

РЕФЕРАТ

Тема: Розробка пристрою для контролю і вимірювання конусності деталей (на прикладі конічних штифтів).

Мета роботи: Спроекувати пристрій для автоматичного контролю конусності стандартних конічних штифтів діаметром до 16мм в умовах серійного та масового виробництва.

Кваліфікаційна робота бакалавра (КРБ) включає пояснювальну записку (106) і графічну частину (14 аркушів формату А1).

Пояснювальна записка складається з вступу, чотирьох розділів: загальнотехнічної частини, технологічної частини, спеціальної частини, охорони праці, а також висновку, переліку посилань, додатків.

Ключові слова: штифт, конусність, об'єкт контролю, індуктивний давач, зусилля, привід, вібробункер, мікроЕОМ, керування.

В КРБ спроектована конструкція пристрою для автоматичного контролю конусності стандартних штифтів, або інших аналогічних циліндричних деталей в умовах їх серійного та масового виробництва. Пристрій повністю автоматизований. Процес контролю відбувається без безпосередньої участі оператора. Це дає можливість значно підвищити продуктивність і точність вимірювання та покращити умови праці.

В роботі виконані необхідні розрахунки основних вузлів та механізмів пристрою: механізму подачі деталей на деталі на вимірювальну позицію, механізму контролю, розроблено структурну схему блоку керування на базі однокристальної мікроЕОМ, описана конструкція та принцип роботи установки.

					КРБ 097.00.00.000 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Соколовський М.А</i>			РЕФЕРАТ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Наконечний Ю.І</i>						106
<i>Консульт.</i>		<i>Наконечний Ю.І</i>				ТНТУ, РВс-41		
<i>Н. контр.</i>		<i>Наконечний Ю.І</i>						
<i>Зав. каф.</i>		<i>Паламар М.І.</i>						

ЗМІСТ	
ВСТУП.....	3
1 ЗАГАЛЬНОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА.....	5
1.1 Аналіз поставленої задачі	5
1.1.2 Результати патентного пошуку	5
1.1.3 Аналіз аналогів.....	6
1.1.4 Вимоги до роботи приладу.....	10
1.2 Схема та принцип роботи пристрою.....	11
1.3 Розрахункова частина.....	12
1.3.1 Кінематичний розрахунок пристрою.....	12
1.3.2 Розрахунок передачі гвинт-гайки.....	14
1.3.3 Кінематичний розрахунок приводу обертання.....	
диска бункера.....	16
1.3.4 Розрахунок черв'ячної передачі.....	20
1.3.5 Розрахунок валів приладу.....	23
1.3.6 Перевірка міцності шпонкових з'єднань.....	24
1.3.7 Перевірка довговічності підшипників.....	25
1.3.8 Перевірка жорсткості черв'яка.....	31
1.4 Розрахунок похибки приладу.....	32
1.5 Побудова циклограми роботи приладу.....	34
1.6 Повірка пристрою.....	38
1.6.1 Умова повірки та підгоовка до неї.....	38
1.6.2 Проведення повірки.....	39
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	40
2.1 Призначення і конструкція деталі.....	40
2.2 Визначення типу виробництва.....	41
2.3 Економічне обґрунтування вибору заготовки.....	45
2.4 Вибір варіанту технологічного маршруту і його техніко.....	
економічне обґрунтування.....	46
2.5 Розрахунок припусків на механічну обробку.....	53
2.6 Розрахунок режимів різання.....	58
2.7 Нормування технологічного процесу.....	63
2.8 Визначення необхідної кількості обладнання і побудова графіків..	65
2.9 Визначення затрат по статтям собівартості і собівартості деталі...	68
2.10.Економічний розрахунок, проектування і опис роботи прис.....	
посіблення.....	69

					КРБ 097.00.00.000 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Соколовський М.А</i>			ЗМІСТ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Наконечний Ю.І</i>					1	106
<i>Консульт.</i>		<i>Наконечний Ю.І</i>				ТНТУ, РВс-41		
<i>Н. контр.</i>		<i>Наконечний Ю.І</i>						
<i>Зав. каф..</i>		<i>Паламар М.І.</i>						

3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	72
3.1 Математичне моделювання.....	72
3.1.1 Розрахунок соленоїда.....	72
3.1.2 Висновок.....	81
3.2 Мікро процесорна техніка.....	82
3.2.1 Аналіз об'єкту вимірювання і технічних вимог до метрологічних параметрів системи.....	82
3.2.2 Опис принципової схеми приладу.....	83
3.2.3 Розрахунок параметрів схеми.....	84
3.2.4 Аналіз і оцінка похибки схеми.....	91
3.2.5 Опис роботи схеми.....	95
3.2.6 Опис структурної схеми і алгоритму роботи електричної Схеми.....	96
4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	98
4.1 Розробка огорожень та блокуючих пристроїв небезпечних зон обладнання.....	98
4.2 Перша допомога людині, яка уражена електричним струмом.....	100
4.3 Заходи по евакуації людей із виробничих приміщень при появі в них пожежі.....	101
Висновок.....	104
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	105
ДОДАТКИ.....	106

					КРБ 097.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

ВСТУП

Людина у своєму практичному житті повсюди має справу з вимірами. Найчастіше зустрічаються вимірювання таких величин, як довжина, кут, вага, час та ін.

Вимірювання є одним із найважливіших шляхів пізнання природи людиною. Вони дають кількісну характеристику навколишнього світу. Всі галузі техніки не могли б існувати без розгорнутої системи вимірювань. Без вимірювань неможливо уявити технологічні процеси, контроль та управління ними, властивості та якість продукції, що випускається. Вони служать не тільки основою науково-технічних знань, але мають першорядне значення для обліку матеріальних ресурсів та планування, для внутрішньої та зовнішньої торгівлі, для забезпечення якості продукції, взаємозамінності вузлів і деталей та вдосконалення технології, для забезпечення безпеки праці та інших видів людської діяльності.

Особливо зросла роль вимірювань у зв'язку із широким впровадження нової техніки, розвитком електроніки, автоматизації, атомної енергетики. Висока точність керування польотами космічних апаратів досягнута завдяки сучасним досконалим засобам вимірювань, які встановлюються як на самих космічних апаратах, так і у вимірювально-керуючих центрах.

В наш час вимірювання тією чи іншою мірою пронизують усі сфери інженерної праці. З вимірами постійно пов'язана діяльність інженера-конструктора та інженера-технолога. Так, наприклад, інженер-конструктор повинен мати чітке уявлення про можливості вимірювальної техніки щоб забезпечити взаємозамінність деталей та складальних одиниць, контролепридатність виробу, що розробляється на всіх стадіях його життєвого циклу.

					КРБ 097.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Соколовський М.А.			ВСТУП	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Наконечний Ю.І.					3	106
Консульт.		Наконечний Ю.І.						
Н. контр.		Наконечний Ю.І.						
Зав. каф..		Паламар М.І.						
						ТНТУ, РВс-41		

Вимірювальна інформація є основою для прийняття технічних і управлінських рішень при виготовленні продукції, оцінюванні її технічного рівня, атестації та сертифікації якості. Знання сучасних правил, норм і вимог в області вимірів також необхідно для фахівців, які здійснюють функції організації та управління виробництвом.

					КРБ 097.00.00.000 ПЗ	Арк.
						4
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

1 ЗАГАЛЬНОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз поставленої задачі

1.1.2 Результати патентного пошуку

Згідно з авторським свідоцтвом на винахів за №1523888 ми повинні розробити пристрій для вимірювання конусності. Метою винаходу являється розширення номенклатури вимірювальних конусів. На рис.1 представлено пристрій, загальний вигляд, на рис.2 – вид А з рис.1, на рис.3 – схема вимірювання, на рис.4 – схема рисунку кута $\alpha=26^{\circ}34'$. Пристрій вміщує в себе призму 1, призначено для установки в ній вимірювальної деталі, кронштейн 2 в якому виконаний наскрізний паз 3 встановлений на призмі 1 з можливістю переміщення відносно неї вздовж паза 3 та фіксації з допомогою фіксатора 4 встановленого в пазу 3, відліковий індикаторний вузол 5 з вимірювальним стержнем 6 та двохплечий вижіль 7 встановлений з допомогою осі 8 на кронштейн 2 та призначений для взаємодії одним плечем з вимірювальним стержнем 6 від відлікового індикаторного вузла 5, а іншим – з вимірювальною деталлю, придії на нього пружин 9 через кульки 10, встановлені також в кронштейн 2. Повздовжня вісь важеля 7 та вісь паза 3 складають кут $\alpha=26^{\circ}34'$, отже, взаємне переміщення кронштейна 2 та призми 1 здійснюється цим же ж кутом, а саме, переміщення підкутом $\alpha=26^{\circ}34'$ до напрямку вимірювання.

					КРБ 097.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Загальнотехнічна ЧАСТИНА	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Соколовський М.А					5	106
Перевір.		Наконечний Ю.І						
Консульт.		Наконечний Ю.І						
Н. Контр.		Наконечний Ю.І						
Зав. каф.		Паламар М.І.						
						ТНТУ, РВс-41		

1.1.3 Аналіз аналогів

Для вимірювання кутів та конусів використовуються:

- кутові міри;
- кутомірні прилади;
- непрямі вимірювання.

I. Кутові міри.

Згідно ГОСТ 2845-82 призматичні кутові міри виготовляються таких типів:

Тип I – кутові плитки з одним робочим кутом і зрізаною вершиною, рис. 5а;

Тип II – кутові плитки з одним робочим кутом гострокутні, рис. 5б;

Тип III – кутові плитки з чотирма робочими кутами, рис.5в;

Тип IV – шестигранні призми з нерівномірними кутовими кроками, рис.5г;

Тип V – багатогранні призми з рівномірним кутовим кроком двох виконань V-8 рис.5д.

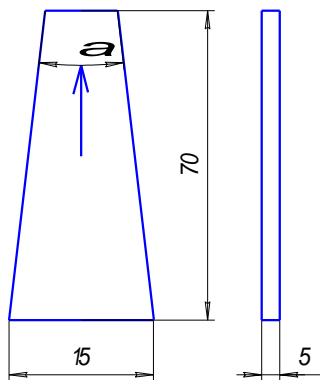
По точності виконання розрізняють кутові міри трьох класів: 0, 1 та 2. допустимі відхилення робочих кутів, а також допустимі відхилення від площинності та розміщення вимірювальних поверхонь регламентуються відповідними величинами.

В зоні 3мм від коротких плиток типів I, II та III допускаються завали робочих площин не більше 0,6 мкм. Шорсткість вимірювальних поверхонь кутових мір повинна бути не грубше 13-го класу.

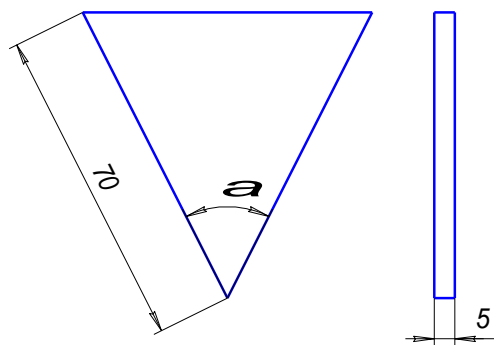
Кутові міри комплектуються в набори та можуть поставлятися у вигляді окремих мір.

					КРБ 097.00.00.000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

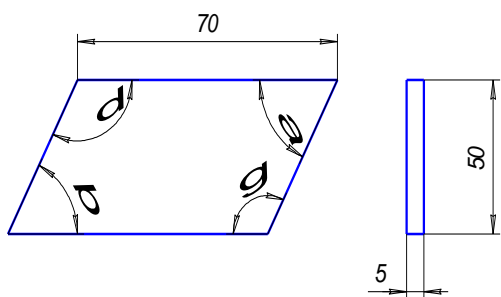
Тип I



Тип II

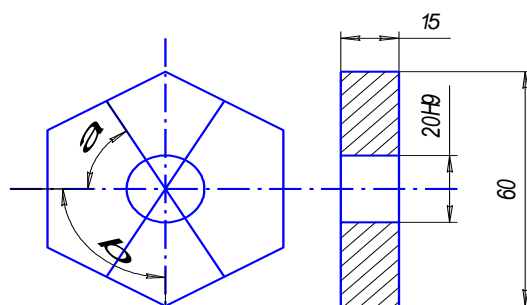


а)
Тип III



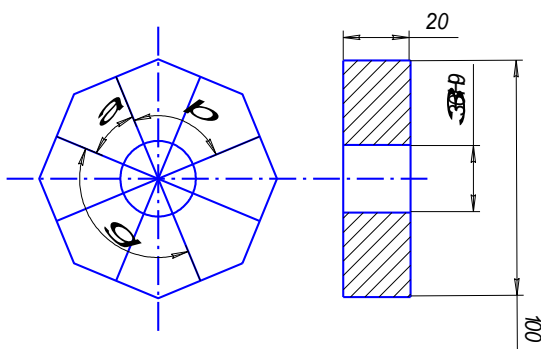
в)

б)
Тип IV



г)

Тип V - 8



д)

Рисунок. 1.1 - Кутові призматичні міри.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Спеціальними являються так звані прилади „подвійного відхилення”.
Конструкція показана на рис.1.2:

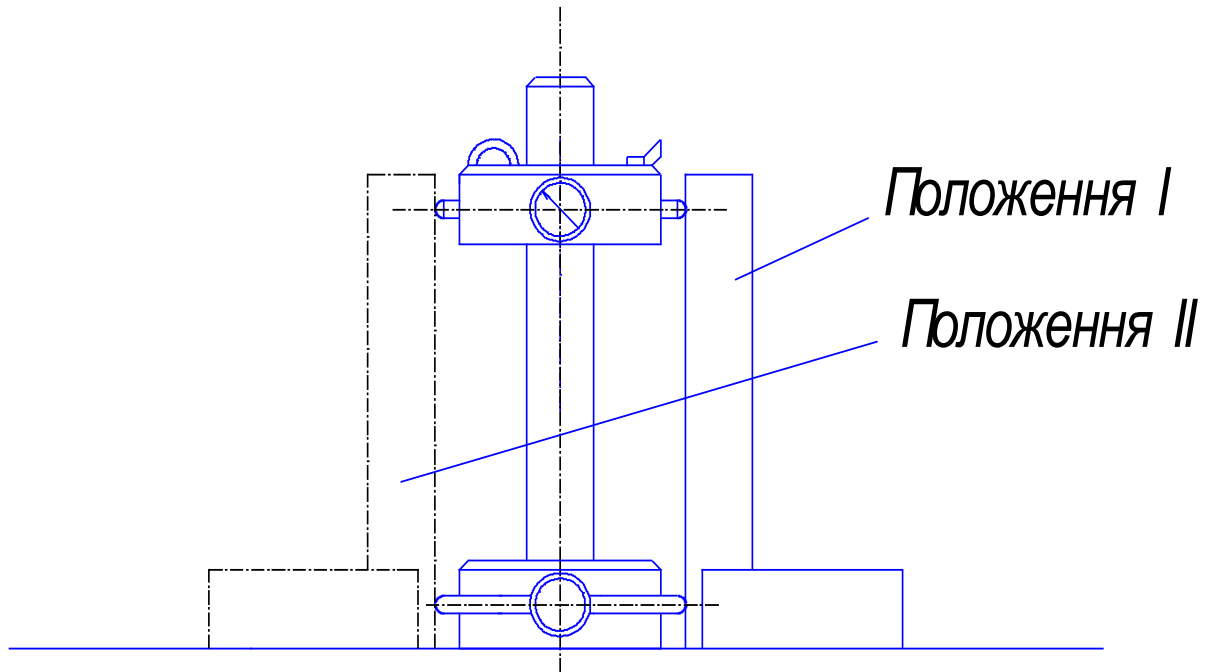


Рисунок 1.2 - Прилад „подвійного підхилення”.

Кутник ставлять по черзі в положення I та II, впритик переміщуючи його кожен раз до нижнього нерухомого упора. Відхилення від перпендикулярності вимірювальної поверхні до опорної визначають як напіврізницю відліків, отриманих по вимірювальній головці в обох положеннях кутника.

На принципі „подвійного відхилення” основний метод повірки трикутників з допомогою автокалібратора та плоскопаралельного дзеркала.

Схема вимірювання кута нахилу конуса на універсальному вимірювальному мікроскопі з допомогою ножів (1.3).

					КРБ 097.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

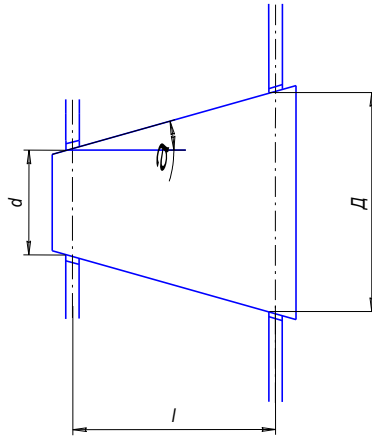


Рисунок 1.3 - Схема вимірювання конусності з допомогою двох ножів

Кут нахилу α розраховується

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D - d}{2l}$$

Непряме вимірювання внутрішніх коусів проводиться з допомогою двох кульок різних діаметрів.

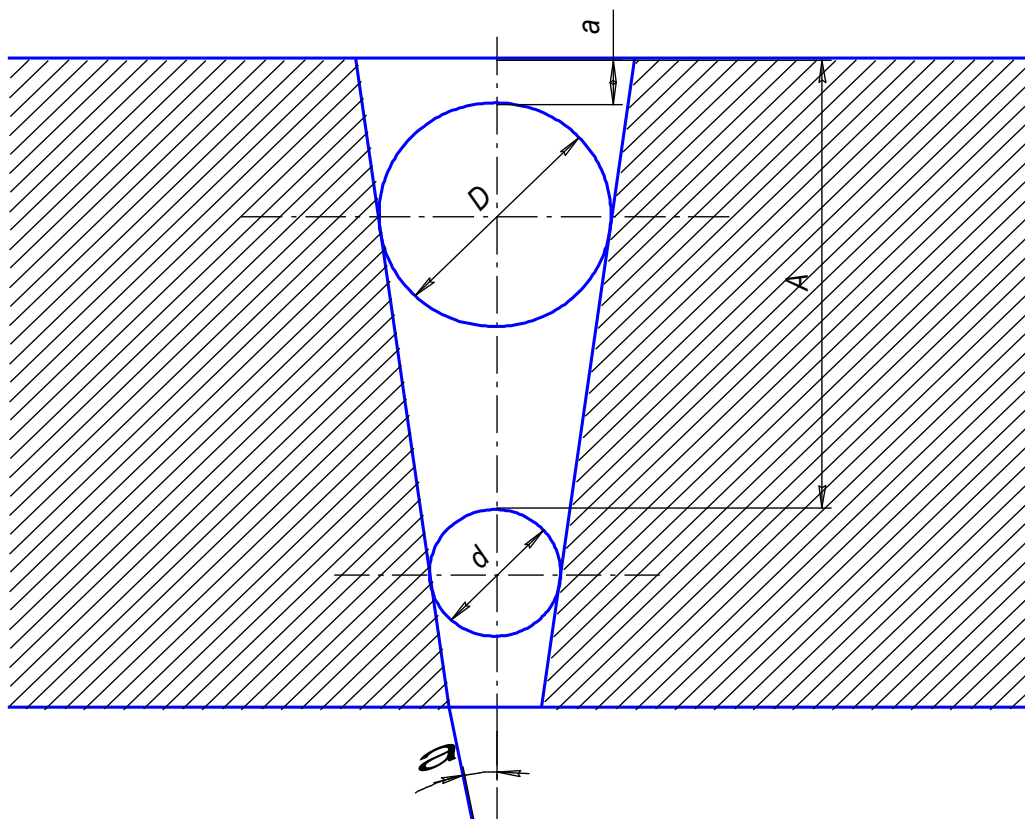


Рисунок 1.4 - Схема вимірювання внутрішнього конуса

					КРБ 097.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Кут конуса

$$\sin \alpha = \frac{\frac{D}{2} - \frac{d}{2}}{A - a - \left(\frac{D}{2} - \frac{d}{2} \right)}$$

1.1.4 Вимоги до роботи приладу

Сконструйований пристрій призначений для контролю і розсортування конічних штифтів з внутрішньою різьбою з конусністю 1:50 по ГОСТ 9664-80.

Пристрій може експлуатуватись при температурі від +10°C до +35 °C і відносній вологості повітря від 50% до 80%.

Діапазон вимірювань: діаметр d конічних штифтів від 6 до 12 мм, довжина l від 25 до 100 мм.

Більші діаметри ($d > 12$ мм) не приймаємо, бо для цього необхідно мати великий хід від відлікового вузла. Для забезпечення достовірних результатів дослідження шорсткість поверхні виробу повинна бути $R_a \leq 1.25$ мм по ГОСТ 2789-83. При проведенні досліду виробами з більшою шорсткістю поверхні необхідно враховувати виникаючі похибки, які в окремих випадках можуть суттєво викрити результати досліду.

Для досягнення максимальної точності вимірювання необхідно, щоб поверхня деталі була перпендикулярна осі важеля.

На пристрої не рекомендується проводити вимірювання:

- виробів, що мають дефекти;
- виробів, які можуть пружинити, або деформуватися під час дослідження, так як деформація спотворює результати дослідження.

					КРБ 097.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

1.2 Схема та принцип роботи пристрою

Функціональна схема пристрою зображена в графічній частині проекту на листі формату А1.

Принцип роботи пристрою полягає в наступному: деталь встановлюється між чотирма рухомими примами. Коли ми вертикально натискаємо на конічні поверхні призми, вони під дією пружин розходяться. Деталь своїм нижнім кінцем з фаскою встановлюється на два рухомі штовхачі (це є опори поз.12). В цьому положення контрольована деталь зафіксована. При включенні крокового двигуна 1 через втулочну муфту 2 та черв'ячний редуктор 3 крутний момент передається на ходовий гвинт 5, який зв'язаний з штовхачем 7. при переміщенні гайки гвинтового з'єднання штовхач переміщає вниз деталь. Деталь доходить до призми 20 та важеля 19 контрольованої системи. При послідовному переміщенні важіль повертається на кут конусності за рахунок пружин 15 та кульон 14.

Протилежне плече важеля діє на вимірювальний стержень датчика переміщення 17, опускаючи його на величину, яка відповідає куту повороту. По показах кута судять про величину конусності.

На пристрої можна контролювати конусність конічних штифтів діаметром від 6 до 12 мм, для чого служить роздвигна прisma 20. виштовхувач далі тисне на деталь і вона через відвід у нижній плиті попадає на розсортувальний механізм.

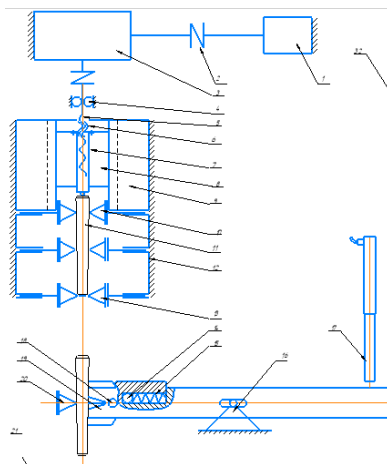


Рисунок 1,5- Функціональна схема пристрою

					КРБ 097.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

1.3 Розрахункова частина

1.3.1 Кінематичний розрахунок пристрою

Викреслимо кінематичну схему пристрою.

