тощо.

Проведення робіт по механізації та автоматизації виробничих процесів залежить від характеру виробництва і організації виробничих процесів. Розробку нових моделей обладнання необхідно проводити на базі класифікаційних груп деталей, необхідно створити новий типаж високоефективного обладнання для розв'язання нових технологічних задач. Усі ці завдання можуть бути вирішені на основі типізації технологічних процесів та застосування групової технології.

Значну роль у розв'язанні задач наукової організації виробництва повинно зіграти втілення єдиної системи технологічної підготовки виробництва, що базується на багатьох розроблених і втілених принципах, що закладені в ідеї типізації групового виробництва.

В сучасних умовах, коли уся економіка держави переходить на ринкові відносини велике значення має питання конкурентно-спроможності продукції, яка виготовляється якості та строки освоєння випуску продукції» [3].

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» [14].

1.2 Аналіз об'єкту виробництва. Призначення та конструкція деталі

Деталь «Кільце 241.04» входить до складу спеціально приладу і використовується у якості проміжної плити.

Програма випуску 1700 шт.

Основними для даної деталі являються поверхні $\varnothing 280h9$ та 70H14.

Поверхня $\varnothing 280H9$ призначена для встановлення колони.

Чотири отвори $\varnothing 17$ призначені для встановлення гвинтів, які кріплять кільце до корпусу.

Чотири паза у розмір 100 мм являються конструктивними.

Матеріал деталі – вуглецева конструктивна сталь 45, основні фізико – механічні властивості якої: густина $\sigma_{вр.} = 610$ МПа, 197...241НВ.

Оброблюємість різанням цієї сталі висока.

Деталь має зручні для базування поверхні.

Закритих та важкооброблюємих поверхонь немає.

Деталь має наскрізний отвір.

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

На підставі проведеного аналізу технологічної конструкції за якісними показниками можна зробити висновок, що деталь технологічна і її виготовлення не викликає труднощів у виробництві.

В процесі виготовлення деталь проходить гальванічну обробку – нанесення антикорозійного покриття: Хім. Окс. прм.

1.3 Аналіз технологічності 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 «Кільце 241.04» використовуємо сталь 45 ДСТУ 7809:2015в %, що обумовлено з особливістю конструкції деталі «Кільце 241.04».

1. Якісний аналіз

Деталь «Кільце 241.04» відноситься до класу дисків з центральним отвором і вона в основному утворена поверхнями простої форми. З точки зору номенклатури поверхонь, кількість циліндричних поверхонь зведена до мінімуму. В цілому деталь є дуже проста і не вимагає ніяких складних пристроїв чи верстатів для її виготовлення.

При обробці на токарному верстаті для збільшення точності обробки і зменшення похибок розташування форми поверхонь, виконуються як основна база центровий отвір та зовнішня поверхня. Досягнення вказаних розмірів можливо без використання спеціальних методів обробки.

Конструкція деталі дозволяє оброблювати її прохідними різцями.

Характеристика хімічного складу та механічних властивостей сталі 45 ДСТУ 7809:2015 наведено у табл. 1.1 та табл. 1.2.

Таблиця 1.1 - Хімічний склад сталі 45 ДСТУ 7809:2015в %

C	Si	P	S	Gr	Ni	Cu
		Не більше		Не більше		
0.42	0.2	0,04	0,045	0,30	0,30	0,30
0.50	0.52					

Таблиця 1.2 - Механічні властивості сталі 45 ДСТУ 7809:2015

Межа текучості: МПа	Тимчасовий опір розриву: МПа	Відносне подовження: %	Відносне звуження: %	НВ
Не менше				
360	610	16	20	241

2 Кількісний аналіз. [2].

«Коефіцієнт точності. $K_{TЧ} = 1 - \frac{1}{T_{CP}}$, (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 по коефіцієнту точності є досить технологічною, так як $K_{TЧ} \approx 1$.

Коефіцієнт 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» [2].

$$K_{Ш} = \frac{1}{3,83} = 0,26.$$

Так як $K_{Ш}$ досить низький то можна сказати, що деталь по $K_{Ш}$ є досить технологічна.

1.4 Визначення типу і організаційної форми виробництва

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

$$K_{3.0} = \frac{O}{P}, \quad (1.3)$$

де O – кількість операцій;

P - кількість робочих місць з різноманітними операціями.

Штучний калькуляційний час на кожну операцію визначаємо за формулами.

1.Токарна

При обробці діаметру

$$T_{ум-к} = 0,17dl \cdot 10^{-3},$$

де d - діаметр;

l - довжина обробки.

$$T_{ум-к} = 0,17dl \cdot 10^{-3} = 0,17 \cdot 27 \cdot 472 \cdot 10^{-3} = 2,166хв.$$

На обробку фасок: $T_{ум-к} = 0,018хв.$

$$T_{ум-к} = 2,166 + 0,018 = 2,184хв.$$

2.Фрезерна

Фрезерування пазів

$$T_1 = 9 \cdot l \cdot 10^{-3} = 9 \cdot 41 \cdot 10^{-3} = 0,369хв.$$

$$T_2 = 9 \cdot l \cdot 10^{-3} = 9 \cdot 68 \cdot 10^{-3} = 0,612хв.$$

$$T_{ум-к} = 1,51 \cdot (0,369 + 0,612) = 1,48хв.$$

3.Свердлувальна операція з ЧПК

$$T_1 = 0,52 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,52 \cdot 6 \cdot 25 \cdot 10^{-3} = 0,078хв.$$

$$T_2 = 0,078хв.$$

$$T_3 = 0,52 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,52 \cdot 5 \cdot 25 \cdot 10^{-3} = 0,065хв.$$

$$T_4 = 0,52 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,52 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 10^{-3} = 0,012хв.$$

$$T_5 = 0,012хв.$$

$$T_{ум-к} = 1,3 \cdot (0,078 + 0,078 + 0,065 + 0,012 + 0,012) = 0,318хв.$$

4. Шліфувальна

$$T_1 = 0,15 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,15 \cdot 25 \cdot 130 \cdot 10^{-3} = 0,488хв.$$

$$T_{\text{шт-к}} = 1,36 \cdot 0,488 = 0,664 \text{ хв.}$$

Визначення типу виробництва проводимо за формулою» [2]:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum n_{oi}}{(\sum P_i)} = \frac{4,646}{4} = 1,2$$

Оскільки $1 < K_{з.о.} < 10$, то тип виробництва серійний з поточною формою організації робіт, тобто технологічне оснащення розташовується послідовно до операцій і робочих місць.

1.5 Технічні вимоги, методи їх забезпечення та контролю

Основні елементи деталі «Кільце 241.04» їх характеристики, методи забезпечення формоутворення та методи контролю занесені в таблицю 1.3.

Таблиця 1.3 – Технічні вимоги, методи їх забезпечення та контролю

Зміст вимоги	Методи забезпечення	Методи контролю
1	2	3
Ø340h14, при $R_a = 10$ мкм	Точіння одноразове	Штангенциркуль ШЦ-I-500-0,1 Набір мір шорсткості
Паз 100h14, при $R_a = 10$ мкм	Фрезерування	Штангенциркуль ШЦ-I-500-0,1. Набір мір шорсткості
Ø17H14, при $R_a = 12,5$ мкм	Свердлування	Штангенциркуль ШЦ-I-500-0,1. Набір мір шорсткості
Лінійні розміри, фаски за 14 квалітетом точності, при $R_a = 10$ мкм	Одноразова лезова обробка	Штангенциркуль ШЦ-I-500-0,1 Набір мір шорсткості
Ø280H9, при $R_a = 2,5$ мкм	Розточування попереднє, розточування чистове	Нутромір індикаторний НИ Набір мір шорсткості
Допуск торцевого биття поверхні Ø340 відносно базової поверхні А-0,03 мм	Чистове точіння поверхні Ø280h14 з базуванням по поверхні Ø340	На контрольній плиті за допомогою індикатора годинникового типу ИЧ-10.

