

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

Технологія виготовлення деталі «Маточина АА 5109-26-410»

з використанням верстатів з ЧПК

Назва теми

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Галузь знань 13 Механічна інженерія
Шифр і назва галузі знань

Спеціальність 131 Прикладна механіка
Шифр і назва спеціальності

Освітня програма «Технології машинобудування»
Назва

Шифр ДІП.ПМ.ФІТА.25.27 ПЗ

Виконав студент 4 курсу група ПМТ-21-1
Шифр


Підпис

Артем КРИВОРУК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

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


Підпис

Сьген УРБАНЮК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтролер канд. техн. наук. доцент


Підпис

Сергій БИСЬ
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:


Підпис

Віталій ТКАЧУК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Завідувач кафедри технології машинобудування
Назва

Дата «24» червня 2025

Хмельницький 2025

**ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ
КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

Студ. гр. ПМТ-21-1 Криворуку Артему Васильовичу

Тема затверджена наказом ректора

№23 від 07.02.2025р.

Тема роботи: Технологія виготовлення деталі «Маточина АА 5109-26-410»
з використанням верстатів з ЧПК

План роботи і терміни подання окремих розділів

Розділ I _____ 30.04.2025

Розділ II _____ 10.05.2025

Розділ III _____ 30.05.2025

Розділ IV _____ 10.06.2025

Перелік графічних матеріалів: 1. Кресленик деталі – 1 арк. ф.А2; 2. Кресленик заготовки – 1 арк. ф.А3; 3. Графотехнологія - 1 арк. ф.А1; 4. РТК для ВЧПК – 1 арк. ф.А1; 5. Верстатний пристрій - 1 арк. ф.А1; 5. Контрольний пристрій - 1 арк. ф.А1;

Термін подання закінченої роботи 10.06.2024

Завідувач кафедри _____ В.П. Ткачук
Керівник роботи _____ Є.А. Урбанюк
Студент _____ А.В. Криворук

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ГОЛОВІ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ КОМІСІЇ

Направляється студент Криворук Артем Васильович на захист дипломного проєкту (роботи)
(прізвище, ім'я, по батькові)
за спеціальністю 131 - Прикладна механіка
На тему: Технологія виготовлення деталі «Маточина АА 5109-26-410» з використанням верстатів з ЧПК

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

Декан факультету _____

ДОВІДКА УСПІШНОСТІ

Криворук А. В. за період навчання на факультеті інженерії, транспорту та архітектури з 2021 по 2025 роки повністю виконав навчальний план спеціальності з таким розподілом оцінок за національною шкалою: відмінно 0,00 %, добре 14,29 %, задовільно 85,71 %.
шкалою ЄКТС: А 0,00 %, В 0,00 %, С 18,87 %, D 30,19 %, E 50,94 %.

Методист факультету _____

ВИСНОВОК КЕРІВНИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ (РОБОТИ)
ТА ОБГРУНТУВАННЯ ОЦІНКИ

Студент Криворук А.В.

кваліфікаційну роботу виконав згідно завдання і в повному обсязі. В період її підготовки виявив додатний рівень знань із загальноінженерних дисциплін та фахової діяльності. Подякувальне запитання згідно з метою роботи виконав із брешуванням висног, що до них ставиться.

Оцінка дипломного проєкту (роботи) добре

Керівник дипломного проєкту _____

Григорук
"24" серпня 2025 р.

ВИСНОВОК КАФЕДРИ ПРО ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ)

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

Завідувач кафедри _____

технологія виготовлення

Виталик ДКНЧУК

"24" серпня 2025 р.

(підпис, ім'я, прізвище)

Завідувачу кафедри
технології машинобудування
доц. Ткачуку В.П.
здобувача вищої освіти
студента Криворука А.В.
факультет інженерії, транспорту і архітектури
курс 4-й, група ПМТ-21-1

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. Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на академічний плагіат оповіщений 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 (Unicheck 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.

20 червня 2025р.

дата


підпис

/Криворук А.В./

**РІШЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ КОМІСІЇ КАФЕДРИ ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ**

Назва кваліфікаційної роботи: Технологія виготовлення деталі «Маточина АА 5109-26-410» з використанням верстатів з ЧПК
 Автор: Криворук Артем Васильович
 Освітня програма: Технології машинобудування
 Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)
 Спеціальність 131 Прикладна механіка
 Науковий керівник: к.т.н., доцент Урбанюк С.А.
 На основі аналізу кваліфікаційної роботи на дотримання вимог академічної доброчесності (у т.ч. відсутності ознак академічного плагіату) з урахуванням результатів перевірки роботи спеціалізованим програмним засобом(ами) комісія зробила такий висновок:

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

Підтвердження: Tue Jun 24 07:53:39 EEST 2025, Милько Володимир Володимирович, Хмельницький національний університет, ХНУ

Anti-Plagiarism (UA) v-15.281 Educational

The maximum coincidence with one document 19.0%

Dictionaries check: en US, ru RU, ua UA. Errors in the documents: 9%

ID: 247499 Title: ЕКР Технологія виготовлення деталі «Маточина АА 5109-26-410» з використанням верстатів з ЧПК Added in a DB: 2025-06-24 Authors: Криворук Артем Васильович Heads: Урбанюк С.А., канд.техн. наук, доц. Consultants: Opponents:	Document		Sum coincidence on the DD	
	Symbols	Lexemes	Symbols	Lexemes
	76544	578	33902 (44%)	255 (44%)

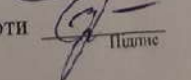
Дата 24.06.2025р.

Завідувач кафедри

Гарант освітньої програми

Керівник кваліфікаційної роботи





Віталій ТКАЧУК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Володимир МИЛЬКО
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Свєтєлєн УРБАНЮК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник Криворук А.В., гр. ПМТ-21-1

Тема: «Технологія виготовлення деталі «Маточина АА 5109-26-410» з використанням верстатів з ЧПК»

Спеціальність 131 Прикладна механіка

Обсяг кваліфікаційної роботи бакалавра

Кількість листів креслень 4,75 арк. ф.А1.; кількість сторінок записки 75с. з додатками

1. Короткий зміст дипломної та прийнятих рішень: розроблена технологія виготовлення деталі «Маточина АА 5109-26-410» з використанням верстатів з ЧПК, спроектований верстатний та контрольний пристрої; описані заходи з охорони праці на машинобудівному підприємстві.
2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню: кваліфікаційна робота цілком відповідає виданому завданню як за змістом, так і за обсягом.
3. Характеристика виконання кожного розділу роботи, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи:
 - 1) В загальному розділі проведений аналіз конструкції деталі, вимог до її виготовлення, технологічності деталі і недоліків базового технологічного процесу.
 - 2) В технологічному розділі за результатами аналізу базового технологічного процесу запропоновані зміни: вибране обладнання та інструмент для виконання операцій, вибраний тип заготовки, визначені припуски на оброблення, розраховані та призначені режими різання і норми часу, розроблено розрахунково-технологічну карту і керуючу програму для вертикально-свердлувального верстата з ЧПК моделі 2P135Ф2.
 - 3) В конструкторському розділі спроектований верстатний пристрій встановлення і закріплення деталі при свердлуванні отворів на вертикально-свердлувальному верстаті з ЧПК моделі 2P135Ф2 та контрольньо-вимірвальний пристрій.
 - 4) В розділі «Охорона праці» наведена характеристика системи управління охороною праці на машинобудівному підприємстві, санітарно-гігієнічних вимог до умов праці при виготовленні деталі та виконаний розрахунок вентиляції дільниці механічного оброблення деталі.
4. Позитивні сторони роботи: використані типові методики проектування технологічних процесів машинобудівного профілю.
5. Негативні сторони роботи: для розроблення керуючої програми для ВЧПК бажано було би створити 3D-модель деталі і використати спеціалізований пакет програм.
6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки дипломної роботи: пояснювальна записка та матеріали графічного розділу (кресленики) виконані, в основному, з дотриманням діючих на даний час вимог.
7. Відгук про роботу в цілому: представлена до захисту кваліфікаційна робота відповідає спеціальності 131 Прикладна механіка.
8. Інші зауваження: -
9. Оцінка роботи – Загальна оцінка роботи «добре».

РЕЦЕНЗЕНТ

Рудик Олександр Юхимович, доц., катр ТАМ
Прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи

« 25 » червня 2025р.

підпис

Реферат

Тема роботи: «Технологія виготовлення деталі «Маточина АА 5109-26-410» з використанням верстатів з ЧПК»

Автор ст. гр. ПМТ-21-1 Криворук А.В. Керівник роботи: доц. Урбанюк Є.А.

Обсяг пояснювальної записки 75с. Графічна частина 4,75 аркушів ф.А1.

В загальному розділі наведене описання конструкції вузла дротово-цвяхового автомата і призначення деталі «Маточина» як його складової, виконаний аналіз технологічності деталі, визначений тип виробництва.

В технологічному розділі проведена оцінка запропонованого варіанту технологічного процесу, вибране обладнання та інструмент для виконання операцій, проведені розрахунки для обґрунтування вибору методу отримання заготовки, визначені припуски на оброблення, розраховані та призначені режими різання, виконане технічне нормування операцій технологічного процесу. Режими різання визначалися класичним методом: розрахунковим і табличним. Розроблена розрахунково-технологічна карта та керувальна програма для операції 020 для верстата вертикально-свердлувального верстата з ЧПК мод. 2P135Ф2 із системою керування 2S42-65.

В конструкторському розділі кваліфікаційної роботи спроектований верстатний пристрій для базування і затискання заготовки при свердлуванні на вертикально-свердлувальному верстаті з ЧПК системи отворів. Для створення зусилля затиску в пристрої застосовано пневмопривод. Розроблена також конструкція контрольно-вимірювального пристрою для контролю відхилення від перпендикулярності торцевої площини $\varnothing 206\text{мм}$ відносно осі отвору $\varnothing 105\text{H}8$ деталі «Маточина АА 5109-26-410».

В розділі «Охорона праці» наведена характеристика системи управління охороною праці на машинобудівному підприємстві, санітарно-гігієнічних вимог до умов праці при виготовленні деталі та виконаний розрахунок вентиляції дільниці механічного оброблення деталі.

В додатках наведена технологічна документація на технологічний процес виготовлення деталі «Маточина АА 5109-26-510», специфікації до складальних креслеників пристрою верстатного та пристрою контрольно-вимірювального і керувальна програма для верстата з ЧПК.

Автор роботи: Криворук А.В. _____ 2025 р.

/Підпис/

/Дата/

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
1			<u>Документація загальна</u>		
2					
3					
4	A4		Завдання на КРБ	1	
5	A4		Реферат	1	
6	A4	КРБ.ФІТА.ПМ.25.00 РПЗ	Розрахунково- пояснювальна записка	78	
7	A2	КРБ.ФІТА.ПМ.25.01.01	Кресленик деталі	1	
8	A3	КРБ.ФІТА.ПМ.25.01.02	Кресленик заготовки	1	
9	A1	КРБ.ФІТА.ПМ.25.02.01 ГТ	Графотехнологія	1	
10	A1	КРБ.ФІТА.ПМ.25.02.02.КН	РТК для ВЧПК	1	
11	A1	КРБ.ФІТА.ПМ.25.03.01.00.00 СК	Пристрій верстатний	1	
12	A1	КРБ.ФІТА.ПМ.25.03.02.00.00 СК	Пристрій контрольний	1	

					КРБ.ФІТА.ПМ.25.00 ПЗ					
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	Відомість кваліфікаційної роботи			Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив.	Криворук А.В.								4	75
Перевірив	Урбанюк Є.А.									
Н. Контр.	Бись С.С.							ХНУ гр. ПМТ-21-1		
Затвердив	Ткачук В.П.									

1	ЗМІСТ	
	Вступ	С. 6
1	Загальний розділ	8
1.1	Стан питання та завдання кваліфікаційної роботи	8
1.2	Описання об'єкта виробництва.....	10
1.3	Аналіз кресленика і технічних вимог до виготовлення деталі «Маточина АА 5109-26-410»	12
1.4	Аналіз технологічності конструкції деталі	13
1.5	Визначення типу і організаційної форми виробництва.....	15
2	Технологічний розділ	18
2.1	Аналіз базового технологічного процесу механічного оброблення	18
2.2	Вибір типу заготовки та техніко-економічне обґрунтування методу її отримання	19
2.3	Вибір технологічних баз	22
2.4	Вибір варіанта технологічного маршруту оброблення деталі	23
2.5	Розроблення технологічних операцій	26
2.6	Розрахунок та призначення припусків по переходах	27
2.7	Розрахунок та призначення режимів різання	31
2.8	Проектування операції на верстаті з ЧПК	39
2.9	Розрахунок технічних норм часу при виконанні операцій	40
3	Конструкторський розділ	43
3.1	Проектування верстатного пристрою для свердлування	43
3.1.1	Вибір установочних елементів, схеми базування та способу закріплення деталі в пристрої	43
3.1.2	Розрахунок сил закріплення деталі та приводу пристрою	44
3.1.3	Розрахунок деталей пристрою на міцність та жорсткість	45
3.1.4	Розрахунок пристрою на точність	47
3.1.5	Вибір корпусних елементів пристрою	48
3.1.6	Розроблення технічних умов на пристрій та описання його роботи	48
3.2	Проектування контрольно-вимірювального пристрою	49
3.2.1	Розроблення схеми контролю	49
3.2.2	Розрахунок пристрою на точність	50
3.3	Описання конструкції пристрою і робота з ним	51
4	Охорона праці	52
4.1	Система управління охороною праці на машинобудівному підприємстві	52
4.1.1	Основні принципи та функції управління охороною праці на виробництві ...	54
4.1.2	Організація управління та навчання з питань охорони праці на виробництві	58
4.2	Санітарно-гігієнічні вимоги до умов праці при виготовленні деталі	62
4.3	Розрахунок вентиляції дільниці механічного оброблення деталі	71
	Висновки	73
	Список використаної літератури.....	74
	Додатки	

ВСТУП

Машинобудування є важливою галузю промисловості України. Його продукція - це машини різноманітного призначення, що поставляються усім галузям економіки. Зростання ефективності промисловості, а також темпи переозброєння її новою технікою в значній мірі залежать від рівня розвитку машинобудування. Технічний прогрес в машинобудуванні характеризується не тільки покращенням конструкцій машин, але і постійним вдосконаленням технології їх виробництва. В нинішній час машинобудуванню відводиться провідна роль у справі технічного переозброєння і реконструкції промислових підприємств, переводу їх на більш високий технічний рівень і вирішенню на цій основі проблем підвищення якості продукції.

Машинобудування покликано створювати сучасну техніку і технологію для власних потреб і на цій основі забезпечувати виробництво нової техніки для всіх інших галузей народного господарства, що і дозволить зрештою здійснити його реконструкцію.

Важливо якісно, дешево і з мінімальними затратами праці виготовляти машини, застосувавши при цьому високопродуктивне устаткування, технологічне оснащення, засоби механізації і автоматизації виробництва. Від технології виробництва залежить надійність роботи машин, які виготовляються, а також економічна їх експлуатація. Розвиток прогресивних технологічних методів сприяє конструюванню більш досконалих машин, зниженню їх собівартості і зменшенню затрат праці на їх виготовлення.

Предметом технології машинобудування є вчення про виготовлення машин потрібної якості в установленій програмі випуску кількості при найменших затратах матеріалів, мінімальній собівартості і високій продуктивності праці.

Однією із головних задач технології машинобудування являється вивчення закономірностей протікання технологічних процесів і виявлення

параметрів, впливаючи на які можна інтенсифікувати виробництво і підвищити його ефективність. Значення цих закономірностей є основною умовою раціонального проектування технологічних процесів і застосування очислювальної техніки, які забезпечують скорочення термінів проектування, полегшення праці технологів і отримання оптимальних варіантів проєктованих технологічних процесів.

У зв'язку з цим в навчальному процесі вузів машинобудівного профілю важливе місце приділяється самостійній роботі, яку виконують студенти випускних курсів. Таким є виконання кваліфікаційної роботи за освітньою програмою «Технології машинобудування», яке закріплює і поглиблює знання, що їх отримали студенти під час лекцій та практичних занять.

Метою кваліфікаційної роботи бакалавра є набуття навичок проектування процесів виготовлення машинобудівної продукції різного асортименту, а також вибір оптимальних з точки зору техніко-економічних показників варіантів технологічних процесів. Тому особливу увагу слід приділяти самостійній творчості студента з метою розвитку його ініціативи у вирішенні технічних і організаційних задач.