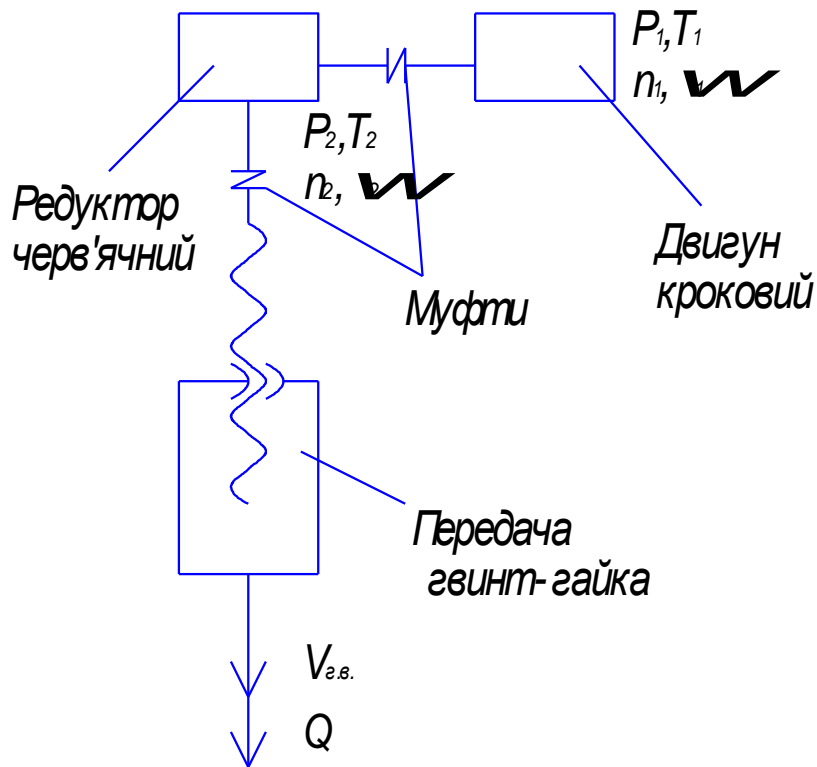


Рисунок 1.6 - Кінематична схема пристрою

Заданося величинами:

$V=0.02$ м/с – швидкість переміщення виштовхувача.

$d=6$ мм – зовнішній діаметр гвинта.

При даних значеннях кутова швидкість ходового гвинта

$$\omega_2 = \frac{V_{г.в.}}{r} = \frac{2 \cdot 0.02}{6} = 6.671 \frac{1}{с}$$

Число обертів гвинта

$$n_2 = \frac{30\omega_2}{\pi} = \frac{30 \cdot 6.67}{3.14} = 63.7 \text{ об/хв}$$

Крутний момент на гвинту

					КРБ 097.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

$$T_2 = Q \cdot r = 200 \cdot 0.003 = 6 \text{ Нмм} = 6 \cdot 10^{-3} \text{ Нм}$$

де Q – осьова сила на виштовхувачі.

Заданрся крокоим двигуном, а вже від цього будемо визначати передаточне число редуктора.

Приймаємо двигун кроковий типу ШДР—231, для якого:

$\alpha = 9^\circ$ — крок;

$f = 700$ – частота обертання;

$T_1 = 0,001 \text{ Нм}$.

Чило кроків за оберт:

$$m = \frac{360^\circ}{\alpha} = \frac{360^\circ}{9^\circ} = 40 \text{ кроків.}$$

Число обертів

$$n = \frac{60f}{m} = \frac{60 \cdot 700}{40} = 1050 \text{ об/хв.}$$

Передаточне число редуктора:

$$i_p = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1050}{63,7} = 18,5,$$

приймаємо $i_p = 20$.

При цьому уточнюємо значення

$$n_2 = \frac{n_1}{i_p} = \frac{1050}{20} = 52,5 \text{ об/хв.}$$

$$\omega_2 = \frac{\pi \cdot n_2}{30} = \frac{3,14 \cdot 52,5}{30} = 5,5 \text{ 1/с.}$$

Швидкість переміщення

$$V_{26} = \omega_2 r = 5,5 \cdot 0,003 \approx 0,016 \text{ м/с.}$$

Крутний момент на гвинту

$$T_2 = T_1 \cdot i_p = 0,001 \cdot 20 = 0,02 \text{ Нм.}$$

					КРБ 097.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

1.3.2 Розрахунок передачі гвинт-гайки

Поздовжня сила:

$$Q = \frac{T_2}{r} = \frac{0,02}{0,003} = 166\text{Н.}$$

Різьба гвинта та гайки—прямокутна.

Розраховуємо гвинт.

Прийmemo матеріл гвинта—сталь Ст5, для якої $\delta_T=270\text{Мпа}$.

Та як на гвинт діють напруження стиску та кручення, то приймаємо розрахункову силу $Q_p=1,3Q=1,3\cdot 166=215\text{Н}$.

Орієнтуємося на гвинт діаметром до 10мм, тоді допустиме напруження на стиск приймаємо рівним

$$[\sigma_c] = 0,25 \cdot \delta_T = 0,25 \cdot 270 = 67,5\text{МПа.}$$

Знаходимо внутрішній діаметр різьби гвинта з умови міцності на стиск

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4Q_p}{\pi[\sigma_c]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 215}{3,14 \cdot 67,5}} = 1,67\text{мм,}$$

приймаємо $d_1=6\text{мм}$. Крок різьби:

$$\delta = \frac{d_1}{4} = \frac{6}{4} = 1,5\text{мм.}$$

Товщина та ширина витка:

$$a = b = \frac{1,5}{2} = 0,75\text{мм.}$$

Зовнішній діаметр:

$$d = d_1 + 2\delta = 6 + 1,5 = 7,5\text{мм.}$$

					КРБ 097.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Середній діаметр:

$$d_{cp} = \frac{d + d_1}{2} = \frac{7,5 + 6}{2} = 6,75 \text{ мм.}$$

Перевіряємо самогальмування гвинтової пари, приймаючи коефіцієнт тертя $f=0,15$.

Умова самогальмування $\varphi < \rho - 1^\circ$.

Кут підйому різьби

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{s}{\pi \cdot d_{cp}} = \frac{1,5}{3,14 \cdot 6,79} = 0,0707;$$

$$\varphi = 4^\circ 3'$$

Кут тертя $\operatorname{tgc} f = 0,15$; $\rho = 8^\circ 32'$, тоді $\varphi = 4^\circ 3' < 8^\circ 32' - 1^\circ$

Розрахунок гайки.

Матеріал гайки—чавун СЧ18.

Висоту різьби знаходимо за формулою

$$H = SZ$$

Необхідне число витків гайки знаходимо з умови невидавлювання мастила, приймаючи питомий тиск рівним

$$[q] = 12 \text{ МПа.}$$

$$z \leq \frac{4Q}{\pi(d^2 - d_1^2)[q]} = \frac{4 \cdot 215}{3,14(7,5^2 - 6^2) \cdot 12} = 7,86,$$

приймаємо $z=8$, тоді

$$H = 1,5 \cdot 8 = 12 \text{ мм}$$

Напруження згину та зрізу, приймаючи допустимі напруження

					КРБ 097.00.00.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$[\sigma_{32}] = 50 \text{ МПа}; \quad [\tau_{3p}] = 30 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{32} = \frac{3Q \cdot 6}{\pi \cdot d \cdot a^2 \cdot z} = \frac{3 \cdot 215 \cdot 0,75}{3,14 \cdot 7,5 \cdot 0,75^2 \cdot 8} = 31,8 \text{ МПа} < [\sigma_{32}]$$

$$\tau_{3p} = \frac{Q}{\pi \cdot d \cdot a \cdot z} = \frac{215}{3,14 \cdot 7,5 \cdot 0,75 \cdot 8} = 10,6 \text{ МПа} < [\tau_{3p}]$$

1.3.3 Кінематичний розрахунок приводу обертання диска бункера

Приймаємо таку кінематичну схему приводу обертання диска бункера

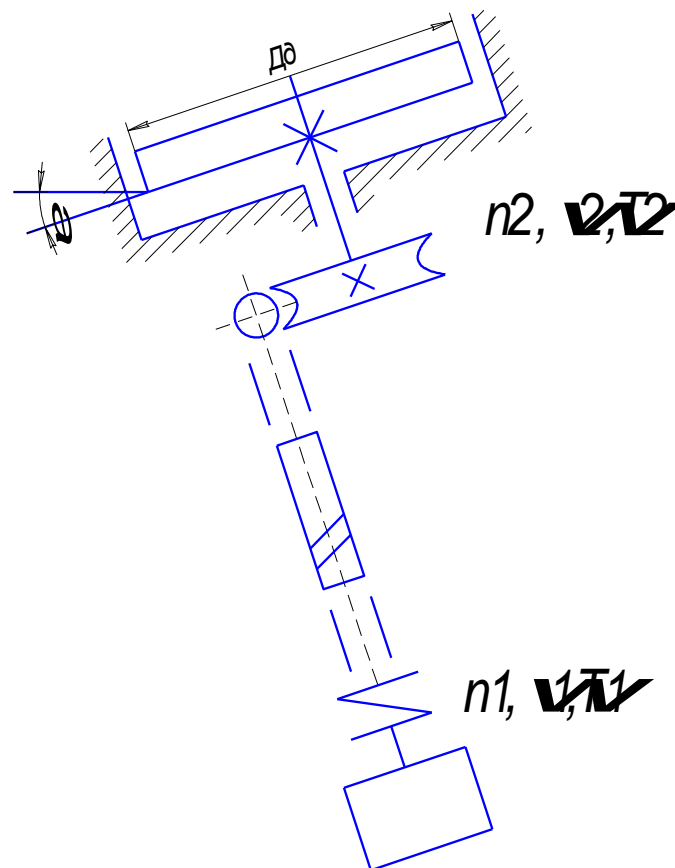


Рисунок 1.7 - Привід обертання диска бункера

					КРБ 097.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Для розрахунку кінематики прийmemo вихідні дані:

Кут нахилу диска до горизонту $\alpha = 15^\circ$;

Діаметр диска $D_d = 300\text{мм}$;

Маса деталей в бункері $m = 5\text{кг}$;

Тоді їх вага

$$G = mg = 5 \cdot 9.81 \approx 49 \text{ Н}$$

Момент обертання валу диска

$$T_2 > M_{mp} = KM_{mp} = KF_{mp} \cdot R_d,$$

де: K – коефіцієнт запасу;

F_{mp} – сила тертя від ваги при обертанні диска.

Розглянемо сили та моменти, діючі на диск при обертанні

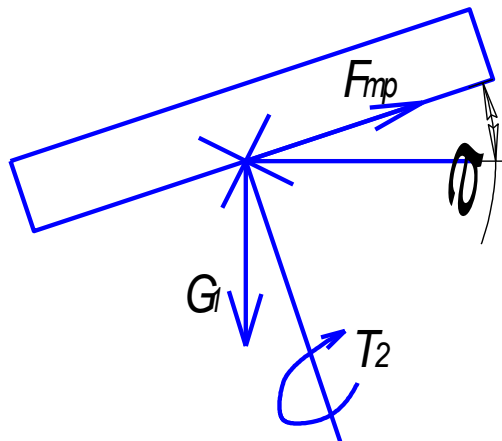


Рисунок 1.8 - Сили, діючі на диск

Сила тертя

$$F_{mp} = \frac{G_1 \cdot f}{\text{tg} \alpha},$$

де G_1 – вага деталей контрольованих та деталей приводу (диск, черв'ячне колесо).

Приймаємо

$$G_1 \approx 1,5G = 1,5 \cdot 49 = 73,5 \text{ Н},$$

					КРБ 097.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Тоді

$$F_{mp} = \frac{73,5 \cdot 0,15}{0,2679} = 41,2 \text{ Н,}$$

f – коефіцієнт тертя.

Отже,

$$T_2 = K \cdot F_{mp} \cdot R_d,$$

де $R_d = 0,5 \cdot D_d = 0,5 \cdot 0,3 = 0,15 \text{ м}$ – радіус диска.

$$K = 1,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 = 1,8.$$

Крутний момент

$$T_2 = 1,8 \cdot 41,2 \cdot 0,15 = 11,2$$

Для подачі виробу на позицію контролю необхідний час $t_{tp} = 7,5 \text{ с}$, диск має $n = 4$ отвори. Отже, число обертів диска

$$n_2 = \frac{1}{n \cdot t} = \frac{1}{4 \cdot 7,5} = \frac{1}{30} \text{ об/с} = 2 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо двигун кроковий 4-х фазний хвильовий типу ДВШ80 – 0,6 – 0,45, для якого технічні дані:

$T_{ном} = 0,6 \text{ нм}$ – номінальний момент на вихідному валу;

$f_n = 500 \text{ крок/с}$ – частота обертання.

$\alpha = 0,45^\circ$ – крок обертання валу.

Визначимо число кроків за 1 оберт

$$m = \frac{360^\circ}{\alpha} = \frac{360^\circ}{0,45^\circ} = 800 \text{ крок/об.}$$

Число обертів валу I

					КРБ 097.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

$$n_1 = n_H = \frac{60 \cdot f_H}{m} = \frac{60 \cdot 500}{800} = 37,5 \text{ об/хв.}$$

Передаточне число черв'ячної пари

$$i_1 = \frac{n_1}{i_1} = \frac{37,5}{2} = 18,75.$$

Приймаємо $i_1 = 19$, тоді уточнена

$$n_2 = \frac{n_1}{i_1} = \frac{37,5}{19} = 1,97 \text{ об/хв.}$$

Крутний момент на валу двигуна

$$T_1 = \frac{T_2}{i_1} = \frac{11,2}{19} = 0,588 \text{ Нм} \approx 0,59 \text{ Нм.}$$

Маємо

$$T_1 < T_{\text{ном.дв.}} (0,59 < 0,6 \text{ Нм}),$$

Отже, двигун підібраний добре.

Кінцеві дані для кінематики приводу слідуючі:

Вал 1

$$T_1 = 0,59 \text{ Нм}; n_1 = 37,5 \text{ об/хв.}$$

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 37,5}{30} = 3,92 \frac{1}{\text{с}}$$

Вал 2.

$$T_2 = 11,2 \text{ Нм}; n_2 = 1,97 \text{ об/хв.}$$

$$i_1 = 19, \text{ тоді}$$

$$\omega_2 = \frac{\omega_1}{i_1} = \frac{3,92}{19} \approx 0,21 \frac{1}{\text{с}}$$

					КРБ 097.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

1.3.4 Розрахунок черв'ячної передачі

Приймаємо матеріали для черв'яка та черв'ячного колеса по таблиці 4.8 [8]:
при $V_s \leq 2\text{м/с}$ приміняємо чавунне колесо та сталевий черв'як:

Колесо: чавун С4 15: $\sigma_B = 147\text{МПа}$;

$[\sigma_{oF}]' = 37\text{МПа}$; $[\sigma_{-1F}]' = 23\text{МПа}$.

Розрахункове допустиме напруження

$$[\sigma_H] = [\sigma_H]' \cdot K_{HL} = 221 \cdot 0,67 = 148\text{МПа}.$$

Число витків черв'яка z_1 прийmemo в залежності від передаточного числа: при $i_1 = 19$ прийmemo $z_1 = 1$ (с.55 [8]).

Число зубів черв'ячного колеса

$$z_2 = z_1 \cdot i_1 = 19 \cdot 1 = 19.$$

Прийmemo попередньо коефіцієнт діаметра черв'яка $q = 10$ та коефіцієнт навантаження $K = 1,2$.

Визначаємо міжосьову відстань з умови контактної міцності, формула 4.19.

$$a_w = \left(\frac{z_2}{q} + 1\right) \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{170}{\frac{z_2}{q} \cdot [\sigma_H]}\right)^2} \cdot T_2 K = \left(\frac{19}{10} + 1\right) \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{170}{1,9 \cdot 148}\right)^2} \cdot 11,2 \cdot 10^3 \cdot 1,2 = 2,9 \cdot \sqrt{7,95 \cdot 10^3} = 2,9 \cdot 28,2 = 76,8\text{мм}.$$

Модуль

$$m = \frac{2a_w}{z_2 + q} = \frac{2 \cdot 76,8}{19 + 10} = 4,64\text{мм}.$$

Прийmemo по ГОСТ 2144-76 (таблиця 4.1 [8]) стандартні значення $m = 5\text{мм}$ та $q = 10$, а також $z_2 = 19$ та $z_1 = 1$.

Перераховуємо міжосьову відстань

					КРБ 097.00.00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$a_w = \frac{m(z_2 + q)}{2} = \frac{5 \cdot (19 + 10)}{2} = 82.5 \text{ мм.}$$

Основні розміри черв'яка:

Ділильний діаметр черв'яка

$$d_1 = q \cdot m = 10 \cdot 5 = 50 \text{ мм.}$$

Діаметр вершин витків черв'яка

$$d_{a_1} = d_1 + 2m = 50 + 2 \cdot 5 = 60 \text{ мм.}$$

Діаметр западин витків черв'яка

$$d_{f_1} = d_1 - 2,4m = 50 - 2,4 \cdot 5 = 38 \text{ мм.}$$

Довжина нарізаної частини шліфованого черв'яка

$$b_1 \geq (11 + 0,06 \cdot z_2)m + 35 = (11 + 0,06 \cdot 19)5 + 35 \approx 96 \text{ мм.}$$

Ділильний кут підйому γ по таблиці 4.3:

При $z_1 = 1$ та $q = 10$ кут $\gamma = 5^{\circ}43'$

Розміри колеса:

Ділильний діаметр

$$d_2 = z_2 m = 19 \cdot 5 = 95 \text{ мм.}$$

Діаметр вершин зубів черв'ячного колеса

$$d_{a_2} = d_2 + 2m = 95 + 2 \cdot 5 = 105 \text{ мм;}$$

Діаметр западин зубів черв'ячного колеса

$$d_{f_2} = d_2 - 2,4m = 95 - 2,4 \cdot 5 = 80 \text{ мм;}$$

Найбільший діаметр черв'ячного колеса

					КРБ 097.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

$$d_{aM_2} \leq d_{a_2} + \frac{6m}{z_1 + 2} = 105 + \frac{6 \cdot 5}{1 + 2} = 115 \text{ мм.}$$

Ширина вінця черв'яного колеса

$$b_2 \leq 0,75 \cdot d_{a_1} = 0,75 \cdot 60 = 45 \text{ мм.}$$

Колова швидкість колеса

$$V_1 = \frac{\pi \cdot d_1 n_1}{60} = \frac{3,14 \cdot 50 \cdot 10^{-3} \cdot 37,5}{60} = 0,26 \text{ м/с.}$$

Швидкість ковзання

$$V_1 = \frac{V_1}{\cos \gamma} = \frac{0,26}{\cos 5^{\circ} 43'} \approx 0,27 \text{ м/с.}$$

Вибираємо по таблиці 4.7 8 степінь точності передачі та знаходимо значення коефіцієнта динамічності $K_v = 1,15$.

Коефіцієнт нерівномірності розподілу навантаження

$$K_\beta = 1 + \left(\frac{z_2}{\Theta} \right)^3 (1 - x).$$

В цій формулі: коефіцієнт деформації черв'яка A – по таблиці 4.6, в залежності від $q = 10$ та $z_1 = 1$ він рівний $A = 108$. При незначних коливаннях навантаження допоміжний коефіцієнт $x = 0,6$ (с.65)

$$K_\beta = 1 + \left(\frac{19}{108} \right)^3 (1 - 0,6).$$

Коефіцієнт навантаження

$$K = K_\beta \cdot K_v = 1,01 \cdot 1,15 \approx 1,16.$$

					КРБ 097.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Перевіряєм контактні напруження

$$\sigma_H = \frac{170}{z_2/q} \sqrt{\frac{T_2 K \left(\frac{z_2}{q} + 1\right)^3}{a_\omega^3}} = \frac{170}{19/10} \sqrt{\frac{11,2 \cdot 10^3 (1,9 + 1)^3}{82,5^3}} = \frac{170}{1,9} \cdot 0,48 = 72,9 \text{ МПа} < [\sigma_H] 148 \text{ МПа.}$$

Перевіряємо міцність зубів на згин.

$$Z_v = \frac{Z_2}{\cos^3 \gamma} = \frac{Z_2}{(\cos 5^\circ 43')^3} = 20.$$

Коефіцієнт форми зуба по таблиці 4.5 $Y_F = 2,43$

Напруження згину

$$\sigma_F = \frac{1,2 \cdot T_2 \cdot K \cdot Y_F}{z_2 \cdot b_2 \cdot m^2} = \frac{1,2 \cdot 11,2 \cdot 10^3 \cdot 1,16 \cdot 2,43}{19 \cdot 45 \cdot 5^2} = 11,8 \text{ МПа.}$$

Основне допустиме напруження згину

$$[\sigma_{-1F}] = 11,8 \text{ МПа.}$$

Розрахункове допустиме навантаження

$$[\sigma_{-1F}] = [\sigma_{-1F}]' \cdot K_{F_1} = 23 \cdot 0,543 \text{ МПа}$$

Міцність забезпечена, так як

$$\sigma_F = [\sigma_{-1F}] (11,8 < 12,6 \text{ МПа}).$$

1.3.5 Розрахунок валів приладу

Попередній розрахунок діаметрів валів

Вал черв'яка.

Діаметр вхідного кінця вала при допустимому напруженні $[\tau_k] = 25 \text{ МПа}$ за формулою

					КРБ 097.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

$$d_{e_1} = \sqrt[3]{\frac{16T_1}{\pi[\tau_K]}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 0,59 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 25}} = 5,3 \text{ мм.}$$

Приймаємо конструктивно $d_{B1} = 10$ мм, тоді діаметр вала під підшипниками $d_{П1} = 15$ мм, під серединою черв'яка $d_{Ч1} = 20$ мм.

Вал черв'ячного колеса.

Діаметр вихідного кінця вала

$$d_{e_2} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 11,2 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 20}} = 14,2 \text{ мм.}$$

Приймаємо $d_{B2} = 15$ мм, під підшипниками $d_{П2} = 120$ мм, під черв'ячним колесом $d_{К2} = 25$ мм.

1.3.6 Перевірка міцності шпонкових з'єднань

Приймаємо шпонки призматичні зі скругленими торцями.

Матеріал – сталь 45. Умова міцності за формулою 8.22[8]:

$$\sigma_{зм}^{\max} = \frac{2 \cdot T}{d \cdot (h - t_1)(l - e)} \leq [\sigma_{зм}]$$

Допустиме напруження зминання при сталевій маточині $[\sigma_{зм}] = 100 \dots 120$ МПа.

Ведучий вал (черв'яка).

При $d_{Ч1} = 20$ мм приймаємо шпонку з розмірами $b \times h = 6 \times 6$ мм; $t_1 = 3,5$ мм, $l = 80$ мм, момент на валі $T_1 = 0,59$ нм.

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot 1,59 \cdot 10^3}{20 \cdot (6 - 3,5)(80 - 6)} = 4,8 \text{ МПа} \lll [\sigma_{зм}]$$

Ведений вал (черв'ячного колеса).

					КРБ 097.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

При $d_{к2} = 25\text{мм}$ приймаємо шпонку з $b \times h = 8 \times 7\text{мм}$, $t_1 = 4\text{мм}$, $l = 40\text{мм}$.

Момент на валу $T_2 = 11,2\text{нм}$.

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot 11,2 \cdot 10^3}{20 \cdot (7 - 4)(0 - 8)} = 19,3 \text{ МПа} < [\sigma_{зм}] = 100 \text{ МПа}.$$

1.3.7 Перевірка довговічності підшипників

Вал черв'яка.

Зусилля в зачепленні:

Колова сила на черв'ячному колесі рівна осьовій силі на черв'яку

$$F_{t_2} = F_{a_1} = \frac{2T_2}{d_2} = \frac{2 \cdot 11,2 \cdot 10^3}{95} = 236 \text{ Н}.$$

Колова сила на черв'ячному колесі рівна осьовій силі на черв'ячному колесі

$$F_{t_1} = F_{a_2} = \frac{2T_1}{d_1} = \frac{2 \cdot 0,59 \cdot 10^3}{50} = 27 \text{ Н}.$$

Радіальні сили на колесі на черв'яку

$$F_{r_2} = F_{r_1} = F_{t_2} \cdot \text{tg}\alpha = 236 \cdot 0,364 = 86 \text{ Н}.$$

Викреслюємо схему розміщення сил, діючих на вал:

Приймаємо $l_1 \approx d_{ам2} = 115\text{мм}$.

