

Хмельницький національний університет

Факультет інженерії, транспорту та архітектури

Кафедра технології машинобудування

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи

ОКР- бакалавр

Галузь знань: 13 Механічна інженерія

Спеціальність: 131 Прикладна механіка

на тему: «Технологія виготовлення деталі «Ходовий гвинт 9ТМ.4511.012»

з використанням верстатів з ЧПК»

Виконав студент групи ПМТ-19-1  (Заболотний Б.В.)

Керівник дипломної роботи:  (доц. Урбанюк С.А.)

До захисту допускаю:

Завідувач кафедри  (В.П.Ткачук)

27 06 2023 р.

Хмельницький – 2023 року

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

РЕЦЕНЗІЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ

Дипломник Зобулотний Богдан В., гр. ПМТ-19-1

Тема: «Технологія виготовлення деталі «Ходовий гвинт 9ТМ.4511.012» з використанням верстатів з ЧПК»

Спеціальність 131 Прикладна механіка

Обсяг дипломного проєкту (роботи)

Кількість листів креслень 4 арк. ф.А1; кількість сторінок записки 68 стор. з додатками

1. Короткий зміст дипломної та прийнятих рішень: розроблена технологія виготовлення деталі «Ходовий гвинт 9ТМ.4511.012» з використанням верстатів з ЧПК, спроектований верстатний пристрій та валібр скоба; описані заходи з охорони праці на машинобудівному підприємстві.

2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню: дипломна робота цілком відповідає вихідному 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 проведено аналіз конструкції деталі, вимог до її виготовлення, технологічності деталі і вимог до базового технологічного процесу;

2) Для приведення технологічного процесу виготовлення даної деталі до сучасних умов та вимог були зроблені зміни в технологічному маршруті механічного оброблення, а також використані верстат з ЧПК. Точкарні операції, що виконувались на універсальному обладданні, зведено в одну – токарну з ЧПК. Вибрані тип заготовок, призначені притупки на оброблення, режими різання, виконаве технічні нормування;

3) в конструкторському розділі для підвищення рівня механізації технологічного процесу спроектований верстатний пристрій для багунання і загінку заготовки під час свердлування на радіально-свердлувальному верстаті. Для контролю відповідального розміра деталі розроблений креслення валібра-скоби;

4) в розділі охорони праці розглянуті і запропоновані заходи, що застосовуються для безпечної роботи працівників машинобудівних ділянок.

4. Позитивні сторони роботи: використані типові методики проєктування технологічних процесів машинобудівного профілю.

5. Negativні сторони сторони роботи: для розроблення керуючої програми для ВЧПК бажано було би використати спеціалізований пакет програм.

6. Оцінка графічного оформлення та повномасштабної шпаци дипломної роботи: повномасштабна записка та матеріали графічного розділу (креслення) виконані з дотриманням, в основному, існуючих на даний час вимог.

7. Відгук про роботу в цілому: представлена до захисту дипломна робота відповідає спеціальності 131 Прикладна механіка.

8. Інші зауваження: -

9. Оцінка роботи - Загальна оцінка роботи «добре»

РЕЦЕНЗЕНТ

Машовчук С.С.
Замуров С. Юрій

«...» червня 2023р.

Млоф

Реферат

Тема проекту: «Технологія виготовлення деталі «Ходовий гвинт 9ТМ.4511.012»
з використанням верстатів з ЧПК»

Автор ст. гр. ПМТ-19-1 Заболотний Б.В. Керівник роботи: доц. Урбанюк Є.А.

Обсяг пояснювальної записки: 68 стор. Графічна частина: 4 аркуші ф.А1.

В загальному розділі виконано аналіз конструкції і технологічності деталі, на основі вихідних даних визначено тип виробництва.

В технологічному розділі виконано розрахунки собівартості двох варіантів заготовки, на основі чого вибраний тип заготовки, призначено припуски на оброблення поверхонь деталі, призначені режими різання, визначені норми часу по операціях. Режими різання визначалися класичним методом (розрахунковим і табличним). Розроблено розрахуково-технологічну карту і керуючу програму обробки деталі для токарного верстата з ЧПК.

В конструкторському розділі виконано спроектований пристрій для встановлення деталі на верстаті при обробці отворів на радіально-свердлувальній операції, визначені основні розміри робочої частини калібра-скоби як контрольно-вимірювального пристрою, розроблене робоче креслення калібра-скоби.

В розділі охорони праці наведені заходи з безпечної експлуатації обладнання механообробної дільниці: виконаний аналіз технологічних процесів машинобудування з точки зору охорони праці, наведений перелік заходів, які застосовуються для безпечної роботи працівників машинобудівних дільниць, передбачені заходи із забезпечення мікрокліматичних умов на дільниці механічної обробки деталі “Гвинт ходовий”.

В додатках приведена 3-D модель деталі «Ходовий гвинт», технологічна документація на технологічний процес її виготовлення, специфікація для складального креслення пристрою верстатного і керуюча програма для токарного верстата з ЧПК.

Автор роботи: Заболотний Б.В. _____

/Підпис/

2023 р.

/Дата/

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
1			<u>Документація загальна</u>		
2					
3					
4	A4	ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Розрахунково-пояснювальна записка		
5	A2	ДРБ.ФІТА.ПМ.23.01.01	Кресленик деталі	1	
6	A1	ДРБ.ФІТА.ПМ.23.02.01 ГТ	Графотехнологія	1	
7	A1	ДРБ.ФІТА.ПМ.23.02.02 КН	Карта налагодження верстата з ЧПК	1	
8	A1	ДРБ.ФІТА.ПМ.23.03.01.00.00 СК	Пристрій для свердлування 2-х отв. Ø6	1	
9	A3	ДРБ.ФІТА.ПМ.23.03.02	Калібр-скоба	1	
10	A4		Завдання на ДРБ	1	
11	A4		Реферат	1	

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ		
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив.		Заболотний Б.			Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив		Урбанюк Є.А.				4	1
Н. Контр.		Бись С.С.			ХНУ гр. ПМТ-19-1		
Затвердив		Ткачук В.П.					
Відомість дипломної роботи							

ЗМІСТ

		С.
	Вступ	6
1	Загальний розділ	7
1.1	Основні завдання дипломної роботи	7
1.2	Аналіз об'єкту виробництва. Призначення та конструкція деталі	8
1.2.1	Службове призначення виробу і опис його роботи.	8
1.2.2	Вихідні дані для проектування	9
1.2.3	Аналіз кресленика і технічних вимог на виготовлення деталі.	9
1.2.4	Аналіз технологічності конструкції деталі	11
1.2.5	Визначення типу та організаційної форми виробництва	13
1.2.6	Вибір типу заготовки і обґрунтування методів її отримання	16
1.2.7	Вибір технологічних баз	18
1.2.8	Встановлення методів обробки окремих поверхонь деталі	19
1.2.9	Вибір варіанта технологічного маршруту та його техніко-економічне обґрунтування	20
2	Технологічний розділ	24
2.1	Аналіз базового технологічного процесу	24
2.2	Проектування нового технологічного процесу	24
2.2.1	Розробка технологічних операцій механічного оброблення	24
2.2.2	Розрахунок та призначення припусків на оброблення	28
2.2.3	Розрахунок та призначення режимів різання	32
2.2.4	Технічне нормування операцій	36
2.2.5	Визначення необхідної кількості верстатів	38
2.2.6	Розроблення карти налагодження для операції 010	39
3	Конструкторський розділ	42
3.1	Проектування верстатного пристрою для свердлування 2-х отв.	42
3.1.1	Вибір схеми базування та закріплення деталі	42
3.1.2	Вибір установочних елементів пристрою	42
3.1.3	Розрахунок пристрою на точність	42
3.1.4	Розроблення схеми закріплення деталі	43
3.1.5	Розрахунок сил закріплення деталі	43
3.1.6	Розрахунок елементів пристрою на міцність і надійність	44
3.1.7	Вибір корпусних елементів пристрою	46
3.1.8	Розроблення технічних умов на пристрій і опис його роботи	46
3.2	Проектування калібра-скоби для контролю шийки деталі Ø20h6	47
4	Охорона праці. Заходи щодо безпеки життєдіяльності та охорони навколишнього середовища	51
	Висновки	66
	Література	68
	Додатки	

ДРБ.ФІТА.ПМ.22.00 ПЗ				
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата
Розробив.		Заболотний Б.		
Перевірив		Урбанюк Є.А.		
Н. Контр.		Бись С.С.		
Затвердив		Ткачук В.П.		
«Технологія виготовлення деталі «Ходовий гвинт 9ТМ.4511.012» з використанням верстатів з ЧПК»				
Літера		Аркуш		Аркушів
		5		68
ХНУ гр. ПМТ-19-1				

ВСТУП

Ефективність виробництва, якість виготовлення продукції залежить від впровадження сучасних технологій, обладнання, інструменту та впровадження методів техніко-економічного аналізу.

Одним із чинників, які впливають на розвиток країни загалом, а, особливо, в нинішній критичний для України час, є машинобудування. Важливий вплив на розвиток машинобудування має рівень освіти технологів та конструкторів машинобудівників, який вони здобувають у вищих навчальних закладах за спеціальностями машинобудівного профілю.

Перед машинобудівниками стоять задачі подальшого підвищення якості продукції, зниження її собівартості і матеріалоємності, впровадження прогресивних методів оброблення, а також скорочення термінів підготовки виробництва нових об'єктів.

Виконання кваліфікаційної роботи є кінцевим етапом навчання на здобуття освітнього рівня бакалавра. При виконанні даної роботи студент самостійно вирішує комплекс інженерних задач. Основною метою кваліфікаційної роботи є перевірка знань загально-технічних і, головним чином, спеціальних дисциплін, які отримав студент за період навчання.

Робота над кваліфікаційною роботою дає можливість перевірити вміння студента використовувати отримані ним знання при виконанні конкретних виробничих завдань. Сюди відноситься розроблення прогресивних технологічних процесів, конструювання пристроїв, інструментів та інші проектні роботи. При цьому повинні враховуватися останні досягнення науки і техніки. В процесі роботи студент повинен проявити свої творчі можливості, показати вміння розробляти перспективні технологічні процеси виготовлення виробів машинобудування.

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		6

1. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Основні завдання дипломної роботи

В ході виконання дипломної роботи бакалавра (ДРБ) потрібно розробити вдосконалений технологічний процес механічного оброблення деталі «Ходовий гвинт 9ТМ.4511.012». При цьому необхідно вирішити цілий ряд питань, які направлені на забезпечення високого технологічного рівня виготовлення деталі у порівнянні з існуючим шляхом використання прогресивних методів оброблення та відповідного технологічного устаткування. Для цього необхідно проаналізувати зміст кожної операції технологічного процесу, методи досягнення заданої точності розмірів, форми та взаємного розташування поверхонь, їх шорсткості тощо. Важливими параметрами технологічного процесу є операційні припуски, режими різання та технічні норми часу. Для покращення умов роботи слід розробити спеціальний верстатний пристрій для закріплення деталі при механічному обробленні, а також калібр-скобу для контролю діаметра відповідальної шийки деталі. Вибір обладнання має відповідати темі ДРБ, тобто, необхідно не лише вибрати моделі верстатів з ЧПК, а і розробити для операцій, на яких вони мають використовуватись, керуючу програму.

В розділі техніки безпеки мають бути розроблені заходи, які відповідають умовам технологічного процесу оброблення деталі.

Підготовка до виконання ДРБ відбувалася під час проходження переддипломної практики за матеріалами, наданими керівником.

Отже, в кваліфікаційній роботі необхідно:

- внести зміни до базового технологічного процесу оброблення деталі «Ходовий гвинт 9ТМ.4511.012» для покращення його техніко-економічних показників;

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		7

- розробити установочні пристрої для затиску заготовки (пристрій верстатний);
- спроектувати контрольний пристрій.

Основними вихідними даними для розробки ДРБ є:

- робоче креслення деталі «Ходовий гвинт 9ТМ.4511.012»;
- технічні умови на виготовлення деталі;
- річна програма випуску – 25000 шт.;

1.2 Аналіз об'єкта виробництва. Призначення та конструкція деталі

1.2.1. Службове призначення виробу і опис його роботи.

Деталь «Ходовий гвинт 9ТМ.4511.012» входить до складу лещат, що призначені для закріплення виробів на столі фрезерувального чи свердлувального верстату і забезпечують потрібне положення деталі, яка обробляється на верстаті по її базових поверхнях.

Лещата складаються із наступних основних деталей: основа, корпус, ходовий гвинт з гайками і втулкою, а також затискний вузол.

Складовими частинами затискного вузла є рухомі губки, змінні планки та гвинти М8×22. Змінні планки прикріплені до губок саме гвинтами М8×22.

Корпус являє собою чавунну виливку з напрямними для рухомих губок, які розташовані зверху. У нижній частині корпусу знаходяться прорізи для болтів, що призначені для закріплення лещат до стола верстата та до основи. В даному випадку використовується лише два прорізи, розташовані по вертикальній осі симетрії.

Ходовий гвинт, який має праву та ліву різьбу, змонтований у корпусі. На гвинт нагвинчені гайки з відповідною різью. Від поздовжнього зміщення гвинта на ньому конічними штифтами Ø6×36 закріплені бронзові втулки.

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		8

Рухомі губки в зборі встановлюються на напрямні корпуса, центруються отворами гайок, а потім закріплюються на напрямних планках за допомогою болтів М10×25-020 з пружинними шайбами Ø10Н65Г. Губки кріпляться на напрямних корпуса таким чином, що вони можуть вільно переміщуватись вздовж напрямних.

При обертанні ходового гвинта в напрямі за годинниковою стрілкою губки зближуються і затискають виріб. При обертанні гвинта проти годинникової стрілки губки розходяться і виріб вивільняється.

Лещата встановлюються на основу та центруються на виступі основи отвором Ø66мм. До основи лещата кріпляться пазовими болтами та гайками з шайбами. Круговий паз трапецеїдальної форми в основі дозволяє повертати лещата на будь-який кут. Якщо немає необхідності у повороті лещат, то їх знімають з основи і встановлюють на столі верстата і закріплюють болтами.