Закінчення таблиці 1.3.

1	2	3
Зміст вимоги	Методи забезпечення	Методи контролю
Допуск паралельності торців $\varnothing 340 - 0,03$ мм	Шліфуванням при обробці даних торців	На контрольній плиті за допомогою індикатора.

1.6 Шляхи вдосконалення технологічного процесу оброблення деталі «Кільце 241.04»

З метою вдосконалення технологічного процесу пропонується використовувати верстати з ЧПК для операцій механічної обробки заготовок.

Для обробки на операції фрезерно-свердлувальній для обробки пазів та отворів запропоновано використовувати вертикальний обробний центр VF-1 фірми HAAS. Цей верстат може виконувати такі операції обробки заготовок, як фрезерування, свердління та ін. Загальний вигляд VF1 (рис. 1.1).



Рисунок 1.1. Загальний вигляд верстата VF-1

На операціях токарного оброблення запропоновано використовувати верстат з ЧПК 16М30Ф3. Загальний вигляд верстата з ЧПК 16М30Ф3 показано на рис. 1.2.



Рисунок 1.2. Загальний вигляд верстата 16К30Ф325

Технічна характеристика верстата 16К30Ф325

Найменування параметра	Величина параметра
Основні параметри верстата	
Клас точності верстата	П
Позначення системи ЧПУ	НЦ-31
Найбільший діаметр оброблюваного виробу над станиною, мм	630
Найбільший діаметр оброблюваного виробу над супортом, мм	320
Найбільша довжина оброблюваного виробу, мм	1400
Шпиндель	
Потужність двигуна головного руху, кВт	22
Діаметр отвору в шпинделі, мм	71
Найбільший діаметр прутка, що проходить через отвір в шпинделі, мм	70
Кількість швидкостей шпинделя (загальний/ за програмою)	24/ 12
Межі обертів шпинделя, об/хв	6,3...1600
Кінець шпинделя	11М
Найбільший крутний момент на шпинделі, кгс*м	340
Супорт	
Найбільше переміщення супорта: поздовжнє/ поперечний, мм	1200/ 300
Висота різця, встановлюваного в різцетримачі, мм	32
Кількість інструментів, що встановлюються в резцедержатель, мм	4, 8
Максимальна швидкість поздовжньої подачі при нарізуванні різьби, мм/хв	2400
Найбільша величина подачі в режимі автоматичного управління, мм/хв	2400
Розміри нарізання метричних різьб, мм	0,01...20,47
Діапазон швидкостей подач (поздовжніх і поперечних), мм/хв	0,01...20,47
Швидкість швидких ходів (поздовжніх/ поперечних), мм/хв	6000/ 5000
Дискретність переміщення (поздовжнього/ поперечного, мм)	0,05/ 0,01
Найбільша швидкість в режимі ручного управління, мм/об	1,5

Найбільше зусилля подачі (поздовжнє/ поперечний), кН	15/ 5
Задня бабка	
Центр шпинделя задньої бабки	Морзе 6
Найбільше переміщення пінолі, мм	240
Найбільше переміщення пінолі від гідроциліндра, мм	100
Параметри систем ЧПУ	
Позначення системи ЧПУ	НЦ-31
Кількість керованих координат (всього/ одночасно)	2/ 2
Тип датчика зворотного зв'язку	Фотоімпульсний
Електроустаткування та приводи верстата	
Електромережа	380/220 В, 50 Гц
Кількість електродвигунів на верстаті	6
Електродвигун головного приводу, кВт/об/хв	22/ 1460
Електродвигун приводів подач, кВт/об/хв.	2,8/ 500
Електродвигун різцетримки, кВт/об/хв	0,5/ 1415
Електродвигун станції мастила, кВт/об/хв	0,12/ 2800
Електродвигун насоса охолодження, кВт/об/хв.	1,5/ 1440
Габарити станка, (довжина x ширина x висота), мм	5290x3470x2105
Маса верстата з ЧПУ, кг	7800

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Вибір заготовки і обґрунтування методу її отримання

Враховуючи матеріал деталі, її форму та розміри, тип виробництва, пропонуються наступні методи виготовлення заготовки:

- заготовка отримана із листа з використанням плазмової різки (машина з ЧПУ для вирізки);
- поковка;
- Заготовка отримана методом деформуванням (гаряча об'ємна штамповка).

Враховуючи, що тип виробництва (серійний) пропонується отримати заготовку з листа з використанням плазмової різки на машині з ЧПУ.

Точність різки дорівнює від ± 1 до 1,5 мм.

Визначаємо необхідну товщину листа [1]. За основу розрахунків приймаємо розмір 70 мм.

Розрахункову товщину листа H_p , мм, визначаємо за формулою:

$$H_p = H_H + 2 \cdot z_1 + 2 \cdot z_2. \quad (2.1)$$

де, H_H - номінальний розмір, мм;

$2z_1$ - припуск на точіння;

$2z_2$ - припуск на шліфування;

$H_H = 70$ мм;

$2z_1 = 4,0$ мм;

$2z_2 = 0,6$ мм;

$H_p = 70 + 4 + 0,6 = 74,6$ мм.

За розрахунковими даними вибираємо лист гарячекатаної нормальної точності прокатки Б, з необхідний кромкою НО, нормальної точності ПН, товщиною 75 мм із сталі 45.

Відхилення від товщини листа дорівнюють $^{+0,26}_{-0,6}$

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

Провівши аналіз типових процесів виготовлення класу кілець було запропоновано технологічний маршрут із застосуванням верстатів з ЧПК, який представлено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Технологічна схема виготовлення деталі „Кільце”

№ п/п	Найменування, короткий зміст операції, технологічні бази	Верстат
1	2	3
000	Заготівельна Вирізати заготовку з листа у розміри $\varnothing 350$, $\varnothing 273$ мм	Машина з плазмовою різкою з ЧПУ

Закінчення таблиці 2.1

1	2	3
005	Токарна з ЧПУ	16М30Ф3
010	Токарна з ЧПУ	16М30Ф3
015	Вертикально-фрезерно-свердлувальна з ЧПУ	VF-1
020	Внутрішшліфувальна	ЗК227Б
040	Мийна Промити деталь	Мийна машина
045	Контрольна	Стіл ВТК
050	Гальванічна Нанести покриття Хім. Окс. прм.	Гальванічн а ванна

2.4 Розрахунок припусків

2.4.1 Аналітичний розрахунок припуску на поверхню

Проведемо аналітичний розрахунок припусків на обробку отвору $\varnothing 280H8^{(+0,025)}$

Заготовка – листовий прокат, базування заготовки в патроні при розточуванні та шліфуванні.

«Мінімальний розрахунковий припуск визначаємо за формулою:

$$2Z_{\min} = 2(R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma}^2 + \varepsilon_{Y_i}^2}), \quad (2.2)$$

де $R_{Z_{i-1}}$ – 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» [4].