Реакції опор і в площині хz

$$R_{x_1} = R_{x_2} = \frac{F_{t_1}}{2} = \frac{27}{2} = 12 \text{ Н}.$$

Згинаючий момент

					КРБ 097.00.00.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M_{y_A} = R_{x_1} \cdot l_1 / 2 = 12 \cdot \frac{0,115}{2} = 0,69 \text{ Нм.}$$

В площині yz

$$-R_{y_1} \cdot l_1 + F_{r_1} \cdot \frac{l_1}{2} - F_a \cdot \frac{d_1}{2} = 0, \text{ звідки}$$

$$R_{y_1} = \frac{86 \cdot 0,115 / 2 - 236 \cdot 0,05 / 2}{0,155} = 43 - 32 = 11 \text{ Н.}$$

Тоді

$$R_{y_2} = F_{r_1} - R_{y_1} = 86 - 11 = 75 \text{ Н.}$$

Згинаючі моменти

$$M_{x_A} (\text{лівіше}) = R_{y_1} l / 2 = 11 \cdot 0,115 / 2 = 0,63 \text{ Нм.}$$

$$M_{x_A} (\text{правіше}) = R_{y_1} l / 2 + F_{a_1} = 0,63 + 236 \cdot 0,025 = 6,53 \text{ Нм.}$$

Сумарні реакції

$$P_1 = p_{r_1} = \sqrt{R_{x_1}^2 + R_{y_1}^2} = \sqrt{12^2 + 11^2} = 16,2 \text{ Н.}$$

$$P_2 = p_{r_2} = \sqrt{R_{x_2}^2 + R_{y_2}^2} = \sqrt{12^2 + 75^2} = 75,9 \text{ Н.}$$

Осьові складові радіальних реакцій кулькових радіально-упорних підшипників

$$S_1 = l \cdot P_{r_1} = 0,68 \cdot 16,2 = 11,016 \text{ Н;}$$

$$S_2 = l \cdot P_{r_2} = 0,68 \cdot 75,2 = 51,136 \text{ Н.}$$

Де для підшипників з $\alpha = 26^\circ$ коефіцієнт осьового навантаження $e = 0,68$ (таблиця 9.18).

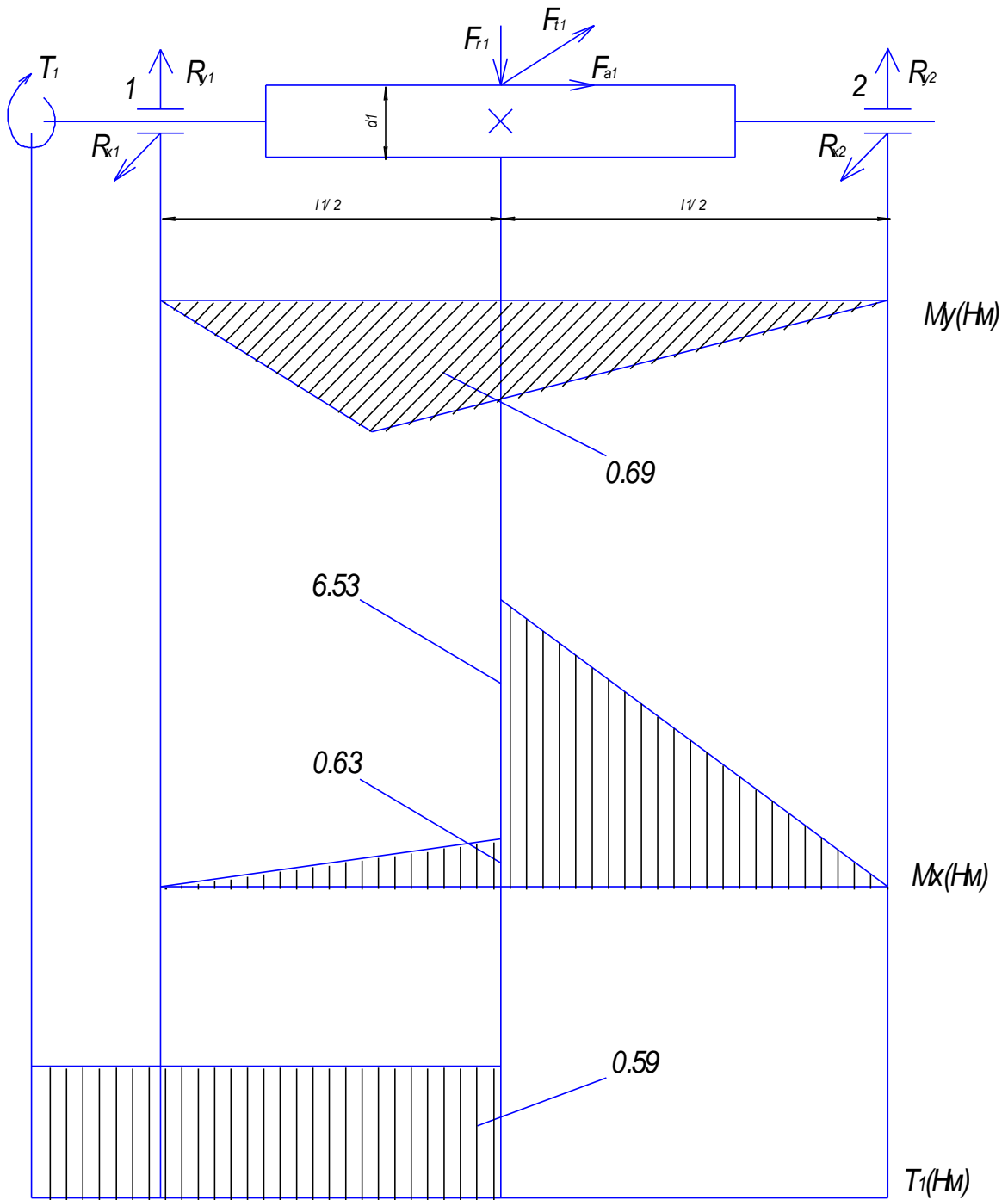
Осьові навантаження підшипників. В нашому випадку $S_1 < S_2$.

$$P_{a_1} = F_a \geq S_2 - S_1, \text{ тоді}$$

$$P_{a_1} = S_1 = 11 \text{ Н;}$$

					КРБ 097.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Сили, діючі на черв'як та епюри моментів.



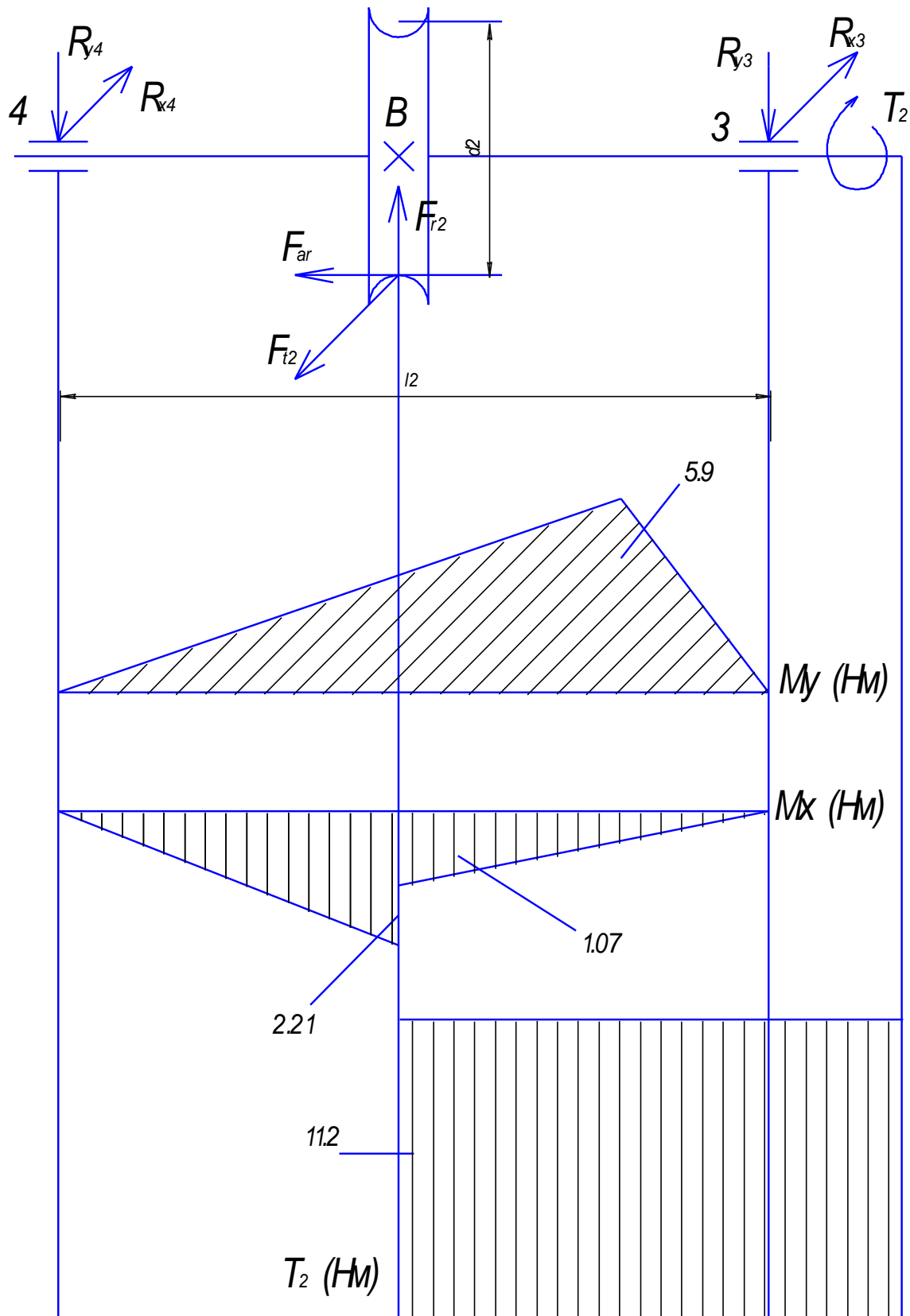
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ 097.00.00.000 ПЗ

Арк.

27

Схема навантаження веденого валу



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ 097.00.00.000 ПЗ

Арк.

28

$$P_{a_2} = S_1 - F_{a_1} = 11 + 236 = 247 \text{ Н.}$$

Довговічність визначаємо по більш навантаженому підшипнику 2.

Відношення

$$\frac{P_{a_2}}{P_{r_2}} = \frac{247}{86} = 2,87 > 1,$$

Тому еквівалентне навантаження

$$P_{l_2} = (XP_{r_2} \cdot V + YP_{a_2}) K_{\sigma} \cdot K_t = (0,41 \cdot 75,9 \cdot 1 + 0,87 \cdot 247).$$

Де $X = 0,41$ та $Y = 0,87$ по таблиці 9.18.

$K_T = 1$ – коефіцієнт температури при $t < 100^{\circ}$;

$K_{\sigma} = 1,3$ – для приводу бункера.

Розрахункова довговічність, млн.об.

$$L = \left(\frac{C}{P_{l_2}} \right)^3 = \left(\frac{9,2}{0,32} \right)^3 = 23,8 \cdot 10^3 \text{ млн.об.}$$

Розрахункова довговічність, год.

$$L_h = \frac{L \cdot 10^6}{60 \cdot n_1} = \frac{23,8 \cdot 10^3 \cdot 10^6}{60 \cdot 37,5} = 10,6 \cdot 10^6 \text{ год. } \gg \gg [L_h].$$

Прийнятий кульковий підшипник №36103 з даними $d \times D \times B = 15 \times 37 \times 11$ мм, $c = 9,2$ кА; $c_0 = 4,86$ кА (особливо легка серія, ГОСТ 831-75).

Ведений вал.

Відстань між опорами $l_2 = 100$ мм, $d_{п2} = 20$ мм, діаметр $d_2 = 95$ мм.

Викрелюємо схему валу.

Визначаємо реакції опор:

					КРБ 097.00.00.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В площині xz.

$$R_{x_3} = R_{x_4} = \frac{F_{t_2}}{2} = \frac{236}{2} = 118 \text{ Н.}$$

Момент

$$M_{y_B} = R_{x_3} \cdot l_2 / 2 = 118 \cdot 0,1 / 2 = 5,9 \text{ Нм.}$$

В площині yz.

$$-R_{y_3} \cdot l_2 + F_{r_2} \cdot \frac{l_2}{2} - F_{a_2} \cdot \frac{d_2}{2} = 0, \text{ звідки}$$

$$R_{y_3} = \frac{-24 \cdot 95 / 2 + 86 \cdot 50}{100} = -1,14 + 43 = 41,8 \text{ Н}$$

$$R_{y_4} = F_{r_2} - R_{y_3} = 86 - 41,8 = 44,2 \text{ Нм}$$

$$M_{x_6} (\text{лівіш}) = -R_{y_4} \cdot e_2 / 2 = -44,2 \cdot 0,05 = -2,21 \text{ Нм}$$

$$Mx(\text{в}) \text{правіше} = -2,21 + 24 \cdot 0,95 / 2 = -1,07 \text{ Нм}$$

Сумарні реакції

$$P_3 = P_{r_3} = \sqrt{R_{x_3}^2 + R_{y_3}^2} = \sqrt{118^2 + 41,8^2} = 125,2 \text{ Н}$$

$$P_4 = P_{r_4} = \sqrt{118^2 + 44,2^2} = 128,6 \text{ Н}$$

Осьові складові радіальних реакцій конічних підшипників

$$\delta_3 = 0,83 \cdot l \cdot P_{r_3} = 0,83 \cdot 0,41 \cdot 125,2 = 42,6 \text{ Н;}$$

$$\delta_4 = 0,83 \cdot 0,41 \cdot 128,6 = 44,3 \text{ Н.}$$

Осьові навантаження підшипників в нашому випадку $S_3 < S_4$; $P_{a_3} = F_a > S_4 - S_3$,
тоді $P_{a_3} = S_3 = 42,6 \text{ А}$; $P_{a_4} = S_3 + F_a = 42,6 + 24 = 66,6 \text{ Н}$

Довговічність визначаємо для підшипника "4".

Для нього

$$\frac{P_{a_4}}{P_{R_4}} = \frac{66,6}{128,6} = 0,52 > e$$

ми повинні враховувати осьові сили та при $V=1$, $K_6=1,3$ та $kt=1$ будемо мати
 $X=0,4$; $Y=1,459$.

Тоді

$$P_{e_4} = (0,4 \cdot 128,6 + 1,459 \cdot 66,6) \cdot 1,3 \cdot 1 = (51,4 + 97,1) \cdot 1,3 = 193 \text{ Н}$$

									Арк.
									30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

КРБ 097.00.00.000 ПЗ

Для підшипників особливо легкої серії N 36104 по ГОСТ 831-75 при $\alpha=20$ мм маємо $\alpha \times D \times B=20 \times 42 \times 12$ мм, $C=10,6$ кН; $C_0=5,32$ кН.

Розрахункова довговічність, млн. об.

$$L = \left(\frac{C}{Pe^4} \right)^3 = \left(\frac{10.6}{0.193} \right)^3 = 166.2 \cdot 10^3 \text{ млн. об.}$$

Розрахункова довговічність, год.

$$Lh = \frac{L10^6}{60n_r} = \frac{166.2 \cdot 10^3 \cdot 10^6}{60 \cdot 1.97} = 1405 \cdot 10^6 \text{ год.}$$

що набагато більше $[Lh]=10 \times 10^3$ год.

1.3.8 Перевірка жорсткості черв'яка

Перевіряємо прогин черв'яка. Момент інерції

$$I_{np} = \frac{\Pi d f_1^4}{64} \left(0.375 + 0.625 \frac{da_1}{df_1} \right) = \frac{3.14 \cdot 38^4}{64} \left(0.375 + 0.625 \frac{60}{38} \right) = 10.23 \cdot 10^4 (0.375 + 0.987) = 13.9 \cdot 10^4 \text{ мм}^4$$

Стріла прогибу

$$f = \frac{e_1^3 \sqrt{Ft_1^2 + Fr_1^2}}{48EI_{np}} = \frac{115^3 \sqrt{24^2 + 86^2}}{48 \cdot 2.1 \cdot 10^5 \cdot 13.9 \cdot 10^4} = 0,0098 \text{ мм}$$

Допустимий прогин

$$[f] = (0.005 \dots 0.01) \text{ м} = (0.005 \dots 0.01) \times 5 = 0.025 \dots 0.05 \text{ мм}$$

Таким чином, жорсткість валу забезпечена, так як

$$f = 0.0098 \text{ мм} < [f]_{min} = 0.025 \text{ мм}$$

Черв'ячний вал перевіряти на міцність немає необхідності, тому що розміри його поперечних січень, прийняті при конструюванні після розрахунку геометричних характеристик, переважають ті, які отримані з розрахунку на кручення.

					КРБ 097.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

1.4 Розрахунок похибки приладу

Існують два види причин похибок механізмів і припущення – при проектуванні, та первинні. Похибки припущення приймаються з метою спрощення конструкції – це теоретичні похибки. первинними ж являються похибки розмірів, форми та положення деталей, виникаючі при виготовленні та експлуатації механізму.

Загальна похибка контрольно-сортувального приладу при нетривалому часі роботи контрольної системи

$$\delta_{авт} = \sqrt{\delta_{вим}^2 + \delta_{тех}} \quad (1.1)$$

при тривалому часі

$$\delta_{авт} = \delta_{вим} + \delta_{техн} \quad (1.2)$$

Так як контроль конусності в нас проходить значну частину циклу роботи автомата, то скористаємося формулою (2).

В даній формулі:

$\delta_{вим}$ - похибка засобу вимірювання

$\delta_{тех}$ -технологічна частина похибки, яка залежить від точності виготовлення з'єднань деталей, які приймають безпосередню участь у формуванні загальної похибки автомата.

На результати вимірювання конусності впливають:

- Точність виготовлення направляючих призм.
- Точність виготовлення спряження „важіль - вісь”.

$$\delta_{техн.} = \sqrt{\delta_{пр}^2 + \delta_{важ}} \quad (2)$$

					КРБ 097.00.00.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При проходженні контрольованої деталі по направляючих призмах маємо величину відхилення згідно з схемою.

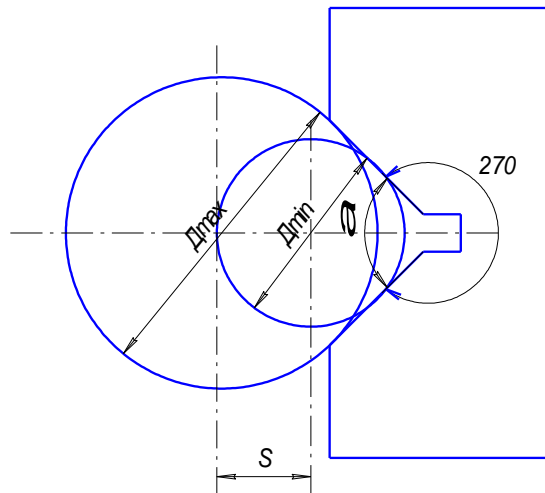


Рисунок 1.9 - Схема установки контрольованої деталі в призмі

Для кута призми $\alpha=90^0$ величина зміщення центра деталі по бісектрисі

$$S = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{1.414}$$

де D_{\max} – максимальний діаметр деталі,

D_{\min} – мінімальний діаметр деталі.

Приймає для штифта $\text{ø}8\text{m}6$.

Тоді

$$\text{ø}8\text{m}6 \begin{pmatrix} +0.015 \\ +0.006 \end{pmatrix}$$

$D_{\max} = 8,015$ мм; $D_{\min} = 8,006$ мм.

$$S = \frac{8.015 - 8.006}{1.414} = 6.4 \text{ мКм} = 0,0064 \text{ мм}$$

При діаметрі $D_a=8$ мм величина похибки

$$\delta_{np} = \frac{S}{D_n} \cdot 100\% = \frac{0,0064}{8} \cdot 100\% = 0,08\%$$

					КРБ 097.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Визначимо похибку в з'єднанні „важіль-вісь”. Маємо розмір та посадку

$$\text{Ø}8 \frac{H7}{f6} \left(\begin{array}{c} +0.016 \\ 0 \\ -0.013 \\ -0.022 \end{array} \right)$$

$$D_{max} = 8,016 \text{ мм}; D_{min} = 8,0 \text{ мм.}$$

$$d_{max} = 7,987 \text{ мм}; d_{min} = 7,978 \text{ мм.}$$

Зазори:

$$S_{max} = D_{max} - d_{min} = 8,016 - 7,978 = 0,038 \text{ мм} = 38 \text{ мкм}$$

$$S_{max} = D_{min} - d_{max} = 8,0 - 7,987 = 0,013 \text{ мм} = 13 \text{ мкм}$$

Величина похибки:

$$\delta_{важ} = \frac{S_{max}}{D_n} \cdot 100\% = \frac{0,038}{8} \cdot 100\% = 0,48\%$$

$$\delta_{мех} = \sqrt{0,08^2 + 0,48^2} \approx 0,49\%$$

Для датчика переміщень індуктивного МАСТ 2 маємо $\delta_{вим} = 1\%$.

Похибка контрольно-сортувального приладу

$$\delta_{авт} = 1\% + 0,49\% \approx 1,5\%.$$

1.5 Побудова циклограми роботи приладу

Для ізолюваної контрольної автоматичної системи (КАС) та системи, яка працює в автоматичній лінії, циклова продуктивність Q_y при безперервній роботі (без врахування пристроїв на наладку, мащення, мілкий ремонт і т.п)

$$Q_y = \frac{60n_0}{T},$$

де: P_0 – число одночасно контрольваних деталей,

T – тривалість циклу.

Дійсна продуктивність визначається за формулою

$$Q_g = Q_y \cdot \eta,$$

					КРБ 097.00.00.000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де: η – коефіцієнт використання КАС, $\eta = 0,95$.

Для КАС повний цикл повинен вмщувати всі складові елементи часу у відповідності з структурною схемою.

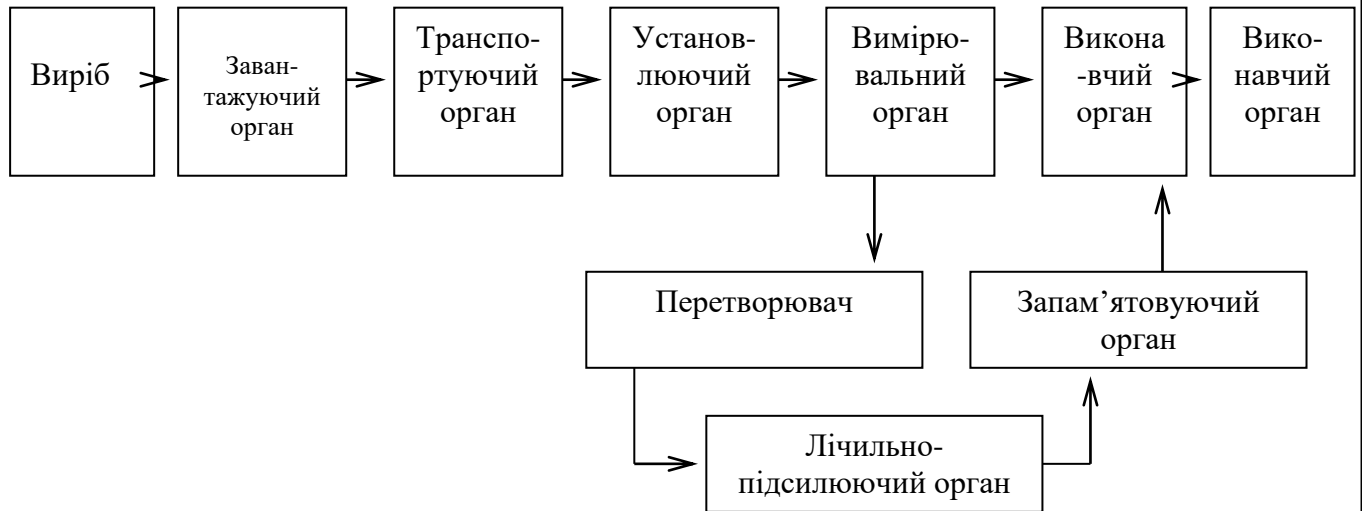


Рисунок 1.10 - Структурна схема КАС

$$T_y = t_z + t_{p1} + t_y + t_a + t_k + t_{pa} + t_{3H} + t_{p2} + t_v + t_{x.x.},$$

де: t_z – час завантаження виробу в транспортуючу систему;

t_{p1} – час руху виробу від завантажувального органу до вимірювальної позиції;

t_y – час установки виробу на вимірювальну позицію;

t_a – час аретування вимірювального наконечника;

t_k – час контролю виробу;

t_{pa} – час розаретування наконечників;

t_{3H} – час знімання виробу з вимірювальної позиції;

t_{p2} – час руху виробу від вимірювальної позиції до виконавчого органу;

t_v – час викидання виробу при його розсортування;

$t_{x.x.}$ – час повернення елемента транспортуючої системи від позиції викидання виробу до завантажувального пристрою (холостий хід).