1.2.2. Вихідні дані для проектування

За вихідні дані для проектування техпроцесу приймаємо:

1. Робоче креслення деталі.
2. Технічні умови на виготовлення деталі та особливі вимоги.
3. Об'єм випуску виробу, в який входить деталь, - $N_p=25000$ шт./рік.
4. За вимогами кресленика ходовий гвинт має бути виготовлений зі сталі марки сталь 40 ГОСТ 1050-88.

1.2.3. Аналіз кресленика і технічних вимог на виготовлення деталі.

Згідно робочого кресленика деталі, який представлений в графічній частині дипломної роботи, можна сказати про наявність всіх даних для виготовлення деталі, що їх вимагає ДСТУ. Основні елементи деталі вказані на рис. 1.1, а їх характеристики занесені в таблицю 1.1.

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		9

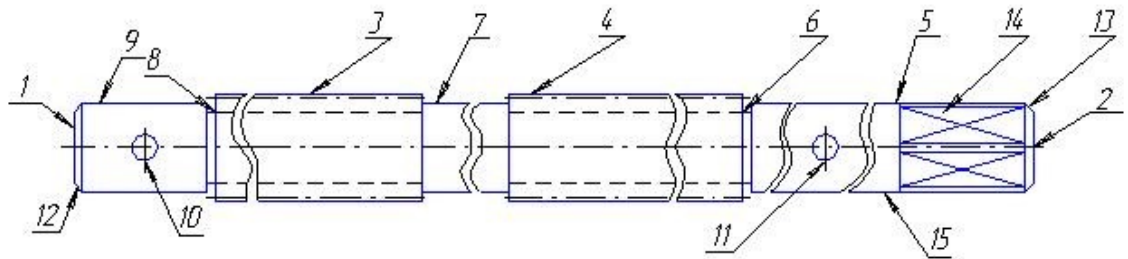


Рисунок 1.1 – Ескіз деталі «Ходовий гвинт 9ТМ.4511.012»

Таблиця 1.1 – Характеристика основних поверхонь деталі

№ з/п.	Назва елементу	Квалітет точності	Шорсткість R_a , мкм	Призначення поверхні
1.	Торець (1;2)	IT14/2	6,3	Конструктивний елемент
2.	Різьба (3;4)	4h	1,6	Конструктивний елемент
3.	Гладка циліндрична поверхня (5;9)	h6	1,6	Посадочна поверхня
4.	Гладка циліндрична поверхня (6;7;8)	h14	3,2	Конструктивний елемент
5.	Циліндричний отвір (10;11)	H7	0,8	Посадочна поверхня
6.	Фаска (12;13)	IT14/2	6,3	Технологічний елемент
7.	Лиски (квадрат) (14)	IT14/2	1,6	Конструктивний елемент
8.	Гладка циліндрична поверхня (15)	Js6	1,6	Конструктивний елемент

Робоче креслення розроблене на основі складального креслення. Воно містить усі необхідні види і перетини, необхідні для розуміння технології виготовлення ходового гвинта відповідно до вимог, що ставляться до робочих креслеників.

При виготовленні ходового гвинта необхідно забезпечити наступні розміри, допуски та шорсткість його поверхонь:

- 1) циліндрична поверхня $\varnothing 20\text{мм}$ має мати шорсткість $Ra1.25\text{мкм}$, що обумовлено точністю базування і умовами подальшої посадки певного елемента виробу, у який входить деталь;
- 2) нарізання різьби згідно вимог до $Tr\ 24\times 12-4h$;
- 3) отвори під штифти $\varnothing 6\text{мм}$ при шорсткості $Ra2,5\text{мкм}$;
- 4) мають бути канавки для виходу шліфувального круга;
- 5) виконати 4 лиски для подальшого насаджування рукоятки для ручної передачі крутного моменту;
- 6) на інші елементи встановлюємо допуски згідно $h14;H14;\pm IT14/2$.

1.2.4 Аналіз технологічності конструкції деталі

Відпрацювання конструкції деталі на технологічність – це комплекс заходів із забезпечення необхідного рівня технологічності виробу за встановленими показниками. Такі заходи направлені на зменшення витрат часу на виготовлення виробу при забезпеченні необхідної якості. Види і показники технологічності, а також правила відпрацювання конструкції виробу і перелік обов’язкових показників технологічності наведені в ДСТУ.

Аналіз технологічності конструкції деталі проводимо за рекомендаціями, викладеними у [1,2,3].

Форма даної деталі проста, складається з нормалізованих поверхонь, типових для деталей класу валів. Конструкція деталі «ходовий гвинт» є технологічною, так як вона містить лише найпростіші поверхні, які обробляються стандартними інструментами за типовими технологічними схемами.

Матеріалом для виготовлення деталі є конструкційна сталь 40 ДСТУ 7809-2015, яка широкодоступна і здатна задовільнити вимоги, поставлені до деталі.

Головною базою в деталі є його вісь обертання, яка за допомогою центрових отворів широко використовується при обробці деталі, а також для її контролю. Допоміжними базами є зовнішні циліндричні поверхні та торці

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
№	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		11

деталі. Торці також є конструктивними базами. При виготовленні деталі можна використовувати типові та стандартні технологічні процеси, а також застосовувати універсальне обладнання та обладнання з ЧПК, що значно збільшує якість і продуктивність її виготовлення. Більшість розмірів можуть бути визначені безпосередньо, без їх перерахування при зміні баз. Загалом деталь є простою і не вимагає складних пристроїв чи верстатів для її виготовлення.

Коефіцієнт точності.

$$K_{TЧ} = 1 - \frac{1}{T_{CP}}, \quad T_{CP} = \frac{\sum T \cdot n_I}{\sum n_I} = \frac{158}{15} = 10.53, \quad K_{TЧ} = 1 - \frac{1}{10.53} = 0.91.$$

де T - клас точності оброблення;

n_I - кількість розмірів відповідного класу точності.

Деталь за коефіцієнтом точності є досить технологічною, так як $K_{TЧ} \approx 1$.

Коефіцієнт шорсткості.

$$K_{Ш} = \frac{1}{Ш_{CP}}, \quad Ш_{CP} = \frac{\sum Ш \cdot n_{IM}}{\sum n_{IM}} = \frac{126}{15} = 8.4, \quad K_{Ш} = \frac{1}{8.4} = 0.119.$$

де Ш – клас шорсткості поверхні;

n_{IM} = кількість поверхонь відповідного класу шорсткості.

Так як $K_{Ш}$ низький, то можна сказати, що деталь за $K_{Ш}$ є технологічною.

Таблиця 1.2 – Хімічний склад та механічні властивості сталі 40.

C , %	Si , %	Mn , %	Не більше		Ni , %	Cr , %
			S , %	P , %		
0.37 ...0.45	0.17...0.37	0.5...0.8	0.04	0.035	0.25	0.25
σ_T , МПа	$\sigma_{TИМ}$, МПа	δ_5 , %	ψ , %	КСІ, Дж/см ²	НВ	НВ після відпалу
не менше						не більше
315	570	19	45	59	250	200

Конструкція деталі, форми і характеристики оброблювальних поверхонь допускають можливість застосування високопродуктивного обладнання і уніфікованого технологічного спорядження. Деякі

оброблювальні поверхні мають складні геометричні параметри (різьбова поверхня, хвостовик), але їх можна обробити стандартними інструментами, застосувавши типові пристрої. Загалом деталь технологічна, допускає використання високопродуктивних режимів різання, має хороші базові поверхні і достатньо жорстка. Не технологічними можна вважати жорсткі вимоги щодо радіального биття основних базових поверхонь, що вимагає обмежених режимів різання і застосування верстата підвищеної жорсткості.

1.2.5. Визначення типу та організаційної форми виробництва

Тип виробництва попередньо можна визначити за масою деталі та річною програмою випуску. При масі деталі від 10 кг до 100 кг та програмі випуску 25000 шт. тип виробництва – серійний.

Відповідно з ДСТУ для серійного виробництва коефіцієнт закріплення операцій знаходиться у проміжку $10 < K_{з.о} < 20$.

Форма організації виробництва за ДСТУ залежить від встановленого порядку виконання операцій, способу розміщення технологічного устаткування, кількості виробів та напрямку їх руху при виготовленні.

Серійне виробництво характеризується обмеженою номенклатурою виробів, які виготовляються періодично повторюваними партіями і порівняно невеликим об'ємом випуску. При серійному виробництві використовують універсальні верстати, які оснащені як спеціальними, так і універсальними пристроями, що дозволяє знизити трудомісткість і собівартість виготовлення деталі. Технологічний процес виготовлення виробу переважно диференційований, тобто, розділений на окремі операції, що виконуються на окремих верстатах.

Тип виробництва характеризується коефіцієнтом закріплення операції $K_{з.о.}$, котрий показує відношення всіх різноманітних технологічних операцій, виконуваних або належних до виконання підрозділом на протязі місяця, до числа робочих місць.

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата?		13

Так як $K_{3,0}$ виражає періодичність обслуговування робочого всією необхідною інформацією, а також забезпечення робочого місця всіма необхідними речовими елементами виробництва, то $K_{3,0}$ оцінюється тільки до явочного числа робочих підрозділів із розрахунку на дві зміни:

$$K_{3,0} = \frac{\sum P_0}{O},$$

де $\sum P_0$ – сумарне число різноманітних операцій;

O – явочна кількість робочих підрозділів, які виконують різні операції.

Таблиця 1.3 - Визначення коефіцієнта закріплення операції

Операції	$T_{шт.}$	m_p	P	$\eta_{з.ф.}$	O
1. Фрезерно-центрувальна	1,69	0,22	1	0,22	3,41
2. Токарна з ЧПК	3,65	0,47	1	0,47	1,6
3. Фрезерувальна	2,66	0,35	1	0,35	2,14
4. Токарна з ЧПК	1,56	0,21	1	0,21	3,57
5. Круглошліфувальна	2,51	0,33	1	0,33	2,27
6. Радіально-свердлувальна	1,56	0,21	1	0,21	3,57
7. Токарна з ЧПК	0,57	0,075	1	0,075	10

Величина $T_{шт.}$ визначалась орієнтовно за рекомендаціями [2].

Визначення T_0 :

Фрезерно-центрувальна:

$$T_0 = 6 \cdot l = 6 \cdot 28 \cdot 10^{-3} = 0.168xв; \quad T_0 = 4 \cdot l = 4 \cdot 28 \cdot 10^{-3} = 0.112xв$$

$$T_0 = 7 \cdot l = 7 \cdot 30 \cdot 10^{-3} = 0.21xв; \quad 4T_0 = 4 \cdot 0.21 = 4 \cdot 0.21 = 0.84xв$$

$$T_0 = 7 \cdot l = 6 \cdot 126 \cdot 10^{-3} = 0.882xв; \quad 2T_0 = 2 \cdot 0.882 = 1.764xв$$

Токарна з ЧПК

$$T_0 = 6 \cdot l = 6 \cdot 106 \cdot 10^{-3} = 0.636xв$$

$$2 \cdot T_0 = 2 \cdot 6 \cdot l = 2 \cdot 6 \cdot 126 \cdot 10^{-3} = 1.412xв$$

$$T_o = 6 \cdot l = 6 \cdot 70 \cdot 10^{-3} = 0.42 \text{ хв}; \quad T_o = 6 \cdot l = 6 \cdot 32 \cdot 10^{-3} = 0.192 \text{ хв}$$

$$T_o = 6 \cdot l = 6 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 0.012 \text{ хв}; \quad T_o = 2 \cdot 0.012 = 0.024 \text{ хв}$$

$$T_o = 0.19 \cdot l \cdot d = 0.19 \cdot 24 \cdot 126 \cdot 10^{-3} = 0.58 \text{ хв}; \quad 2 \cdot T_o = 2 \cdot 0.58 = 1.15 \text{ хв}$$

Радіально–свердловальна

$$2 \cdot T_o = 2 \cdot 0.52 \cdot d \cdot l = 2 \cdot 0.52 \cdot 21 \cdot 6 \cdot 10^{-3} = 0.131 \text{ хв}$$

$$2 \cdot T_o = 2 \cdot 0.21 \cdot d \cdot l = 2 \cdot 0.21 \cdot 6 \cdot 21 \cdot 10^{-3} = 0.053 \text{ хв}$$

$$2 \cdot T_o = 2 \cdot 0.86 \cdot d \cdot l = 2 \cdot 0.86 \cdot 21 \cdot 6 \cdot 10^{-3} = 0.217 \text{ хв.}$$

Круглошліфувальна

$$T_o = 0.15 \cdot l \cdot d = 0.15 \cdot 24 \cdot 126 \cdot 10^{-3} = 0.454 \text{ хв};$$

$$T_o = 0.15 \cdot l \cdot d = 0.15 \cdot 32 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 0.096 \text{ хв}$$

$$T_o = 0.15 \cdot l \cdot d = 0.15 \cdot 24 \cdot 126 \cdot 10^{-3} = 0.454 \text{ хв};$$

$$T_o = 0.15 \cdot l \cdot d = 0.15 \cdot 104 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 0.312 \text{ хв}$$

$$T_o = 2.5 \cdot l = 2.5 \cdot 30 \cdot 10^{-3} = 0.075 \text{ хв}; \quad 4 \cdot T_o = 4 \cdot 0.075 = 0.3 \text{ хв}$$

Визначення $T_{шт.}$, $T_{шт.} = T_o \cdot \varphi_k$,

Фрезерно-центрувальна: $T_{шт.} = (0,168 + 0,112 + 0,84) \times 1,51 = 1,69 \text{ хв.}$

Токарна з ЧПК: $T_{шт.} = (0,636 + 1,412 + 0,42 + 0,192 + 0,024) \times 1,36 = 3,65 \text{ хв}$

Фрезерувальна: $T_{шт.} = 1,764 \times 1,51 = 2,66 \text{ хв.}$

Радіально–свердловальна: $T_{шт.} = (3(0,04 + 0,03)) \times 1,3 = 0,27 \text{ хв.}$

Круглошліфувальна: $T_{шт.} = (0,454 + 0,096 + 0,312 + 0,454 + 0,3) \times 1,55 = 2,51 \text{ хв.}$

Токарна з ЧПК: $T_{шт.} = 2,3 \times 1,36 = 3,65 \text{ хв.}$

Розрахункове число верстатів $m_p = \frac{N \cdot T_{шт.}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{з.н.}}$, $\eta_{з.н.}$ і $\eta_{з.н.} = 0,75$. [2]

$$\text{Фрезерно-центрувальна: } m_p = \frac{12000 \cdot 1.69}{60 \cdot 2030 \cdot 0.75} = 0.22,$$

$$\text{Токарна з ЧПК: } m_p = \frac{12000 \cdot 3.65}{60 \cdot 2030 \cdot 0.75} = 0.47,$$

$$\text{Фрезерувальна: } m_p = \frac{12000 \cdot 2.66}{60 \cdot 2030 \cdot 0.75} = 0.35,$$

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		15

$$\text{Радіально-свердловальна: } m_p = \frac{12000 \cdot 0.57}{60 \cdot 2030 \cdot 0.75} = 0.075,$$

$$\text{Круглошліфувальна: } m_p = \frac{12000 \cdot 2.51}{60 \cdot 2030 \cdot 0.75} = 0.33,$$

$$\text{Токарна з ЧПК: } m_p = \frac{12000 \cdot 1.56}{60 \cdot 2030 \cdot 0.75} = 0.21.$$

Фактичний коефіцієнт завантаження і число операцій:

$$\eta_{з.ф.} = \frac{m_p}{P}, \quad O = \frac{\eta_{з.н.}}{\eta_{з.ф.}},$$

Результати розрахунків наведенні в таблиці 3.

