

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 ДОСЛІДНИЦЬКО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	8
1.1 Аналіз розглядуваного питання	8
1.2 Опис функціональної схеми установки	8
1.3 Розрахункова частина	9
1.3.1 Розрахунок тензобалки	9
1.3.2 Розрахунок пружини підйому щупа	13
1.3.3 Розрахунок зворотньої пружини пневмоциліндра подачі вимірювального вузла	15
1.3.4 Розрахунок пневмоциліндра подачі вимірювального вузла	16
1.3.5 Розрахунок зворотньої пружини пневмоциліндра подачі вимірювального щупа	17
1.3.6 Розрахунок пневмоциліндра подачі вимірювального щупа	19
1.4 Розрахунок похибки вимірювання установки	22
1.5 Повірка установки	23
2 ОСНОВИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА МАТМОДЕЛЮВАННЯ	25
2.1 Складові похибки, викликані деформацією тензорезистивної балки постійного січення	25
3 ЕЛЕКТРОНІКА, МІКРОПРОЦЕСОРНА ТЕХНІКА ТА САПР	38
3.1 Вимоги до функціональності та параметрів системи	38
3.2 Способи реалізації заданих функцій	39
3.3 Функціональна схема та опис принципу роботи	40
3.4 Розробка принципової схеми	41

4 ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	45
4.1 Характеристика технічного рівня спроектованого пристрою	45
4.2 Характеристика технічного рівня проектного пристрою	45
4.3 Планування технічної підготовки виробництва проектного пристрою	47
4.3.1 Визначення трудомісткості і обсягу робіт конструкторської підготовки виробництва	47
4.3.2 Визначення трудомісткості і обсягу робіт технологічної підготовки виробництва	50
4.4 Визначення економічної ефективності пристрою	51
4.4.1 Економічний ефект визначається по умовах використання проектного пристрою за розрахунковий період	51
4.4.2 Розрахунок затрат на виготовлення нового пристрою	52
4.4 Визначення лімітної ціни нового пристрою	59
4.4.4 Визначення затрат по експлуатації пристрою	60
4.5 Розрахунок економічного ефекту від виготовлення і експлуатації пристрою за розрахунковий період	67
4.6 Висновки і пропозиції	69
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	70
5.1 Вимоги до виробничого освітлення та його нормування	70
5.2 Характеристика небезпечних зон обладнання і заходи безпеки при роботі	73
5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях	77
5.3.1 Закон і положення про цивільну оборону України	77
5.3.2 Вплив розробленої установки на життєдіяльність людей	80
6 Екологія	84
6.1 Актуальність охорони навколишнього середовища	84
6.2 Забруднення довкілля, що виникають в процесі виготовлення та	85

експлуатації установки	
6.3 Заходи зі зменшення забруднення довкілля	86
ВИСНОВКИ	88
Бібліографія	89
ДОДАТКИ	91

ВСТУП

Автоматичний контроль розмірів та інших фізичних величин (зусиль, деформацій, ваги і т.д.) може здійснюватись до обробки, в процесі та після обробки виробу. Контрольні пристрої виконують функції: управляють роботою верстата (обладнання), станда або установки, сортують готові деталі на груп (по розмірам, вазі і т.д.).

Автоматизація технічного контролю являється не тільки засобом підвищення якості випускає мої продукції, але і суттєвим етапом автоматизації промисловості, так як питома вага технічного контролю в сучасних виробництвах досить значна: в авто – та тракторобудуванні, в авіаційному моторобудуванні, у виробництві підшипників кочення та інших галузях масового виробництва машин біля 40% виробничих операцій приходить на контроль.

Автоматичним пристроєм для контролю називається пристрій, який без втручання людини при контролі кожного виробу виконує всю сукупність операцій, необхідних для порівняння дійсних фізичних величин з заданими (необхідними), та в залежності від результату такого порівняння сортують деталі на декілька груп або змінюють режим роботи основного технологічного обладнання.

Автоматичні контрольні пристрої поділяються на декілька різновидностей. Контрольно - сортувальні пристрої (пасивного контролю) фіксують готові фізичні величини та на цій основі сортують готові вироби на придатні та браковані, а часто ще й придатні вироби на ряд розмірних груп.

Існують також ще засоби автоматичного контролю в процесі обробки (активний контроль). Підвищення ефективності промислових об'єктів йде по шляху удосконалення як самих технологічних процесів, так і процесів управління ними. Широке впровадження числової вчислю вальної техніки в автоматизовані системи управління об'єктами відкриває практично необмежені можливості обробки інформації про управляємий об'єкт з метою побудови оптимальних систем управління. Проектувальники автоматизованих систем повинні чітко засвоїти методи та засоби автоматичного контролю, навчитися використовувати набуті знання на практиці.

Мікроконтролери сконструйовані таким чином, що всі ці частини зібрані разом на одному кристалі і поміщені в одному корпусі. Для роботи мікроконтролера потрібно мінімум зовнішніх компонентів, тому що вся необхідна периферія вбудована в його середині. Таким чином зменшується апаратна частина і скорочується час при конструюванні нових пристроїв.

Розроблений електронний блок керування дозволяє взаємодіяти з тензорезистивними перетворювачами, пневматичним виконавчим пристроєм.

Проводити автоматизований збір, відображення та передавання на ЕОМ вимірювальної інформації та автоматизовану обробку даних про конус, з метою оцінки якості технологічного процесу його виготовлення.

1 ДОСЛІДНИЦЬКО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз розглядуваного питання

Згідно з технічним завданням ми повинні розробити установку для вимірювання температурної деформації твердих тіл на основі АС 1017911, в якому викладено один з методів контролю деформації твердих тіл при їх зварці, пайці та ін. Для вимірювання лінійних деформацій використовують різні засоби вимірювання, для яких характерна певна залежність між контрольованим переміщенням та переміщенням вимірювального наконечника, яке перетворюється в іншу, наприклад, кількість підрахованих імпульсів, зміну індуктивності, ємності, опору та інших.

1.2 Опис функціональної схеми установки

Функціональна схема установки представлена в графічній частині курсового проекту на форматі А1. Розглянемо принцип роботи установки. Вимірювальний вузол складається з вимірювального штока 3, індуктивного датчика переміщення 1, що фіксує величину переміщення штока 3 та рухомої втулки 5, в якій встановлено індуктивний датчик 1, пружини навантаження 4 і кулачків 6. Вузол подачі складається з подаючого пневмоциліндра 7, за допомогою якого проводиться підведення контрольованої деталі на вимірювальну позицію до датчика. Механізм подачі на вимірювання контрольованої деталі та розсортування складається з поворотного стола 9, пневмоциліндра приводу поворотного стола, заслонок для лотків розсортованих деталей та електромагнітів приводу заслонок лотків розсортованих деталей.

Розглянемо принцип роботи приладу. Роботою пристрою керує блок керування 2, який вмикає електромагніти приводу заслонок 11, пневмоциліндри приводів вузла підведення до датчика та подачі на вимірювальну позицію контрольованої деталі. Після запуску обладнання, з подаючого магазину 10 на

поворотний стіл 9 поступають вироби для контролю. Поворотний стіл 9 в свою чергу подає контрольовані кільця на вимірювальну позицію. Приводиться в рух поворотний стіл поворотним механізмом, що складається з рухомого 14 та нерухомого 13 пневмоциліндрів, зубчатої рейки 15 та колеса 16. Після того, як подано з магазину подано деталь, подається стиснуте повітря в рухомий пневмоциліндр, який в свою чергу рухається в протилежну сторону від зубчатої рейки тим самим розблоковуючи поворотний стіл і приводячи його в обертний рух наперед настроєний кут повороту. Після того як стіл повернувся на заданий кут, вмикається пневмоциліндр подачі 7 кільця до датчика. При подачі, в кільце впирається рухома втулка 5, яка приводить в рух кулачки 6, що в свою чергу блокують вимірювальний шток 3, в момент коли прижимне навантаження на кільце досягне свого заданого значення, яке визначається деформацією пружини 4. Після того як вимірювальний шток заблоковано, знімаються покази з індуктивного датчика 1, які обробляються блоком керування 2. Після вимірів, контрольоване кільце знімається з датчика, робиться висновок про придатність виробу і на механізм розсортування поступає команда про відкриття чи закриття заслонок 11 лотків для деталей різних груп. Якщо заслонка відкрита, то кільце поступає до даного лотка, а якщо закрита, то кільце рухається до наступного лотка. Після зняття з позиції кільце подається на розсортування, а на його місце поступає наступне. Таким чином вимірювальний цикл повторюється.

1.3 Розрахункова частина

Для економічної вигідності дослідження та обґрунтованості впровадження та розробки приладів, згідно літературних джерел, відносна похибка вимірювання не повинна перевищувати $\delta = 10\%$.

Абсолютна похибка пристрою визначається згідно формули:

$$\Delta = \frac{\delta T}{100\%} \quad (1.1)$$

$$\Delta = \frac{10\% \cdot 25}{100\%} = 2,5 \text{ мкм}$$

Загальна абсолютна похибка визначається згідно формули:

$$\Delta_{\text{пр.}} = \sqrt{\Delta_{\text{д.л.п.}}^2 + \Delta_{\text{інкл.}}^2} \quad (1.2)$$

де $\Delta_{\text{д.л.п.}}$ – абсолютна похибка датчика лінійного переміщення;

$\Delta_{\text{інкл.}}$ - абсолютна похибка вимірювання, що залежить від точності інклінометра.

Проводимо підбір інклінометра, а абсолютну похибку вимірювання датчика лінійного переміщення визначатимемо згідно абсолютної похибки пристрою.

Обираємо інклінометр АСА 610 t.

