

Хмельницький національний університет

Факультет: інженерії транспорту та архітектури

Кафедра: Технології машинобудування

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи

ОКР- бакалавр

Галузь знань: 13

Спеціальність: 131 Прикладна механіка

на тему: «Технологія виготовлення деталі «Вал Н300.40.12» з використанням верстатів з ЧПК»

Виконав студент групи ПМТ-18-1 *О.Р. Мороз* (О.Р. Мороз)

Керівник бакалаврської роботи: *А.І. Гордєєв* (А.І. Гордєєв)

До захисту допускаю:

Зав. кафедри *В.П. Ткачук* (В.П. Ткачук)

22 06 2022 р.

Хмельницький національний університет
Факультет інженерії транспорту та архітектури
Кафедра Технології машинобудування
Спеціальність: 131 Прикладна механіка

**ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ
БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ**

Бакалавру

Морозу Олександрю Романовичу

Тема затверджена наказом ректора

№ 18 від 1.03 2022 р.

Тема роботи: «Технологія виготовлення деталі Вал Н300.40.12» 1
з використанням верстатів з ЧПК»

План роботи і терміни подання окремих розділів

Розділ I _____ 30.04.2022

Розділ II _____ 10.05.2022

Розділ III _____ 30.05.2022

Розділ IV _____ 05.06.2022

Перелік графічних матеріалів: 1 Креслення деталі - лист А2; 2 Креслення заготовки - лист А2; 3. Карта наладки верстата Haas – 1 лист А1; 4. Верстатний пристрій - 1 лист А1; 5. Лист графотехнології - 1 лист А1; 6.Калібр-скоба - лист А2.

Термін подання закінченої роботи на кафедру 10.06.2022

Зав. кафедри _____ В.П.Ткачук

Керівник _____ А.І. Гордєєв

Бакалавр _____ О.Р. Мороз

РЕЦЕНЗІЯ

на дипломну роботу Мороза О.Р. «Технологія виготовлення деталі «Вал Н300.40.12» з використанням верстатів з ЧПК»

Тема дипломної роботи Мороза О.Р. є інженерно цікавою і актуальною для сучасного виробництва. Робота скерована на розроблення технології виготовлення деталі Вал із застосуванням верстатів з ЧПК, а саме токарного центру ST30 фірми HAAS (США).

Автором в роботі вирішені наступні задачі: запропоновано новий технологічний процес виготовлення деталі вал, спроектовано верстатний пристрій для обробки отвору $\varnothing 2,5$ мм, та контрольний пристрій калібр скобу.

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

У розділі охорони праці приведено загальні вимоги безпеки по експлуатації обладнання та зроблено розрахунок заземлення обладнання.

Виходячи з результатів, які містяться в дипломній роботі та виконанні її на високому технічному рівні робота рекомендується до захисту, а здобувач Мороз О.Р. заслуговує присудження ступеня бакалавра за спеціальністю 131 - Прикладна механіка.

Професор кафедри «Трибології
автомобілів та матеріалознавства»

Хмельницького національного

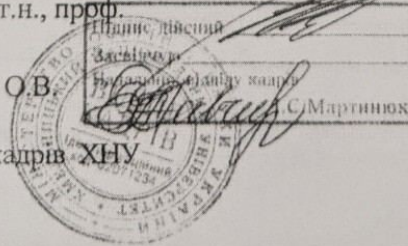
університету д.т.н., проф.

Диха О.В.

Підпис Дихи О.В.

Засвідчую

Начальник відділу кадрів ХНУ



РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМІСІЇ ПО КАФЕДРИ ТЕХНОЛОГІЇ
МАШИНОБУДУВАННЯ

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

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

Назва: «Технологія виготовлення деталі «Вал ВОМ.432.001 з використанням верстатів з ЧПК»

Автор: Мороз Олександр Романович

Спеціальність: 131 Прикладна механіка

Освітня програма: Прикладна механіка

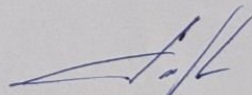
Науковий керівник: Гордєєв А.І.

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

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

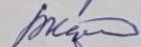
Підтвердження:

завідувач кафедри



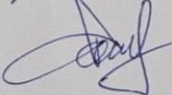
Віталій ТКАЧУК

гарант освітньої програми



Віталій КАРАЗЕЙ

керівник кваліфікаційної роботи



Анатолій ГОРДЕЄВ

22.06.22
Дата

Підписи

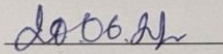
Завідувачу кафедри
Технології машинобудування
здобувача вищої освіти
студента Мороза О.Р.
факультету інженерії, транспорту та
архітектури, гр. ПМТ-18-1

ЗАЯВА

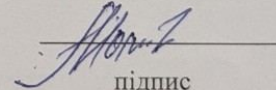
З правилами чинного Положення «Про дотримання академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті» від 26.09.2020 (зі змінами від 26.11.2020), згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений. Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на плагіат оповіщений та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.



дата



підпис

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
1			Документація загальна		
2					
3					
4	A4	ДРБ.ПМ.ФІТА.22.00.00 ПЗ	Розрахунково-пояснювальна записка		
5	A2	ДРБ.ПМ.ФІТА.22.01.00.02	Креслення заготовки	1	
6	A2	ДРБ.ПМ.ФІТА.22.01.00.01	Креслення деталі	1	
7	A1	ДРБ.ПМ.ФІТА.22.02.00.01	Карта наладки	1	
8	A1	ДРБ.ПМ.ФІТА.22.02.00.02	Графотехнологія	1	
9	A1	ДРБ.ПМ.ФІТА.22.03.00.01СК	Пристрій для свердлування	1	
10	A2	ДРБ.ПМ.ФІТА.22.03.00.02	Калібр-скоба	1	
11	A4		Завдання на ДП	1	
12	A4		Реферат	1	

					ДРБ.ПМ.ФІТА.22.00.00ПЗ		
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив.		Мороз			Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив		Гордєєв					
					ХНУ-ПМТ-18-1		
Н. Контр.		Бись .					
Затвердив		Ткачук			Відомість роботи		

ЗМІСТ

	Вступ.....	7
1	Загальний розділ	8
1.1	Стан питання та визначення задач дипломного проектування.....	8
1.2	Аналіз об'єкту виробництва. Призначення та конструкція деталі.....	8
1.3	Аналіз технологічності конструкції деталі.....	12
1.4	Визначення типу і організаційної форми виробництва...	14
2	Технологічний розділ	16
2.1	Вибір заготовки і обґрунтування методу її отримання....	16
2.2	Вибір технологічних баз.....	18
2.3	Встановлення планів обробки поверхонь деталі.....	19
2.4	Вибір варіанта технологічного маршруту та його техніко-економічне обґрунтування.....	20
2.5	Розрахунок припусків.....	23
2.5.1	Розрахунок припуску на обробку Ø25k6	23
2.5.2	Табличний метод.....	26
2.6	Призначення режимів різання.....	28
2.8	Технічне нормування операцій.....	40
2.9	Оформлення технологічної документації.....	42

					ДРБ.ПМ.ФІМ.22.00.00ПЗ			
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив.		Мороз			«Технологія виготовлення деталі «Вал ВОМ.432.001 » з використанням верстатів з ЧПК» (Пояснювальна записка)	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив		Гордєєв						
Н. Контр.		Бись			ХНУ-ПМТ-18-1			
Затвердив		Ткачук						

3	Конструкторський розділ.....	43
3.1	Проектування верстатного пристрою для свердлування отвору.....	43
3.1.1	Вибір схеми базування та закріплення деталі.....	43
3.1.2	Вибір установочних елементів пристрою.....	43
3.1.3	Розрахунок точності обробки.....	43
3.1.4	Розрахунок сили закріплення деталі.....	44
3.1.5	Розрахунок силового приводу пристрою.....	45
3.1.6	Розрахунок деталей пристрою на міцність.....	46
3.1.7	Опис роботи пристрою.....	46
3.2	Проектування скоби для контролю діаметра d25k6.....	47
4	Охорона праці.....	49
5	Висновки.....	57
6	Список використаних джерел.....	58
	Додатки	60

Вступ

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

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

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

В наш час роботи щодо уніфікації технологій ведуться у двох напрямках: типізація технологічних процесів та втілення групового метода обробки. Типова технологія повинна застосовуватись в умовах багатосерійного та масового виробництва, груповий метод – в умовах одиничного, мілко серійного та серійного виробництв, а також в

багатосерійному виробництві при короткому циклі виробничих операцій. Ці два методи взаємопов'язані між собою і повинні знаходити раціональне використання кожен у визначених умовах організації виробництва.

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

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

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

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

1 Загальний розділ

1.1 Стан питання та визначення задач дипломного проектування

Суттю дипломного проектування є проектування технологічного процесу обробки виготовлення деталі «Вал ВОР.432.001», розробка технологічного процесу виготовлення деталі у новому варіанті, відмінному від заводського із застосуванням сучасних верстатів з ЧПК, досягти мінімальних витрат при виготовленні деталі, зменшити собівартість, підвищити рентабельність та продуктивність.

Окрім розробки технологічного процесу у дипломній роботі необхідно розробити конструкцію пристрою для обробки заданих поверхонь (свердлування отвору), провести розрахунок елементів пристрою на міцність, точність, розробити технічні умови на пристрій.

Доля контролю заданих поверхонь розробити контрольно-вимірювальний пристрій.

Економічно обґрунтувати доцільність обладнання, що використовується, методу отримання заготовки, а також розробленого технологічного процесу.

Враховуючи те, що заводський технологічний процес був розроблений для обладнання, яке на сьогоднішній день застаріло, є доцільність використання новітніх технологій при розробці нового технологічного процесу, а також більш сучасних верстатів з ЧПК, та програмного забезпечення до них.

У розділі охорони праці необхідно представити аналіз технологічного процесу з точки зору охорони праці.

1.2 Аналіз об'єкту виробництва. Призначення та конструкція деталі

Вал ВОМ.432.001 входить у вузол переключання шестерні у коробці швидкостей двигуна.