Вихідні дані для розрахунку припусків вибираємо за [4] і записуємо в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Аналітичний розрахунок припусків на $\varnothing 280H8^{(+0,025)}$

Найменування операції, переходу	Елементи припуску, мкм				Розрах. прип., $2 Z_{min}$, мкм	Розрахунковий розмір, мм	Допуск IT, мкм	Граничні розміри, мм		Гран.знач. припусків, мм	
	Rz _{i-1}	h _{i-1}	Δ_{Σ}	ε_i				Dmin	Dmax	2Z _{min}	2Z _{max}
Заготовка	240	250	1374	-	-	275,575	1000	275,00	276,00	-	-
Розочити начорно	50	50	50	120	$\frac{2 \cdot 1869}{3738}$	279,313	390	278,74	279,13	3,13	3,74
Розочити начисто	20	25	-	56	$\frac{2 \cdot 175}{350}$	279,663	160	279,50	279,66	0,53	0,76
Шліфув. попередн.	10	20	-	53	$\frac{2 \cdot 98}{196}$	279,859	62	279,79	279,86	0,199	0,297
Шліфув. кінцево	-	-	-	53	$\frac{2 \cdot 83}{166}$	280,025	25	280,00	280,025	0,166	0,203

«Геометрична сума просторових відхилень визначається за формулою:

$$\Delta = \sqrt{\Delta_{кор}^2 + \Delta_{см}^2 + \Delta_{екс}^2}, \quad (2.3)$$

де $\Delta_{кор}$ – величина короблення поверхні заготовки, $\Delta_{кор} = 500$ мкм, [6];

$\Delta_{см}$ – похибка зміщення, $\Delta_{см} = 1000$ мкм, [6];

$\Delta_{екс}$ – ексцентричність отвору, $\Delta_{екс} = 800$ мкм [6].

Тоді за формулою (2.12)

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

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

$$\Delta_{ост} = K_Y \cdot \Delta_{см}, \quad (2.4)$$

де K_Y - коефіцієнт уточнення.

Після чорнової обробки $K_Y = 0,05$; після чистової $K_Y = 0,002$, [6].

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

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

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.» [6].

«При послідуєчих обробках похибка установки визначається за формулою:

$$\varepsilon_{yi} = 0,05 \cdot \varepsilon_y + \varepsilon_{інд}, \quad (2.5)$$

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

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 і записуємо в таблицю 2.4.

Визначимо величину припусків на:

чорнове розточування

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

чистове розточування

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

шліфування попереднє

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

шліфування кінцеве

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

Отримані дані заносимо в таблицю 2.4.

Визначимо загальні припуски на обробку за формулою:

$$2Z_{\max 3} = \sum 2Z_{\max}, \quad (2.6)$$

$$2Z_{\min 3} = \sum 2Z_{\min}. \quad (2.7)$$

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

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

Проведемо перевірку вірності визначення числових значень припусків за формулою» [4]:

$$2Z_{\max 3} - 2Z_{\min 3} = IT_3 - IT_{\Delta}, \quad (2.8)$$

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

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

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

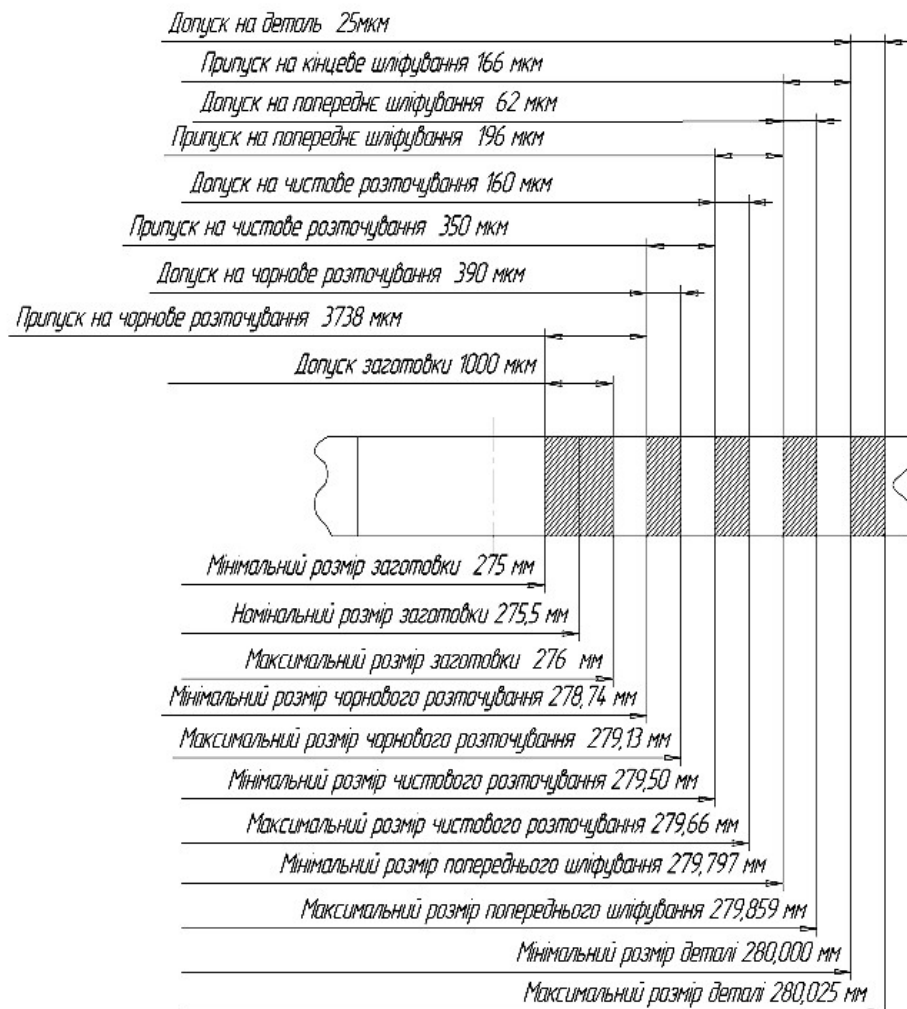


Рис. 2.1 – Схема розташування полів припусків та допусків на $\text{Ø} 280H8(+0,025)$

2.4.2 Табличний метод призначення припусків

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

Таблиця 2.3. Зведена таблиця припусків

Поверхня	Маршрут	Шорсткість	Припуск на поверхню	Розмір з допуском	Кількість проходів
Ø340	Заготовка	Ra25		351(±0.4)	
	Точити				
	Начорно	Ra6.3	5	345(±0.3)	2
	начисто	Ra3.2	0.4	340,08H14	2

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 таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6
005	Токарна з ЧПК 1. Підрізати торець $\varnothing 340$ попередньо, начисто. 2. Точити поверхню $\varnothing 340$ до кулачків. 3. Розточити отвір $\varnothing 280H9$ попередньо начисто. 4. Точити фаски.	16K20 Ф3	Різець прохідний Різець розточувальний Різець фасковий	Штангенц иркуль ШЦ-1- 125-0.05 Шаблони Калібр- пробки	Токарний патрон
010	Токарна з ЧПК 1. Підрізати другий торець у розмір 70,3 під шліфування 2. Точити поверхню $\varnothing 340$ остаточно до кулачків.	16K20 Ф3	Різець прохідний	Штангенц иркуль ШЦ-1- 166-80	Токарний патрон
015	Вертикально-фрезерно-свердлувальна з ЧПК 1. Фрезерувати чотири паза у розмір 100 мм 2. Центрувати 4 отв. $\varnothing 17$ 3. Свердлити 4 отв. $\varnothing 17$ мм.	VF-1	Фреза кінцева Р6М5, D = 28 мм, z = 5. Свердло центрувальне Р6М5. Свердло спіральне Р6М5. $\varnothing 17$	Штангенц иркуль ШЦ-1- 125-0.05	Пристрій спеціальний верстатній
020	Внутрішшліфувальна Шліфувати отвір $\varnothing 280H9$ мм начорно, кінцеве	ЗК227 Б	Круг ПП D=125; H=55; d=88; 5С; зернистість 125-50.	Штангенц иркуль ШЦ-1- 125-0.05	Патрон

2.6 Призначення режимів різання

2.6.1 Аналітичним методом

Докладно розглянемо операцію 020 вертикально – фрезерна з ЧПК.

У якості технологічних баз використовуємо центральний отвір $\varnothing 280H9$ та торець $\varnothing 340$.

Технологічне оснащення – наладка УЗП.

Технологічний маршрут обробки на операцію 015.

- 1 Фрезерувати чотири паза у розмір 100 мм.
- 2 Центрувати 4 отв. $\varnothing 17$
- 3 Свердлити 4 отв. $\varnothing 17$

Докладно розробляємо перший перехід операції 020.