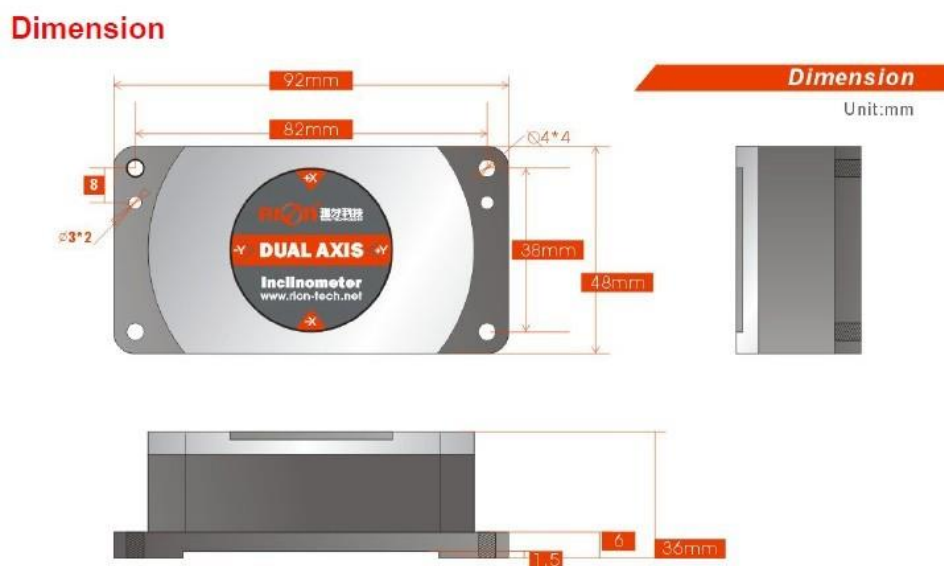


Рисунок 1.4 – Загальний вигляд та габаритні розміри інклінометра АСА 610 t

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики АСА 610 t

Характеристика	Значення
Вимірювальний діапазон, град	10

Кількість осей	1
Абсолютна похибка, град	0,0 01
Робоча напруга живлення, В	10
Вихідний сигнал, В	2,5 ...5
Робочі температури, С	- 40...+80

Оскільки абсолютна похибка інклінометра визначається в градусах нам необхідно звести її до похибки лінійного переміщення вимірюваного датчика.

Приймаємо відстань від осі поворотання до датчика лінійного переміщення $L = 150$ мм.

Кутова абсолютна похибка інклінометра:

$$\Delta_{\text{інкл.кут.}} = 0,001^{\circ}$$

Визначаємо абсолютну похибку лінійного переміщення згідно формули :

$$\Delta_{\text{інкл.}} = \frac{\pi \cdot \Delta_{\text{інкл.кут.}} \cdot L}{180} \quad (1.3)$$

$$\Delta_{\text{інкл.}} = \frac{3.14 \cdot 0.001 \cdot 150}{180} = 0.0017 \text{ мм} = 1,7 \text{ мкм}$$

Визначаємо абсолютну допустиму похибку датчика лінійного переміщення

:

$$\Delta_{\text{д.л.п}} = \sqrt{\Delta_{\text{пр.}}^2 - \Delta_{\text{інкл.}}^2} \quad (1.4)$$

$$\Delta_{\text{д.л.п}} = \sqrt{2,5^2 - 1,7^2} = 1,83 \text{ мкм}$$

Проводимо підбір датчика лінійного переміщення.

В даному пристрої використаємо компактні датчики лінійного переміщення Burster 8709 E-5025. Який задовольняє конструкцію пристрою, як

за зовнішніми габаритними розмірами, так і за точнісними характеристиками вимірювання.

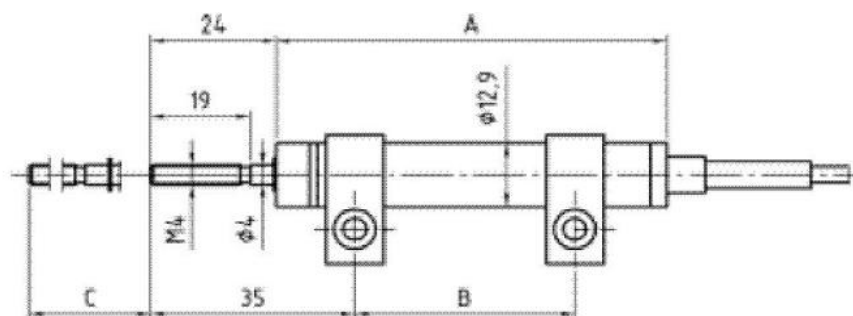


Рисунок 1.5 – Габаритні та приєднувальні розміри датчика Burster 8709 E-5025



Рисунок 1.6 – Загальний вигляд датчика Burster 8709 E-5025

Таблиця 1.2 – Основні технічні характеристики датчика Burster 8709 E-5025

Діапазон вимірювання, мм	0 ...25
Точність вимірювання, мкм	±1
Напруга живлення, В	20
Опір датчика, кОм	1
Максимальний струм на обмотці, мА	10
Температурний діапазон, С	- 30...100
Максимальна швидкість переміщення, м/с	10
Вага, г	45

Проведемо уточнення абсолютної та відносної похибки пристрою:

$$\Delta_{\text{пр.}} = \sqrt{1^2 + 1,7^2} = 1,83 \text{ мкм}$$

$$\delta = \frac{\Delta_{\text{пр.}} \cdot 100\%}{25} \quad (1.5)$$

$$\delta = \frac{1,83 \cdot 100\%}{25} = 7,3 \%$$

Отже розроблюваний пристрій має відносну похибку $\delta = 7,3 \%$ та вимірює відхилення від площинності $T = 25 \text{ мкм} \pm 1,83 \text{ мкм}$

1.3.2 Розрахунок пружини підйому щупа

Знайдемо геометричні параметри підйомної пружини, що підтримує вимірювальні щупи у верхньому положенні. Знайдемо діаметр дроту пружини:

$$d \geq 1.6 \cdot \sqrt{\frac{k \cdot F \cdot c}{[\tau]}}$$

де k - коефіцієнт, що враховує кривизну осі витка;

F - робоча сила розтягу пружини;

c - індекс пружини;

$[\tau]$ - допустима величина напруження матеріалу пружини.

Силу розтягу пружини знаходимо за формулою:

$$F = \frac{a}{b \cdot n} \cdot m \cdot g ,$$

де m - маса рухомої частини вимірювального вузла;

n - кількість пружин розтягу;

a - відстань від точки кріплення пружини до осі обертання вимірювального вузла;

b - відстань центру мас вимірювального вузла до його осі обертання.

Підставивши числові значення, отримаємо:

$$F = \frac{0.07}{0.025 \cdot 2} \cdot 1.7 \cdot 9.8 = 23.3 \text{ Н.}$$

Тепер знайдемо діаметр дроту пружини, задавшись значеннями s і k :

$$d \geq 1.6 \cdot \sqrt{\frac{1.1 \cdot 23.3 \cdot 10}{3 \cdot 10^8}} = 0.00147 \text{ м.}$$

Приймаємо значення $d=1.5$ мм.

Діаметр навивки пружини знайдемо за формулою:

$$D = 0.392 \cdot \frac{d^3}{k \cdot F} \cdot [\tau].$$

Підставивши числові значення, отримаємо:

$$D = 0.392 \cdot \frac{1.5^3 \cdot 10^{-9}}{1.1 \cdot 23.3} \cdot 3 \cdot 10^8 = 0.015 \text{ м.}$$

Приймаємо значення $D=15$ мм.

Кількість робочих витків пружини знаходимо за формулою:

$$i = \frac{\lambda \cdot G \cdot d}{8 \cdot c^3 \cdot F},$$

де λ - величина розтягу пружини до заданого зусилля;

G - модуль зсуву матеріалу пружини.

$$i = \frac{0.01 \cdot 8 \cdot 10^{10} \cdot 1.5 \cdot 10^{-3}}{8 \cdot 10^3 \cdot 23.3} = 6.43$$

Округляємо значення витків до $i=6.5$.

1.3.3 Розрахунок зворотньої пружини пневмоциліндра подачі вимірювального вузла

Знайдемо геометричні параметри віджимної пружини пневмоциліндра приводу подачі вимірювального вузла. Знайдемо діаметр дроту пружини:

$$d \geq 1.6 \cdot \sqrt{\frac{k \cdot F \cdot c}{[\tau]}}$$

де k - коефіцієнт, що враховує кривизну осі витка;

F - робоча сила стиску пружини;

c - індекс пружини;

$[\tau]$ - допустима величина напруження матеріалу пружини.

Силу стиску пружини знаходимо за формулою:

$$F = m \cdot g \cdot f \cdot k_3,$$

де m - маса вимірювального вузла;

f - коефіцієнт тертя між контактуючими поверхнями направляючих;

k_3 - гарантований коефіцієнт запасу.

Підставивши числові значення, отримаємо:

$$F = 8.2 \cdot 9.8 \cdot 0.2 \cdot 1.5 = 24.8 \text{ Н.}$$

Тепер знайдемо діаметр дроту пружини, задавшись значеннями c і k :

$$d \geq 1.6 \cdot \sqrt{\frac{1.1 \cdot 24.8 \cdot 10}{3 \cdot 10^8}} = 0.00152 \text{ м.}$$

Приймаємо значення $d=2$ мм.

Діаметр навивки пружини знайдемо за формулою:

$$D = 0.392 \cdot \frac{d^3}{k \cdot F} \cdot [\tau].$$

Підставивши числові значення, отримаємо:

$$D = 0.392 \cdot \frac{2.0^3 \cdot 10^{-9}}{1.1 \cdot 24.8} \cdot 3 \cdot 10^8 = 0.0345 \text{ м.}$$

Приймаємо значення $D=34$ мм.

Кількість робочих витків пружини знаходимо за формулою:

$$i = \frac{\lambda \cdot G \cdot d}{8 \cdot c^3 \cdot F},$$

де λ - величина стиску пружини до заданого зусилля;

G - модуль зсуву матеріалу пружини.

$$i = \frac{0.1 \cdot 8 \cdot 10^{10} \cdot 2.0 \cdot 10^{-3}}{8 \cdot 17^3 \cdot 24.8} = 16.9$$

Округляємо значення витків до $i=17$.

1.3.4 Розрахунок пневмоциліндра подачі вимірювального вузла

Діаметр пневмоциліндра знаходимо за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot p}},$$

де p - робочий тиск в камері пневмоциліндра;

F - мінімальне зусилля, яке повинен забезпечити пневмоциліндр.