Конструкція деталі "Вал" є технологічною, так як вона містить лише найпростіші поверхні, які виготовляються лише стандартними інструментами по типових технологічних схемах.

Деталь містить кілька ступенів, які за своїми діаметральними розмірами особливо не відрізняються. Даний момент дає змогу зменшити величину відходу матеріалу в процесі механічної обробки різанням. Елементи деталі такі як шпонкові пази, канавки, торцеві отвори є необхідними, так як виконують технологічні функції.

Головною базою в деталі є її 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 деталі. Торці також є конструктивними базами.

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

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 оскільки виготовлення даних поверхонь не вимагає високої точності.

1.3 Аналіз технологічності конструкції деталі

1.Якісний аналіз

Дана деталь відноситься до типу «валів» і вона в основному утворена поверхнями простої форми. З точки зору номенклатури поверхонь, кількість циліндричних поверхонь, зведена до мінімуму. В цілому деталь є дуже проста і не вимагає дуже складних пристроїв чи верстатів для її виготовлення.

2.Кількісний аналіз

Коефіцієнт точності.

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

де T – клас точності обробки; n_l – кількість розмірів відповідного класу точності.

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

Коефіцієнт шорсткості.

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

де $Ш$ – клас шорсткості поверхні; n_l – кількість поверхонь відповідного класу шорсткості.

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

Для виготовлення вала, як матеріал, використовується сталь марки Сталь 35 ГОСТ 1050 -88. Даний матеріал добре оброблюється різанням, має невисоку вартість і не являється дефіцитним. Хімічний склад сталі та її механічні властивості зводимо в таблиці 1.1 та 1.2.

Таблиця 1.1 - Хімічний склад сталі 35 ГОСТ 1050-88

C	Si.	Mn.	S	P
0,32 - 0,40	0,17 - 0,37	0,50 - 0,60	Не більше	
			0,042%	0,035%

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі 35 ГОСТ 1050-88

σ_B , МПа	σ_T , МПа	ψ , %	δ , %	Твердість НВ
Не менше				Не більше
760	600	60	13	226

В цілому за основними показниками та матеріалу деталь “Вал” є технологічною, так як вона містить лише найпростіші поверхні, які виготовляються лише стандартними інструментами по типових технологічних схемах.

1.4 Визначення типу і організаційної форми виробництва

Тип виробництва по ГОСТ 3.1108-74 характеризується коефіцієнтом закріплення операції $K_{з.о.}$, котрий показує відношення всіх різноманітних технологічних операцій, виконуваних або належаних виконанню підрозділом на протязі місяця, до числа робочих місць.

Так як $K_{з.о.}$ виражає періодичність обслуговування робочого всією необхідною інформацією, а також забезпечення робочого місця всіма необхідними речовими елементами виробництва, то $K_{з.о.}$ оцінюється тільки до явочного числа робочих підрозділів із розрахунку на дві зміни [4]:

$$K_{3.0.} = \frac{\sum P_0}{O}, \quad (1.1)$$

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 формулою [2].

Визначення T_0 :

Вертикально – фрезерна

$$T_0 = 6 \cdot l = 6 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 0.12$$

$$T_0 = 4 \cdot l = 4 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 0.08$$

Вертикально - свердлувальна

$$T_0 = 0.52 \cdot d \cdot l = 0.52 \cdot 4 \cdot 16 \cdot 10^{-3} = 0.04$$

Токарна – ЧПК

$$T_0 = 6 \cdot l = 6 \cdot 230 \cdot 10^{-3} = 1.3$$

$$T_0 = 6 \cdot l = 6 \cdot 230 \cdot 10^{-3} = 1.3$$

Кругло – шліфувальна

$$T_0 = 0.07 \cdot d \cdot l = 0.07 \cdot 18 \cdot 230 \cdot 10^{-3} = 0.03$$

$$T_0 = 0.1 \cdot d \cdot l = 0.1 \cdot 18 \cdot 230 \cdot 10^{-3} = 0.04$$

Визначення $T_{шт.}$, $T_{шт.} = T_0 \cdot \varphi_K$, φ_K [2]:

Фрезерно-центрувальна $T_{шт.} = (0.2)1,51 = 0.3$

Вертикально – свердлувальна $T_{шт.} = (0.04)1,3 = 0.052$

Токарна – ЧПК $T_{шт.} = (2.6)1,51 = 3.926$

Кругло – шліфувальна $T_{шт.} = (0,3+0,4)1,55 = 1,085$

$$T_{шт.} = 0.3 + 0.052 + 3.926 + 1.085 = 5.3$$

Фактичний коефіцієнт загрузки і число операцій

$$K_{3.0.} = \frac{\sum O}{\sum P} = \frac{10}{4} = 2,5,$$

за результатами розрахунку тип виробництва – багатосерійний.

2 Технологічний розділ

2.1 Вибір заготовки і обґрунтування методу її отримання

Проаналізуємо два варіанти заготовок для деталі типу “Вал”:

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

Варіант 1: отримання заготовки із прокату.

Приймаємо прокат $\varnothing 30$ мм довжиною прутка 242 мм. Густина сталі $\rho = 7,81 \text{ г/см}^3$.

Маса заготовки із прокату

$$Q = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot L \cdot \rho, \text{ кг}, \quad (2.1)$$

де d - діаметр прокату, $d = 30$ мм,

L - довжина прутка,

$$Q = \frac{3,14 \cdot 3^2}{4} \cdot 24,2 \cdot 0,00781 = 1,3$$

Витрати на заготовку із прокату [4]:

$$M = Q \cdot S - (Q - q) \cdot \frac{S_{\text{від}}}{1000}, \text{ грн}, \quad (2.2)$$

де Q - маса заготовки, кг,

S - вартість 1 кг матеріалу заготовки, грн.,

$S=32000$ грн. (1 тонна),

$S_{\text{від}}=700$ грн. (1 тонна),

q - маса деталі , $q = 0,8$ кг,

Тоді

$$M = 1,3 \cdot 32 - (1,3 - 0,9) \frac{7000}{1000} = 38,8 \text{ грн}$$

Варіант 2: отримання заготовки штамповою на горизонтально-кувальній машині :

Маса заготовки

$$Q = \rho \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d_1^2 l_1 + d_2^2 l_2), \text{ кг}, \quad (2.3)$$

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,

$$Q = 0,00781 \frac{3,14 \cdot (18^2 \cdot 60 + 28^2 \cdot 230)}{4} = 1,1$$

Вартість однієї заготовки [4]:

$$S''_{\text{заг}} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot K_m \cdot K_c \cdot K_v \cdot K_M \cdot K_n \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{\text{від}}}{1000}, \text{ грн}, \quad (2.4)$$

де C_i -базова вартість 1т. заготовок, грн. ,

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

$C_i = 55000$ грн.

$K_m=1$ -для штамповки нормальної точності,[4],

$K_M=1$, [4],

$$Kc=0,75, [4],$$

$$Kv=0,93, [4],$$

$$Kn=1, [4],$$

$$S_{заг}^{II} = \left(\frac{55000}{1000} \cdot 1,1 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 0,93 \cdot 1 \cdot 1 \right) - (1,1 - 0,9) \frac{7000}{1000} = 39,7 \text{ грн.}$$

Економічна ефективність визначається за формулою:

$$E = \frac{S_{заг}^I - S_{заг}^{II}}{N^{-1}} = \frac{39,7 - 38,8}{20000} = 18000 \text{ грн.}$$

2.2 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 фрезерно-центрувальній операції базами є зовнішня циліндрична поверхня заготовки.

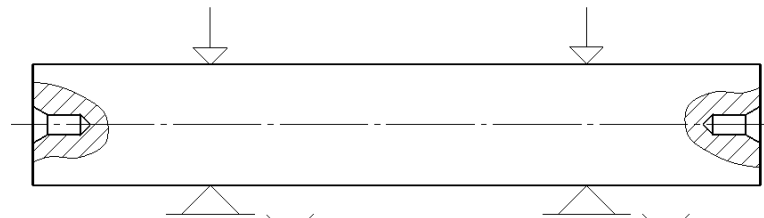


Рисунок 1 1. Схема базування при фрезерно-центрувальній обробці

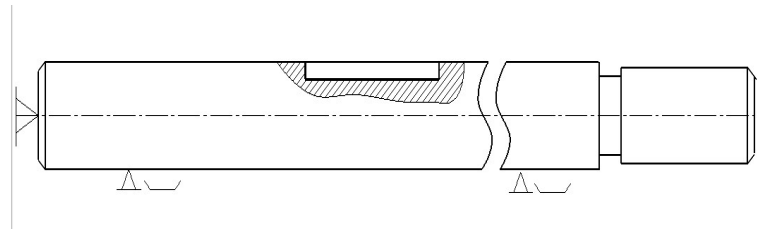


Рисунок 1.2. Схема базування при фрезерній обробці шпонки

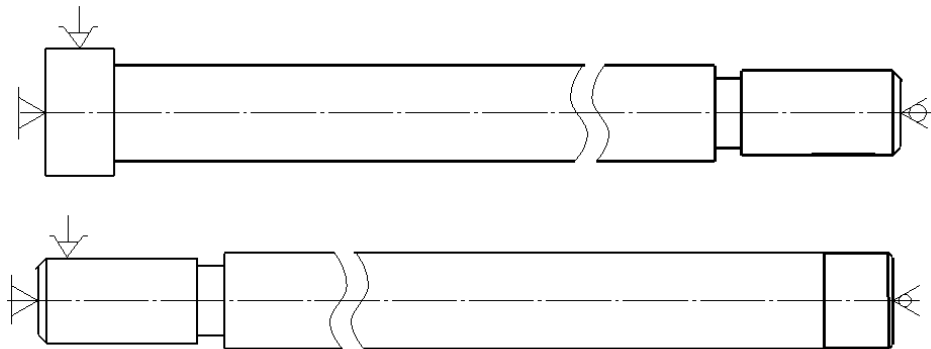


Рисунок 1.3. Схема базування при токарній обробці

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

Таким чином на всіх операціях виконується принцип 6 - ти точок.