Різальний інструмент - фреза кінцева Р6М5, $D = 28$ мм, $z = 5$,

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

Метод вимірювання – прямий.

Обробку проводимо з використанням МОР.

Глибина різання дорівнює:

$$T = 28 \text{ мм}$$

Період стійкості інструмента:

$$T = 80 \text{ хв. [22]}$$

Призначаємо подачу на зуб фрези:

$$S_z = 0,09 \text{ мм/зуб [22]}$$

Визначаємо швидкість різання в мм/об, що допускається ріжучими властивостями фрези.

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v, [5] \quad (2.9)$$

де B – ширина фрезерування 28 мм;

t – глибина фрезерування 3,5 мм;

$C_v = 445$; $q = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$; $u = 0,2$; $p = 0$; $m = 0,32$ $z = 10$ - коефіцієнти

і показники степенів [5].

Період стійкості фрези $T=180$ хв. [2];

K_v – загальний поправочний коефіцієнт

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}; [5]$$

де K_{mv} – коефіцієнт, який враховує якість оброблюваної поверхні;

K_{nv} – коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки;

K_{uv} – коефіцієнт, який враховує матеріал інструменту.

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_v}; [5];$$

де $n_v = 1,25$; [5];

$$K_{nv} = \left(\frac{190}{210} \right)^{1,25} = 0,89;$$

$K_{uv} = 0,8$ [5]; $K_{uv} = 0,83$ [5];

Звідси

$$K_v = 0,89 \cdot 0,8 \cdot 0,83 = 0,59;$$

Отже:

$$V = \frac{445 \cdot 28^{0,2}}{80^{0,32} \cdot 3,5^{0,15} \cdot 0,09^{0,35} \cdot 28^{0,2} \cdot 5^0} \cdot 0,59 = 125 \text{ м/хв.};$$

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

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 125}{3,14 \cdot 28} = 1420 \text{хв}^{-1} \quad (2.10)$$

Отримана частота обертання підходить по паспортним даним верстата з безступеневим регулюванням.

Хвилинний рух подачі $S_{\text{хв}}$, мм/хв., визначаємо за формулою:

$$S_{\text{хв.}} = S_z \cdot z \cdot n = 0,09 \cdot 5 \cdot 1420 = 640 \text{ мм/хв.} \quad (2.11)$$

Отримана подача підходить по паспортним даним верстата (безступеневе регулювання):

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp} \quad (2.12)$$

де C_p – коефіцієнт;

x, y, u, q, w – показники степені;

K_{mp} – коефіцієнт на якість матеріалу, що оброблюється.

$C_p = 68,2$; $x = 0,86$; $y = 0,72$; $u = 0,86$; $q = 0,86$; $w = 0$ [22]

$$K_{mp} = \left(\frac{\delta_{ep}}{750} \right)^n$$

Де $n = 0,3$ [22]

$$K_{mp} = \left(\frac{610}{750} \right)^{0,3} = 0,92$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 3 \cdot 5^{0,86} \cdot 0,09^{0,72} \cdot 28^{1,0} \cdot 5}{28^{0,86} \cdot 640} \cdot 0,92 = 6994 \text{ H.}$$

$$N_{piz.} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{6994 \cdot 23,0}{1020 \cdot 60} = 2,6 \text{ кВт.} \quad (2.13)$$

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

$$N_{шп.} = N_d \cdot \eta, \quad (2.14)$$

де N_d – потужність двигуна головного руху верстата, кВт;

η - коефіцієнт корисної дії верстата.

$N_d = 4,0$ кВт

$\eta = 0,8$

$$N_{\text{шп.}} = 4,0 \cdot 0,8 = 3,2 \text{ кВт}$$

Різання можливе, так як виконується умова:

$$N_{\text{шп.}} > N_p, 3,2 > 2,6 \text{ кВт}$$

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

$$T_o = \frac{L_{p.x.}}{S_{xв}} \cdot i, \quad (2.15)$$

де $L_{p.x.}$ – довжина робочого ходу інструмента, мм;

i – кількість проходів (пазів).

$$L_{p.x.} = l_{\text{різ.}} + y, \quad (2.16)$$

де $l_{\text{різ.}}$ – довжина різання, мм;

y – довжина врізання та перебігу інструмента, мм.

$$l_{\text{різ.}} = 240 \text{ мм}$$

$$y = 100 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{240 + 100}{120} = 2,8 \text{ хв}$$

2.6.2 Вибір режиму різання табличним методом

Призначимо режими різання для свердлування отвору $\varnothing 17$ мм.

1. Вибір інструменту

Використовуємо свердло спіральне з циліндричним хвостовиком із Р6М5.

2. Глибина різання

$$t = 0.5D = 0.5 \cdot 17 = 8.5 \text{ мм}$$

3. Подача $S = 0.2$ мм/об

4. Швидкість з таблиці $V_m = 16\text{м/хв.}$

$$V = V_m \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (2.17)$$

де K_1, K_2, K_3 - поправочні коефіцієнти

$$K_1 = 1.3, K_2 = 1.2, K_3 = 0.8,$$

Швидкість свердлування:

$$V = 16 \cdot 1 \cdot 1.3 \cdot 1.2 \cdot 0.8 = 17.8\text{м/хв.}$$

Число обертів інструмента:

$$n = (1000 V) / (\pi d) = (1000 \cdot 17.8) / (3.14 \cdot 17) = 333,5 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо $n = 334$ об/хв. (Регулювання обертів верстата безступеневе).

5. Осьова сила різання з таблиці $P_o = 213 \text{ Н.}$

6. Потужність при обробці

$$N_p = N_t \cdot K \cdot n / 1000, \quad (2.18)$$

де K - поправочний коефіцієнт, $K = 0.6$ $N_t = 0,7$.

$$N_p = 0.7 \cdot 0.6 \cdot 334 / 1000 = 0.14 \text{ кВт}$$

7. Час обробки поверхні визначається за формулою:

$$T = (L + y + \Delta) \cdot i / (S_o \cdot n), \quad (2.19)$$

де $L = 70 \text{ мм}$; $y = 1 \text{ мм}$; $\Delta = 2 \text{ мм}$; оброблюється чотири отвори.

Основний час обробки

$$T_o = 4 (70 + 1 + 2) / (0.2 \cdot 334) = 4.4 \text{ хв.}$$

Таблиця 2.5 – Зведена таблиця режимів різання та норм основного часу на операцію 020

Номер та стислий зміст переходу	Різальний інструмент	t, мм	i	S_z ,	S_o ,	$S_{xв}$,	V ,	n, хв ⁻¹	L _{р.х.} , мм	T _о , хв
				$\frac{мм}{зуб}$	$\frac{мм}{об}$	$\frac{мм}{хв}$	$\frac{м}{хв}$			
Фрезерувати чотири паза у розміри 100 мм	Фреза кінцева P6M5, D=28мм, z=5	28	4	0,09	0,45	120	23	260	996	2,8
Центрувати чотири отвори Ø17	Свердло центровочне P6M5, D=16мм,	4,0	4	-	0,12	70	18,8	600	5	0,29
Свердлити чотири отвори Ø17	Свердло спіральне P6M5, D=17мм,	4,0	4	-	0,2	80	21	400	78	4,4
										7,49

Усі інші режими розраховуються табличним методом і результати зводимо в таблицю 2.6.