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P} = \frac{2.14 + 3.41 + 2.27 + 3.57 + 1.6 + 10 + 3.57}{7} = 3.76,$$

За результатами розрахунку тип виробництва – крупносерійний.

1.2.6. Вибір типу заготовки і обґрунтування методів її отримання

Проаналізуємо два варіанти заготовок для деталі «ходовий гвинт»:

1. Заготовка із круглого прокату.
2. Заготовка, що отримана штампуванням на горизонтально-кувальній машині.

Варіант 1: отримання заготовки із прокату.

Приймаємо $\varnothing 28$ мм, довжина прутка 0,47м. Густина сталі $\rho=7,81$ г/см³.

$$\text{Маса заготовки із прокату: } Q = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot L \cdot \rho, \text{ кг},$$

де d - діаметр прокату, d=28 мм,

L – довжина прутка

$$Q = \frac{3,14 \cdot 2.8^2}{4} \cdot 47 \cdot 0,00781 = 2.4 \text{ кг},$$

Витрати на заготовку із прокату:

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата?		16

$$\text{Економічна ефективність } E = \frac{S^I \text{ заг} - S^{II} \text{ заг}}{N^{-1}} = \frac{76 - 35}{12000^{-1}} = 4800 \text{ грн},$$

За даними розрахунку та враховуючи серійність виробництва більш доцільним є отримання заготовки із прокату.

1.2.7. Вибір технологічних баз

Вибір технологічних баз є відповідальним етапом проектування технологічного процесу механічної обробки деталі. Основні принципи, якими необхідно керуватися при виборі баз: принцип постійності баз, принцип суміщення баз, забезпечення базами доброї стійкості встановлення заготовки. На усіх операціях слід витримувати принцип 6-ти точок.

На фрезерно-центрувальній операції базами є зовнішня циліндрична поверхня заготовки та торець.



Рисунок 1.2 – Вибір баз на фрезерно-центрувальній операції

При токарному обробленні деталі базування ведеться по центрових отворах та по зовнішній поверхні.

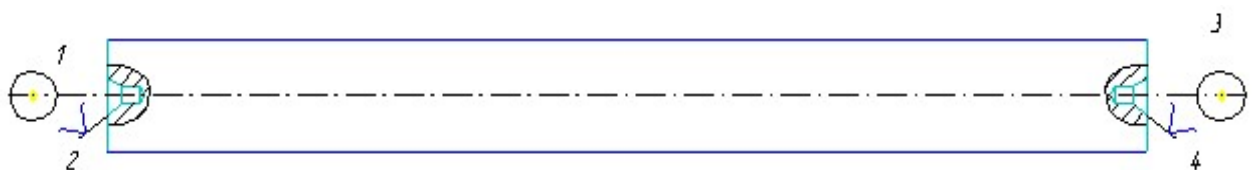


Рисунок 1.3 – Вибір баз при токарному обробленні

При свердлуванні отворів та фрезеруванні різьби і лисок базування проводять по зовнішній циліндричній поверхні та centruючим отворами.

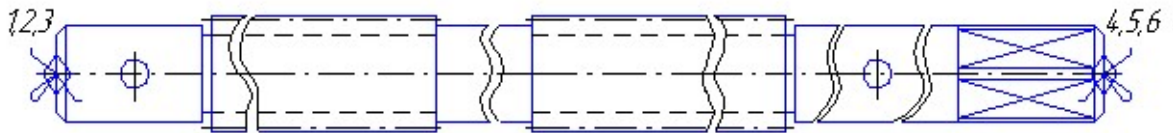


Рисунок 1.4 – Вибір баз при свердлуванні отворів та фрезеруванні лисок

1.2.8. Встановлення методів обробки окремих поверхонь деталі

Плани обробки окремих поверхонь наведено в таблиці 4. Номери поверхонь відповідають зазначеним на рис. 1.1.

Таблиця 1.4 - Плани обробки окремих поверхонь деталі

№ Поверхні	Квалітет точності	Шорсткість	План обробки поверхні
1,2	$\pm t2 / 2$	6,3	1. Фрезерування
3;4	4h	1,6	1. Точіння чорнове 2. Точіння напівчистове 3. Шліфування 4. Точіння чистове
5;9	h6	1,6	1. Точіння чорнове 2. Точіння чистове 3. Шліфування
6;7;8	h14	3,2	1. Точіння чорнове 2. Точіння чистове
10;11	H7	0,8	1. Центрування 2.Свердлування 3.Зенкерування 4.Розвірчування
12;13	$\pm t2 / 2$	6,3	1.Точіння чистове
14	$\pm t2 / 2$	1,6	1. Фрезерування 2. Шліфування
15	Js6	1,6	1. Точіння чорнове 2. Точіння чистове 3. Шліфування

1.2.9. Вибір варіанта технологічного маршруту та його техніко-економічне обґрунтування

Критерієм оптимальності для вибору технологічного маршруту є мінімум приведених витрат на одиницю продукції як суми витрат на отримання заготовки і подальшої механічної обробки. При виборі варіанта технологічного маршруту приведені витрати можуть визначатись у вигляді питомих величин на 1 рік роботи обладнання.

Погодині приведені витрати визначають для двох операцій, що замінюють одна одну при обробці однієї і тієїж поверхні, при досягненні одних і тих же параметрів як якісних так і кількісних.

Перший варіант.

- 005 заготівельна
- 010 фрезерно-центрувальна
- 015 токарна з ЧПУ
- 020 фрезерувальна
- 025 токарна з ЧПУ
- 030 круглошліфувальна
- 035 радіально-свердлувальна
- 040 токарна з ЧПУ
- 045 контрольна

Другий варіант.

- 005 заготівельна
- 010 токарна
- 015 токарна
- 020 фрезерувальна
- 025 токарна
- 030 круглошліфувальна
- 035 токарна
- 040 радіально-свердлувальна
- 045 контрольна

Порівняння даних двох техпроцесів буде здійснюватись на основі порівняння двох операцій 010, на якій підрізання торця буде йти двома різними методами: по першому варіанту на верстаті МР-71М , а по другому - на верстаті 1М63.

Перший варіант.

$$C_{п.в.} = C_3 + C_{ч.з.} + E_n(K_c + K_3),$$

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

C_3 - основна та допоміжна ЗП , грн./год.

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

E_n - нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладів, $E_n = 0.15$ [2]

K_c, K_3 - питомі годинні капітальних вкладів відповідно у верстат та в будову, грн./год.

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

де ε - коефіцієнт, що враховує додаткову ЗП рівну 9% , яка нарахована на соціальне страхування 7.6% та приробіток до основної ЗП в результаті перевиконань норм на 30% , $\varepsilon = 1.53$ [2] .

$C_{т.ф.}$ - годинна тарифна ставка верстатника відповідного розряду ,

$$C_{т.ф.} = 54.8 \text{ грн./год.}, [2]$$

k - коефіцієнт, що враховує ЗП наладчика, $k = 1$, [2].

y - коефіцієнт , що враховує оплату робітника при багатOVERSTATному обслуговуванню, $y = 0.48$, [2].

$$C_3 = 1.53 \cdot 54.8 \cdot 1 \cdot 0.48 = 40.2 \text{ грн./год.}$$

$$C_{ч.з.} = C_{ч.з.}^{б.п.} \cdot K_m,$$

де $C_{ч.з.}$ - практичні годинні затрати на базовому робочому місці, грн./год.,

$$C_{ч.з.}^{б.п.} = 44,6 \text{ грн./год.}$$

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
№	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		21

k_m - коефіцієнт, що враховує у скільки разів затрати, пов'язані з даною роботою верстата, більші аналогічних витрат базового верстата, $k_m=1.1$, [2].

$$C_{ч.з.} = 44,6 \cdot 1.1 = 49,06 \text{ грн./год.}$$

$$K_c = (Ц \cdot 100) / (F_d \cdot \eta_3),$$

де Ц - балансова вартість верстата, Ц=7040 грн., [2].

F_d - дійсний річний фонд часу, $F_d=2030$ год.

η_3 - коефіцієнт завантаження верстата, $\eta_3=0.8$, [2].

$$K_c = (7040 \cdot 100) / (2030 \cdot 0.8) = 433,5 \text{ грн./год.}$$

$$K_3 = (F \cdot 78.4 \cdot 100) / (F_d \cdot \eta_3),$$

де F - виробнича площа, що її займає верстат з урахуванням проходів, m^2 , $F = F_B \cdot k_B$, тут F_B - площа, яку займає верстат, m^2 , $F_B=5.1$, [2].

k_B - коефіцієнт, що враховує додаткову виробничу площу проходів, $k_B=3$, [2].

$$F = 5.1 \cdot 3 = 15,3 \text{ м}^2.$$

$$K_3 = (15,3 \cdot 78.4 \cdot 100) / (2030 \cdot 0.8) = 73,86 \text{ грн./год.}$$

$$C_{п.в1} = 40.2 + 49,06 + 0.15 \cdot (433,5 + 73,86) = 165,364 \text{ грн./год.}$$

Другий варіант. $C_{т.ф.} = 60.6$ грн./год., [2]

$$y=1, [2, \text{ с.40}].$$

$$C_3 = 1.5 \cdot 0.6 \cdot 1 \cdot 1 = 92.72 \text{ грн./год.}$$

$$C_{ч.з.}^{б.п.} = 44,6 \text{ грн./год.}$$

$$k_m = 1.6, [2].$$

$$C_{ч.з.} = 44,6 \cdot 1.6 = 71,36 \text{ грн./год.}$$

$$Ц = 5530 \text{ грн., [2].}$$

$$K_c = (5530 \cdot 100) / (2030 \cdot 0.8) = 340 \text{ грн./год.}$$

$$F_B = 7.9 \text{ м}^2, [2].$$

$$k_B = 2.5, [2].$$

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
№	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		22

$$F=7.9 \cdot 2.5=19.75 \text{ м}^2.$$

$$K_3=(19.75 \cdot 78.4 \cdot 100)/(2030 \cdot 0.8)=95.3 \text{ грн./год.}$$

$$C_{п.в2}=92.7+71,36+0.15 \cdot (340+95.3)=229,38 \text{ грн./год.}$$

Отже враховучи те, що $C_{п.в2}=229,38 > C_{п.в1}=165,36$ коп/год, то приймаємо операцію 010 як фрезерно-центрувальну.

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		23

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Аналіз базового технологічного процесу

Базовий технологічний процес механічного оброблення деталі «Ходовий гвинт 9ТМ.4511.012» побудований у відповідності із заданою програмою випуску деталей та наявного діючого устаткування. Як заготовка використовується круглий прокат Ø28мм із сталі 40 ДСТУ 7809-2015.

Аналіз конструкції деталі показує, що використання такого типу заготовки є доцільним, так як це призводить до раціонального використання матеріалу. Але припуски на чорнове, чистове і кінцеве оброблення розподілені нераціонально. Тому вдосконалення потребують послідовність і структура операцій.

Устаткування, що застосовується у базовому варіанті технологічного процесу є занадто потужним. Технологічна оснастка, що використовується на деяких операціях існуючого технологічного процесу, є недостатньо продуктивною. Різальний і вимірювальний інструмент, який використовується в технологічному процесі, є широко розповсюдженим, режими різання вибрані, в основному, оптимальні, але на багатьох операціях, дещо занижені.

Аналіз базового технологічного процесу показує, що його доцільно удосконалити за рахунок використання вдосконаленого технологічного оснащення, призначення оптимальних режимів різання по операціях та застосування оброблення на верстатах з ЧПК з відповідною їх підготовкою.

2.2. Проектування нового технологічного процесу

2.2.1. Розробка технологічних операцій механічного оброблення

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		24

При проектуванні технологічної операції розробляємо наступне: уточнюємо зміст операції, вибираємо настроювальні розміри, розроблюємо операційні ескізи та схеми наладок.

При уточненні змісту операції встановлюємо, які поверхні деталі будуть оброблюватись на даному етапі. При розробці послідовності та змісту переходів необхідно прагнути скоротити час оброблення за рахунок раціонального вибору засобів технологічного оснащення, кількості переходів, суміщення основного та допоміжного часу. 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, оснастки та різального інструменту.

Технологічне обладнання (моделі металорізальних верстатів) вибираємо з врахуванням наступних показників: методів оброблення, що застосовуються, потужності різання, продуктивності обладнання, вартості верстата і можливості його придбання, зручності та безпеки роботи на верстаті.

Різальний інструмент вибираємо з врахуванням максимального використання нормалізованого і стандартизованого інструменту, методу оброблення, розміру оброблюваної поверхні, точності оброблення і якості поверхні, проміжних розмірів і допусків на ці розміри, стійкості інструменту, його ріжучих властивостей та міцності, стадії оброблення (попередня, чистова), типу виробництва.

Вибір пристроїв для технологічних операцій визначаємо на основі габаритних розмірів виробу, виду заготовки, матеріалу виробу, точності оброблення, якості поверхні, конфігурації виробу, схем базування й закріплення, характеристик обладнання, типу виробництва.