Мінімальне зусилля, яке повинен забезпечити пневмоциліндр знаходимо за формулою:

$$F = F_1 + F_2 + k \cdot x,$$

де F_1 - зусилля, яке потрібно прикласти, щоб перемістити вимірювальний вузол;

F_2 - робоча сила стиску пружини пневмоциліндра;

k - жорсткість пружини пневмоциліндра;

x - величина робочого ходу штока пневмоциліндра.

Підставивши числові значення, отримаємо:

$$F = 24.8 + 25 + 150 \cdot 0.2 = 79.8 \text{ Н.}$$

Тоді діаметр пневмоциліндра буде:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 79.8}{3.14 \cdot 4 \cdot 10^5}} = 0.026 \text{ м.}$$

Приймаємо робочий діаметр пневмоциліндра рівним $D=40$ мм.

1.3.5 Розрахунок зворотньої пружини пневмоциліндра подачі вимірювального щупа

Знайдемо геометричні параметри віджимної пружини пневмоциліндра приводу подачі вимірювального щупа. Знайдемо діаметр дроту пружини:

$$d \geq 1.6 \cdot \sqrt{\frac{k \cdot F \cdot c}{[\tau]}}$$

де k - коефіцієнт, що враховує кривизну осі витка;

F - робоча сила стиску пружини;

c - індекс пружини;

$[\tau]$ - допустима величина напруження матеріалу пружини.

Силу стиску пружини знаходимо за формулою:

$$F = m \cdot g \cdot k_3 + F_m,$$

де m - маса рухомої частини пневмоциліндра (поршень, шток);

F_m - сила тертя між контактуючими поверхнями поршня і циліндра;

k_3 - гарантований коефіцієнт запасу.

Підставивши числові значення, отримаємо:

$$F = 1.2 \cdot 9.8 \cdot 1.5 + 4 = 21.6 \text{ Н.}$$

Тепер знайдемо діаметр дроту пружини, задавшись значеннями c і k :

$$d \geq 1.6 \cdot \sqrt{\frac{1.1 \cdot 21.7 \cdot 10}{3 \cdot 10^8}} = 0.00139 \text{ м.}$$

Приймаємо значення $d = 1.5$ мм.

Діаметр навивки пружини знайдемо за формулою:

$$D = 0.392 \cdot \frac{d^3}{k \cdot F} \cdot [\tau].$$

Підставивши числові значення, отримаємо:

$$D = 0.392 \cdot \frac{1.4^3 \cdot 10^{-9}}{1.1 \cdot 21.6} \cdot 3 \cdot 10^8 = 0.0208 \text{ м.}$$

Приймаємо значення $D=20$ мм.

Кількість робочих витків пружини знаходимо за формулою:

$$i = \frac{\lambda \cdot G \cdot d}{8 \cdot c^3 \cdot F},$$

де λ - величина стиску пружини до заданого зусилля;

G - модуль зсуву матеріалу пружини.

$$i = \frac{0.05 \cdot 8 \cdot 10^{10} \cdot 1.4 \cdot 10^{-3}}{8 \cdot 14.3^3 \cdot 21.6} = 11.1$$

Округляємо значення витків до $i=11$.

1.3.6 Розрахунок пневмоциліндра подачі вимірювального щупа

Діаметр пневмоциліндра знаходимо за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot p}},$$

де p - робочий тиск в камері пневмоциліндра;

F - мінімальне зусилля, яке повинен забезпечити пневмоциліндр.

Мінімальне зусилля, яке повинен забезпечити пневмоциліндр знаходимо за формулою:

$$F = 2 \cdot F_1 + F_2 + k \cdot x,$$

де F_1 - зусилля, яке потрібно прикласти, щоб притиснути вимірювальний щуп;

F_2 - робоча сила стиску пружини пневмоциліндра;

k - жорсткість пружини пневмоциліндра;

x - величина робочого ходу штока пневмоциліндра.

Зусилля, яке потрібно прикласти, щоб притиснути вимірювальний щуп будемо визначати з двох умов: мінімальне зусилля, щоб наконечник вимірювального щупа не ковзав по досліджуваній поверхні і максимальне зусилля, щоб вимірювальний щуп не руйнував досліджувану поверхню. Мінімальне зусилля будемо шукати за формулою:

$$F_{\min} = \frac{F}{f},$$

де F - масимальне бокове зусилля зрушення вимірювального щупа, яким ми задалися у пункті 1.3.1 при розрахунку тензобалки;

f - коефіцієнт тертя між поверхнями щупа та досліджуваним матеріалом.

Підставивши числові значення, отримаємо:

$$F_{\min} = \frac{1}{0.1} = 10 \text{ Н}$$

Максимальне зусилля будемо шукати з умови:

$$\frac{F_{\max}}{S} \leq [\delta_{zm}],$$

де S - площа контакту щупа з досліджуваною поверхнею;

$[\delta_{зм}]$ - допустиме напруження на зминання досліджуваного матеріалу.

Отже маємо:

$$F_{\max} \leq [\delta_{зм}] \cdot S.$$

Підставивши числові значення, отримаємо:

$$F_{\max} \leq 4 \cdot 10^7 \cdot 1.44 \cdot 10^{-6} = 57.6 \text{ Н}$$

Приймаємо середнє значення між максимальним і мінімальним зусиллям прижиму:

$$F = \frac{F_{\min} + F_{\max}}{2}.$$

Підставивши числові значення, отримаємо:

$$F = \frac{10 + 57.6}{2} = 34 \text{ Н.}$$

Отже мінімальне зусилля пневмоциліндра буде:

$$F = 2 \cdot 34 + 21.6 + 430 \cdot 0.01 = 132.6 \text{ Н.}$$

Тоді діаметр пневмоциліндра буде:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 132.6}{3.14 \cdot 4 \cdot 10^5}} = 0.0286 \text{ м.}$$

Приймаємо робочий діаметр пневмоциліндра рівним $D=30$ мм.

1.4 Розрахунок похибки вимірювання установки

На точність вимірювання переміщення вимірювального щупа будуть впливати багато факторів: теплове розширення матеріалу вимірювального вузла, нелінійність датчика, неточність виготовлення геометричних параметрів передаючої ланки вимірювального вузла та похибка обробки сигналу від датчика електричною схемою. Похибку, що виникає внаслідок теплового розширення матеріалу вимірювального вузла можна виключити, так як на вимірювальну позицію установка подається з нормальною температурою навколишнього середовища і в такому стані і встановлюється на попозицію, потім вже вимірювальні щупи та інші вузли установки нагріваються. Покази ж з установки знімаються тоді, коли досліджувані зразки вже охолоджені, а значить будуть і охолоджені вимірювальні щупи та інші вузли установки. Похибка датчика врахована при розрахунку у пункті 4 даної записки похибки електричної схеми. Тому похибка вимірювання буде:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_e^2 + \varepsilon_c^2},$$

де ε_e - похибка обробки сигналу від датчика електричною схемою;

ε_c - похибка неточності виготовлення та настройки вимірювального вузла.

Похибка обробки сигналу від датчика електричною схемою порахована у пункті 4 даної записки і становить $\varepsilon_e=0.55\%$.

Похибку від неточності виготовлення та настройки вимірювального вузла знаходимо за формулою:

$$\varepsilon_c = \left(\frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b} \right) \cdot 100\%,$$

де Δa - похибка виставлення плеча від контактуючого наконечника до осі обертання вимірювального важеля;

a - довжина плеча від контактуючого наконечника до осі обертання

Δb - похибка виставлення плеча від точки контакту вимірювального важеля з тензобалкою до осі обертання вимірювального важеля;

b - довжина плеча від точки контакту вимірювального важеля з тензобалкою до осі обертання вимірювального важеля.

Підставивши числові значення, отримаємо:

$$\varepsilon_c = \left(\frac{0.2}{125} + \frac{0.2}{125} \right) \cdot 100\% = 0.32\%.$$

Тоді загальна похибка для вимірювання величини деформації буде:

$$\varepsilon = 0.55 + 0.32 = 0.87 \% \approx 0.9 \%$$

1.5 Повірка установки

Установка не повинна мати механічних ушкоджень, що впливають на її працездатність.

При випробуванні установки перевіряється дія органів керування і справність джерела живлення.

Контроль відносної похибки виміру переміщення проводиться наступним чином: на повірювану установку почергово встановлюються зразкові міри різної довжини і проводиться контроль їх довжини. При визначенні результатів повірки приймається до уваги температура навколишнього середовища, від якої залежить довжина зразкових мір. Різниця показів між очікуваними результатами та показами установки не повинна перевищувати заданої абсолютної похибки.

Позитивні результати повірки оформляються видачею посвідчення про повірку, засвідченого нанесенням повірювального клейма з датою повірки.

При негативних результатах повірки установки до роботи не допускається.

2 ОСНОВИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА МАТМОДЕЛЮВАННЯ

2.1 Складові похибки, викликані деформацією тензорезистивної балки постійного січення

Для цього розглянемо тензорезистивну балку, як балку постійного січення, що працює на чистий згин. Прямий згин статично визначної балки.

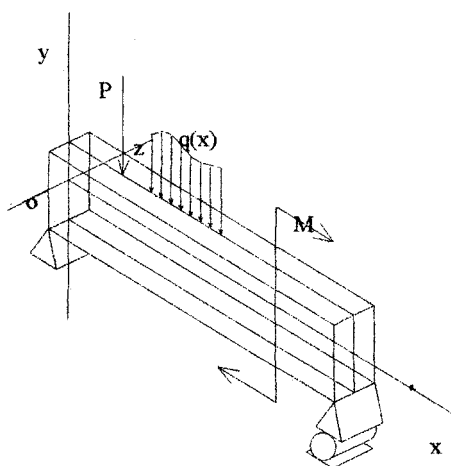


Рисунок 2.1 - Тензорезистивна балка

Сумістимо вісь x прямокутної системи координат з віссю балки, осі y і z — з головними центральними осями її поперечного перерізу, причому будемо вважати, що вертикальна вісь y є віссю симетрії перерізу (рис. 2.1).

Якщо навантаження діє на балку у її площині симетрії Oxy , то, очевидно, вісь балки буде скривлятися у цій же площині і згин буде прямим. Для того, щоб забезпечити нерухомість балки під впливом прикладеного до неї навантаження, слід закріпити її принаймні трьома опорними стержнями, напрями яких не перетинаються в одній точці.