2.3 Встановлення планів обробки поверхонь деталі

Плани обробки окремих поверхонь наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Плани обробки окремих поверхонь

№ пов.	Квалітет точності	Шорсткість	План обробки поверхні
1.	k6	2,5	1. Точіння чорнове 2. Точіння чистове 3. Шліфування
2.	n11	6,3	1. Точіння чорнове 2. Точіння чистове

2.4 Вибір варіанта технологічного маршруту та 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 на 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.		Другий варіант.	
005	Заготівельна	005	Заготівельна
010	Токарна 1М63	010	Фрезерно-центрувальна МР-71М
015	Токарна з ЧПК	015	Токарна з ЧПК ST30
020	Вертикально-свердлувальна 2А125	020	Вертикально-фрезерна 6Н81
025	Вертикально - фрезерна 6Н81	025	Вертикально-свердлувальна 2А125
030	Круглошліфувальна 3М174	030	Круглошліфувальна 3М174

Порівняння даних двох техпроцесів буде здійснюватись на основі порівняння двох операцій 005 на якій підрізання торця та центрування буде йти двома різними методами, по першому варіанту на верстаті 1М63, а по другому - на верстаті МР-71М.

Перший варіант.

$$C_{п.в.} = C_3 + C_{ч.з} + E_n(K_c + K_3), \quad (2.5)$$

де $C_{п.в.}$ - годині приведені втрати, коп./год.

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

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

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

K_c, K_3 - питомі години капітальних вкладів відповідно в верстат та в будову, коп./год.

$$C_3 = \varepsilon \cdot C_{т.ф.} \cdot k \cdot y, \quad (2.6)$$

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 ,

$C_{т.ф.}=54.8$ коп./год., [2]

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

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

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

$$C_{ч.з.} = C_{ч.з.}^{б.п.} \cdot k_m, \quad (2.7)$$

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

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

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

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

$$K_c = (Ц \cdot 100) / (F_d \cdot \eta_3), \quad (2.8)$$

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].

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

$$K_3 = (F \cdot 78.4 \cdot 100) / (F_d \cdot \eta_3), \quad (2.9)$$

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

$$F = F_B \cdot K_B, \quad (2.10)$$

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].

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

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

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

Другий варіант.

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

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

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

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

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

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

$$Ц = 5530 \text{ грн.}, [2].$$

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

$$F_B = 7.9 \text{ м}^2, [2].$$

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

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

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

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

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

Для виконання операції токарної обробки вала В0М.432.001 запропоновано використовувати токарний центр з ЧПК ST30 нового покоління фірми HAAS (США), його загальний вигляд представлений на рис.1.4.



Рисунок 1.4. Загальний вигляд верстата з ЧПК ST30 фірми HAAS

2.5 Розрахунок припусків

2.5.1 Розрахунок припуску на обробку Ø25k6

Розрахуємо припуски на обробку і проміжні граничні розміри для обробки поверхні $\varnothing 25 \text{ k}6 \left(\begin{smallmatrix} +0.015 \\ +0.002 \end{smallmatrix} \right)$. Деталь вал. Заготівка пруток. Схема установки деталі – обробка в центрах.

План обробки поверхні $\varnothing 25 \text{ k}6 \left(\begin{smallmatrix} +0.015 \\ +0.002 \end{smallmatrix} \right)$ відповідно до вимог креслення та з врахуванням економічної точності обробки [4]:

- чорнове обточування;
- чистове обточування;
- чорнове шліфування;
- чистове шліфування.

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

При обробці деталі в центрах похибка установки в радіальному напрямку на розрахунковий розмір дорівнює нулю ($\varepsilon_y = 0$).

Значення просторових відхилень оброблюваної поверхні відносно базової визначається за формулою:

$$\rho_z = \sqrt{\rho_{зм}^2 + \rho_{кор}^2 + \rho_{ц}^2}, \quad (2.11)$$

де $\rho_{зм}$ – сумарне зміщення, $\rho_{зм} = 600$ мкм, [4];

$\rho_{кор}$ – похибка короблення, мкм;

$\rho_{ц}$ – похибка зацентровки заготовки, $\rho_{ц} = 250$ мкм.

$$\rho_{кор} = \Delta_k \cdot l, \quad (2.12)$$

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

l – довжина заготовки, мм.

$$\rho_{кор} = 3 \cdot 300 = 900 \text{ мкм}$$

$$\rho_z = \sqrt{600^2 + 900^2 + 250^2} = 1110 \text{ мкм}$$

Залишкова похибка після обробки, мкм:

$$\rho_{ост} = \rho \cdot K_y, \quad (2.13)$$

де K_y – коефіцієнт уточнення,

після чорнового точіння $K_y = 0,06$;

після чистового точіння $K_y = 0,04$ [4].

$$\rho_{ост1} = 1110 \cdot 0,06 = 66,6 \approx 67 \text{ мкм.}$$

$$\rho_{ост2} = 67 \cdot 0,04 = 2,68 \approx 3 \text{ мкм.}$$

Значення мінімального припуску:

$$2z_{i\min} = 2 \cdot (R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1}) \quad (2.14)$$

Результати розрахунку заносимо в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Результати розрахунку припусків і граничних розмірів за переходами на обробку поверхні $\varnothing 25 \text{ k6} \left(\begin{smallmatrix} +0.015 \\ +0.002 \end{smallmatrix} \right)$.

План обробки	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск, $2z_{i\min}$, мкм	Розрахунковий розмір, d_p , мм	Допуск T , мкм	Граничні розміри, мм		Граничні значення припусків, мкм	
	R_{zi-1}	h_{i-1}	ρ_{i-1}	ε_{yi}				d_{max}	d_{min}	$2z_{i\max}^{cp}$	$2z_{i\min}^{cp}$
Заготовка	160	200	1110	-	-	28,402	840	29,24	28,4	-	-
Точіння чорнове	50	50	67	-	2·1470	25,462	210	25,67	25,46	3570	2940
Точіння чистове	25	25	3	-	2·167	25,128	130	25,26	25,13	410	330
Шліфування чорнове	10	-	-	-	2·53	25,022	33	25,055	25,022	205	108
Шліфування чистове	5	-	-	-	2·10	25,002	13	25,015	25,002	40	20

Колонка "Розрахунковий розмір" заповнюється, починаючи з найменшого кінцевого розміру (25,002 мм) шляхом послідовного додавання розрахункового мінімального припуску для кожного технологічного переходу до відповідного розрахункового розміру.

Найбільші граничні розміри розраховуються шляхом додавання технологічного допуску за переходами до округленого найменшого граничного розміру. Граничні значення припусків $2z_{i\max}^{cp}$ визначаються як

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

Загальні припуски знаходяться як сума проміжних припусків:

$$2z_{o\max} = \sum 2z_{i\max}^{zp} \quad (2.15)$$

$$2z_{o\min} = \sum 2z_{i\min}^{zp} \quad (2.16)$$

$$2z_{o\max} = 3570 + 410 + 205 + 40 = 4225 \text{ мкм.}$$

$$2z_{o\min} = 2940 + 330 + 108 + 20 = 3398 \text{ мкм.}$$

Перевірка правильності розрахунків:

$$2z_{o\max} - 2z_{o\min} = Td_{заг} - Td_{дем} \quad (2.17)$$

$$4225 - 3398 = 840 - 13 = 827 \text{ мкм.}$$

Номінальний припуск на оброблювану поверхню:

$$2z_{o\text{ном}} = 2z_{o\min} + EId_{заг} - EId_{дем} = 3,398 + 0,7 - 0,002 = 4,1 \text{ мм.} \quad (2.18)$$

Номінальний розмір заготовки:

$$d_{з\text{ном}} = d_{д\text{ном}} + 2z_{o\text{ном}} = 25 + 4,1 = 29,1 \text{ мм.} \quad (1.19)$$

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

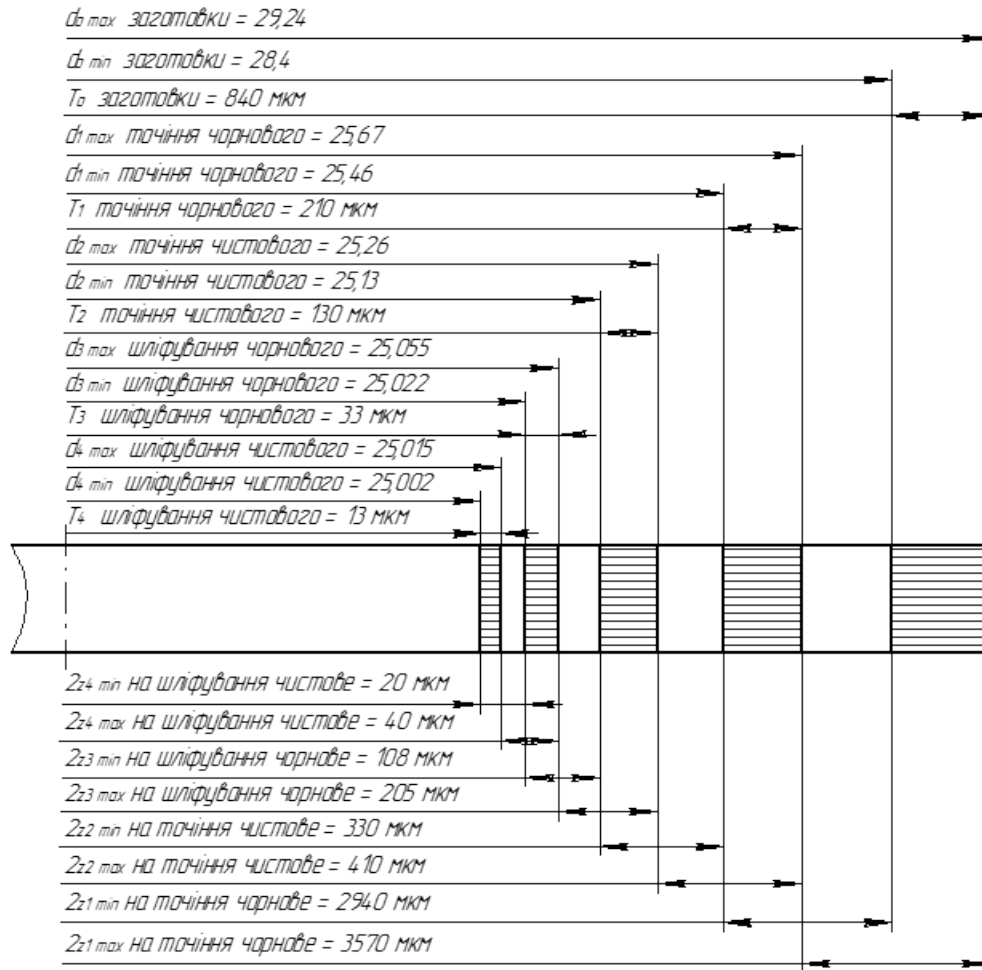


Рисунок 2.2 – Схема розташування полів припусків і допусків на обробку поверхні $\text{Ø}25 \text{ k}6 \left(\begin{smallmatrix} +0.015 \\ +0.002 \end{smallmatrix} \right)$.

