

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 «Вісь Д.2.2-15-99»

з використанням верстатів з ЧПК»

Виконав студент групи ПМТ-19-1 _____ (Польовий О.І.)

Керівник дипломної роботи: _____ (доц. Урбанюк Є.А.)

До захисту допускаю:

Завідувач кафедри _____ (В.П.Ткачук)

_____ 2023 р.

Хмельницький – 2023 року

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

РЕЦЕНЗІЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ

Дипломник Польовий Олег І., гр. ПМТс-20-2

Тема «Технологія виготовлення деталі «Вісь Д.2.2-15-99» з використанням верстатів з ЧПК»

Спеціальність: 131 Прикладна механіка

Обсяг дипломного проєкту (роботи)

Кількість листів креслень 4 арк. ф. А1.; кількість сторінок записки 62 стор. з додатками

1. Короткий зміст дипломної та прийнятих рішень: розроблена технологія виготовлення деталі «Вісь Д.2.2-15-99» з використанням верстатів з ЧПК, спроектований верстатний пристрій та калібр скоба; описані заходи безпечної роботи на машинобудівному підприємстві.
2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню: дипломна робота цілком відповідає виданому завданню як за змістом, так і за обсягом.
3. Характеристика виконання кожного розділу роботи, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи:
 - 1) В загальному розділі проведено аналіз конструкції деталі, вимог до її виготовлення, технологічності деталі і недоліків базового технологічного процесу;
 - 2) в технологічному розділі були використані верстати з ЧПК. Всі токарні операції зведено в одну – токарню з ЧПК, що значно скорочує час оброблення, а також зменшує витрати на обслуговування обладнання. Вибораний тип заготовки, призначені припуски на оброблення, режими різання, виконане технічне нормування;
 - 3) в конструкторському розділі спроектований верстатний пристрій для базування і затиску заготовки при свердлуванні радіальних отворів. Для контролю відповідального розміру деталі розроблений креслений калібра-скоби;
 - 4) в розділі охорони праці розглянуті основні небезпеки та шкідливості розробленого технологічного процесу, а також необхідні мікрокліматичні умови машинобудівного виробництва та їх вплив на працездатність працівників дільниці.
4. Позитивні сторони роботи: використані типові методики проектування технологічних процесів машинобудівного профілю.
5. Негативні сторони роботи: для розроблення керуючої програми для ВЧПК бажано було би використати спеціалізований пакет програм.
6. Оцінка графічного оформлення та повнозначної записки дипломної роботи: повнозначна 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 Машова А.С., доц. канд. т.н.

Заслужує оцінку «добре»

«...» червня 2023р.

Машова
підпис

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатами звіту/звітів подібності щодо роботи, продукованими програмно-технічним засобом перевірки текстів на плагіат:

Назва: «Технологія виготовлення деталі «Вісь Д.2.2-15-99» з використанням верстатів з ЧПК»

Автор: ст. гр. ПМТс-20-2 Польовий О.І.
 Освітня програма: Технології машинобудування
 Спеціальність: 131 Прикладна механіка
 Науковий керівник: доц. Урбанок С.А.

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом (далі – зазначаються підстави віднесення запозичень до правомірних, якщо потрібно). Робота приймається до захисту.	+
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданій поставленою метою роботи (далі – зазначаються деталі та аргументовані підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована.	-
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданій поставленою метою роботи. Робота може бути допущена до захисту після того як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	-
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	-
5	Інше: Сумарне збігання за базово даних символів (%) і лексем (%), а також помилок (%) в допустимих межах.	+

Підтвердження: Наявності плагіату в кваліфікаційній роботі не виявлено. Робота приймається до захисту.

Дата _____

Завідувач кафедри _____ /доц. Ткачук В.П./
 Підпис

Гарант ОП _____ /доц. Карачей В.Д./
 Підпис

Керівник КРБ _____ /доц. Урбанок С.А./
 Підпис

Реферат

Тема проекту: «Технологія виготовлення деталі «Вісь Д.2.2-15-99»

з використанням верстатів з ЧПК»

Автор ст. гр. ПМТс-20-2 Польовий О.І. Керівник роботи: доц. Урбанюк Є.А.

Обсяг пояснювальної записки 62 стор. Графічна частина 4 аркуші ф.А1.

В загальному розділі наведено опис конструкції і призначення деталі, виконано аналіз технологічності деталі, вибрано тип виробництва.

В технологічному розділі виконано розрахунки собівартості заготовки, проведена оцінка варіанту технологічного процесу, визначено припуски, режими різання, норми часу. Режими різання визначалися класичним методом: розрахунковим і табличним. Розроблено програму обробки на токарному верстаті з ЧПК.

В конструкторському розділі виконано проектування пристрою для свердлування отворів на радіально-свердлувальному верстаті та контрольно-вимірювального пристрою - калібру-скоби.

В розділі охорони праці розглянуто основні небезпеки та шкідливості розробленого технологічного процесу та особливості мікрокліматичних умов і їх вплив на працездатність працівників машинобудівних дільниць.

В додатках приведені 3D-модель деталі, керуюча програма на верстат з ЧПК, специфікація до складального креслення пристрою верстатного та технологічна документація на технологічний процес виготовлення деталі «Вісь Д.2.2-15-99».

Автор роботи: Польовий О.І. _____ 2023 р.

/Підпис/

/Дата/

<i>№ рядка</i>	<i>Формат</i>	<i>Позначення</i>	<i>Найменування</i>	<i>Кількість</i>	<i>Примітка</i>
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 радіальних отворів	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.	Польовий О.І.				Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Урбанюк Є.А.					4	1
Н. Контр.	Бись С.С.				ХНУ гр. ПМТс-20-2		
Затвердив	Ткачук В.П.						
					Відомість дипломної роботи		

ЗМІСТ

	Вступ	С. 6
1	Загальний розділ	8
1.1	Основні завдання дипломної роботи	8
1.2	Службове призначення виробу і описання його роботи.	9
1.3	Аналіз конструкції деталі і технічних вимог її виготовлення.	10
1.4	Аналіз технологічності виготовлення деталі	11
2	Технологічний розділ	13
2.1	Визначення типу та організаційної форми виробництва	13
2.2	Обґрунтування вибору методу отримання заготовки	15
2.3	Вибір технологічних баз	17
2.4	Встановлення методів оброблення окремих поверхонь деталі	18
2.5	Вибір варіанта технологічного маршруту та його техніко-економічне обґрунтування	19
2.6	Проектування технологічного маршруту механічного оброблення	22
2.7	Розрахунок та призначення припусків на оброблення	23
2.8	Розрахунок та призначення режимів різання	28
2.9	Технічне нормування операцій	31
2.10	Розроблення карти налагодження для операції 010	33
2.11	Оформлення технологічної документації	36
3	Конструкторський розділ	37
3.1	Проектування верстатного пристрою для свердлування на операції 030 Радіально-свердлувальна	37
3.1.1	Вибір установочних елементів пристрою	37
3.1.2	Розрахунок сили закріплення деталі	37
3.1.3	Розрахунок моменту різання при свердлінні отвору Øбмм	38
3.1.4	Розрахунок основних параметрів приводу затискного механізму	39
3.1.5	Розрахунок деталей пристрою на міцність	40
3.1.6	Описання роботи пристрою і розроблення технічних умов його виготовлення	42
3.2	Проектування калібра-скоби для контролю шийки деталі Ø20h6	43
4	Охорона праці	49
4.1	Основні небезпеки та шкідливості розробленого технологічного процесу	49
4.2	Мікрокліматичні умови та їх вплив на працездатність працівників дільниць	54
	Висновки	60
	Література	62
	Додатки	

ДРБ.ФІТА.ПМ.22.00 ПЗ								
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив.		Польовий О.І.			«Технологія виготовлення деталі «Вісь Д.2.2-15-99» з використанням верстатів з ЧПК»			
Перевірив		Урбанюк Є.А.					5	62
Н. Контр.		Бись С.С.			(Пояснювальна записка)	ХНУ гр. ПМТс-20-2		
Затвердив		Ткачук В.П.						

ВСТУП

Сучасний рівень технічного прогресу, завдяки використанню новітніх розробок і досягнень в науці, потребує підготовки кваліфікованих фахівців, які володіють глибокими теоретичними знаннями і добре володіють новою технікою і технологією виробництва, особливо в галузі машинобудування.

Ефективність виробництва, його технічний прогрес, якість виготовлення продукції залежить від випереджувального розвитку виробництва нового обладнання, машин, верстатів та апаратів, від всебічного впровадження методів техніко-економічного аналізу. Одним із чинників які впливають на розвиток країни в цілому, а особливо в теперішній критичний час для України, є машинобудування. Рівень розвитку машинобудування в цілому визначає рівень розвитку будь-якої країни.

Значний вплив на розвиток машинобудування в Україні дає рівень освіти технологів-машинобудівників та рівень освіти в машинобудівних вузах. Перед технологами-машинобудівниками стоять завдання подальшого підвищення якості машин, зниження трудомісткості, собівартості і матеріалоемності їх виготовлення, впровадження поточних методів роботи, механізацію та автоматизацію виробництва, а також скорочення термінів підготовки виробництва нових об'єктів.

Для набуття відповідних теоретичних та практичних знань студенти виконують дипломну роботу бакалавра, метою якої є набуття навичок проектування виготовлення продукції різного асортименту, а також вибір найбільш оптимальних з точки зору техніко-економічних показників варіантів технологічних процесів, режимів обробки, типу заготовки тощо.

Важливим показником в сучасних виробках машинобудівного комплексу є: надійність, довговічність, зручність, ергономічність і простота у використанні та експлуатації.

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

Досягнути усіх цих показників допоможе використання високовиробничих методів обробки, тобто таких методів, які б забезпечували велику точність і якість поверхонь деталей машин, методів зміцнення робочих поверхонь, щоб підвищити ресурс роботи деталей машин в цілому, ефективне використання сучасних потокових ліній, верстатів з ЧПК також використання комп'ютерного забезпечення.

В зв'язку з цим в навчальному процесі вузів машинобудівного профілю значне місце приділяється самостійним роботам, які виконують студенти випускних курсів таким як дипломне проектування за освітньою програмою «Технології машинобудування». Дипломне проектування закріплює і поглиблює знання, які отримали студенти під час лекцій та практичних занять. Дипломне проектування має на меті закріпити навички студента користуватись довідниковою літературою, табличними даними та даними ДСТУ, вміло поєднувати теоретичні знання з практичними.

При виконанні дипломної роботи з метою розвинути ініціативні рішення технічних та організаційних задач, а також детального і творчого аналізу існуючих технологічних процесів велику увагу слід приділяти самостійній роботі.

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

1. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Основні завдання дипломної роботи

При виконанні дипломної роботи бакалавра (ДРБ) завданням передбачено розробити вдосконалений технологічний процес механічного оброблення деталі «Вісь Д.2.2-15-99». При цьому необхідно вирішити цілий ряд завдань, які направлені на забезпечення сучасного технологічного рівня виготовлення деталі у порівнянні з базовим варіантом технологічного процесу шляхом використання прогресивних методів оброблення та відповідного технологічного устаткування. Для цього потрібно 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 безпечним умовам реалізації технологічного процесу оброблення деталі.

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

Отже, в кваліфікаційній роботі необхідно:

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

- внести зміни до базового технологічного процесу оброблення деталі «Вісь Д.2.2-15-99» для покращення його техніко-економічних показників;
- розробити установочний пристрій для встановлення заготовки при обробленні (пристрій верстатний);
- спроектувати контрольний пристрій (калібр-скобу).