В опорних стержнях балки виникають опорні реакції. Коли ці реакції можна знайти з умов рівноваги сил, прикладених до балки, балка статично

визначена. Найпростіші статично визначні балки — це: 1) проста балка, якою будемо називати балку, вільно обперту на двох шарнірних опорах; 2) консоль, тобто балка з одним закріпленим і другим вільним кінцем; 3) консольна балка, тобто балка на двох опорах, що має одну або дві консолі (рис. 2.2, а, б, в).

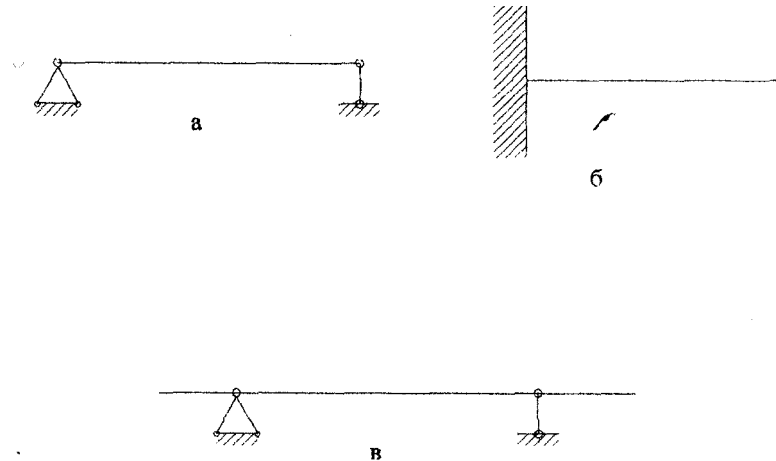


Рисунок 2.2 - Найпростіші види статичних балок

У загальному випадку навантаження простої балки на її опорах можуть виникати такі складові опорних реакцій: на нерухомій опорі — вертикальна та горизонтальна, на рухомій лише вертикальна. У загальному випадку навантаження консолі у її опорному перерізі можуть виникнути вертикальна та горизонтальна складові опорної реакції та опорний момент.

Віддаль між центрами шарнірів простої балки і вільну довжину консолі називають їх прольотом.

Внаслідок скривлення осі балки при згині довжина її прольоту, а також віддалі між прикладеними до балки вертикальними силами зменшуються. Однак до балок, деформації яких невеликі порівняно з довжиною прольоту, можна застосовувати принцип "початкових розмірів" і нехтувати впливом зміни віддалей між силами на величину опорних реакцій і внутрішніх сил у балці.

Згинаючий момент і поперечна сила.

З метою вивчення внутрішніх сил, що виникають у поперечних перерізах балки при її прямому згині, розглянемо просту балку, яка працює на прямий згин у вертикальній площині (рис. 2.5, а).

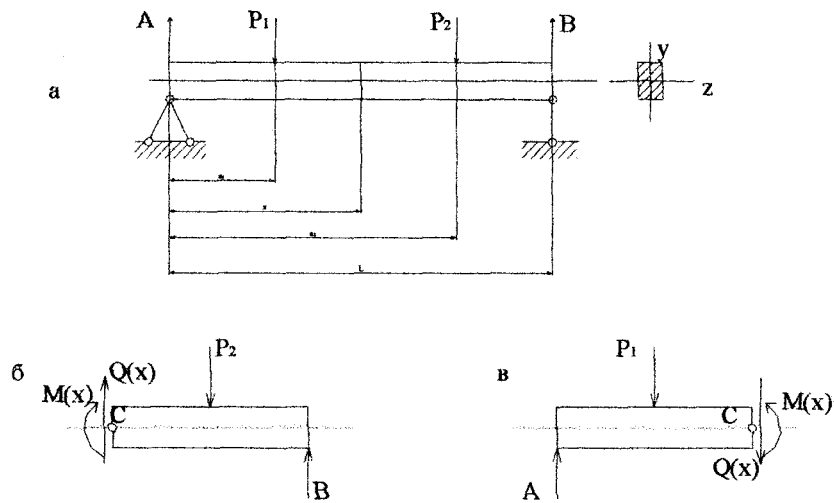


Рисунок 2.3 - Згин у вертикальній площині

Опорні реакції A і B , викликані прикладеним до балки навантаженням, можна визначити з умов рівноваги, використовуючи рівняння статички абсолютно твердого тіла.

Для з'ясування, які внутрішні сили виникають у довільному поперечному перерізі балки, і для визначення їх величини застосуємо метод перерізів: уявно розрізаємо балку січною площиною, перпендикулярною до її осі, на віддалі x від лівої опори. Січна площина розділяє балку на дві частини, кожна з яких зрівноважується прикладеними до неї зовнішніми і внутрішніми силами.

Відкидаємо одну з частин балки, наприклад ліву, і поміщаємо у центрі ваги C перерізу тієї частини балки, що залишилась, початок ковзної системи координат, осі y і z якої збігаються з головними центральними осями перерізу. Дію відкинutoї лівої частини балки на праву частину треба замінити внутрішніми силами. Зовнішні сили, які діють на частину балки, що залишилась, можна привести до сили, яка проходить через центр ваги C перерізу, і пари сил, що обертає навколо нього. Тому внутрішні сили, які мають зрівноважувати зовнішні

сили, мусять також утворювати силу і пару сил. Це такі внутрішні сили (рис. 2.4, б):

1) поперечна сила $Q(x)$. яка являє собою рівнодіючу системи сил, що замінюють у даному перерізі дію відкинutoї частини балки на частину, що залишилась, напрямлену вздовж, осі у перерізу.

2) згинаючий момент $M(x)$, який являє собою момент системи сил, що замінюють у даному перерізі дію відкинutoї частини балки на частину, що залишилась, взятий відносно осі z перерізу.

При відкиданні правої частини балки її дію на ліву частину треба замінити зусиллями такої ж величини і зворотно напрямленими (рис. 2.4, в).

З умов рівноваги внутрішніх і зовнішніх сил, прикладених до частини балки, що залишилась, випливає, що внутрішні сили чисельно рівні відповідним зовнішнім силам.

Згинаючий момент в якому-небудь поперечному, перерізі балки рівний алгебраїчній сумі моментів зовнішніх сил, розташованих по одну сторону перерізу, взятих відносно осі z , цього ж перерізу; додатними вважаються моменти лівих сил, що обертають за ходом стрілки годинника, або правих сил, що обертають проти її ходу.

Поперечна сила в якому-небудь поперечному перерізі балки рівна алгебраїчній сумі проекцій на вісь y перерізу усіх зовнішніх сил, розташованих по одну сторону від нього; додатними вважаються ліві сили, напрямлені вгору, або праві сили, напрямлені вниз. На рис. 2.4, б, в показані додатні згинаючі моменти і поперечні сили.

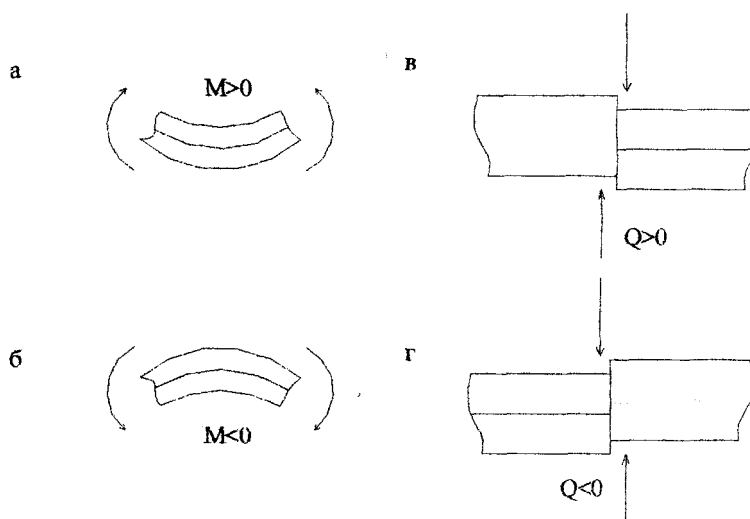


Рисунок 2.4 - Згинаючі моменти

Знаки згинаючих моментів і поперечних сил можна пов'язати з характером деформацій балки. При дії додатних згинаючих моментів опуклість зігнутої осі балки звернена вниз, при дії від'ємних моментів — вгору (рис. 2.5, а, б). При дії додатної поперечної сили зовнішні сили намагаються зсунути ліву частину балки вгору відносно правої, при дії від'ємної поперечної сили — навпаки (рис. 2.5.а,в,г). Використовуючи наведені вище правила обчислення згинаючих моментів і поперечних сил, одержимо для прикладу, поданого на рис. 2.4, а:

$$M(x) = Ax - P_1(x - a_1) = B(t - x) - P_2(a_2 - x);$$

$$Q(x) = A - P_1 = -B + P_2;$$

При відсутності поперечних сил згин називається чистим.

На основі аналітичних виразів для згинаючих моментів і поперечних сил можна будувати їх графіки, які називаються епюрами згинаючих моментів і поперечних сил.

В нашому випадку схема балки:

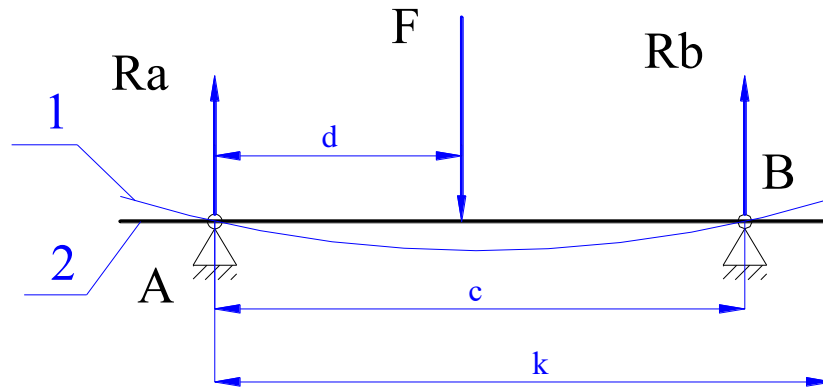


Рисунок 2.5 - Схема балки при дії сили

$F_{пн}$ - сила притиску пневмоциліндру: $F_{пн}=20$ Н.