При виконанні кваліфікаційної роботи важливо приймати обґрунтовані рішення із вибору варіантів технологічного процесу, методів отримання заготовок, устаткування, що використовуватиметься, технологічного оснащення, інструменту, призначення режимів різання, які проводяться на основі техніко-економічних розрахунків, що дає можливість запропонувати кращий варіант.

1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Стан питання та завдання кваліфікаційної роботи

Завданням кваліфікаційної роботи бакалавра (КРБ) передбачено розробити вдосконалений технологічний процес механічного оброблення деталі «Маточина АА 5109-26-410» з використанням верстатів з числовим програмним керуванням (ЧПК).

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 першечергове 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 оброблення, 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 оброблення. Типова технологія повинна застосовуватись в умовах багатосерійного та масового виробництва, груповий метод – в умовах одиничного, мілкосерійного 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.

Завдання кваліфікаційної роботи [1] полягає в проектуванні технологічного процесу механічного оброблення виготовлення деталі «Маточина АА 5109.26.410». Для проектування даної ділянки потрібно вдосконалити технологічний процес виготовлення деталі, максимально автоматизувати весь маршрут оброблення заготовки. Доцільно, техніко-економічно обґрунтовано вибрати обладнання для нового технологічного процесу, механізувати верстатні пристрої, де це можливо зробити. Для покращення механічного оброблення заготовки новий технологічний процес має бути економічно обґрунтованим і вигідним. В умовах переходу до

ринкової економіки ставиться завдання не тільки значно підвищити продуктивність праці, а також випуску нових виробів, відповідаючих світовим зразкам. Спроможних конкурувати як на внутрішньому так і на зовнішньому ринках збуту, що визначається їх дизайном, надійністю та якістю.

Під якістю виробу необхідно розуміти не тільки якісну механічне оброблення, отримання заготовки прогресивним методом, а також і характер технологічного процесу.

Вихідними даними для проектування є базовий технологічний процес, кресленик деталі та програма випуску виробів. Виходячи із цих умов необхідно вирішити наступні завдання:

- вибрати метод отримання заготовки;
- розробити технологічний процес оброблення поверхонь;
- розрахувати припуски на оброблення;
- вибрати тип верстатного обладнання;
- розрахувати і призначити режими різання;
- пронормувати технологічний процес;
- спроєктувати та провести розрахунки верстатних пристроїв, пристрою для контролю технічних вимог;
- навести безпечні засоби роботи на машинобудівній дільниці.

1.2 Описання об'єкта виробництва

Деталь “Маточина АА 5109.26.410” входить у вузол маховика дротово-штифтового автомата АА-5109, який може виготовляти як цвяхи, так штифти.

Кінематична схема автомата показана на рис.1.1. Автомат складається зі станини 1, у якій розміщений механізм висадження 2 з пуансоном 3, ножедержача 4, змонтованого в напрямних 5 повзуна 6. Ножедержач 4 підпружинений пружиною 7.

Ножетримач 8 з нерухомо закріпленим ножом 9 змонтований у повзуні 10, що має привод за допомогою роликів 11, підйомної системи 12 від кулачка 13, що змонтований на приводному валу 14.

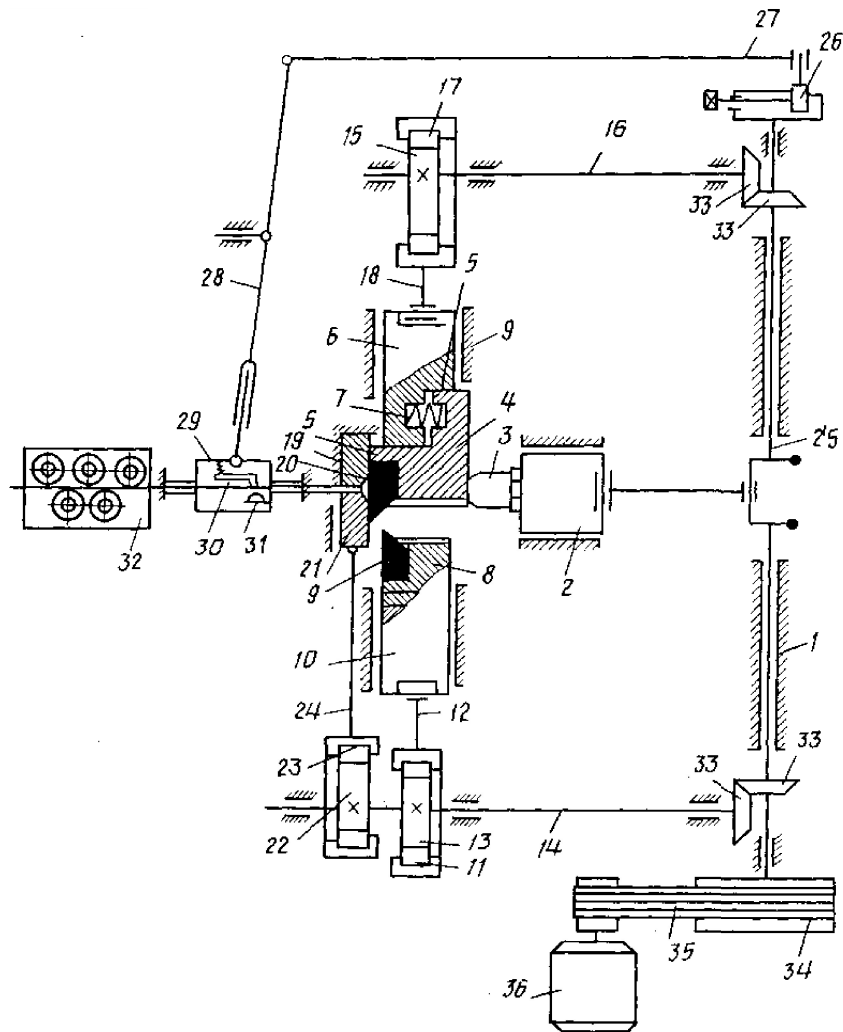


Рисунок 1.1 - Кінематична схема автомату

Кулачок 15 має програмний профіль, змонтований на додатковому приводному валу 16 і зв'язаний за допомогою роликів 17 та підйомної системи 18 з повзуном 6, у якому розміщений в напрямних 5 ножетримач 4 з нерухомо закріпленим ножом 19. Програмний профіль кулачка 15 забезпечує переміщення робочої крайки ножа 19 з ножетримачем 4 за вісь висадження.

Перед ножами 9 і 19 розташовані нерухома 20 і рухлива 21 висадочні матриці, з яких рухлива має привод від кулачка 22, розташованого на приводному валу 14, від ролика 23 і підйомної системи 24.

На колінчатому валу 25 консольно встановлена ексцентрикова планшайба 26, зв'язана через тягу 27 з телескопічним важелем 28, шарнірно з'єднаним з кареткою 29 подачі дроту, у якій змонтовані подпружинене зубильце 30 і наковаленка 31. Для виправлення подаваного дроту встановлений правильний пристрій 32. Приводні вали 14 і 16 за допомогою конічних шестірень 33 зв'язані з колінчатим валом 25, на якому змонтований маховик 34, зв'язаний через клинопасову передачу 35 з електродвигуном 36.

Автомат працює в наступний спосіб: дріт через правильний пристрій 32, зубильце 30 і наковаленку 31, затискні висадочні матриці 20 і 21, ножі 9 і 19 подається в робочу зону висадження. Далі автомат вмикається на автоматичний режим роботи. Від електродвигуна 36 через клинопасову передачу 35, маховик 34, колінчатий вал 25, приводні вали 14 і 16 приводяться в рух механізм 2 висадження, повзуни 6 і 10 з ножетримач мі 4 і 8 і ножами 19 і 9. При змиканні ножів 9 і 19 відбувається різ дроту із загостренням стрижня цвяха і здійснюється затиск дроту матрицями 20 і 21.

Далі повзун 6 з ножетримачем 4 і ножем 19 продовжує рухатися в напрямку, перпендикулярному осі висадження, а повзун 10 з ножетримачем 8 і ножем 9 відходить у своє вихідне положення.

До вісі висадження ножетримача 4 з ножем 19 підходить пуансон 3. При подальшому ході вперед механізму 2 висадження його пуансон 3 тисне на підпружинений ножетримач 4 з ножем 19.

Ніж 19, переміщуючись поступально з ножетримачем 4 відносно кронштейна 6 уздовж осі висадження, своєю торцевою площиною, зверненою до затискних матриць 20 і 21, висаджує голівку виробу. Далі пуансон 3 і повзун 6 з ножем 19 відходять у вихідне положення, матриці 20 і 21 розтискаються і дріт з попередньо висадженою голівкою подається на задану величину. Цикл повторюється, готовий цвях поступає в тару.

1.3 Аналіз кресленника і технічних вимог до виготовлення деталі «Маточина АА 5109-26-410»

Результатом даного аналізу є формулювання основних технічних задач, які необхідно вирішити при виготовленні деталі “Маточина АА 5109-26-410”.

Провівши аналіз, можна з впевненістю сказати, що:

- 1) кресленик містить усі відомості про деталь – необхідні перерізи, проекції та види, що дають повну уяву про конструкцію деталі;
- 2) на кресленнику проставлено усі необхідні розміри, розмірні ланцюги зберігають розмірну визначеність, існує взаємозв’язок між обробленими та необробленими поверхнями, наведена точність розмірів;
- 3) вказано базову поверхню і вимоги до точності форми та взаємного розташування поверхонь відносно бази;
- 4) проставлено усі необхідні параметри шорсткості на оброблюваних поверхнях, самі параметри визначені вірно для кожного виду оброблення;

Технічні вимоги містять необхідну інформацію про твердість поверхонь деталі, тобто, вид термооброблення, допуски на деякі невказані розміри та відхилення.

1.4 Аналіз технологічності конструкції деталі

Проаналізував кресленик деталі “Маточина АА 5109.26.410” та розглянувши умови її роботи, можна зробити висновок, що для виготовлення виробу слід за головну базу прийняти циліндричну поверхню $\varnothing 56$, так як вона є напрямною.

Аналізуючи технологічність деталі можна виділити наступне: деталь виготовляється із матеріалу Сталь 40Х ДСТУ 7806. Сталь даної марки добре підлягає термічному обробленню, що важливо з врахуванням можливого коробління при нагріванні та охолодженні деталі. Матеріал деталі є не дуже

дорогим, але дорожчим у порівнянні із конструкційними сталями, проте він є досить поширеним і не є дефіцитним, а також досить добре піддається обробленню. Даний матеріал використовувати доцільно, так як до деталі «Маточина» ставляться вимоги високої поверхневої міцності та підвищеної зносостійкості. За умов підвищеної міцності серцевини деталі матеріал має пройти покращення перед загартуванням з нагріванням СВЧ.

З точки зору геометричної форми деталь є простою і не має важкооброблюваних поверхонь. Усі поверхні є простими і являють собою площини, зовнішні та внутрішні циліндричні поверхні. Це є перевагою, тому що точність та стабільність оброблення у значній мірі залежить від простоти конструктивних форм.

Розміри на кресленіку деталі проставлені так, що дозволяють використовувати суміщення баз. Це призводить до більшої точності виготовлення деталі за рахунок виключення похибок установки та базування.

Значення допустимих та граничних відхилень розмірів та шорсткості проставлені тільки на робочі поверхні, а на інші поверхні проставлені загальні вимоги. Слід пам'ятати, що занадто високі вимоги до точності розмірів та шорсткості поверхонь призводять до збільшення трудомісткості та підвищення собівартості виготовлення деталі.

Як уже було зазначено маточина виготовляється із сталі 40Х. Сталь 40Х - це легована конструкційна сталь. В її вміст входить вуглець 0,4% та хром до 1%.

Таблиця 1.1 - Механічні властивості і умови термічного оброблення сталі 40Х ГОСТ 4543-71

Марка сталі	Термічне оброблення					Механічні властивості			
	Гартування			Відпуск		σ_T	σ_B	δ_5	a_H
	Температура, С°		Умови охолодження	t, С°	Охолодження				
	1-ше гартування	2-ге гартування				Мпа	%	кДж/м	
40Х	850	—	мастило	500	водою	786	980	10	587

1.5 Визначення типу та організаційної форми виробництва [2]

Тип виробництва характеризується коефіцієнтом закріплення операції: $K_{zo} = 1$ - масове, $1 < K_{zo} < 10$ – крупносерійне, $10 < K_{zo} < 20$ – середньо-серійне, $20 < K_{zo} < 40$ - дрібносерійне. В одиничному виробництві K_{zo} не регламентується [3].

Коефіцієнт закріплення операції для усіх різновидів серійного виробництва визначається за формулою:

$$K_{zo} = \frac{\sum n_{oi}}{\sum P_i} , \quad (1.1)$$

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

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

У даному розрахунку рекомендується визначати умовну кількість операцій виконаних на одному верстаті протягом одного місяця при роботі в одну зміну за формулою:

$$n_{oi} = \frac{\eta_m}{\eta_3} , \quad (1.2)$$

де η_3 - коефіцієнт завантаження верстата на операції, яка проектується
 η - запланований нормативний коефіцієнт завантаження верстата всіма закріпленими за ним однотипними операціями, що прийнятий: для крупносерійного – 0,75; для середньо-серійного – 0,8 та для дрібносерійного виробництва – 0,9.

$$\eta = T_{ш.к} N_M / (60 F_M k_B) \quad (1.3)$$

де $T_{ш.к}$ - штучно-калькуляційний час на виконання операції, хв.;

N_M – місячна програма випуску заданої деталі при роботі в одну зміну, шт.

$$N_M = N_p / 24, \quad (1.4)$$

де N_p - річна програма випуску заданої деталі.

$$N_M = 3000 / 24 = 125 \text{ шт.}$$

F_M – місячний фонд часу роботи обладнання в одну зміну, год.

$$F_M = 4055 / (2 \cdot 12) = 169 \text{ год.}$$

K_B – коефіцієнт виконання норм, приймаємо рівним 1,3.

Підставивши в формулу (1.3) значення F_M та k_B отримаємо:

$$\eta_3 = \frac{T_{ш.к} N_M}{13182} \quad (1.5)$$

Підставивши вираз (1.5) у формулу (1.2), отримаємо залежність для визначення кількості однотипних операцій, що виконуються на одному верстаті протягом місяця.

$$n_{oi} = \frac{13182 \eta_H}{T_{ш.к} N_M} \quad (1.6)$$

$$n_{o1} = 13182 \cdot 0.8 / 3.54 \cdot 125 = 23.8$$

$$n_{o2} = 13182 \cdot 0.8 / 1.56 \cdot 125 = 54.08$$

$$n_{o3} = 13182 \cdot 0.8 / 5.56 \cdot 125 = 15.2$$

$$n_{o4} = 13182 \cdot 0.8 / 21.5 \cdot 125 = 37.8$$

Загальну кількість операцій, що виконуються на дільниці протягом одного місяця, визначаємо як:

$$\sum n_{oi} = n_{o1} + n_{o2} + \dots + n_{on} \quad (1.7)$$

$$\sum n_{oi} = 23.9 + 54.08 + 15.2 + 37.8 = 130.98$$

Кількість робітників, необхідна для обслуговування одного верстата, що завантажений за плановим нормативним коефіцієнтом, протягом однієї зміни:

$$P_i = \frac{N_i t_i}{60 k_g \Phi} = \frac{n_{oi} N_M T_{ш.к.}}{60 k_g \Phi}, \quad (1.8)$$

де N_i – приведений місячний обсяг випуску деталей (шт.), при завантаженні верстата до прийнятого значення η_n : $N_i = n_{oi} N_M$;

t_i - штучно-калькуляційний час на виконання операції, хв.

Φ – місячний фонд часу робочого, зайнятого протягом 22 робочих днів у місяць, $\Phi = 22 \cdot 8 = 176$ год.

Після підставлення в формулу (1.8) значень k_b , Φ та n_{oi} отримаємо залежність для визначення необхідної кількості працівників для обслуговування одного верстата.

$$P_i = 0.96 \eta_n \quad (1.9)$$

$$P_i = 0.96 \cdot 0.8 = 0.77.$$

Кількість робітників, що обслуговують один верстат приймаємо однаковою, тобто, $P_i = 0.77$.