2.5.2 Табличний метод

На решту оброблюваних поверхонь припуски і допуски вибираємо по таблицях (ГОСТ 26645-85) і записуємо їх значення в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 - Зведена таблиця припусків

Поверхня	Маршрут	Шорсткість	Припуск на поверхню	Розмір з допуском	Кількість проходів
230h11	Заготовка	Rz80		242,2(±0.4)	1
	Фрезерування	Ra6.3	5.6	230(±0.3)	
Ø25k6	Заготовка	Rz80		30(±0.4)	1
	Точ. чорнове	Ra6.3	1.4	27.2(±0.3)	
	Точ. чистове	Ra3.2	0.5	26.2(^{+0.3} _{+0.2})	
	Шліфування		0.6	Ø25k6	2

2.6 Призначення режимів різання

Приймаємо свердло спіральне із швидкоріжучої сталі з конічним хвостовиком, подовжене ГОСТ 12121-77.

Геометричні параметри свердла: форма заточки $\alpha = 18^\circ$;
 $d = 2,5$ мм; $L = 75$ мм; $l = 40$ мм, [3].

1) Глибина різання:

$$t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 2,5 = 1,25 \text{ мм.}, \quad (2.20)$$

2) Подача: $S = 0,08 \dots 0,10$ мм/об [3],

приймаємо $S = 0,09$ мм/об.

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

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S_z^y} \cdot K_v, \quad (2.21)$$

де C_v - коефіцієнт, $C_v = 7,0$ [6];

T - період стійкості, $T = 15$ хв [3];

q, m, x, y, u, p - показники степеня приймаємо по [3]

$q = 0,40$; $m = 0,20$; $y = 0,7$;

K_v - загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, ураховуючи фактичні умови різання:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{iv}, \quad (2.22)$$

де K_{mv} – коефіцієнт, який враховує якість матеріалу, що оброблюється визначаємо по [3];

$$K_v = K_z \left(\frac{750}{\sigma_6} \right)^{n_v}, \quad (2.23)$$

де n_v – показник степеня, $n_v = 0,9$ [3],

K_z - коефіцієнт для матеріалу інструменту, $K_z = 1,0$ [3]

$$K_{mv} = \left(\frac{750}{610} \right)^{0,9} = 1,2,$$

K_{lv} – коефіцієнт, який враховує глибину свердління, $K_{lv} = 0,8$ [3];

K_{iv} - коефіцієнт, який враховує матеріал інструмента, $K_{iv} = 0,3$ [3].

$$K_v = 1,2 \cdot 0,8 \cdot 0,3 = 0,29.$$

$$V = \frac{7,0 \cdot 2,5^{0,40}}{15^{0,20} \cdot 0,09^{0,7}} \cdot 0,29 = 6,35 \text{ м/хв.} = 0,106 \text{ м/с}$$

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

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 6,35}{3,14 \cdot 2,5} = 765 \text{ об/хв.} \quad (2.24)$$

За паспортом верстата приймаємо $n = 710$ об/хв.

5) Крутний момент

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (2.25)$$

де $C_m = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ [3],

K_p - поправочний коефіцієнт, який враховує фактичні умови обробки, в даному випадку залежить тільки від матеріалу заготовки:

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{\sigma_{6p}}{750} \right)^{n_p} = \left(\frac{610}{750} \right)^{0,75} = 0,85, \quad (2.26)$$

де n_p - показник степені, $n_p = 0,75$ [6];

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 2,5^{2,0} \cdot 0,09^{0,8} \cdot 0,85 = 0,3 \text{ Н·м.}$$

б) Осьова сила різання

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (2.27)$$

де $C_p = 68$; $y = 0,7$; $q = 1,0$ [3].

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 2,5^{1,0} \cdot 0,09^{0,7} \cdot 0,85 = 267,8 \text{ Н.}$$

7) Потужність різання

$$N_{\text{різ}} = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n}{9750} = \frac{0,3 \cdot 710}{9750} = 0,02 \text{ кВт.} \quad (2.28)$$

Перевіряємо чи достатня потужність приводу верстата для проведення цієї операції.

Потужність на шпинделі верстата

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{ст}} \cdot \eta, \quad (2.29)$$

де $N_{\text{ст}}$ - потужність приводу головного руху, $N_{\text{ст}} = 2,8$ кВт;

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

$$N_{\text{шп}} = 2,8 \cdot 0,8 = 2,24 \text{ кВт.}$$

Перевірку проводимо згідно співвідношення

$$N_{\text{шп}} > N_{\text{різ}},$$

$$2,24 > 0,02.$$

Обробка можлива.

8) Визначення основного часу на перехід

$$t_0 = l_{\text{р.х.}} / S \cdot n_d, \quad (2.30)$$

де $l_{\text{р.х.}}$ - довжина робочого ходу інструменту;

$$l_{\text{р.х.}} = l_{\text{різ}} + y + \Delta, \quad (2.31)$$

де y - підвід, врізання та перебіг інструмента,

$$y = (D/2) \cdot \text{ctg}\varphi = (2,5/2) \cdot \text{ctg}59^\circ = 2 \text{ мм, [3];}$$

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

$$l_{\text{р.х.}} = 16 + 2 + 2 = 20 \text{ мм;}$$

$$t_0 = 20 / 710 \cdot 0,09 = 0,2 \text{ хв.}$$

2.7 Вибір режимів різання на інші операції (переходи) по таблицям нормативів

Проводимо вибір режимів різання по нормативам [5] та заносимо їх у таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 - Зведена таблиця режимів різання

Назва переходу	t, мм	S ₀ , мм/об	L _{р.х} , мм.	V, м/хв	n, об/хв	T, хв.	T ₀ , хв.	Модель верстата
005 Фрезерно-центрувальна 1. Фрезерувати та центрувати торці	1,6 2,3	0,1 1,5	25	15,8 19,8	1600 630	15 120	0,92	MP-71M
010 Токарна з ЧПК 1. Точити поверхню А,Т, , Б, начорно, начисто. 2. Точити канавку Г.	1,5 0,4 6	0,3 0,15 0,12	271 271 8	100 160 21,77	1000 1500 315	60 60 60	1,1 0,5 0,34	ST30 фірми HAAS
015 Фрезерна 1. Фрезерувати шпонковий паз	1,0	1,2	15	45	250	120	1,66	6H81
020 Свердлувальна 1. Свердлувати отворØ2,5.	1,25	0,09	20	6,35	710	15	0,2	2H125
025 Шліфувальна 1. Шліфувати поверхню Ø25k6	0,1	-	195	290	1200	30	0,49	3M174

2.8 Технічне нормування операцій

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

В серійному виробництві норма штучно-калькуляційного часу визначається за формулою:

$$T_{\text{шт.к}} = \frac{T_{\text{п.з}}}{n} + T_{\text{од.}}, \quad (2.32)$$

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

n - величина партії деталей, шт;

$$n = \frac{N \cdot t}{\Phi}, \quad (2.33)$$

де t - запас деталей на складі, $t = 10$ шт;

Φ - число робочих днів у році, $\Phi = 251$ дн,

$$n = \frac{20000 \cdot 10}{251} = 797, \text{шт}$$

$T_{\text{шт.}}$ - штучний час на операцію, хв,

$$T_{\text{шт.}} = T_{\text{о.}} + T_{\text{доп.}} + T_{\text{обсл.}} + T_{\text{відп.}}, \quad (2.34)$$

де $T_{\text{о.}}$ - основний час, хв;

$T_{\text{доп.}}$ - допоміжний час, хв;

$T_{\text{обсл.}}$ - час на обслуговування робочого місця, хв;

$T_{\text{відп.}}$ - час на відпочинок та особисті потреби, хв,

$$T_{\text{доп.}} = T_{\text{у.з.}} + T_{\text{уп.}} + T_{\text{вим.}}, \quad (2.35)$$

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

$T_{\text{уп.}}$ - час на керування верстатом, хв;

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

$$T_{\text{обсл.}} = \frac{P_{\text{обсл.}} \cdot T_{\text{оп.}}}{100}, \quad (2.36)$$

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

$$T_{\text{відп.}} = \frac{P_{\text{відп.}} \cdot T_{\text{оп.}}}{100}, \quad (2.37)$$

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

$T_{\text{оп.}}$ - оперативний час, хв;

$$T_{\text{оп.}} = T_{\text{о.}} + T_{\text{доп.}} \quad (2.38)$$

Для прикладу пропонуємо операцію 020 свердлувальна

Основний час на операцію, $T_{\text{о.}} = 0,2$ хв.