K_a і K_b - реакція опор;

1 - деформована пружна лінія балки;

2 - недеформована пружна лінія балки;

Δl - величина абсолютної похибки, що викликана деформацією балки.

Запишемо рівняння пружної лінії у випадку наших деформації і сил:

$$y(x) = y_0 + \Theta_0 x + \frac{Q_0 x^3}{6EI_z} - \frac{F(x-d)^3}{6EI_z} \Big|_{x \geq d} + \frac{R_b(x-c)^3}{6EI_z} \Big|_{x \geq c}; \quad (2.1)$$

З креслення: $d=45$ мм; $c=90$ мм; $k=130$ мм.

Початкові умови з закріплення точок А і В

$$y_a = y_0 = 0$$

Θ - шукаємо з умови $y_0 = 0$, $x=90$.

$$0 = \Theta_0 * c - \frac{F(x-d)^3}{6EI_z} + \frac{R_a * c}{6EI_z};$$

$$\Theta_0 = \frac{F * d^2}{12EI_z} - \frac{R_a * c^2}{6EI_z};$$

$E=2.05 \cdot 10^5$ Н/мм²- модуль Юнга сталі;

$$I_z = \frac{bh^3}{12}; \quad (2.2)$$

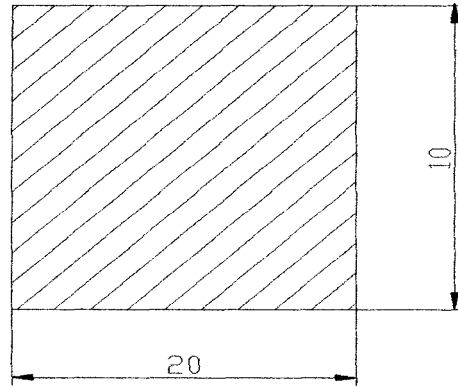


Рисунок 2.6 - Схема поперечного перерізу тензорезистивної балки постійного січення

Підставляємо в рівняння пружної лінії:

$$y(x) = \frac{I_0^2}{6EI_z} \left(\frac{E}{2} - 4R_a \right) x + \frac{R_a x^3}{6EI_z} - \frac{F(x-d)^3}{6EI_z} \Bigg|_{x \geq d} + \frac{R_b (x-c)^3}{6EI_z} \Bigg|_{x \geq c} ;$$

Виходячи з конструкції і навантаження:

$$\begin{cases} R_a + R_b = F \\ R_a = R_b \end{cases}$$

Таким чином

$$R_a = R_b = F/2$$

Знаходимо вираз для Δn в залежності від F :

$$\Delta n(x) = -\frac{35^2 Fx}{EI_z} + \frac{Fx^3}{12EI_z} - \frac{F(x-d)^3}{6EI_z} \Bigg|_{x \geq d} + \frac{F(x-c)^3}{12EI_z} \Bigg|_{x \geq c} ; \quad (2.3)$$

Для спрощеної моделі прогин в середині балки (при $d=c/2$)

$$\Delta n = F \cdot c^3 / (48 \cdot E \cdot I_x) \quad (2.4)$$

З врахуванням (2.2) рівняння приводиться до вигляду:

$$\Delta n = F \cdot c^3 / (4 \cdot E \cdot b \cdot h^3) . \quad (2.5)$$

Кут повороту балки на опорі

$$\Theta = F \cdot c^2 / (16 \cdot E \cdot I_x) . \quad (2.6)$$

Порівнюючи (2.4) та (2.6), знаходимо, що

$$\Theta = 3 \cdot \Delta n / c . \quad (2.7)$$

З врахуванням (2.7) прогин кінця балки

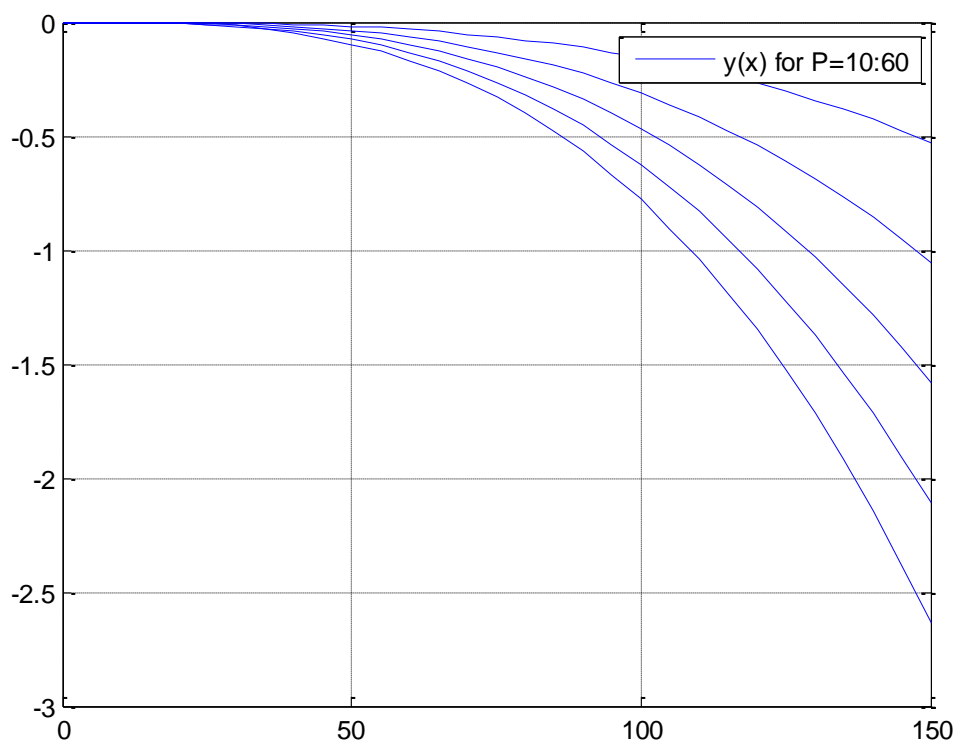
$$\Delta k = (k - c) \operatorname{tg}(3 \cdot \Delta n / c) . \quad (2.8)$$

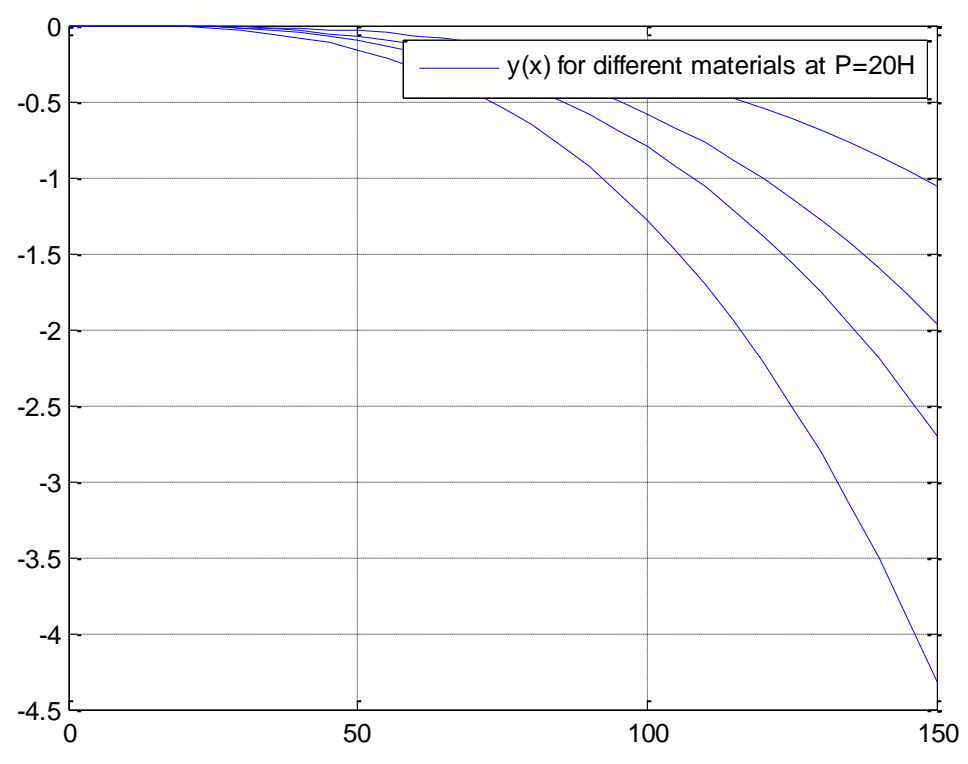
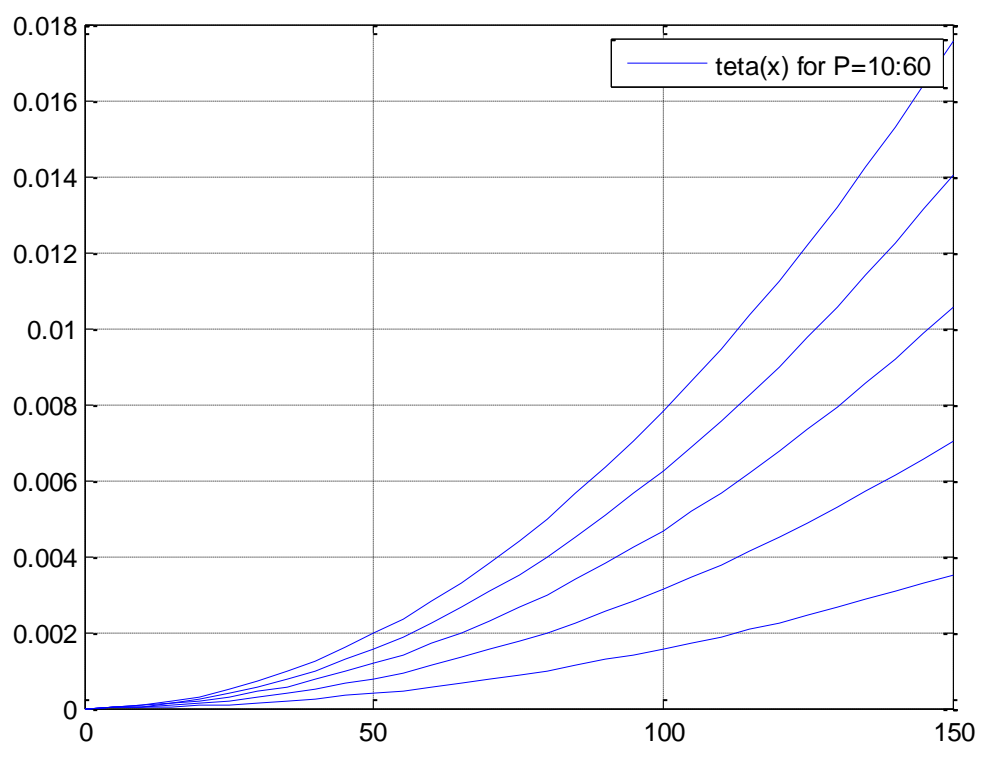
Використовуючи пакет Excel проведемо розрахунок значень прогинів балки в центральній частині та в кінці прольоту (таблиця 2.1).