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата?		25

Розробку технологічних операцій механічної обробки зводимо в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 - Технологічний процес механічного оброблення деталі

№ оп.	Маршрут обробки	Верстат	Інструмент		Пристрої
			різальний	контрольний	
005	Заготівельна	8Б72К	Ножівка		Спеціальний
010	Фрезерно-центрувальна 1.фрезерувати торці; 2.центрувати два отвори.	MP-71M	фреза торцева із вставними ножами із сплаву Т15К6, d=100, z=10 сверло центрувальне Р6М5, тип а	штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1	верстатний пристрій спеціальний
015	Токарна з ЧПК установ А 1. точити контур начорно; 2. точити контур начорно; 3. точити контур начисто; 4. точити контур начисто; 5. точити канавку. установ Б 1. точити конур начорно; 2. точити конур начорно; 3. точити конур начорно; 4. точити контур начисто; 5. точити контур начисто; 6. точити контур начисто; 7. точити фаску начисто;	16К20Ф3	різець токарний контурний з пластинкою із твердого сплаву Т15К6 різець канавковий b=2мм з пластинкою із твердого сплаву Т15К6	штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 мікрометр гладкий МК50	центри обертів

$$\Delta_i = \Delta_{i-1} \cdot K_{\gamma}, \quad \text{мкм},$$

де K_{γ} - коефіцієнт уточнення, $K_{\gamma 1}=0,06, K_{\gamma 2}=0,04, K_{\gamma 3}=0,03$, [3].

$$\Delta_1 = 659 \cdot 0,06 = 40 \text{ мкм}, \quad \Delta_2 = 40 \cdot 0,04 = 1,6 \text{ мкм}, \quad \Delta_3 = 1,6 \cdot 0,03 = 0,048 \text{ мкм},$$

Оскільки деталь встановлюється в трикулачковому патроні, то $\varepsilon=0$.

Призначаємо допуски розмірів на кожний перехід.

Для поверхні $\varnothing 20h6$, $T_2=63$ мкм отримано після чистового точіння.

Тоді із [3] послідовність отриманих квалітетів 13-11-7-6.

$$T_{\text{заг}}=970 \text{ мкм}, \quad T_1=400 \text{ мкм}, \quad T_2=63 \text{ мкм}, \quad T_3=40 \text{ мкм}.$$

Результати розрахунків зводимо до таблиці 5.

$$\text{Розрахунковий розмір} \quad 2z_{\min} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \Delta_{i-1}), \text{ мкм},$$

$$2z_{\min 3} = 2 \cdot (25 + 25 + 1,6) = 2 \cdot 51,6 \text{ мкм},$$

$$2z_{\min 2} = 2 \cdot (50 + 50 + 40) = 2 \cdot 140 \text{ мкм},$$

$$2z_{\min 1} = 2 \cdot (80 + 100 + 659) = 2 \cdot 859 \text{ мкм},$$

Таблиця 2.2 - Таблиця розрахунку припусків на обробку поверхні $\varnothing 20h6$.

Склад операції	Елементи припуску, мкм				Розрах. припуск, мкм	Розрах. розмір, мкм	Допуск, мкм	Граничні розміри, мм		Граничні значення припусків, мкм	
	Rz	h	Δ	ε				d_{\min}	d_{\max}	$2z_{\min}$	$2z_{\max}$
Заготовка	80	100	659	-		22,076	970	22,076	23,046		
Точити:											
1.Начорно	50	50	40	-	2×839	20,396	400	20,396	20,796	1680	2250
2.Начисто	25	25	1,6	-	2×140	20,116	63	20,116	20,179	280	617
3.Шліфув.	5	5	0,048	-	$2 \times 51,6$	20,013	40	20,013	20,053	2103	126

$$\text{Розрахунковий розмір} \quad d_{\min i} = d_{\min i+1} + 2z_{\min i+1}, \text{ мм},$$

$$\text{Тоді} \quad d_{\min 3} = d_n + ei = 20 + 0,013 = 20,013 \text{ мм},$$

$$d_{\min 3} = 20,013 + 0,103 = 20,116 \text{ мм},$$

$$d_{\min 2} = 20,116 + 0,28 = 20,396 \text{ мм},$$

$$d_{\min 1} = 20,396 + 1,68 = 22,076 \text{ мм},$$

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
Арк.	№докум.	Підпис	Дата			29

$$d_{\max 3} = 22.076 + 0,97 = 23.046 \text{ мм},$$

$$d_{\max 2} = 20.396 + 0,4 = 20.796 \text{ мм},$$

$$d_{\max 1} = 20.116 + 0.063 = 20.179 \text{ мм},$$

Розмір d_{\max} отримуємо округленням розрахункового розміру до точності допуску відповідного переходу.

$$\text{Граничні значення припусків } 2z_{\min i} = d_{\min i-1} - d_{\min i}, \text{ мкм},$$

$$\text{Тоді } 2z_{\min 1} = 22.076 - 20.396 = 1680 \text{ мкм},$$

$$2z_{\min 2} = 20.396 - 20.116 = 280 \text{ мкм},$$

$$2z_{\min 3} = 20.116 - 20.013 = 103 \text{ мкм},$$

$$2z_{\max i} = d_{\max i-1} - d_{\max i}, \text{ мкм},$$

$$\text{Тоді } 2z_{\max 1} = 23.046 - 20.796 = 2250 \text{ мкм},$$

$$2z_{\max 2} = 20.796 - 20.179 = 617 \text{ мкм},$$

$$2z_{\max 3} = 20.179 - 20.053 = 126 \text{ мкм}.$$

$$\text{Перевірка } \sum 2z_{\max} - \sum 2z_{\min} = Td_{\text{зам}} - Td_{\text{з}},$$

$$(2250 + 617 + 126) - (1680 + 280 + 103) = 970 - 40,$$

Умова виконується, розрахунки виконані вірно.

Схема припусків на обробку $\varnothing 20\text{h}6$ представлена на рис. 2.1.

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		30

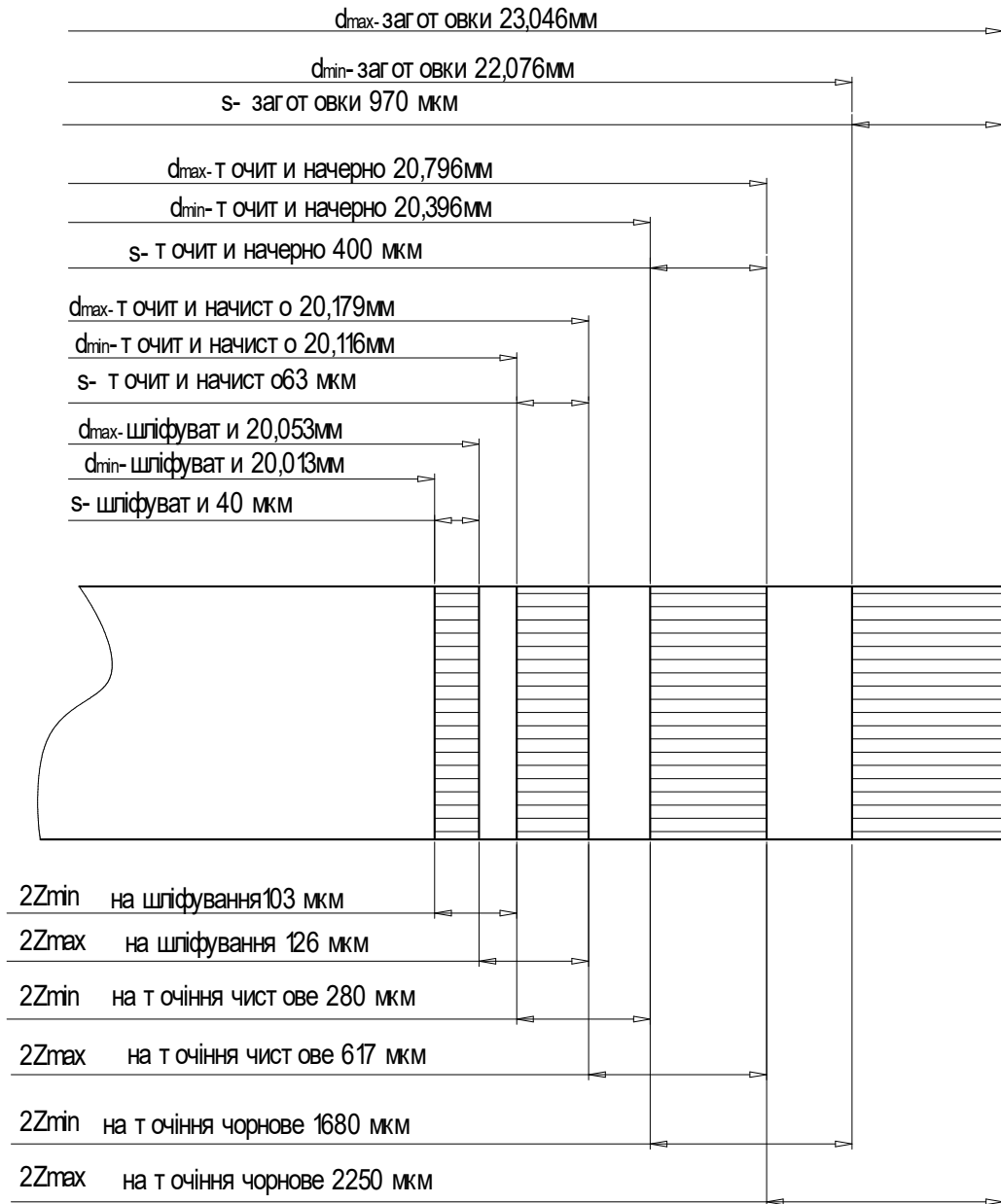


Рисунок 2.1 – Схема розміщення припусків приобробленні поверхні $\varnothing 20h6$

2.2.2.2. Призначення припусків за таблицями

На решту оброблюваних поверхонь припуски і допуски на их вибираємо з рекомендованих джерел [3] і записуємо їх значення в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 - Зведена таблиця припусків на оброблення поверхонь деталі

Поверхня	Маршрут	Припуск на поверхню	Розмір з допуском
464h14	Заготовка Фрезерування	5.6	464(±0.4)
Ø20js6	Заготовка Точіння чорнове Точіння чистове Шліфування	7.2 0.6 0.3	28 ^(+0.1 -0.4) 20.9 ^(+0.1 -0.4) 20.3 ^(+0.1 -0.4) Ø20js6
Ø20h6	Заготовка Точіння чорнове Точіння чистове Шліфування	7.2 0.6 0.3	28 ^(+0.1 -0.4) 20.9 ^(+0.1 -0.4) 20.3 ^(+0.1 -0.4) Ø20h6
Tr 24×12-4h	Заготовка Точіння чорнове Точіння напівчистове Шліфування зовнішнє Точіння чистове	3,5 0,12 на сторону 0,2 0,2	28 ^(+0.1 -0.4) 24,5 ^(+0.1 -0.4) 24,5 ^(+0.1 -0.4) 24,2 ^(+0.1 -0.4) Tr 24×12-4h

2.2.3 Розрахунок та призначення режимів різання

Розрахунок режимів різання на токарну обробку поверхні Ø20

1. Вибір інструмента

Вибираємо різець токарний контурний з механічним кріпленням клин-прихватом тригранних пластин із твердого сплаву Т15К6 із параметрами:

$$\varphi=45^\circ; \alpha=6^\circ; b \times h=20 \times 20 [3], \varphi_1=45^\circ; \lambda=2^\circ; r=0.5 \text{ мм.}; \gamma=10^\circ [3]$$

2. Глибина різання $t=1$ мм.

3. Подача $S = 0,1$ мм/об.

4. Швидкість різання $V = \frac{C_V}{T^m t^x S^y} K_V$,

де C_V, m, x, y – змінні параметри;

$$C_V = 420, m = 0,2, x = 0,15, y = 0,2 [3];$$

T – стійкість різця, $T = 50$ хв.

K_V – поправочний коефіцієнт, тут $K_V = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv}$,

де K_{nv} – коефіцієнт, що враховує вплив стану поверхні деталі,

$$K_{nv} = 0.9 \quad [3]$$

K_{iv} – коефіцієнт, що враховує вплив інструмента, $K_{iv} = 1$ [3]

K_{mv} – коефіцієнт, що враховує матеріал заготовки $K_{mv} = 1.3$ [3]

$$V_p = \frac{420}{50^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,1^{0,2}} \cdot 0.9 \cdot 1 \cdot 1.3 = 356.2 \text{ м/хв.}$$

5. Частота обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 356.2}{3,14 \cdot 20} = 5668.4 \text{ об/хв.}$$

Коректуємо частоту обертання шпинделя за паспортними даними верстата: $n_{\text{факт}} = 5670$ об/хв.

$$\text{Дійсна швидкість різання: } V_o = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 520 \cdot 5670}{1000} = 356.2 \text{ м/хв.}$$

6. Визначення сили різання

$$P_z = 10 C_p t^x S^y V^n K_p,$$

де C_p , x , y , n – зміні параметри,

$$C_p = 384, \quad x = 0.9, \quad y = 0.9, \quad n = -0.15 \quad [3]$$

K_p – поправочний коефіцієнт.

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

де $K_{mp} = 0,81$; $K_{\varphi p} = 1,0$; $K_{\gamma p} = 1,0$; $K_{\lambda p} = 1,0$; $K_{rp} = 1,0$

$$P_z = 10 \cdot 384 \cdot 1^{0,9} \cdot 0,1^{0,9} \cdot 355^0 \cdot 0.81 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 = 162.3 \text{ Н.}$$

$$7. \text{ Потужність різання } N_p = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{162.3 \cdot 355}{1020 \cdot 60} = 0.94 \text{ кВт.}$$

8. Перевірка можливості обробки на верстаті $N_{\text{ун}} \geq N_p$

$$N_{\text{ун}} = N_{\text{ос}} \cdot \eta = 10 \cdot 0,8 = 8 \text{ кВт.}$$

Так як $N_{min} = 8 \text{ кВт} > N_p = 0,94 \text{ кВт}$, то обробка на даному верстаті
можлива.