Таблиця 2.6. Режими різання

Назва переходу	S_z , мм/зуб	t, мм	S_o , мм/об	$S_{xв}$, мм/хв	V, м/хв	n, об/хв	P, Н	Np/Nв	T _о , хв
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
005Токарна з ЧПУ									
1. Підрізати торець Ø340 попередньо, начисто,	-	2.5	0.5	87.5	109.9	350	492	0.88/6.	
2. Точити поверхню Ø340 до кулачків,	-							7	
3. Розточити отвір Ø280H9 попередньо начисто,	-	2.5	0.5	87.5	109.9	350	492	0.88/6.	4.25
								7	
4. Точити фаски.	-	2.5	0.5	87.5	109.9	350	380		
	-	0.4	0.2	87.5	109.9	350	340	0.58/6.	
	-	1,5	0.2	87.5	109.9	35	250	7	

Закінчення таблиці 2.6.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
010 Токарна з ЧПУ									
1. Підрізати другий торець у розмір 70,3 під шліфування,	-	2.5	0.5	87.5	109.9	350	492	0.88/6.7	2,35
2. Точити поверхню Ø340 остаточно до кулачків.	-	2.5	0.5	87.5	109.9	350	492	0.88/6.7	
020 Внутрішшліфувальна									
1. Шліфувати отвір Ø280Н9 мм начорно,	-	0,15	0,1	-	30м/с	2600	-	1,5	4,9
кінцеве	-	0,1	0,05	-	30м/с	2600	-		

2.7 Технічне нормування операцій технологічного процесу

Приведемо розрахунок нормування операції, а саме 010 і приведемо в записці, а інші розраховуються і зводяться в таблицю 2.7.

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

$$T_{ш.к.} = \left(\frac{T_{п.з.}}{n} \right) + T_{шт.}, \quad (2.20)$$

$$T_{шт.} = T_o + T_\partial + T_{об} + T_{від}, \quad (2.21)$$

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

$T_{п.з.}$ - підготовчо-заключний 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.

$$T_o = 2.35 \text{ хв.}$$

$$T_d = T_{вст} + T_{з.о} + T_{кер} + T_{вим} \quad (2.22)$$

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

$$T_{вст} = 0.14 \cdot 1.5 = 0.21 \text{ хв.}, [6]$$

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

$$T_{з.о.} = 0.02 \text{ хв.}, [6]$$

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

$$T_{кер} = (0.01 + 0.035 + 0.05 + 0.04 \cdot 4) \cdot 1.5 = 0.382 \text{ хв.}, [6]$$

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

$$T_{вим} = (0.16 + 0.18) \cdot 1.5 = 0.51 \text{ хв.}$$

$$T_d = 0.21 + 0.382 + 0.02 + 0.51 = 1.122 \text{ хв.}$$

де 1.5 - поправочний коефіцієнт, що враховує тип виробництва - багатосерійний, [6]

$$T_{O,Б.} + T_{ВІД.} = \Pi_{OБ.ВІД} \cdot \left(\frac{T_o + T_d}{100} \right), \quad (2.23)$$

де $\Pi_{об.від}$ - норматив часу на обслуговування робочого місця, відпочинок та природні потреби

$$\Pi_{об.від} = 6 \% \gg [6]$$

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

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

$$T_{п.з.} = 14 + 2 + 7 = 23 \text{ хв.}, [11]$$

$$n - \frac{1700 \cdot 12}{254} = 80.$$

$$\text{Тоді} \quad T_{\text{шт.к}} - \frac{23}{80} + 3,67 = 3,95 \text{хв.}$$

Розрахунки норм на операції заносимо у таблицю 2.7.

Таблиця 2.7 - Норми часу на операції

№ опер.	То	Твст	Тз	Ткер	Твим	Тдоп	Тоб+Твід	Тшт	Тп.з	Тшт.к
005	4.25	0.21	0.024	0.247	0.89	1.37	0.199	5.18	23	6.1
010	2.35	0.21	0.046	0.795	0.592	1.643	0.24	3.67	23	3.95
015	7.49	0.21	0,046	0.795	0.55	1.601	0.237	9.37	20	9.4
020	4.9	0.21	0,046	0.19	0.48	0.926	0.114	5.94	20	5.98

2.8 Оформлення технологічної документації

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

Запропонований алгоритм керуючої програми:

- 1) початок програми (% ПС);
- 2) установити, закріпити заготовку (оператор вручну);
- 3) перевірити наявність інструментів в магазині, їх придатність (оператор);
- 4) установити інструмент Т01 в шпиндель верстата, задати частоту та напрямок обертання шпинделя (S260;M03);
- 5) задати площину обробки (G17);
- 6) ввести плаваючий нуль (G54) і в абсолютній системі відліку (G90) швидко (G00) вийти в початкову точку п.т.1;

- 7) ввести корекцію на довжину інструмента (G43; G11 вісь z), пересунутись по координаті z в точку $z = +30$ мм, ввімкнути MOP (M08);
- 8) на робочій подачі (F120) пересунути фрезу (G01) до координати $z = -14$ мм.
- 9) відпрацювати циклограму від т. 1 до т. 33;
- 10) встановити в шпиндель інструмент T02, задати частоту та напрямок обертання шпинделя (S600; M03);
- 11) вийти в координату т. 38 (x, y) швидко (G00) в абсолютній системі відліку (G90);
- 12) ввести в корекцію на довжину інструмента (G43; D12), пересунути по координаті z в точку $z = +3$ мм, ввімкнути MOP (M08);
- 13) задати цикл свердлування з формальними параметрами (G81, R1, R2, R0 – подача, мм/хв.);
- 14) задати координати точок 38, 39, 40, 41;
- 15) відмінити цикл свердлування (G80), вимкнути MOP (M09);
- 16) встановити в шпиндель інструмент T03 (M06) та повторити п. 12...18, враховуючи особливості обробки;
- 17) встановити в шпиндель інструмент T03 та повторити пункт 11...16, враховуючи особливості обробки;
- 18) відмінити корекцію (G40);
- 19) кінець програми (M02).

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Проектування верстатного пристрою для верстата з ЧПК

Згідно із завданням необхідно спроектувати пристрій для фрезерування та свердлування отворів на 020 операції для верстата з ЧПК.

3.1.1 Вибір схеми базування деталі

Схема базування вибирається з аналізу постановки розмірів на деталі. Пази та отвори розміщені симетрично вісі деталі тому приймаємо поверхню отвору $\varnothing 280H8$ за базу та торець заготовки. Цим базовим поверхням у верстатному пристрої відповідають гладкі циліндричні пальці та установочні пластини. На рис. 3.1. показана схема базування.

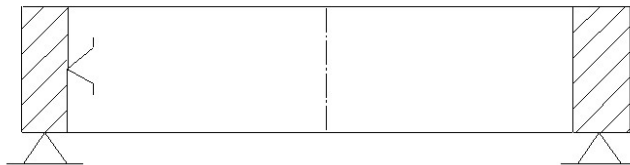


Рисунок 3.1 – Схема базування заготовки «Кільце»

3.1.2 Вибір установочних елементів пристрою

В якості установочних елементів використовуємо гладкі циліндричні поверхні - пальці на які деталь встановлюється отвором $\varnothing 280H8$, а базовим торцем деталь встановлюється на пластини і закріплюється важільним прихватом.

3.1.3 Розрахунок точності обробки

«Допустима похибка обробки:

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

де T - допуск на відповідний розмір, $T = 0.12$ мм

k - поправочний коефіцієнт, $k = 1.2$

w - похибка верстата, $w = 0.02$ мм

Похибка установки деталі в пристрої

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

де ξ_{δ} - похибка базування,

$$\xi_{\delta} = 0.5 \cdot T_d = 0.5 \cdot 0.12 = 0.06 \text{ мм.}$$

ξ_3 - похибка закріплення, $\xi_3 = 0.012$ мм [15].

$\xi_{\text{пр}}$ - похибка пристрою,

$$\xi_{\text{пр}} = (1/4 \dots 1/10) T_d = (1/4 \dots 1/10) 0.3 = (0.075 \dots 0.03) \text{ мм} \gg [8].$$

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

$$\varepsilon_y = \sqrt{0,06^2 + 0,012^2 + 0,03^2} = 0,068 \text{ мм.}$$

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

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 пазів, 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.