Допоміжний час на операцію:

- встановити і зняти заготівку:

$$T_{\text{ус.}} = 0,024 \text{ хв. [9];}$$

Допоміжний час на керування верстатом:

- включити та виключити верстат - 0,02 хв. [6];

- підвести та відвести інструмент - 0,02 хв. [6];

- час очікування зупинки шпинделя - 0,05 хв. [6];

- час на вимірювання - 0,12 хв. [6].

$$T_{\text{доп.}} = 0,24 + 0,09 + 0,12 = 0,45 \text{ хв.}$$

Визначаємо оперативний час

$$T_{\text{оп.}} = 0,2 + 0,45 = 0,65 \text{ хв.}$$

Час на обслуговування, а також час на відпочинок та особисті потреби беруться у відсотках від оперативного часу, $P_{\text{обсл.}} = 5,5\%$ [6], $P_{\text{відп.}} = 6\%$ [6]

$$T_{\text{обсл.}} = \frac{0,65 \cdot 5,5}{100} = 0,035 \text{ хв;}$$

$$T_{\text{відп.}} = \frac{0,65 \cdot 6}{100} = 0,039 \text{ хв.}$$

Підготовче-заклучний час при роботі на верстаті, $T_{\text{підг.з.}} = 7$ хв.[6]

Тоді,

$$T_{\text{шт.}} = 0,2 + 0,45 + 0,035 + 0,039 = 0,724 \text{ хв,}$$

$$T_{\text{шт.к.}} = 0,724 + \frac{7}{797} = 0,73 \text{ хв.}$$

На інші операції норму штучно-калькуляційного часу розраховуємо аналогічно і зводимо в таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 - Норми часу по операціям

№	$T_{\text{о}}$	$T_{\text{вст}}$	$T_{\text{з}}$	$T_{\text{кер}}$	$T_{\text{вим}}$	$T_{\text{доп}}$	$T_{\text{об}} + T_{\text{від}}$	$T_{\text{шт}}$	$T_{\text{п.з}}$	$T_{\text{шт.к}}$
005	0,92	0,16	0,11	0,1	0,42	1,83	0,19	2,22	16	2,24

010	1,94	0,2	0,12	0,19	0,13	2,55	0,31	4,76	17	4,78
015	1,66	0,2	0,12	0,1	0,13	2,9	0,31	4,87	17	4,89
025	0,49	0,048	0,48	0,18	0,24	0,9	0,16	1,44	7	1,46

2.9 Оформлення технологічної документації

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

3 Конструкторський розділ

3.1 Проектування верстатного пристрою для свердлування отвору

3.2 Вибір схеми базування та закріплення деталі

Згідно вимог на кресленні деталі необхідно просвердлити отвір за розміром від торця деталі. Тому приймаємо за базу торець деталі та зовнішню циліндричну поверхню.

Цим вимогам відповідають базові елементи призми та упор. Схема базування та закріплення заготовки показана на рис.3.1.

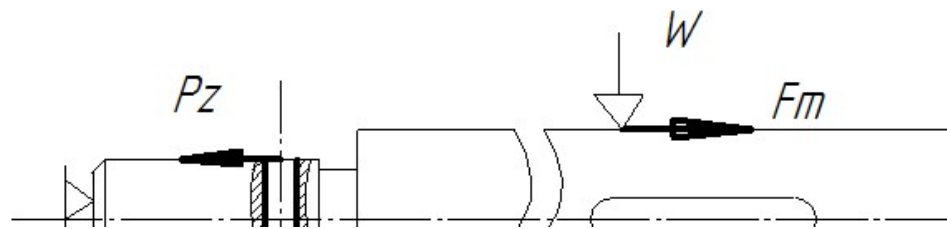


Рисунок 3.1 – Схема базування та закріплення заготовки

3.3 Вибір установочних елементів пристрою

Установочними елементами у пристрої є призми та упор.

3.4 Розрахунок точності обробки

Похибку установки заготовки у пристрої визначаємо за формулою [7] :

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{np}^2}, \quad (3.1)$$

де ε_{δ} - похибка базування деталі, $\varepsilon_{\delta} = 0$

ε_3 - похибка закріплення, $\varepsilon_3 = 0,09$ мм (затиск прихватом) [7];

ε_{np} - похибка пристрою:

$$\varepsilon_{np} = \sqrt{\varepsilon_{виг}^2 + \varepsilon_{зн}^2 + \varepsilon_{фікс}^2}, \quad (3.2)$$

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

$\varepsilon_{зн}$ - похибка зношення установчих елементів, $\varepsilon_{зн} = 0,02$ мм;

$\varepsilon_{фікс}$ - похибка фіксації пристрою на столі верстата, $\varepsilon_{фікс} = 0,01$ мм.

$$\varepsilon_{np} = \sqrt{0,01^2 + 0,02^2 + 0,01^2} = 0,025 \text{ мм.}$$

$$\varepsilon_y = \sqrt{+0,09^2 + 0,025^2} = 0,093 \text{ мм.}$$

Допустиму підсумкову похибку пристрою визначаємо за формулою:

$$\varepsilon_{дон} = TD - \kappa \cdot \omega, \quad (3.3)$$

де TD – поле допуску на виконуваний розмір деталі, $TD = 0,2$ мм;

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

ω – точність обробки на вибраному верстаті, $\omega = 0,01$ мм, [7].

$$\varepsilon_{дон} = 0,2 - 0,8 \cdot 0,01 = 0,192 \text{ мм.}$$

Умова $\varepsilon_{дон} \geq \varepsilon_y$ виконується.

3.5 Розрахунок сили закріплення деталі

Розрахунок сили закріплення ведемо за схемою базування та закріплення на якій нанесено сили, які діють на заготовку під час обробки.

Схема базування-закріплення показана на рис. 3.1.

Для такого випадку прикладення сил, можна записати рівняння рівноваги заготовки [7]:

$$P_z \cdot k = W \cdot f + \frac{W \cdot f}{\sin \frac{\alpha}{2}}, \quad (3.4)$$

$$\text{де } P_z = \frac{N \cdot 1020 \cdot 60}{V} = \frac{0,15 \cdot 1020 \cdot 60}{20} = 459 \text{ Н,}$$

$k = 1,5$; $f = 0,1$; $\alpha = 45^\circ$. Звідки маємо силу затиску:

$$W = \frac{P_z \cdot k}{f + \frac{f}{\sin \alpha/2}} = \frac{459 \cdot 1,5}{0,1 + \frac{0,1}{\sin 45^\circ}} = \frac{688}{0,239} = 2878 \text{ Н}$$

3.6 Розрахунок силового приводу пристрою

Вибираємо кінематичну схему передавальних механізмів, яка показана на рис. 3.2 та складається з важільного кінематичного механізму, клиноплунжерного підсилювача, застосованого для зручного розміщення пневмоприводу.

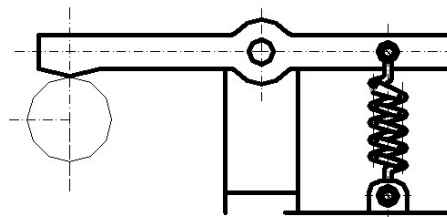


Рисунок 3.2 – Кінематична схема передавального механізму

Завдяки тому, що важільна система виконує підсилювальну функцію, тому запишемо рівняння рівноваги важільної системи за рис.3.3.

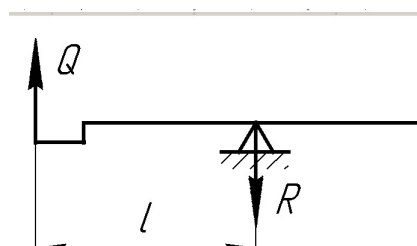


Рисунок 3.3 – Схема важільної системи

$$Q = \frac{W(L-l)}{l\eta}, \quad (3.5)$$

де $L = 170$ мм, $l = 95$ мм, $\eta = 0,98$, тоді маємо

$$Q = \frac{2878(170-95)}{95 \cdot 0,98} = 2318 \text{ Н}$$

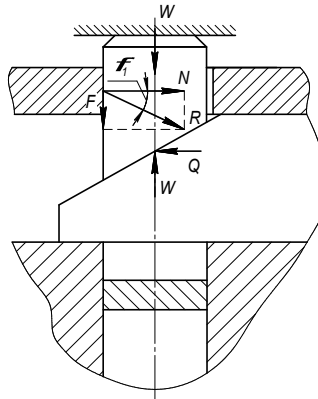


Рисунок 3.4 – Схема клино-плунжерного механізму

Запишемо рівняння клино-плунжерного механізму

$$Q = \frac{W[\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg}\varphi_1]}{1 - \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)\operatorname{tg}\varphi_2}; \quad [7] \quad (3.6)$$

де $\alpha = 15^\circ$ $\varphi = 2^\circ$ $\varphi_1 = 2^\circ$ $\varphi_2 = 2^\circ$, тоді

$$Q = \frac{2318(\operatorname{tg}17^\circ + \operatorname{tg}2^\circ)}{1 - \operatorname{tg}17^\circ \cdot \operatorname{tg}2^\circ} = \frac{2318 \cdot 0,349}{1 - 0,012} = 808,9 \text{ Н}$$

З урахуванням сил зворотних пружин $Q = 60$ Н сила на штокові пневмоциліндра буде:

$$Q_{III} = Q + q = 808,9 + 60 = 868,9 \text{ Н}$$

Розрахуємо розмір безштокової робочої порожнини пневмоциліндра за формулою:

$$D_{ц} = \sqrt{\frac{4Q}{P_n \cdot \Pi \cdot \eta}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 868,9}{0,4 \cdot 3,14 \cdot 0,98}} = 53,1 \text{ мм}$$

де, $P_n = 0,4$ МПа – робочий тиск повітря в пневмосистемі;

$D_{ц}$ – діаметр циліндра мм.

З стандартного ряду вибираємо циліндр з діаметром: $D_{ц} = 63$ мм.

Розраховуємо фактичне зусилля на штокові за формулою:

$$Q_{\phi} = P_n \cdot \frac{\Pi \cdot D_4^2}{4} = 0,63 \frac{3,14 \cdot 63^2}{4} = 1962 \text{ Н}$$

3.7 Розрахунок деталей пристрою на міцність

Аналізуючи конструкцію даного пристрою можна зробити висновки, що найбільш навантаженою деталлю є вісь на якій кріпиться важіль що передає зусилля від штока пневмоциліндра.

Проводимо перевірочний розрахунок цієї вісі на зріз [8]. Для розрахунку складаємо, схему, яка показана на рис 3.5.