В граничному випадку для КАС перервної дії цикл складається з двох елементів

$$T = t_{cn} + T_p,$$

де: t_{cn} – час спокою;

t_p – час руху транспортуючого органу.

Для зменшення циклу роботи автомата необхідно деякі елементи виключити з роботи, а деякі операції сумістити в часі. Ще продуктивність збільшується за рахунок кількості одночасно проконтрольованих деталей, але в нашому випадку це виключено.

Автомат контрольно-сортувальний буде працювати в такому режимі (операції):

1. Подача виробу з бункера в касету;
2. Подача виробу з касети на установочні призми;
3. Зажим виробу призмами;
4. Рух виштовхувача деталі вниз;
5. Контроль конусності;
6. Аретування та розартування вимірювального наконечника датчика;
7. Розсортування;
8. Рух виштовхувача в початкове положення.

Тоді час циклу роботи

$$T_y = t_{mp} + t_{n_1} + t_z + t_{p_1} + t_a + t_k + t_{pa} + t_{розс} + t_{p_2},$$

В даному разі будемо розглядати початок циклу з моменту, коли деталь знаходиться в касеті.

					КРБ 097.00.00.000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді час $t_{тр}$ транспортування виробу з бункера в касету перекривається, час t_3 виробу призмами перекривається часом $t_{п}$ подачі з касети на призми, час t_k контролю та час $t_a + t_{pa}$ перекривається часом t_{p1} руху виштовхувача вниз, а час $t_{розс}$ розсортування перекривається часом t_{p2} руху виштовхувача ввєрх.

Тоді

$$T_y = t_n + t_{p1} + t_{p2}.$$

Час t_n буде визначатися за формулою

$$t_n = \frac{S_{ш}}{V_{ш}},$$

де $S_{ш}$ – переміщення шибора вузла подачі виробу; $S_{ш} = 25$ мм.

$V_{ш} = V_n$ – швидкість переміщення поршня гідроциліндра; $V_n = 25$ мм/с.

Тоді

$$t_n = \frac{25}{25} = 1 \text{ с.}$$

t_{p1} – час руху виштовхувача від початкового положення до моменту виштовхування деталі в механізм розсортування.

$$t_{p1} = t_{p2} = \frac{S_g}{V_g},$$

V_g – швидкість руху виштовхувача, з попередніх розрахунків $V_g = 0,02$ м/с.

Отже

$$t_{p1} = t_{p2} = \frac{0,13}{0,02} = 6,5 \text{ с.}$$

Тоді

$$T_y = 1 + 6,5 + 6,5 = 14 \text{ с.}$$

Циклова продуктивність

					КРБ 097.00.00.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_y = 60 \frac{1}{14} = 4,3 \text{ дет/хв} = 257 \text{ дет/год.}$$

Дійсна продуктивність

$$Q_o = 4,3 \cdot 0,95 = 4,1 \text{ дет/хв} = 244 \text{ дет/год.}$$

Викреслюємо цилограму роботи контрольно-сортувального автомата в графічній частині КП на аркуші формату А2.

1.6 Повірка пристрою

1.6.1 Умова повірки та підгоовка до неї

Повірка проводиться органами Держстандарту у відповідності з графіком.

При проведенні повірки необхідно дотримуватися слідуючих вимог:

-температура: +15⁰С...+28⁰С;

-відносна вологість: 65±15%

Повітряний пристрій встановлюється на стіл, захищений від дії вібрації

					КРБ 097.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

1.6.2 Проведення повірки

1.6.2.1. При зовнішньому огляді повинно бути встановлено, що пристрій укомплектований і не має зовнішніх дефектів.

1.6.2.2. Опробувати пристрій з метою перевірки взаємодії його окремих елементів.

Опробування проводити в нормальному робочому положенні на зразковій деталі. При цьому особливу увагу необхідно звернути на плавність переміщення ходового гвинта з виштовхувачем, на добре перміщення вимірювального важеля та на забезпечення відрахунку переміщень датчиком.

Проводимо повірку методом зразкового сигналу, для цього беремо зразковий конічний штифт, проводимо по 5 вимірювань і знаходимо їх середнє арифметичне. Це і буде абсолютна похибка приладу.

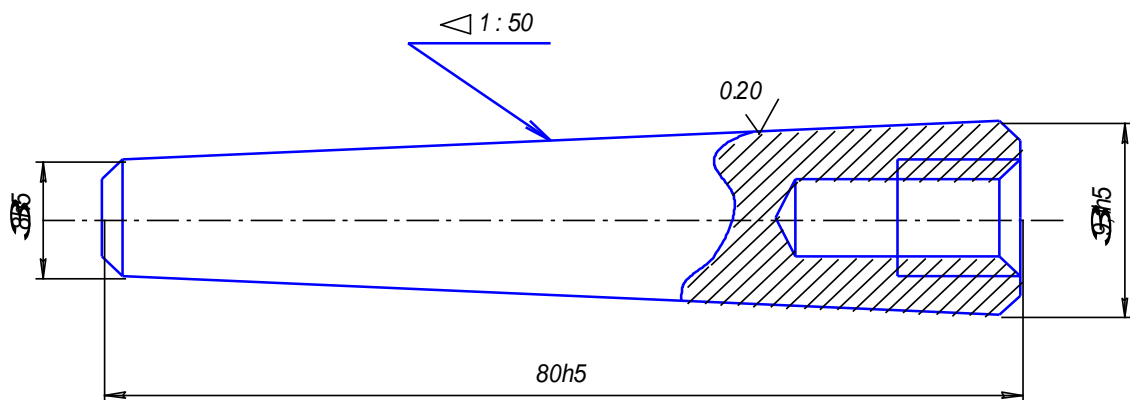


Рисунок 1.11 - Робоче креслення еталонного конуса.

					КРБ 097.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Призначення і конструкція деталі

Деталь корпус призначена для установки на ній стійки з індуктивним датчиком лінійного переміщення, обойми, що утримує вимірювальний важіль, напрямної планки, що визначає початкове положення вимірювального вузла для контрольованих деталей різних розмірів, а також точної установці вимірювального важеля з можливістю переміщення останнього тільки у вертикальному напрямку. В загальному дана деталь є основою для складових вимірювального вузла приладу і через неї весь вимірювальний вузол в зборі кріпиться до основної опорної плити спроектованого приладу.

Два наскрізні різьбових отвори М5 забезпечують установку напрямної планки, чотири наскрізні різьбових отвори М3 забезпечують установку обойми, два наскрізні різьбових отвори М4 забезпечують установку стійки з індуктивним датчиком. Повздовжній паз шириною 3 мм забезпечує установку та базування вимірювального важеля у корпусі. Два різьбових отвори М6 глибиною 10 мм призначені для фіксації на опорній плиті усього встановленого на корпусі вимірювального вузла.

Вибір в якості матеріалу сталі марки Ст. 3 обумовлюється вимогами до жорсткості самої деталі та твердості поверхонь направляючої канавки та її зносостійкості.

					КРБ 097.00.00.000.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Соколовський М.А						
Перевір.		Дубиняк Т.С					40	106
Консульт.		Дубиняк Т.С				ТНТУ, РВс-41		
Н. Контр.		Наконечний Ю.І						
Зав. каф.		Паламар М.І.						

2.2 Визначення типу виробництва

В курсовій роботі можна вважати, що тип виробництва залежить від двох факторів, а саме:

- заданої програми випуску деталей;
- трудоемкості виготовлення деталі.

На основі заданої програми розраховують такт випуску деталі t_e , а трудоемність визначається середнім штучним часом $T_{шт}$ по операціях, що діють на виробництві або аналогічного технологічного процесу. Відношення цих величин прийнято називати коефіцієнтом серійності:

$$k_c = \frac{t_e}{T_{шт}}$$

Прийняті наступні значення коефіцієнтів серійності:

- для масового виробництва $k_c = 1$;
- для крупносерійного $k_c = 2-10$;
- для середньосерійного $k_c = 10-20$;
- для дрібносерійного $k_c > 20$.

					КРБ 097.00.00.000.ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Величина такту випуску розраховується за формулою:

$$t_0 = \frac{F_d \cdot 60}{N}$$

де $F_d = 2070$ год/зм;

N – річна програма випуску деталей, шт.

В заданій курсовій роботі вказана річна програма випуску деталей, тоді програму в штуках необхідно розрахувати по формулі:

$$N = N_1 \cdot m \cdot \left(1 + \frac{\beta}{100}\right),$$

де N_1 – річна програма випуску деталей, шт;

m – кількість деталей даного найменування на виріб;

β - кількість деталей, яку потрібно виготовити додатково в якості запасних частин, задане в процентах від річної програми, $\beta = 5\%$.

Для визначення середнього штучного чи штучно-калькуляційного часу по операціях можна скористатись нормувальними даними в діючого на виробництві технологічного процесу чи провести укрупнене нормування, користуючись методом наближеного визначення норм часу по таблицях.

Формула для розрахунку середнього штучного часу має вид:

$$T_{шт(шк)ср} = \frac{\sum_1^n T_{шт(шк)i}}{n}$$

де $T_{шт(шк)i}$ – штучний чи штучно-калькуляційний час на кожній операції, хв;

n – число операцій.

					КРБ 097.00.00.000.ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Запишемо у таблицю 1 норми штучного часу на операції по виготовленні деталі.

$$T_{um(ук)cp} = 3.32 \text{ хв};$$

$$N_1 = 3000 \text{ шт/рік};$$

$$N = 3000 \cdot 1 \cdot \left(1 + \frac{5}{100}\right) = 3150 \text{ шт};$$

$$t_s = \frac{2070 \cdot 60}{3150} = 39.4 \text{ хв/шт};$$

Таблиця 2.1. Норми штучного часу по операціях.

Операція	φ	$T_{ук}$, хв	$T_{ук}$, хв
Фрезерна			
Фрезерувати базуючу поверхню		φ·0.006·1	1.41
Фрезерувати поверхні деталі в розмір 20 мм	1.84	φ·0.006·1	1.1
і 18 мм		φ·0.006·1	2.76
Фрезерувати торці деталі в розмір 45 мм.		φ·0.006·1	0.99
		φ·0.007·1	1.61
Фрезерувати торці деталі в розмір 125 мм		φ·0.004·1	0.92
Фрезерувати паз шириною 2 мм		φ·0.00052·d·1	0.14
Фрезерувати паз шириною 3 мм		φ·0.00052·d·1	0.11
Свердлильна.			
Свердлити 2 наскрізні отвори Ø4 мм	1.72	φ·0.00052·d·1	0.18
Свердлити 2 наскрізні отвори Ø3 мм		φ·0.00052·d·1	0.11
Свердлити 4 наскрізні отвори Ø2.5 мм		φ·0.00021·d·1	0.01
Свердлити 2 отвори Ø5 мм	2.1	φ·0.0004·d·1	0.17
Зенкувати 2 фаски 0.6×45°		φ·0.0004·d·1	0.13
Різьбонарізна.			
		φ·0.0004·d·1	0.21

Нарізати в 2-х отворах різьбу М5–7Н		φ·0.0004·d·l	0.1
Нарізати в 2-х отворах різьбу М4–7Н			
Нарізати в 4-х отворах різьбу М3–7Н			
Нарізати в 2-х отворах різьбу М6–7Н			
Разом	-----		9.95

$$k_c = \frac{39.4}{3.32} = 11.2$$

В нашому випадку бачимо, що $k_c = 11.2$ і тому тип виробництва середньосерійний.

Кількість деталей в партії для одночасного запуску можна визначити за формулою:

$$n = \frac{N \cdot a}{F}$$

$$n = \frac{3150 \cdot 5}{247} \approx 64 \text{ шт.}$$

					КРБ 097.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

2.3 Економічне обґрунтування вибору заготовки

Порахуємо вартість заготовок при різних способах їх одержання і запишемо дані у таблицю 2.2.

Вартість заготовки виготовленої з відливки:

$$S_{заг} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot k_m \cdot k_c \cdot k_e \cdot k_m \cdot k_n \right) - (Q - q) \frac{S_{відх}}{1000}$$
$$S_{заг} = \left(\frac{15094}{1000} \cdot 0.97 \cdot 1.05 \cdot 1 \cdot 0.7 \cdot 1 \cdot 1 \right) - (0.97 - 0.77) \frac{135.84}{1000} = 10.73 \text{ грн}$$

Порахуємо вартість заготовок виготовленої з прокату.

В якості прокату беремо [2, табл. 32, с. 131]:

$$\text{Полоса } \frac{22 \times 50 \text{ ГОСТ } 4405 - 75}{\text{Ст } 3 \text{ ГОСТ } 1050 - 80}$$

Довжина полоси $L=1008$ мм. Тоді з однієї полоси отримаємо:

$$n = \frac{L}{l+h}$$

де l – довжина заготовки, $l=128$ мм;

h – товщина відрізного круга, $h=3$ мм.

$$n = \frac{1008}{128+3} = 7.69$$

Отже маємо з однієї полоси 7 заготовок.

Масу відходів при відрізання, що припадає на 1 заготовку заходимо за формулою:

$$m = \frac{a \cdot b \cdot (L - n \cdot l)}{n} \cdot \rho$$

де a – висота полоси;

b – ширина полоси;

ρ - густина сталі, $\rho=7.8 \cdot 10^{-6}$ кг/мм³.

					КРБ 097.00.00.000.ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$m = \frac{22 \cdot 50 \cdot (1008 - 7 \cdot 128)}{7} \cdot 7.8 \cdot 10^{-6} = 0.137 \text{ кг}$$

Тоді вартість заготовки виготовленої з прокату буде:

$$M = (Q + m) \cdot S - (Q - q + m) \cdot \frac{S_{\text{вих}}}{1000}$$

де S – вартість 1кг матеріалу заготовки.

$$M = (1.1 + 0.137) \cdot 1 - (1.1 - 0.77 + 0.137) \frac{135.84}{1000} = 1.17 \text{ грн.}$$

Таблиця 2.2 Розрахунок вартості заготовки при різних способах її отримання.

Назва показників	Варіант А	Варіант Б
Вид заготовки	Відливка	Прокат
Клас точності	2	---
Група складності	3	---
Маса заготовки, кг	0.97	1.1
Вартість 1т. заготовок, прийнятих за базу, грн	15094	1000
Вартість 1т. стружки, грн	135.84	135.84
Маса деталі, кг	0.77	0.77

З приведених вище розрахунків бачимо, що економічно доцільніше виготовляти деталь з прокату.

2.4 Вибір варіанту технологічного маршруту і його техніко-економічне обґрунтування

Для того, щоб вирішити питання про доцільність складеного технологічного маршруту при виконанні курсової роботи потрібно скласти не менше двох його варіантів і провести їх техніко-економічне порівняння. Визнається оптимальним той варіант, у якого сума текучих приведених і капітальних затрат на одиницю

продукції буде менша. При цьому в число складуваних сум приведених затрат потрібно включити лише ті затрати, які міняють свою величину при переході на новий варіант технологічного процесу.

В цю суму входять заробітна плата операторам і наладчикам (основна і додаткова) з нарахуваннями в соцстрах, витрати на утримування і експлуатацію машин і виробничої площі і плата за фонди. Суму цих затрат називають часовими приведеними затратами і розраховують її за формулою:

$$C_{п.з.} = \frac{C_з}{M} + C_{ч.з.} + E_n \cdot (K_c + K_з)$$

де $C_{п.з.}$ – величина приведених часових затрат, коп/год;

$C_з$ – заробітна плата, коп/год;

M – коефіцієнт багатостаночності, що приймається по фактичному стані на розглядуваній дільниці;

$C_{ч.з.}$ – часові затрати по експлуатації робочого місця, коп/год;

E_n – нормативний коефіцієнт $E=0.2$;

K_c – питомі часові капітальні вкладення у верстат, коп/год;

$K_з$ – питомі часові капітальні вкладення у будівлю, коп/год.

$$C_з = C_{т.ф.} \cdot 1.53 \cdot K$$

де $C_{т.ф.}$ – часова тарифна ставка верстатника відповідного розряду, 1.53 – сумарний коефіцієнт, представляє собою добуток наступних коефіцієнтів:

1.3 – коефіцієнт виконання норм;

1.09 – коефіцієнт додаткової зарплати;

1.077 – коефіцієнт відрахувань на соцстрах;

K – коефіцієнт, що враховує зарплату наладчика (якщо наладка верстату

в

серійному виробництві ведеться без участі наладчика самим робочим, то K

приймається рівним 1, а в умовах масового виробництва $K=1.1-1.15$).

Часові затрати на експлуатацію робочого місця будуть:

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

					КРБ 097.00.00.000.ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де Сч.з. – скоректовані часові затрати на базовому робочому місці;

K_m – машино-коефіцієнт, що показує у скільки раз затрати, що пов'язані з роботою

біля даного верстату більші, ніж аналогічні витрати біля базового верстату.

Капітальні вкладення у верстат і будівлю можна визначити так:

$$K_c = \frac{Ц \cdot 100}{3200}$$

$$K_z = \frac{F \cdot 75 \cdot 100}{3200}$$

де Ц – балансова вартість верстату, грн;

F – виробнича площа, що займає верстат з врахуванням проходів:

$$F = f \cdot K_f$$

де f – виробнича площа, що займає верстат, м;

K_f – коефіцієнт, що враховує додаткову виробничу площу (проходи, проїзди ін.).

Вартість механічної обробки на розглядуваній операції буде:

$$C_0 = \frac{C_{н.з.} \cdot T_{шт}}{60}$$

Величина приведеної річної економії – економічний ефект – на програму:

$$E_M = \frac{(C_{01} - C_{02}) \cdot N}{100}$$

де C_{01} і C_{02} – вартості механічної обробки порівнюваних операцій, коп;

N – річна програма, шт

Складаємо два варіанти технологічного маршруту виготовлення деталі.

Варіант А.

Вид заготовки – відливка.

Операція 005. Фрезерна.

Установка 1.

Фрезерувати базуючу поверхню у 2 проходи (чорновий і чистовий).

Установка 2.

Фрезерувати поверхні деталі в розмір 20 мм і 18 мм у 2 проходи (чорновий і чистовий).

Установка 3.

Фрезерувати торці деталі в розмір 45 мм у чорновий прохід.

Установка 4.

					КРБ 097.00.00.000.ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Фрезерувати торці деталі в розмір 125 мм у чорновий прохід.

Установка 5.

Фрезерувати паз шириною 2 мм у 1 прохід.

Операція 005К. Контрольна.

Операція 010. Фрезерна.

Установка 1.

Фрезерувати паз шириною 3 мм 1 прохід.

Операція 010К. Контрольна.

Операція 015. Свердлильна.

Установка 1.

Перехід 1. Свердлити 2 наскрізні отвори $\varnothing 4$ мм

Перехід 2. Свердлити 2 наскрізні отвори $\varnothing 3$ мм

Перехід 3. Свердлити 4 наскрізні отвори $\varnothing 2.5$ мм

Установка 2.

Перехід 1. Свердлити 2 отвори $\varnothing 5$ мм

Перехід 2. Зенкувати 2 фаски $0.6 \times 45^\circ$

Операція 015К. Контрольна.

Операція 020. Різьбонарізна.

Установка 1.

Перехід 1. Нарізати в 2-х отворах різьбу М5–7Н

Перехід 2. Нарізати в 2-х отворах різьбу М4–7Н

Перехід 3. Нарізати в 4-х отворах різьбу М3–7Н

Установка 2.

Нарізати в 2-х отворах різьбу М6–7Н

Операція 020К. Контрольна.

Варіант Б.

Вид заготовки – прокат.

Операція 005. Відрізна.

Відрізати заготовку довжиною 128 мм.

Операція 005К. Контрольна.

Операція 010. Фрезерна.

					КРБ 097.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Установка 1.

Фрезерувати базуочу поверхню у 2 проходи (чорновий і чистовий).
Установка 2.

Фрезерувати поверхні деталі в розмір 20 мм і 18 мм у 2 проходи (чорновий і чистовий).

Установка 3.

Фрезерувати торці деталі в розмір 45 мм у чорновий прохід.

Установка 4.

Фрезерувати торці деталі в розмір 125 мм у чорновий прохід.

Установка 5.

Фрезерувати паз шириною 2 мм у 1 прохід.

Операція 010К. Контрольна.

Операція 015. Фрезерна.

Установка 1.

Фрезерувати паз шириною 3 мм 1 прохід.

Операція 015К. Контрольна.

Операція 020. Свердлильна.

Установка 1.

Перехід 1. Свердлити 2 наскрізні отвори $\varnothing 4$ мм

Перехід 2. Свердлити 2 наскрізні отвори $\varnothing 3$ мм

Перехід 3. Свердлити 4 наскрізні отвори $\varnothing 2.5$ мм

Установка 2.

Перехід 1. Свердлити 2 отвори $\varnothing 5$ мм

Перехід 2. Зенкувати 2 фаски $0.6 \times 45^\circ$

Операція 020К. Контрольна.

Операція 025. Різьбонарізна.

Установка 1.

Перехід 1. Нарізати в 2-х отворах різьбу М5–7Н

Перехід 2. Нарізати в 2-х отворах різьбу М4–7Н

Перехід 3. Нарізати в 4-х отворах різьбу М3–7Н

Установка 2.

					КРБ 097.00.00.000.ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Нарізати в 2-х отворах різьбу М6–7Н

Операція 025К. Контрольна.

Проведемо розрахунок вартості додаткової відрізної операції у варіанті Б.

Вибираємо відрізний верстат моделі 8А631.

Ц=1518 грн.

Н_{пр}=3 кВт.

Т_{шт}=0.05 хв.

М=3.5.

К_м=2.5.

f=1.8 м².

Розряд роботи – 2.

$$\frac{C_z}{M} = \frac{43.8 \cdot 1.53 \cdot 1.15}{3.5} = 22.02 \text{ коп/год.}$$

$$C_{чз} = 43.9 \cdot 2.5 = 109.75 \text{ коп/год.}$$

$$K_c = \frac{1518 \cdot 100}{3200} = 47.44 \text{ коп/год.}$$

$$F = 1.8 \cdot 4 = 7.2 \text{ м}^2.$$

$$K_z = \frac{7.2 \cdot 75 \cdot 100}{3200} = 16.88 \text{ коп/год.}$$

$$C_{нз} = 2.02 + 109.75 + 0.2 \cdot (47.44 + 16.88) = 124.63 \text{ коп/год.}$$

$$C_0 = \frac{124.63 \cdot 0.05}{60} = 0.1 \text{ коп.}$$

Отже, як бачимо варіант А і варіант Б технологічного маршруту відрізняються між собою лише тим, що у варіанті у варіанті Б є додаткова операція відрізна, а також у варіанті А більш високий коефіцієнт використання матеріалу заготовки. Але взявши до уваги той фактор, що у варіанті А заготовка дорожча від заготовки варіанту Б, навіть беручи до уваги незначні затрати на відрізання заготовки з прокату, найбільш оптимальним для нашої деталі буде варіант Б технологічного маршруту.

					КРБ 097.00.00.000.ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тепер, коли остаточно вже вибраний технологічний маршрут (варіант Б) і вид заготовки (прокат), ми можемо зробити вибір відповідного обладнання, ріжучого та контрольного інструменту. Результати вибору записуємо у таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 Вибір обладнання, ріжучого і контрольного інструменту.