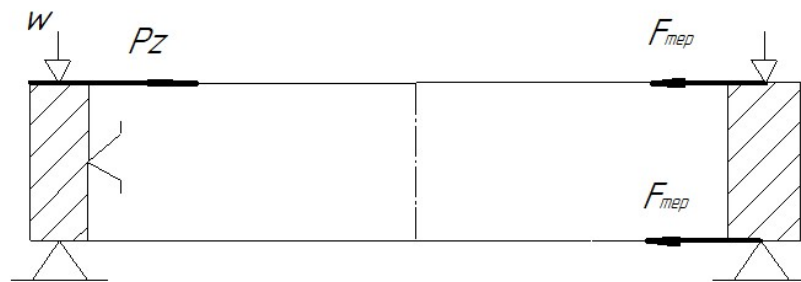


Рисунок 3.2 – Схема базування та закріплення

Розрахунок сили затиску ведемо з рівняння рівноваги заготовки:

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

$$K = 1,5. P_z = 6994 \text{ Н (див. реж. різання).}$$

звідки

$$W = \frac{P_z k}{4f} = \frac{6994 \cdot 1,5}{4 \cdot 0,16} = 4371 \text{ Н.}$$

3.1.5 Розрахунок силового приводу пристрою

Затискний механізм складається з двох механізованих прихватів з важільною системою. Зусилля затиску та розтиску здійснюється від гідроциліндрів (рис. 3.3).

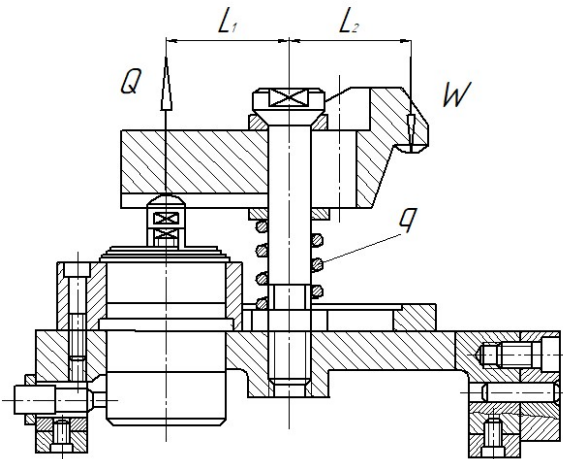


Рисунок. 3.3 – Загальний вигляд приводу пристрою

Знаходимо зусилля на штокові гідроциліндра урахувавши важільний механізм за формулою:

$$W \cdot L_2 = Q \cdot L_1, \quad (3.3)$$

де $L_1 = 50$ мм;

$L_2 = 45$ мм.

$$Q = \frac{W \cdot L_1}{L_2} = \frac{4371 \cdot 50}{45} = 4856 \text{ Н.}$$

Розрахунок внутрішнього розміру гідроциліндра ведемо за формулою [13]:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi p}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 4856}{3,14 \cdot 3}} = 45,4 \text{ мм.}$$

де p – тиск мастила в системі, $p = 3$ МПа

Дана конструкція пристрою дозволяє швидко переналагоджувати на інші деталі корпусного типу для виконання свердлування отворів більших діаметрів тому приймаємо внутрішній діаметр гідроциліндра 50 мм.

Фактичне зусилля на штокові розраховуємо за формулою:

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} p = \frac{3,14 \cdot 50^2}{4} 3 = 5889 \text{ Н}$$

3.1.6 Розрахунок на міцність елемента пристрою

Визначимо найбільш навантажені елементи верстатного пристрою [18]. Розрахунку на міцність підлягає різьбове з'єднання стійки з корпусом.

«Діаметр різьби визначається за формулою:

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

де Q - сила що діє на різьбу, $Q = 5889 \text{ Н}$;

σ - допустиме значення межі текучості для стійки (матеріал Сталь 35), $\sigma = 120 \text{ Н/мм.}$ »[11].

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 5889}{3,14 \cdot 120}} = 7,9 \text{ мм.}$$

Для кріплення стійки вибрано різьбу М14.

Отже умова міцності виконана діаметр різьби М14 > 7,9 мм, розміри різьби вибрано вірно.

3.1.7 Принцип роботи пристрою

Деталь встановлюється на пластини, що прикріплені до корпусу пристрою та отвором на три гладких пальця. Провертаємо важелі по напрямку заготовки. Подаємо стиснене мастило у гідроциліндри і штоки їх при русі уверх діють на важелі, які затискають заготовку. Деталь встановлена і

затиснута – проводиться оброблення. Після зняття тиску у системі пружини розтискають заготовку і її замінюють на іншу.

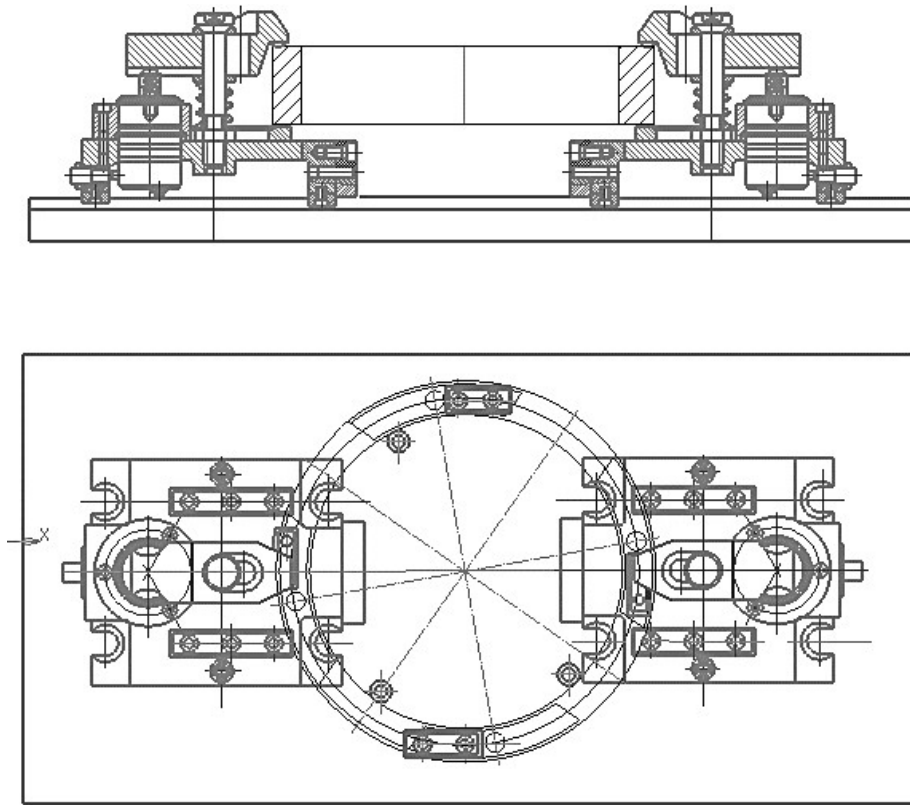


Рисунок. 3.4 – Загальний вигляд пристрою для фрезерування та свердлування

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 $\varnothing 280H8$. Побудувати схему полів допусків і накреслити ескіз пробки. Дано: номінальний розмір і умовне позначення гладкого циліндричного отвору $\varnothing 280H8$.

3.2.2 Розрахунок параметрів калібру пробки

Граничні відхилення отвору

Отвір: $\varnothing 280H8^{(+0,025)}$ мм;

Граничні розміри отвору і вала:

$$D_{\max} = D + ES = 280 + 0,025 = 280,025 \text{ мм};$$

$$D_{\min} = D + EI = 280 + 0 = 280 \text{ мм};$$

Допуски та відхилення граничних калібрів для отвору

$H = 0,004$ мм; $Z = 0,0035$ мм; $Y = 0,003$ мм.