Рисунок 3.5 - Розрахункова схема

Умова міцності на зріз визначаємо із співвідношення

$$\frac{Q}{n \cdot A} \leq [\tau]_{зр}, \quad (3.7)$$

де Q – сила діюча у перерізі, Н. $Q = 1430$ Н.

A – площа перерізу, мм^2 .

n – кількість площин зрізу.

$$[\tau]_{зр} \approx 0,3[\sigma_{зм}] = 0,3 * 200 = 60 \text{ МПа}$$

Згідно формули визначаємо мінімально допустимий діаметр осі.

$$d \geq \sqrt{\frac{4Q}{2 \cdot [\tau]_{зр} \cdot n}} = \sqrt{\frac{4 * 1430}{2 \cdot 60 * 3,14}} = 3,9 \text{ мм}$$

По конструктивним міркуванням приймаємо $d = 10$ мм.

Умову міцності на зминання визначаємо з співвідношення

$$\frac{Q}{\delta \cdot d} \leq [\sigma]_{зм} \quad (3.8)$$

де δ - товщина стінки опори

$$\delta \geq \sqrt{\frac{Q}{[\sigma_{зм}]d}} = \sqrt{\frac{1430}{200 * 10}} = 0,84 \text{ мм}$$

З конструктивних міркувань δ приймаємо 10 мм. Умова виконується.

3.8 Опис роботи пристрою

У даному пристрої заготовка закріплюється у призмі важільним затиском.

Стиснуте повітря потрапляючи у поршневу порожнину пневмоциліндра тисне на поршень та переміщає його вправо. На штокові пневмоциліндра встановлено клиноплунжерний механізм, який діє на важіль. Важіль встановлений на осі, яка в свою чергу закріплена у корпусі пристрою. Своїм другим кінцем важіль діє на заготовку, яка закріплюється. Після свердління отвору, за допомогою кондукторної плити, деталь розкріплюється шляхом попадання стиснутого повітря у штокову порожнину пневмоциліндра, після

чого поршень зі штоком та клином рухаються вліво та через важіль розкріплюють заготовку. На нижній плиті корпусу встановлені дві шпонки які орієнтують пристрій на столі верстата.

До столу нижня плита корпусу пристрою кріпиться за допомогою двох стандартних болтів.

3.2 Проектування калібру скоби для контролю діаметра $\varnothing 25 \text{ k6} \left(\begin{smallmatrix} +0.015 \\ +0.002 \end{smallmatrix} \right)$

Для контролю виконання допуску на розмір поверхні $\varnothing 25 \text{ k6} \left(\begin{smallmatrix} +0.015 \\ +0.002 \end{smallmatrix} \right)$ необхідно підібрати вимірювальний інструмент, провести розрахунки виконавчих розмірів і визначити ілюстраційну схему взаємного розташування і допусків деталі і калібру.

Для контролю розміру $\varnothing 25 \text{ k6}$ розраховуємо калібр - скобу. Для цього використовуємо літературу [10].

Знаходимо граничні розміри валу за формулами:

$$\begin{aligned} d_{\max} &= d + es, \\ d_{\min} &= d + ei. \end{aligned} \quad (3.9)$$

$$d_{\max} = 25 + 0,015 = 25,015 \text{ (мм)}.$$

$$d_{\min} = 25 + 0,002 = 25,002 \text{ (мм)}.$$

За ГОСТ 24853-81 для 7 квалітету і інтервалу розмірів більше від 20 до 30 мм знаходимо данні для визначення розмірів необхідних калібрів и контркалибрів:

$Z_1 = 0,0025$ мм – відхилення середини поля допуску на виготовлення прохідного калібру для вала відносно найбільшого граничного розміру виробу;

$Y_1 = 0,002$ мм – допустимий вихід розміру зношеного прохідного калібру для вала за границю поля допуску виробу;

$H_1 = 0,003$ мм – допуск на виготовлення калібрів для вала;

$H_p = 0,0012$ мм – допуск на виготовлення контрольного калібру для скоби.

Визначаємо розміри калібру-скоби:

1) найменший розмір прохідного нового калібру-скоби ПР визначаємо за формулою:

$$PP_{\min} = d_{\max} - Z_1 - H_1 / 2. \quad (3.10)$$

$$PP_{\min} = 25,015 - 0,0025 - 0,003/2 = 25,011 \text{ (мм)}.$$

2) найменший розмір непрохідного калібру-скоби НЕ визначаємо за формулою:

$$HE_{\min} = d_{\min} - H_1 / 2. \quad (3.11)$$

$$HE_{\min} = d_{\min} - H_1 / 2 = 25,002 - 0,003/2 = 25,0005 \text{ (мм)}.$$

2) граничний розмір зношеного калібру-скоби ПР визначаємо за формулою:

$$PP_{зн} = d_{\max} + Y_1. \quad (3.12)$$

$$PP_{зн} = d_{\max} + Y_1 = 25,015 + 0,002 = 25,017 \text{ (мм)}.$$

4 Охорона праці

4.1 Аналіз технологічного процесу з точки зору охорони праці

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

Згідно ГОСТ 12.0.003-79 небезпечним виробничим фактором, називають фактор, дія якого на працівника призводить до травми чи до неочікуваного погіршення здоров'я.

Небезпечний виробничий фактор призводить до травм, а шкідливий виробничий фактор призводить до професійного захворювання.

Контроль та нагляд за виконанням норм та правил виконують спеціально 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.

При транспортуванні заготовок на дільниці механічної обробки, враховуючи програму випуску $N=20000$ шт. та масу деталі $m=1,3$ кг, передбачені пересувні візки.

Ручні вантажні візки значно полегшують умови праці при переміщенні вантажів і є чи не єдиним внутрішнім цеховим транспортним засобом на малих, мілкосередніх промислових підприємствах. Вони повинні бути

стійкими, мати справні рами, платформи без перекосів, надійно закріплені колеса на підшипниках та поручні. Існує кілька видів вантажних візків: на двох, трьох та чотирьох колесах, з нерухомою платформою та такою, що піднімається. При користуванні вантажними візками з платформами, що піднімаються попередньо необхідно перевірити справність механізму підймання і лише тоді проводити її завантаження.

Вантажі кладуть на візок таким чином, щоб вони не виходили за габарити платформи і не було перевантаження на одну сторону. Оскільки на вантажних візках відсутні гальмівні пристрої, то вони повинні рухатись плавно, без поштовхів, ривків та раптових зупинок. Кількість робітників, які супроводжують навантажений візок повинна бути такою, щоб не допускати їх перевантаження при русі вгору чи самовільне проковзування візка при русі вниз по похилій площині. При цьому необхідно слідкувати, щоб візок з вантажем не перевернувся.

Внаслідок недотримання правил користування візками, або недбалості персоналу, може виникати небезпека травмування робітників дільниці.

Шкідливими виділеннями можуть бути гази, що утворилися в наслідок випаровування МОР, при обробці деталі на шліфувальних операціях, негерметичність акумуляторних батарей електрокар, що застосовуються для транспортування великих партій деталей на склад.

Небезпечним є використання відпрацьованих, за строком використання, тросів, редукторів і таке інше. Також існує загроза ураження електричним струмом від електричних машин, наприклад термічних печей, для закалки деталей струмом високої частоти. Є небезпека отримання опіків, при роботі з печами. Необхідно ретельно вивчити та додержуватись технічних характеристик та умов в експлуатації обладнання та транспортних засобів.

Механічна обробка деталі з сталі 35 на токарних верстатах різцями дає зливну стружку. Цей тип стружки характеризується гострими краями, великою довжиною та складністю видалення її з зони різання. Тому для подрібнення стружки та полегшення видалення її з зони різання необхідно

встановлення накладних стружколамів на різцях.

До шкідливих факторів можна віднести те, що під час абразивної обробки на завершальній операції (шліфуванні поверхні $\varnothing 25k6$), в повітря виділяється велика кількість металевого та абразивного пилю.

Ще одним негативним явищем є виділення тепла в зоні обробки.

Значне виділення тепла в зоні обробки при роботі на шліфувальному верстаті, а також можливе відлітання розпечених часточок металу є небезпечним для органів зору а при попаданні їх на шкіряні покрови можливі мікроопіки в наслідок високої температури останніх.

На токарних верстатах з ЧПУ передбачено захисний екран, знімати який дозволяється тільки після закінчення повного циклу обробки деталі, та зупинки шпинделя.

Для всіх механічних операцій, а саме - фрезерно-центрувальна, токарна, горизонтально - фрезерна, вертикально - свердлильна, шліфувальна небезпечною є зона різання, тому слід додержуватись правил експлуатації конкретного виду обладнання. Небезпеку створюють органи верстатів, що рухаються, у шліфувальному верстаті - шліфувальний круг та заготовка, у токарному, фрезерному - шпиндель, та пристрої, для закріплення інструменту або деталі.

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

На фрезерній операції (обробка шпонкового пазу) та свердлувальній операції (свердлування отвору $\varnothing 2,5$) пристрій для затиску деталі має пневматичний привід, тому при миттєвому відключенні стиснутого повітря можливе розкріплення деталі, що 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 дотримуючись правил експлуатації обладнання та безпеки праці.

4.2 Організація контролю параметрів зовнішнього середовища на робочих місцях дільниці.

4.2.1 Методи контролю параметрів вібрацій

Для вимірювання вібрацій широко використовуються електричні вібро вимірювальні прилади, принцип дії котрих базується на перетворенні кінематичних параметрів коливного руху в електричні величини, котрі вимірюються та реєструються за допомогою електричних приладів.

Основні елементи цих приладів - давачі. В якості первинних вимірювальних перетворювачів використовують ємнісні, індукційні, п'єзоелектричні перетворювачі, котрі сприймають коливні зміщення, швидкість та прискорення.

Найчастіше використовуються п'єзоелектричні перетворювачі віброприскорення - акселерометри.

Вібро вимірювальними приладами з давачами можна вимірювати вібрації в багатьох точках, їх перевага - дистанційність вимірювання параметрів вібрації, проста будова, відсутність інерційності.