Основними вихідними даними для розроблення ДРБ є:

- робоче креслення деталі «Вісь Д.2.2-15-99» і технічні умови на виготовлення деталі;
- річна програма випуску – 20000 шт.;

1.2. Службове призначення виробу та описання його роботи

Натяжний пристрій є технологічною оснасткою, котра використовується на конвейєрах різного типу – у даному випадку ланцюгового транспортера. Так як ланцюги при роботі витягуються, то для натягу ланцюга використовують різні натяжні пристрої. Натяжний пристрій ланцюгового транспортера влаштований так: головним елементом є ланцюгова передача, яка складається з ведучої та ведомої зірочки і ланцюга.

Натяжний пристрій забезпечує натяг ланцюга працює завдяки ланці, котра переміщується по осі (деталь «Вісь Д.2.2-15-99»), на якій на втулках встановлені зірочки. Вісь закріплена гвинтами в повзунах. По мірі витягування ланцюга повзуни переміщаються гвинтами по напрямних рамок. Рамки кріпляться до станини конвейєра гвинтами. Для плавного натягу ланцюга та амортизації штовхачів і ударів служать пружини.

Поверхні натяжного пристрою, що труться, тобто, вісь та втулки, змащуються через масельнички.

Для детального розроблення технології виготовлення деталі згідно завдання на дипломну роботу вибрана деталь «Вісь Д.2.2-15-99», від якості

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

Матеріалом для виготовлення деталі є конструкційна сталь 45 ДСТУ 7809-2015, яка є широкодоступним конструкційним матеріалом і здатна задовільнити вимоги, що ставляться до деталі.

Таблиця 1.1 - Хімічний склад та механічні властивості сталі 45

С, %	Si, %	Mn, %	Не більше		Ni, %	Cr, %
			S, %	P, %		
0.4 ...0.5	0.17...0.37	0.5...0.8	0.045	0.045	0.3	0.3
σ_T , МПа	$\sigma_{\text{тим}}$, МПа	δ_5 , %	ψ , %	$K_{\text{СИ}}$, Дж/см ²	НВ	НВ після відпалу не більше
не менше						
360	610	16	40	50	241	197

1.4. Аналіз технологічності виготовлення деталі

Конструкція деталі “Вісь Д.2.2-15-99” є достатньо технологічною, так як вона містить лише найпростіші поверхні, які можна обробити стандартними інструментами за типовими технологічними схемами.

1. Якісний аналіз. Дана деталь відноситься до типу «валів» і за деяким винятком утворена поверхнями простої форми. З точки зору номенклатури поверхонь кількість циліндричних поверхонь, зведена до мінімуму. Загалом деталь є простою і не вимагає застосування складних пристроїв чи верстатів для її виготовлення.

2. Кількісний аналіз. Коефіцієнт точності.

$$K_{Tч} = 1 - \frac{1}{T_{CP}}, \quad T_{CP} = \frac{\sum T \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{207}{18} = 11,5, \quad K_{Tч.} = 1 - \frac{1}{11,5} = 0,91.$$

де T – клас точності обробки;

n_i – кількість розмірів відповідного класу точності.

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

Коефіцієнт шорсткості.

$$K_{ш} = \frac{1}{Ш_{CP}}, \quad Ш_{CP} = \frac{\sum Ш \cdot n_{IM}}{\sum n_{IM}} = \frac{105}{18} = 5,8, \quad K_{ш} = \frac{1}{5,8} = 0,17.$$

де $Ш$ – клас шорсткості поверхні;

n_I - кількість поверхонь відповідного класу шорсткості.

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

Деталь містить декілька ступенів-шийок, які за своїми діаметральними розмірами особливо не відрізняються. Це дає змогу зменшити величину відходів матеріалу в процесі механічної обробки різанням. Елементи деталі такі як шпонкові пази, канавки, різь, торцеві отвори є необхідними, так як виконують свої функції.

При виготовленні деталі можна використовувати типові та стандартні технологічні процеси, а також застосовувати при обробці деталі універсальне обладнання, що значно спрощує її виготовлення.

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

Обґрунтування допусків форми: встановлюємо позиційний допуск на поверхні під гвинти для кріплення зірочок з кільцями в процентному відношенні від розмірного допуску - 60% (0.4), на плоскі поверхні встановлюємо допуск перпендикулярності (0.1) до вісі обертання і допуск співвісності (0.02). На базові отвори встановлюємо допуск циліндричності (0.02). На всі інші поверхні допуски форми не регламентуємо, так як виготовлення даних поверхонь не вимагає високої точності.

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата?		12

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Визначення типу та організаційної форми виробництва.

Тип виробництва характеризується коефіцієнтом закріплення операції $K_{з.о.}$, котрий показує співвідношення усіх різноманітних технологічних операцій, що виконуються або підлягають виконанню підрозділом протягом місяця, до числа робочих місць.

Так як $K_{з.о.}$ виражає періодичність надання робітнику всієї необхідної інформації, а також забезпечення робочого місця всіма необхідними речовими елементами виробництва, то $K_{з.о.}$ оцінюється тільки за явочним числом робочих підрозділів із розрахунку на дві зміни:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum P_0}{O},$$

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

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

Визначення коефіцієнта закріплення операції.

$T_{шт}$ визначається за методикою [2]: $T_{шт.} = T_o \cdot \phi_K, \phi_K \cdot$

Визначення T_o , хв.:

Операція вертикально-фрезерувальна

$$T_o = 6 \cdot l = 6 \cdot 240 \cdot 10^{-3} = 1.44$$

$$T_o = 4 \cdot l = 4 \cdot 240 \cdot 10^{-3} = 0.92$$

Операція вертикально-свердловальна

$$T_o = 0.52 \cdot d \cdot l = 0.52 \cdot 14 \cdot 26 \cdot 10^{-3} = 0.37$$

$$T_o = 0.21 \cdot d \cdot l = 0.21 \cdot 14 \cdot 26 \cdot 10^{-3} = 0.152$$

$$T_o = 0.43 \cdot d \cdot l = 0.43 \cdot 14 \cdot 26 \cdot 10^{-3} = 0.156$$

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

$$T_o = 0.86 \cdot d \cdot l = 0.86 \cdot 14 \cdot 26 \cdot 10^{-3} = 0.313$$

$$T_o = 0.52 \cdot d \cdot l = 0.52 \cdot 8 \cdot 22 \cdot 10^{-3} = 0.457$$

$$T_o = 0.21 \cdot d \cdot l = 0.21 \cdot 8 \cdot 22 \cdot 10^{-3} = 0.369$$

Операція токарна з ЧПК

$$T_o = 6 \cdot l = 6 \cdot 28 \cdot 10^{-3} = 0.336$$

$$T_o = 6 \cdot l = 6 \cdot 36 \cdot 10^{-3} = 0.432$$

Операція круглошліфувальна

$$T_o = 2.5 \cdot l = 2.5 \cdot 240 \cdot 10^{-3} = 0.6$$

$$T_o = 2.5 \cdot l = 2.5 \cdot 154 \cdot 10^{-3} = 0.385$$

Визначення Тшт., хв.

Вертикально- фрезерувальна: Тшт.=(1,44+0,92)1,51=3,56

Вертикально-свердлувальна: Тшт.=(0,37+0,152+0,156+0,313)1,3=2,56

Токарна з ЧПК: Тшт.=(0,336+0,432)1,51=1,159

Круглошліфувальна: Тшт.=(0,6+0,385)1,55=1,526

$$Тшт.=3,56+2,56+1,159+1,526 = 8,805$$

Визначення розрахункового числа верстатів

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт.}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{з.н.}}, \text{ тут } \eta_{з.н.} = 0,8. [2]$$

Вертикально-фрезерувальна $m_p = \frac{20000 \cdot 3.56}{60 \cdot 2030 \cdot 0.8} = 0.434,$

Вертикально-свердлувальна $m_p = \frac{20000 \cdot 2.56}{60 \cdot 2030 \cdot 0.8} = 0.3126,$

Токарна з ЧПК $m_p = \frac{20000 \cdot 1.159}{60 \cdot 2030 \cdot 0.8} = 0.141,$

Круглошліфувальна $m_p = \frac{20000 \cdot 1.526}{60 \cdot 2030 \cdot 0.8} = 0.186,$

Таблиця 2.1 - Коефіцієнт закріплення по операціях

Операції	$T_{шт.}, \text{хв.}$	m_p	P	$\eta_{з.ф.}$	O
1. Вертикально-фрезерувальна	3,56	0,434	1	0,434	1,84
2. Вертикально-свердлувальна	2,56	0,3126	1	0,3126	2,56
3. Токарна з ЧПК	1,159	0,141	1	0,141	5,67
4. Круглошліфувальна	1,526	0,186	1	0,186	4,3

Фактичний коефіцієнт закріплення операцій:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P} = \frac{18,02}{7} = 2,5.$$

За результатами розрахунку тип виробництва – крупносерійне.

2.2. Обґрунтування вибору методу отримання заготовки

Проаналізуємо два варіанти заготовок для деталі “Вісь”:

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

Варіант 1. Отримання заготовки із круглого прокату.

Приймаємо прокат $\varnothing 40$ мм, довжиною прутка 5м. Густина сталі $\rho=7,81 \text{ г/см}^3$.

Маса заготовки із прокату

$$Q = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot L \cdot \rho, \text{ кг},$$

де d - діаметр прокату, $d=40$ мм,

L - довжина прутка,

$$Q = \frac{3,14 \cdot 4^2}{4} \cdot 500 \cdot 0,00781 = 49 \text{ кг},$$

Витрати на заготовку із прокату (враховуємо, що з одного прутка буде виготовлено 4 заготовки):

$$M = Q \cdot S - (Q - q) \cdot \frac{S_{\text{від}}}{1000}, \text{ грн.}$$

де Q - маса заготовки, кг,

S - вартість 1 кг матеріалу заготовки, грн., S=2100 грн./тонну,

S_{від}=1500 грн./тонну,

q - маса деталі, q = 2,1 кг,

Тоді
$$M = 49 \cdot 2100 \cdot 10^{-3} - (49 - 2.1 \cdot 12) \cdot \frac{1500}{1000} = 70 \text{ грн.}$$

Вартість однієї заготовки
$$s^I_{\text{заг}} = \frac{70}{12} = 5.8 \text{ грн.}$$

Варіант 2. Отримання заготовки штампуванням на горизонтально-кувальній машині

Маса заготовки

$$Q = \rho \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d^2_1 l_1 + d^2_2 l_2 + d^2_3 l_3 + d^2_4 l_4 + d^2_5 l_5), \text{ кг.}$$

де d_1, d_2, d_3, d_4, d_5 - відповідно діаметри ступенів деталі з урахуванням припусків;

l_1, l_2, l_3, l_4, l_5 - відповідно довжини ступенів деталі із урахуванням припусків,

$$Q = 7,81 \cdot \frac{3,14}{4} \cdot (38^2 \cdot 88 \cdot 2 + 33^2 \cdot 43 \cdot 2 + 30^2 \cdot 220) = 3.35 \text{ кг.}$$

Вартість однієї заготовки

$$S^{\text{II}}_{\text{заг}} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot K_m \cdot K_c \cdot K_v \cdot K_m \cdot K_n \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{\text{від}}}{1000}, \text{ грн.}$$

де C_i - базова вартість 1т. заготовок, грн. , $C_i=5000$ грн.