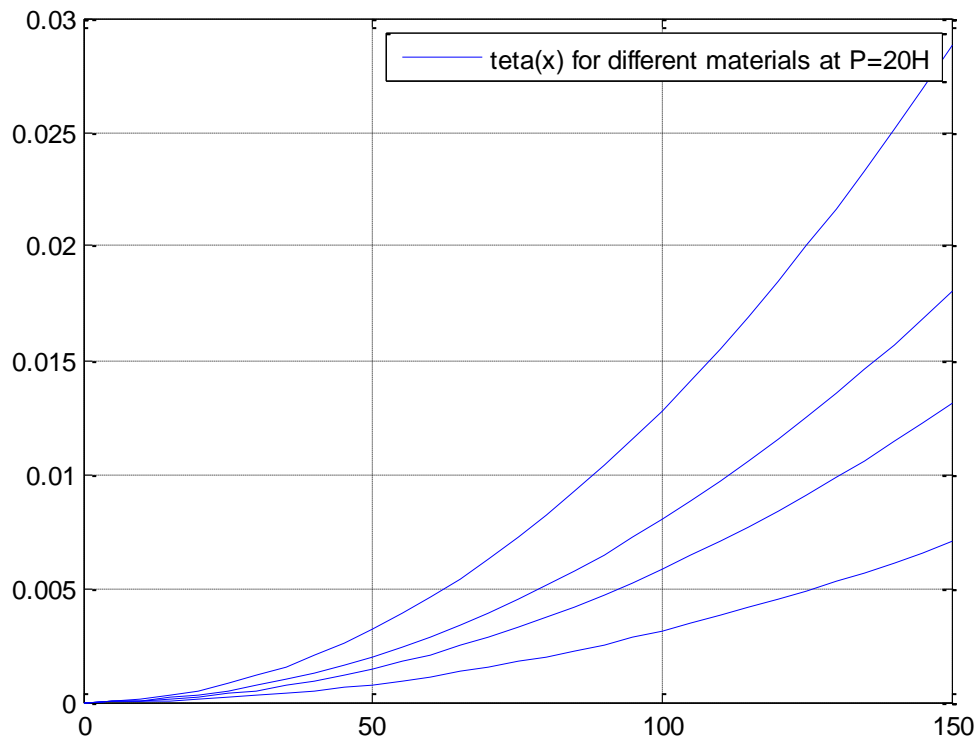
Таблиця 2.1 – Прогини балки (в мкм) для F в Н, розмірах – в мм

C	k	F	b	h	Прогин в центрі балки	Прогин на кінці балки
90	130	20	15	6	5,487804878	7,317073252
90	130	20	15	8	2,315167683	3,08689025
90	130	20	15	10	1,185365854	1,580487806
90	130	20	15	12	0,68597561	0,914634147
90	130	20	15	16	0,28939596	0,38586128
90	130	20	15	18	0,203252033	0,27100271
90	130	20	15	20	0,148170732	0,197560976
90	130	20	15	22	0,111322864	0,148430485
90	130	20	15	24	0,085746951	0,114329268
90	130	20	20	6	4,115853659	5,487804912
90	130	20	20	8	1,736375762	2,315167686
90	130	20	20	10	0,88902439	1,185365854
90	130	20	20	12	0,514481707	0,68597561
90	130	20	20	16	0,21704697	0,28939596
90	130	20	20	18	0,152439024	0,203252033
90	130	20	20	20	0,111128049	0,148170732
90	130	20	20	22	0,083492148	0,111322864
90	130	20	20	24	0,064310213	0,085746951
90	130	20	10	6	8,231707317	10,97561003
90	130	20	10	8	3,472751524	4,630335387
90	130	20	10	10	1,77804878	2,37073171
90	130	20	10	12	1,028963415	1,37195122
90	130	20	10	16	0,434093941	0,578791921
90	130	20	10	18	0,304878049	0,406504065
90	130	20	10	20	0,222256098	0,296341463
90	130	20	10	22	0,166984296	0,222645728
90	130	20	10	24	0,128620427	0,171493902

Висновок: Доцільно прийняти поперечний переріз балки $b=20$ мм, $h=10\dots 16$ мм, при яких похибка не буде перевищувати 1 мкм.







```

clear all
P=[10:10:60];
x=[0:5:150];
g=5e-3;
a=5;
l=1e3;
E=2.05e5;
lz=(a^4)/12;
J=a^2;
ro=7e-6;
E1=[2.05e5 1.1e5 .8e5 5e4];
ro1=[7e-6 5e-6 .3e-6 .2e-6];
for i=1:5;
k1=(P(i)+ro*J*l*g)/6/E/lz;
k2=ro*J*g/E/lz;
y=k1*(x.^3)-k2*(x.^4)/24;
plot(x,-y)
grid on
hold on
end
legend('y(x) for P=10:60')
figure

```

```

for i=1:5
k1=(P(i)+ro*J*I*g)/6/E/lz;
k2=ro*J*g/E/lz;
f=k1*(x.^2)-k2*(x.^3);
plot(x,f)
grid on
hold on
end
legend('teta(x) for P=10:60')
figure
for j=1:4
    k1=(P(2)+ro1(j)*J*I*g)/6/E1(j)/lz;
k2=ro1(j)*J*g/E1(j)/lz;
y1=k1*(x.^3)-k2*(x.^4)/24
plot(x,-y1)
grid on
hold on
end
legend('y(x)_ for different materials at P=20H')
figure
for i=1:4
    k1=(P(2)+ro1(i)*J*I*g)/6/E1(i)/lz;
k2=ro1(i)*J*g/E1(i)/lz;
f1=k1*(x.^2)-k2*(x.^3)
i
plot(x,f1)
grid on
hold on
end
legend('teta(x) for different materials at P=20H')
%
```

3 ЕЛЕКТРОНІКА, МІКРОПРОЦЕСОРНА ТЕХНІКА ТА САПР

3.1 Вимоги до функціональності та параметрів системи

Метою роботи є розробка системи керування пристроєм для вимірювання температурної деформації. Забезпечення безвідмовного функціонування вимірювальної техніки в робочому режимі, високої точності вимірювання технологічних параметрів є основною задачею метрологічного забезпечення АСК. Воно полягає в оцінці похибок на вимірювальному каналі з серійними ТЗА.

Існують такі види повірок ВК:

- первинна;
- періодична;
- позачергова.

Перша проводиться перед початком експлуатації або після ремонту. Періодична повірка проводиться під час експлуатації через міжповірочні періоди часу. Якщо замінюється хоча б один прилад, при інспекційній перевірці проводиться позачергова повірка.

При отриманні метрологічних характеристик, що не більші від тих, які приведені в свідоцтві про метрологічну атестацію, ВК можна вважати придатним для експлуатації.

При проведенні повірки застосовують такі засоби:

- зразкові засоби вимірювання;
- джерела зразкових сигналів;
- імітатори сигналів;
- прилади для контролю умов повірки;
- програмно-алгоритмічне забезпечення повірки;
- допоміжні засоби.

3.2 Способи реалізації заданих функцій.

Для вимірювання для вимірювання температурної деформації використовуємо тензорезистивні пристрої.

Основна частина схеми пристрою побудована на мікроконтролері ADuC841. Для роботи МК ADuC841 необхідне лише одне джерело живлення +5В.

Корпус МК ADuC841 має два виводи для підключення кварцевого резонатора, інтерфейс апаратного USART для зв'язку із персональною ЕОМ через драйвер узгодження сигналів MAX232.

Основу структури МК ADuC841 складає внутрішня двонаправлена 8-бітна шина, яка зв'язує між собою всі основні вузли: резидентну пам'ять, АЛУ, блок регістрів спеціальних функцій, пристрій керування і порти вводу-виводу.

Резидентна пам'ять складається з пам'яті програм і пам'яті даних.