9. Основний час обробки
$$t_o = \frac{L_p}{n \cdot S} \cdot i,$$

де i – число проходів, $i = 1$;

L_p – довжина ходу різця; тут $L_p = L + \Delta + y$,

тут L – довжина обробки, $L = 32 \text{ мм}$;

Δ – величина врізання, $\Delta = 2 \text{ мм}$;

y – величина перебігу, $y = 2 \text{ мм}$;

$$L_p = 32 + 2 + 2 = 36 \text{ мм}; \quad t_o = \frac{236}{55668,4 \cdot 0,1} \cdot 1 = 0,063 \text{ хв.}$$

Для інших операцій режими різання призначаємо табличним методом і результати заносимо в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Режими різання по операціях технологчного процесу

Найменування і короткий зміст операції	t, мм	S _m , мм/хв	S _z , мм/зуб	S _o , мм/об	V, м/хв	n, хв ⁻¹	N _p , кВт	L, мм	T _o , Хв
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
005. Заготівельна									
010. Фрезерно-центрувальна									
1. Фрезерувати два торці одночасно;	2,3	945	0,1	1,5	260	296	8,4	32	0,5
2. Центрувати два отвори одночасно	1,6	160	0,1	0,1	20	227	3	12,8	0,5
015. Токарна з ЧПК Установ А									
Точити:									
1. поверхню начорно;	5	2,5		0,2	150	240		108	4,03
2. поверхню начорно;	4	1,5		0,2	150	200		128	4,03
3. поверхню начисто;	5	1,5		0,2	150	240		108	4,03

4. поверхню начисто;	4	0,5			0,2	160	220		128	4,03
5. поверхню начисто;	6	2			0,2	150	300		4	4,03
Установ Б										
6. поверхню начорно;	9	2,5			0,2	150	240		34	6,47
7. поверхню начорно;	7	2,5			0,2	150	240		72	6,47
8. поверхню начорно;	3	1,5			0,2	150	200		128	6,47
9. поверхню начисто;	3	0,5			0,2	160	220		128	6,47
10. поверхню начисто;	7	1,5			0,2	150	240		72	6,47
11. поверхню начисто;	9	0,5			0,2	160	240		34	6,47
12. поверхню начисто;	8	0,5			0,2	160	320		4	6,47
13. точити фаску 12.	1				0,1	160	450		2	6,47
020. Вертикально-фрезерна										
1. фрезерувати лиски 14;	4	2,5			0,1	260	400	50,2	34	4,21
025. Токарна з ЧПК										
1. напівчистове нарізання різьби 3,4.	0,5				0,6	1,5	60		130	1,5
030. Кругло-шліфувальна										
Шліфувати:										
1. поверхні 5, 4, 3, 9.	0,2	0,2			0,2	56,5	600	2,2	434	4,17
035. Радіально-свердлильна										
1. свердлувати отвори 10,11;			0,15	0,4	64,8	315	3,15	25	0,4	
2. зенкерувати отвори 10,11;	0,4		0,12	1	56,6	256, 2	3,12	25	0,4	
3. розвернути отвори 10,11;	0,1		0,2	0,5	58,2	287, 9	1,56	25	0,4	

де $k=1.5$ - поправочний коефіцієнт, що враховує серійний тип виробництва, [2].

$$T_{\text{вим}}=0,51 \text{ хв.}, [3].$$

$$T_{\text{в}}=0.165 + 0.024 + 0.204 + 0.51 = 0.903 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{об}} + T_{\text{від}} = P_{\text{об.від}} \cdot \left(\frac{T_{\text{о}} + T_{\text{в}}}{100} \right)$$

де $P_{\text{об.від}}$ - норматив часу на обслуговування робочого місяця, відпочинок та природні потреби, $P_{\text{об.від}}=6\%$, [2]

$$T_{\text{об}}+T_{\text{від}}=6 \cdot (2,684+0,903)/100=0,215 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{шт.}}=2,684+0,903+0,215=3,802 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{п.з.}}=14+2+7=23 \text{ хв.}, n = (N \cdot a) / 254,$$

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

$$n=(12000 \cdot 12)/254=567 \text{ шт.}$$

Тоді
$$T_{\text{шт.к}} = \left(\frac{23}{200.32} \right) + 3.802 = 3.917 \text{ хв.}$$

Таблиця 2.5 - Нормування операцій технологічного процесу

№ оп.	T _о	T _в			T _в	T _{об} + T _{відп} , %	T _{шт}	T _{п.з}	T _{шт.к}
		T _{вст} + T _з	T _{кер}	T _{вим}					
010	0,2	0,165	0,04	0,79	0,59	1,64	0,24	0,9	0,9
015	2,684	0,165	0,024	0,204	0,51	0,903	0,215	3,802	3,9
020	4,214	0,165	0,04	0,15	0,59	0,945	0,116	3,665	5,7
025	2,3	0,165	0,024	0,204	0,51	0,903	0,192	3,395	3,5
030	1,316	0,165	0,04	0,79	0,55	1,545	0,139	2,999	3,1
035	0,401	0,165	0,02	0,24	0,89	1,315	0,103	1,819	1,9
040	2,3	0,165	0,024	0,204	0,51	0,903	0,192	3,395	3,5

2.2.5 Визначення необхідної кількості верстатів

Розрахунок кількості верстатів ведемо за формулою

$$C_P = \frac{t_{шт.к.} \cdot N}{60 \cdot F_D \cdot m},$$

де m - число змін, $m=2$;

Операція 010	$C_P = \frac{0.92 \cdot 12000}{60 \cdot 2030 \cdot 2} = 0.01$	Приймаємо $C_{пр}=1$
Операція 015	$C_P = \frac{3.917 \cdot 12000}{60 \cdot 2030 \cdot 2} = 0,19$	Приймаємо $C_{пр}=1$
Операція 020	$C_P = \frac{5.703 \cdot 12000}{60 \cdot 2030 \cdot 2} = 0,28$	Приймаємо $C_{пр}=1$
Операція 025	$C_P = \frac{3,498 \cdot 12000}{60 \cdot 2030 \cdot 2} = 0,17$	Приймаємо $C_{пр}=1$
Операція 030	$C_P = \frac{3.078 \cdot 12000}{60 \cdot 2030 \cdot 2} = 0,15$	Приймаємо $C_{пр}=1$
Операція 035	$C_P = \frac{1.867 \cdot 12000}{60 \cdot 2030 \cdot 2} = 0,09$	Приймаємо $C_{пр}=1$
Операція 040	$C_P = \frac{3.498 \cdot 12000}{60 \cdot 2030 \cdot 2} = 0.17$	Приймаємо $C_{пр}=1$

Визначаємо коефіцієнт завантаження верстатів по основному часу:

Операція 010	$\eta_3 = \frac{C_P}{C_{пр.}} = \frac{0,01}{1} = 0,01$;	$\eta_o = \frac{0.2}{0.92} = 0,217$;
Операція 015	$\eta_3 = \frac{C_P}{C_{пр.}} = \frac{0,19}{1} = 0,19$;	$\eta_o = \frac{2.684}{3.917} = 0,685$;
Операція 020	$\eta_3 = \frac{C_P}{C_{пр.}} = \frac{0,28}{1} = 0,28$;	$\eta_o = \frac{2.604}{5.703} = 0,483$;
Операція 025	$\eta_3 = \frac{C_P}{C_{пр.}} = \frac{0,17}{1} = 0,17$;	$\eta_o = \frac{2.3}{3.498} = 0,658$;
Операція 030	$\eta_3 = \frac{C_P}{C_{пр.}} = \frac{0,15}{1} = 0,15$;	$\eta_o = \frac{1.316}{3.078} = 0,428$;
Операція 035	$\eta_3 = \frac{C_P}{C_{пр.}} = \frac{0,09}{1} = 0,09$;	$\eta_o = \frac{401}{1.867} = 0,215$;

$$\text{Операція 040 } \eta_z = \frac{C_P}{C_{IP.}} = \frac{0,17}{1} = 0,17; \quad \eta_o = \frac{2.3}{3.498} = 0,658.$$

Визначаємо середній коефіцієнт завантаження верстатів:

$$\eta_{з.сер.} = \frac{\sum C_P}{\sum C_{IP.}} = \frac{0.01+0.19+0.28+0.17+0.15+0.09+0.17}{1+1+1+1+1+1+1} = 0,14.$$

Загальний середній коефіцієнт використання обладнання по основному часу:

$$\eta_{o.сер.} = \frac{\sum T_o}{\sum T_{ум.к.}} = \frac{0.2 + 2.684 + 2.604 + 2.3 + 1.316 + 0.401 + 2.3}{0.92 + 3.917 + 3.703 + 3.498 + 3.078 + 1.867 + 3.498} = 0.576$$

2.2.6. Розроблення карти налагодження для операції 010 Токарна з ЧПК

В технологічному процесі механічного оброблення деталі «ходовий гвинт» є токарне оброблення на верстаті з числовим програмним керуванням. Режими різання, модель обладнання, норми часу та інші параметри даної операції визначені в п.п. 2.5 – 2.8.

Задача проектування операції полягає в деталізації як процесу оброблення, так і засобів технологічного оснащення, та встановленню кінцевих параметрів операції (режимів різання, норм часу) і складанню керуючої програми.

Спочатку вибирають вихідну точку положення різальних інструментів (PI), вказуючи достатню відстань від різальних кромek інструменту до заготовки для забезпечення зручності установки і зняття заготовки. При виборі типорозміру інструменту враховують особливості його кріплення на верстаті (переріз державки різця, тип хвостовика та номер конуса Морзе мірних PI тощо). Для підготовки керуючої програми послідовно розробляють операційний ескіз, розрахунково-технологічну карту (РТК) та карту налагодження на операцію.

Операційний ескіз оформлюють у вигляді карти ескізів (форми 7 і 7а за ДСТУ) і включають в комплект технологічної документації. Деталь на ескізі зображують в тому положенні, яке вона займає при обробленні на верстаті. Оброблені поверхні обводять суцільною лінією.

Зображують схему установки деталі у верстатному пристрої (з вказуванням точок опор та затиску). Вибирають початок W та осі (X , Y , Z) декартової системи координат деталі (СКД). Початок W СКД з'єднують із точкою перетину комплекту технологічних баз деталі (рідше - з точкою, відносно якої проставлено більшість розмірів), за умови, що траєкторія руху інструменту описується додатними значеннями координат.

Напрямки осей координат деталі поєднують з напрямками осей координат верстата з ЧПК (останні вибираються згідно правила правої руки).

Розраховують координати опорних точок контуру деталі та проставляють відповідні налагоджувальні технологічні розміри.

Для розрахунку координат опорних точок складного контуру деталі користуються рівняннями, які описують окремі геометричні елементи контуру деталі, та співвідношеннями у сторін трикутниках.

На операційний ескіз наносять налагоджувальні технологічні розміри з граничними відхиленнями, параметри шорсткості оброблюваних поверхонь та інші технічні вимоги (вимоги до взаємного розташування оброблених поверхонь та точності до їх форми). На основі операційного ескізу розробляють розрахунково-технологічну карту (РТК), яка служить для підготовки управляючої програми (УП).

В РТК приводять повну інформацію про виконувану операцію:

- ескізи з контурами деталі (чистої оброблення), заготовки та контурами проміжної оброблення;
- осі координат деталі та розташування вихідної точки («нуля програми»),
- інструмент та його траєкторію з координатами всіх опорних точок;

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		40

- значення подачі, швидкості різання та частоти обертання робочого органа верстата.

При багатоінструментальному обробленні для кожного інструменту розробляють окремий ескіз.

Розраховані координати опорних точок та режими оброблення для кожного інструменту заносять в таблицю, яку розміщують над основним написом креслення. Карта налагодження являє собою графічне зображення взаємного розташування оброблюваної заготовки, різальних і допоміжних інструментів із зазначенням їх позначень та вильотів. За картою налагоджування підготовлюють комплект інструментів і встановлюють його в інструментальний магазин у гнізда. Інструментальні блоки та різальні інструменти показують в послідовності їх застосування. На карті налагодження також вказують системи координат верстата і деталі та вихідне положення («нуль програми») усіх використовуваних інструментів.

Результатом розробки даної операції з ЧПК є карта налагодження, яка приведена графічній частині роботи.

Керуюча програма розроблена для системи ЧПК 2P22 і наводиться в додатку Б.

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		41

3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1. Проектування верстатного пристрою для свердлування 2-х отв. Ø6

Згідно із завданням на дипломну роботу необхідно спроектувати пристрій для свердлування 2-х радіальних отворів Ø6 на операції 035 Радіально-свердлувальна.

3.1.1 Вибір схеми базування та закріплення деталі

На радіально-свердлувальній операції деталь встановлюють на різьбові поверхні Ø24 після нарізання трапецієвидної різі $Tr24 \times 12-4h$. Для витримання розмірів розташування осей отворів Ø6Н7 деталь упирають в торець з боку квадрата під ключ. Закріплення деталі виконується зверху прихватом в центральній зоні деталі по поверхні Ø20.

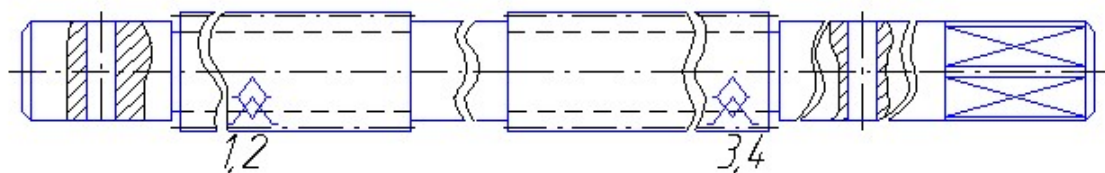


Рисунок 3.1 - Схема базування та закріплення деталі

3.1.2 Вибір установочних елементів пристрою.

Деталь встановлюється на призми з кутом $2\alpha=90^\circ$ та переміщується до планки, яка відіграє роль упора.

3.1.3 Розрахунок пристрою точість

Допустима похибка обробки

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

де T - допуск на відповідний розмір, $T=0,12\text{мм}$

k - поправочний коефіцієнт, $k=1.2$

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		42

w - похибка верстата, w=0,02мм

Похибка установки деталі в пристрої

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

де ξ_{δ} - похибка базування ,

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

ξ_3 - похибка закріплення , $\xi_3 = 0.012 \text{ мм}$ [3]

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

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

Приймаємо $\xi_{\text{пр}} = 0.03$

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

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

Так як $\Delta_{\text{доп}} > \varepsilon_y$, то пристрій сконструйований вірно.