Розрахунок граничних та виконавчих розмірів калібр-пробки.

Прохідного боку:

– номінальний розмір

$$ПР = D_{\min} + Z = 280 + 0,0035 = 280,0035 \text{ мм};$$

– граничні розміри

$$ПР_{\max} = ПР + H/2 = 280,0035 + 0,004/2 = 280,0055 \text{ мм};$$

$$ПР_{\min} = ПР - H/2 = 280,0035 - 0,004/2 = 280,0015 \text{ мм};$$

– межа спрацювання

$$ПР_{\text{зн}} = D_{\min} - Y = 280 - 0,003 = 279,997 \text{ мм};$$

– виконавчий розмір

$$ПР_{\text{вик}} = ПР_{\max}(-H) = 280,0055 - 0,004 \text{ мм}.$$

Непрохідного боку:

– номінальний розмір

$$HE = D_{\max} = 280,025 \text{ мм};$$

– граничні розміри

$$HE_{\max} = HE + H/2 = 280,025 + 0,002 = 280,027 \text{ мм};$$

$$HE_{\min} = HE - H/2 = 280,025 - 0,002 = 280,023 \text{ мм};$$

– виконавчий розмір

$$HE_{\text{вик}} = HE_{\min}(-H) = 280,027-0,004 \text{ мм.}$$

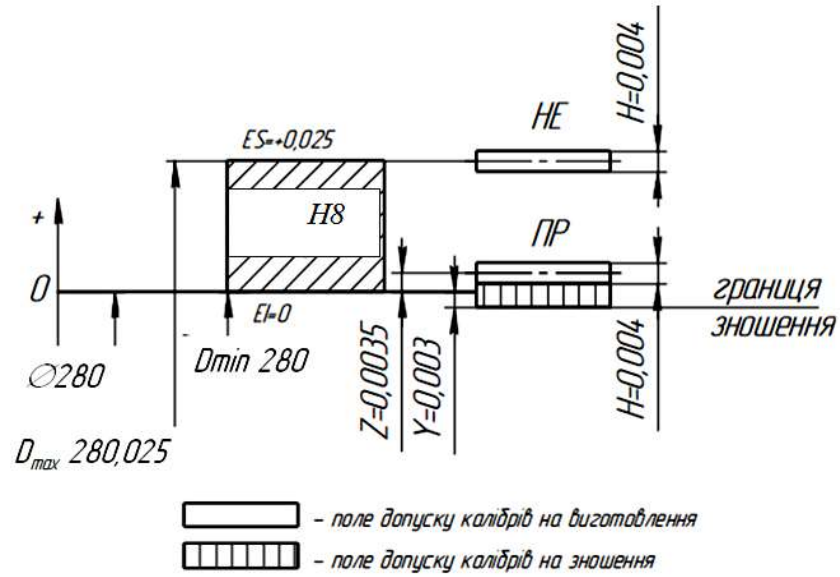


Рисунок. 3.5 – Схема полів допусків на $\varnothing 280H8$

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Вплив шуму на організм людини та засоби захисту

Шум на виробництві несприятливо впливає на працюючого: послаблює увагу, уповільнює швидкість психічних реакцій. Знижується продуктивність праці. Шум затрудняє своєчасну реакцію працюючих на попереджувальні сигнали, які подаються персоналом, що обслуговує внутріцеховий транспорт, це може стати причиною нещасного випадку.

Боротьбу з шумом починають ще на етапі проектування підприємства, цеху, дільниці. Плануючи територію підприємства передбачають раціональне розміщення окремих будівель, споруд, цехів. Між будівлями планують вільні зони, які для більшої ефективності озеленюють, так як листя добре поглинає шум. При плануванні цехів, дільниць об'єднують в одну групу верстати та інше обладнання за ступенем шумності. Для зниження шуму, що виникає при роботі електродвигунів, насосів і вентиляторів, їх встановлюють на окремих фундаментах. Між агрегатом і фундаментом розміщують звукоізоляційні прокладки. Найбільш ефективним заходом по боротьбі з шумом є зниження його в джерелах утворення: в агрегатах, машинах, механізмах. Для захисту від шуму при роботі на пресах, при обрубці литва використовують засоби індивідуального захисту: навушники, вкладиші.

Шумом прийнято вважати звуки, які негативно впливають на організм людини і заважають його роботі та відпочинку. Тому шум часто називають несприятливим звуком. Зазвичай шум створюється підчас хаотичного чергування звуків різної частоти та інтенсивності. Звук, як фізичне явище, є коливальним рухом, що поширюється хвилеподібно у пружному середовищі (газоподібному, рідинному чи твердому). Звук, а значить і шум,

характеризується: швидкістю звуку c , м/с; частотою f , Гц; звуковим тиском p , Па; інтенсивністю I , Вт/м².

За нормальних атмосферних умов ($T = 293$ К та $P = 1034$ ГПа) швидкість звуку в повітрі дорівнює $c = 344$ м/с.

Частота звуку визначається кількістю коливань пружного середовища за одиницю часу і вимірюється в герцах (1 Гц - це одне коливання за секунду). За частотою звукові (акустичні) коливання поділяються на три діапазони: інфразвукові, з частотою коливання менше ніж 20 Гц; звукові (сприймаються органом слуху людини) - від 20 до 20 000 Гц; ультразвукові - більше ніж 20 000 Гц. У свою чергу звуковий діапазон прийнято поділяти на низькочастотний - до 400 Гц, середньочастотний – 400...1000 Гц, високочастотний - більше 1000 Гц.

Різницю між атмосферним тиском і значенням повного тиску у певній точці звукового поля прийнято вважати звуковим тиском. Поширення звукової хвилі супроводжується перенесенням звукової енергії. Середній потік звукової енергії в будь-якій точці середовища за одиницю часу, віднесений до одиниці поверхні, перпендикулярної до напрямку поширення хвилі, називається інтенсивністю або силою звуку в певній точці і вимірюється у Вт/м²

4.1.1 Вплив шуму на організм людини

Шкідливий та небезпечний вплив шуму на організм людини встановлено тепер з повною визначеністю [10]. Ступінь такого впливу переважно залежить від рівня та характеру шуму, форми та тривалості впливу, а також індивідуальних особливостей людини. Численні дослідження підтвердили той факт, що шум належить до загальнофізіологічних подразників, які за певних обставин можуть впливати на більшість органів та систем організму людини. Так, за даними медиків дія шуму може спричинити нервові,

серцево-судинні захворювання, виразкову хворобу, порушення обмінних процесів та функціонування органів слуху тощо.

Із загальної кількості захворювань, які перераховані вище, останнім часом значно зросла частка тих, які спричинені саме шумовим впливом. У зв'язку з цим, слід звернути увагу на той факт, що протягом багатовікової еволюції людина так і не набула здатності адаптуватись до дії шуму, як і не було створено природного захисту для високочутливого та досконалого органу слуху людини від дії інтенсивного шуму.

Наближено дію шуму різних рівнів можна охарактеризувати у такий спосіб. Шум до 50 дБ, зазвичай, не викликає шкідливого впливу на людину в процесі її трудової діяльності. Шум з рівнем 50-60 дБ може викликати психологічний вплив, що виявляється у погіршенні розумової діяльності, послабленні уваги, швидкості реакції, утрудненні роботи з масивами інформації тощо. За рівня шуму 65-90 дБА можливий його фізіологічний вплив: пульс прискорюється, тиск крові підвищується, судини звужуються, що погіршує постачання органів кров'ю.

Дія шуму з рівнем 90 дБ і вище може призвести до функціональних порушень в органах та системах організму людини: знижується слухова чутливість, погіршується діяльність шлунку та кишківника, з'являється відчуття нудоти, головний біль, шум у вухах. При рівні шуму 120 дБ та вище здійснюється механічний вплив на орган слуху, що виявляється у порушенні зв'язків між окремими частинами внутрішнього вуха, можливий навіть розрив барабанної перетинки.