3.3 Функціональна схема та опис принципу роботи

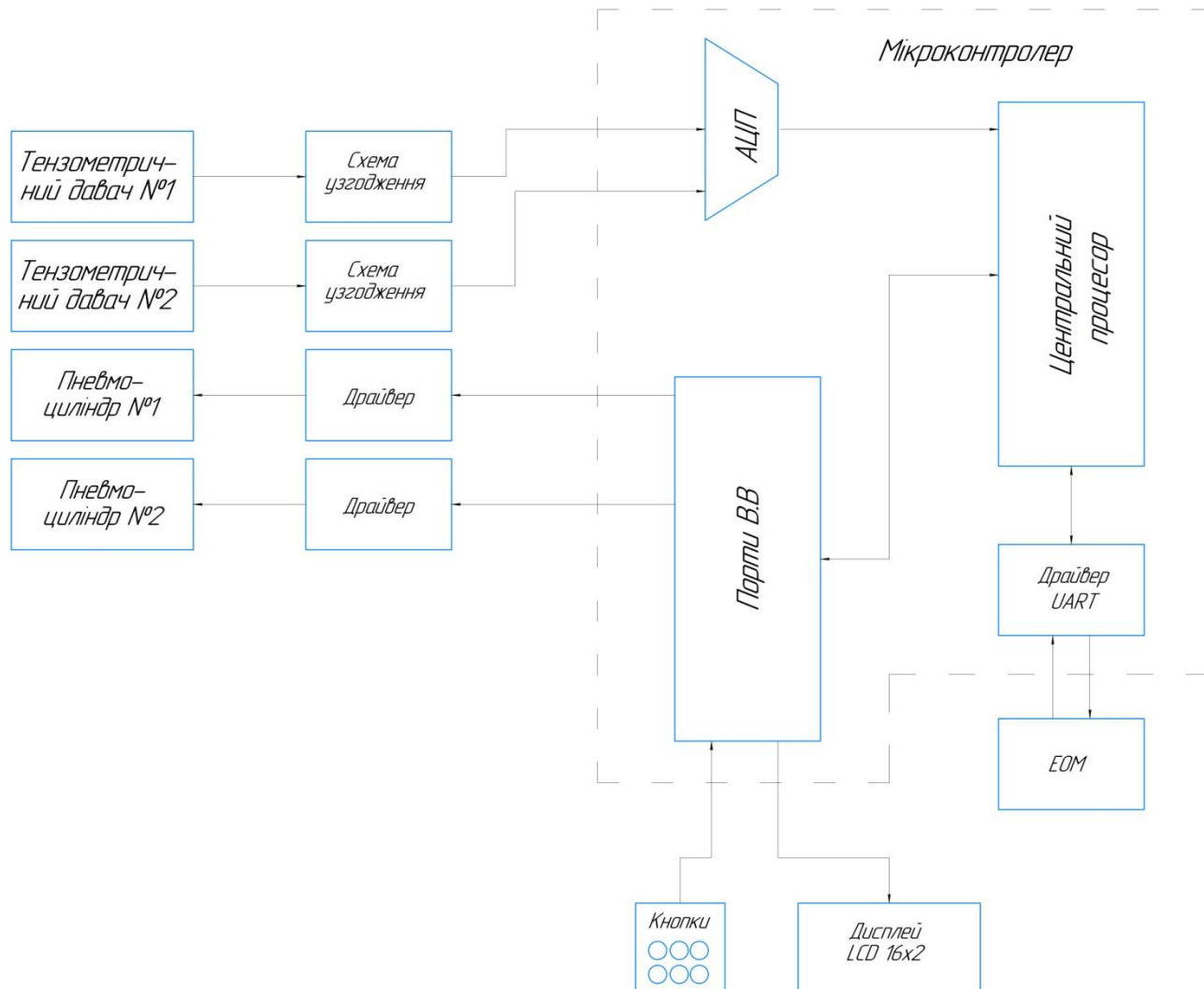


Рисунок 3.1 - Функціональна схема приладу

Працює прилад слідує таким чином. Після подачі живлення на схему, мікроконтролер переходить на нульову адресу резидентної пам'яті програм. Робота приладу повністю залежить від записаної програми керування.

За допомогою двох тензорезистивних датчиків вимірюються температурна деформація. Сигнали від датчиків підсилюються інструментальними підсилювачами.

Для зчитування ланих із датчиків використовуємо два канали аналого-цифрового перетворювача. Під час вимірювання прилад по черзі підключає кожен з датчиків і знімає з кожного по 10 показів. Результати записуються в комірки пам'яті РПД. Після вимірювання відображаються найменше та найбільше значення з кожного датчика.

Підсилені сигнали з датчиків подаються на входи АЦП. Дане АЦП є дванадцяти бітне. До схеми індикації та клавіатури відносяться такі елементи: Рідкокристалічний дисплей, який підключений до мікроконтролера в чотирьох бітному режимі. Для керування приладом використано тактові кнопки.

3.4 Розробка принципової схеми

Розрахунок метрологічних показників каналу вимірювання температури в десорбері проведено, використовуючи верхній рівень в SCADA системі. Для розрахунку скористаємось схемою повірки. Розрахунок метрологічних показників будемо проводити на основі експериментальних даних повірки. Для повірки термометра опору використовують взірцевий ртутний термометр типу ТЛ-7 з ціною поділки $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ і діапазоном вимірювання від 0°C до 300°C .

Результати досліджень при повільному збільшенні і зменшенні вимірюваної величини в діапазонах 10%, 20%, 40%, 60%, 80%, 100% шкали приведені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Значення температури при проведенні експерименту

Значення температури Зразкового, $^{\circ}\text{C}$	Номер експерименту				
	1	2	3	4	5
30	29,7	29,9	30,2	30,0	30,0
60	60,0	59,9	59,9	60	60,2
120	120,2	120,1	120,0	120,0	120,1
180	180,1	179,9	178,8	180	180,1
240	240,2	240,0	239,9	240	240
300	299,8	300,0	299,9	300,1	300
240	240,1	240,1	240,0	239,9	240,4
180	179,8	179,9	180,1	180,1	180
120	120,2	120,4	119,9	120	119,9
60	59,8	59,9	59,9	60	60
30	29,8	30,1	30,0	30	30,1

--	--	--	--	--	--

Похибка вимірювання при повільному збільшенні і зменшенні розраховується по формулі:

$$\Delta j_i = X_{\text{вих}} j^i - X_{g_i}, \quad (4.1)$$

де, Δj_i – абсолютна похибка вимірювального каналу в точці з діапазоном вимірювання, °С; $X_{\text{вих}} j^i$ – виміряне значення вихідного сигналу в точці j діапазону вимірювання, °С; X_{g_i} – дійсне (зразкове) значення сигналу X на вході вимірювального каналу в точці i діапазону вимірювання, °С, на основі цієї формули створимо таблицю абсолютних похибок при повільному збільшенні і зменшенні температури.

Таблиця 5.2 – Абсолютні значення похибок вимірювання температури

Номер експерименту	Абсолютна похибка °С											
	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$	$\Delta 4$	$\Delta 5$	$\Delta 6$	$\Delta' 6$	$\Delta' 5$	$\Delta' 4$	$\Delta' 3$	$\Delta' 2$	$\Delta' 1$
1	-0,3	0	0,2	0,1	0,2	-0,2	0,3	0,1	-0,2	0,2	-0,2	-0,2
2	-0,1	-0,1	0,1	-0,1	0	0	0,1	0,1	-0,1	0,4	-0,1	0,1
3	0,2	-0,1	0	-0,2	-0,1	-0,1	0	-0,3	0,1	-0,1	-0,1	0
4	0	0	0	0,3	0	0,1	-0,1	-0,1	0,1	0	0,1	0
5	0	0,2	0,1	0,1	0	0	0,1	0	0,4	-0,1	0	0,1

Оцінимо середнє значення абсолютних похибок в кожній точці діапазону вимірювання за формулою:

$$\Delta_{mj} = \frac{1}{n} \sum_{I=1}^n \Delta j_i ; \quad (4.2)$$

$$\Delta T_j = 1/n \sum_{I=1}^n \Delta^I j_i,$$

де, Δm_j – середнє значення абсолютної похибки вимірювання при підході до неї з сторони менших значень температури; ΔT_j – середнє значення абсолютної похибки вимірювання при підході зі сторони більших значень температури; n – кількість експериментів.

Підставивши числові значення в формулу (4.2) отримаєм:

$$\Delta m_1 = (-0,3-0,1+0,2+0+0)/5 = -0,04;$$

$$\Delta m_2 = 0;$$

$$\Delta m_3 = 0,08 ;$$

$$\Delta m_4 = 0,04 ;$$

$$\Delta m_5 = 0,02 ;$$

$$\Delta m_6 = 0,04 ;$$

$$\Delta m_7 = 0,02 ;$$

$$\Delta T_2 = 0,02 ;$$

$$\Delta T_3 = 0,06 ;$$

$$\Delta T_4 = 0,08 ;$$

$$\Delta T_5 = 0,06 ;$$

$$\Delta T_6 = 0.$$

Варіацію вимірюваного каналу визначимо як абсолютне значення різниці між значенням Δm_j і ΔT_j :

$$V_j = | \Delta m_j - \Delta T_j | \tag{4.3}$$

$$V_1 = |0,04 - 0,02| = 0,06;$$

$$V_2 = |0 - 0,02| = 0,02;$$

$$V_3 = |0,08 - 0,06| = 0,02;$$

$$V_4 = |0,04 - 0,08| = 0,04;$$

$$V_5 = |0,02 - 0,06| = 0,04;$$

$$V_6 = |0,04 - 0| = 0,04.$$

Оцінка варіації вимірювального каналу в точці j діапазону вимірювання – це найбільша по абсолютній величині варіації в точках діапазону повірки, тобто $v=0,06$.

Статична складова абсолютної похибки вимірюваного каналу в точці j повірки діапазону вимірювань визначається за формулою:

$$\Delta C_j = \frac{1}{n} \sum_{I=1}^n \Delta j_i \quad (4.4)$$

В якості оцінки систематичної похибки вимірюваного каналу приймаємо найбільше значення по абсолютній величині систематичної складової. Отже $C_j = 0,04$.

Визначимо випадкову складову абсолютної похибки, яка оцінюється середнім квадратичним відхиленням:

$$\delta_j(\Delta) = \frac{\sum (\Delta j_i - \Delta C_j)}{n-1}, \quad (4.5)$$

де n – об'єм виборки при визначенні метрологічних характеристик. Підставивши дані отримаємо, що

$$\delta_j(\Delta) = 0,1$$

Абсолютна похибка вимірного каналу визначається:

$$\Delta \leq |\Delta C_{\max}| + k |\delta_j(\Delta)|, \quad (4.6)$$

де, k – коефіцієнт, який визначається законом розподілу випадкої абсолютної похибки і прийнятої довірливої вірогідності $h = 1,65$.

$$\Delta \leq 0,06 + 1,65 \times 0,1$$

$$\Delta \leq 0,225$$

Приведену похибку знаходимо:

$$J^0 = (\Delta \times 100) / X_n, \quad (4.7)$$

де X_n – нормуюче значення вимірювальної величини

$$j^0 = (0,225 \times 100) / 300 = 0,075$$

Оскільки $j^0 = 0,075$, то вимірювальний канал системи автоматичного регулювання температури на базі отриманих засобів автоматизації задовольняє вимоги точності і придатний до експлуатації.