Операція	Обладнання	Інструмент
Операція 005	8А631	Круг відрізний КО 15А25НС17К1 А 35 м/с ГОСТ 2424-77.
005К.Контрольна	-----	Штангенциркуль ШЦ-II по ГОСТ 166-63
010. Фрезерна Установка 1 Установка 2 Установка 3 Установка 4 Установка 5	6Н80Г	Фреза циліндрична 63×80 ГОСТ 3752-71. Фреза циліндрична 63×80 ГОСТ 3752-71. Фреза дискова 63×6 ГОСТ 9474-73. Фреза дискова 63×6 ГОСТ 9474-73. Фреза прорізна 1 50×2 АА ГОСТ 2679-61.
010К. Контрольна	-----	Штангенциркуль ШЦ-II по ГОСТ 166-63
015. Фрезерна	6Н10	Фреза кінцева тип 1-3 ГОСТ 17025-71
015К. Контрольна	-----	Штангенциркуль ШЦ-II по ГОСТ 166-63

020. Свердлильна Установка 1 Перехід 1 Перехід 2 Перехід 3 Установка 2 Перехід 1 Перехід 2	2М112	Свердло d=4 мм по ГОСТ 4010 – 64 P18. Свердло d=3 мм по ГОСТ 4010 – 64 P18. Свердло d=2.5 мм по ГОСТ 4010 – 64 P18. Свердло d=5 мм по ГОСТ 4010 – 64 P18. Зенкер 6 №2 70-1-P18-ГОСТ 12489-71.
020К. Контрольна	-----	Штангенциркуль ШЦ-II по ГОСТ 166-63
025. Різьбонарізна Установка 1 Перехід 1 Перехід 2 Перехід 3 Установка 2	2056(5A05)	Мітчик М5 Д ГОСТ 3266 – 71 2620 – 1513. Мітчик М4 Д ГОСТ 3266 – 71 2620 – 1513 Мітчик М3 Д ГОСТ 3266 – 71 2620 – 1513 Мітчик М6 Д ГОСТ 3266 – 71 2620 – 1513
020К. Контрольна	-----	Штангенциркуль ШЦ-II по ГОСТ 166-63

2.5 Розрахунок припусків на механічну обробку

Припуски на мехобробку приведені в табл. 2.4

					КРБ 097.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Таблиця 2.4 Припуски на механічну обробку

Технологічні переходи по обробці поверхні 20-0.052 мм.	Елементи припуску, мкм.				припуск Z_{\min} ,	Розрахунковий розмір d_r , мм	Допуск δ , мкм	Граничний розмір, мм		Граничні значення припусків, мкм	
	Rz	ρ	ε	d_{\min}				d_{\max}	Z_{\min}^{zp}	Z_{\max}^{zp}	
Заготовка	60	60	106	—	—	20.33	350	20.33	20.68	—	—
Фрезерування чорнове	50	50	5	45	2 71	20.06	120	20.06	20.18	270	500
Фрезерування чистове	10	15	—	2	1 07	19.948	52	19.948	20	112	180
Разом	—	—	—	—	—	—	—	—	—	382	680

Сумарне значення просторових відхилень визначаємо за формулою:

$$\rho_{\text{заг}} = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{зм}}^2} = \sqrt{80^2 + 70^2} = 106 \text{ мкм.}$$

Величину остаточного просторового відхилення після чорнового фрезерування визначаємо за формулою:

$$\rho_1 = 0.05 \cdot \rho_{\text{заг}} = 0.05 \cdot 106 = 5.3 \approx 5 \text{ мкм.}$$

Похибку установки при чорновому фрезеруванні визначаємо за формулою:

$$\varepsilon_1 = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2} = \sqrt{20^2 + 40^2} = 45 \text{ мкм.}$$

Остаточну похибку установки при чистовому фрезеруванні визначаємо за формулою

$$\varepsilon_2 = 0.05 \cdot \varepsilon_1 = 0.05 \cdot 45 = 2.23 \approx 2 \text{ мкм.}$$

На основі записаних в табл. 2. 4 даних розраховуємо :

$$Z_{\min i} = R_{zi-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i$$

Мінімальний припуск під чорнове фрезерування:

$$Z_{\min 1} = 60 + 60 + 106 + 45 = 271 \text{ мкм.}$$

Мінімальний припуск під чистове фрезерування:

$$Z_{\min 2} = 50 + 50 + 5 + 2 = 107 \text{ мкм.}$$

Розрахунковий розмір:

$$d_{p1} = 19.948 + 0.107 = 20.055 \approx 20.06 \text{ мм.}$$

$$d_{p3} = 20.06 + 0.271 = 20.331 \approx 20.33 \text{ мм.}$$

Найбільші граничні розміри:

$$d_{\max 1} = 20.06 + 0.12 = 20.18 \text{ мм.}$$

$$d_{\max 3} = 20.33 + 0.35 = 20.68 \text{ мм.}$$

Тоді для чистового фрезерування:

$$Z_{\min 2}^{cp} = 20.06 - 19.948 = 0.112 = 112 \text{ мкм.}$$

$$Z_{\max 2}^{cp} = 20.18 - 20 = 0.180 = 180 \text{ мкм.}$$

Для чорнового фрезерування:

$$Z_{\min 1}^{cp} = 20.33 - 20.06 = 0.27 = 270 \text{ мкм.}$$

$$Z_{\max 1}^{cp} = 20.68 - 20.18 = 0.5 = 500 \text{ мкм.}$$

Використовуючи результати розрахунків рисуємо схему припусків для поверхні $20_{-0.052} \text{ мм.}$

Загальні припуски визначаємо сумуючи проміжні припуски і записуємо їх значення внизу відповідних граф:

$$Z_{\min} = 112 + 270 = 382 \text{ мкм.}$$

$$Z_{\max} = 180 + 500 = 680 \text{ мкм.}$$

Загальний номінальний припуск:

$$Z_{\text{ном}} = Z_{\min} + H_3 - H_\delta = 382 + 350 - 52 = 680 \text{ мкм.}$$

$$d_{z_{\text{ном}}} = d_{\text{ном}} + Z_{\text{ном}} = 19.948 + 0.68 = 20.628 \approx 20.68 \text{ мм.}$$

					КРБ 097.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Проведемо перевірку правильності виконаних розрахунків:

$$Z_{\max 2}^{ep} - Z_{\min 2}^{ep} = 500 - 270 = 230 \text{ мкм}; \delta_1 - \delta_2 = 350 - 120 = 230 \text{ мкм.}$$

$$Z_{\max 1}^{ep} - Z_{\min 1}^{ep} = 180 - 112 = 68 \text{ мкм}; \delta_3 - \delta_1 = 120 - 52 = 68 \text{ мкм.}$$

На інші оброблювані поверхні деталі припуски і допуски приймаємо з таблиць (ГОСТ 1855-55) і записуємо їх значення у таблицю 2.5.

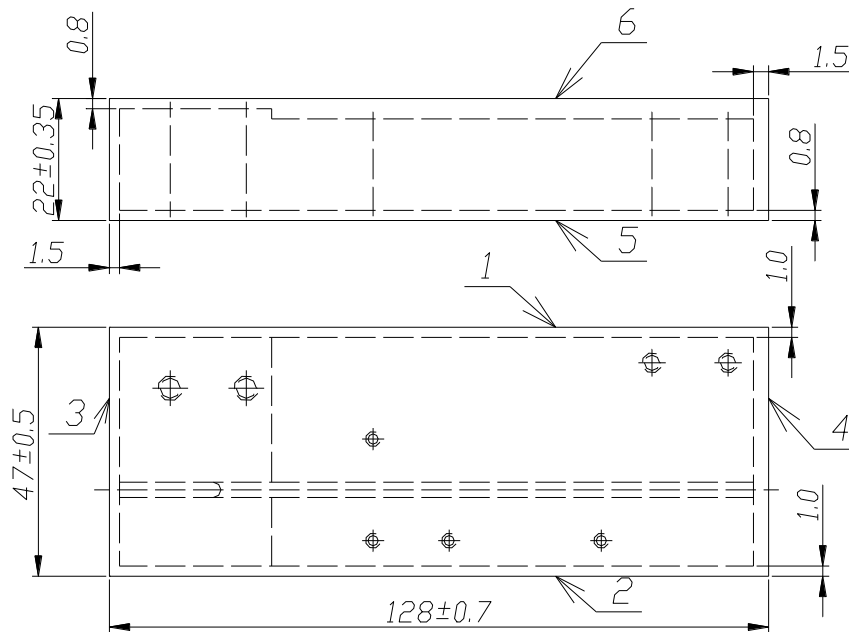


Рисунок 2.1 - Заготовка деталі з нарахованими припусками і допусками

					КРБ 097.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

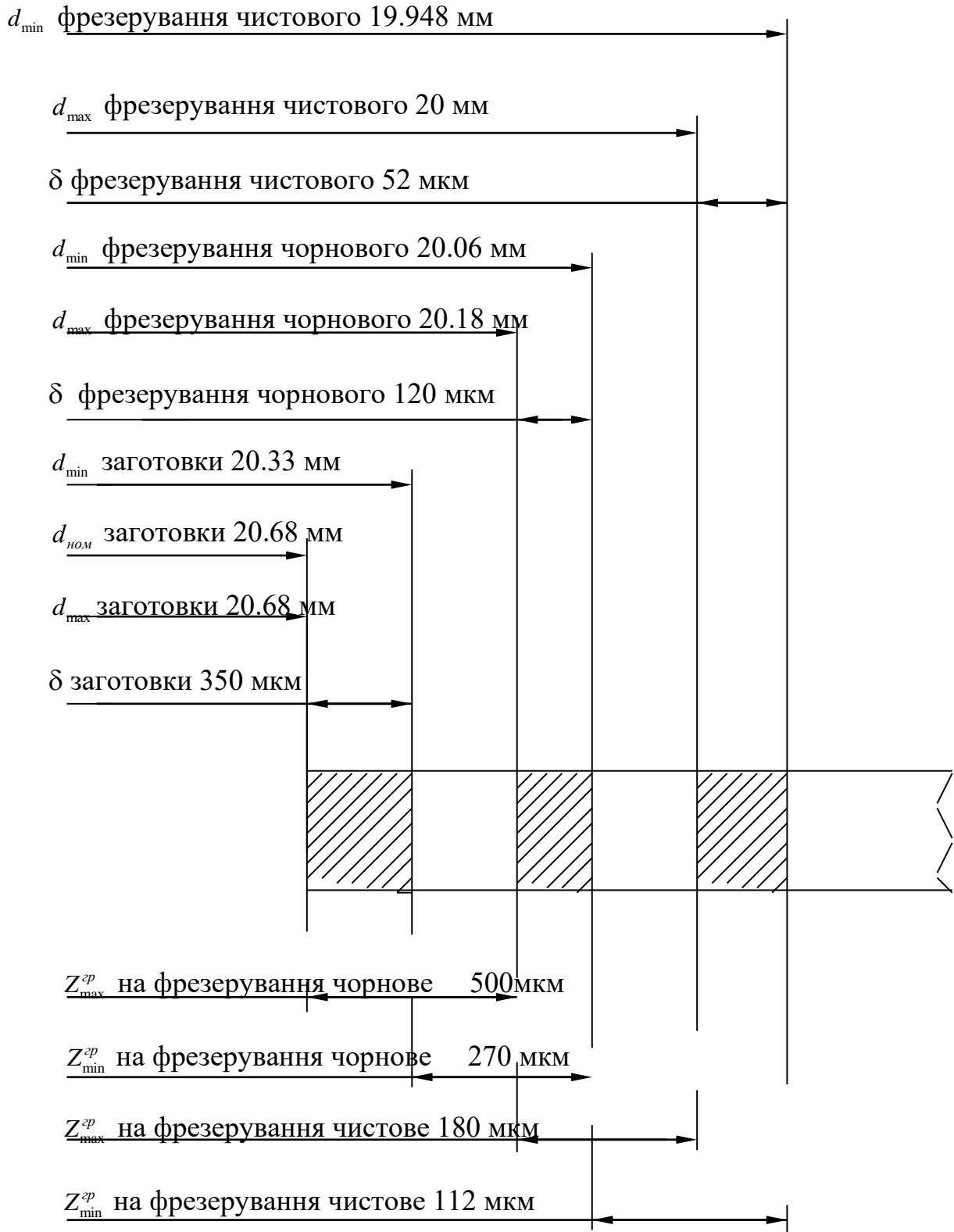


Рисунок 2.2 - Схема припусків для поверхні 20_{-0.052} мм

Таблиця 2.5 Припуски на поверхні деталі по ГОСТ 1855-55

Пов-ня	Р-мір	Припуск		Допуск
		Табл-й	Розр-вий	
3, 4	125	2·1.5	–	±0.7
5, 6	20 _{-0.052}	2·0.8	2·0.68	±0.35
1, 2	45	2·1.0	–	±0.5

2.6 Розрахунок режимів різання

Розрахуємо аналітично режими різання для свердління наскрізного отвору Ø4 мм і фрезерування паза шириною 2 мм, довжиною 125 мм. Обладнання та ріжучий інструмент приведені у таблиці 3.

Операція 010. Фрезерна.

Установка 5.

Перехід 2.

$s_z = 0.005 \div 0.01$ мм/зуб.

Приймаємо $s_z = 0.01$ мм/зуб.

Швидкість різання обчислюємо за формулою:

$$V = \frac{C_v \cdot D^{q_v}}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot s_z^{y_v} \cdot B^{u_v} \cdot z^{p_v}} \cdot K_v,$$

де значення сталих і показників степеня вибираємо з таблиці 5 (2, ст. 548).

$C_v = 61$, $q_v = 0.15$, $x_v = 0.3$, $y_v = 0.35$, $u_v = 0.1$, $p_v = 0.2$, $m = 0.26$, $T = 60$ хв.

Загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання K_v , що враховує відмінні від табличних умови різання, представляє собою добуток кількох коефіцієнтів:

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

де K_{mv} - коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу, $K_{mv} = 1$;

					КРБ 097.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

4 K_{uv} - коефіцієнт, що враховує інструментальний матеріал, $K_{uv}=1$;

K_{nv} - коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки, $K_{nv}=1$.

Тоді будемо мати:

$$V = \frac{61 \cdot 50^{0.25}}{60^{0.26} \cdot 8^{0.3} \cdot 0.01^{0.35} \cdot 2^{0.1} \cdot 65^{0.2}} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 60.8 \text{ м/хв.}$$

Величина зусилля при фрезеруванні:

$$P_z = \frac{C_p \cdot t^{x_p} \cdot s_z^{y_p} \cdot B^{u_p} \cdot z}{D^{q_p} \cdot n^{\omega_p}} \cdot K_p,$$

де n – частота обертання фрези.

Значення сталих і показників степеня вибираємо з табл.2. 6 [2, ст. 549].

$C_p=3.5$, $x_p=0.86$, $y_p=0.72$, $u_p=1.0$, $\omega_p=1.0$, $q_p=0.14$, $K_p=0.85$.

$$P_z = \frac{3.5 \cdot 8^{0.86} \cdot 0.01^{0.72} \cdot 2^{1.0} \cdot 65}{50^{0.14} \cdot 380^1} \cdot 0.85 = 15.3 \text{ Н.}$$

Крутний момент на валу шпінделя буде:

$$M = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 1000}, \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

$$M = \frac{15.3 \cdot 50}{2 \cdot 1000} = 0.38 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Потужність різання буде:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{102 \cdot 60}, \text{ кВт}$$

$$N = \frac{15.3 \cdot 60.8}{102 \cdot 60} = 0.152 \text{ кВт.}$$

Основний технологічний час:

$$T_o = \frac{L}{s},$$

де $s = n \cdot s_z \cdot z$, $L = l + (l_1 + l_2)$,

де значення $(l_1 + l_2)$ беремо з таблиці 3 (2, ст. 466).

					КРБ 097.00.00.000.ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_o = \frac{l + (l_1 + l_2)}{n \cdot s_z \cdot z}$$

$$T_o = \frac{125 + 32}{380 \cdot 0.01 \cdot 65} = 0.64 \text{ хв.}$$

Операція 020. Свердлильна.

Установка 1.

Перехід 1. Подачу при свердлінні вибираємо з табл.2. 8 [2, ст. 551].

Приймаємо $S_o = 0.1$ мм/об.

Швидкість різання:

$$V = \frac{C_v \cdot D^{q_v}}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot s_o^{y_v}} \cdot K_v,$$

де значення сталих і показників степеня вибираємо з табл. 2.9 [2, ст. 554].

$$C_v = 7.0, q_v = 0.2, x_v = 0, y_v = 0.5, m = 0.25, T = 15 \text{ хв.}$$

Загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання K_v , що враховує відмінні від табличних умови різання, представляє собою добуток кількох коефіцієнтів:

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

де K_{mv} - коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу, $K_{mv} = 1$;

K_{uv} - коефіцієнт, що враховує інструментальний матеріал, $K_{uv} = 1$;

K_{lv} - коефіцієнт, що враховує глибину свердління, $K_{lv} = 1$.

Тоді будемо мати:

$$V = \frac{7.0 \cdot 4^{0.2}}{15^{0.25} \cdot 2^0 \cdot 0.1^{0.5}} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 14.8 \text{ м/хв.}$$

Крутний момент і осьову силу при свердлінні розраховуємо за формулами:

$$M = C_m \cdot D^{q_m} \cdot s_o^{y_m} \cdot K_{mp}, \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$P_o = C_p \cdot D^{q_p} \cdot s_o^{y_p} \cdot K_p, \text{ Н}$$

					КРБ 097.00.00.000.ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Значення сталих C_m і C_p для даних умов різання і показники степеня вибираємо з таблиці 10 (2, ст. 555).

$$C_m=0.05, C_p=52, q_m=0.8, q_p=1.1, y_m=0.75, y_p=0.71.$$

Коефіцієнтом $K_{mp}=K_p$ враховуються відмінні від табличних механічні властивості оброблюваного матеріалу .

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_s}{75} \right)^{n_p},$$

де $n_p=0.75, \sigma_s=10 \text{ кг/мм}^2$

$$K_{mp} = \left(\frac{10}{75} \right)^{0.75} = 0.22$$

Тоді отримаємо:

$$M = 0.05 \cdot 4^{0.8} \cdot 0.1^{0.75} \cdot 1 = 0.027 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$P_o = 52 \cdot 4^{1.1} \cdot 0.1^{0.71} \cdot 0.22 = 10.3 \text{ Н}.$$

Потужність різання визначаємо по формулі:

$$N = \frac{M \cdot n}{975}, \text{ кВт}$$

де n - число оборотів інструменту:

Таблиця 2.6 Режими різання на виготовлення деталі “Корпус”

$\frac{N_o}{n}$	Прохід, і	L, мм	t, мм	S_0 , мм/об (S_z , мм/зуб)	V, м/хв	n, об/хв	$N_{різ}$, кВт	T_0 , хв
Операція 005	1	50	3.0	0.5	90.4	300	0.63	0.05
Операція 010								
Установка 1	1 чорновий	128	0.9	2.4, (0.15)	23.7	120	0.68	0.52

	1 чистовий	128	0.1	0.8, (0.05)	49.4	250	0.42	0.75
Установка 2	1 чорновий	190	0.9	2.4, (0.15)	23.7	120	0.68	0.8
	1 чистовий	60	0.1	0.8, (0.05)	49.4	250	0.42	0.43
Установка 3	2	125	2.5	3.9, (0.15)	23.7	120	0.54	0.68
Установка 4	2	45	1.5	3.9, (0.15)	23.7	120	0.33	0.29
Установка 5	1	125	8	0.65, (0.01)	60.8	380	0.152	0.64
Операція 015								
Установка 1	1	125	0.5	0.06, (0.01)	14.1	1500	0.17	1.44
Операція 020								

Перехід 1	2	20	2	0.1	14.8	1200	0.033	0.5 2
Перехід 2	2	18	1.5	0.1	11.3	1200	0.029	0.42
Перехід 3	4	18	1.2	0.1	9.1	1200	0.027	0.8 3
Установка 2								
Перехід 1	2	12	2.5	0.1	18.8	1200	0.044	0.2 7
Перехід 2	2	0.6	0.6	0.05	22.6	1200	0.02	0.0 8
Операція 025								
Установка 1								
Перехід 1	2	20	0.5	0.5	4.4	280	0.22	0.1 6
Перехід 2	2	18	0.5	0.5	3.5	280	0.16	0.1 5
Перехід 3	4	18	0.5	0.5	2.6	280	0.14	0.3
Установка 2	2	10	0.5	0.5	5.3	280	0.25	0.1

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

$$N = \frac{1000 \cdot M \cdot V}{975 \cdot \pi \cdot D}, \text{ кВт}$$

$$N = \frac{1000 \cdot 0.027 \cdot 14.8}{975 \cdot 3.14 \cdot 4} = 0.033 \text{ кВт.}$$

Основний технологічний час знаходимо за формулою:

$$T_o = \frac{L}{s},$$

де $s = \frac{1000 \cdot s_o \cdot v}{\pi \cdot D}$, $L = 2 \cdot (l + l_1 + l_2)$,

$$T_o = \frac{2 \cdot (l + l_1 + l_2) \cdot \pi \cdot D}{1000 \cdot s_o \cdot v}$$

$$T_o = \frac{2 \cdot (20 + 3 + 2.5) \cdot 3.14 \cdot 4}{1000 \cdot 0.1 \cdot 14.8} = 0.52 \text{ хв.}$$

Для решти операцій режими різання вибираємо з таблиць (2, ст. 539–568) та запишемо у зведену таблицю режимів різання.

2.7 Нормування техпроцесу

Норми часу встановлюють розрахунково-аналітичним методом. При серійному виробництві розраховують підготовчо-заклучний час T_{nz} і штучно-калькуляційний час $T_{шк}$:

$$T_{шк} = T_{шт} + \frac{T_{nz}}{n}, \text{ хв}$$

де T_{nz} - підготовчо-заклучний час, що приходить на одну деталь, включається в норму штучно-калькуляційного часу;

n – кількість деталей в партії;

$T_{шт}$ - штучний час.

При масовому виробництві визначається норма штучного часу:

$$T_{шт} = T_o + T_e + T_{on}, \text{ хв}$$

де $T_{шт}$ - основний технологічний час, розрахований для кожної операції;

T_e - допоміжний технологічний час:

					КРБ 097.00.00.000.ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{\epsilon} = T_{уст} + T_{упр} + T_{вим} , \text{ хв}$$

де $T_{уст}$ - час на закріплення деталі

(для деталей масою $m < 6 \text{ кг}$ $T_{уст} = 0.3 \text{ хв}$);

$T_{упр}$ - час на управління верстатом в процесі обробки

($T_{упр} = 0.2 \text{ хв}$ на 1 перехід);

$T_{вим}$ - час на контроль виготовленого розміру

($T_{вим} = 0.5 \text{ хв}$ на 1 контрольний розмір);

$T_{оп}$ - оперативний час:

$$T_{оп} = T_{обсл} + T_{відп} , \text{ хв}$$

де $T_{обсл}$ - час на обслуговування верстату, $T_{обсл} = 0.05 \cdot T_o$;

$T_{відп}$ - час на відпочинок робітника, $T_{відп} = 0.04 \cdot T_o$.

Розрахунки обчислень занесемо у таблиці 7 і 8.