K_t, K_c, K_m, K_v, K_n - коефіцієнти, які залежать від класу точності, групи складності, марки матеріалу і об'єму виготовлення заготовки.

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

$Km=1$ - для штамповки нормальної точності, [3],

$Km=1,0$, $Kc=0,75$, [3],

$Kv=0,73$, $Kn=1$, [3],

$$S''_{заг} = \left(\frac{5050}{1000} \cdot 3.35 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 0,73 \cdot 1 \cdot 1 \right) - (3.35 - 2.1) \cdot \frac{1500}{1000} = 7 \text{ грн},$$

Економічна ефективність

$$E = \frac{S^I_{заг} - S''_{заг}}{N^{-1}} = \frac{7 - 5.8}{20000^{-1}} = 2400 \text{ грн},$$

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

2.3. Вибір технологічних баз

Вибір технологічних баз є відповідальним етапом проектування технологічного процесу механічної обробки деталі.

Основні принципи, якими необхідно керуватися при виборі баз, це принцип постійності баз, принцип суміщення баз, забезпечення базами доброї стійкості встановлення заготовки.

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

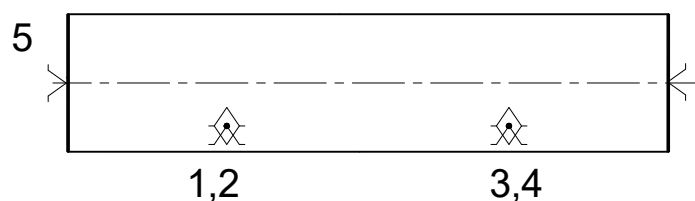


Рисунок 2.1 - Схема базування на фрезерувально-центрувальній операції

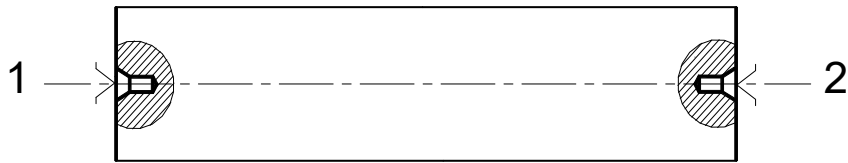


Рисунок 2.2 - Схема базування при токарному обробленні

При свердлуванні отворів базування проводять по зовнішній циліндричній поверхні та торцю.

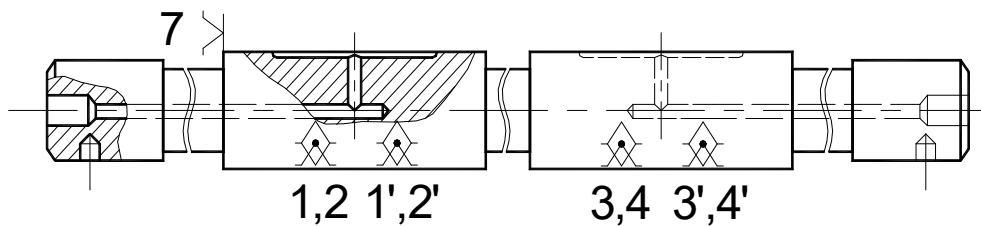


Рисунок 2.3 - Схема базування при вердлуванні отворів

Таким чином на всіх операціях витримується правило 6-ти точок.

2.4. Встановлення планів оброблення окремих поверхонь деталі

Плани обробки окремих поверхонь деталі наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Плани обробки окремих поверхонь деталі

№ поверхні	Квалітет точності	Шорсткість	План обробки поверхні
1.	$\pm t2 / 2$	6,3	1. Фрезерувати
2.	h7	1,6	1. Точіння чорнове 2. Точіння чистове 3. Шліфування

3.	n7	0,6	1. Точіння чорнове 2. Точіння чистове 3. Шліфування
4.	h14	3,2	1. Точіння чорнове 2. Точіння чистове
5.	H14	3,2	1. Центрування 2. Свердлування 3. Розточування
6.	$\pm t2 / 2$	1,6	Однократне фрезерування

2.5. Вибір варіанта технологічного маршруту і його техніко-економічне обґрунтування.

Критерієм оптимальності для вибору технологічного маршруту є мінімум приведених витрат на одиницю продукції. При виборі варіанта технологічного маршруту приведені витрати можуть визначатись у вигляді питомих величин за 1 рік роботи обладнання. Погодинні приведені витрати визначають для двох операцій, що замінюють одна одну при обробці однієї і тієї ж поверхні при досягненні одних і тих же параметрів як якісних, так і кількісних.

Перший варіант.

005 Заготівельна
010 Токарна
015 Токарна
020 Круглошліфувальна
025 Вертикально-свердлувальна
030 Вертикально-фрезерувальна

Другий варіант.

005 Заготівельна
010 Вертикально-фрезерувальна
015 Токарна з ЧПК
020 Круглошліфувальна
025 Вертикально-фрезерувальна
030 Вертикально-свердлувальна

Порівняння двох варіантів технологічних процесів буде здійснюватись на основі порівняння двох варіантів операції 005, на якій підрізання торця та центрування буде йти двома різними методами: за першим варіантом на верстаті МР-71М, а за другим - на верстаті 1М63.

Перший варіант.

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

де $C_{п.в.}$ - години приведені втрати, гр./год.;

C_3 - основна та допоміжна ЗП, гр./год.;

$C_{ч.з}$ - години втрати на експлуатацію робочого місця, гр./год.;

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

K_c, K_3 - питомі години капітальних вкладень відповідно у верстат та в будівлю, гр./год.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$C_{ч.з.}^{б.п.} = 36.3 \text{ гр./год.}$$

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
№	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		20

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

$$C_{ч.з.} = 36.3 \cdot 1.1 = 40 \text{ гр./год.}$$

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

де Ц - балансова вартість верстата, Ц=70400 грн., [2].

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

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

$$K_c = (70400 \cdot 100) / (2030 \cdot 0.8) = 4330 \text{ гр./год.}$$

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

де F - виробнича площа, яку займає верстат з урахуванням проходів, m^2 ,

$$F = F_B \cdot k_B,$$

де F_B - площа, яку займає верстат, m^2 , $F_B=5.1$, [2].

k_B - коефіцієнт, що враховує додаткову виробничу площу проходів, $k_B=2.5$, [2].

$$F = 5.1 \cdot 2.5 = 12.8 \text{ м}^2.$$

$$K_3 = (12.8 \cdot 78.4 \cdot 100) / (2030 \cdot 0.8) = 62 \text{ гр./год.}$$

$$C_{п.в1} = 40.2 + 40 + 0.15 \cdot (433 + 62) = 154.5 \text{ гр./год.}$$

Другий варіант.

$$C_{т.ф.} = 60.6 \text{ гр./год.}, [2]$$

$$y = 1, [2].$$

$$C_3 = 1.5 \cdot 0.6 \cdot 1 \cdot 1 = 92.8 \text{ гр./год.}$$

$$C_{ч.з.}^{б.п} = 36.3 \text{ гр./год.}$$

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

$$C_{ч.з.} = 36.3 \cdot 1.6 = 58.1 \text{ гр./год.}$$

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

$C=5530$ грн., [2].

$K_c=(5530 \cdot 100)/(2030 \cdot 0.8)=340$ гр./год.

$F_B=7.9$ м², [2].

$K_B=2.5$, [2].

$F=7.9 \cdot 2.5=19.75$ м².

$K_3=(19.75 \cdot 78.4 \cdot 100)/(2030 \cdot 0.8)=95.3$ гр./год.

$C_{п.в2}=92.7+58.1+0.15 \cdot (340+95.3)=216.2$ гр./год.

Отже, враховує те, що $C_{п.в2}=216.2 > C_{п.в1}=154.5$, то приймаємо операцію 005 фрезерувально-центрувальну верстаті.

2.6. Проектування технологічного маршруту механічного оброблення

Новий варіант технологічного процесу механічного оброблення деталі складається із наступних операцій:

005. Фрезерувально-центрувальна

1.Фрезерувати два торці одночасно

2.Центрувати два торці одночасно

010. Токарна з ЧПК

Установ А Точити:

1.поверхню 1 начорно

2.поверхню 3 начорно

3.поверхню 2 начорно

4.поверхню 4 начорно

5.фаску 2x45°

6.поверхню 1 начисто

7.поверхню 3 начисто

8.поверхню 2 начисто

9.поверхню 4 начисто

Установ Б Повтотити переходи установу А, 1.Проточити поверхню 25

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

015. Круглошліфувальна

Шліфувати: поверхні 5,9,10

020. Вертикально-фрезерна

Фрезерувати паз $b=4\text{мм}$

Фрезерувати паз $b=4\text{мм}$

025.Вертикально-свердлильна

Установ А

1.Свердлити отв. $\varnothing 8$

2.Свердлити отвір $\varnothing 4$

Установ Б

3.Свердлити отвір $\varnothing 8$

4.Свердлити отвір $\varnothing 4$

030.Радіально-свердлильна

Установ А 1.Свердлити 2 отв. $\varnothing 6$

Установ Б 2.Свердлити 2 отв. $\varnothing 4$

2.6. Розрахунок та призначення припусків на оброблення

Аналітичний розрахунок припусків ведемо на оброблення поверхні $\varnothing 35n7$.

Кривизна профілю сортового прокату $[\Delta]=0,1\text{мкм}$ на 1мм [3].

Тоді $\Delta k = [\Delta] \cdot l, \text{мкм},$

де l - довжина заготовки, $l=450\text{мм},$

$$\Delta k = 0,1 \cdot 450 = 45\text{мкм},$$

Зміщення осі заготовки в результаті похибки центрування

$$\Delta y = 0,25 \cdot \sqrt{T^2 + 1}, \text{мм},$$

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

де T - допуск на діаметральний розмір бази заготовки, використаної при центруванні, $T=870$ мкм [3].

$$\Delta u = 0,25 \cdot \sqrt{0,870^2 + 1} = 0,331 \text{ мм},$$

Тоді сумарні відхилення розташування:

$$\Delta = \sqrt{\Delta k^2 + \Delta u^2} = \sqrt{85^2 + 331^2} = 342 \text{ мкм},$$

Призначаємо точність і якість поверхні заготовок після механічної обробки за [3]:

1. Точити начорно $Rz=50$; $h=50$ мкм,
2. Точити начисто $Rz=25$; $h=25$ мкм,
3. Шліфувати $Rz=5$; $h=5$ мкм.

Визначаємо відхилення розташування поверхні після кожного переходу оброблення:

$$\Delta_i = \Delta_{i-1} \cdot K_u, \text{ мкм},$$

де K_u - коефіцієнт уточнення, $K_{u1}=0,06$, $K_{u2}=0,04$, $K_{u3}=0,03$, [3].

$$\Delta_1 = 342 \cdot 0,06 = 20,52 \text{ мкм},$$

$$\Delta_2 = 20,52 \cdot 0,04 = 0,82 \text{ мкм},$$

$$\Delta_3 = 0,82 \cdot 0,03 = 0,02 \text{ мкм},$$

Так як деталь встановлюється по центрових отворах, то $\varepsilon=0$,

Призначаємо допуски на кожний перехід.

Для поверхні $\varnothing 35n7$ $T_2=54$ мкм буде отримано після чистового точіння.