Кількість вимірювань параметрів вібрації повинна бути не менше трьох для кожної октавної смуги частот. Вимірювальними параметрами вібрації є пікові або середньоквадратичні значення віброзміщення, віброшвидкості або віброприскорення в октавних або 1/3-октавних смугах частот.

4.2.2 Контроль вмісту в повітрі шкідливих газів та пари

Контроль проби повітря виконується в зоні дихання людини з урахуванням місць утворення шкідливих речовин і шляхів, якими вони потрапляють в робочу зону. Кількість проб та метод контролю визначається санітарними нормами та органами санітарного нагляду.

У приміщеннях, де присутні речовини 1-го класу небезпеки та де може бути аварійний викид, повинен запроваджуватись безперервний контроль. Для інших випадків - періодичний.

Методи контролю вмісту хімічних речовин в повітрі поділяються на три групи:

1. Індикаторні методи хімічного аналізу з використанням газоаналізаторів УГ-1, УГ-2, ГХ-4 та подібних до них аналізаторів, що працюють на принципі кольорової реакції між індикаторним порошком і досліджуванним газом або паром, які прокачуються разом з повітрям через індикаторну трубку, заповнену реагентом. За інтенсивністю зміни кольору або за об'ємом зреагованого порошку визначають концентрацію досліджуваної речовини. Для аналізів деяких речовин застосовують папір, змочений реагентом, що змінює свій колір під дією хімічної реакції. Більшість цих методів є експресними і не потребує дорогих приладів та обладнання і спеціальних знань. Цим визначається їх поширення в практиці. Недоліки методів - низька точність визначення (похибка $\pm 10\%$), але цього буває досить, щоб орієнтуватись у небезпеці загазованості повітря.

2. Санітарно-хімічні методи - колориметричний, фотоколориметричний, хроматографічний, нефелометричний та ін. Здебільшого вони є лабораторними, потребують спеціальних знань і підготовки, коштовні, їх перевага - точність визначення концентрації вимірюваної речовини.

3. Безперервно-автоматичні методи - автоматично контролюють і сигналізують про наявність в повітрі відповідних концентрацій шкідливої речовини. Для цього призначені газоаналізатори і газоаналізатори. Вони

працюють на принципі зміни електричних властивостей речовини (електричного опору, електропровідності, електричної ємності) при хімічній реакції або при розчиненні в ній шкідливої речовини, яка контролюється. По зміні електричних властивостей встановлюються значення концентрації шкідливої речовини. До цієї групи відносяться прилади ФЛ 5501 (універсальний газоаналізатор), ГПФ-1 (для визначення СО), КУ-1,3 (для визначення пари бензину), ФК-560 (для визначення сірчаного водню), ФК-450,4502 (оксиди азоту), ГПК-1 (сірчаний газ) та ін.

Взагалі існує дуже багато різних методик визначення шкідливих речовин в повітряному середовищі (більше 200) і класифікувати їх важко, бо вони можуть одночасно відповідати різним вимогам класифікації. Застосовуються і непрямі методи визначення деяких речовин, наприклад, за вмістом кисню в середовищі, що досліджується та інші.

4.2.3 Методи визначення запиленості повітря

Запиленість повітря можна визначити гравіметричним (ваговим), розрахунковим (мікроскопічним), фотометричним та деякими іншими методами.

Видалення пилу з повітря може бути здійснено різними способами: аспіраційним, що ґрунтується на просмоктуванні повітря через фільтр; седиментаційним, що базується на процесі природнього осідання пилу на скляні пластинки або банки з подальшим підрахунком маси пилу, що осів на 1 м^2 поверхні; за допомогою електроосадження, принцип якого полягає в тому, що створюється електричне поле великої напруги, в якому пилові частки електризуються і притягуються до електродів.

У санітарно-гігієнічній практиці основним методом виміру запиленості прийнятий гравіметричний метод, тому що при сталості хімічного складу, первинне значення має маса пилу, що затрималася в організмі людини. Визначення тільки маси пилу не дає повної картини його шкідливості для

людини та технологічного процесу, тому що при однаковій масі може бути різний хімічний, гранулометричний склад пилу, що позначається на його впливі на людину, обладнання та технологію. Повна характеристика пилу складається з його маси, що міститься в одиниці об'єму повітря, хімічного та дисперсного складу.

Розрахунковий (мікроскопічний) метод дає можливість визначити загальну кількість пилових часток в одиниці об'єму повітря і співвідношення їх розмірів. Для цього пил, що міститься в певному об'ємі повітря, осаджують на скло покрите прозорою клейкою плівкою. Під мікроскопом визначають форму, кількість і розміри пилових часток.

Якісну характеристику пилу визначають фотометричним методом за допомогою поточного ультрафотометра, яким реєструються окремі пилові частки за допомогою сильного бокового світла.

Для відокремлення пилу від повітря застосовуються різні фільтри, які затримують пилові частки з розміром до 0,1 мкм і вище (в залежності від розміру пор фільтру). Такі фільтри випускаються в багатьох країнах. Матеріал фільтрів може бути різним в залежності від його призначення: целюлоза, синтетичні матеріали, асбест (для визначення горючих часток пилу) та комбіновані. Випускаються спеціальні фільтри, які просякнуті імерсійним мастилом, що робить їх прозорими - це і дозволяє додатково робити мікроскопічні дослідження пилу. В Україні найчастіше застосовуються фільтри АФА (аналітичний фільтр аерозольний) круглої форми з площинами фільтрації 3; 10; 20 см², які мають опорне кільце, фільтруючий елемент і захисне паперове кільце з виступом. Фільтруючий елемент складається з рівномірного шару ультратонких волокон із полімеру на марлевій основі або без неї (фільтр Петрянова). Фільтри дозволяють працювати з ними без попереднього підсушування через гідрофобні властивості полімеру.

4.2.4 Організація контролю шуму

Шкідливий та небезпечний вплив шуму на організм людини встановлено тепер з повною визначеністю. Ступінь такого впливу, в основному, залежить від рівня та характеру шуму, форми та тривалості впливу, а також індивідуальних особливостей людини. Численні дослідження підтвердили той факт, що шум належить до загально-фізіологічних подразників, які за певних обставин можуть впливати на більшість органів та систем організму людини. Так за даними медиків дія шуму може спричинити нервові, серцево-судинні захворювання, виразкову хворобу, порушення обмінних процесів та функціонування органів слуху тощо. Із загальної кількості захворювань, що перераховані вище останнім часом значно зросла частка тих, які спричинені саме шумовим впливом. У зв'язку з цим, слід звернути увагу на той факт, що протягом багатовікової еволюції людина так і не набула здатності адаптуватись до дії шуму, як і не було створено природного захисту для високочутливого та досконалого органу слуху людини від дії інтенсивного шуму.

Медики відзначають особливо несприятливу дію навіть незначних за рівнем шумів у години відпочинку і передовсім сну, коли найбільш повно повинні відновлюватись сили людини. Не зайве нагадати, що у зв'язку з вищезазначеним у нашій країні, як і у багатьох інших, діє заборона щодо порушення тиші у житлових масивах з 23.00 до 7.00.

Найбільш повно вивчено вплив шуму на слуховий апарат людини. У працівників «шумних» професій може виникнути професійне захворювання - туговухість, основним симптомом якого є поступова втрата слуху, перш за все в області високих частот з наступним поширенням на більш низькі частоти.

Крім безпосереднього впливу на орган слуху шум впливає на різні відділи головного мозку, змінюючи при цьому нормальні процеси вищої нервової діяльності. Цей, так званий, неспецифічний вплив шуму може

виникнути навіть раніше ніж зміни в самому органі слуху. Характерними є скарги на підвищену втомлюваність, загальну слабкість, роздратованість, апатію, послаблення пам'яті, погану розумову діяльність і т. п.

Наближено дію шуму різних-рівнів можна охарактеризувати наступним чином. Шум до 50 дБА, зазвичай, не викликає шкідливого впливу на людину в процесі її трудової діяльності. Шум з рівнем 50-60 дБА може викликати психологічний вплив, що проявляється у погіршенні розумової діяльності, послабленні уваги, швидкості реакції, утрудненні роботи з масивами інформації тощо. При рівні шуму 65—90 дБА можливий його фізіологічний вплив: пульс щастішає, тиск крові підвищуються, судини звужуються, що погіршує постачання органів кров'ю. Дія шуму з рівнем 90 дБА і вище може призвести до функціональних порушень в органах та системах організму людини: знижується слухова чутливість, погіршується діяльність шлунку та кишківника, з'являється відчуття нудоти, головний біль, шум у вухах. При рівні шуму 120 дБА та вище здійснюється механічний вплив на орган слуху, що проявляється у порушенні зв'язків між окремими частинами внутрішнього вуха, можливий навіть розрив барабанної перетинки. Такі високі рівні шуму впливають не лише на органи слуху, а й на весь організм. Звукові хвилі, проникаючи через шкіру, викликають механічні коливання тканин організму, внаслідок чого відбувається руйнування нервових клітин, розриви мілких судин тощо.

Отже, шкідливі та небезпечні наслідки дії шуму проявляються тим більше, чим вищий рівень сили звуку та триваліша його дія.

На основі даних про особливості впливу шуму на організм людини проводять гігієнічне нормування його параметрів.

4.3 Розрахунок заземлення устаткування

Заземлювальний пристрій, призначений для захисного заземлення обладнання, що живиться від електричної мережі напругою 380 В, виконано у

вигляді вертикальних електродів довжиною l , заглиблених у землю і з'єднаних між собою сталлююю штабою шириною B (рис.4.1). Для вертикальних електродів використані сталі труби діаметром d .

Відстань від поверхні землі до верхнього краю вертикального електрода t_0 , відношення відстані L між вертикальними електродами до їхньої довжини l дорівнює K .

Необхідно: визначити кількість вертикальних електродів, необхідних для виконання заземлювального пристрою, та його загальний опір.

Вихідні дані:

питомий електричний ґрунту $\rho = 150 \text{ Ом}\cdot\text{м}$; $l = 3,0 \text{ м}$; $d = 0,050 \text{ м}$;

$t_0 = 0,6 \text{ м}$; $K = 2$; $B = 0,06 \text{ м}$; розміщення вертикальних електродів - в ряд.