3.1.4. Розроблення схеми закріплення деталі

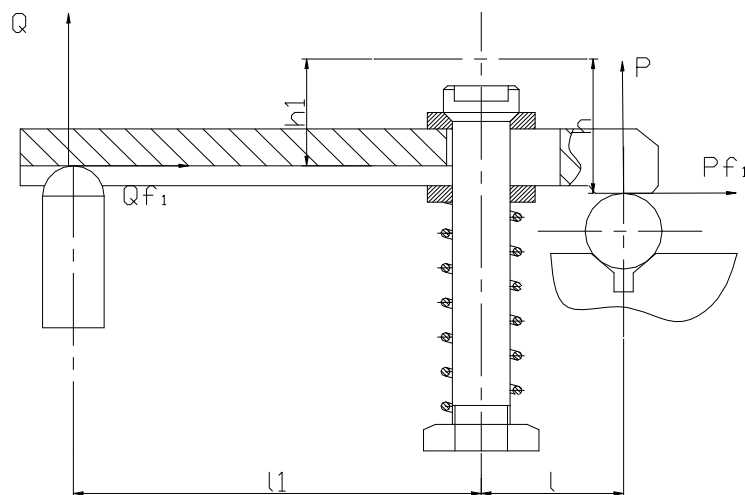


Рисунок 3.2 – Схема закріплення деталі

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

3.1.5. Розрахунок сил закріплення деталі

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата?		43

Чинники, які впливають на силу закріплення деталі:

подача $s = 0,1$ мм/хв.;

швидкість різання $V_d = 8,32$ м/хв;

частота обертання шпинделя $n = 510$ об/хв.

$$P = 10C_p D^q S^y K_p = 10 \cdot 68 \cdot 6^1 \cdot 0,1^{0,7} \cdot 0,844 = 687,07 \text{ Н}$$

$$Q = P \frac{l + hf + rf_0}{l - h_1 f_1 - rf_0} = 687,07 \cdot \frac{37 + 43 + 20}{117 - 35 - 20} = 1108,2 \text{ Н.}$$

Отже, шток має тиснути на прихват із силою не менше, ніж 1108,2 Н.

Тоді діаметр гідроциліндра визначиться за формулою

$$D_u = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{p \cdot \pi \cdot \eta} + g}$$

де p - тиск робочої рідини в гідроприводі, $p = 40$ МПа;

η - коефіцієнт корисної дії, $\eta = 0,75$;

$g = 50$ Н – зусилля пружини.

$$D_u = \sqrt{\frac{4 \cdot 1108,2}{40 \cdot 0,4 \cdot 3,14 \cdot 0,75} + 50} = 28,3 \text{ мм}$$

Приймаємо діаметр циліндра $D_{ц} = 28$ мм, $d_{шт} = 16$ мм.

Визначаємо коефіцієнт запасу.

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6$$

$K_1 = 1,5$ - коефіцієнт гарантованого запасу;

$K_0 = 1$ - коефіцієнт, що враховує збільшення сил;

$K_2 = 1,2$ - коефіцієнт, що враховує збільшення сил;

$K_3 = 1$ - коефіцієнт, що враховує збільшення сил при перервному свердлуванні;

$K_4 = 1,3$ - коефіцієнт, що характеризує постійність сил закріплення;

$K_5 = 1$ - коефіцієнт, що характеризує ергономіку ЗМ;

$K_6 = 1$ - коефіцієнт, який враховує крутний момент.

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 2,34$$

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата?		44

Приймаємо $K=2,5$. Тоді дійсна сила, яка діє з боку штока гідроциліндра, дорівнює $2,5 \cdot Q$, тобто, $Q_3=2,5 \cdot 1108,2=2770,5\text{Н}$.

3.1.6. Розрахунок елементів пристрою на міцність і надійність

Більшість корпусних деталей є стандартними, тому розрахунок проводити не потрібно.

В пристрої найбільші навантаження діють на стрижень поз. 10, який загвичується в кіпильну планку різьбовим з'єднанням М16. Зусилля затиску деталі, що передається від штока на прихват, діє на стрижень через опорну самовстановлювальну шайбу як на опорну точку і може зруйнувати різьбове з'єднання. Розрахунок різьбового з'єднання на міцність зводиться до розрахунку на зріз та перевірки на зминання.

Розрахункове зусилля $Q_p=Q_3 + K \cdot =2770,5+2,34 \cdot 687,07=4378,2\text{Н}$.

Умова міцності на зріз:
$$\tau_{зр} = \frac{Q_p}{i \cdot \frac{\pi \cdot d_0}{4}} < [\tau_{зр}].$$

$$Q_p = P \cdot \eta \cdot \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4}$$

$$[\tau_{зр}] = 140 \text{ МПа}$$

$$d_0 = \sqrt{\frac{4Q}{i \cdot \pi \cdot [\tau_{зр}]}}$$

$$d_0 = \sqrt{\frac{4 \cdot 4378,2}{2 \cdot 3,14 \cdot 140}} = 4,51 \text{ мм.}$$

Приймаємо конструктивно $d_0 = 15,2$ мм, тому фактичний запас міцності складає $K = \frac{15,2}{4,51} = 3,37$ рази, що забезпечує як міцність, так і надійність кріплення опорного стержня.

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата?		45

Перевірка на зминання: $\sigma_{зм} = \frac{Q_p}{d_0 \cdot \delta_{min}} < [\sigma_{зм}]$

$$[\sigma_{зм}] = 320 \text{ МПа}$$

$$\delta_{min} = \frac{Q}{2 \cdot d_0 \cdot [\sigma_{зм}]} = \frac{43782}{2 \cdot 15,2 \cdot 320} = 4,5 \text{ мм}$$

Приймаємо конструктивно висоту різі кріплення в плиті $\delta = 10 \text{ мм}$.

3.1.7. Вибір корпусних елементів пристрою

Вибираємо плиту із комплекту УСП з розмірами 400×240 та призму з кутом $2\alpha=90^\circ$.

3.1.8. Розроблення технічних умов на пристрій і опис його роботи

Пристрій встановлюється на стіл радіально-свердлувального верстата і призначений для закріплення у ньому заготовки для наступного оброблення. Пристрій має забезпечувати точність встановлення і надійність закріплення заготовки.

Пристрій працює наступним чином: плита кріпиться до стола верстата за рахунок кріпильних болтів. Попередньо до плити кріпляться плити з призмами. До однієї із призм кріпиться упор і затискний пристрій, який складається з гвинта та прижима. До іншої призми кріпиться плита з кондукторною втулкою.

Заготовка встановлюється на призматичні опори до упора і затискається затискним механізмом наступним чином: деталь притискається одним кінцем прижиму, який кріпиться на гвинті, а на інший кінець тисне з відповідною силою шток гідроциліндра. Сам гідроциліндр кріпиться до плити через приварений кронштейн болтом. Після завершення оброблення тиск в гідроциліндрі скидається і прижим стає рухомим, що дозволяє вивільнити заготовку.

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		46

Пристрій зручний при його складанні і установці та є досить простим в експлуатації.

3.2 Проектування калібра-скоби для контролю шийки деталі $\varnothing 20h6$

3.2.1 Призначення та область застосування граничних калібрів

У виробництві, особливо масовому і крупносерійному, контроль деталей часто здійснюється калібрами і шаблонами. Робочі калібри використовуються для контролю деталей на робочих місцях у процесі їх виготовлення (ПР – прохідний робочий; НЕ – непрохідний робочий). Контрольні калібри використовують для контролю або регулювання робочих калібрів (К–ПР – контрольний калібр для прохідного робочого калібру; К–НЕ – контрольний калібр для непрохідного робочого калібру; К–У – контрольний калібр для контролю спрацювання прохідної сторони робочого калібру).

СТ РЕВ 157–75 на гладкі калібри встановлює такі допуски на виготовлення: Н – робочих калібрів (пробок) для отворів; Н₁ – калібрів (скоб) для вала; Н_р – контрольних калібрів для скоб. Для прохідних калібрів, які в процесі контролю спрацюються, крім допуску на виготовлення, передбачаються допуски спрацювання.

Калібри і контркалибри характеризуються номінальними і виконавчими розмірами.

3.2.2 Розрахунок виконавчих розмірів калібру скоби для контролювання шийки валу $\varnothing 20h6$ ($^{0,0}_{-0,013}$)

Визначаємо розміри калібр-скоби для шийки вала діаметром $\varnothing 20$ мм з полем допуску $h6$ [6].

Граничні розміри валу:

$$d_{max} = d + es = 20 + 0,0 = 20,0\text{мм}$$

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата?		47

$$K - 3 = d_{max} + Y_1 = 20,0 + 0,003 = 20,003 \text{ мм}$$

Визначаємо граничні розміри калібрів скоб для контролю валів:

- найбільший розмір прохідної частини нової калібр-скоби

$$PP_{max} = d_{max} - Z_1 + \left(\frac{H_1}{2} \right) = 20,0 - 0,003 + (0,004/2) = 19,999 \text{ мм}$$

- найменший розмір прохідної частини нової калібр-скоби:

$$PP_{min} = d_{max} - Z_1 - \left(\frac{H_1}{2} \right) = 20,0 - 0,003 - (0,004/2) = 19,995 \text{ мм}$$

Розмір калібру ПР, що вказується на кресленні при допускові на виготовлення $H_1 = 4$ мкм, дорівнює $19,995^{+0,004}$ мм.

Найбільший розмір зношеної калібр-скоби при допускові на зношування $Y_1 = 3$ мкм дорівнює:

$$PP_{зн} = d_{max} + Y_1 = 20,0 + 0,003 = 20,003 \text{ мм}$$

$$HE_{max} = d_{min} + \left(\frac{H_1}{2} \right) = 19,987 + \left(\frac{0,004}{2} \right) = 19,989 \text{ мм}$$

Найменший розмір непрохідної калібр-скоби

$$HE_{min} = d_{min} - \left(\frac{H_1}{2} \right) = 19,987 - \left(\frac{0,004}{2} \right) = 19,985 \text{ мм}$$

Розмір калібру HE, що проставляється на кресленні, $19,985^{+0,004}$ мм.

Виконавчі розміри калібру:

$$PP = PP_{min} = 19,995 \text{ мм}$$

$$HE = HE_{min} = 19,985 \text{ мм}$$

Розміри контрольних калібрів до калібрів-скоб:

- а) для контролю прохідної сторони калібра-скоби

$$(K - PP)_{max} = d_{max} - Z_1 + \frac{H_p}{2} = 20,0 - 0,003 + \frac{0,0015}{2} = 19,99775 \text{ мкм}$$

Розмір калібру $K - PP$, що проставляється на кресленні, дорівнює $19,99775_{-0,0015}$ мм.

- б) для контролю непрохідної сторони скоби

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата?		49

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Заходи щодо безпеки життєдіяльності та охорони навколишнього середовища

4.1 Аналіз технологічних процесів машинобудування з точки зору охорони праці [4]

Будь який технологічний процес, що впроваджується у виробництво, повинен відповідати правилам та нормам з охорони праці, а саме: єдиним правилам, що розповсюджуються на всі галузі народного господарства; міжгалузевим правилам, що розповсюджуються на декілька галузей; галузевим правилам, що розповсюджуються на окремі галузі, характерні своєю специфічністю

Розроблений новий технологічний процес має забезпечувати найменші витрати сировини та енергії на одиницю продукції, високу якість виробів, сприяти збільшенню продуктивності праці, зниження собівартості готової продукції.

Існує ряд загальних заходів для забезпечення вимог до техніки безпеки до реалізації технологічних процесів, трудомістких та важких робіт, що враховують ступінь їх безперервності, попередження утворення вибухонебезпечних концентрацій речовин. Для цього розроблений технологічний регламент, автоматичне регулювання та управління технологічним процесом, забезпечення всіх технологічних операцій пристроями контролю та вимірювання.

Важливе місце серед правил та норм відводиться системі стандартів безпеки праці, що являє собою комплекс пов'язаних стандартів, напрямлених на забезпечення безпеки праці.

Контроль та нагляд за виконанням норм та правил виконують спеціально

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		51

вповноваженні державні організації та інспекції, що не залежать від діяльності підприємства; та професійні союзи, а також їм підпорядковані технічна та правова інспекції праці. Вищий нагляд за точним виконанням законодавства про працю покладається на генерального прокурора держави.

Технологічний процес, що проектується має порівняно традиційний характер для машинобудівного комплексу. Він складається з процесу отримання заготовки, механічної обробки на металорізальних верстатах, контролю браку, транспортування та складування.

Заготовка отримується з прокату. Пруток потрібної довжини відрізається на прес-ножицях. При використанні мастильно-охолоджувальної рідини можливе її розбризкування. Це небезпечно для органів зору робітника, а також може спричиняти подразнення шкіри в оточуючих працівників. В той же час МОР попереджає розлітання пилу, примушуючи його стікати разом із собою. Що є дуже актуальним при шліфуванні, коли зона різання насичена металевим та абразивним пилом. Використання шліфувальних верстатів є дуже високопродуктивним, але потенційно небезпечним для робітників, що виконують цю операцію. До шкідливих факторів можна віднести те, що під час абразивної обробки, в повітря виділяється велика кількість металевого та абразивного пилу. Пил злітає у повітря і можливе попадання його до організму людини через стравохід та дихальні шляхи. Значне виділення тепла в зоні обробки, а також можливе відлітання розпечених часточок металу є небезпечним для органів зору а при попаданні їх на шкіряні покрови можливі мікро опіки в наслідок високої температури останніх

При транспортуванні заготовок на дільниці механічної обробки, в залежності від виду транспорту, може виникати небезпечність травмування в наслідок недбалості персоналу, забруднення довкілля самим транспортуючим пристроєм, використання неробочого, або відпрацьованого обладнання. Шкідливими виділеннями можуть бути відпрацьовані гази

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
№	Арк.	№докум.	Підпис	Дата?		52

двигунів внутрішнього згорання, негерметичність акумуляторних батарей з витіком електроліту. Небезпечним є використання відпрацьованих, за строком використання, тросів, редукторів і таке інше. Також існує загроза враження електричним струмом від електропровідних машин. Необхідно ретельно вивчити та додержуватись технічних характеристик та умов в експлуатації транспортних засобів.