Кількість робітників дільниці визначаємо сумуванням значень P_i :

$$\sum P_i = P_1 + P_2 + \dots + P_n \quad (1.10)$$

$$\sum P_i = 0.77 + 0.77 + 0.77 + 0.77 = 3.08$$

Отже, $K_{зо} = 130.98 / 3.08 = 42.5$. За розрахованим коефіцієнтом закріплення операції приймаємо тип виробництва – середньо-серійне.

В серійному виробництві застосовують змінно-потоккову форму організації робіт. Тут обладнання розташовують за ходом технологічного процесу. Оброблення деталей виконують партіями, причому, заготовки кожної партії можуть відрізнятися розмірами та конфігурацією, але допускають оброблення на одному і тому ж обладнанні.

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Аналіз базового технологічного процесу механічного оброблення

Вихідними даними для проектування технологічного процесу механічного оброблення деталі є робочий кресленик деталі, технічні умови на виготовлення деталі, річний обсяг випуску деталей $N=3000$ шт., основні вимоги до виготовлення деталі “Маточина АА 5109-26-410”.

Базовий технологічний процес

005 Токарна, верстат 1К62

1. Підрізання торця на $\varnothing 160$ мм;
2. Свердлування отвору $\varnothing 22$ мм;
3. Розсвердлювання отвору до 50 мм.

010 Токарна, верстат 1К62

1. Розточування отвору до $\varnothing 104,82$ (чорнове);
2. Чистове розточування $\varnothing 105H8$;
3. Розточування отвору до $\varnothing 120$ на 11 мм;
4. Напівчистове розточування $\varnothing 120$.

015 Токарна, верстат 1К62

1. Підрізання торця $\varnothing 240$ до $\varnothing 206$;
2. Розточування отвору $\varnothing 116$.

020 Свердлувальна, верстат 2М150

1. Центрування 12 отв;
2. Свердлування 6-ти отв. $\varnothing 8$;
3. Зенкування 6-ти отв. $\varnothing 12$.

025 Свердлильна, верстат 2М150

1. Свердлування 6-ти отв. $\varnothing 5,2$;

2. Нарізання різи М6×1

030 Свердлувальна, верстат 2М55

1.Свердлування отвору 8 мм;

2.Зенкування фаски 1×45°;

3. Нарізання різи М10 на довжину 15 мм.

За результатами аналізу базового технологічного процесу можна зробити наступні висновки:

- бажано замінити заготовку (круглий гарячекатаний прокат) на штамповку, так як буде непотрібна значна кількість переходів;
- замінити універсальне обладнання, яке використовується у базовому технологічному процесі оброблення, на верстати з ЧПК, що забезпечить підвищення точності оброблення.

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

На вибір методу отримання заготовки впливають декілька факторів. Так як матеріал деталі “Маточина АА 5109-26-410” сталь 40Х, то можливим методом отримання заготовки буде штампування або прокат.

З врахуванням таких факторів як призначення деталі “Маточина АА 5109-26-410”, її конфігурації, габаритних розмірів і маси, вимог до точності та якості поверхонь деталі, типу й обсягу виробництва вибираємо для порівняння таких ці методи отримання заготовки: 1) штампування на ГKM; 2) круглий прокат.

Порівняння будемо проводити за емпіричними формулами. Економічний ефект для співставлення способів отримання заготовок визначимо за [1].

$$E_{\text{зар}} = (S_{\text{зар1}} - S_{\text{зар2}}) \cdot N \quad (2.1)$$

де $S_{\text{зар1}}$, $S_{\text{зар2}}$ – вартість заготовок, що порівнюються;

N – річна програма випуску, $N = 3000$ шт.

Вартість заготовок отриманих із прокату [3]:

$$M = Q_1 \cdot S - (Q_1 - q) \cdot S_{\text{відх.}} / 1000 \quad (2.2)$$

де Q_1 – маса заготовки отриманої методом прокату, $Q_1 = 13,43$ кг;

S – ціна 1 кг матеріалу, $S = 13,50$ грн.;

q – маса готової деталі, $q = 6,1$ кг;

$S_{\text{відх.}}$ – ціна 1т відходів, $S_{\text{відх.}} = 1500$ грн.

$$M = 13,43 \cdot 13,50 - (13,43 - 6,1) \cdot 1500 / 1000 = 170,4 \text{ грн.}$$

Вартість заготовки, отриманої методом штампування [3]:

$$S_{\text{заг2}} = ((S_{\text{баз}} / 1000) Q k_T k_c k_B k_M k_n) - (Q - q) S_{\text{відх}} / 1000, \quad (2.3)$$

де $S_{\text{баз}}$ – базова вартість 1 т заготовок, $S_{\text{баз}} = 21000$ грн;

$S_{\text{відх}}$ – вартість 1 т відходів, $S_{\text{відх}} = 1500$ грн;

Q – маса заготовки, $Q = 6,5$ кг;

q – маса готової деталі, $q = 6,1$ кг;

k_m – коефіцієнт класу точності, $k_m = 1,05$;

k_c – коефіцієнт групи складності, $k_c = 0,83$;

k_B – коефіцієнт маси, $k_B = 0,93$;

k_M – коефіцієнт марки матеріалу, $k_M = 1,22$;

k_n – коефіцієнт об'єму виробництва, $k_n = 0,77$;

$$S_{\text{заг1}} = ((21000 / 1000) \cdot 6,5 \cdot 1,05 \cdot 0,83 \cdot 0,93 \cdot 1,22 \cdot 0,77) - (6,5 - 6,1) \cdot 1500 / 1000 = 103,3 \text{ грн.}$$

Знаходимо економічний ефект від застосування заготовки, отриманої методом штампуванням: $E_{\text{заг}} = (170,4 - 103,3) \cdot 3000 = 201300$ грн.

Отже, завдяки більшій його точності та економії металу і грошей остаточно вибираємо як метод отримання заготовки на ГKM .

2.2.2 Призначення припусків та допусків на розміри заготовки

Параметри штамповки визначаємо згідно ГОСТ 7505-89:

- точність виготовлення –Т4;
- група сталі – М1;
- поверхня роз'єднання – П (плоска);
- розрахункова маса поковки – Кд=1,7;
- ступінь складності – С2;
- вихідний індекс - 12;
- максимальна величина радіусів заокруглень зовнішніх кутів штамповок – R=2,0;
- штампувальні нахили: зовнішніх поверхонь 1°; внутрішніх - 2°.

Припуски і допуски, визначені табличним методом приведенні в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Припуски і допуски на розміри заготовки деталі“Маточина“

Розмір деталі	Допуск, мм	Припуск, мм	Розмір заготовки
Ø105	2,5	2×1,8	Ø101,4 ^{+0,9} -1,6
Ø116	2,5	2×1,8	Ø112,4 ^{+0,9} -1,6
Ø120	2,5	2×1,8	Ø116,4 ^{+0,9} -1,6
14	2	1,6	12,4 ^{+1,3} -0,7
21	2	2×1,5	24 ^{+1,3} -0,7
38	2	1,5	39,5 ^{+1,3} -0,7

2.3. Вибір технологічних баз

Вибір технологічних баз є відповідальним етапом проектування технологічного процесу, який тісно пов'язаний з побудовою маршруту оброблення заготовки. Основні принципи, якими слід керуватись при виборі баз це принцип суміщення баз, принцип постійності баз та принцип забезпечення базами стійкості і надійності встановлення заготовок [3].

Спочатку вибираємо бази для операції завершального оброблення – нарізання різі М6. Основною базою буде слугувати торець $\varnothing 116$ (поверхня Б) (див. рис. 2.1), напрямними базами будуть слугувати внутрішні поверхні $\varnothing 105H8$, які належать поверхні В (див. рис. 2.1), базування проводимо за допомогою самоцентруальної оправки. За чорнову базу на першій операції для оброблення поверхонь В, Г, Д і Ж приймаємо, відповідно, поверхні І і А (див. рис. 2.1) з базуванням у трикулачковому патроні до упора. Для проміжної операції – оброблення поверхні Н, І, М і Б (див. рис. 2.1) – за бази приймаємо поверхню І і Ж, базування в трикулачковому патроні до упору.

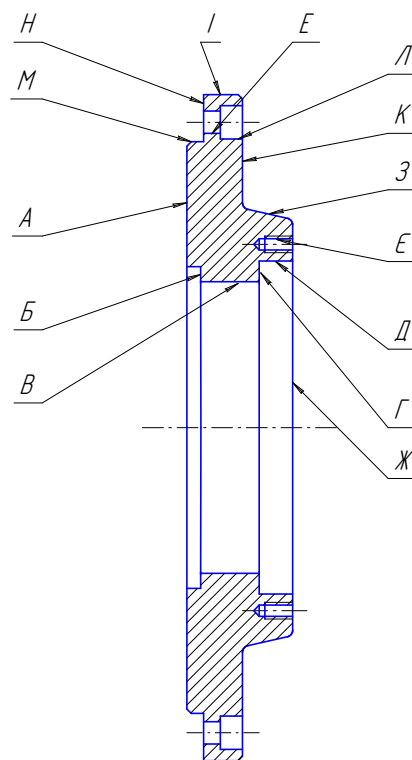


Рисунок 2.1 – Деталь “Маточина АА 5109-26-410”

2.4 Вибір варіанта технологічного маршруту оброблення деталі

Метою розроблення варіанту технологічного маршруту оброблення деталі є подання загального плану оброблення, намітка змісту операцій та переходів технологічного процесу, вибір типу устаткування та верстатів, пристроїв, різального та вимірювального інструментів, вибір оптимального маршруту (за мінімумом приведених витрат на одиницю продукції) технологічного процесу.

При обробленні даної деталі будемо порівнювати два варіанти виконання першої токарної операції: 1) підрізання торця на $\varnothing 160$, розточування отвору $\varnothing 105H8$ (чорнове і чистове) і розточування отвору $\varnothing 120$ (чорнове і чистове) на верстаті з ЧПК мод.16К20Ф3; 2) таке ж оброблення, але на верстаті універсальному верстаті мод. 16К20.

Технологічна собівартість операції механічного оброблення визначиться як [4]:

$$C_o = \frac{C_{n-3} \cdot t_{шт.к}}{60 \cdot K_B} \quad (2.4)$$

де $t_{шт-к}$ – штучно-калькуляційний час на операцію у хв.; для верстата мод. 16К20Ф3 $t_{шт-к} = 24,41$ хв., для верстата мод. 16К20 $t_{шт-к} = 35,16$ хв.

K_B – коефіцієнт виконання норм, $K_B = 1,3$;

$C_{п-3}$ – годинні приведенні питомі витрати; для верстата мод. 16К20Ф3 $C_{п-3} = 636$ грн./год., для верстата мод. 16К20 $C_{п-3} = 810$ грн./год.

Технологічна собівартість операції механічного оброблення за першим варіантом складе $C_{o1} = \frac{636 \cdot 24,41}{60 \cdot 1,3} = 199$ грн.

Технологічна собівартість операції механічного оброблення за другим варіантом буде $C_{o2} = \frac{810 \cdot 35,16}{60 \cdot 1,3} = 365$ грн.

Таким чином, очевидно, що позитивний економічний ефект отримаємо при обробленні деталі за першим варіантом маршруту технологічного процесу. Він складе:

$$E = (C_{02} - C_{01}) \cdot N = (365 - 199) \cdot 3000 = 498000 \text{ грн.} \quad (2.5)$$

2.4.1 Встановлення методів оброблення окремих поверхонь деталі

Маршрут оброблення окремих поверхонь встановлюють, виходячи з вимог робочого кресленика деталі та прийнятого типу заготовки.

Послідовність методів оброблення поверхонь наступна:

- 1) вибираємо методи оброблення поверхонь на першому переході в залежності від комплексу вимог до точності поверхні, що розглядається;
- 2) призначають методи кінцевої оброблення поверхні на проміжних переходах (операціях) на підставі вже обраних першого та кінцевого методів оброблення.

Для зручності маршрути оброблення окремих поверхонь наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Маршрути оброблення окремих поверхонь

№ опер. і перех.	Назва і зміст операції	Квалітет	Шорсткість, R_a
010	Токарна з ЧПК		
1	Підрізати торець Ж	14	6,3
2	Розточити отвір (поверхня В)	8	1,6
3	Розточити отвір (поверхня Г і Д)	12	3,2
015	Токарна з ЧПК		
1	Підрізати торець Н	14	6,3
2	Розточити отвір (поверхня Б)	14	6,3

020	Свердлувальна з ЧПК		
1	Центрувати 12 отв.(поверхня Е і Є)	14	-
2	Свердлити 6 отворів (поверхня Е)	14	6,3
3	Зенкувати 6 отворів (поверхня Е)	14	6,3
4	Свердлити 6 отворів (поверхня Є)	14	6,3
5	Нарізати різи в 6-ти отв. (поверхня Є)	14	6,3
025	Вертикально-свердлувальна		
1	Свердлити отвір 8 мм	14	6,3
2	Зенкувати фаску	14	6,3
3	Нарізати різь М10 на довжину 15 мм	14	6,3

При проектуванні технологічної операції вирішуємо комплекс таких питань: уточнюємо зміст операції, вибираємо засоби технологічного оснащення, визначаємо настроєні розміри, розроблюємо операційні ескізи та схеми наладок.

Суміщення переходів визначається конструкцією деталі, можливістю розташування різальних інструментів на верстаті та жорсткістю заготовки.

Раціональна побудова операції залежить від ефективного використання вибраного типу технологічного обладнання, оснащення та різального інструменту.

Технологічне обладнання (моделі верстатів) вибираємо із врахуванням наступних чинників: методів оброблення; габаритних розмірів заготовки і розмірів поверхонь оброблення; потужності різання; продуктивності обладнання; вартості верстаті можливості його придбання; зручності і безпеки роботи верстата.

Різальний інструмент вибираємо з врахуванням: максимального використання нормалізованого та стандартного інструменту, методу оброблення, розміру оброблюваної поверхні, точності оброблення і якості поверхні, проміжних розмірів і допусків на ці розміри, стійкості інструмента,

його різальних властивостей та міцності, стадії переходу (чорнове чи чистове оброблення) та типу виробництва.

Пристрої для даного виду технологічних операцій вибираємо із врахуванням: габаритних розмірів виробу, виду заготовки, матеріалу виробу, точності оброблення, якості поверхні, конфігурації виробу, схем базування та закріплення, характеристик обладнання і типу виробництва.

Для оброблення деталі по контуру доцільно використати токарний верстат з ЧПК, так як ця операція має велику кількість переходів, складну траєкторію руху різального інструменту і велику долю холостих переміщень робочих органів верстату.

Для підготовки керувальної програми складаємо розрахунково-технологічну карту (РТК). В РТК наводимо повну інформацію про операцію: траєкторію руху інструменту (координати всіх геометричних опорних точок); перелік усіх команд керування верстатом; числові значення переміщень, частот обертання шпинделя, величин подач та розмірів інструменту; точність апроксимації криволінійних ділянок; час гальмування та розгону робочих органів, а також необхідні спеціальні команди (поворот револьверної голівки, вмикання швидкого ходу, робочої подачі, зупинка, вмикання МОР тощо).

2.5 Розроблення технологічних операцій

Загальний план оброблення і вибране устаткування заносимо в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 – Маршрут оброблення деталі “Маточина АА 5109-26-410”

№ опер.	Назва і зміст операції	Установоч на база	Пристрій	Інструмент	
				Різальний	Вимірюв.
1	2	3	4	5	6
010	Токарна з ЧПК (16К20Ф3) 1. Підрізати торець на $\varnothing 160$	Зовнішня циліндричн	Патрон трикулач-	Токарний прохідний	Штанген- циркуль,

	<p>2. Розточити отвір до $\varnothing 104,82$ (чорнова)</p> <p>3. Чистове розточування $\varnothing 105H8$</p> <p>4. Розточити отвір до $\varnothing 120$ на 11мм</p> <p>5. Напівчистове розточування $\varnothing 120$</p>	а поверхня $\varnothing 240$ і лівий торець	ковий з упором	відігнутий; розточувальний різець	мікрометр
015	<p>Токарна з ЧПК (16K20Ф3)</p> <p>1. Підрізати торець пов. $\varnothing 240$ до $\varnothing 206$</p> <p>2. Розточити отвір $\varnothing 116$</p>	Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 240$ і правий торець	Патрон трикулачковий з упором	Токарний прохідний відігнутий; розточувальний різець	Штангенциркуль, мікрометр
020	<p>Свердлувальна з ЧПК (2P135Ф2-1)</p> <p>1. Центрувати 12 отв.</p> <p>2. Свердлити 6 отв. $\varnothing 8$</p> <p>3. Цекувати 6 отв. $\varnothing 12$</p> <p>5. Свердлити 6 отв. $\varnothing 5,2$</p> <p>6. Нарізати різь М6×1</p>	Лівий торець і отвір $\varnothing 105$	Спец. пристрій	Свердло центрув. Свердло спіральне. Цековка. Машиний мітчик	
025	<p>Вертикально-свердлувальна (2A125)</p> <p>1.Свердлити отвір 8 мм;</p> <p>2.Зенкувати фаску $1 \times 45^\circ$;</p> <p>3. Нарізати різь М10 на довжину 15 мм</p>	Отвір, торець	Спеціальний пристрій	Свердло спіральне. Зенковка. Машиний мітчик	
030	<p>Контрольна</p> <p>Контролювати торцеве биття</p>	Отвір, торець			Пристрій контрольн.