Тоді за [3] послідовність отриманих квалітетів 14-12-8-7.

$$T_{\text{заг}}=870 \text{ мкм}, T_1=350 \text{ мкм}, T_2=54 \text{ мкм}, T_3=35 \text{ мкм}.$$

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

Результати розрахунків зводимо до таблиці 4.

Таблиця 2.3 -Таблиця розрахунку припусків на обробку поверхні Ø35n7

Зміст 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	250	300	342	-			870	39,130	40		
Точити:											
1.Начорно	50	50	20,52	-	2×892	35,264	350	35,264	35,614	5866	4386
2.Начисто	25	25	-	-	2×120,5 2	35,123	54	35,123	35,177	141	437
3.Шліфув.	5	5	-	-	2×50	35,023	35	35,023	35,058	100	119

Розрахунковий припуск

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

$$2z_{\min 3} = 2 \cdot (25 + 25) = 2 \cdot 50 \text{ мкм},$$

$$2z_{\min 2} = 2 \cdot (50 + 50 + 20,52) = 2 \cdot 120,52 \text{ мкм},$$

$$2z_{\min 1} = 2 \cdot (250 + 300 + 342) = 2 \cdot 892 \text{ мкм},$$

Розрахунковий розмір

$$d_{\min 3} = d_n + ei = 35 + 0,023 = 35,023 \text{ мм},$$

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

Тоді $d_{\min 2} = 35,023 + 2 \cdot 50 = 35,123 \text{ мм},$

$$d_{\min 1} = 35,023 + 2 \cdot 120,52 = 35,264 \text{ мм},$$

Коректуємо результати розрахунку і заносимо в таблицю 4.

$$d_{\max i} = d_{\min i} + T_i, \text{ мм},$$

$$\text{Тоді } d_{\max 1} = 35,264 + 0,35 = 35,614 \text{ мм},$$

$$d_{\max 2} = 35,123 + 0,054 = 35,177 \text{ мм},$$

$$d_{\max 3} = 35,023 + 0,035 = 35,058 \text{ мм},$$

Граничні значення припусків визначаються як

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

$$\text{Тоді } 2z_{\min 1} = 39,130 - 35,264 = 3866 \text{ мкм},$$

$$2z_{\min 2} = 35,264 - 35,123 = 141 \text{ мкм},$$

$$2z_{\min 3} = 35,123 - 35,023 = 100 \text{ мкм},$$

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

$$\text{Тоді } 2z_{\max 1} = 40 - 35,614 = 4386 \text{ мкм},$$

$$2z_{\max 2} = 35,614 - 35,177 = 437 \text{ мкм},$$

$$2z_{\max 3} = 35,177 - 35,058 = 119 \text{ мкм}.$$

Результати розрахунків заносимо в таблицю 2.4.

$$\text{Перевірка: } \sum 2z_{\max} - \sum 2z_{\min} = Td_{\text{зам}} - Td_3,$$

$$(4386 + 437 + 119) - (3866 + 141 + 100) = 870 - 35,$$

Умова виконується, розрахунки виконані вірно.

Схема припусків на обробку поверхні $\varnothing 35n7$ представлена на рис. 2.4.

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата?		26

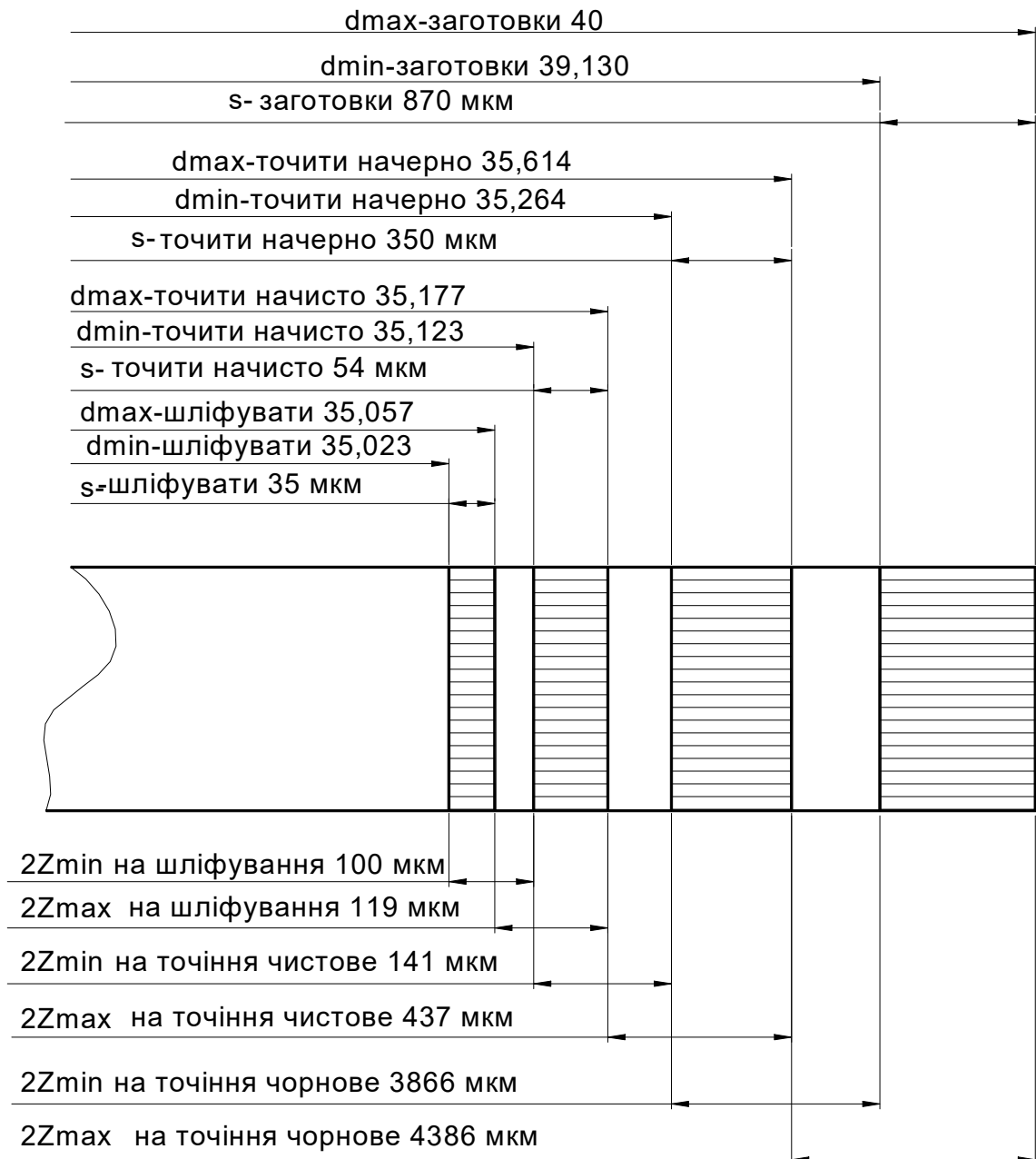


Рисунок 2.4 - Схема розміщення припусків на оброблення поверхні $\text{Ø}35n7$

На решту оброблюваних поверхонь припуски і допуски вибираємо з таблиць і записуємо їх значення в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 – Припуски на оброблення поверхонь деталі

Поверхня	Переходи	Шорсткість	Припуск на поверхню	Розмір з допуском	Число проходів
450h14	Заготовка	Rz80	5.6	455(±0.4)	1
	Фрезерування	Ra6.3		450(±0.3)	
Ø30h7	Заготовка			40(±0.4)	
	Точ. чорнове	Rz80	9.4	30.6(±0.3)	2
	Точ. чистове	Ra6.3	0.6	30 ^(+0.3 +0.2)	2
	Шліфування	Ra3.2	0.3	Ø30h7	2

2.8. Розрахунок і призначення режимів різання

Аналітичний розрахунок режимів різання проведемо на свердлувальну операцію. Обробка ведеться на вертикально-свердлувальному верстаті мод. 2Н135.

Ріжучий інструмент: свердло спіральне Ø8; форма заточування - нормальна; матеріал - Р6М5.

Геометричні параметри: задній кут $\alpha=12^\circ$, кут нахилу поперечної кромки $\varphi=50^\circ$ [3].

1.Глибина різання $t=4$ мм.

2.Подача $s=0,2$ мм/об [3]. Коректуємо подачу: із врахуванням поправочного коефіцієнта, який рівен 0,9, то $s=0,2 \cdot 0,9=0,18$ мм/об.

За паспортом верстата приймаємо $s=0,18$ мм/об,

3. Період стійкості свердла $T=25$ хв.

4.Визначаємо швидкість різання

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v \quad , \text{ м / хв, ,}$$

де C_v - коефіцієнт, $C_v=7,0$,

D - діаметр інструменту, $D=8$ мм;

q, m, n, y - показники степені: $q=0,40, m=0,20, y=0,7$;

K_v - загальний поправочний коефіцієнт:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{lv},$$

тут K_{mv} - коефіцієнт, який враховує якість оброблюваного матеріалу,
 $K_{mv}=1$,

K_{iv} - коефіцієнт, що враховує матеріал ріжучої частини інструменту, $K_{iv}=1$,

K_{lv} - коефіцієнт, що враховує глибину оброблюваного отвору,
 $K_{lv}=0,85$,

$$K_v = 1 \cdot 1 \cdot 0,85,$$

$$V = \frac{7,0 \cdot 10^{0,40}}{25^{0,20} \cdot 0,18^{0,7}} \cdot 0,85 = 26,07 \text{ м / хв},$$

5. Частота обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{3,14 \cdot D}, \text{ об / хв},$$

$$n = \frac{1000 \cdot 26,07}{3,14 \cdot 10} = 830,25 \text{ об / хв},$$

За паспортом верстата приймаємо $n=800$ об/хв.,

6. Дійсна швидкість різання $V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$, м / хв ,

$$V = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 800}{1000} = 25,12 \text{ м / хв},$$

7. Осьова сила різання $P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, H$,

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 10^4 \cdot 0,18^{0,7} \cdot 1 = 2047,385 \text{ Н},$$

8. Крутний момент $M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, H \cdot м$,

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 10^2 \cdot 0,18^{0,8} \cdot 1 = 2047,385 \text{ Н} \cdot м,$$

9. Ефективна потужність різання $N_{ef} = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}$ кВт,

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

$$N_{ef} = \frac{8,75 \cdot 800}{9750} = 0,72 \text{ кВт},$$

$$10. \text{ Основний час } T_o = \frac{(L+l) \cdot i}{n \cdot S}, \text{ хв},$$

де L - довжина оброблюваної поверхні, $L=20\text{мм}$,

l - довжина врізання і перебігу інструменту $l=3\text{мм}$,

i - число робочих ходів, $i=1$,

$$T_o = \frac{(20+3) \cdot 1}{800 \cdot 0,18} = 0,16 \text{ хв}.$$

Розрахунок режимів різання для обробки інших поверхонь проводимо аналогічним чином, заносючи результати розрахунку до таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Режими різання для операцій механічного оброблення