Такі високі рівні шуму впливають не лише на органи слуху, а й на весь організм. Звукові хвилі, проникаючи через шкіру, викликають механічні коливання тканин організму, внаслідок чого відбувається руйнування нервових клітин, розриви дрібних судин тощо.

4.1.2 Заходи та засоби захисту від шуму

Заходи та засоби захисту від шуму поділяються на колективні та індивідуальні, причому останні застосовуються лише тоді, коли заходами та засобами колективного захисту не вдається знизити рівні шуму на робочих місцях до допустимих значень. Призначення засобів індивідуального захисту від шуму - перекрити найбільш чутливі канали проникнення звуку в організм - вуха. Тим самим різко послаблюються рівні звуків, що діють на барабанну перетинку, а відтак - і коливання чутливих елементів внутрішнього вуха. Такі засоби дозволяють одночасно попередити розлад і всієї нервової системи від дії інтенсивного подразника, яким є шум.

До заходів та засобів від шуму належать навушники, протишумові вкладки, шумозаглушувальні шоломи. Вибір заходів та засобів обумовлюється видом та характеристикою шуму на робочому місці, зручністю використання засобу при виконанні даної робочої операції та конкретними кліматичними умовами.

Засоби колективного захисту від шуму подібно до віброзахисту поділяються за такими напрямками:

- зменшення шуму в самому джерелі;
- зменшення шуму на шляху його поширення;
- організаційно-технічні заходи;
- лікувально-профілактичні заходи.

Зменшення шуму в самому джерелі - найбільш радикальний засіб боротьби з шумом, що створюється устаткуванням. Досвід показує, що ефективність заходів щодо зниження шуму устаткування, що вже працює, досить невисока, тому необхідно прагнути до максимального зниження шуму в джерелі ще на стадії проектування устаткування. Це досягається за допомогою наступних заходів та засобів: удосконалення кінематичних схем та конструкцій

устаткування; проведення статичного та динамічного зрівноважування і балансування; виготовлення деталей, що співударяються, та корпусних деталей з неметалевих матеріалів (пластмас, текстоліту, гуми); чергування металевих та неметалевих деталей; підвищення точності виготовлення деталей та якості складання вузлів і устаткування; зменшення зазорів у з'єднаннях шляхом зменшення припусків; застосування мащення деталей, що труться, і т. ін.

Організаційно-технічні засоби захисту від шуму передбачають: застосування малошумних технологічних процесів та устаткування, оснащення шумного устаткування засобами дистанційного керування, дотримання правил технічної експлуатації, проведення планово-попереджувальних оглядів та ремонтів.

До заходів лікувально-профілактичного характеру належать попередній та періодичні медогляди, використання раціональних режимів праці та відпочинку для працівників шумних ділянок та цехів, допуск до шумних робіт з 18 років тощо.

Архітектурно-планувальні заходи щодо захисту від шуму передбачаються при проектуванні, реконструкції та експлуатації підприємства (цехів, ділянок). Вони дозволяють зменшити вплив виробничих шумів на працівників нешумних виробництв та мешканців житлових масивів, що розташовані поруч з підприємством [10].

Для зменшення шкідливого впливу виробничого шуму на працівників шумних виробництв, послаблення передавання його в сусідні приміщення застосовують звуко- і віброізоляцію, звуко- і вібропоглинання та глушники шуму. Звукоізоляція є ефективним засобом зменшення рівня шуму у напрямку його поширення, що реалізується шляхом встановлення звукоізоляційних перешкод (перегородок, кабін, кожухів, екранів). Принцип звукоізоляції базується на тому, що більша частина звукової енергії, яка потрапляє на перешкоду, відбивається і лише незначна її частина проходить крізь неї.

Для звукоізоляції окремих шумних дільниць у приміщенні чи устаткування застосовують легкі багатошарові звукоізоляційні перегородки з повітряними прошарками. Для звукоізоляції найбільш шумних вузлів та агрегатів (ланцюгові передачі, двигуни, компресори, вентилятори) використовуються звукоізоляційні кожухи, які є засобами, що встановлюються в безпосередній близькості від джерела шуму. В тих випадках, коли неможливо ізолювати шумне устаткування чи його вузли, захист працівника від дії шуму здійснюють шляхом облаштування звукоізольованої кабіни з пультом керування та оглядовими вікнами.

Шум на виробництві несприятливо впливає на працюючого: послаблює увагу, уповільнює швидкість психічних реакцій вносить дискомфорт в навколишнє середовище. Знижується продуктивність праці. Шум затрудняє своєчасну реакцію працюючих на попереджувальні сигнали, які подаються персоналом, що обслуговує внутрішньоцеховий транспорт, це може стати причиною нещасного випадку. Боротьбу з шумом починають ще на етапі проектування підприємства, цеху, дільниці. Плануючи територію підприємства передбачають раціональне розміщення окремих будівель, споруд, цехів. Між будівлями планують вільні зони, які для більшої ефективності озеленюють, так як листя добре поглинає шум.

При плануванні цехів, дільниць об'єднують в одну групу верстати та інше обладнання за ступенем шумності. Для зниження шуму, що виникає при роботі електродвигунів, насосів і вентиляторів, їх встановлюють на окремих фундаментах. Між агрегатом і фундаментом розміщують звукоізоляційні прокладки. Для захисту від шуму при роботі на пресах, при обрубці литва використовують засоби індивідуального захисту: навушники, вкладиші. Найбільш ефективним заходом по боротьбі з шумом є зниження його в джерелах утворення: в агрегатах, машинах, механізмах» [19].

5 ВИСНОВКИ

В дипломній роботі розроблено технологічний процес виготовлення деталі «Кільце» із застосуванням сучасних верстатів з ЧПК. Вибрано метод отримання заготовки, виконано розрахунки: типу виробництва, припусків, режимів різання, норм часу. На основі аналізу варіантів отримання заготовок прийнято рішення, що для даного типу виробництва найбільш економічним буде отримання заготовки з листа лазерною порізкою.

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 впливу шуму на організм людини та засоби захисту.

В додатках приведено технологічний процес виготовлення деталі «Кільце», 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. Технологія машинобудування. Навчальний посібник / За ред. І. І. Юрчишина. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2009 528 с.
4. Технологія машинобудування. Посібник-довідник для виконання кваліфікаційних робіт: Навчальний посібник. [Юрчишин І. І. та ін.] Видавництво НУ «Львівська політехніка». 2009. 528 с.
5. Данюк В. М., Абрамов В. М. Нормування праці. К.: ВПОЛ, 1995. 465 с.
6. 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.
7. Гордєєв А. І. Урбанюк Є. А., Сілін Р. С. Збірник задач з проектування технологічного оснащення: Навчальний посібник. Хмельницький: ХНУ 2013. 159 с., іл.
8. Сторож Б. Д., Карпик Р. Т., Гордєєв А. І. Точність верстатних пристроїв машинобудівного виробництва: Навчальний посібник / За ред. Р.Т. Карпика. Хмельницький: ХДУ, 2003. 222 с., іл.
9. Боровик А. І. Технологічна оснастка механоскладального виробництва: Підручник. К.: «Кондор», 2008. 726 с.

10. Железна А. М., Кирилович В.А. Основи взаємозамінності, стандартизації та технічних вимірювань: Навчальний посібник. К.: Кондор, 2004. 796 с.

11. Гайдамака А. В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків : навчальний посібник для студентів машинобудівних спеціальностей усіх форм навчання. Харків : НТУ «ХП», 2020. 275 с.

12. 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.

13. Жидецький В. Ц., Джигирей В. С., Мельников О. В. Основи охорони праці. Львів: Афіша, 2000. 350 с.

14. Освітня програма бакалавра спеціальності 131 Прикладна механіка.