2.6. Розрахунок та призначення припусків по переходах

Розрахуємо припуски на обробку і проміжні граничні розміри для оброблення поверхні $\varnothing 105H8$ деталі “Маточина АА 5109-26-410”. Заготівка отримана штампуванням, точність виготовлення – Т4, степiнь складності – С2, маса – 6,5 кг. Схема установки деталі – оброблення в трикулачковому токарному патроні з упором в кулачки.

План оброблення поверхні $\varnothing 105H8$, що відповідає вимогам кресленника та враховує економічну точність оброблення наступний: 1) чорнове розточування; 2) чистове розточування.

Значення параметрів R_z і h для заготовки вибираємо із [4]; значення R_z і h після механічного оброблення - із [4]; значення технологічних допусків T із [5].

При обробленні деталі із затисканням в трикулачковому патроні з упором в торець похибка установки дорівнює нулю ($\varepsilon_y = 0$).

Значення просторових відхилень оброблюваної поверхні відносно базової визначається за формулою:

$$\rho = \rho_{кор.} = \Delta_k \cdot D, \quad (2.6)$$

де Δ_k – питома кривизна відливки, $\Delta_k = 3$ мкм/мм [4];

D – діаметр оброблюваної поверхні, $D = 105$ мм.

$$\rho = 3 \cdot 105 = 315 \text{ мкм.}$$

Залишкова похибка після оброблення, мкм:

$$\rho_{ост} = \rho \cdot K_y, \quad (2.7)$$

де K_y – коефіцієнт уточнення, $K_y = 0,06$.

$$\rho_{ост} = 315 \cdot 0,06 = 18,9 \approx 19 \text{ мкм.}$$

Значення мінімального припуску:

$$2z_{i\min} = 2 \cdot (R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1}). \quad (2.8)$$

Результати розрахунку заносимо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 - Розрахунок припусків і граничні розміри для технологічних переходів на оброблення поверхні $\varnothing 105H8$.

Технологічні операції і переходи оброблення поверхонь	Елементи припусків				Розрахунковий припуск $2Z_{\min}$, мм	Розрахунковий припуск, мм	Допуск, мкм.	Граничний розмір заготовки, мм		Граничні значення припусків, мкм	
	R_{zi-1}	h_{i-1}	ρ_{i-1}	ϵ_{yi}				max	min	$2Z_{i\max}$	$2Z_{i\min}$
Заготовка штамповка	200	250	315			103,286	870	103,29	102,42	-	-
Розточув. Чорнове	50	50	19	-	1530	104,816	220	104,82	104,6	2180	1530
Розточув. Чистове	25	25	-	-	238	105,504	54	105,054	105	400	234

Колонка "Розрахунковий розмір" заповнюється, починаючи з найбільшого кінцевого розміру (179,937мм) шляхом послідовного віднімання розрахункового мінімального припуску для кожного технологічного переходу до відповідного розрахункового розміру.

Найбільші граничні розміри розраховуються шляхом віднімання технологічного допуску за переходами до округленого найбільшого граничного розміру.

Граничні значення припусків $2z_{i\max}^{zp}$ визначаються як різниця найменших граничних розмірів, а $2z_{i\min}^{zp}$ - як різниця найбільших граничних розмірів заготовок виконуваного і попереднього переходів.

Загальні припуски знаходяться як сума проміжних припусків:

$$2z_{o\max} = \sum 2z_{i\max}^{zp} \quad (2.9)$$

$$2z_{o\min} = \sum 2z_{i\min}^{zp} \quad (2.10)$$

$$2z_{o\max} = 400 + 2180 = 2580 \text{ мкм};$$

$$2z_{o\min} = 1530 + 234 = 1764 \text{ мкм};$$

Перевірка правильності розрахунків:

$$2z_{o\max} - 2z_{o\min} = Td_{заг} - Td_{дем} \quad (2.11)$$

$$2580 - 1764 = 870 - 54 = 816 \text{ мкм.}$$

Номінальний припуск на оброблювану поверхню:

$$2z_{o\text{ ном}} = 2z_{o\min} + ESD_{заг} - ESD_{дем} = 1,764 + 0,435 - 0 = 2,199 \text{ мм.} \quad (2.12)$$

Номінальний розмір заготовки:

$$d_{з\text{ ном}} = D_{д\text{ ном}} - 2z_{o\text{ ном}} = 105 - 2,199 = 103 \text{ мм.} \quad (2.13)$$

Після розрахунку будуємо схему розташування припусків, допусків та граничних розмірів заготовки в мм (див. рис. 2.2).

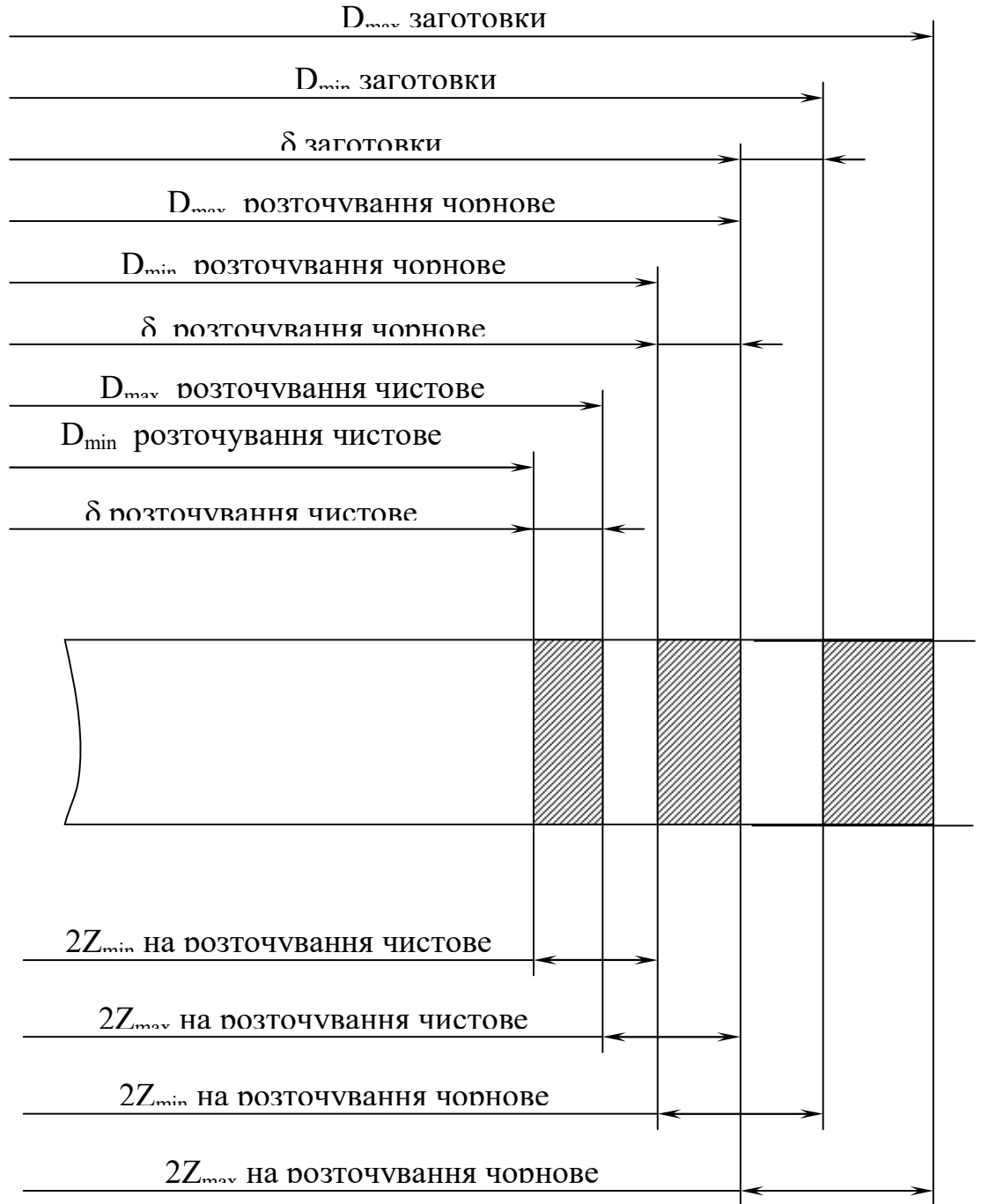


Рисунок 2.2 – Схема розміщення полів допусків і припусків на оброблення поверхні Ø105H8

2.7. Розрахунок та призначення режимів різання

2.7.1 Аналітичний розрахунок режимів різання

Аналітичний розрахунок проводимо на прикладі двох операцій:

а) Аналітичний розрахунок режимів різання для операції свердлування отвору $\varnothing 8$ на глибину 14мм.

Приймаємо свердло спіральне із швидкоріжучої сталі з конічним хвостовиком ГОСТ 2092-77 [4].

Геометричні параметри свердла: форма заточування ДП – подвійна з підточуванням поперечної крайки; $\alpha = 12^\circ$; $\varphi = 40 \dots 60^\circ$; $2\varphi = 118^\circ$ [4].

1) Глибина різання:

$$t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 8 = 4 \text{ мм.} \quad (2.14)$$

2) Подача: $s = 0,2$ мм/об [4].

3) Швидкість різання V_p визначаємо за формулою:

$$V_p = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (2.15)$$

де C_v – коефіцієнт, $C_v = 7,0$ [4];

T – період стійкості, $T = 25$ хв [4];

q, m, x, y, u, p – показники степені приймаємо із [4]:

$q = 0,4$; $m = 0,2$; $y = 0,7$;

K_v – загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання з врахуванням фактичних умов різання:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{iv}, \quad (2.16)$$

тут K_{mv} – коефіцієнт, який враховує якість оброблюваного матеріалу, визначаємо за [4];

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{\sigma_B} \right)^{n_v}, \quad (2.17)$$

де n_v – показник степеня, $n_v = -0,9$ [4],

$$K_{mv} = \left(\frac{750}{460} \right)^{-0,9} = 0,64;$$

K_{lv} – коефіцієнт, який враховує глибину сердлування, $K_{lv} = 1,0$ [4];

K_{iv} – коефіцієнт, який враховує матеріал інструмента, $K_{iv} = 1,0$ [4].

$$V = \frac{7,0 \cdot 8^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,2^{0,7}} \cdot 0,64 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 16,7 \text{ м/хв.}$$

4) Частота обертання шпинделя, яка відповідає знайденій швидкості різання:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 16,7}{3,14 \cdot 8} = 665 \text{ об/хв.} \quad (2.18)$$

Так верстат, на якому ведемо оброблення, має плавне регулювання частоти обертання шпинделя, то розраховану частоту обертання шпинделя не коректуємо.

5) Крутний момент

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \quad (2.19)$$

де $C_m = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ [8];

K_p – поправочний коефіцієнт, який враховує фактичні умови оброблення, залежить тільки від матеріалу заготовки:

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{\sigma}{190} \right)^{n_p} = \left(\frac{460}{750} \right)^{0,75} = 0,69, \quad (2.20)$$

де n_p – показник степені, $n_p = 0,75$ [4];

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 8^{2,0} \cdot 0,2^{0,8} \cdot 0,69 = 4,2 \text{ Н·м.}$$

6) Осьова сила різання

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (2.21)$$

де $C_p = 68$; $y = 0,7$; $q = 1,0$ [4].

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 8^{1,0} \cdot 0,4^{0,7} \cdot 0,69 = 1216,7 \text{ Н.}$$

7) Потужність різання:

$$N_{\text{різ}} = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n}{9750} = \frac{4,2 \cdot 665}{9750} = 0,3 \text{ кВт.} \quad (2.22)$$

Перевіряємо, чи достатня потужність привода верстата для проведення цієї операції.

Потужність на шпинделі верстата

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{вер}} \cdot \eta, \quad (2.23)$$

де $N_{\text{вер}}$ – потужність привоу головного руху верстата, $N_{\text{вер}} = 3,7$ кВт;

η – коефіцієнт корисної дії, $\eta = 0,8$,

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

Перевірку проводимо згідно співвідношення $N_{\text{шп}} > N_{\text{різ}}$, тобто, $2,96 > 0,3$. Оброблення можливе.

8) Визначення основного часу на перехід [6]

$$t_o = l_{p.x} \cdot i / s \cdot n_d, \quad (2.24)$$

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

$$l_{p.x} = l_{\text{різ}} + y + \Delta, \quad (2.25)$$

де y – величина підводу, врізання та перебігу інструменту,

$$y = (D/2) \cdot \operatorname{ctg} \varphi = (8/2) \cdot \operatorname{ctg} 59^\circ = 2,4 \text{ мм};$$

Δ – величина перебігу, $\Delta = 1 \dots 2$ мм, приймаємо $\Delta = 2$ мм;

$$l_{p.x.} = 14 + 2,4 + 2 = 18,4 \text{ мм};$$

$$t_o = 18,4 / 665 \cdot 0,2 = 0,13 \text{ хв.}$$

б) Розрахунок режимів різання на чорнове розточування поверхні $\varnothing 105$ мм

Приймаємо токарний розточувальний різець з механічним кріпленням багатограних твердосплавних пластин із Т15К6 з головним кутом в плані $\varphi = 92^\circ$. Діаметр державки $D = 26$ мм; довжина різця $L = 200$ мм; $n = 20$ мм [5].

Геометричні параметри: $\gamma = 12^\circ$; $\alpha = 10^\circ$; $\lambda = 0^\circ$.

1) Глибина різання: $t = 1,3$ мм.

2) Подача: $s = 0,5 \dots 0,3$ мм/об [5], приймаємо $s = 0,5$ мм/об.

3) Швидкість різання V_p визначаємо за формулою:

$$V_p = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v \cdot K_n, \quad (2.26)$$

де $C_v = 350$; $x = 0,15$; $y = 0,35$; $m = 0,20$ [4];

$T = 60$ хв. – стійкість інструменту [4];

K_v – додатковий коефіцієнт на швидкість різання.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv}, \quad (2.27)$$

де K_{mv} – коефіцієнт, який враховує якість оброблюваного матеріалу, визначаємо із [4];

$$K_{mv} = \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}, \quad (2.28)$$

де n_v – показник степеня, $n_v = 1,0$ [4],

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

K_{mv} – коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки, $K_{mv} = 1,0$ [4];

K_{iv} - коефіцієнт, який враховує матеріал інструмента, $K_{iv} = 1,0$ [4].

$$K_v = 1,63 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,63,$$

K_n - поправочний коефіцієнт на швидкість різання при внутрішньому обробленні (розточуванні), $K_n = 0,9$ [4].

$$V_p = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 1,3^{0,75} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 1,63 \cdot 0,9 = 277 \text{ м/хв.}$$

4) Частота обертання шпинделя, яка відповідає знайденій швидкості різання:

$$n = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D}, \quad (2.29)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 277}{3,14 \cdot 104,8} = 840 \text{ об/хв.}$$

Так як верстат, на якому ведеться оброблення, має плавне регулювання частоти обертання шпинделя, то розраховану частоту обертання шпинделя не коректуємо.