Найменування і короткий зміст операції	t, мм	S _{хв} , мм/хв	S _z , мм/зуб	S _о , мм/об	V, м/хв	n, хв ⁻¹	N _p , кВт	L, мм	T _о , хв.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
005. Фрезерувально-центрувальна									
1.Фрезерувати два торці одночасно	2,3	945	0,15	1,5	19,8	630	2,6	95	0,1
2.Центрувати два торці одночасно	1,6	160	0,15	0,1	15,8	1600	3	12,8	0,1
010. Токарна з ЧПК									
Установ А. Точити:									
1.поверхню 1 начорно	2,5	204		0,6	96	340	3,8	40	0,67
2.поверхню 3 начорно	2,5	204		0,6	98	340	3,8	105	1,255
3.поверхню 2 начорно	2,5	204		0,6	92	340	3,8	20	0,29
4.поверхню 4 начорно	2,5	204		0,6	92	340	3,8	20	0,29
5.фаску 2x45°	2	70		0,1	90	700	0,2	1,8	0,02
6.поверхню 1 начисто	0,218	280		0,2	160	700	0,34	40	0,49
7.поверхню 3 начисто	0,19	280		0,2	155	700	0,15	105	0,76
8.поверхню 2 начисто	0,3	280		0,2	165	700	0,4	20	0,19

9.поверхню 4 начисто	0,13	280		0,2	143	700	0,13	60	0,21
Установ Б									
Повтотити переходи установу А									4,7
1.Проточити поверхню 25	2,5	27,3		0,075	80	370	0,86	140	1,03
015. Круглошліфувальна									
Шліфувати :									
1.Поверхні 5,9,10	0,068	3420			31,1 37,7	110 1200	6,72	400	1,29
020. Вертикально- фрезерна									
Фрезерувати паз b=4мм	2	63	0,08	0,16	5,02	400	0,069	55	0,873
Фрезерувати паз b=4мм	2	63	0,08	0,16	5,02	400	0,069	55	0,873
025.Вертикально- свердлильна									
Установ А									
1.Свердлити отв. Ø8	4			0,18	25,1	800	0,72	16	0,10
2.Свердлити отвір Ø4	2			0,08	12,5	1000	0,63	110	1,37
Установ Б									
3.Свердлити отвір Ø8	4			0,18	25,1	800	0,72	16	0,10
4.Свердлити отвір Ø4	2			0,08	17,1	1000	0,63	110	1,37
030.Радіально- свердлильна									
Установ А									
1.Свердлити 2 отв. Ø6	3			0,08	15,1	800	0,63	2× 5	0,16
Установ Б									
2.Свердлити 2 отв. Ø4	2			0,08	12,5	1000	0,63	2× 17	0,42

2.9. Технічне нормування операцій

Штучно-калькуляційний час визначається за формулою:

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата?		31

$$t_{\text{шт-к}} = t_o + t_{\text{доп}} + t_g + \frac{T_{\text{П-3}}}{n_3}, \text{ хв.}$$

Розмір партії запуску деталей $n_3=50$ шт.

Основний час для операції $t_o = 4,985$ хв.

Допоміжний час :

- взяти деталь, встановити і закріпити, звільнити, зняти і покласти $t = 0,5$ хв.;

- увімкнути верстат кнопкою $t = 0,03$ хв.;

- рухи позиціювання та зміни інструменту $t = 0,03+0,08+0,04 = 0,15$ хв.

$$t_{\text{доп}} = 0,5+0,03+0,15 = 0,95 \text{ хв.}$$

Оперативний час $t_{\text{оп}} = t_o + t_{\text{доп}} = 4,985+0,95 = 5,935$ хв.

Час на особисті потреби робітника (10% $t_{\text{оп}}$): $t_{\text{в}} = 0,1 \cdot 5,935 = 0,6$ хв.

Підготовчо-заклучний час для верстатів з ЧПК визначається за формулою:

$$T_{\text{П-3}} = T_{\text{П-31}} + T_{\text{П-32}} + T_{\text{П-33}}, \text{ хв.}$$

де $T_{\text{П-31}}=12$ хв.

$T_{\text{П-32}}=1$ хв.

$T_{\text{П-33}}=8,2$ хв.

Отже, штучно-калькуляційний час буде

$$t_{\text{шт-к}} = 4,985 + 0,95 + 0,6 + \frac{12+1+8,2}{50} = 6,96 \text{ хв.}$$

Норми часу для інших операцій розраховуємо аналогічним чином.

Результати розрахунку заносимо до таблиці 2.6.

Необхідне число верстатів визначаємо за формулою

$$m_p = \frac{N \cdot T_{\text{шт-к}}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{\text{зн}}}, \text{ шт,}$$

де F_d - дійсний річний фонд часу роботи обладнання, $F_d=4029$ год.

$\eta_{\text{зн}}$ - нормативний коефіцієнт завантаження обладнання, $\eta_{\text{зн}}=0,75$

[3].

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		32

$$m_p = \frac{300 \cdot 6,96}{60 \cdot 4029 \cdot 0,75} = 0,012 \text{ ум, приймаємо 1 верстат.}$$

Тоді фактичний коефіцієнт завантаження визначиться як

$$\eta_{зф} = \frac{m_p}{m}, [3]$$

$$\eta_{зф} = \frac{0,012}{1} = 0,012.$$

Так як коефіцієнт завантаження обладнання дуже низький, проведемо об'єднання токарних операцій на одному верстаті.

Аналогічні розрахунки проводимо для всіх операцій механічної обробки деталі, результати розрахунків заносимо до таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 - Норми часу та завантаження обладнання по операціях

№ оп.	T _о , хв.	T _{доп} , хв.	T _{обс.} , хв.	T _{в.} , хв.	T _{п-з} , хв.	T _{шт-к} , хв.	M _p	M	η _{зф}
005	0,2	0,79	0,37	0,012	25,6	1,63	0,003	1	0,003
010	8,43	0,95	0,25	0,6	21,2	10,65	0,012	1	0,012
015	1,29	2,3	0,98	0,13	17,6	5,05	0,018	1	0,018
020	7,49	1,4	0,8	0,52	18,4	10,5	0,017	1	0,017
025	2,94	0,87	0,59	0,02	12,5	4,67	0,69	1	0,69
030	0,58	1,34	0,55	0,03	14,8	2,79	0,57	1	0,57

2.10 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. 2.6 – 2.9.

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 кромки 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;
- 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 налагодження 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		35

2.11 Оформлення технологічної документації

В дипломній роботі для оформлення розроблених технологічних процесів використовуються наступні види технологічних документів загального і спеціального призначення:

Маршрутна карта МК – документ, який містить опис технологічного процесу виготовлення деталі, включаючи контроль і переміщення, по всіх операціям різних видів в технологічній послідовності з вказівкою даних про обладнання, оснастку, матеріальні і трудові нормативи;

Операційна карта ОК – описання технологічної операції з вказівкою переходів, режимів обробки і даних про технологічне оснащення;

Карта ескізів КЕ – ескізи, схеми і таблиці, які необхідні для виконання технологічного процесу, операції або переходу виготовлення виробу, включаючи контроль і переміщення.

Заповнення маршрутних, операційних карт механічного оброблення, карт слюсарних, слюсарно-складальних і електромонтажних робіт та інших документів виконується у відповідності до загальних вимог, які встановлені ДСТУ.

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		36

3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1. Проектування верстатного пристрою для свердлування на операції 030 Радіально-свердлувальна

Згідно із завданням необхідно спроектувати пристрій для свердлування отворів на операції 030 Радіально-свердлувальна.

3.1.1 Вибір установочних елементів пристрою

Як установочні елементи використовуємо дві призми з кутом 45° , на які деталь встановлюється циліндричними поверхнями $\varnothing 35n7$. Базовим торцем деталь впирається в упор і закріплюється прихватами.

3.1.2 Розрахунок сили закріплення деталі

Чинники, які впливають на силу різання при свердлуванні:

подача $s = 0,08$ мм/хв.;

швидкість різання $V_d = 15,1$ м/хв.;

частота обертання шпинделя $n = 800$ об/хв.

Осьова сила різання:

$$P_o = 10C_p D^q S^y K_p = 10 \cdot 68 \cdot 6^1 \cdot 0,08^{0,7} \cdot 0,844 = 687,07 \text{ Н.}$$

Величина сил закріплення при свердлуванні в даному пристрої визначиться з умови $M_{тр} > M_{кр}$,

де $M_{тр}$ – момент сил тертя, які утримують деталь;

$M_{кр}$ – момент крутний, який діє з боку свердла при засвердлюванні.

$$M_{тр} = f H \geq M_{кр} \cdot \sin \alpha$$

Враховуючи коефіцієнт запасу маємо:

$$W \cdot f \cdot H \geq K_z \cdot M_{кр} \cdot \sin \alpha$$

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		37

Звідси
$$W = \frac{K_3 \cdot M_{кр} \cdot \sin \alpha}{H \cdot f} H,$$

тут f – коефіцієнт тертя; $f = 0,16$;

H – відстань між площиною встановлення заготовки та силою затиску, $H = 0,050$ м ;

K - коефіцієнт запасу;

α - кут призми, $\alpha = 45^\circ$

Визначаємо коефіцієнт запасу

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \geq | 2,5 |,$$

де K_0 – коефіцієнт гарантійного запасу;

$K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6$ – коефіцієнти, що враховують збільшення сил різання при чорновому обробленні, затуплення інструменту, перервне різання, нестабільність сил закріплення.

$$K_0 = 1,5; K_1 = 1; K_2 = 1,15; K_3 = 1; K_4 = 1,3; K_5 = 1; K_6 = 1,5;$$

$$K = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1,5 = 3,36 \geq | 2,5 |$$

3.1.3 Розрахунок моменту різання при свердлінні отвору $\varnothing 6$ мм.

На радіально-свердлувальному верстаті мод. 2В56 потрібно просвердлити отвір $\varnothing 6$ мм на глибину $h = 7$ мм.

Матеріал заготовки – сталь 45 з границею міцності $\sigma_H = 610$ мПа, заготовка – круглий прокат. Охолодження - емульсією.

Необхідно врахувати наступне: ріжучий інструмент; режим різання - діючий крутний момент $M_{кр}$.

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		38

Глибина різання: $t = \frac{D}{2} = \frac{6}{2} = 3 \text{ мм.}$

1. Свердло та його геометричні параметри.

Свердло діаметром $\varnothing 6,0 \text{ мм}$ із з швидкорізальної сталі Р6М5.

Геометричні параметри: форма заточування - подвійна з підточкою поперечної крайки та стрічки ДПЛ; $2\varphi = 118^\circ$; $2\varphi^\circ = 70^\circ$; $\psi = 40 \div 60^\circ$; $\alpha = 11^\circ$; $\omega = 30^\circ$.

2. Подача при свердлінні сталі з $\sigma_B \leq 610 \text{ МПа}$ рекомендується у межах $S = 0,2 \div 0,4 \text{ мм/об.}$ Корегуємо подачу за паспортом верстата $s = 0,18 \text{ мм/об.}$

Перевіряємо прийняту подачу за осьовою силою і допустимою міцністю механізму подачі верстата.

Механізм подачі верстата допускає осьову силу $P_{\max} = 9000 \text{ Н}$, тобто

$$P_o = 1108,2 < P_{\max} = 9000 \text{ Н.}$$

Отже, призначена подача $0,18 \text{ мм/об}$ допустима.

3. Крутний момент від сили різання при свердлуванні:

$$M_{KP} = C_M \cdot D^g \cdot S^y \cdot k_P.$$

Коефіцієнт і показники степені: $C_M = 0,0345$; $g = 2$; $y = 0,8$; $K_P = 0,88$.

$$M_{KP} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 6^2 \cdot 0,18^{0,8} \cdot 0,88 = 2,77 \text{ Н·м.}$$

Розрахунок сили закріплення ведемо за формулою, наведеною вище:

$$W = \frac{2,77 \cdot 3,95 \cdot \sin 45^\circ}{0,16 \cdot 0,050} = 316 \text{ Н}$$

3.1.4 Розрахунок основних параметрів приводу затискного механізму

Визначаємо силу Q_P , яку потрібно створити на штоку пневмоциліндра.