Таблиця 2.7 Параметри технологічного процесу

Операція	Кількість переходів	Кількість установок	Кількість контрольних розмірів	T_o ,хв
005	1	1	1	0.05
010	3	5	4	4.11
015	1	1	1	1.44
020	5	2	3	2.12
025	4	2	3	0.71

Таблиця 2.8 Норми часу на виготовлення деталі, хв

Операція	T_o	$T_{уст}$	$T_{упр}$	$T_{вим}$	T_{ϵ}	$T_{обсл}$	$T_{відп}$	$T_{оп}$	$T_{шт}$	$T_{пз}$	n	$T_{шк}$
005	0.05	0.3	0.2	0.5	1	0.01	0.01	0.02	0.17	10	64	0.33

010	4.1 1	0.9	1.0	2.0	3.9	0.2	0.16	0.36	8.37	25	64	8.76
015	1.4 4	0.3	0.2	0.5	1	0.07	0.06	0.13	2.57	10	64	2.73
020	2.1 2	1.5	0.4	1.5	3.4	0.11	0.08	0.19	5.71	15	64	5.94
025	0.7 1	1.2	0.4	1.5	3.1	0.04	0.03	0.07	3.88	15	64	4.11

2.8 Визначення необхідної кількості обладнання і побудова графіків

Для кожного верстату в технологічному процесі повинні бути підраховані:

- коефіцієнт завантаження верстату I_z ;
- коефіцієнт використання верстату по основному часу I_o ;
- коефіцієнт використання верстату по потужності приводу I_n ;

$$I_z = \frac{m_p}{m_n}$$

де m_p - розрахункова кількість верстатів, шт;

m_n - прийнята кількість верстатів, шт.

$$m_p = \frac{T_{ук}}{t_e}$$

де $T_{ук}$ - штучно-калькуляційний час на даному верстаті, хв;

t_e - такт випуску, хв.

$$I_o = \frac{T_o}{T_{ук}}$$

де T_o - основний технологічний час на даному верстаті, хв.

$$I_n = \frac{N_{пр}}{N_{см}}$$

де N_{np} - необхідна потужність на приводі верстату для даної деталі, кВт;

N_{cm} - паспортна потужність електродвигуна верстату, кВт.

Результати обчислень заносимо у табл. 2. 9

Таблиця 2.9 Розрахунок коефіцієнтів завантаження

Операція	$T_o, \text{хв}$	$T_{ук}, \text{хв}$	$t_e, \text{хв}$	N_{cm} кВт	N_{np} кВт	$m_p, \text{шт}$	$m_n, \text{шт}$	$I_z, \%$	$I_o, \%$	$I_n, \%$
005	0.05	0.33	39.4	3	0.63	0.01	1	1	15	21
010	4.11	8.76	39.4	3	0.48	0.22	1	22	47	16
015	1.44	2.73	39.4	3	0.17	0.07	1	7	53	6
020	2.12	5.94	39.4	0.6	0.03	0.15	1	15	36	5
025	0.71	4.11	39.4	1.5	0.2	0.1	1	10	17	13

Користуючись даними табл. 2.9 побудуємо графіки завантаження обладнання.

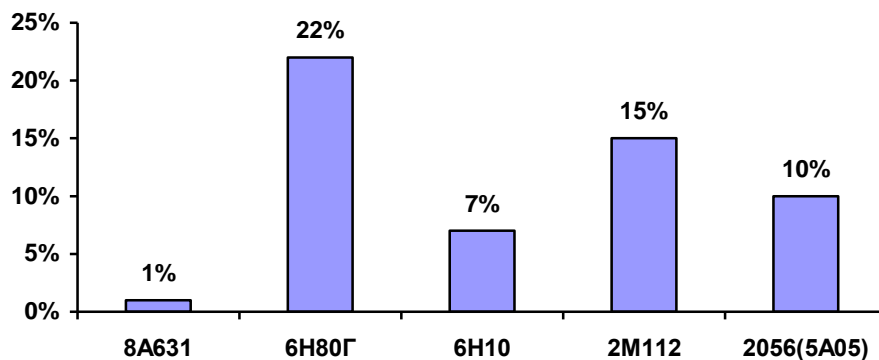


Рисунок 2.3 - Графік завантаження обладнання

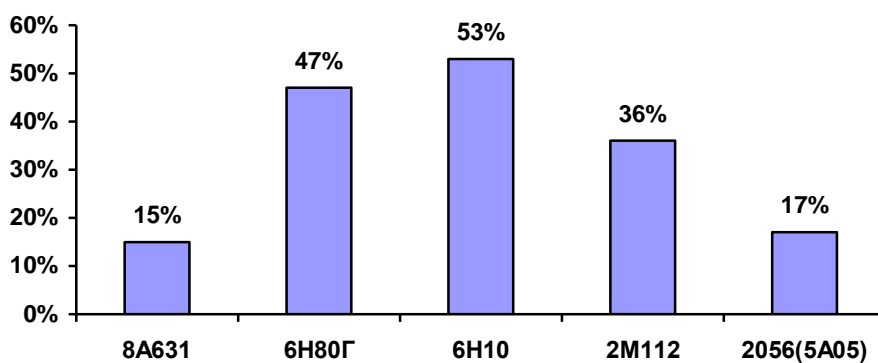


Рисунок 2.4 - Графік завантаження обладнання по основному часу

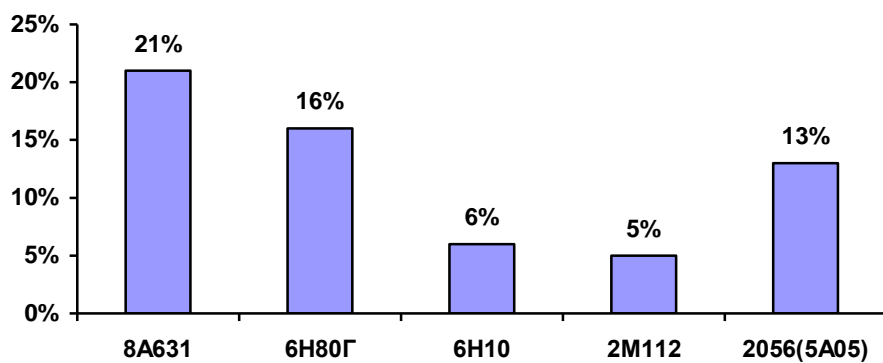


Рисунок 2.5 - Графік завантаження обладнання по потужності.

2.9 Визначення затрат по статтям собівартості собівартість деталі

Сукупна собівартість деталі C складається з собівартості заготовки $S_{заг}$ плюс вартість механічної обробки деталі C_o :

$$C = C_o + S_{заг}$$

де $S_{заг}$ - вартість заготовки;

C_o - суми на ціни механічної обробки по всіх операціях.

Суми на ціни механічної обробки обраховуємо за формулами з пункту 4 даної записки і результати обчислень заносимо у таблицю 10.

Таблиця 2.10 Вартість механічної обробки деталі по операціях

Операція	$T_{ум}$, хв	$C_{пз}$, коп/год	C_o , коп
005	0.17	124.63	0.35
010	8.37	113.5	15.8
015	2.57	109.2	4.7
020	5.71	60.66	5.8
025	3.88	96.16	6.2
Разом	—	—	32.8

Отже загальна собівартість деталі буде:

$$C = 32.8 + 117 = 149.9 \approx 150 \text{ коп.}$$

2.10 Економічний розрахунок проектування і опис роботи пристосування

Розрахунок економічної доцільності застосування пристосування базується на співставленні затрат і отриманої економії. Умова ефективного застосування пристосування виражається формулою:

$$E_n \geq P$$

де E_n - річна економія, грн;

P - річні затрати на пристосування, грн .

Річна економія в свою чергу може бути визначена як:

$$E_n = (T_{um} - T_{um}^n) \cdot \frac{C_{чз} \cdot N}{60}, \text{ грн.}$$

де T_{um} - штучний час при обробці деталі без пристосування, хв;

T_{um}^n - штучний час на операції після впровадження проектного пристосування, хв;

$C_{чз}$ - часові затрати по експлуатації робочого місця, коп/год;

N - річна програма, шт.

Розрахунок $C_{чз}$ проводиться по методиці викладеній в розділі 4 даної записки.

$$E_n = (5.71 - 1.46) \frac{60.66 \cdot 3150}{60} = 13534.76 \text{ грн.}$$

Річні затрати на пристосування:

$$P = S_{np} \cdot (A + B), \text{ грн,}$$

де S_{np} - вартість пристосування, грн;

A - коефіцієнт амортизації, $A=0.33$;

B - коефіцієнт, що враховує ремонт і зберігання пристосування, $B=0.15$.

					КРБ 097.00.00.000.ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Економічний ефект від застосування пристосування:

$$\Delta_n = E_n - P ,$$

$$\Delta_n = 13534.76 - 98.4 = 13436.36 \text{ грн.}$$

Розрахуємо основні параметри пристосування. При свердлінні отвору найбільшого отвору $\varnothing 4$ мм виникає найбільша сила різання, що створює крутний момент M , який в свою чергу хоче повернути заготовку навколо осі. Цьому моменту протидіє момент тертя, що створюється зусиллям прижиму заготовки Q . Силу зажиму Q ми можемо визначити з формули:

$$Q \cdot f \cdot r = M \cdot k$$

де Q - зусилля прижиму заготовки, Н;

f - коефіцієнт тертя, $f=0.15$;

M - крутний момент створюваний свердлом, Н·м;

r - найменша відстань від осі свердла до точки прижиму деталі, м;

k - коефіцієнт запасу:

$$k = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3$$

Отже маємо вихідну формулу для визначення сили зажиму:

$$Q = \frac{M \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3}{f \cdot r}$$

Підставивши числові значення отримаємо:

$$Q = \frac{0.12 \cdot 1.5 \cdot 1.15 \cdot 1}{0.15 \cdot 0.026} = 53.7 \text{ Н}$$

Знайдемо основні параметри круглого ексцентрика, що використовується для закріплення заготовки з мінімальною силою 53.7 Н. Величину ексцентриситету знаходимо за формулою:

$$e = \frac{b}{a+b} \cdot \frac{s_1 + \delta + \frac{Q}{J}}{1 - \cos \alpha}$$

де $s_1=2$ мм;

$\delta=0.1$ мм;

Q - зусилля закріплення; $Q=53.7$ Н

					КРБ 097.00.00.000.ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

J- жорсткість зажиму, J=12000 Н/мм;

α - кут повороту ексцентрика від його нульового положення;

a, b- геометричні параметри прижимної планки.

$$e = \frac{2 + 0.1 + \frac{53.7}{12000}}{1 - \cos 70^\circ} = 3.19 \approx 3.2 \text{ мм}$$

Радіус цапфи ексцентрика визначаємо за формулою:

$$r = \sqrt{\frac{Q}{4 \cdot \delta_{зм}}}$$

де $\delta_{зм}$ -допустиме напруження на зминання $\delta_{зм} = 15$ МПа.

$$r = \sqrt{\frac{53.7}{4 \cdot 15 \cdot 10^6}} = 0.00097 \text{ м.}$$

Приймаємо r=1 мм.

Радіус круга тертя знаходимо за формулою:

$$\rho = r \cdot f = 1 \cdot 0.1 = 0.1.$$

Радіус зовнішньої поверхні ексцентрика при куті тертя $\varphi = 12^\circ$ знаходимо за формулою:

$$R = \frac{e - \rho}{\sin \varphi} = \frac{3.2 - 0.1}{\sin 12^\circ} = 14.9 \text{ мм.}$$

Прийнявши допустиме напруження на зминання $\delta_{зм} = 1000$ МПа і модуль пружності $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, визначимо ширину робочої частини ексцентрика по формулі:

$$B = 0.17 \cdot \frac{Q \cdot E}{R \cdot \delta^2} = 0.17 \cdot \frac{53.7 \cdot 2 \cdot 10^5}{14.9 \cdot 1000^2} = 1.2 \text{ мм.}$$

Приймаємо ширину ексцентрика рівною 5 мм.

Крутний момент на ручці ексцентрика знаходимо за формулою:

$$M = [1 + \sin(\alpha + \varphi)] \cdot e \cdot Q = [1 + \sin(110 + 12)] \cdot 3.2 \cdot 53.7 = 317.6 \text{ Н} \cdot \text{мм.}$$

При дії сили на рукоятці N=20 Н її довжина буде:

$$l = \frac{M}{N} = \frac{317.6}{20} = 15.9 \text{ мм.}$$

Приймаємо довжину рукоятки 35 мм.

					КРБ 097.00.00.000.ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Математичне моделювання

3.1.1 Розрахунок соленоїда

Соленоїдний перетворювач - це котушка індуктивності з осердям. При вимірюванні лінійних розмірів осердя переміщується і при цьому змінюється індуктивність котушки. Для визначення характеристики перетворювача розглянемо його розрахункову схему на рис. 3.1.

Напруженість поля в точці А:

$$H_A = \frac{I \cdot \omega \cdot R^2}{4p_K} \cdot \int_{-p_K}^{p_K} \frac{dp}{\left(\sqrt{(l+p-p')^2 + R^2}\right)^3} = \quad (3.1)$$

$$= \frac{I \cdot \omega}{4p_K} \cdot \left(\frac{p_K + l - p'}{\sqrt{(p_K + l - p')^2 + R^2}} - \frac{l - p_K - p'}{\sqrt{(l - p_K - p')^2 + R^2}} \right),$$

Тут I – струму у витку; R – радіус витка; l – відстань від центра до точки на осі; ω – скільки витків; p_K – половина довжини.

На рис. 3.2. показано січення витка соленоїда.

В довільній точці А з радіусом ρ будемо мати напруженість dH_A магнітного поля.

При цьому сумарна напруженість магнітного поля:

					КРБ 096.00.00.000.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Соколовський В.А			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Яворська М.І				72	106
Консульт.		Яворська М.І			СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА ТНТУ, РВс-41		
Н. Контр.		Наконечний Ю.І					
Зав. каф.		Паламар М.І					

$$H_A = \frac{I}{8\pi} \cdot \int_0^{2\pi} \frac{(R^2 - \rho^2) + (R^2 + \rho^2 - 2R\rho \cdot \cos\theta)}{(\sqrt{R^2 + \rho^2 - 2R\rho \cdot \cos\theta})^3} d\theta = \quad (3.2)$$

$$= \frac{I}{2\pi} \cdot \left[\frac{1}{R - \rho} \cdot E\left(c, \frac{\pi}{2}\right) + \frac{1}{R + \rho} \cdot F\left(c, \frac{\pi}{2}\right) \right],$$

де $c = \sqrt{\frac{4 \cdot R \cdot \rho}{(R + \rho)^2}}$, $E\left(c, \frac{\pi}{2}\right)$, $F\left(c, \frac{\pi}{2}\right)$ - еліптичні інтеграли.

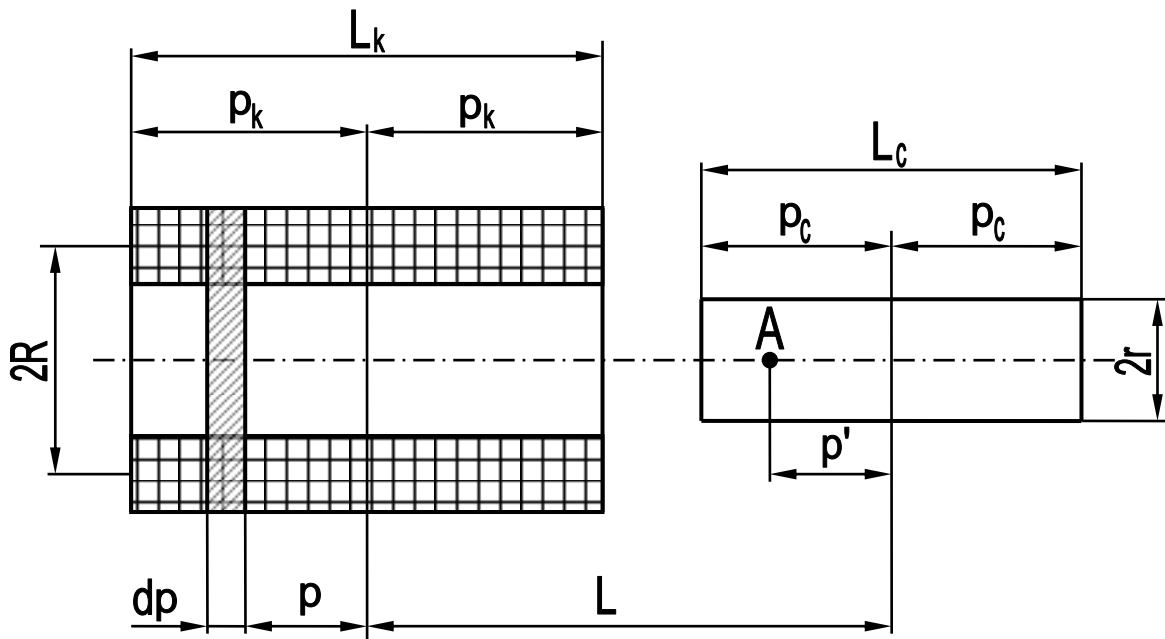


Рисунок 3.1 – Розрахункова схема соленоїдного перетворювача

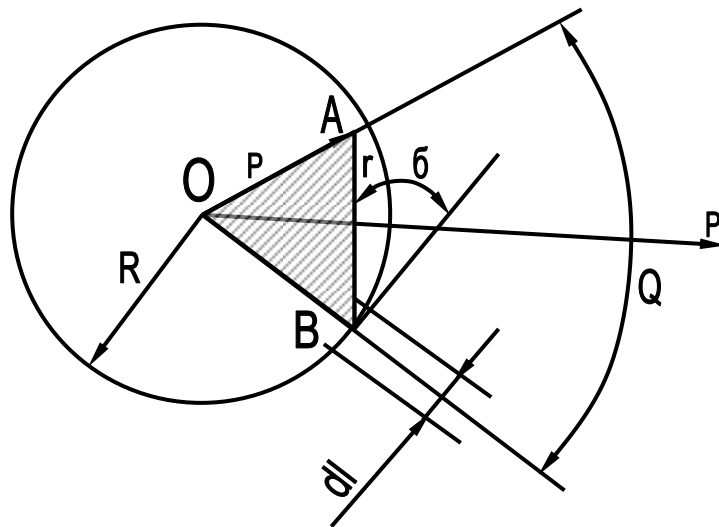


Рисунок 3.2 – Схема витка соленоїда із струмом

Підставивши $\delta = \frac{\rho}{R}$, вираз (3.2) можна переписати так:

$$H_A = H_o \cdot \frac{1}{\pi} \cdot \left[\frac{1}{1-\delta} \cdot E + \frac{1}{1+\delta} \cdot F \right], \quad (3.3)$$

де H_o – напруженість поля в центрі витка.

Напруженість поля в перерізі витка буде неоднорідною. Її можна оцінити коефіцієнтом:

$$k_H = \frac{1}{\pi \cdot \delta \cdot H_o} \cdot \int_0^{\delta} H_o \cdot \left[\frac{1}{1-\delta} \cdot E + \frac{1}{1+\delta} \cdot F \right] d\delta \quad (3.4)$$

Для знаходження коефіцієнта k_H необхідно знайти залежність $H_A = f(\delta)$ шляхом графічного інтегрування. Розраховані значення k_H свідчать про те, що

неоднорідністю поля в поперечному січенні осердя допустимо знехтувати, так як $k_H \leq 1,5$ ($\delta \leq 0,8 \div 0,9$).

Знайдемо напруженість магнітного поля осердя по формулі:

$$H_{сер} = \frac{1}{2\rho_C} \cdot \int_{-p_c}^{p_c} H_A = \frac{I \cdot \omega}{8 \cdot p_C \cdot p_K} \left(\sqrt{(l_C + (p_C + p_K))^2 + R^2} + \sqrt{(l - (p_C + p_K))^2 + R^2} - \sqrt{(l + (p_C - p_K))^2 + R^2} - \sqrt{(l - (p_C - p_K))^2 + R^2} \right) \quad (3.5)$$

При внесенні осердя в поле котушки її індуктивність збільшиться (тут враховано, що магнітна проникність матеріалу осердя $\mu_C > \mu_0$) :

$$\Delta L = \frac{\pi \cdot r^2}{8} \cdot \mu_0 \cdot (\mu_C - 1) \cdot \frac{\omega^2 \cdot R}{p_C \cdot p_K} \cdot \left(\sqrt{(m + p_1)^2 + 1} + \sqrt{(m - p_1)^2 + 1} - \sqrt{(m + p_2)^2 + 1} + \sqrt{(m - p_2)^2 + 1} \right) \quad (3.6)$$

де $m = \frac{l}{R}$; $p_1 = \frac{p_C + p_K}{R}$; $p_2 = \frac{p_C - p_K}{R}$,

μ_C - магнітна проникність матеріалу осердя;

μ_0 - магнітна стала;

r - радіус.

Враховуючи (3.6) характеристика соленоїдного перетворювача буде мати наступний вигляд:

$$L = L_0 + A \cdot \left[\sqrt{(m + p_1)^2 + 1} + \sqrt{(m - p_1)^2 + 1} - \sqrt{(m + p_2)^2 + 1} - \sqrt{(m - p_2)^2 + 1} \right] \quad (3.7)$$

де L_0 - індуктивність котушки без осердя:

					КРБ 096.00.00.000.ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Характеристика перетворювача (3.7) передбачає, що магнітна проникність осердя однакова в усіх січеннях (вона не враховує неоднорідність магнітного поля). Оцінимо величину такої похибки.

Припустимо найбільш несприятливий випадок, коли магнітна проникність змінюється від μ_H до максимальної μ_{max} вздовж стержня.

$$A = \frac{\pi \cdot r^2}{8} \cdot \mu_0 \cdot \left(\mu_c - 1 \right) \cdot \frac{\omega^2 \cdot R}{p_c \cdot p_k}. \quad (3.8)$$

Тоді, наприклад, якщо осердя виготовлене з електротехнічної сталі Э12, то для нього магнітна проникність $\mu_H = 200$, $\mu_{max} = 3500$. Враховуючи коефіцієнт розмагнічування і при відносній довжині осердя $\eta = 5$, магнітна проникність буде змінюватись в межах $\mu_c = 21,6 \div 24,0$ (до 10 %). Тому похибка буде менша 10 %, отже допустимо прийняти $\mu = const$. У (3.7) необхідно підставляти величину відносної магнітної проникності з врахуванням розмагнічування осердя:

$$\bar{\mu}_c = \frac{\mu_c}{1 + \frac{N}{4\pi} \cdot (\mu_c - 1)}, \quad (3.9)$$

де μ_c - відносна магнітна проникність матеріалу осердя;

$$\frac{N}{4\pi} = \left[1 + 0,211 \cdot \left(\frac{l_k}{l_c} \right)^{-1,116} \right] e^{(6,855 - 8,074 \cdot \lambda - 0,1353)} \quad (3.10)$$

де l_k - довжина котушки перетворювача;

l_c - довжина осердя;

λ - відносна довжина осердя,

$$\lambda = \frac{l_c}{d_c} = \frac{l_c}{2} \cdot \sqrt{\frac{\pi}{S_c}}, \quad (3.11)$$

де d_c - діаметр круглого осердя;

					КРБ 096.00.00.000.ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

S_C - площа поперечного січення призматичного осердя.

Розрахункова формула (3.7) дає найкраще наближення до експериментальних даних при $p_K \geq R$ і $p_C > p_K$.

Похибка індуктивності буде в межах $\pm 20\%$. Враховуючи, що

$$L_m = \frac{A}{R} \left[\sqrt{(2p_C + p_K)^2 + R^2} - \sqrt{(2p_C - p_K)^2 + R^2} \right], \quad (3.12)$$

знаходимо кількість витків обмотки ω і радіус осердя r , використовуючи задані значення z і f :

$$L_m = \frac{z}{2\pi \cdot f \cdot \sqrt{\frac{1}{Q^2} + 1}} \quad (3.13)$$

$$\omega = \sqrt{\frac{8 \cdot L_m \cdot p_C \cdot p_K}{\pi \cdot r^2 \cdot \mu_0 \cdot (\mu_C - 1) \cdot \left[\sqrt{(2p_C + p_K)^2 + R^2} - \sqrt{(2p_C - p_K)^2 + R^2} \right]}} \quad (3.14)$$

Величину добротності перетворювача приймають $Q = 1 \div 2$ для осердя із суцільного металу і $Q \geq 4$ для осердя магнітодіелектрика.

Якщо осердя виготовлене із суцільного металу, то рекомендовано $r > h$, де

$$h = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{10^7}{f \cdot \mu_C \cdot j}}, \quad [\text{м}],$$

де f – частота, Гц;

μ_C - відносна проникність осердя;

j – електропровідність матеріалу, $\text{Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$;

$$j = \frac{10^6}{\rho} \left[\text{Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1} \right],$$

де ρ – питомий електроопір матеріалу осердя, $\text{Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$.