5) Визначаємо складові сили різання

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p, \quad (2.30)$$

де C_p , x , y , n - зміні параметри;

$$C_p = 300; \quad x = 1,0; \quad y = 0,75; \quad n = -0,15 \text{ [4];}$$

K_p – поправочний коефіцієнт

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\Gamma p}, \quad (2.31)$$

де K_{mp} – коефіцієнт, який враховує якість оброблюваного матеріалу,

де $K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{r p}$ - поправочні коефіцієнти,

$K_{\varphi p} = 0,89; K_{\gamma p} = 1,1; K_{\lambda p} = 1,0; K_{r p} = 1,0$ [4];

K_{mp} - поправочний коефіцієнт,

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (2.32)$$

де n - показник степені, $n = 0,75$ [4]

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

$K_{pz} = 0,69 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,76;$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,3^{1,0} \cdot 0,5^{0,75} \cdot 113^{-0,15} \cdot 0,69 = 688H.$$

б) Потужність різання визначаємо за формулою:

$$N_p = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{688 \cdot 277}{1020 \cdot 60} = 3,1kВт \quad (2.33)$$

Ефективну потужність приводу верстата N_{ef} визначаємо за формулою:

$$N_{ef} = N_d \cdot \eta \cdot K_n, \quad (2.34)$$

де N_{ef} - ефективна потужність приводу верстата;

N_{dv} – потужність двигуна приводу, $N_{dv} = 10$ кВт;

η - коефіцієнт корисної дії приводу верстата. $\eta \approx 0,8;$

K_n – коефіцієнт перевантаження, $K_n = 1,6$, [5].

$$N_{ef} = 10 \cdot 0,8 \cdot 1,6 = 12,8 \text{ кВт.}$$

Різання можливе, так як виконується умова $N_{ef} = 12,8 \text{ кВт} > N_p = 3,1 \text{ кВт.}$

7) Визначення основного часу на виконання переходу

$$t_o = l_{p.x.} \cdot i / S \cdot n_o, \quad (2.35)$$

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

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

тут y – підвід, врізання та перебіг інструмента, $y = t \cdot ctg\varphi = 1,3 \cdot ctg92^\circ = 0$;

Δ – перебіг різця, рекомендовано $\Delta = 1...3$ мм, приймаємо $\Delta = 2$ мм;

$$l_{p.x.} = 38 + 0 + 2 = 40 \text{ мм};$$

i – кількість проходів, $i = 1$.

$$t_o = 40 \cdot 1 / 840 \cdot 0,5 = 0,1 \text{ хв.}$$

2.7.2. Табличний метод визначення режимів різання

Визначення режимів різання табличним методом проводимо за методикою [4, 5], результати заносимо в таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 – Зведена таблиця режимів різання.

Назва операції, Зміст переходу	t , мм	$\frac{l_{piz}}{l_{p.x.}}$, мм	λ	$\frac{T_m}{T_p}$, хв.	$\frac{S_p}{S_{np}}$ мм/об.	$\frac{n_p}{n_{np}}$, об/хв	$\frac{V_p}{V_{np}}$, (V_{kp} / V_z) м/хв.	t_o , хв.	$\frac{N_e}{N_o}$, кВт
010 Токарна з ЧПК									
1. Підрізка торця на $\varnothing 160$	1,5	42/45	0,9	150/150	0,8	194	97,2	0,3	3,2/8
2. Чорнове розточув. $\varnothing 104,8$	1,3	38/40	0,9	150/150	0,8	260	85,05	0,1	2,8/8
3. Чистове розточув. $\varnothing 105H8$	0,5	38/40	0,9	150/150	0,16	412	136,08	0,61	0,4/8
4. Чорнове розточ. $\varnothing 119,7$	1,3	11/11	1	150/150	0,8	228	85,05	0,08	2,8/8
5. Чистове розточ. $\varnothing 120$	0,5	11/11	1	150/150	0,16	361	136,08	0,19	0,4/8
015 Токарна з ЧПК									

1. Підрізка торця на $\varnothing 240$	1,5	17/18	0,9	150/150	0,8	113	82	0,2	2,8/8
2. Розточування отв. $\varnothing 116$	1,8	5/5	1	150/150	0,8	234	85,05	0,05×3	3,8/8
020 Свердлувальна з ЧПК									
1. Центрувати 12 отв.	2,0	5/6	1	100/100	0,05	1400	28,8	0,07×12	0,23 2,96
2. Свердли 6 отв. $\varnothing 8$	4	14/17	0,8	100/100	0,16	710	20,7	0,13×6	0,43 2,96
3. Цекувати 6 отв. $\varnothing 12$	2	8/8	1	100/100	0,25	500	16,2	0,08×6	0,65 2,96
4. Свердли 6 отв. $\varnothing 5,2$	2,6	12/13	0,9	100/100	0,12	1000	18,9	0,1×6	0,3 2,96
5. Нарізати різь М6 в 6-ти отв.	0,5	10/10	0,9	100/100	1	355	7,1	0,04×6	0,1 2,96
025 Вертикально-свердлувальна									
1.Свердлувати отвір 8 мм на довжину 67,5	3,35	67,5/67,5	0,8	100/100	0,25	820	20,7	0,14	0,38/2
2.Зенкувати фаску $1\times 45^\circ$	1	1/1	1	100/100	0,3	820	20,7	0,1	0,2/2
3. Нарізати різь М10 на довжині 15 мм	1	15/15	0,9	100/100	1	376	8,2	0,4	0,12/2

2.8 Проектування операції на верстаті з ЧПК

Для складання керувальної програми для верстата з ЧПК була розроблена розрахунково-технологічна карта (РТК) для операції 020 Вертикально-свердлувальна з ЧПК.

Розрахунково-технологічна карта передбачає вибір точки початку відліку для системи координат, визначення координат базових точок деталі, призначення режимів різання для кожного з переходів та розрахунок основного часу їх виконання, а також часу виконання даної операції.

Фрагмент керувальної програми для верстата мод. 2P135Ф2 із системою керування 2S42-65 представлений у додатку Б.

2.9. Розрахунок технічних норм часу при виконанні операцій

Під технічно обґрунтованою нормою часу розуміють час, необхідний для виконання заданого обсягу роботи (операції) при певних організаційно-технічних умовах і найбільш ефективному використанню усіх засобів виробництва.

В серійному виробництві норма штучно-калькуляційного часу визначається за формулою [5,6]

$$T_{шт.к} = \frac{T_{п.з}}{n} + T_{шт.}, \quad (2.36)$$

де $T_{п.з}$ – підготовчо-заклучний час, хв;

n – величина партії деталей, шт;

$T_{шт.}$ – штучний час на операцію, хв.

$$T_{шт.} = T_o + T_{доп.} + T_{обсл.} + T_{відп.}, \quad (2.37)$$

де T_o – основний час, хв;

$T_{доп.}$ – допоміжний час, хв;

$T_{обсл.}$ – час на обслуговування робочого місця, хв;

$T_{відп.}$ – час на відпочинок та особисті потреби, хв.

$$T_{доп.} = T_{у.з.} + T_{уп.} + T_{вим.}, \quad (2.38)$$

де $T_{у.з.}$ – час на установку і зняття заготівки, хв;

$T_{уп.}$ – час на керування верстатом, хв;

$T_{вим.}$ – час на вимірювання, хв.

$$T_{обсл.} = \frac{P_{обсл.} \cdot T_{оп.}}{100}, \quad (2.39)$$

де $P_{обсл.}$ – норма часу на обслуговування робочого місця, у відсотках від оперативного часу.

$$T_{відп.} = \frac{P_{відп.} \cdot T_{оп.}}{100}, \quad (2.40)$$

де $P_{відп.}$ – норма часу на відпочинок та особисті потреби робочого, у відсотках від оперативного часу.

$T_{оп.}$ – оперативний час, хв.;

$$T_{оп.} = T_o + T_{дон.} \quad (1.41)$$

Для розрахунків використовуємо методику [5,6].

Розрахунки штучно-калькуляційного часу зводимо в таблицю 2.6.

Таблиця 2.6 – Норми часу оброблення деталі “Маточина АА 5109-26-410”

Назва операції, Зміст переходу	T_o , хв.	$T_{дон.}$, хв.			$T_{оп.}$, хв.	$T_{обс.}$, хв.	$T_{відп.}$, хв.	$T_{шт.}$, хв.	$T_{п-з.}$, хв.	n , шт.	$T_{шт.к}$, хв.
		$T_{ус.}$	$T_{уп.}$	$T_{вим.}$							
010 Токарна з ЧПК											
1. Підрізка торця на $\varnothing 160$	0,3	0,5	0,02	1,23	3,21	0,1	0,22	3,54	8	60	3,54
2. Чорнове розточування до $\varnothing 104,8$	0,1		0,02								
3. Чистове розточування $\varnothing 105H8$	0,61		0,02								
4. Чорнове розточування до $\varnothing 119,7$	0,08		0,02								
5. Чистове розточування $\varnothing 120$	0,19		0,02								
015 Токарна з ЧПК											
1. Підрізка торця на $\varnothing 240$	0,2	0,5	0,02	0,51	1,4	0,02	0,098	1,52	8	60	1,52

2. Розточування отвору Ø116	0,15		0,02									
020 Свердлувальна з ЧПК												
1. Центрувати 12 отв.	0,84	0,32	0,02	1,08	5,4	0,13	0,32	5,85	9			5,86
2. Свердли 6 отв. Ø8	0,78		0,02									
3. Зенкувати 6 отв. Ø12	0,48		0,02								60	
4. Свердли 6 отв. Ø5,2	0,6		0,02									
5. Нарізати різь М6 в 6 отв.	1,2		0,02									
025 Вертикально- свердлувальна												
1.Свердлувати отвір Ø6,7	0,14		0,02									
2.Зенкувати фаску 1×45°	0,1	0,32	0,02	1,08	2,1	0,06	0,06	2,22	9		60	2.23
3. Нарізати різьбу М8 на довжині 15 мм	0,4		0,02									
												13,15

3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Проектування верстатного пристрою для свердлування

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

Згідно завдання необхідно спроектувати пристрій для затиску і базування деталі «Маточина» при свердлуванні 6-ти отворів $\varnothing 8\text{мм}$ та на інші переходи операції 020 Свердлувальна з ЧПК.

Схема базування та закріплення деталі показана на рисунку 3.1.

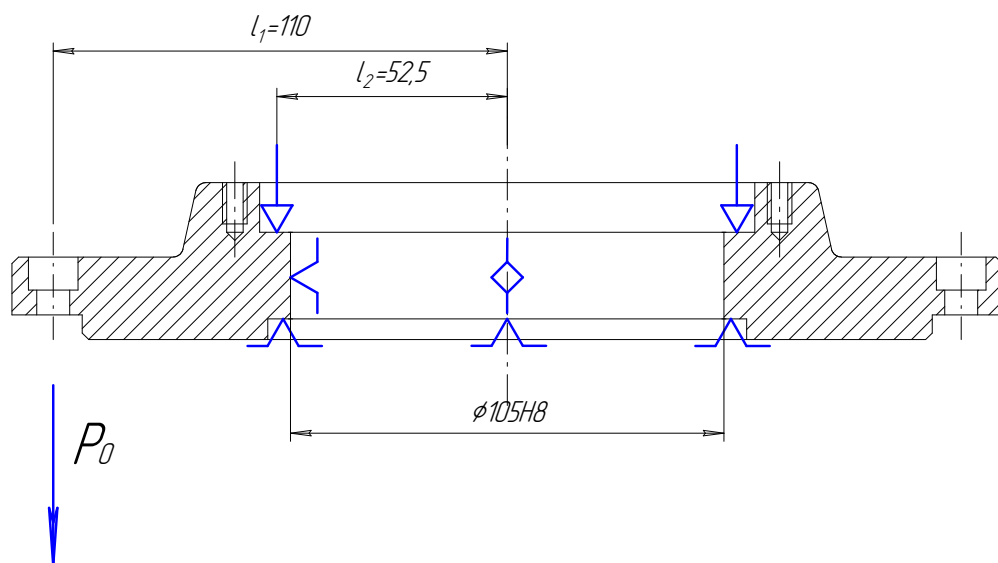


Рисунок 3.1 – Схема базування та закріплення деталі

Як установочний елемент використовуємо плоску поверхню виступу пристрою, на яку встановлюється деталь нижнім торцем. Для компенсації похибки співності деталь встановлюється на самоцентрувальний палець, а верхній торець притискається швидкозмінною шайбою, яка не дає деталі прокручуватись під час оброблення.

3.1.2 Розрахунок сил закріплення деталі та приводу пристрою

При свердлуванні на деталь діють два силові фактори: крутний момент і осьова сила [7]. При даній схемі базування і закріплення (див. рис. 3.1) на величину сили закріплення буде впливати лише складова сила P_z , тому що осьова сила діє вниз і буде сприйматися установочною поверхнею пристрою, який жорстко зв'язаний із столом верстата. Тоді умова рівноваги заготовки матиме вигляд:

$$k \cdot P_z \cdot l_1 = 2 \cdot (W \cdot f \cdot b) + P_o, \quad (3.1)$$

Звідси
$$W = \frac{P_z \cdot k \cdot l_1}{2 \cdot l_2 \cdot f} - P_o + F_{np}, \quad (3.2)$$

де k - коефіцієнт запасу, $k = 1,5$ [8];

P_z - сила різання;

W - сила затиску;

f - коефіцієнт тертя, $f = 0,16$ [8];

l_1 – відстань між точкою прикладання сили затиску та силою різання, $l_1 = 110$ мм;

l_2 – відстань між точкою прикладання сили затиску та віссю деталі, $l_2 = 52,5$ мм;

F_{np} – сили опору пружин, які повертають рухому призму в початкове положення; конструктивно вибираємо пружину, що працює на стискання, із тяговим зусиллям $F_{np} = 150$ Н;

$$P_z = \frac{2 \cdot M_{кр}}{d}, \quad (3.3)$$

де $M_{кр}$ – крутний момент при свердлуванні, $M_{кр} = 4,2$ Н·м;

$$P_0 = 1216 \text{ Н};$$

d – діаметр свердла, $d = 8 \text{ мм} = 0,08 \text{ м}$.

$$P_z = \frac{2 \cdot 4,2}{0,08} = 1050 \text{ Н};$$

Визначаємо силу затиску деталі в пристрої:

$$W = \frac{1050 \cdot 1,5 \cdot 110}{2 \cdot 52,5 \cdot 0,16} - 1216 + 150 = 9246 \text{ Н}.$$

Враховуючи подачу стиснутого повітря у штокову порожнину, діаметр пневмоциліндра визначаємо за формулою [8]:

$$D_y = \sqrt{1,27 Q / p \cdot \eta + d_{шт}^2}, \quad (3.4)$$

де Q - зусилля на штоці пневмоцилінра;

p - робочий тиск повітря у пневмомережі $p = 0,4 \text{ МПа}$.;

η - коефіцієнт корисної дії пневмоцилінра $\eta = 0,9$;

$d_{шт}$ - діаметр штока $d = 17 \text{ мм}$.

Для даної схеми закріплення зусилля на штоці пневмоциліндра дорівнює зусиллю затиску, тобто, $Q = W = 9246 \text{ Н}$.

Тоді
$$D_y = \sqrt{1,27 \cdot 9246 / 0,4 \cdot 0,9 + 17^2} = 181 \text{ мм}.$$

Приймемо стандартне значення діаметра пневмоциліндра $D_y = 200 \text{ мм}$.

3.1.3 Розрахунок деталей пристрою на міцність та жорсткість

Проведемо розрахунок стержня штока на розтягування і різі на штокові на зрізання.

Умова міцності стержня на розтягування буде [7]:

$$\sigma_p = \frac{W_{\max}}{\frac{\pi}{4} \cdot d^2} \leq [\sigma_p], \quad (3.5)$$

тут W_{\max} - максимальне зусилля при тиску повітря у пневмережі $p=0,63$ МПа;

σ_p – діюча напруга розтягування;

$[\sigma_p]$ – допустиме значення напруги розтягування;

d – діаметр штока.

$$W_{\max} = \frac{\pi \cdot D_u^2}{4} \cdot p \cdot \eta = \frac{3,14 \cdot 200^2}{4} \cdot 0,63 \cdot 0,9 = 17803,8 \text{ Н}.$$

Визначаємо мінімальний діаметр штока пневмоциліндра як [7]:

$$d_{\min} = \sqrt{\frac{4 \cdot W_{\max}}{\pi \cdot [\sigma_p]}}, \quad (3.6)$$

$$d_{\min} = \sqrt{\frac{4 \cdot 17803,8}{\pi \cdot 140}} = 12,7 \text{ мм}.$$

З конструктивних міркувань приймаємо $d = 16$ мм.