Так як затискання 2-х заготовок одночасно здійснюється напряму від пневмоциліндра до деталі через шток без використання важелів, то

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата?		39

$$Q_p = 2W \cdot \eta = 2 \cdot 316 \cdot 0,9 = 568,8 \text{ Н.}$$

де η – коефіцієнт корисної дії механізму затиску, $\eta = 0,9$.

Згідно схеми пристрою робоче зусилля створюється в штоковій порожнині, тоді:

$$Q_p = \frac{\pi \cdot (D_{\text{ц}}^2 - D_{\text{шт}}^2)}{4} \cdot p \cdot \eta ;$$

де $D_{\text{ц}}$ – діаметр пневмоциліндра;

$D_{\text{шт}}$ – діаметр штока пневмоциліндра

p – розрахунковий тиск в пневмережі, $p = 0,4$ МПа;

Звідси випливає, що

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{4Q_p}{\pi \cdot \eta \cdot p} + D_{\text{шт}}^2} = \sqrt{\frac{4 \cdot 568,8}{3,14 \cdot 0,95 \cdot 0,4} + 16^2} = 46,5 \text{ мм,}$$

де $D_{\text{шт}}$ – діаметр штока. Прийнято $D_{\text{шт}} = 16$ мм.

Із нормального ряду діаметрів приймаємо діаметр поршня пневмоциліндра $D_{\text{ц}} = 50$ мм.

Дійсне зусилля, яке створюється прийнятим пневмоциліндром:

$$Q_o = \frac{3,14 \cdot (50^2 - 16^2)}{4} \cdot 0,4 \cdot 0,9 = 634,15 \text{ Н.}$$

Так як $Q_o = 643,15 > Q_p = 568,8$, то надійне закріплення заготовки в пристрої забезпечується.

Дійсне зусилля, яке діє на дно пневмоциліндра, це сила, яка діє на кришку пневмоциліндра за умови, що тиск в пневмережі найбільший і рівний $p_{\text{п}} = 0,63$ МПа.

$$Q_{\text{дн}} = \frac{3,14 \cdot 50^2}{4} \cdot 0,63 \cdot 0,9 = 1112,7 \text{ Н}$$

3.1.5 Розрахунок деталей пристрою на міцність

Проведемо розрахунок діаметра різьби шпильок, котрі закріплюють нижню кришку пневмоциліндра.

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

З попередніх розрахунків $Q_{ДН} = 1112,7$ Н. Кількість шпильок $z = 4$; матеріал шпильок – сталь класу міцності 5,6; матеріал прокладки – гума.

Для різьбових з'єднань коефіцієнт запасу міцності $[S_T] = 4,5$ і діаметр різі рекомендується в межах 6..16 мм.

Межа текучості для матеріалу шпильок $R_E = 300$ МПа.

Допустиме напруження на розтяг:

$$R_m = R_E / [S_T] = 300/4,5 = 66,7 \text{ МПа};$$

Навантаження на одну шпильку.

$$F = Q_{ДН} / z = 1112,7/4 = 278,2 \text{ Н.}$$

Для герметичності з'єднання, шпильки встановлюють з попереднім затягуванням при зборці, $k_{зат}=1,75$. Враховуючи резинову прокладку приймаємо коефіцієнт попереднього затягування шпильок $x = 0,45$.

При постійному навантаженні коефіцієнт запасу попереднього затягування $k_{зат} = 1,75$.

Сила попереднього затягування:

$$F_0 = k_{зат} \cdot (1-x) \cdot F = 1,75 \cdot (1-0,45) \cdot 278,2 = 267,8 \text{ Н,}$$

Сила розривна:

$$F_{розр} = 1,3 \cdot F_0 + x \cdot F = 1,3 \cdot 267,8 + 0,45 \cdot 278,2 = 473,3 \text{ Н.}$$

Розрахунковий діаметр шпильки:

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{розр}}{\pi \cdot R_m}} ;$$

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot 473,3}{3,14 \cdot 66,7}} = 3,006 \text{ мм}$$

Отже, прийнята з конструктивних міркувань шпильку $\varnothing 8$ мм з різью М8 надійність кріплення кришки пневмоциліндра забезпечує.

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

3.1.6 Описання роботи пристрою і розроблення технічних умов його виготовлення

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

Корпус пристрою кріпиться до стола верстата за рахунок кріпильних болтів. Базовою деталлю пристрою окрім корпусу є плита, до верхньої частини якої попередньо кріпляться призми для установки деталей. До однієї із призм прикріплюється упор, який забезпечує базування деталей по торцю. У нижній частині плити теж попередньо встановлюється механізм затиску деталей, який складається із пневмоциліндра, у верхній частині штока якого знаходиться прихват.

Заготовки встановлюються на призматичні опори до упора в торець і затискаються затискним механізмом одночасно. Після завершення оброблення тиск в пневмоциліндрі скидається і прихват стає рухомим, що дозволяє вивільнити заготовки.

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

Технічні вимоги до верстатного пристрою:

1. Перед установкою деталей виставити упор.
2. При встановленні деталей перекошування недопустимо.
3. Невказані граничні відхилення розмірів за $\pm IT14/2$.

Технічна характеристика

1. Максимальний розмір встановлюємої деталі 80 мм.
2. Зусилля затиску заготовки 31400 Н.
3. Маса 35 кг.

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

3.2 Проектування контрольного калібра-скоби для контролю розміру поверхні осі Ø35n7

3.2.1 Призначення та область застосування граничних калібрів [6]

Калібри – це безшкальні засоби вимірювання, призначені для контролю розмірів, форми та розташування поверхонь деталей. Калібри застосовують для контролю деталей з допусками IT6-IT17 здебільшого в умовах серійного та масового виробництва. Деталі з допусками IT5 і точніше контролюють універсальними засобами вимірювання – оптиметрами, мікроскопами, оптикаторами та ін.

Розрізняють калібри нормальні та калібри граничні. **Нормальними калібрами** називають калібри, розміри яких відповідають номінальним розмірам об'єкта, що контролюється. Серед нормальних калібрів знаходять застосування такі калібри як шаблони, щупи, конусні калібри.

Граничні калібри призначені для контролю граничних розмірів деталі, тобто за допомогою граничного калібру визначають, чи розміщується дійсний розмір вимірюваної поверхні між найбільшим та найменшим граничними розмірами. Граничні калібри мають прохідний бік - ПР і непрохідний - НЕ. Якщо прохідний калібр проходить через контрольовану поверхню, а непрохідний - не проходить, то це означає, що розмір даної поверхні розміщується між заданими граничними розмірами і деталь (див. рис. 1.1) придатна.

Калібрами неможливо виміряти величину дійсного розміру або величину відхилення контрольованої поверхні від заданого розміру, форми або взаємного розташування поверхонь. За допомогою калібрів деталі лише сортують на три групи: придатні деталі, брак за завищеними розмірами та брак за заниженими розмірами.

Граничні калібри класифікують таким чином:

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

- за формою контрольованої поверхні розрізняють калібри для контролю отворів (пробки), калібри для контролю валів (скоби), калібри для перевірки лінійних розмірів (довжин, висот, глибин і т.п.), для контролю правильності розміщення різних частин і поверхонь деталей;
- залежно від контрольованої границі поверхні поділяють калібри на прохідні ПР та непрохідні НЕ;
- за призначенням калібри поділяють на робочі та контрольні. Робочими калібрами контролюють деталь під час її виготовлення. Контрольні калібри призначені для перевірки робочих калібрів-скоб під час їх виготовлення та експлуатації, а також при настроюванні регульованих калібрів. Контрольні калібри є непрохідними і використовуються для вилучення з експлуатації зношених прохідних робочих скоб. Застосування контрольних калібрів вносить похибки у вимірювання, тому перевагу слід надавати кінцевим мірам довжини та універсальним засобам вимірювання;
- за формою вимірюваних поверхонь розрізняють калібри комплексні та елементні. Форма вимірюваних поверхонь комплексних калібрів така, як форма спряжених поверхонь, наприклад, калібр-пробка для контролю отвору. Комплексним калібром не можна контролювати окремі елементи поверхні (конусоподібність, овальність), а тільки з'ясовується придатність деталі.
- за конструкцією розрізняються калібри: жорсткі, регульовані, однобічні граничні та двобічні граничні.

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

Вибираємо значення допусків і відхилень за ДСТУ ISO 1502:2006:

Z_1 - відхилення середини поля допуску на виготовлення прохідного калібру вала відносно граничного розміру виробу, мкм;

Y_1 - допустимий вихід розміру зношеного прохідного калібру валів за межу поля допуску виробів, мкм;

H_1 - допуск на виготовлення калібрів для вала;

H_P - допуск на виготовлення контрольних калібрів-скоб.

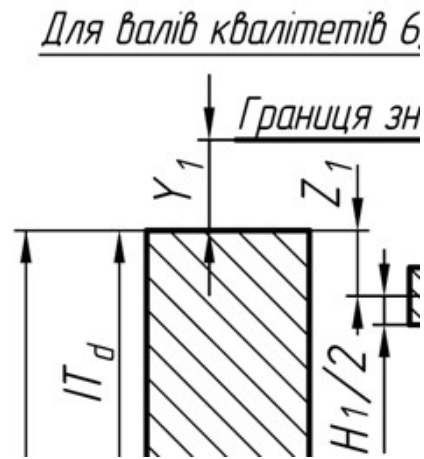


Рисунок 3.2 - Схема розміщення полів допусків калібру-скоби для номінальних розмірів до 180 мм 7-го квалітету

За ДСТУ ISO 1502:2006 знаходимо нормативні допуски та дані для визначення розмірів калібрів та контр-калібрів:

$$Z_1=3,5\text{мкм}; Y_1=3\text{мкм}; H_1=4\text{мкм}; H_P=1,5\text{мкм}.$$

У відповідності з вибраною схемою полів допусків калібрів розраховуємо граничні розміри

- калібрів-скоб для валів:

$$ПР = d_{max} - Z_1 = 35,042 - 0,0035 = 35,0385\text{мм}$$

$$HE = d_{mi} = 35,0385 \text{ мм}$$

- контрольних калібрів для калібрів скоб:

$$К - ПР = d_{max} - Z_1 = 35,042 - 0,0035 = 35,0385\text{мм}$$

$$K - HE = d_{min} = 35,017 \text{ мм}$$

$$K - Z = d_{max} + Y_1 = 35,042 + 0,003 = 35,045 \text{ мм}$$

Визначаємо граничні розміри калібрів скоб для контролю валів;

$$\begin{aligned} PR_{max} &= d_{max} - Z_1 + \left(\frac{H_1}{2} \right) = 35,042 - 0,0035 + (0,004/2) \\ &= 35,0405 \text{ мм} \end{aligned}$$

Найменший розмір прохідної частини нової калібр-скоби:

$$\begin{aligned} PR_{min} &= d_{max} - Z_1 - \left(\frac{H_1}{2} \right) = 35,042 - 0,0035 - (0,004/2) \\ &= 35,0365 \text{ мм} \end{aligned}$$

Розмір калібру PR, що вказується на кресленні при допускові на виготовлення $H_1 = 4$ мкм, дорівнює $35,0365^{+0,004}$ мм.