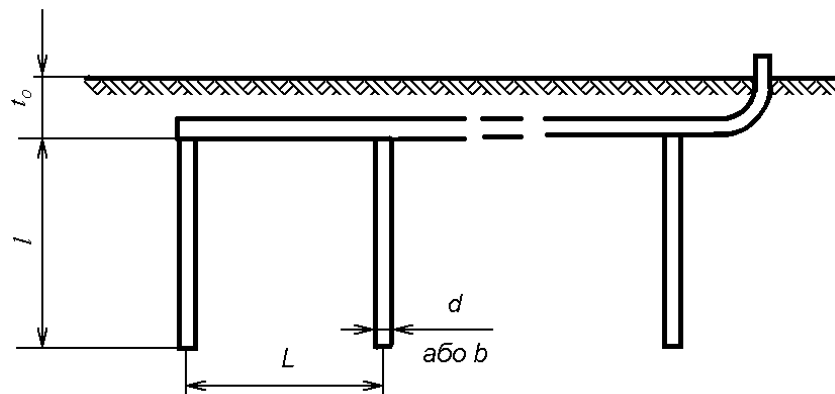


Рисунок 4.1 - Схема заземлювального пристрою

Розв'язок:

1). Визначаємо відстань від поверхні землі до середини вертикального заземлювання

$$t = t_0 + l/2, \quad (4.1)$$

$$t = 0,6 + 3,0/2 = 2,1 \text{ м.}$$

2). Встановлюємо допустиме значення опору розтікання струму заземлювального пристрою $R_{\text{доп}} = 4 \text{ Ом}$.

3). Знаходимо опір розтікання струму одиночного вертикального заземлення [11], (для сталі труби діаметром d , $d = 0,95b$):

$$R_B = \frac{\rho}{2\pi \cdot l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right), \quad (4.2)$$

де ρ - питомий електричний опір даного виду ґрунту, у нашому випадку для піску $\rho = 150 \text{ Ом}\cdot\text{м}$,

$$R_B = \frac{150}{2 \cdot 3,14 \cdot 3,0} \left(\ln \frac{2 \cdot 3,0}{0,050} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 2,1 + 3,0}{4 \cdot 2,1 - 3,0} \right) = 41,1 \text{ Ом.}$$

4). Розраховуємо необхідну кількість вертикальних електродів:

$$n_B = \frac{R_B}{R_{дон}}, \quad (4.3)$$

$$n_B = \frac{41,1}{4} = 10,27,$$

приймаємо 11 електродів.

5). Вибираємо коефіцієнт використання вертикального електрода з таблиці коефіцієнтів використання вертикальних електродів табл. Д. 24:

$$\eta_B = 0,74.$$

6). Розраховуємо кількість вертикальних електродів з урахуванням коефіцієнту використання:

$$n_B = \frac{R_B}{R_{дон} \cdot \eta_B}, \quad (4.4)$$

$$n_B = \frac{41,1}{4 \cdot 0,74} = 13,885 \approx 14 \text{ шт.}$$

7). Розраховуємо відстань між електродами із співвідношення $K = \frac{L}{l}$,

$$L = K \cdot l = 2 \cdot 3,0 = 6,0 \text{ м} \quad (4.5)$$

8). Розраховуємо довжину горизонтальної штаби:

$$L_{III} = 1,05 \cdot K \cdot l \cdot n, \quad (4.6)$$

$$L_{III} = 1,05 \cdot 2 \cdot 3,0 \cdot 14 = 88,2 \text{ м.}$$

9). Розраховуємо опір розтікання струму горизонтальної штаби, як одиночного горизонтального заземлювача (для полоси шириною B , $d = 0,5B$):

$$R_{III} = \frac{\rho}{2\pi \cdot l} \cdot \ln \frac{l^2}{d \cdot t}, \quad (4.7)$$

$$t = t_0 + d/2 = 0,6 + 0,5 \cdot 0,06/2 = 0,615 \text{ м}, \quad (4.8)$$

$$R_{III} = \frac{150}{2 \cdot 3,14 \cdot 88,2} \cdot \ln \frac{88,2^2}{0,5 \cdot 0,06 \cdot 0,615} = 3,51 \text{ Ом.}$$

10). Визначаємо коефіцієнт використання горизонтальної штаби табл.Д.25: $\eta_{III} = 0,75$.

11). Визначаємо опір розтікання струму всього заземлювального пристрою:

$$R = \frac{R_B \cdot R_{III}}{R_B \cdot \eta_{III} + R_{III} \cdot n \cdot \eta_B}, \quad (4.9)$$

$$R = \frac{41,1 \cdot 3,51}{41,1 \cdot 0,75 + 3,51 \cdot 14 \cdot 0,74} = 2,147 \text{ Ом.}$$

12). Перевіряємо виконання умови $3,2 \leq R \leq 4$ Ом, маємо $3,2 \geq 2,147$ Ом, отже оскільки опір розтікання струму нижче допустимого опору - необхідно зменшити кількість вертикальних електродів. Зменшуємо кількість електродів на 50%:

$$n_B = 14 - 0,5 \cdot 14 = 7 \text{ шт.}$$

Проводимо перерахунок.

Вибираємо коефіцієнт використання вертикального електрода з таблиці коефіцієнтів використання вертикальних електродів табл. Д. 24: $\eta_B = 0,77$.

Розраховуємо кількість вертикальних електродів з урахуванням коефіцієнту використання: $n_B = \frac{7}{0,77} = 9,09 \approx 9$ шт.

Розраховуємо відстань між електродами $L = K \cdot l = 2 \cdot 3,0 = 6,0$ м

Розраховуємо довжину горизонтальної штаби:

$$L_{III} = 1,05 \cdot 2 \cdot 3,0 \cdot 9 = 56,7 \text{ м.}$$

Розраховуємо опір розтікання струму горизонтальної штаби як одиночного горизонтального заземлювача:

$$R_{III} = \frac{150}{2 \cdot 3,14 \cdot 56,7} \cdot \ln \frac{56,7^2}{0,5 \cdot 0,06 \cdot 0,615} = 5,08 \text{ Ом.}$$

Визначаємо коефіцієнт використання горизонтальної штаби табл.Д.25 : $\eta_{III} = 0,84$.

Визначаємо опір розтікання струму всього заземлювального пристрою:

$$R = \frac{41,1 \cdot 5,08}{41,1 \cdot 0,84 + 5,08 \cdot 7 \cdot 0,74} = 3,43 \text{ Ом.}$$

Висновок: Так як при кількості електродів 7 шт. опір входить в допустимі межі ($3,2 \leq 3,43 \leq 4$ Ом), тобто заземлення забезпечено у нормі.

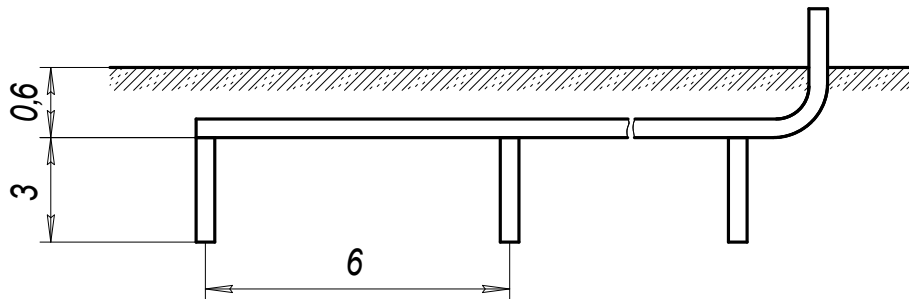


Рисунок 4.2 - Схема розташування електродів заземлювача

5 Висновки

В дипломній роботі розроблено технологічний процес виготовлення деталі «Вал ВОМ.432.001» із застосуванням сучасних верстатів з ЧПК. Виконано розрахунки: типу виробництва, собівартості заготовки, припусків, режимів різання, норм часу. На основі аналізу двох варіантів отримання заготовок прийнято рішення, що для даного типу виробництва найбільш економічним буде отримання заготовки з прокату.

В конструкторському розділі виконано розрахунки верстатного пристрою для свердлування. Для забезпечення операції контролю відповідальної поверхні деталі спроектовано контрольно-вимірвальний інструмент калібр-скоба для контролю розміру $\varnothing 25k6$.

В розділі охорони праці приведено дані по безпечній експлуатації дільниці та розраховано заземлення обладнання.

В додатках приведено технологічний процес виготовлення деталі «Вал ВОМ.432.001», специфікації та керуючу програму на верстат з ЧПК.

6 Список використаних джерел

- 1.Справочник технолога-машиностроителя.Т.1. / Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. М.: Машиностроение , 1985. 656 с.
- 2.Горбачев А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Минск: Высшейш. шк., 1983. 256 с.
- 3.Справочник технолога-машиностроителя.Т.2. / Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. М.: Машиностроение , 1985.496 с.
4. Проектирование технологических процессов механической обработки в машиностроении / Под ред. В.В. Бабука. Минск: Высшейш. школа, 1987.256 с
5. Режимы резания металлов. Справочник под редакцией Ю. В. Барановского. М.: Машиностроение, 1972. 365 с.
6. Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени, на обслуживание рабочего места и подготовительно – заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. М.:Машиностроение.1974. 136 с.
7. Курсове та дипломне проектування для технології машинобудування та металорізальних верстатів / А.І. Гордєєв, Є.А. Урбанюк, А.Є. Безносов, В.Г. Мігаль. Навчальний посібник, ХНУ, 2005. 300 с.
8. Анурьев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя. Т 1,2,3; -М.:, Машиностроение, 1979. 780 с
9. Горошкин А.К.Приспособления для металлорежущих станков. Справочник М. :Машиностроение, 1979. 303 с.
10. Справочник контролера маштнстроительного завода. Под.ред. Якушева А.И. М: машиностроение. 1980. 245 с.
11. Охрана труда в машиностроении / Под ред. Юдина Е. А. М.: Машиностроение, 1983. 342 с.