З умови міцності на зминання визначаємо діаметр гайки кріплення поршня на штоку:[8]

$$\sigma_{зм} = \frac{W_{\max}}{A_{зм}} \leq [\sigma_{зм}], \quad (3.7)$$

де $A_{зм}$ - площа зминання, мм^2 .

Площу перерізі визначимо, прийнявши конструктивно зовнішній діаметр гайки кріплення поршня на штоку $D = 26,8$ мм.

$$A_{зм} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 26,8^2}{4} = 563,8 \text{ мм}^2.$$

$$\sigma_{зм} = \frac{17803,8}{563,8} = 31 \text{ МПа}.$$

Умова $\frac{W_{\max}}{A_{зм}} \leq [\sigma_{зм}]$, виконується. Отже, параметри гайки підбрані вірно.

3.1.4 Розрахунок пристрою на точність

Похибку установки визначаємо за формулою [7]:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{np}^2}, \quad (3.8)$$

тут ε_{δ} – похибка базування деталі дорівнює нулю [7], так як її встановлення здійснюється на постійну пластину і розтискну оправку;

ε_3 - похибка закріплення; $\varepsilon_3 = 0$, тому що силове замикання проходить в напрямку, який перпендикулярний напрямку витримування розміру;

ε_{np} - похибка пристрою:

$$\varepsilon_{np} = \sqrt{\varepsilon_{виг}^2 + \varepsilon_{зн}^2 + \varepsilon_{фікс}^2}, \quad (3.9)$$

де $\varepsilon_{виг}$ - похибка виготовлення установочних елементів, $\varepsilon_{виг} = 0,01$ мм;

$\varepsilon_{зн}$ - похибка зношення установочних елементів, $\varepsilon_{зн} = 0,01$ мм;

$\varepsilon_{фікс}$ - похибка фіксації пристрою на столі верстата, для ВЧПК $\varepsilon_{фікс} = 0$.

$$\varepsilon_{np} = \sqrt{0,01^2 + 0,01^2 + 0^2} = 0,014 \text{ мм}. \quad \varepsilon_y = \sqrt{0^2 + 0^2 + 0,014^2} = 0,014 \text{ мм}.$$

Допустиму підсумкову похибку пристрою визначаємо за формулою:

$$\varepsilon_{\text{дон}} = TD - \kappa \cdot \omega, \quad (3.10)$$

де TD – поле допуску на виконуваний розмір деталі, $TD = 0,36$ мм, [7];

κ – поправочний коефіцієнт, $\kappa = 0,8$ [7];

ω – точність оброблення на вибраному верстаті, $\omega = 0,27$ мм [7].

$$\varepsilon_{\text{дон}} = 0,36 - 0,8 \cdot 0,27 = 0,144 \text{ мм.}$$

Умова точності пристрою виконується, так як $\varepsilon_{\text{дон}} = 0,144 > \varepsilon_y = 0,014$.

3.1.5 Вибір корпусних елементів пристрою

У якості корпусних елементів пристрою вибираємо плити, які з'єднуються між собою за допомогою зварювання. Цей метод отримання корпусу пристрою є найдешевшим, але й найбільш неточним в результаті термічних деформацій в результаті зварювання. Але цей недолік повністю перекривається досить великим полем допуску на розмір елемента деталі, який оброблюється, - $T = 0,36$ мм.

3.1.6 Розроблення технічних умов на пристрій та описання його роботи

Виходячи із умов експлуатації та вимог до якості деталі, що обробляється, до пристрою ставляться наступні вимоги:

1. рухомі частини пристрою повинні переміщуватись плавно, без заїдання;
2. поверхні, які труться, змастити мастилом ЦИАТИМ 201;
3. відхилення від співвісності елементів не має перевищувати встановлених величин;

4. відхилення від паралельності поверхонь, якою пристрій базується на столі верстата та по якій на пристрої базується заготовка, не має перевищувати встановленої величини.

Деталь у пристрої базується на самоцентрувальну оправку і опорну пластину. Закріплення деталі відбувається прихватом та змінною шайбою. Знімна шайба контактує із штоком 6, на кінці якого кріпиться поршень 14. Відповідно при поданні із пневмомережі стиснене повітря починає діяти на поршень, приводячи у рух затискний механізм.

3.2 Проектування контрольно-вимірювального пристрою

Для даної деталі контролю підлягає перпендикулярність лівого торця маточини, яким деталь базується у виробі, відносно її осі

3.2.1 Розроблення схеми контролю

Вибираємо схему контролю, що зображена на рис. 3.5

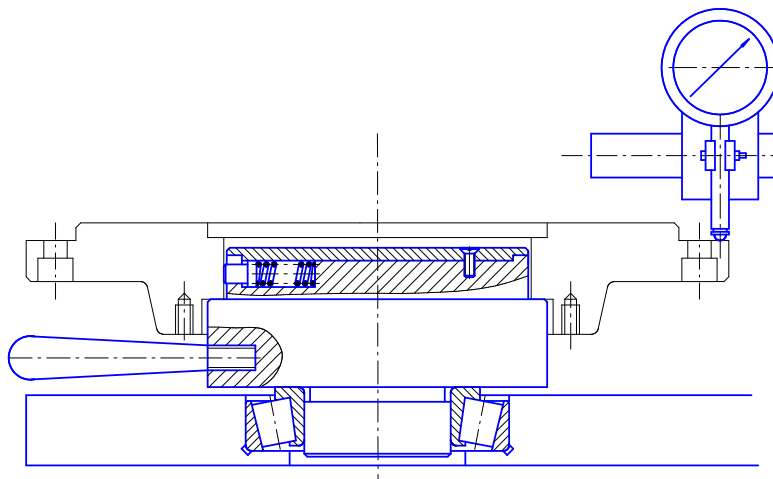


Рисунок 3.5 – Схема контролю

3.2.2 Розрахунок пристрою на точність

Визначаємо допустиму похибку вимірювання [9]:

$$\varepsilon_{\text{доп}} = 0,3T, \quad (3.23)$$

де T -допуск на контролюємий параметр, $T = 0,1$ мм;

$$\varepsilon_{\text{доп}} = 0,3T = 0,3 \cdot 0,1 = 0,03 \text{ мм.}$$

Визначаємо фактичну похибку вимірювання [9]:

$$\varepsilon_{\phi} = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_{\text{пр}}^2 + \varepsilon_{\text{прил}}^2 + \varepsilon_{\text{зн}}^2}, \quad (3.24)$$

де ε_{δ} – похибка базування деталі, $\varepsilon_{\delta} = 0$, так як технологічна база збігається з конструкторською;

$\varepsilon_{\text{пр}}$ - похибка виготовлення пристрою, $\varepsilon_{\text{пр}} = 0,006$ мм;

$\varepsilon_{\text{зн}}$ - похибка зношення пристрою, $\varepsilon_{\text{зн}} = 0,005$ мм;

$\varepsilon_{\text{прил}}$ - похибка контрольно-вимірювального приладу:

$$\varepsilon_{\text{прил}} \approx \frac{Ц}{2}, \quad (3.25)$$

де $Ц$ – ціна поділки контрольно-вимірювального приладу.

Для контролю параметра перпендикулярності вибираємо індикаторну головку важільно-зубчастого типу 2ИГ ГОСТ 18833–73, ціна поділки якої $Ц = 0,002$ мм.

$$\varepsilon_{\text{прил}} \approx \frac{0,002}{2} = 0,001 \text{ мм,}$$

$$\varepsilon_{\phi} = \sqrt{0^2 + 0,006^2 + 0,005^2 + 0,001^2} = 0,0051 \text{ мм}$$

$$\varepsilon_{\phi} = 0,0051 < \varepsilon_{\text{дон}} = 0,030.$$

Отже, фактична похибка вимірювання не перевищує допустимого значення.

3.2.3 Описання конструкції пристрою і робота з ним

Деталь центральним отвором встановлюється на самоцентрувальну оправку. До торця деталі підводимо індикатор і налагоджуємо індикатор до контакту з поверхнею (створюємо попередній натяг) і прокручуючи помалу деталь на один оберт поступово фіксуємо покази індикатора у декількох положеннях деталі.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Система управління охороною праці на машинобудівному підприємстві [10]

Впровадження системи управління охороною праці (СУОП) на підприємстві - це всебічне сприяння виконанню вимог, які повністю ліквідують, нейтралізують або знижують до допустимих норм вплив на працюючих небезпечних та шкідливих факторів виробничого середовища, забезпечують усунення джерел небезпеки, ізолювання від них персоналу, використання засобів, що усувають небезпечні ситуації та підвищують технічну безпеку, створюють надійні санітарно-гігієнічні та ергономічні умови. СУОП передбачає встановлення конкретних кількісних показників діяльності виробничих підрозділів, підтримування котрих в заданих межах забезпечує досягнення основної мети щодо організації безпечних та нешкідливих умов праці.

Власник підприємства зобов'язаний створити в кожному структурному підрозділі і на робочому місці умови праці відповідно до вимог нормативних актів, а також забезпечити дотримання прав працівників, гарантованих законодавством України про охорону праці.

З цією метою власник:

- створює відповідні служби і призначає посадових осіб, які забезпечують вирішення конкретних питань з охорони праці, затверджує інструкції про їх обов'язки, права та відповідальність за виконання покладених на них функцій;
- розробляє за участю профспілок і реалізує комплексні заходи для досягнення встановлених нормативів з охорони праці, впроваджує професійні технології, досягнення науки і техніки, засоби механізації та

автоматизації виробництва, вимоги ергономіки, позитивний досвід з охорони праці, тощо;

- забезпечує усунення причин, що призводять до нещасних випадків, професійних захворювань і виконання профілактичних заходів, визначених комісіями за підсумками розслідування цих причин;

- організовує проведення лабораторних досліджень умов праці, атестації робочих місць на відповідність нормативним актам про охорону праці в порядку і терміни, що встановлюються законодавством, вживає за їх підсумками заходів щодо усунення небезпечних і шкідливих для здоров'я виробничих факторів;

- розробляє і затверджує положення, інструкції, інші нормативні акти про охорону праці, що діють у межах підприємства та встановлюють правила виконання робіт і поведінки працівників на території підприємства, у виробничих приміщеннях, на будівельних майданчиках, робочих місцях відповідно до державних міжгалузевих та галузевих нормативних актів про охорону праці, забезпечує безкоштовно працівників нормативними актами про охорону праці;

- здійснює постійний контроль за дотриманням працівниками технологічних процесів, правил поводження з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, використанням засобів колективного та індивідуального захисту, виконанням робіт відповідно до вимог щодо охорони праці.

У випадку відсутності в нормативних актах про охорону праці вимог, які необхідно виконати для забезпечення безпечних і нешкідливих умов праці на певних роботах, власник зобов'язаний вжити погоджених з органами державного нагляду заходів, що забезпечують безпеку працівників.

У разі виникнення на підприємстві надзвичайних ситуацій і нещасних випадків власник зобов'язаний ужити термінових заходів для допомоги потерпілим, залучити за необхідності аварійно-рятувальні формування.

На рівні цехів і дільниць встановлюються цілі оперативного характеру: послідовність оперативного виконання окремих функцій тощо. Окремі виконавці, що впливають на умови праці, організаційно та технічно забезпечують їх оптимізацію і цілі безпеки праці.

Основні завдання, вирішення яких забезпечує досягнення цілей СУОП на різних рівнях управління і стадіях організаційно-виробничої діяльності, полягають у виконанні комплексу послідовних взаємопов'язаних дій щодо попередження травматизму та виробничих зумовлених захворювань.

Вирішення задач управління охороною праці має бути забезпечене взаємодією усіх структурних підрозділів, служб і фахівців, які визначаються керівником підприємства. Функції структурних підрозділів і служб, посадові обов'язки керівних та інженерно-технічних працівників щодо виконання задач управління охороною праці встановлюються на місцях на всіх рівнях, виходячи з структури, штатів і конкретних умов діяльності установи (підприємства).

4.1.1 Основні принципи та функції управління охороною праці на виробництві [10]

Організація роботи щодо управління охороною праці базується на принципах теорії управління, основними з котрих є: системність, оптимальність, динамічність, наступність та стандартизація. Принцип системності полягає в тому, що процеси технології та безпеки розглядаються у взаємозв'язку.

Системність реалізації завдань управління охороною праці полягає у поєднанні розрізаних заходів із безпеки праці в єдину систему цілеспрямованих, постійно здійснюваних дій на всіх рівнях і стадіях управління виробництвом. Створюється система стандартів підприємства.

Управління охороною праці здійснюється шляхом збору та оцінки інформації, виявлення відхилень від установлених вимог та здійснення керуючих впливів на об'єкт управління за допомогою організаційно-

розпоряджувальних, соціально-розпоряджувальних, соціально-психологічних і економічних методів.

Система управління охороною праці містить об'єкт управління, інформаційно-контрольні зв'язки та керуючий орган. Об'єктом СУОП є діяльність щодо забезпечення оптимальних умов та безпеки праці на робочих місцях, дільницях та в цехах.

Керуючим органом є служба охорони праці, керівники структурних підрозділів усіх рівнів керування галуззю, об'єднанням, підприємством. Управління здійснюється шляхом збору та оцінки інформації, виявлення відхилень від установлених вимог і здійсненням керуючих впливів на об'єкт управління за допомогою організаційно-розпорядних, економічних та соціально-психологічних методів.

СУОП — це ієрархічна багаторівнева система, яка встановлює такі рівні управління:

- галузь (керівництво, науково-технічна рада, відділ охорони праці);
- об'єднання (керівництво, науково-технічна рада, відділ охорони праці);
- виробничі підприємства;
- цехи, дільниці цехів;
- робочі місця (конкретні виконавці).

Управління охороною праці здійснюється реалізацією наступних функцій:

- прогнозування та планування заходів щодо забезпечення безпеки праці;
- створення організаційної структури;
- кількісна оцінка рівня безпеки праці;
- збір та оформлення вихідної інформації про стан умов та безпеки праці;

- розроблення та формування переліку управляючих впливів;
- стимулювання роботи щодо безпеки праці. Відповідальність за здійснення управління охороною праці в галузі та в підрозділах покладається на їх керівників в межах їх посадової компетенції.

Згідно із статтею 23 Закону України "Про охорону праці", власник створює на підприємстві службу охорони праці. Типове положення про цю службу затверджується Державним Комітетом України з нагляду за охороною праці.

На підприємстві виробничої сфери з кількістю працюючих менше 50 чоловік функції служби можуть виконувати в порядку сумісництва особи, які мають відповідну підготовку.

Служба охорони праці підпорядковується безпосередньо керівникові підприємства і прирівнюється до основних виробничо-технічних служб.

Організаційно-методичну роботу безпосередньо на підприємстві (якщо чисельність працюючих у ньому мала) з усіх функцій і задач управління охороною праці, підготовку управлінських рішень і контроль за їх реалізацією виконує інженер (старший інженер) з охорони праці або призначена власником особа, яка виконує його обов'язки за сумісництвом.

На працівників служб охорони праці не повинні покладатися обов'язки, не пов'язані з їх функціями. Усі заходи з охорони праці працівники служб охорони праці виконують у тісній взаємодії з керівництвом підприємств та їх підрозділів. Для загальної оцінки стану умов праці та планування заходів щодо їх покращення застосовується Єдина державна система показників обліку умов і безпеки праці, затверджена наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці від 31.03.94 р. №27 (Держнагляд охорони праці, 1995).

Спеціалісти з охорони праці мають право видавати керівникам структурних підрозділів підприємства обов'язкові для виконання приписи щодо усунення наявних недоліків, отримувати від них необхідні відомості, документацію і пояснення з питань охорони праці, вимагати відсторонення

від роботи осіб, які не пройшли медичного огляду, навчання, інструктажу, перевірки знань і не мають допуску до відповідних робіт або не виконують нормативів з охорони праці; зупиняти роботу виробництв, дільниць, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва у разі порушень, які створюють загрозу життю або здоров'ю працюючих, надсилати керівникові підприємства подання про притягнення до відповідальності працівників, які порушують вимоги щодо охорони праці. Припис спеціаліста з охорони праці може скасувати лише керівник підприємства.

На підприємстві з кількістю працюючих 50 і більше чоловік, рішення трудового колективу може створюватися комісія з питань охорони праці. Комісія складається з представників власника, профспілок, уповноважених трудового колективу, спеціалістів із безпеки, гігієни праці і представників інших служб підприємства. Рішення комісії мають рекомендаційний характер.