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

$$\begin{aligned} PR_{зн} &= d_{max} + Y_1 = 35,042 + 0,003 = 35,045 \text{ мм} \\ HE_{max} &= d_{min} + \left(\frac{H_1}{2} \right) = 35,017 + \left(\frac{0,004}{2} \right) = 35,019 \text{ мм} \end{aligned}$$

Найменший розмір непрохідної частини калібр-скоби:

$$HE_{min} = d_{min} - \left(\frac{H_1}{2} \right) = 35,017 - \left(\frac{0,004}{2} \right) = 35,015 \text{ мм}$$

Розмір калібру HE, що проставляється на кресленні, $35,015^{+0,004}$ мм.

Виконавчі розміри калібру:

$$PR = PR_{min} = 35,0365 \text{ мм}$$

$$HE = HE_{min} = 35,015 \text{ мм}$$

Розміри контрольних калібрів до калібрів-скоб:

а) для контролю прохідної частини калібру-скоби

$$(K - PR)_{max} = d_{max} - Z_1 + \frac{H_p}{2} = 35,042 - 0,0035 + \frac{0,0015}{2} = 35,03925 \text{ мкм}$$

Розмір калібру $K - PR$, що проставляється на кресленні, дорівнює $35,03925_{-0,0015}$ мм.

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

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Основні небезпеки та шкідливості розробленого технологічного процесу.

Нещасні випадки та професійні захворювання є результатом незадовільних умов праці що складаються в процесі виробництва як похідна від дії небезпечних та шкідливих виробничих факторів. Безпека праці залежить від рівня організації виробництва, від гігієнічних параметрів навколишнього середовища, від стосунків, що склались в трудовому колективі, від професійної підготовки працівників. При організації виробництва на дільниці механічної обробки важливу роль відводять комплексу дій, направлених на забезпечення безпеки життєдіяльності виробничого персоналу, особливо якщо застосовується, в основному, металорізальне обладнання.

При роботі на металорізальних верстатах можуть мати місце небезпеки, пов'язані з наступними факторами:

1. Ріжучий інструмент, що не передбачає захисну огорожу. В цьому випадку можливий захват інструментом, який обертається при свердлуванні, або точінні, що може привести до нещасного випадку. Також виникає небезпека нещасного випадку при поломці інструмента, осколки, які розлітаються, можуть нанести травму працівнику, якщо не будуть використанні огорожувальні пристрої і засоби індивідуального захисту.

2. Приводні та передавальні механізми верстатів можуть нанести травму при наладці та ремонті верстатів, а ходові гвинти і валики фрезерувального обладнання представляють велику небезпеку в процесі експлуатації, так як в більшості випадків завод виробник не обладнує їх захисними кожухами.

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

3. Зливна стружка матеріалу сталь 45 може нанести травму (поріз рук, ніг), інколи з важкими наслідками. Травму може отримати верстатник у процесі експлуатації верстата і при прибиранні робочого місця.

4. Стружка, яка відлітає,пил крихких металів, відлітаючи при фрезеруванні, може нанести травму очей та опіки обличчя і рук.

5. Пристрій для закріплення заготовки при невірному розрахунку сил закріплення приведе до травми. При встановленні та демонтажу заготовок в пристрої вручну, може виникнути загроза падіння заготовки на ноги, защемлення рук між заготовкою та станиною верстата.

Рухомі частини верстатів (стіл верстата, супорти та інше) можуть привести до травми, якщо людина не помітить їхнього руху.

При роботі на круглошліфувальному верстаті передбачено цілий ряд заходів з охорони праці. Шліфувальний круг обертається з великою швидкістю (до 60 м/с) і є досить небезпечним. Йому притаманна велика чутливість до ударних навантажень, на його міцність впливає дія температур і вологості. Важливе також відповідне зберігання в сухому приміщенні та при нормальній температурі. Окрім того, перед установкою на верстат круг випробують на механічну міцність для виявлення можливих пошкоджень кругів при транспортуванні, пакуванні, розпаковці. Також при роботі на шліфувальному верстаті існує небезпека дотику до круга, який швидко обертається, а ще також у значному пилоутворенні в зоні різання. У цьому випадку частки абразиву можуть призвести до травмування очей і викликати захворювання органів дихання. Тому, щоб уникнути дотику із кругом, який обертається, використовують постійний захисний кожух. Кожух закриває круг з усіх боків, залишаючи при цьому відкриту тільки ту його частину, на якій пропікає процес обробки .

Безпека систем, що знаходяться під тиском (пневно- та гідроприслої) має бути також досконало опрацьована, оскільки в результаті стрибка тиску в системі чи поганого закріплення шлангів можливе отримання травми

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
№	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		50

робітником. Система пневмоприводу в затискних пристроях повинна забезпечити надійне закріплення та вивільнення деталі, її утримання під час подачі виробу в зону різання та контролю.

Необхідно також передбачити раптове припинення подачі стиснутого повітря під час подачі виробу в зону різання, так як це призведе до вивільнення деталі. У зв'язку із цим пневмопривід необхідно обладнати пристроєм захисту (зворотнім планом) від падіння тиску в робочій порожнині циліндра при припиненні подачі стислого повітря або миттєвого падіння тиску робочого середовища .

На шкалі манометра для контролю тиску наноситься червона мітка на поділці, що відповідає максимально допустимому значенню робочого тиску стиснутого повітря. Пневмопривід обладнують пристроєм для повного зняття надлишку робочого середовища в системі пневмоприводу.

Пневмопривід випробовують на щільність максимальним робочим тиском і на міцність – тиском, який у 1,5 рази більший від робочого не менше п'яти хвилин, після чого тиск поступово знижують до номінального і проводять огляд із перевіркою щільності з'єднань.

Для гідроприводів загальні положення та вимоги аналогічні із пневмоприводами.

Захист від ураження електричним струмом виробничих працівників повинен бути надійним і безпечним. Щодо вимог, які стосуються роботи верстатів, то верстат має мати вимикач ручної дії, який необхідно розмістити в безпечному та зручному місці. Вимикач призначений для під'єднання електрообладнання до ланцюга живлення, а також для від'єднання його від мережі на час перерви в роботі, або в аварійних випадках, які можуть викликати поломку обладнання.

Струмопровідні частини верстата мають бути надійно ізольовані, або огорожені. Якщо і є відкриті струмопровідні частини, то їх розміщують у середині шаф. Дверцята шаф з електрообладнанням повинні мати

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

автоматичний пристрій, який забезпечує від'єднання живлення електрообладнання при відкриванні дверцят електрошаф.

Електрообладнання верстата з ЧПК повинне мати нульовий захист, який виключає, незалежно від положення органів управління та робочих органів, невимушене ввімкнення обладнання при відновленні подачі струму, що раптово зник.

Металеві частини верстатів, які можуть внаслідок пошкодження ізоляції потрапити під дію електричного струму, повинні бути заземлені мідним проводом із перетином не менше 10 мм². При цьому опір заземлення не повинен перевищувати 4,0 Ом [7].

Виходячи з цього, в цілях охорони праці виробничого персоналу, на металообробній дільниці дотримуються жорстких вимог до безпеки роботи самого технологічного обладнання. Основними з загальних вимог є наступні:

- передачі (пасові, ланцюгові, зубчасті та інші), які розташовані поза корпусом верстата, огорожуються суцільним укриттям.
- передбачається фарбування в сигнальні кольори рухомих складальних одиниць та огорожувального обладнання.
- органи керування верстата мають надійні фіксатори, які включають можливість їх випадкового переміщення і включення, а також вони обладнуються пояснювальними надписами, символами та іншими важливими вимогами.
- патрони, повідки повинні мати гладкі зовнішні поверхні, а виступаючі частини - заглиблення, або огороження.
- верстати мають обладнуватися пристроями для відведення з зони обробки забрудненого повітря (пилу, дрібної стружки).

Також, виробниче обладнання повинне бути безпечним при монтажі, експлуатації і ремонті, як окремо, так і в складі потокової лінії на дільниці.

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

Технологічне оюладнання має бути пожежовибухобезпечним. Обов'язковою вимогою є забезпечення надійності обладнання, а також виключення небезпеки при експлуатації обладнання в межах, встановлених технічною документацією та вимогами чинного законодавства.

Перед початком роботи на дільниці майстер виконує інструктаж з техніці безпеки для усіх працюючих робітників на дільниці. Робоче місце кожного робітника має бути підготовлене до роботи, так як для створення високопродуктивних та безпечних умов праці верстатника робочі місця оснащуються допоміжним обладнанням (інструментальними шафами, полицями, тарою тощо) для зберігання заготовок, готових виробів, інструментів і пристроїв. Наявність допоміжного обладнання, його раціональна побудова та вірне розташування дозволяє не забруднювати робочі місця, що сприяє збільшенню продуктивності праці та запобігає виникненню нещасних випадків.

Забороняється вимірювати деталі на ходу верстата, так як це пов'язано з небезпекою травмування робітників ріжучим інструментом, деталлю, яка обробляється, чи пристроями. Для вимірювання розмірів деталей, які оброблюються, верстат необхідно зупинити, але часто зупиняти верстат не слід, тому що це негативно відображається на механізмах і збільшує час обслуговування верстата.

При роботі на верстатах робітник повинен використовувати засоби індивідуального захисту, захисні окуляри, індивідуальні щитки й спецодяг, який потрібен для захисту робітників від дій мастила, емульсій та інших рідин, які використовуються при обробці деталі.

Захисні окуляри та індивідуальні щитки використовуються, головним чином, для захисту органів зору від механічної та теплової дії різних чинників виробничого середовища. Використання окулярів і щитків запобігає травмуванню очей частинами, яки відлітають від деталі, що обробляється, і інструмента (абразивний пи́л, різні металеві осколки тощо).

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

Для осіб із порушенням гостроти зору, які виконують нічні роботи - шліфування, чистове точіння - бажано підбирати оптичне скло.

4.2 Мікрокліматичні умови та їх вплив на працездатність працівників дільниць

4.2.1 Гігієнічне нормування параметрів повітря робочої зони

Мікроклімат виробничих приміщень нормується в залежності від теплових характеристик виробничого приміщення, категорії робіт по важкості і періоду року. Основні нормативні документи, де наводяться норми мікроклімату, - це санітарні норми та стандарти безпеки праці.

Оптимальні мікрокліматичні умови - це такі параметри мікроклімату, які при тривалому і систематичному впливі на людину забезпечують нормальний тепловий стан організму без напруги і порушення механізмів терморегуляції. Вони створюють відчуття теплового комфорту і забезпечують Передумови для високого рівня працездатності. Нормуються в залежності від категорії робіт по важкості (табл. 4.1)

Таблиця 4.1 Класифікація робіт за важкістю та енерговитратами

Категорія робіт	Характеристика роботи	Енерговитрати
I - легка	Роботи, що виконуються сидячи, стоячи, або пов'язані з ходьбою, але не потребують ситиматичного напруження або піднімання та перенесення вантажів.	До 150 ккал\год (174 ДЖ\с)
IIa - середньої важкості	Роботи, що виконуються сидячи, стоячи, або пов'язані з ходьбою, але не потребують піднімання та перенесення вантажів.	Від 151 до 200 ккал\год (175 – 232 ДЖ\с)
IIб	Роботи, що пов'язані з ходьбою і перенесенням вантажів вагою до 10 кг.	Від 201 до 250 ккал\год (233 – 290 ДЖ\с)
III - важка	Роботи, що пов'язані з ходьбою і перенесенням вантажів вагою понад 10кг і ситиматичним напруженням.	Більше 250 ккал\год (290 ДЖ\с)

При нормуванні мікроклімату календарний рік поділяється на два періоди:

- холодний період - тоді, коли середньодобова температура на відкритому повітрі нижча за $+10^{\circ}\text{C}$;
- теплий період - коли середньодобова температура зовні приміщення становить $+10^{\circ}\text{C}$ і вище.