					КРБ 096.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

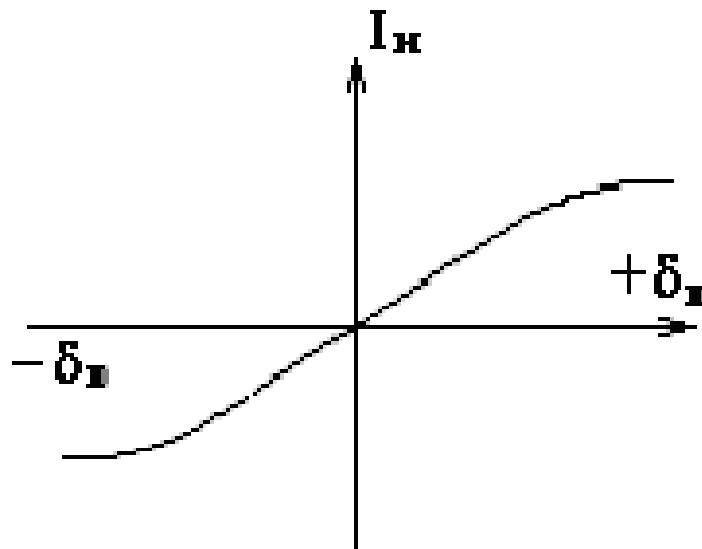


Рисунок 3.3 – Графічне представлення похибки від струму

Розрахуємо соленоїдний перетворювач по наступних вихідних даних:

$$z = 0,5 \div 2 \text{ кОм}; f = 2 \div 4 \text{ кГц}; \Delta l_4' = 1 \text{ мкм}; D' = 1,5 \text{ мм}.$$

Перетворювач в ескізному проекті має $l_c = 30 \text{ мм}$; $l_k = 15 \text{ мм}$; $R = 4 \text{ мм}$. Осердя феритове з $\mu_c = 2000$.

Розрахуємо необхідну індуктивність. Прийємо $Q = 4$ по (1.13) ($z = 1 \text{ кОм}$, $f = 2 \text{ Гн}$):

$$L = \frac{0,1 \cdot 10^3}{2\pi \cdot 2 \cdot 10^3 \cdot \sqrt{\frac{1}{4^2} + 1}} = 0,0773 \text{ Гц} = 77 \text{ мГц}.$$

Кількість витків по (1.14):

$$\omega = \sqrt{\frac{8 \cdot 0,0773 \cdot 15 \cdot 10^{-3} \cdot 7,5 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 1,5^2 \cdot 10^{-6} \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 43 \left[\sqrt{(30 + 7,5)^2 + 4^2} - \sqrt{(30 - 7,5)^2 + 4^2} \right] \cdot 10^{-3}}} = 3499$$

де $\mu_o = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Г}}{\text{м}}$, а магнітна проникність осердя знаходиться по формулі (1.9)

для $\mu_c = 2000$,

					КРБ 096.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

$$\lambda = \frac{p_c}{r} = \frac{30}{3} = 10, \quad \mu_c = 44.$$

Розрахунок показує, що така кількість витків при діаметрі провідника $d_n = 0,08$ мм не поміщається. Тому зменшимо індуктивність, прийнявши $z_{\min} = 0,5$ кОм і збільшивши частоту до 4 кГц:

$$L = \frac{0,5 \cdot 10^{-3}}{2\pi \cdot 4 \cdot 10^3 \cdot \sqrt{\frac{1}{4^2} + 1}} = 0,0193 \text{ (Г)}.$$

В цьому випадку $\omega = 1749$ витків. Обмотка розміщується на котушці без труднощів.

Побудуємо функцію по точках, підставивши в (1.7) і $L' = S_T \cdot \left(m - \frac{p_c}{R}\right) + L_m$

фіксовані величини.

$$L_m = \frac{5,19287}{4} \cdot \left(\sqrt{(30 + 7,5)^2 + 4^2} - \sqrt{(30 - 7,5)^2 + 4^2}\right) = 19,2914 \text{ мГ}.$$

$$L(m) = 5,19287 \cdot \left(\sqrt{(m + 5,625)^2 + 1} + \sqrt{(m - 5,625)^2 + 1} - \sqrt{(m + 1,875)^2 + 1} - \sqrt{(m - 1,875)^2 + 1}\right) \quad (1.15)$$

Максимальна чутливість:

$$S_{\max} = \delta \cdot S_{\max} \cdot L_m = -0,1181 \cdot 19 \cdot 2914 = 2,2783 \left(\frac{\text{мГ}}{\text{мм}}\right).$$

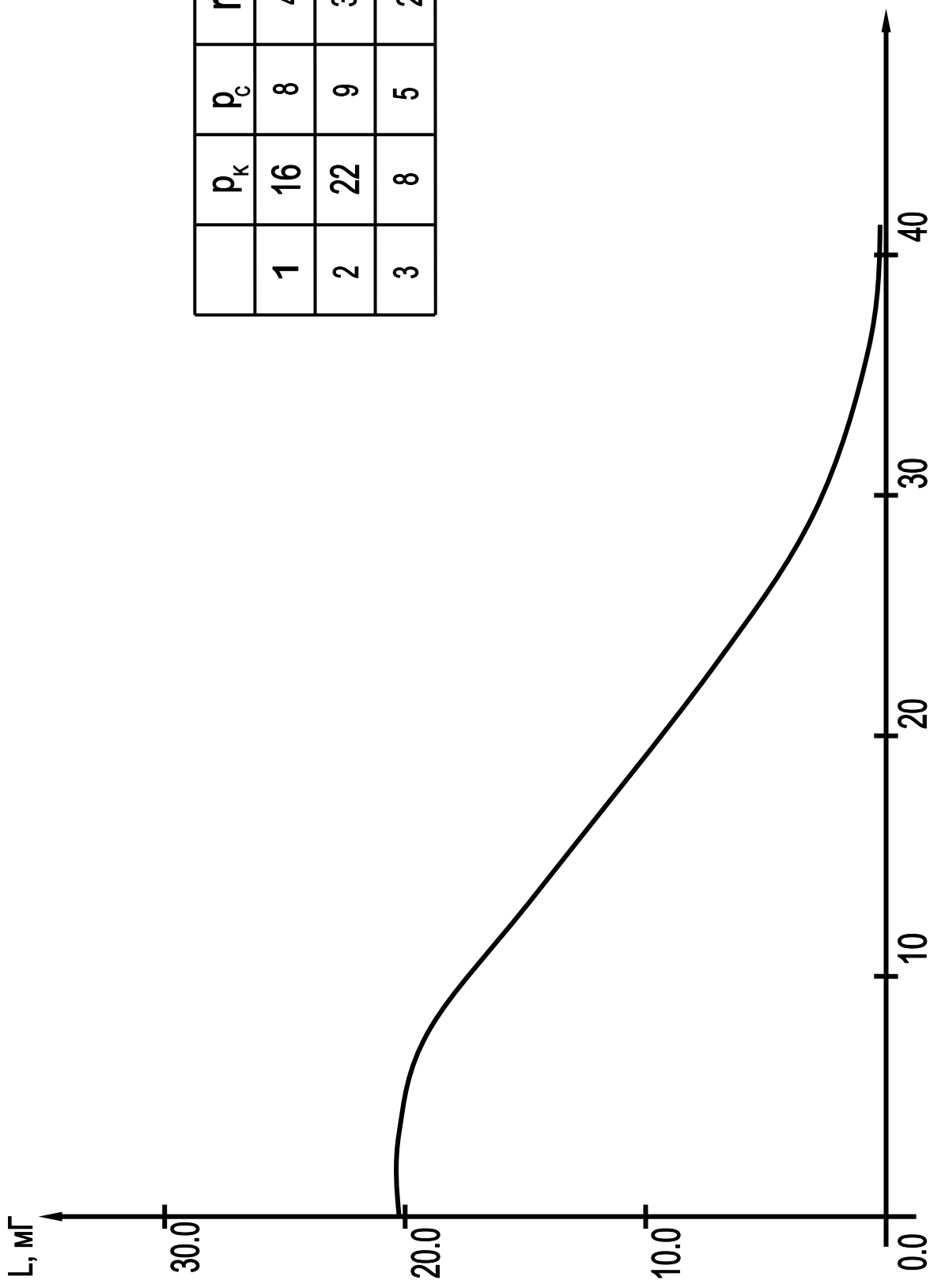
Одержане значення S_{\max} виражається для функції від l . Визначимо чутливість в функції від m :

$$S_{\max}(m) = \frac{S_{\max}(l)}{\frac{dm}{dl}} = S_{\max}(l) \cdot R = -9,1133 \text{ (мГ)}.$$

Приймаємо $S_m = S_{\max}$ і знаходимо рівняння лінеаризуючої прямої:

$$L'(m) = -9,1133 \cdot (m - 3,75) + 19,2914. \quad (1.16)$$

					КРБ 096.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79



	P_k	P_c	r
1	16	8	4
2	22	9	3
3	8	5	2

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ 096.00.00.000.ПЗ

3.1.2 Висновок

При збільшенні l_c індуктивність котушки перетворювача зменшується, чутливість також зменшується, а діапазон лінійної характеристики функції $L = f(l)$, який придатний для вимірювання, збільшується.

Найбільш оптимальна лінійна характеристика є при таких даних:
 $p_K = 22$ мм, $p_C = 9$ мм, $r = 3$ мм в межах $l = 9,5$ мм до $l = 17$ мм, тобто в діапазоні переміщень $D = 7,5$ мм.

					КРБ 096.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

3.2 Мікропроцесорна техніка

3.2.1 Аналіз об'єкту вимірювання і технічних вимог до метрологічних параметрів системи

У спроектованому приладі проводиться вимірювання конусності циліндричних деталей. В якості чутливого елемента застосовується індуктивний перетворювач малих переміщень. Найпростішим і найоптимальнішим варіантом у даному випадку буде підсилення сигналу з індуктивного перетворювача та перетворення його у двійковий код. Даний код можна передати без спотворень на вхід мікроЕОМ. Похибку підсилення схеми підсилювача можна зменшити за рахунок використання прецизійних малошумних підсилювачів та опорів та застосування у схемі підстройки напруг зміщення та коефіцієнта підсилення, програмної калібровки нуля. Похибку АЦП можна зменшити за рахунок вибору АЦП певного типу з різною розрядністю. Перевагою даного методу є те, що процес вимірювання можна проводити з різною швидкістю без зміни похибки вимірювання (верхня межа швидкості вимірювання обмежується лише максимальною швидкістю перетворення АЦП), низька ступінь функціональної складності вимірювального модуля, низьке енергоспоживання та тепловиділення, відсутність у необхідності гальванічної розв'язки, висока надійність та завадостійкість від впливу зовнішнього середовища та низький рівень шумів від впливу інших вузлів. Використання мікроЕОМ у даній системі дозволить спростити її схемну конструкцію, а за допомогою програмного забезпечення та спряження по послідовному порту з персональним комп'ютером типу IBM PC значно розширити можливості приладу.

					КРБ 096.00.00.000.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Соколовський В.А</i>			МІКРОПРОЦЕСОРНА ТЕХНІКА	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Стрембійський М.О</i>					82	106
<i>Консульт.</i>		<i>Стрембійський М.О</i>				ТНТУ, РВс-41		
<i>Н. контр.</i>		<i>Наконечний Ю.І</i>						
<i>Зав. каф.</i>		<i>Паламар М.І.</i>						

3.2.2 Опис принципової схеми приладу

Електрична схема приладу складається з таких основних вузлів: блоку обробки інформації і блоку вводу інформації, блоку відображення інформації, блоку датчиків і блоку виконавчих механізмів.

В основі блоку обробки інформації є однокристальна мікроЕОМ типу ADuC841 (мікросхема DD3). З портів P3.2-P3.4 мікроЕОМ сканує клавіатуру зібрану на кнопках K1-K3 для керування роботою приладу.

З портів P3.5-P3.6 мікроЕОМ через гнучкий шлейф виводить на рідкокристалічний модуль IND текучу інформацію про результат роботи та вимірювання. З портів P2.0-P2,7 мікроЕОМ керує роботою схем керування кроковими двигунами DV1 і DV2. Схеми керування двигунами є ідентичними, тому розглянемо роботу лише однієї з них. Схема керування кроковим двигуном DV1 зібрана на транзисторах VT1-VT5 і мікросхемі DD1. Керуючий код з портів мікроЕОМ P2.0-P2.3 поступає на інвертори DD1, а з них на транзисторні ключі, зібрані на транзисторах VT1-VT4. Транзисторні ключі в свою чергу вмикають у заданій послідовності обмотки крокового двигуна DV1. Схема індуктивного перетворювача складається з автогенератора коливань та індуктивного перетворювача DAT. Генератор зібраний по схемі двотактного релаксаційного генератора на транзисторах VT1 і VT2. Виділення напруги, пропорційної переміщенню якоря індуктивного датчика, забезпечує кільцевий детектор на діодах VD1-VD4. Навантаженням схеми є резистор R1. Напруга з резистора навантаження R1 поступає на вхід диференційного підсилювача зібраного на мікросхемі DA1 де підсилюється до заданого рівня. Напруга з виходу підсилювача поступає на вхід десятирозрядного АЦП (мікросхема DA2).

					КРБ 096.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

З порта P1.3 мікроЕОМ проводиться запуск АЦП, тоді напруга на вході АЦП перетворюється у двійковий код і на вхід порта P1.2 з АЦП подається сигнал готовності даних після чого мікроЕОМ у порти P0.0-P0.7 і P1.0-P1.1 зчитує дані з виходу АЦП.

З портів P3.0 і P3.1 мікроЕОМ формує послідовний інтерфейс для обміну даними з персональним комп'ютером. Через порти P1.5-P1.7 мікроЕОМ запускає схеми керування виконавчими механізмами приладу. Схеми керування складаються з трьох інверторів DD2 і трьох транзисторних ключів, що керують роботою проміжних реле P1-P3, які в свою чергу вмикають виконавчі механізми: електромагніт приводу розбраковки, а також гідроциліндр.

3.2.3 Розрахунок параметрів схеми

Проведемо розрахунок елементів схеми.

Підберемо транзистори:

а) для ключів вмикання електромагнітних реле транзистори VT3-VT5 приймаємо виходячи з умови:

$$I_{кmax} > I_n, U_{кmax} > U_{ж},$$

де I_n – струм, що споживає обмотка реле;

$U_{ж}$ - напруга живлення, $U_{ж.} = 15 \text{ В}$.

У нашому випадку реле комутують струм силою 0.5 А і напругу 27 В.

З довідника вибираємо реле типу РЭС-91 паспорт РФО.452.100 зі струмом спрацювання 30 мА. Отже вибираємо транзистори VT1-VT3 типу КТ815В з такими параметрами: $U_{кmax} = 70 \text{ В}$, $I_{кmax} = 1.5 \text{ А}$, $h_{21Э} \geq 40$.

					КРБ 096.00.00.000.ПЗ	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

б) для ключів комутації обмоток крокових двигунів DV1-DV2 транзистори VT1-VT4 приймаємо виходячи з умови:

$$I_{кmax} > I_H, U_{кmax} > U_{ж},$$

де I_H – струм, що споживає обмотка, $I_H = 1$ А;

$U_{ж}$ – напруга живлення, $U_{ж.} = 27$ В.

Вибираємо транзистори VT1-VT4 типу КТ814Б з такими параметрами: $U_{кmax} = 60$ В, $I_{кmax} = 1.5$ А, $h_{21Э} \geq 40$.

в) транзистор VT5 приймаємо виходячи з умови:

$$I_{кmax} > 4 \cdot I_H, U_{кmax} > U_{ж},$$

де I_H – струм, що споживає обмотка, $I_H = 1$ А;

$U_{ж}$ – напруга живлення, $U_{ж.} = 24$ В.

Вибираємо транзистор VT5 типу КТ819Б з такими параметрами: $U_{кmax} = 60$ В, $I_{кmax} = 10$ А, $h_{21Э} \geq 40$.

Знайдемо опори резисторів баз транзисторів, що комутують обмотки про-міжних реле Р1-Р3. Для повного насичення транзистора струм бази повинен становити:

$$I_{б} > I_{бнас} = \frac{I_K}{h_{21Э}}$$

де $I_{б}$ – струм бази, А;

I_K – струм колектора, $I_K = 0.03$ А;

$h_{21Э}$ – коефіцієнт підсилення транзистора, $h_{21Э} = 40$.

$$I_{б} > I_{бнас} = \frac{0.03}{40} = 0.00075 \text{ А}$$

					КРБ 096.00.00.000.ПЗ	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Опір резистора знаходимо за формулою: $R_{\sigma} = \frac{U_{ж} - 0.6}{I_{\sigma}}$

де $U_{ж}$ - напруга живлення, $U_{ж}=15$ В.

Підставивши числові значення отримаємо:

$$R_{\sigma} = \frac{15 - 0.6}{0.00075} = 19200 \text{ Ом.}$$

Вибираємо опори резисторів R17, R19 і R21 з ряду стандартних значень рівними 18 кОм.

Підберемо АЦП для нашої схеми виходячи з умови:

$$\varepsilon_{АЦП} \leq \varepsilon - \varepsilon_{\sigma} - \varepsilon_{оп}$$

де ε – загальна похибка вимірювання електричної схеми, $\varepsilon=1\%$

ε_{σ} – похибка датчика, $\varepsilon_{\sigma}=0.3\%$

$\varepsilon_{оп}$ – похибка підсилювача, $\varepsilon_{оп}=0.4\%$

$$\varepsilon_{АЦП} \leq 1 - 0.3 - 0.25 = 0.45\%$$

Як бачимо, максимальна похибка АЦП повинна становити 0.45%.

Мінімальну розрядність АЦП визначаємо за формулою:

$$N \geq \log_2 \frac{1}{\varepsilon_{АЦП}}$$

де N - мінімальна розрядність АЦП.

$$N \geq \log_2 \frac{1}{0.0045} \geq 7.8$$

					КРБ 096.00.00.000.ПЗ	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Використовуємо вбудований АЦП 12-біт з такими параметрами:

розрядність–12

похибка квантування, $\epsilon_{\text{кв}}=0.1\%$ (1 м.р.);

інтегральна похибка, $\epsilon_i=0.2\%$ (2 м.р.);

диференціальна похибка, $\epsilon_d=0.075\%$ (3/4 м.р.);

похибка від впливу напруги зміщення (для зменшення даної похибки введемо схемну і програмну корекцію напруги зміщення, що забезпечить зменшення останньої до рівня похибки квантування), $\epsilon_{\text{зм}}=0.1\%$.

$t_{\text{перетв}}=30$ мкс

$U_{\text{ж}}=+5\pm 5\%$ (В); $-15\pm 5\%$ (В)

$U_{\text{оп}}=10$ (В).

Якщо прийняти, що розподіл значень даних похибок є рівномірним, то тоді значення похибки АЦП становить:

$$\epsilon_3 = \sqrt{\frac{\epsilon_{\text{кв}}^2 + \epsilon_i^2 + \epsilon_d^2 + \epsilon_{\text{зм}}^2}{3}} = \sqrt{\frac{0.1^2 + 0.2^2 + 0.075^2 + 0.1^2}{3}} = 0.148\%$$

Як бачимо, похибка вибраного АЦП не перевищує заданої і тому повністю задовільняє всі умови.

Знайдемо опір резистора навантаження схеми індуктивного датчика R1. Схема включення забезпечує перетворення зміни індуктивності у зміну струму в резисторі навантаження. Для даної схеми:

$$\Delta i = 2 \frac{\text{мкА}}{\text{мкМ}}$$

					КРБ 096.00.00.000.ПЗ	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Хід штока датчика згідно його паспортних даних становить 2 мм.

Отже діапазон зміни струму в резисторі навантаження становить:

$$\Delta I = \Delta i \cdot l = 2 \cdot 2000 = 40000 \text{ мкА.}$$

Заданося максимальною амплітудою напруги на вході підсилювача рівною $U_{\text{вх}} = 0.5 \text{ В}$. тоді за законом Ома будемо мати:

$$R1 = \frac{U_{\text{вх}}}{\Delta I} = \frac{0.5}{4 \cdot 10^{-3}} = 125 \text{ Ом.}$$

Отже, приймаємо значення $R1$ з ряду стандартних значень рівним 120 Ом. Тоді напруга на вході підсилювача буде:

$$U_{\text{вх}} = R1 \cdot \Delta I = 120 \cdot 4 \cdot 10^{-3} = 0.48 \text{ В.}$$

Знайдемо опір резистора зворотнього зв'язку $R9$ диференційного підсилювача на мікросхемі DA1 з формули:

$$K = \frac{R9}{R5}$$

де k - коефіцієнт підсилення підсилювача, що визначається за формулою:

$$K = \frac{U_{\text{вих}}}{U_{\text{вх}}}$$

де $U_{\text{вих}}$ -напруга на виході підсилювача, $U_{\text{вих}}=10 \text{ В}$ (для мікросхеми АЦП 1113ПВ1 згідно її паспортних даних діапазон зміни вхідної напруги становить $0 \dots 10 \text{ В}$); $U_{\text{вх}}$ - напруга на вході підсилювача.

					КРБ 096.00.00.000.ПЗ	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отже тепер маємо вихідну формулу для знаходження значення резистора R9 підсилювача DA1:

$$R9 = \frac{U_{вих}}{U_{вх}} \cdot R5$$

Підставляючи числові значення, отримаємо:

$$R20 = \frac{10}{0.48} \cdot 1000 = 20830 \text{ Ом.}$$

Отже, приймаємо значення R9 з ряду стандартних значень рівним 20 кОм. Значення резисторів R4=R5=1 кОм, R9=R7=20 кОм.

В зв'язку з тим, що параметри датчика змінюються в часі (пливуть), для зменшення похибки вимірювання та для більш точної настройки підсилювача послідовно з резистором R9 в коло поставимо підстроєчний резистор R10 опором 1.5 кОм, а послідовно з резистором R7 в коло підстроєчний резистор R6 опором 1.5 кОм.

В даний час дуже часто в якості засобу відображення інформації використовують рідкокристалічні індикатори (РКІ), які в порівнянні з індикаторами інших типів мають ряд переваг:

- низьке споживання електроенергії;
- пасивне джерело світла, нешкідливе для зору;
- простота керування;
- більш широкі функціональні можливості.

Одним із пріоритетних напрямків в даній галузі є використання індикаторних модулів на основі РКІ. Модуль рідкокристалічного індикатора представляє собою збірний модуль в склад якого входить рідкокристалічний індикатор і плата керування індикатором (ПКРКІ).

					КРБ 096.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		89

ПКРКІ законтатована зі знаковим РКІ посередництвом токопровідної гуми через вихідні ламелі, розміщені по периметру ПКРКІ.

На ПКРКІ через багатовиводний гнучкий шлейф подається інформація, керуючі сигнали та напруга живлення модуля.

Вибираємо для блоку відображення інформації рідкокристалічний модуль типу НТ-1611 з дев'ятививодним шлейфом і дванадцятирозрядним знаковим дисплеєм. Зовнішній вигляд модуля показано на рисунку 4.1, габаритні розміри модуля: 65x35x10 мм.

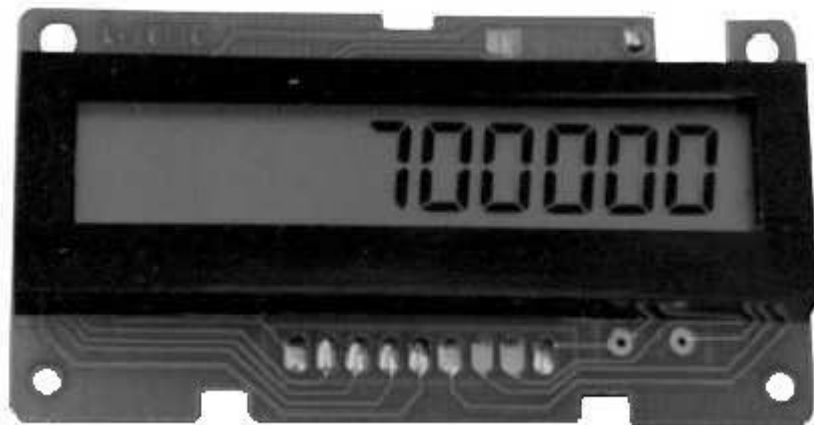


Рисунок 4.1 - Модуль рідкокристалічного дисплея типу НТ-1611.