При використанні мастильно-охолоджувальній рідини можливе її розбризкування. Це небезпечно для органів зору робітника, а також може спричинити подразнення шкіри в оточуючих працівників. В той же час МОР попереджає розлітання пилю, примушуючи його стікати разом із собою. Це явище досить поширене при шліфуванні, коли зона різання насичена металевим та абразивним пилом, що є дуже небезпечним.

Для всіх механічних операцій небезпечною є зона різання, тому слід додержуватись правил експлуатації конкретного виду обладнання. Небезпеку створюють органи верстатів, що рухаються та пристрої, для закріплення інструменту або деталі.

Всі верстати живляться від електромережі, тому існують небезпека пошкодження працюючих електричним струмом. Обов'язково необхідно передбачити в верстаті захисне заземлення.

На токарних та фрезерувальних операціях пристрої для затиску деталі мають ручний привід, тому через необережність працівника при включенні верстата залишений в пристрої ключ може стати причиною травматизму або нещасного випадку. Для запобігання цього необхідно передбачити запобіжні пристрої, які б мали змогу захистити робітника чи попередити його про небезпеку.

Загалом, технологічний процес, що проектується, виконується без застосування високотоксичних, вибухонебезпечних та інших рідин, що можуть створити небезпеку для людини. Практично всі можливі ситуації небезпечні для здоров'я та праці робітників можна попередити

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		53

дотримуючись правил експлуатації обладнання та безпеки праці.

Заходи по забезпеченню безпечних умов праці на робочих місцях дільниці.

Робоче місце це зона прикладання праці окремого робітника чи групи робітників, в якій розташовані матеріально-технічні засоби виробництва.

Організація робочого місця – комплекс організаційних заходів, що забезпечують раціональний трудовий процес та ефективне використання засобів та предметів праці.

4.2 Заходи, які застосовуються для безпечної роботи працівників машинобудівних дільниць [4]

Під час виготовлення деталі згідно технологічного процесу при механічній обробці металів на металоріжучих верстатах (токарних, фрезерувальних, свердлувальних, шліфувальних та інших) виникає ряд фізичних, хімічних, психофізичних і біологічних небезпечних та шкідливих факторів.

Рухомі частини виробничого обладнання, виріб і заготовка, які переміщуються; стружка оброблювальних матеріалів, уламки інструментів, висока температура поверхні обробленої деталі та інструменту; підвищена напруга в електроланцюгу або статистична електрика, при якій може виникнути замикання через тіло людини – усе це відноситься до категорії фізичних небезпечних факторів даного технологічного процесу.

Кожен технологічний процес повинен відповідати передовим вимогам науки і техніки, забезпечувати найменше розходження сировини та енергії на одиницю продукції, високу якість виробів, сприяти збільшенню продуктивності праці, зниження собівартості готової продукції.

Існує ряд загальних заходів згідно вимог техніки безпеки до технологічних процесів, трудомістких та важких робіт, ступені їх неперервності, попередження, створення вибухонебезпечних концентрацій

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
№	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		54

речовин. Має бути точно розроблений технологічний регламент автоматичного регулювання та управління технологічним процесом, забезпечення всіх технологічних режимів пристроями контролю та вимірювання.

Механізація трудомістких, небезпечних та шкідливих процесів ліквідує важку працю, контакт із отруйними, пожежно- і вибухонебезпечними речовинами та матеріалами, забезпечує роботу в безпечній зоні. Найбільш високий процент важкої ручної праці приходить на допоміжні, транспортні та завантажувально-розвантажувальні роботи. Тому при розробці нових технологічних процесів необхідно передбачити використання конвеєрних ліній, підвісних та напільних засобів внутрішньо цехового транспорту, вантажопідйомних механізмів і т.д.

При розробці загальної оцінки технологічного процесу виготовлення деталі "Гвинт ходовий" слід зосередити увагу на ряд можливих небезпечних факторів, що впливають на безпеку праці та охорону здоров'я працюючого:

- запиленість і загазованість повітря робочої зони;
- високий рівень шуму і вібрації;
- недостатня освітленість робочої зони;
- завищена пульсація світлового потоку;
- вміст в повітрі пару, газів і аерозолів мастило - охолоджуючих рідин МОР.

При видаленні компонентів МОР в повітря, вміст вуглеводнів складає 150...940 мг./м³, мастила аерозолу 7...45 мг./м³, забруднення одягу складає 800...900 мг./дм³. Концентрація МОР і окремих компонентів, а також їх якісний склад залежить від їх витрат, способу подачі, термостабільності, характеру і режиму обробки деталі, властивостей оброблюваного матеріалу, наявності і ефективності санітарно-технічних пристроїв.

Одним із факторів впливу на людину є психофізичний фактор. До нього можна віднести фізичні перевантаження при встановленні, закріпленні та

знятті верстатних пристроїв а також перенапруження зору та монотонність праці.

До біологічних факторів можна віднести хвороботворні мікроорганізми і бактерії, що з'являються при роботі з МОР. При обробці поверхонь деталей без використання МОР повітря може бути забруднене пилом різних інгредієнтів. Вплив пилу на організм людини залежить від її дисперсності. Частинки, що крупніші 10...12 мкм осаджуються в порожнині носа, а при вдиханні через рот не проникають глибше верхніх бронхів. Частинки розміром менше 5 мкм осаджуються в бронхіолах, і тільки невелика частина проникає в альвеоли. Частинки розміром 0,8...1,6 мкм, осаджуються в тонких бронхіолах і альвеолах. Після всмоктування отрути виділяються через легені, слизові оболонки, залози, нирки, із потовиділенням, причому виводяться із організму з різною швидкістю

Отруєння як результат дії пилу може бути місцевим або загальним, гострим або хронічним. Одні і ті ж речовини можуть викликати як гострі, так і хронічні отруєння (бензол). Гранично допустимі концентрації пилу у повітрі виробничого приміщення встановлені у ДСТУ, їх враховують при розрахунку вентиляційних і газопилоловловлювачах систем.

Для очищення робочої зони від пилу застосовується вентиляційна централізована система, яка здійснює відсмоктування повітря від ряду одиниць обладнання, які системою повітропроводів замінюються на один пилоочисний віддільник і розташований за ним вентилятор. Викид повітря здійснюється із вентилятора в атмосферу. Пилоочисний віддільник і вентилятор в таких установках як правило, розташовані далеко від вентиляційного обладнання.

Періодичність заміни МОР повинна встановлюватись по результатам контролю її вмісту, але не менше одного разу в шість місяців при лезвійній обробці, одного разу в місяць при абразивній обробці.

Також до небезпечних факторів впливу на безпеку праці та здоров'я

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата?		56

людини можна вважати електричний струм. При несправності електротехнічного обладнання чи порушенні правил його експлуатації можуть відбуватися ураження електричним струмом і виникати електротравми. Найбільш небезпечним видом електротравми є електричний удар, при якому вражається центральна нервова система і відбувається параліч дихальних м'язів та серця. Електричні травми можуть проявлятися у вигляді місцевих уражень тканин та органів, контактних і дугових опіків, електричних знаків і металізації шкіри, електроопіфальмії. Безпечною величиною змінного струму (струм, що відпускає) $\gamma=50\text{Гц}$ рахується 0,01 А, а постійного струму 0,1 А. Для змінного струму ОДА вважається смертельним значенням. За розрахункову величину електричного опору тіла людини приймається значення в 1000 Ом.

Виходячи із згаданого вище для запобігання електротравми необхідно проводити проводку в металевих трубах загального призначення, в якій прокладаємо від двох до чотирьох проводів одночасно, причому ізоляцію проводів розраховують на напругу 500В. Обов'язково проводиться заземлення, яке не повинно перевищувати 4Ом. В процесі роботи слід слідкувати за пилом, який може осідати на струмопровідних мережах і час від часу його витирати.

До таких факторів також відносяться небезпечні частини обладнання, якими є його обертаючі відкриті частини, до яких відносяться муфти, вали, шківни, різальний інструмент.

Небезпечні вузли машин і механізмів в процесі роботи утворюють небезпечні зони, тобто певний простір, в якому періодично виникають чи постійно діють небезпечні і шкідливі виробничі фактори, що здатні виникати травмування працюючих. Зони можуть бути постійними і змінними. До постійних відносять, наприклад зони між пасом і шківом, між вінцями зубчастих коліс і ін.. Змінні небезпечні зони виникають в процесі обробки при зміні її характеру, режимів, матеріалів і інші.

Для запобігання нещасних випадків всі небезпечні виступаючі ділянки повинні бути огорожені захисними кожухами, які виконують із листової сталі товщиною не менше 0,8мм, листового алюмінію товщиною не менше 2мм чи міцної пластмаси товщиною не менше 4мм. Робочі і службовці для захисту від дії небезпечних і шкідливих факторів виробництва повинні бути забезпечені спецодягом, головними уборами, рукавицями і запобіжними пристроями затвердженими в певному порядку.

Органи зору захищають окулярами від механічних пошкоджень. Органи дихання - респіраторами універсального типу ФУ. Засоби захисту повинні відповідати вимогам ДСТУ.

Фізичними небезпечними виробничими факторам, характерними для процесу різання під час обробки деталі по даному технологічному процесу є також підвищена загазованість і запилованість робочої зони; високий рівень шуму і вібрації; недостатня освітленість робочої зони; наявність прямої і відбитого блиску; підвищена пульсації світлового потоку. При відсутності засобів захисту запилованість повітряного середовища в зоні дихання верстатників при точінні, фрезеруванні алюмінієвих матеріалів може перевищувати допустимі концентрації. При роботі затупленим ріжучим інструментом виникає інтенсивне нагрівання, внаслідок чого пил та стружка перетворюється в пароподібний і газоподібний стан. Аерозоль нафтових масел, що входять в склад змащувальних охолоджуваних рідин (СОЖ) може викликати подразнення слизових оболонок верхніх дихальних шляхів, викликати зниження імунобіологічної реактивності. Продукти термоокисної деструкції (граничні і неграничні вуглеводороди) можуть викликати наркотичний стан, змінення центральної нервової системи, судинної системи, кровотворних органів, внутрішніх органів, а також шкіро-трофічні порушення. Концентрація шкідливих речовин в повітрі робочої зони, виникаючих при обробці різанням не повинна перевищувати гранично допустимих значень.

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		58

До психофізіологічних шкідливих виробничих факторів даного техпроцесу можна також віднести монотонність праці перенапруга зору, фізичні перевантаження при установці закріпленні і зйомці великої кількості деталей. До біологічних факторів відносяться хвороботворні мікроорганізми і бактерії, що проявляються при роботі СОЖ.

Для забезпечення безпеки роботи режими різання повинні відповідати вимогам стандартів і технічним умовам для відповідного інструменту.

Розробка технологічної документації, виконання технологічних процесів обробки різання повинні відповідати вимогам системи стандартів безпеки праці "Процеси виробничі. Загальні вимоги безпеки" і "Обробка металів різанням. Вимоги безпеки."

Контроль на верстатах розмірів оброблюваних заготовок і зняття деталей для контролю повинні проводитися лише при відключених механізмах обертання або переміщення заготовок, інструменту і пристроїв.

Для охолодження зони різання дозволяється використовувати мінеральні мастила з температурою спалаху не нижче 150°C, вільне від вологи і кислот. СОЖ повинно подаватися в зону різання у відповідності з вимогами ДСТУ і при циркуляції в зоні охолодження піддаватися очищенню.

Для зниження кількості аерозолів СОЖ в повітрі робочої зони потрібно застосувати рекомендовані ДСТУ. Конструкції сопел для подачі і розпилення рідин.

Для безпечного використання СОЖ повинні відповідати умовам вимог ДСТУ.

Антимікробний захист СОЖ повинен проводитися додаванням бактерицидних присадок і періодичною па стерилізацією рідини

На заводі створено відділ охорони праці і техніки безпеки. Відділ веде роботу по створенню на підприємстві здорових і безпечних умов роботи працюючих, по попередженню нещасних випадків і профзахворювань.

Основні задачі відділу охорони праці (ОП):

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		59

- постійне вдосконалення організації роботи на підприємстві по створенню безпечних умов праці;
- контроль за станом охорони праці на підприємстві;
- попередження виробничого травматизму і профзахворювань;
- впровадження передового досвіду і наукових розробок з ОП.

Відділ ОП і техніки безпеки (ТБ) контролює:

- проведення в підрозділах заходів з ОП;
- виконання вимог правил і норм з ОП, інструкцій з ОП;
- дотримання графіків замірів рівнів шуму, вібрації, запиленості, загазованості, освітлення тощо.

Контролю підлягає ефективність роботи вентиляційних систем, стан запобіжних пристроїв і захисного устаткування, вчасне і якісне проведення інструктажу на робочих місцях, організація навчання, перевірка знань і атестація працюючих з ОП.

4.3 Забезпечення мікрокліматичних умов на дільниці механічної обробки деталі “Гвинт ходовий” [4]

Під словом мікроклімат маються на увазі місцеві особливості клімату, що істотно змінюються вже на невеликих відстанях. У тому самому географічному районі з одним загальним типом клімату спостерігаються різні варіанти мікроклімату над близькими ділянками земної поверхні, різними по будові і властивостям. Над луками і сусіднім лісом, над ріллею і болотом, над рівним степом і в балці, поблизу озера й у віддаленні від нього атмосферні умови будуть у більшому або меншому ступені розрізнятися. Це значить, що в зазначених місцях при одному загальному типі клімату буде різний мікроклімат.

Мікрокліматичні розходження залежать від дрібномасштабних розходжень у будові і властивостях підстилаючої поверхні. Вони слабкі

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		60

порівняно з тими особливостями клімату, що створюються впливом інших, великомасштабних географічних чинників. У попередніх розділах, говорячи про вплив підстилаючої поверхні на температуру, хмарність і інші елементи клімату, ми звертали основну увагу головним чином на самі загальні особливості, такі як, наприклад, розчленування її на сушу і море (крупно масштабна орографія). Тому тепер окремо зупинимося на мікрокліматичних впливах підстилаючої поверхні.

Для мікроклімату відіграють роль експозиція підстилаючої поверхні щодо сторін світу, нерівності мікрорельєфу, великий або менший ступінь вологості ґрунту, особливості рослинного покриву й ін. Ці розходження підстилаючої поверхні визначають собою розходження в поглиненій радіації, ефективному випромінюванні і радіаційному балансі поверхні, а також в умовах нерадіаційного обміну між поверхнею й атмосферою. У результаті будуть спостерігатися мікрокліматичні розходження в режимі температури і вологості повітря й у випаровуванні.