Оптимальні норми мікроклімату застосовуються для приміщень, де праця людей не пов'язана з застосуванням обладнання, що потребує великих енергетичних витрат, або випромінюючих значні теплові потоки.

Оптимальні параметри мікроклімату повинні підтримуватися в приміщеннях, пов'язаних з виконанням нервово-емоційних робіт, що потребують підвищеної уваги (диспетчерські, приміщення де працюють з комп'ютерами, кабінети діагностики, пульти управління технологічними процесами, хімічні лабораторії, бухгалтерії, коінструкторські бюро та ін.).

Допустимі мікрокліматичні умови - це такі показники мікроклімату, які при тривалому і систематичному впливі на людину можуть призвести до дискомфортного теплочуття, що обумовлюється напруженням механізмів терморегуляції, і не виходить за межі фізіологічних можливостей організму людини при цьому може виникнути деяке зниження працездатності, але пошкодження або порушення здоров'я у людини не викликає.

Допустимі норми мікроклімату застосовуються в приміщеннях, де теплові надлишки перевищують $23 \text{ Дж}/(\text{м}^3 \cdot \text{с})$. Таких приміщень на підприємствах різних галузей промисловості України достатня кількість. Це виробничі цехи та дільниці, де встановлене технологічне обладнання, яке живиться тепловою або електричною енергією. При цьому випромінюється тепло в повітря приміщення, що створює несприятливі умови для людей. Як правило, в таких приміщеннях немає можливості встановити оптимальні параметри мікроклімату з технічних або економічних причин. В приміщеннях зі значними надлишками явного тепла ($23 \text{ Дж}/(\text{м}^3 \cdot \text{с})$ і більше),

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата?		55

де на кожного працюючого припадає від 50 до 100 м² площі підлоги дозволяється зниження температури повітря проти норми, в зоні поза постійними робочими містями до 12°C - для легких робіт, до 10°C - для робіт середньої важкості, і до 8°C - для важких робіт. Якщо на кожного працюючого припадає більше 100 м² площі підлоги, то нормативна температура, відносна вологість і швидкість руху повітря забезпечуються тільки на постійних робочих місцях

В нашому випадку на механічній дільниці маємо категорію робіт середньої важкості, яка класифікується Пб. Наведемо оптимальні норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, в робочій зоні даної дільниці для категорії робіт середньої важкості Пб. Дані заносимо у табл. 4.2

Таблиця 4.2 Оптимальні норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, в робочій зоні приміщення з категорією робіт Пб.

Період року	Категорія робіт	Температура °С					Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/с	
		Оптимальна	Допустима				Оптимальна	Допустима на робочих місцях постійних і не постійних не більш ніж.	Оптимальна не більш ніж	Допустима на робочих місцях постійних і не постійних
			Верхня межа		Нижня межа					
			На робочих місцях							
Постійних	Не постійних	Постійних	Не постійних	Оптимальна	Допустима на робочих місцях постійних і не постійних не більш ніж.	Оптимальна не більш ніж	Допустима на робочих місцях постійних і не постійних			
Холодний	Пб	17-19	21	23	15	13	40-60	75	0,2	Не більш ніж 0,2
Теплий	Пб	20-22	27	29	16	15	40-60	70 (при 28°C)	0,3	0,2-0,5

Теплове опромінення працюючих, що виходить від нагрітого обладнання, освітлювальних приладів, інсоляції на постійних і непостійних робочих місцях не повинно перевищувати 35 Вт/м^2 при опроміненні 50% і більше поверхні тіла, 70 Вт/м^2 при опроміненні від 25 до 50% поверхні тіла і 100 Вт/м^2 - при опроміненні до 25% поверхні тіла людини. Інтенсивність опромінювання робітників відкритих джерел тепла (відкрите полум'я) не повинно перевищувати 140 Вт/м^2 при опроміненні не більше 25% поверхні тіла. При цьому обов'язкове застосування засобів індивідуального захисту в тому числі обличчя та очей.

Низькі температури при праці на відкритому повітрі взимку негативно впливають на стан людини. Граничні температури, нижче яких не можуть виконуватися роботи на відкритому повітрі, обумовлені можливостями механізму терморегуляції людний. Так при температурі повітря до мінус 25°C іде охолодження відкритих поверхонь тіла і зниження чутливості на дотик кінцівок людини.

Періодичний обігрів поновлює працездатність. При температурах від мінус 25 до мінус 30°C навіть періодичний обігрів не відновлює працездатність (дотикову чутливість кінцівок). Праця при таких низьких температурах протягом зміни призводить до різко вираженого переохолодження організму. Праця при температурах мінус $30-40^\circ\text{C}$ і нижче при десятихвилинному обігріві через кожну годину призводить до стійкого зниження температури всього тіла і тактильної (дотикової) чутливості пальців рук і ніг, підвищенням артеріального тиску, почастишання пульсу.

4.2.2. Прилади для вимірювання параметрів мікроклімату та практичне їх визначення

Для визначення температури повітря у виробничих приміщеннях використовуються звичайні ртутні і спиртові термометри, термопари або

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		57

термоанемометри. Так, наприклад, термометр метеорологічний скляний ТМ-6 має Діапазон виміру від -30 до $+50^{\circ}\text{C}$, похибка вимірювання $0,2^{\circ}\text{C}$. Термоанемометр ЗА-2м визначає температуру повітря в межах від 10 до 60°C , а термоанемометр ТА-8м в межах від 0°C до 60°C . Найчастіше температуру повітря визначають за сухим термометром психрометра (рис. 4.1, а).

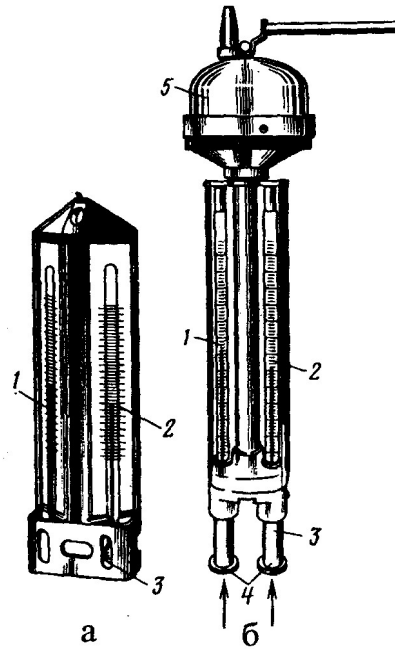


Рисунок 4.1 - Психрометри:

- а) - стаціонарний; б) - аспіраційний: 1,2 - сухий і мокрий термометри;
3 - резервуар з водою; 4 - трубки для просмоктуваного повітря; 5 -
вентилятор з пружинним заведенням

В приміщеннях, де є значні джерела променистого тепла, для більш точного визначення фактичної температури повітря, засовується подвійний термометр, який складається з двох термометрів - один з зачорненим термобалоном, а другий - з посрібленим. Посріблений віддзеркалює променисте тепло і реагує на конвективне, а зачорнений реагує на променисте і мало реагує на конвективне.

Швидкість руху повітря в приміщеннях вимірюють приладами анемометрами: термоанемометрами, анемометрами чашковими (рис 4.2, а), індукційними (рис 4.2, б) та крильчастими (рис. 4.2, в).

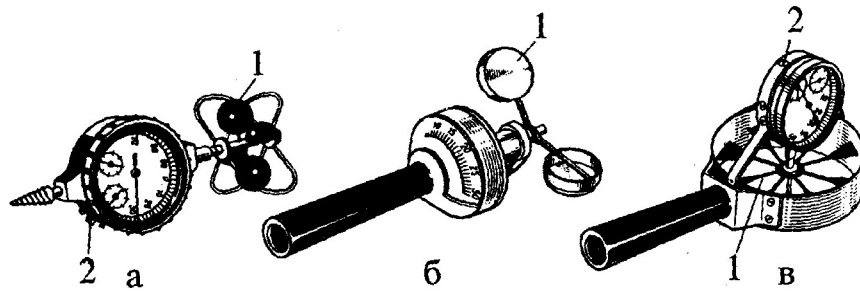


Рисунок 4.2

Анемометри: а - чашковий, б - індукційний, в - крильчастий:
1 - крильчатка, 2 - перемикач пуску та зупинки

Відносну вологість повітря визначають стаціонарними або апарційними психрометрами (рис 4.1 а,б). Психрометри складаються з сухого та вологого термометрів. Резервуар вологого термометра знаходиться у зволоженому середовищі. По різниці показників термометрів, користуючись психрометричною таблицею, визначають відносну вологість.

Для реєстрації атмосферного тиску застосовують барометри. Найбільш поширеними в промисловості і в побуті барометрами є анероїди. При необхідності реєстрації параметрів мікроклімату протягом часу використовують самопишучі прилади - термографи.

Відносну вологість можна визначати приладами - гігрометрами. Принцип їх дії базується на здатності деяких матеріалів змінювати свою пружність в залежності від вологості повітря. Цю здатність має людське і тваринне волосся, натуральна шкіра, деякі синтетичні матеріали. Промисловістю випускається гігrometer сорбційний типу ГС-210 який вимірює відносну вологість в межах 15-100% і має похибку $\pm 3\%$.

Висновки

В дипломній роботі розглянуто питання вдосконалення існуючого технологічного процесу механічної обробки деталі «Вісь Д.2.2-15-99».

В загальному розділі проведено аналіз конструкції деталі, вимоги 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 «Вісь Д.2.2-15-99» 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 2P22. 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 пневмоциліндр. Розрахована сила закріплення при свердлуванні, згідно із якою вибрано за стандартами необхідний діаметр циліндра і штока пневмоциліндра..

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

Спроекований також калібр-скоба для контролю розміру посадкової поверхні деталі $\varnothing 35n7^{(+0,042)}_{(+0,017)}$.

В розділі охорони праці розглянуті сновні небезпеки та шкідливості розробленого технологічного процесу, а також необхідні мікрокліматичні умови машинобудівного виробництва та їх вплив на працездатність працівників дільниць.

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

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. 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.
5. 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.
6. Калібри для контролю гладких валів та отворів [Електронний ресурс]: методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни “Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання” для студентів напрямів підготовки 6.050501 - Прикладна механіка, 6.050502 - Інженерна механіка, 6.050503 - Машинобудування / Укладачі: Ю.І. Адаменко, О.М Герасимчук, О.А.Плівак – К.: НТУУ «КПІ», 2016. - 21с.
7. Методичні вказівки до лабораторних робіт з охорони праці та безпеки життєдіяльності. Частина II / М.В. Матіішин, В.А. Кирилков, С.Т. Ушаков, А.О. Сініченко. – Хмельницький: ТУП, 1999.

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

ДОДАТКИ

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		63

3D-модель деталі «Вісь»

					ДРБ.ФІТА.ПМ.23.00 ПЗ	Арк.
ім.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		64

Керуюча програма для верстата з ЧПК мод. 16К30Ф3

Система ЧПК – 2P22

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

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

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

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

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

%

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?		67

Специфікація

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

Технологічна документація

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