Контроль за станом умов і безпекою праці працюючих дозволяє виявити відхилення від вимог законодавства про працю, стандартів безпеки праці, якості виконання службами і підрозділами своїх обов'язків в галузі забезпечення належних умов та безпеки праці.

Ефективність контролю залежить від якості метрологічного забезпечення вимірювання параметрів небезпечних і шкідливих виробничих факторів, визначення рівня безпеки виробничого обладнання і технологічних процесів, а також коефіцієнтів безпеки праці.

Фінансування та економічне стимулювання охорони праці розглядається як одна з найважливіших частин СУОП. На підприємствах, в галузях і на державному рівні у встановленому Кабінетом Міністрів України порядку створюються фонди охорони праці.

Такі ж фонди можуть створюватись органами місцевого і регіонального самоврядування для потреб регіону.

На підприємстві кошти вказаного фонду використовуються тільки на виконання заходів, що забезпечують доведення умов безпеки праці до

нормативних вимог або підвищення існуючого рівня охорони праці на виробництві.

До працівників підприємства можуть застосовуватись будь-які заохочення за активну участь та ініціативу у здійсненні заходів щодо підвищення безпеки та поліпшення умов праці. Види заохочень визначаються колективним договором (угодою, трудовим договором).

Моральне і матеріальне стимулювання працівників за роботу щодо вдосконалення умов і безпеки праці має велике значення для підвищення ефективності виробництва, зниження рівня травматизму та захворювань, поліпшення умов праці та її безпеки. Обсяг матеріального заохочення диференціюється залежно від ролі службової особи та міри її впливу на безпеку праці.

4.1.2 Організація управління та навчання з питань охорони праці на виробництві [10]

Власник підприємства зобов'язаний інформувати працівників про стан охорони праці, причини аварій, нещасних випадків і професійних захворювань та про заходи, які вжито для їхнього усунення та забезпечення на підприємстві умов і безпеки праці на рівні нормативних вимог.

Отримані дані скеровуються в ЕОМ і за спеціальною програмою розраховуються коефіцієнти безпеки праці по підприємству (цеху) щодо таких розділів: умови праці; безпечність технологічних машин, технологічних операцій; організація охорони праці. ЕОМ виконує відповідні розрахунки і видає рекомендації щодо керуючих впливів, в тому числі стимулювання.

У колективному договорі (угоді, трудовому договорі) сторони передбачають забезпечення працівникам соціальних гарантій у галузі охорони праці на рівні, не нижчому за передбачений законодавством, узгоджують їх обов'язки, а також погоджують комплексні заходи (плани) щодо забезпечення встановлених нормативів безпеки, умов, гігієни праці та

виробничого середовища, підвищення існуючого рівня охорони праці, запобігання випадкам виробничого травматизму, професійним захворюванням і аваріям.

Згідно із Законом України "Про охорону праці" Державний комітет України з нагляду за охороною праці наказом від 04.04.94 р. №30 затвердив "Типове положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників із охорони праці". У відповідності з цим документом, усі працівники при прийнятті на роботу і процесі роботи проходять на підприємстві інструктаж з питань охорони праці, надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків, з правил поведінки при аваріях. Навчання працівників правилам безпеки праці запроваджується в усіх підприємствах, установах незалежно від характеру і ступеня небезпеки виробництва. Форми такого навчання: інструктажі, технічні мінімуми, так зване курсове навчання, спеціальне навчання, навчання (перевірка знань) посадових осіб, підвищення кваліфікації, навчання студентів та учнів навчальних закладів.

Інструктаж з охорони праці проводиться в усіх підприємствах, установах і організаціях незалежно від характеру їх виробничої діяльності, освіти, кваліфікації, стажу, досвіду з даного фаху або посади працівників. Керівництво, організація і відповідальність за своєчасне і правильне проведення інструктажів покладається на власника (керівника) підприємства, установи, організації, а у підрозділах - на керівника підрозділу. За характером і інтервалами проведення інструктажі бувають: увідний і на робочому місці - первинний, позаплановий і цільовий.

Увідний інструктаж проводить інженер з охорони праці або особа, на яку покладені його обов'язки, з усіма особами, що приймаються на роботу, а також з тими, що прибули у відрядження, студентами, учнями, направленими на виробничу практику. Метою увідного інструктажу є:

- роз'яснення значення виробничої і трудової дисципліни, ознайомлення з характером майбутньої роботи, загальними умовами, з вимогами безпеки;

- ознайомлення з основними положеннями законодавства про працю, правилами внутрішнього трудового розпорядку, основними правилами електробезпеки, порядком складання актів про нещасний випадок, порядком надання першої допомоги потерпілому; загальними вимогами до організації та утримання робочих місць; вимогам особистої гігієни та виробничої санітарії;

- призначення і використання засобів індивідуального захисту, спецодягу і спецвзуття; ознайомлення з основними вимогами пожежної безпеки.

Інструктаж проводиться з одним або групою робітників у кабінеті охорони праці або в спеціально обладнаному приміщенні з використанням сучасних технічних засобів навчання, наочних посібників.

Первинний інструктаж на робочому місці повинні проходити всі особи, які поступають на роботу, а також ті, що переводяться з одного цеху в інший, робітники, які будуть виконувати нову для них роботу, учні, студенти, направлені на підприємство для проходження виробничої практики, особи, які перебувають у відрядженні і безпосередньо беруть участь у виробничому процесі на підприємстві. Інструктаж на робочому місці проводять керівники (майстри) тих структурних підрозділів, у безпосередній підлеглості яких будуть інструктовані працівники. На невеликих підприємствах, які не мають структурних підрозділів, інструктаж проводить керівник підприємства. Первинний інструктаж проводиться індивідуально або з групою осіб однієї професії, згідно з програмою, розробленою з урахуванням вимог відповідних інструкцій з охорони праці для робітників, інших нормативних актів про охорону праці, технічної документації і приблизного переліку питань. Програма розробляється керівником цеху, дільниці, погоджується із службою охорони праці і затверджується керівником підприємства, навчального закладу або їх відповідного структурного підрозділу. Усі робітники, у тому числі випускники професійних навчальних закладів, навчально-виробничих (курсівих) комбінатів, після первинного інструктажу на робочому місці

повинні протягом 2...5 змін (залежно від характеру праці і кваліфікації працівника) пройти стажування під керівництвом досвідчених кваліфікованих робітників або фахівців, призначених наказом (розпорядженням) по підприємству (цеху, дільниці, виробництву). Керівник підприємства (цеху, дільниці, виробництва) має право своїм наказом або розпорядженням звільняти від проходження стажування робітника, який має стаж роботи за своєю професією не менше трьох років і якщо він переходить з одного цеху в інший, і характер його роботи та тип обладнання, на якому він буде працювати, не змінюються.

Повторний інструктаж на робочому місці повинні проходити всі працівники, незалежно від кваліфікації, освіти і стажу роботи: на роботах з підвищеною небезпекою праці - 1 раз у квартал; на інших роботах - 1 раз за півріччя. Його проводять індивідуально або з групою працівників однієї професії, бригади - за інструкціями для даної професії (посади).

Позаплановий інструктаж проводять при зміні правил, норм, інструкцій, технологічного процесу або обладнання, внаслідок чого змінюються умови безпеки праці, при порушенні працівником правил та інструкцій з охорони праці, застосуванні ним неправильних способів праці, які можуть призвести до травми або аварії, при нещасному випадку, при перервах у роботі: для робіт, до яких ставляться підвищені (додаткові) вимоги безпеки праці, - понад 30 календарних днів, для решти робіт - 60 і більше днів. Цей інструктаж проводять згідно з розпорядженням установ, які здійснюють державний нагляд за охороною праці (індивідуально або з групою працівників однієї професії).

Після проведення первинного, повторного і позапланового інструктажів робиться запис в журналі інструктажів на робочому місці з обов'язковим підписом інструктованого і інструктуючого. Журнал має бути встановленої форми, прошнурований, пронумерований і скріплений печаткою підприємства.

Цільовий інструктаж проводять із працівниками при виконанні разових робіт, безпосередньо не пов'язаних з фахом (завантажування, розвантажування, одноразові роботи поза підприємством, цехом тощо); ліквідації аварії, стихійного лиха; виконання робіт, для яких оформляються наряд-допуск, дозвіл та інші документи; екскурсія на підприємство; організація масових і заходів з учнями, студентами (походи, спортивні заходи тощо). Цільовий інструктаж фіксується нарядом-допуском або іншою документацією, яка дозволяє виконувати роботи за переліком і згідно з відповідною інструкцією.

Навчання посадових осіб, згідно з переліком, затвердженим Державним комітетом із нагляду за охороною праці (наказ Державного комітету України по нагляду за охороною праці від 11.10.93 р. №94), проводять до початку виконання ними своїх обов'язків і періодично один раз на три роки в установленому порядку. Для них також запроваджується перевірка знань з охорони праці в органах галузевого або регіонального управління охороною праці з участю представників органів державного нагляду та профспілок. У разі незадовільних знань працівники повинні пройти повторну підготовку.

Навчання працівників правилам безпеки праці запроваджується в усіх підприємствах, установах незалежно від характеру та ступеня небезпеки виробництва. Форми такого навчання: інструктажі, технічні мінімуми, курсове навчання (перевірка знань) посадових осіб, підвищення кваліфікації, навчання студентів та учнів навчальних закладів.

4.2 Санітарно-гігієнічні вимоги до умов праці при виготовленні деталі «Маточина» [11]

4.2.1. Оптимальні і допустимі температури, відносна вологість і швидкість руху повітря встановлюються для робочої зони виробничих приміщень з урахуванням надлишків явного тепла, тяжкості виконуваної

роботи і сезонів року. Температура, відносна вологість і швидкість руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень повинні відповідати нормам. При кондиціонуванні виробничих приміщень повинні дотримуватися оптимальні параметри мікрокліматичних умов. Норми не поширюються на підземні і гірські вироблення, транспортні засоби, тваринницькі і птахівницькі приміщення і приміщення для зберігання харчових продуктів. Робоча зона - простір, обмежений конструкціями робочих приміщень, що захищають, заввишки до 2м над рівнем підлоги або майданчика, на якому знаходяться місця постійного або непостійного перебування робітників.

Постійне робоче місце - місце на якому робітник знаходиться велику частину свого робочого часу (більше 50% або більше 2ч безперервно); при роботі в різних пунктах - уся робоча зона.

Непостійне робоче місце - місце перебування робітника менше 50% свого робочого часу або менш 2ч безперервного перебування.

Теплий період року - період з середньодобовою температурою зовнішнього повітря вище 10°C (холодний період із середньодобовою температурою зовнішнього повітря -10°C і нижче); показники приймаються за даними метеорологічної служби.

Легка фізична робота: (категорія I) - робота з витратою 120ккал/год. - категорія Ia (робота сидячи без фізичної напруги); робота з витратою 120...150ккал/год. - категорія Ib (робота сидячи, стоячи або з ходьбою, що супроводжується деякою фізичною напругою).

Фізичні роботи середньої тяжкості: робота з витратою енергії 150...200ккал/год. - категорія IIa (ходьба з перенесенням вантажу до 1 кг або сидячи з переміщенням цих вантажів); робота з витратою енергії 200...250ккал/год. - категорія IIб (ходьба з перенесенням вантажу до 10 кг).

Важкі фізичні роботи: (категорія III) - робота з витратою більше 250ккал/год. (ходьба з перенесенням вантажу більше 10 кг).

Характеристика виробничих приміщень за категоріями робіт встановлюється відповідно до відомчих документів, узгоджених в

установленому порядку, виходячи з категорії робіт, яку виконують більше 50% працюючих. Вміст шкідливих речовин в повітрі робочої зони не має перевищувати встановлених гранично допустимих концентрацій (ГДК).

При одночасному вмісті в повітрі робочої зони декількох шкідливих речовин однонапрямленої дії сума співвідношення фактичних концентрацій кожного з них (C_1, C_2, \dots, C_n) в повітрі приміщень до їх ГДК (ПДК₁, ПДК₂, ПДК_n) не повинна перевищуватись.

Прикладами поєднань речовин однонапрямленої дії є: фтористий водень і солі фтористоводневої кислоти; сірчистий і сірчаний ангідрид; формальдегід і соляна кислота; різні хлоровані і бромовані вуглеводні (граничні і неграничні); різні спирти, кислоти, луги; різні ароматичні вуглеводні (толуол і ксилол, бензол і толуол); різні аміносполуки, нітросполуки; сірководень і сірковуглець; окисел вуглецю і аміносполуки; окисел вуглецю і нітросполуки; бромистий метил і сірковуглець.

При одночасному змісті в повітрі робочої зони декількох шкідливих речовин, однонапрямленою дією, що не володіє, ГДК залишаються таким же, як і при ізольованій дії.

4.2.2 Шум

Відповідно до санітарних норм допустимих рівнів шуму на робочих місцях № 3223-85р. за характером спектру шуми слід підрозділяти на:

- широкопasmові, з безперервним спектром шириною більше за одну октаву;
- тональні, в спектрі яких виражені дискретні тони. Тональний характер шуму для практичних цілей (при контролі його параметрів на робочих місцях) встановлюється вимірюванням в третьоктавних смугах частот з перевищенням рівня в одній смузі над сусідніми не менше ніж на 10дБ.

За тимчасовими характеристиками розрізняють шуми як:

- постійні, рівень шуму яких за 8-годинний робочий день (робочу зміну) змінюється в часі не більше ніж на 5дБА при вимірах на тимчасовій характеристиці "Повільно" шумоміра згідно ГОСТ 17187-81;

- непостійні, рівень шуму яких за 8-годинний робочий день (робочу зміну) змінюється в часі більш ніж на 5дБА при вимірах на тимчасовій характеристиці "Повільно" шумоміра згідно ГОСТ 17187-81.

Непостійні шуми слід підрозділяти на:

- такі, що коливаються, рівень звуку яких безперервно змінюється в часі;

- переривчасті, рівень звуку яких ступінчасто змінюється на 5дБА і більше, причому тривалість інтервалів, впродовж яких рівень залишається постійним, складає 1с і більше;

- імпульсні, які складаються з одного або декількох звукових сигналів тривалістю менш 1с кожен і при вимірі рівнів звуку на тимчасових характеристиках "Імпульс" і "Повільно" шумоміра згідно ГОСТ 17187-81 відрізняються не менше чим на 7дБ.

Постійний шум на робочих місцях характеризується рівнем звукових тисків в децибелах в октавних смугах з середньгеометричними частотами 31.5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000 і 8000 Гц.

Допускається в якості характеристики постійного широкосмугового шуму на робочих місцях при орієнтовній оцінці приймати рівень звуку, виміряний на тимчасовій характеристиці "Повільно" шумоміра за ГОСТ 17187-81.

Характеристикою непостійного шуму на робочих місцях є інтегральний параметр - еквівалентний (за енергією) рівень звуку, що визначається відповідно до "Методичних вказівок з проведення вимірювань і гігієнічної оцінки шумів на робочих місцях".

Для шуму, що створюється в приміщеннях установками кондиціонування повітря, вентиляції і повітряного опалювання, - на 5дБ менше фактичних рівнів шуму в приміщеннях (виміряних або визначених

розрахунком), якщо останні не перевищують значень, інакше на 5дБ менше значень того, що коливається в часі, і переривчастого шуму максимальний рівень звуку не має перевищувати 110дБА;. Для імпульсного шуму рівень звуку не повинен перевищувати 125дБА.

4.2.3 Ультразвук

Відповідно до ГОСТ 12.1.001-89 "Ультразвук. Загальні вимоги безпеки" характеристикою ультразвуку, створюваного коливаннями повітряного середовища в робочій зоні, є рівні звукового тиску у третинноктавних смугах з середньгеометричними частотами від 12,5 до 100,0 кГц.

Допустимі рівні ультразвуку в зонах контакту рук та інших частин тіла оператора з робочими органами приладів та інших установок не повинен перевищувати 110дБ.

6.2.4 Інфразвук

Відповідно до ГН 220-74-80 "Гігієнічні норми інфразвуку на робочих місцях" за характером спектра інфразвук підрозділяється на:

- широкосмуговий з безперервним спектром шириною більш однієї октави;
- гармонічний, у спектрі якого є виражені дискретні складові.

Гармонічний характер інфразвуку встановлюють в октавних смугах частот за перевищенням рівня в одній смузі над сусідніми не менш ніж на 10дБ.