					КРБ 096.00.00.000.ПЗ	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2.4 Аналіз і оцінка похибки схеми

Проведемо розрахунок похибки обробки сигналу від датчика електричною схемою. В даній електричній схемі проводиться вимірювання величини переміщення. Тому похибка вимірювання схеми буде визначатись за формулою:

$$\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3$$

де ε_1 - похибка датчика;

ε_2 - похибка підсилювача;

ε_3 - похибка АЦП.

Похибка індуктивного датчика визначається його фізичними параметрами і становить 0.2%.

Похибка підсилювача містить адитивну і мультиплікативну складові.

Мультиплікативна похибка підсилювача виникає через нестабільність коефіцієнта підсилення і неточність резисторів, що задають коефіцієнт підсилення підсилювача:

$$\varepsilon_{on} = \varepsilon_R + \varepsilon_{kon}$$

Похибка нестабільності коефіцієнта підсилення:

$$\varepsilon_{kon} = \frac{\delta_k}{K_o \cdot \beta + 1}$$

де K_o - коефіцієнт підсилення підсилювача, $K=39810$ (90 дБ);

δ_k – нестабільність коефіцієнта підсилення за технічними

					КРБ 096.00.00.000.ПЗ	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

характеристиками ОП; $\delta_k=0.1\%$;

β – коефіцієнт зворотнього зв'язку, $\beta \approx 0.001$.

$$\varepsilon_{\text{кон}} = \frac{0.1}{39810 \cdot 0.001 + 1} = 0.0029\%$$

Похибка від впливу неточності і нестабільності опорів підсилювача:

$$\varepsilon_R = \sqrt{\varepsilon_{R4}^2 + \varepsilon_{R5}^2 + \varepsilon_{R6}^2 + \varepsilon_7^2 + \varepsilon_{R9}^2 + \varepsilon_{10}^2}$$

Для резисторів похибка рівна 0.05%:

$$\varepsilon_R = \sqrt{0.05^2 + 0.05^2 + 0.05^2 + 0.05^2 + 0.05^2 + 0.05^2} = 0.12\%$$

Адитивна складова визначається в основному напругами і струмами зміщення і їх температурними дрейфами, а також синфазною завадою і шумами. У нашій схемі підсилювача застосовано стабілізоване живлення, підстройка напруг зміщення, а також проводиться програмна калібровка при встановленні штока датчика з камерою у початкове положення, остання впирається в упор на корпусі приладу, завдяки чому усуваються і враховуються всі дрейфи в тому числі і температурні. Тому суттєвою складовою адитивної похибки залишаються тільки шуми і нелінійності. Тому формула адитивної складової похибки буде:

$$\varepsilon_U = \frac{(U_{\text{вх.ш}} + I_{\text{вх.ш}} \cdot R_{\text{вх}} + \kappa_{\text{нел}} \cdot U_{\text{вх}}) \cdot \kappa}{U_{\text{вих}}}$$

					КРБ 096.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		92

де $K_{нел}$ - коефіцієнт нелінійності підсилення підсилювача ,
 $K_{нел}=0.001\%$;

$U_{вх.ш}$ – вхідна напруга шумів, В;

$I_{вх.ш}$ – вхідний струм шумів, А;

$R_{вх.}$ – вхідний опір підсилювача, Ом;

k - коефіцієнт підсилення підсилювача , $K=21$;

Для підсилювача типу КР140УД26А $K_{нел}=0.001\%$, $U_{вх.ш}=0.3$ мкВ,
 $I_{вх.ш}=0.02$ нА, $R_{вх.}=1.3$ МОм. Отже маємо:

$$\varepsilon_U = \frac{(0.3 \cdot 10^{-6} + 0.02 \cdot 10^{-9} \cdot 1.3 \cdot 10^6 + 10^{-5} \cdot 0.02) \cdot 21}{10} \cdot 100\% = 0.01\%$$

Отже загальна похибка підсилювача буде:

$$\varepsilon_2 = \varepsilon_R + \varepsilon_{кон} + \varepsilon_U = 0.12 + 0.0029 + 0.01 = 0.133\%$$

Похибка АЦП визначається похибкою квантування і групою інструментальних похибок спричинених неідеальністю електронних вузлів. Якщо прийняти, що розподіл значень даних похибок є рівномірним, то тоді значення похибки АЦП становить:

$$\varepsilon_3 = \sqrt{\frac{\varepsilon_{кв}^2 + \varepsilon_i^2 + \varepsilon_d^2 + \varepsilon_{зм}^2}{3}}$$

					КРБ 096.00.00.000.ПЗ	Арк.
						93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $\varepsilon_{\text{кв}}$ – похибка квантування, $\varepsilon_{\text{кв}}=0.1\%$ (1 м.р.);

ε_i – інтегральна похибка, $\varepsilon_i=0.2\%$ (2 м.р.);

ε_d – диференціальна похибка, $\varepsilon_d=0.075\%$ (3/4 м.р.);

$\varepsilon_{\text{зм}}$ – похибка від впливу напруги зміщення (для зменшення даної

похибки введена схемна і програмна корекція напруги зміщення, що забезпечує зменшення останньої до рівня похибки квантування), $\varepsilon_{\text{зм}}=0.1\%$.

$$\varepsilon_3 = \sqrt{\frac{0.1^2 + 0.2^2 + 0.075^2 + 0.1^2}{3}} = 0.148\%$$

Отже загальна похибка вимірювання величини переміщення камери електричної схеми буде:

$$\varepsilon = 0.05 + 0.133 + 0.148 = 0.331\%$$

					КРБ 096.00.00.000.ПЗ	Арк.
						94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2.5 Опис роботи схеми

Коротко нагадаємо про мікроЕОМ, що керує роботою системи і для якої написана програма. Це восьмирозрядна високопродуктивна однокристална мікро-ЕОМ (ОМЕОМ) ADuC841, що виконана по високоякісній n-МОП технології.

Дана ОМЕОМ має ППЗУ зі стиранням ультрафіолетовим випромінюванням і зручна на етапі розробки системи при відладці програми, а також при виробництві невеликими партіями або при створенні систем, що вимагають в процесі експлуатації періодичної підстройки. За рахунок використання зовнішніх мікросхем пам'яті загальний об'єм пам'яті програм може бути розширений до 64 Кбайт.

Також ОМЕОМ має всі вузли, необхідні для автономної роботи:

- 1) центральний восьмирозрядний процесор;
- 2) пам'ять програм об'ємом 4096 байт;
- 3) пам'ять даних об'ємом 128 байт;
- 4) чотири восьмирозрядних програмованих канала вводу-виводу;
- 5) два 16-бітових багаторежимних таймера/лічильника;
- 6) систему переривань з п'ятьма векторами і двома рівнями;
- 7) послідовний інтерфейс;
- 8) тактовий генератор.

					КРБ 096.00.00.000.ПЗ	Арк.
						95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2.6 Опис структурної схеми і алгоритму роботи електричної схеми

На рисунку 5.1 представлена структурна схема електричної схеми, що складається з таких основних складових: двох крокових двигунів приводу завантажувального бункера та приводу вертикального переміщення, блоків керування кроковими двигунами, трьох проміжних реле, що вмикають два електромагніта приводу гідроциліндра та електромагніт вузла розбраковки, транзисторних ключів, що керують роботою проміжних реле, блоку ручного керування оператором (клавіатура), блоку відображення результатів роботи (рідкокристалічний дисплей), послідовного інтерфейса, що спряжує систему з персональним компютером, аналого-цифрового перетворювача (АЦП), диференційного індуктивного перетворювача (забезпечується лінійна характеристика показів), схеми перетворювача, диференційного підсилювача.

Робота системи полягає в наступному: мікроЕОМ через блоки керування вмикає крокові двигуни, які в свою чергу приводять в рух механізми приводу завантажувального бункера та приводу вертикального переміщення. Також мікро-ЕОМ через транзисторні ключі керує роботою проміжних реле, що в свою чергу вмикають два електромагніта приводу гідроциліндра та електромагніт вузла розбраковки, блоку ручного керування оператором (клавіатура). Текучу інформацію мікроЕОМ виводить на динамічну індикацію, а також приймає керування з клавіатури оператором. Сигнал від індуктивного датчика поступає на підсилювач, де підсилюється до заданого рівня і подається на вхід АЦП, де перетворюється на двійковий код і подається на вхід мікро-ЕОМ. Через послідовний інтерфейс мікроЕОМ передає текучу інформацію на персональний компютер на якому відповідно можна більш детально проводити подальший аналіз результатів вимірювання.

					КРБ 096.00.00.000.ПЗ	Арк.
						96
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

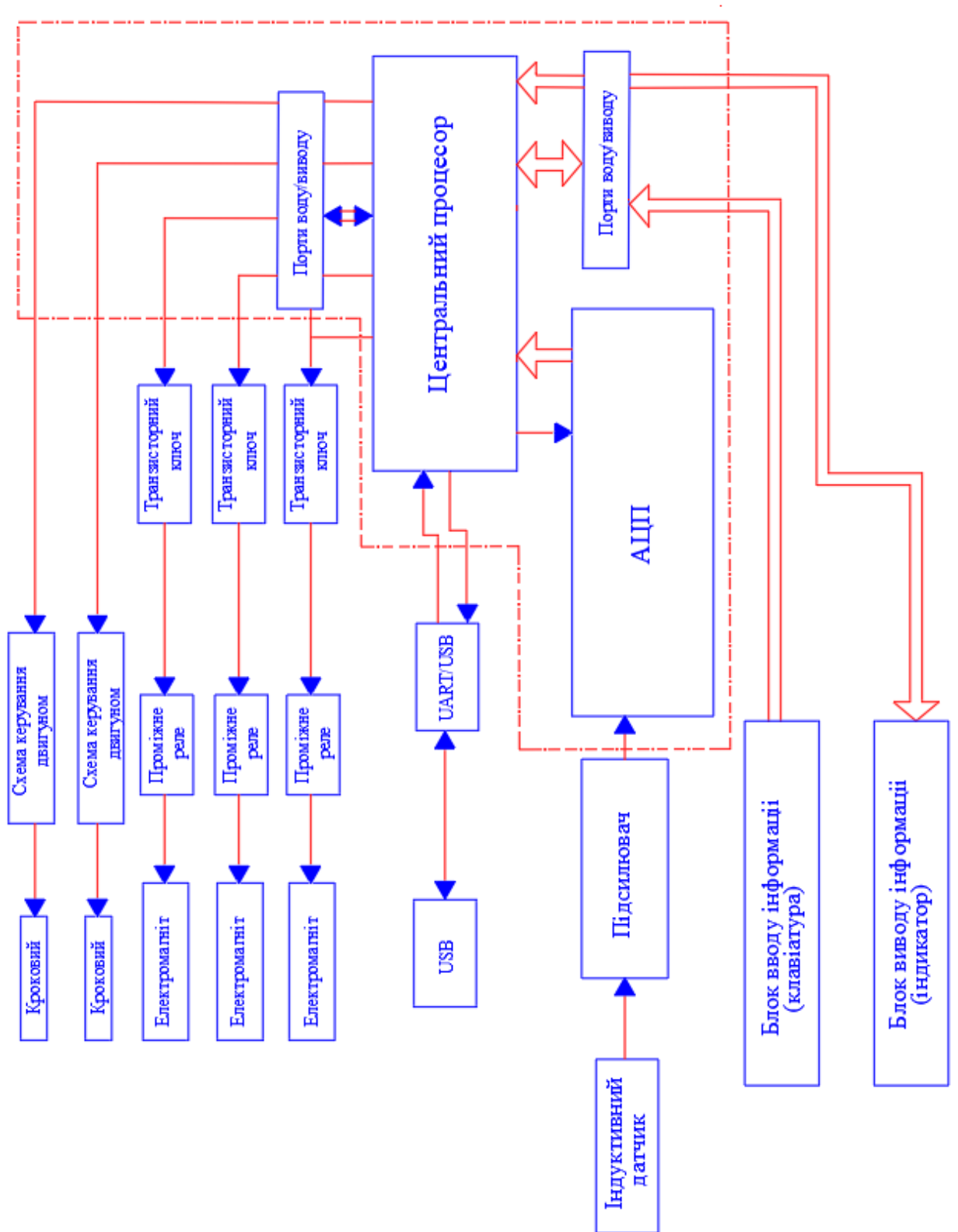


Рисунок 5.1 - Структурна схема електричної схеми приладу

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Розробка огорожень та блокуючих пристроїв небезпечних зон обладнання

Небезпечна зона – це простір, в якому діють постійно або періодично фактори, небезпечні для життя людини. Небезпека локалізована в просторі біля будь-яких елементів, що рухаються, ріжучого інструменту, оброблюваних деталей, зубчатих зачеплень, робочих станків і т. д. У всіх вказаних випадках існує безпека травмування людей, обслуговуючих обладнання. Особлива безпека є в тому випадку, коли можливий захват одягу чи волосся рухомими частинами обладнання.

Наявність безпечної зони може бути пов'язана з ураженням електричним струмом, з можливою дією теплових, електромагнітних і іонізуючих випромінювань, а також з дією шуму, вібрацій, шкідливих парів, газів, пилу, з можливістю травмуваннявідлітаючими частинками матеріалу заготовки та інструменту при обробці, з вилітом оброблюваної деталі із-за поганого його закріплення чи поломки.

Габарити небезпечної зони можуть бути постійними і змінними.

При проектуванні технологічного обладнання в приладобудуванні необхідно передбачити використання засобів, або таких, що виключають можливість контакту людини з небезпечною зоною, або таких, що знижують небезпеку контакту. Такими засобами є засоби захисту працюючих, що використовуються для запобігання або зменшення дії на працюючих шкідливих або безпечних факторів. Засоби захисту поділяються на дві групи: колективні та індивідуальні.

					КРБ 096.00.00.000.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ОХОРОНА ПРАЦІ	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Соколовський В.А					98	106
Перевір.								
Консульт.								
Н. контр.		Наконечний Ю.І						
Зав. каф..		Паламар М.І.						
						ТНТУ, РВс-41		

Всі захисні засоби можна поділити на наступні групи: огорожувальні, запобіжні, блокуючі, сигнальні, а також системи дистанційного управління приладами і спеціальні засоби.

Розглянемо огороження та блокуючі пристрої.

Огороження – це засоби захисту, які перешкоджають попаданню людини в шкідливу зону. Огороження використовують для ізоляції привода автомату, огороження струмоведучих чатин, зон інтенсивних випромінювань. Огорожуються також робочі зони, розміщені на висоті.

Вони залежать від обладнання, розміщення людини в робочій зоні, специфіки безпеки, що супроводжують технологічний процес.

Огороження діляться на три основні групи: стаціонарні, рухомі, переносні. Стаціонарні огороження лише періодично демонтуються для виконання додаткових операцій. Вони виконуються таким чином, що пропускають деталь, що обробляється, але не пропускають руки працюючого через невеликі розміри відповідного технологічного зазору.

Рухомі огороження являють собою пристрій, заблокований з робочими органами механізму чи приладу, внаслідок чого він закриває доступ в робочу зону при наступанні небезпечного моменту. В іншому випадку доступ до вказаної зони відкриті.

Переносні огороження є тимчасовими. Їх використовують при ремонтних роботах і наладках для захисту від випадкових дотиків до струмоведучих частин, а також від механічних травм і опіків.

Блокуючі пристрої виключають можливість проникнення людини в небезпечну зону. Особливо велике значення блокуючих пристроїв має там, де необхідно забезпечити загороження небезпечної зони, а також там, де роботу можна виконувати при знятому чи відкритому огороженні.

По принципу дії блокування діляться на механічні, електричні, фотоелектричні, радіаційні, гідравлічні, пневматичні, комбіновані.

					КРБ 096.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		99

Механічне блокування являє собою систему, що забезпечує зв'язок між огороженням і гальмівним (пусковим) пристроєм.

Електричне (радіочастотне) блокування застосовують на електроустановках з напругою від 500 В і вище, а також на різних видах приладів з електроприводами. При здійсненні електричного блокування в огороження вставляють кінцевий вимикач, контакти якого при закритому огороженні включаються в електричну схему управління обладнання і допускають включення двигуна. При зняттю або неправильному установленні огороження контакти розмикаються і електричний ланцюг системи приводу розривається.

Фотоелектричне блокування засноване на принципі огороження небезпечної зони світловими променями. Зміна світлового потоку, що попадає на фотоелемент, перетворюється в електричний сигнал, який подається на вимірювально-командний пристрій.

4.2 Перша допомога людині, яка уражена електричним струмом

Перша допомога при ураженні електричним струмом складається з двох етапів: звільнення потерпілого від дії струму та надання йому медичної допомоги.

Звільнення потерпілого від дії струму може бути здійснено декількома шляхами. Найбільш простим є спосіб – відключення відповідної частини електроустановки. Якщо відключення не можна провести швидко (наприклад вимикач далеко розміщений), можна при напрузі до 1000 В перерубити провід сокирою з дерев'яною рукояткою чи відтягнути потерпілого від струмоведучої частини, взяти його за одяг, якщо він сухий, відкинути від нього провід за допомогою дерев'яної палки.

При напрузі більше 1000 В слід застосовувати діелектричні рукавиці, черевики і, в разі необхідності, ізолюючу штангу або ізолюючі кліщі.

					КРБ 096.00.00.000.ПЗ	Арк.
						100
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Заходи першої медичної допомоги потерпілому від електричного струму залежать від його стану. Якщо потерпілий в свідомості, але до цього був непритомним або впродовж тривалого часу знаходився під струмом, йому необхідно забезпечити цілковитий спокій до прибуття лікаря або негайно доставити в лікувальний заклад. При відсутності свідомості, але без втрати дихання необхідно рівно і зручно укласти потерпілого на м'яку поверхню, забезпечити притік свіжого повітря. Слід дати понюхати нашатирний спирт, полити водою.

При відсутності признаков життя потрібно зробити штучне дихання та непрямий масаж серця. Штучне дихання повинно розпочинатись негайно після звільнення потерпілого від дії струму і виявлення його стану. Воно повинне проводитись методами відомими під назвою “з рота в рот” і “з рота в ніс”. При відновленні в потерпілого самостійного дихання деякий час слід продовжувати штучне дихання до повного приведення потерпілого до свідомості. Зовнішній масаж серця штучно підтримує в організмі кровообіг і відновлює самостійну діяльність серця.

Одночасно з масажем серця необхідно виконувати штучне дихання (вдування). Вдування необхідно виконувати в проміжках між надавлюванням або під час спеціальної паузи через кожні 4 – 5 надавлювань. Якщо допомогу здійснює одна людина, вона зобов'язана чергувати операції: після двох вдувань повітря виконувати 15 надавлювань на грудну клітку.

Про відновлення дії серця у потерпілого судять при появі у нього власного регулярного пульсу, що не підтримується масажем. Для перевірки пульсу необхідно переривати масаж на 2–3 с.

4.3 Заходи по евакуації людей із виробничих приміщень при появі в них пожежі

					КРБ 096.00.00.000.ПЗ	Арк.
						101
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найважливішою частиною пожежної профілактики на підприємстві є правильна організація руху людей як у звичайних умовах так і при виникненні пожежі. Для безпеки працюючих, які перебувають під час пожежі у виробничих приміщеннях, і найшвидшого виходу їх звідти велике значення мають кількість і розміри вихідних отворів і шлях евакуації, а також найкоротша відстань від місць знаходження людей у приміщенні до виходу з нього без зустрічного руху або пересікання людських потоків.

Успішна евакуація людей в разі пожежі досягається головним чином відповідним розміщенням робочих місць і виходів назовні з додержанням необхідної ширини коридорів, сходів, дверей і проходів. На шляхах евакуації не повинно бути крутих підйомів, порогів та інших перепон, що заважають нормальному і безпечному пересуванню людей.

Необхідна сумарна ширина сходів, а також дверей або походів на шляхах евакуації повинна бути забезпечена з розрахунку не менш як 125 чоловік на 1 м ширини для одно- та двоповерхових приміщень, 100 чоловік на 0,6 м ширини для приміщень висотою в три і більше поверхів. Ширина коридорів у виробничих та допоміжних приміщеннях має бути не менше 1,4 м, а ширина дверей – не менше 0,8.

Сумарна ширина проходів для евакуації всіх людей, що перебувають в цеху, визначаються за формулою

$$B = M * A / \eta * \psi \text{ м,}$$

де М – кількість людей у цеху;

А – мінімальна ширина одного потоку, м;

η - час евакуації, хв;

ψ - середня пропускна здатність одного потоку, люд/хв.

					КРБ 096.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		102

При розрахунках приймається $A=0,6$ м, а ψ - в залежності від поверховості приміщень: для двоповерхового $\psi=25$ чол/хв, для трихповерхового $\psi=20$ чол/хв; якщо приміщення має більше поверхів, $\psi=15$ чол/хв.

Важливою умовою успішності евакуації людей і цінностей є влаштування запасних виходів, внутрішніх переходів, пожежних драбин, перехідних балконів та аварійного освітлення. Для всіх приміщень, де працює багато людей, треба заздалегідь розробити план евакуації їх на випадок пожежі.

					КРБ 096.00.00.000.ПЗ	Арк.
						103
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВОК

При виконанні проєкту на тему «Розробка пристрою для контролю і вимірювання конусності деталей (на прикладі конічних штифтів)»

була здійснена наступна робота:

1. Виконаний літературний огляд існуючих методів та засобів вимірювання кута конусності точних деталей машинобудування. Вибраний найбільш оптимальний спосіб вимірювання, що найкраще відповідає темі завдання.

2. Спроектвана конструкція вимірювальної позиції пристрою, що дозволяє вимірювати кут конусності стандартних конічних штифтів по ГОСТ3128-70 (ISO 2338-86) з діаметром 8-16 мм, конусністю 1:50, 10-ої точності, для якої похибка кута складає $AT_h = 63 \dots 100$ мкм в лінійних одиницях вимірювання на довжині твірної конуса до 100 мм (або $AT_\alpha = 3'$ в кутових минутах).

3. Розроблені вузли і механізми для автоматичного завантаження контрольованих деталей на вимірювальну позицію та автоматичного сортування деталей на придатні та браковані.

4. Розроблена структурна та принципова електричні схеми електронного блоку), в якому відбувається обробка результатів вимірювання з допомогою програмних методів.

5. В розділі Матмодельювання досліджено залежність індуктивності котушки перетворювача давача лінійних переміщень від переміщення осердя і розраховані найбільш оптимальні їх розміри, при яких характеристика давача буде достатньо лінійна.

					КРБ 096.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		104

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Заблонський К.І. Деталі машин: Підручник. – Одеса: Астропринт, 1999. – 404 с.
2. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин. – Львів: Афіша, 2003. - 558 с.
3. Малащенко В.О., Павлице В.Т. Проектування муфт приводів. – Львів: НУЛП, 2001. – 34 с.
4. [Кучеренко О. К. Конспект лекцій з дисципліни «Розрахунок і конструювання оптичних приладів». - К.:2009.-306 с.](#)
5. Малько Б.Д., Семчішак В.М. та ін. Курсові проектування деталей машин. – Івано-Франківськ: Факел, 2003. – 438 с.
6. Шевченко В.В. Технологія приладобудування. Навчальний посібник / В.В.Шевченко, О.В.Осадчий, М.О.Смута – К.: НТУУ «КПІ», 2010. – 128 с.
7. Марчук В.І. Технологія приладобудування: навчальний посібник / В.І. Марчук, В.Ю.Заблоцький. – Луцьк : РВВ ЛНТУ, 2015. – 216 с.
8. Якімов О.В. [Технологія машино-та приладобудування. Підручник.](#) - Луцьк: Редакційновидавничий відділ ЛДТУ, 2005. – 712 с.

					КРБ 096.00.00.000.ПЗ	Арк.
						105
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					КРБ 096.00.00.000.ПЗ	Арк.
						106
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		