Мікрорельєф і розходження в шорсткості земної поверхні можуть обумовлювати і мікрокліматичні розходження в режимі вітру. У меншому ступені виявляються мікрокліматичні розходження в режимі хмарності й опадів. Наприклад, над значним по розмірах озером у теплий час року може відбуватися часткове розсіювання купчастих хмар. Відомо також зменшення хмарності й опадів на плоских узбережжях морів. У холодну пору року хмари конвекції, навпроти, можуть виникати над відкритими водними поверхнями. У різних умовах погоди мікрокліматичні розходження можуть бути виражені краще або гірше. Наприклад, температурні розходження будуть найбільшими в тиху і сонячну погоду, розходження у вітрі - при сильному вітрі тощо.

Утворення різних видів туманів і, як наслідок, їхній кліматичний режим також залежать від мікрорізниці темної поверхні. Наприклад, у низині або поблизу болота повторюваність туманів може бути істотно більше, ніж у

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата?		61

сусідньої відкритої місцевості (за рахунок приземних туманів). Над великими річками радіаційні тумани виникають рідше, ніж над сусідньою місцевістю, але зате можливо виникнення туманів випаровування.

Коли мова йде про такі великі об'єкти, як узбережжя або місто, іноді уникають користуватися терміном «мікроклімат» і говорять про місцевий клімат, однак точного кількісного розмежування цих термінів не існує. До явищ місцевого клімату варто віднести, наприклад, бризи, гірсько-долинні вітри та ін.

Термін клімат можна розуміти як клімат географічного ландшафту, обумовлений за показниками декількох станцій, розташованих у типових ділянках цього ландшафту. Під місцевим кліматом можна тоді розуміти клімат визначеного географічного урочища даного ландшафту.

Мікроклімат виробничих приміщень – це сукупність параметрів повітря у виробничому приміщенні, які діють на людину у процесі праці, на його робочому місці, у роб зоні.

Робоче місце – територія постійного або тимчасового знаходження людини у процесі праці.

Робоча зона – частина простору робочого місця, обмежене по висоті 2м від рівня підлоги.

Параметри мікроклімату:

- 1) температура повітря T , $^{\circ}\text{C}$;
- 2) відносна вологість Y , %;
- 3) швидкість руху повітря V , м\с.

Значні коливання параметром мікроклімату можуть привести до порушення терморегуляції організму (здатність організму утримувати постійну температуру), що приводить до порушення системи кровообіг, загальної слабкості і т.п.

Нормування параметрів мікроклімату здійснюється згідно ДСТ 12.1.005-88. Встановлені оптимальні та допустимі параметри мікроклімату.

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		62

Оптимальні - найбільш сприятливі (комфортні) забезпечують роботу системи терморегуляції без напруги.

Допустимі - допускають напругу реакції терморегуляції організму у межах її пристосування без шкоди для здоров'я.

Параметри мікроклімату нормуються залежно від наступних факторів:

- 1) періоду року;
- 2) категорії важкості робіт по фізичному навантаженню;
- 3) виду робочого місця

1. Період року :

а) теплий (середньодобова температура навколишнього повітря більше $+10^{\circ}\text{C}$);

б) холодний (середньодобова температура навколишнього повітря менше $+10^{\circ}\text{C}$).

Категорії важкості робіт за фізичним навантаженням та їх характеристика показані у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Категорія робіт	Характеристика робіт	Енерговитрати Дж/с
Легкі (I,а та I,б)	Робота виконується сидячи, стоячи чи пов'язана з ходьбою, але не вимагає систематичної фізичної напруги чи підняття або переносу тягаря.	До139 140 – 174
Середньої важкості (IIа)	Робота пов'язана з постійною ходьбою, виконується сидячи або стоячи, але не вимагаючи переносу тягарів.	175 – 232
Середньої	Робота пов'язана з ходьбою і	233 – 290

важкості (Пб)	переносом невеликих тягарів (до 10 кг)	
Важкі	Робота пов'язана з постійним переносом або переміщення значних тягарів (більше 10 кг)	Більше 290

Кут отвору визначає величину ділянки небосхилу, що безпосередньо освітлює досліджуване місце й утворюється шляхом перетину лінії, яка проведена з нього до верхнього краю вікна, І лінії, що проведена з цього ж пункту до найвищої точки протилежної будови чи дерева, які видно з вікна.

Чим більший кут отвору, тим більша освітленість. На верхніх поверхах висотних будинків кут падіння і кут отвору рівні.

Коефіцієнт глибини закладання - це відношення віддалі від верхнього краю вікна до підлоги, до глибини кімнати (віддалі від вікна до протилежної стінки). Він характеризує освітленість в глибині кімнати.

Дуже важливо в житловому приміщенні правильно організувати робоче місце. При цьому необхідно, щоб світловий потік падав зліва.

Крім природного в житлових приміщеннях повинно бути достатнє штучне освітлення. Штучне освітлення житлових приміщень тепер в основному проводиться електричними та люмінесцентними лампами. Недостатнє або неправильно обладнане штучне освітлення порушує функції ока, викликає стомлюваність, знижує працездатність. Найбільш доцільними для житла є світильники рівномірно розсіяного і відбитого світла.

Лампа розжарювання - найбільш розповсюджене і зручне джерело штучного освітлення. Спектр її випромінювання відрізняється від природного світла більшим вмістом червоних і оранжевих променів та відсутністю ультрафіолетових.

Люмінесцентна лампа - це трубка із звичайного скла, внутрішня поверхня якої покрита люмінофором. Трубка заповнена парами ртуті, при

включенні між електродами, що знаходяться у двох кінцях трубки, виникає електричний розряд, який генерує ультрафіолетові промені. Під впливом ультрафіолетових променів починає світитися люмінофор. Промисловість випускає п'ять типів люмінесцентних ламп: лампи денного світла (ЛД), лампи холодно-білі (ЛХБ), лампи білі (ЛБ), лампи теплобілі (ЛТБ) і лампи із відкоригованою кольоропередачею (ЛДЦ). Недоліком ламп ЛД є те, що у них не зовсім добра передача кольорів при освітленні ними шкіра людей виглядає блідою і ціанотичною. У спектрі ламп ЛТБ і ЛДЦ більше жовтих променів, тому краще виглядає колір обличчя.

Люмінесцентні лампи мають і інші недоліки. Частота коливань світлового потоку люмінесцентних ламп відповідає імпульсній частоті електричного струму, і при розгляданні предметів, які рухаються, виникають різні спотворення зорового зображення у вигляді множинних контурів. Це явище називають "стробоскопічним" ефектом. А при невеликій освітленості приміщення люмінесцентними лампами (менше 75-150 лк) може з'явитися "сутінковий" ефект освітленість здається малою навіть при розгляданні великих деталей. Тому при користуванні люмінесцентними лампами рівень освітлюваності повинен бути не нижче 75-150 лк.

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		65

Висновки

В даній дипломній роботі розглянуто питання вдосконалення існуючого технологічного процесу механічної обробки деталі «Ходовий гвинт 9ТМ.4511.012». В загальному розділі проведено аналіз конструкції деталі, вимог до її виготовлення, технологічності деталі і базового технологічного процесу. При цьому виявлено недоліки, пов'язані із використанням застарілого обладнання і малоефективних методів обробки. Для приведення технологічного процесу виготовлення даної деталі до сучасних умов та вимог були зроблені зміни в технологічному маршруті механічного оброблення, а також використані верстат з ЧПК. Всі токарні операції зведено в одну – токарну з ЧПК, що значно скорочує час оброблення, а також зменшує витрати на обслуговування обладнання. Проведено обґрунтування вибору типу заготовки. Вибрано заготовку із круглого прокату, що зменшило собівартість виробництва деталі «Ходовий гвинт» в порівнянні із штампуванням. Призначені оптимальні припуски на оброблення, розраховані і призначені відповідні до прийнятого обладнання та інструменту режими різання. Розроблена керуюча програма для верстата з ЧПК мод. 16K20Ф3 із системою ЧПК 2Р22. Для нового технологічного процесу розроблений комплект технологічної документації.

Для підвищення механізації технологічного процесу спроектований верстатний пристрій для базування і затиску заготовки під час свердлування радіальних отворів на радіально-свердлувальному верстаті. Пристрій скомпонований із використанням стандартизованих вузлів та елементів, що полегшує його виготовлення і ремонт. Для створення затискного зусилля в пристрої застосовано гідроциліндр. Розрахована сила закріплення при свердлуванні, згідно із якою вибрано за стандартами необхідний діаметр циліндра і штока гідроциліндра..

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата?		66

Спроекований також калібр-скоба для контролю розміру посадкової шийки деталі $\varnothing 20h6^{0,0}_{0,013}$.

В розділі охорони праці проведено наліз технологічних процесів машинобудування з точки зору вимог охорони праці, рззглянуті і запропоновані заходи, що застосовуються для безпечної роботи працівників машинобудівних дільниць.

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		67

ЛІТЕРАТУРА

1. Бондаренко С. Г. Основи технології машинобудування: Навчальний посібник. Львів: Магнолія 2006, 2021. 567 с.
2. Горбатюк Є.О., Мазур М.П., Зенкін А.С., Каразей В.Д. Технологія машинобудування: Навчальний посібник – Львів: «Новий світ – 2000», 2009. 358 с.
3. 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.
4. Методичні вказівки до лабораторних робіт з охорони праці та безпеки життєдіяльності. Частина II / М.В. Матішин, В.А. Кирилков, С.Т. Ушаков, А.О. Сініченко. – Хмельницький: ТУП, 1999.
5. Гордєєв А.І., Урбанюк Є.А., Безносів А.Є., Мігаль В.Г. Курсове та дипломне проектування з технології машинобудування та металорізальних верстатів: Навчальний посібник. – Хмельницький: ХНУ, 2005. – 294с.
6. Техніка лінійних вимірювань: метрологія та поліграфія Навчальний посібник до лабораторного практикуму Укл.: О.Г. Ушенко, В.Г. Житарюк, Д.І. Іванський – Чернівці: Рута, 2021. - 58с.

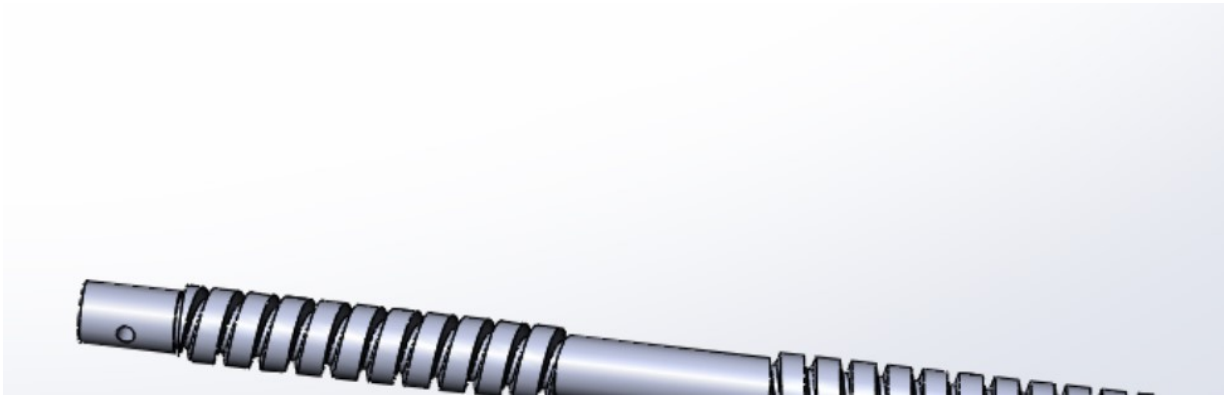
					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		68

ДОДАТКИ

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		69

3-D модель деталі

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		70



3-D модель деталі «Ходовий гвинт 9ТМ.4511.012»

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
						71
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата?		

Керуюча програма для верстата з ЧПК мод. 16К30Ф3

Система ЧПК – 2P22

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		72

Операція 015 Токарна з ЧПК

Установ А

%

N1 G90 G40 G18

N2 T1 S300 F150 M3

N3 G00 X19.5 Z2

N4 G01 X-98

N5 G01 X22.65

N6 G01 Z-131

N7 G01 X28

N8 G01 Z-153 S250

N9 G01 X 30.5

N10 G01 Z-268

N11 G01 X37.5 S150

N12 G01 X69 Z-293.35

N13 G01 Z-298

N14 G00 X100 Z25 M5

N15 T2 S250 F50 M3

N16 G00 X13.8 Z2

N17 G01 X19.25 Z-98 S600

N18 G01 X26.4 S350

N19 G01 Z-131

N20 G01 X28 S500

N21 G01 Z-146.5

N22 G01 X30.25

N23 G01 Z-195

N24 G01 X29.75

N25 G01 Z-220

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата?		73

N26 G01 X30.25
N27 G01 Z-263
N28 G01 X35
N29 G00 X100 Z25 M5
N30 T3 S500 F75 M3
N31 G01 X30 Z-153
N32 G01 X26.5
N33 G01 X40
N34 G01 Z-268
N35 G01 X29.5
N36 G01 X45
N37 G00 X100 Z25 M5
N38 T4 S250 F50 M3
N39 G01 X30.5 Z-131.1
N40 G01 X26.5
N41 G01 Z-151
N42 G01 X30.5
N43 G01 Z-131.1
N44 G01 X26.5
N45 G01 X30.5 Z-151
N46 G01 Z-131.1
N47 G01 X26.5
N48 G01 Z-151
N49 G01 X30.5
N50 G00 X100 Z25 M5
N51 M02

Установ Б

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата?		74

%

N1 G90 G40 G18

N2 T5 S200 F100 M3

N3 G01 X54.6 Z2

N4 G01 X31.04 Z-17

N5 G01 X28

N6 G00 X100 Z25 M5

N7 T1 S150 F75 M3

N8 G00 X50.36 Z2

N9 G01 X71.24 Z-20

N10 G00 X100 Z25 M5

N11 M02

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата?		75

Додаток Б

Специфікації

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		76

Додаток В

Технологічна документація

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		77