За часовими характеристиками дія інфразвуку підрозділяється на:

- постійний, рівень звукового тиску якого по шкалі "Лінійна" на характеристиці "Повільно" змінюється не більше ніж на 10дБ за час спостереження 1 хв;

- непостійний, рівень звукового тиску якого по шкалі "Лінійна" на характеристиці "Повільно" змінюється не менш ніж на 10дБ за час спостереження не менше 1 хв.

Нормованими характеристиками інфразвуку на робочих місцях є рівні звукового тиску в октавних смугах частот з середньгеометричними частотами 2, 4, 8, 16 Гц в децибелах (табл. 6). Допускається визначати рівні звукового тиску в третиннооктавних смугах частот 1,6; 2,5; 3, 15; 4; 5; 6; 8; 10; 12,5; 16; 20 Гц; їх слід перераховувати на рівні в октавних смугах із зазначеними середньгеометричними частотами відповідно до "Методичних вказівок з проведення вимірювань і гігієнічної оцінкою шумів на робочих місцях".

4.2.5 Вібрації

Відповідно до ГОСТ 12.1.012-90 "Вібрація. Загальні вимоги безпеки" за способом передачі на людину вібрація підрозділяється на:

- загальну, що передається через опорні поверхні на тіло людини;
- локальну, що передається через руки людини.

Дія вібрації може бути направлена:

- уздовж осей ортогональної системи координат X , Y , Z (загальна вібрація), де Z - вертикальна вісь, а X і Y - горизонтальні осі;
- уздовж осей ортогональної системи координат X_p , Y_p , Z_p (локальна вібрація), де вісь X_p збігається з віссю місць охоплення джерела вібрації, а вісь Z_p лежить у площині, утвореної віссю X_p і напрямом подачі або програми сили, або віссю передпліччя.

Загальну вібрацію за джерелом її виникнення поділяють на такі категорії:

- 1 - транспортна вібрація, яка впливає на операторів рухомих машин і транспортних засобів при їх русі по місцевості і дорогах (у тому числі при їх будівництві);

2 - транспортно-технологічна вібрація, яка впливає на операторів машин з обмеженим переміщенням тільки по спеціально підготовленим поверхням виробничих приміщень, промислових майданчиків і гірських вироблень;

3 - технологічна вібрація, яка впливає на операторів стаціонарних машин або передається на робочі місця, які не мають джерел вібрації.

Прикладом вібрації джерела 1 є вібрації операторів засобів транспорту. Особливістю їх нормування є відмінність вимог до обмеження коливань у вертикальній і горизонтальній площинах.

Прикладом вібрації джерела 2 є вібрації робочих місць операторів кранів, завантажувальних машин гарячих цехів і т.д.

Вібрації категорії 3 мають три підвиди:

3а - вібрації робочих місць в приміщеннях з джерелами вібрацій (наприклад, оператори молотів, пресів, верстатів і стендів);

3б - вібрації робочих місць у приміщеннях без джерел вібрацій (наприклад вібрації робочих місць працівників ВТК, розмітник і т. п.);

3в - вібрації робочих місць в приміщеннях адміністративно-управлінських місць, відведених для розумової праці (наприклад, в кабінетах, у приміщеннях ОЦ, КБ, лабораторій тощо).

При частотному (спектральному) аналізі нормованими параметрами вібрації є середні квадратичні значення віброшвидкості V (та їх логарифмічні рівні L_v) або віброприскорення, для локальної вібрації - в октавних смугах частот, а для загальної вібрації - в октавних або третиннооктавних смугах частот. Вібрацію, що впливає на людину, нормують окремо для кожного встановленого напрямку.

4.2.6 Електромагнітні поля

ГОСТ 12.1.006-84 поширюється на електромагнітні поля (ЕМП) діапазону частот 60кГц...300ГГц і встановлює допустимі рівні ЕМП на робочих місцях персоналу, який здійснює роботи з джерелами ЕМП.

Допустимі рівні впливу ЕМП слід оцінювати в діапазоні частот 60кГц...300МГц за напруженістю електричної та магнітної складової поля; в діапазоні частот 300МГц...300ГГц - за поверхневою щільністю потоку енергії (ЩПЕ) випромінювання та створюваного ним енергетичного навантаження (ЕН). ЕН являє собою сумарний потік енергії, що проходить через одиницю поверхні за час дії T і виражається добутком $ЩПЕ \times T$.

Напруженість ЕМП в діапазоні частот 60кГц...300МГц на робочих місцях персоналу протягом робочого дня не має перевищувати встановлених ПДК:

- за електричною складовою, В/м:
 - 50 - для частот від 60кГц до 3МГц;
 - 20 - для частот від 3МГц до 30МГц;
 - 20 - для частот від 30МГц до 50МГц;
 - 10 - для частот від 50МГц до 300МГц.
- за магнітною складовою, А/м:
 - 5 - для частот від 60кГц до 1,5 МГц;
 - 0,3 - для частот від 30МГц до 50МГц.

Допускаються рівні вище зазначених, але не більше ніж у два рази у випадках, коли час дії ЕМП на персонал не перевищує 50% тривалості дня.

ГОСТ 12.1.002-84 поширюється на електричні поля, які створюються струмами промислової частоти (50Гц) напругою 400В і вище та встановлює гігієнічні норми впливу їх на людину.

4.2.7 Електростатичні поля

При роботі з матеріалами і виробами, що легко електризуються, експлуатації високовольтних установок високої сили струму обслуговуючий персонал може знаходитися під впливом електростатичного поля (ЕП).

В якості нормованого гігієнічного параметра приймається напруженість ЕП $E_{дон}$, яка вимірюється у В/м або кВ/м. Гранично допустима напруженість ЕП на робочому місці визначається нормами СН 1757 - 77.

Ступінь впливу ЕП на організм залежить від напруженості ЕП і часу перебування у ньому людини.

Гранично допустима напруженість ЕП на робочому місці обслуговуючого персоналу не повинна перевищувати:

- при часі впливу до 1 год - 60 В/м;

- при часі впливу понад 1 год до 9 год. допустиму напруженість визначають як $E_{дон} = 60/t$, де t - час від 1 до 9 годин.

У випадках перевищення часу впливу t повинні застосовуватися відповідні засоби захисту (екранування, екранізатор, зволожувачі).

4.2.8 Постійні магнітні поля (ПМП)

Види впливу ПМП на організм людини – безперервне і переривчасте.

ПМП створюється різними магнітними пристроями: електромагнітами, соленоїдами, імпульсними установками, литими і металокерамічними магнітами. Найбільш висока напруженість ПМП спостерігається в зазорі електромагнітів та інших пристроїв, що збуджують ПМП.

При постійній роботі в умовах впливу ПМП на рівнях, що перевищують ПДК, можуть виникнути розлади здоров'я працюючих. Найчастіше розвиваються порушення нервової, серцево-судинної і дихальної систем, травного апарату, спостерігаються відхилення від норми деяких біохімічних показників крові і сечі, а також морфологічного стану периферичної крові та ШОЕ.

Для попередження несприятливої дії ПМП на працюючих необхідно здійснювати заходи захисту, профілактики і не допускати перевищення справжніх ПДУ. Напруженість ПМП на робочому місці не повинна перевищувати 8 кА/м згідно "Гранично допустимих рівнів впливу постійних магнітних полів при роботі з магнітними пристроями і магнітними матеріалами".

4.2.9 Іонізуюче випромінювання

Норми радіаційної безпеки НРБУ-97 встановлюють систему дозових меж і принципи їх застосування. Еквівалентна доза H накопичення в критичному органі за час T від початку професійної роботи, не повинна перевищувати значень, що визначаються як $H = \text{ПДД} \times T$, де ПДД - вимірюється в берах за рік.

У будь-якому випадку доза, накопичена до 30 років не повинна перевищувати 12 ГДД. Якщо доза, отримана працівником за попередній період роботи з джерелами іонізуючих випромінювань, залишається невідомою, то слід виходити з припущення, що раніше він одержував щорічно по 1 ГДД, яка була прийнята в період його роботи.

4.3 Розрахунок вентиляції дільниці механічного оброблення деталі «Маточина АА 5109-26-410» [12]

У виробничому приміщенні відбувається одночасне виділення декількох шкідливих речовин, деякі з них мають односпрямовану дію.

Відомо:

Розміри виробничого приміщення $54 \times 15 \times 5,6$ м.

Тип шкідливих речовин та інтенсивність їх виділення:

1. Бензол – 50 г/год.
2. Соляна кислота - 150 г/год.
3. Сірководень – 40 г/год.
4. Тoluол – 600 г/год.
5. Формальдегід – 3 г/год.

Всі ці речовини відносяться до трьох різних груп речовин односпрямованої дії:

1. – бензол , ксилол, толуол;
2. – сірководень, сірковуглець;
3. – соляна кислота, формальдегід.

Потрібно визначити: необхідну продуктивність вентиляційної системи, кратність повітрообміну та концентрацію шкідливих речовин при прийнятому значенні повітрообміну.

Розв'язок.

При виділенні у виробничому приміщенні будь-яких шкідливих речовин необхідний повітрообмін L ($\text{м}^3/\text{год}$) визначається, виходячи з розведення шкідливої речовини до допустимих концентрацій.

$$L = \frac{1000 \cdot G}{q_2 - q_1}, \quad (4.1)$$

де G - інтенсивність виділення шкідливих речовин ($\text{г}/\text{год}$).

$q_2 - q_1$ - концентрації шкідливих речовин відповідно у витяжному і припливному повітрі ($\text{мг}/\text{м}^3$).

Концентрація q_2 не повинна перевищувати гранично допустимої концентрації шкідливої речовини за ГОСТ 121005-88. Величина q_1 вибирається за можливістю мінімальною.

$$\begin{aligned} L_{\text{Сол.к-та}} &= \frac{1000 \cdot 50}{5 - 0} = 10000 \text{ м}^3 / \text{год}. & L_{\text{Сол.к-та}} &= \frac{1000 \cdot 150}{5 - 0} = 30000 \text{ м}^3 / \text{год}. \\ L_{\text{С-вод}} &= \frac{1000 \cdot 40}{10 - 0} = 4000 \text{ м}^3 / \text{год}. & L_{\text{T}} &= \frac{1000 \cdot 600}{50 - 0} = 12000 \text{ м}^3 / \text{год}. \\ L_{\Phi} &= \frac{1000 \cdot 3}{0,5 - 0} = 6000 \text{ м}^3 / \text{год}. \end{aligned}$$

В даному випадку відбувається виділення декількох шкідливих речовин односпрямованої і різноспрямованої дії, тому продуктивність вентиляції вибираємо за тією речовиною чи групою речовин односпрямованої дії, яка потребує найбільшого повітрообміну.

$$L_{\text{Б}} + L_{\text{T}} = 10000 + 12000 = 22000 \text{ м}^3 / \text{год}. \quad L_{\text{С-вод}} = 4000 \text{ м}^3 / \text{год}.$$

$$L_{\text{Сол.к-та}} + L_{\Phi} = 30000 + 6000 = 36000 \text{ м}^3 / \text{год}.$$

За розрахованими даними, найбільшого повітрообміну потребують речовини групи – соляна кислота, формальдегід.

ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі розроблений технологічний процес виготовлення деталі «Маточина», в якому на підставі результатів розрахунків техніко-економічного обґрунтування варіанту методу отримання заготовки прийняте штампування на горизонтально-кувальній машині.

В технологічному процесі виготовлення деталі запропоновано для оброблення основного отвору і торців на операціях 010 і 015 застосувати токарні верстати з ЧПК, також для оброблення системи отворів – вертикально-свердлувальний верстат з ЧПК мод. 2P135Ф2, що цілком відповідає темі кваліфікаційної роботи.

Для підвищення точності оброблення деталі в конструкторському розділі спроектований верстатний пристрій для оброблення отворів на операції 020, а як засоби контролю точності виготовлення деталі – пристрій для контролю торцевого биття поверхні, яка слугує приєднувальною, відносно осі деталі.

В розділі «Охорона праці» дана характеристика системи управління охороною праці на машинобудівному підприємстві, розглянуті санітарно-гігієнічні вимоги до умов праці при виготовленні деталі та виконаний розрахунок вентиляції ділянки механічного оброблення деталі

В додатках кваліфікаційної роботи наведена фрагмент керувальної програми для свердлувального верстата з ЧПК, технологічна документація процесу виготовлення «Маточини» і специфікації складальних креслеників розроблених пристроїв.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кваліфікаційна робота : Методичні рекомендації для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 131 «Прикладна механіка» / В.П. Ткачук, В.В. Милько, С.А. Костюк. – Хмельницький: ХНУ, 2023. – 31с.
2. Бондаренко С. Г. Основи технології машинобудування: Навчальний посібник. - Львів: Магнолія 2006, 2021. 567с.
3. Горбатюк Є.О., Мазур М.П., Зенкін А.С., Каразей В.Д. Технологія машинобудування: Навчальний посібник. – Львів: «Новий світ – 2000», 2009. 358с.
4. Технологія машинобудування. Посібник-довідник для виконання кваліфікаційних робіт: Навчальний посібник / І. І. Юрчишин, та ін. / За ред. І. І. Юрчишина. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2009. 528 с.
5. Технологія машинобудування. Курсове проектування : навчальний посібник. / О. В. Дерібо, Ж. П. Дусанюк, В. П. Пурдик. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 123 с.
6. Міжгалузеві нормативи часу на слюсарну обробку деталей і слюсарно-складальні роботи при складанні машин. (Одиничне і малосерійне виробництво). – Краматорськ: Центр продуктивності, 1999, - 222с.
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. Технологічна оснастка : навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» / Укл. В. С. Медведєв, В. І. Тулупов, С. Г. Онищук – Краматорськ : ДДМА, 2021. – 108 с.
9. Железна А.М., Кирилович В.А. Основи взаємозамінності, стандартизації та технічних вимірювань: Навчальний посібник. К.: Кондор, 2004. 796 с.

10. Пістун І.П., Кіт Ю.В., Березовецький А.П. Охорона праці. Практикум. Суми: Університетська книга, 2000.

11. В.Й. Сивко. Розрахунки з охорони праці: Навчальний посібник. - Житомир: ЖІТІ, 2001. - 152 с.

12. Охорона праці в галузі. Індивідуальні завдання та методичні вказівки до їх розв'язання для студентів інженерних спеціальностей. Г.С. Калда, О.В. Снозик, А.В. Кирилков. – Хмельницький, 2007, - 40с.

ДОДАТКИ

Керуюча програма для верстата мод. 2P135Ф2

Операція № 020, система ЧПК 2S32-65

%
N100 T01 M06
N101 G90 X+150000 Y+150000
N102 G00 G90 G81 G43 G54 D01 Z+15000 Q+0 R+0 F 0,15 S2000 M03
N103 X-56000 Y +23500
N104 Z-10000
N105 Z+15000
N106 X-56000 Y-23500
N107 Z-10000
N108 Z+15000
N109 X+150000 Y+150000
N110 T02 M06
N111 G00 G90 G81 G43 G54 D02 Z+15000 Q+0 R+0 F0,5 S2000 M03
N112 X-15000 Y+23500
N113 Z-20000
N114 Z+15000
N115 X+23500
N116 Z-20000
N117 Z+15000
N118 X+150000 Y+150000
N119 T03 M06
N120 G00 G90 G81 G43 G54 D03 Z+15000 Q+0 R+0 F0,5 S2000 M03
N121 X-7000 Y+23500
N122 Z-20000
N123 Z+15000
N124 X-27000
N125 Z+15000
N126 Z+15000
N127 X-39000
N128 Z-20000
N129 Z+15000
N130 X-49000
N131 Z-20000
N132 Z+15000
N133 Y-23500
N134 Z-20000
N135+15000

N136 X+39000
N137 Z-20000
N138 Z+15000
N139 X-27000
N140 Z-20000
N141 Z+15000
N142 X-7000
N143 Z-20000
N144 Z+15000
N145 X+150000 Y+150000
N146 TO4 M06
N147 G00 G90 G81 G43 G54 D03 Z+15000 Q+0 R+0 F0,5 S2000 M03
N148 L84 X-56000 Y+23500 Z-8000
N149 Z+15000
N150 L84 X-56000 Y-23500 Z-8000
N151 Z+15000
N152 G80 G40 Z+150000
N153 M06
N154 M02

Технологічна документація на процес механічного оброблення
деталі «Маточина АСТ 5109-26-410»

Специфікації до складальних креслеників