4 ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

4.1 Характеристика технічного рівня спроектованого пристрою

Економічна частина магістерської роботи розробляється після завершення конструкторсько-технологічної частини. Основні завдання, які підлягають вирішенню в цій частині є такими:

- характеристика технічного рівня приладу;
- планування технологічної підготовки виробництва спроектованого приладу (визначення трудомісткості і обсягу робіт конструкторської підготовки виробництва, визначення трудомісткості і обсягу робіт технологічної підготовки виробництва);
- визначення економічної ефективності нового приладу (розрахунок затрат на виготовлення і використання нового приладу, розрахунок затрат на виготовлення нового приладу, визначення лімітної ціни нового приладу, визначення затрат по експлуатації нового приладу);
- розрахунок економічного ефекту від виготовлення і експлуатації приладу за розрахунковий період.

На завершенні роботи зробити необхідні висновки і пропозиції щодо тих завдань, які перераховані вище.

4.2 Характеристика технічного рівня проектного пристрою

Даний пристрій для вимірювання температурної деформації. Серійність випуску даного пристрою можна взяти з того, що випуск деталі (деталь на КР з технології приладобудування) є одним з основних елементів приладу, прийнято 3500 шт. в рік, тому припускаємо, що випуск даного приладу становить 3500 шт. в рік.

Конструктивні особливості “Установки для вимірювання температурної деформації твердих тіл” впливають з того, що потрібно розробити і спроектувати для того, щоб сам прилад відповідав тим вимогам щодо якості і точності, які перед ним ставляться.

Таблиця 4.1 - Показники технічного рівня і якості проектного приладу

Показники	Одиниця показника	Значення показників		Результати диф. оцінки технічного рівня спроектованого приладу
		Проектуючого приладу	Замінювального приладу (різьбомір)	
Призначення	коэф.	1	1	В
Надійність	коэф.	1	0,8	В
Продуктивність	шт./год.	2	1	В
Уніфікація і стандартизація	коэф.	0,9	0,7	В
Екологічні	коэф.	0,95	0,95	В
Безпеки	коэф.	0,8	0,8	В

Результати диференційної оцінки технічного рівня і якості проектного приладу в порівнянні з кращими світовими досягненнями позначаються так:

“П” – перевищує; “В” - відповідає; “Н” – не відповідає.

Розрахуємо комплексний показник якості проектного приладу за формулою:

$$P_k = \sum_{i=1}^n K_i \times D_i;$$

де P_k – комплексний показник якості;

K_i – відносні показники якості;

D_i – коефіцієнти вагомості одного одиничного показника якості, який визначає його відносну значимість ($\sum_{i=1}^n D_i = 1$)

Отже, комплексний показник якості буде:

$$P_k = \sum_{i=1}^n K_i \times D_i = 1 \times 0,3 + 1,42 \times 0,3 + 1,5 \times 0,1 + 1,28 \times 0,15 + 1 \times 0,1 + 1,18 \times 0,15 = 1,758$$

Числа 1,42; 1,5; 1,28; 1; 1,18 - відносні показники якості: показники призначення, надійності, продуктивності, уніфікації і стандартизації, екологічні і показники безпеки.

4.3 Планування технічної підготовки виробництва проектного пристрою

Даний підрозділ включає:

- визначення трудомісткості і обсягу робіт конструкторської підготовки виробництва;
- розрахунок трудомісткості і обсягу робіт технологічної підготовки виробництва.

4.3.1 Визначення трудомісткості і обсягу робіт конструкторської підготовки виробництва

Трудомісткість окремого етапу конструкторської підготовки визначається за формулою:

$$T_{ki} = H_{ix} \times O_n \times K_C \times K_\Gamma \times K_\Phi$$

- H_{ix} – норма часу на одну облікову одиницю конструкторської підготовки в розрахунку на одну деталь і-того вузла в залежності від ступеня складності і новизни цього вузла;
- O_n - об'єкт конструкторської підготовки виробництва;
- K_C – коефіцієнт серійності виробництва;
- K_Γ – коефіцієнт габаритності в залежності від маси проектуючих конструкцій;
- K_Φ – величина поправочних коефіцієнтів.

Етапи конструювання:

Технічне завдання:

$$T_{k1} = 122 * 0,6 * 0,5 = 36,6 \text{ (нормо-годин)}$$

Технічна пропозиція:

$$T_{k2} = 651 * 1 * 0,1 = 65,1 \text{ (нормо-годин)}$$

Ескізний проект:

$$T_{k3} = 672 * 1 * 1,1 * 0,45 = 332 \text{ (нормо-годин)}$$

Технічний проект:

$$T_{k4} = 6,8 * 1 * 1,8 * 1,1 * 1 = 13,46 \text{ (нормо-годин)}$$

Робочий проект:

$$T_{k5} = 7,9 * 1 * 2 * 1,1 * 1 = 17,38 \text{ (нормо-годин)}$$

Розробка робочої документації:

$$T_{k6} = 8,1 * 1 * 1 = 8,1 \text{ (нормо-годин)}$$

Розробка емпіричних схем виробу:

$$T_{k7} = 323 * 1 * 1 = 323 \text{ (нормо-годин)}$$

Програми і методика випробувань:

$$T_{k8} = 270 * 1 * 1 = 270 \text{ (нормо-годин)}$$

Складання технічних умов:

$$T_{к9}=270*1*1=270 \text{ (нормо-годин)}$$

Участь у відладці дослідного взірця:

$$T_{к10}=6\% \text{ трудомісткості технічного і робочого проєктів.}$$

$$T_{к10}=1,85 \text{ (нормо-годин).}$$

Результати розрахунку трудомісткості конструкторської підготовки виробництва зводимо в таблицю 4.2

Таблиця 4.2 - Розрахунок трудомісткості інструкторської підготовки виробництва

Назва конструктор. Документації	Стадії проєктування	Кількість облікових одиниць	Норма часу	Трудомісткість загал. обсягу робіт	Кваліфікація виконавця (розряд)
Технічне завдання	A4	2	122	36,6	5
Технічна пропозиція	A4	2	651	65,1	4
Ескізний проєкт	A1	2	672	332	4
Технічний проєкт	A1	2	6,8	13,46	4
Робочий проєкт	A1	2	7,9	17,38	3
Розробка робочої документації	A4	4	8,1	8,1	3
Розробка емпіричних схем виробу	A1	8	323	323	3
Програми і методики випрабувань	A4	3	240	240	3
Складання технічних умов	A4	5	270	270	3
Участь у відладці дослідного взірця	-	-	-	1,85	3
Всього по КПВ	X	X	X	≈1300	

4.3.2 Визначення трудомісткості і обсягу робіт технологічної підготовки виробництва

У відповідності із ЭСПВ встановленні такі етапи технологічної підготовки виробництва. Технологічний контроль креслень, складання місцевих технологічних маршрутів, розробка технологічних процесів, проектування і виготовлення технологічного оснащення і наладка і впровадження технологічних процесів.

Трудомісткість технологічної підготовки виробництва визначається за формулою:

$$T_{TI} = H_{чм} * N_{\partial},$$

де T_{TI} - технологічної підготовки виробництва по і-тому етапі ;

$H_{чм}$ – норма часу на проектування технологічного процесу виготовлення однієї деталі;

N_{∂} - кількість облікових одиниць (найменувань деталей).

Результати розрахунку зводимо в таблицю 4.3

Таблиця 4.3 - Розрахунок трудомісткості технологічної підготовки виробництва

Етапи технологічної підготовки виробництва	Кількість облікових одиниць	Норма часу на одну облікову одиницю	Трудомісткість загального об'єму робіт (люд./год.)	Кваліфікація виконавців
Розробка маршрутної технології	23	10,7	246,1	4
Розробка укрупленої технології	33	31,6	1042,8	3
Розробка операційної технології	35	90,2	3157	3
Всього на ТПВ	X	X	4445,9	X

4.4 Визначення економічної ефективності пристрою

4.4.1 Економічний ефект визначається по умовах використання проєктованого пристрою за розрахунковий період

$$E_{rp} = R_{rp} - Z_{rp}$$

де E_{rp} – економічний ефект за розрахунковий період;

R_{rp} – вартісна оцінка результатів використання нового приладу за розрахунковий період;

Z_{rp} – вартість оцінки результатів нового приладу за розрахунковий період.

Розрахунковий період, за який визначається економічний ефект, розраховується за формулою:

$$T_r = T_{rn} + T_v + T_e;$$

де T_r – величина розрахункового періоду;

T_{rn} – тривалість робіт по ТПВ;

T_v – тривалість виготовлення нового приладу;

T_e – тривалість часу використання нового приладу.

Визначається за формулою:

$$T_c = \frac{100 \cdot (P_v + B_d - L_v)}{P_v \cdot N_a};$$

де: T_c – строки служби приладу;

P_v – початкова вартість приладу;

B_d – вартість демонтажу;

L_v – залишкова вартість приладу;

N_a – норма амортизаційних відрахувань.

Розрахуємо значення строку служби за формулою:

$$T_c = \frac{100 \cdot (P_e + B_d - L_e)}{P_e \cdot H_a} = \frac{100 \cdot (2921 + 400 - 250)}{2921 \cdot 18,8} = 5,6 = 5 \text{ років};$$

Економічний ефект визначається по умовах використання нового приладу за розрахунковий період, за формулою:

$$E_{pp} = P_{pp} - Z_{pp} = 14605 - 11000 = 3605 \text{ (грн.)}$$

4.4.2 Розрахунок затрат на виготовлення нового пристрою

Затрати на виготовлення розраховуємо за формулою:

$$Z_{ВП} = \sum_{t=l_1}^m (Z_{пвт} + K_t - L_e) \cdot K_{пвт},$$

де: $Z_{вл}$ – затрати на виробництво нового приладу за розрахунковий період;

$Z_{пвт}$ – поточні затрати на виробництво нового приладу в t -ому році.

Затрати на виробництво нового приладу, включаючи амортизаційні відрахування., за розрахунковий період слід визначати за формулою:

$$Z_{ВП} = \sum_{t=m}^m Z_{пвт} \cdot K_{пвт};$$

Затрати на сировину і матеріали розраховують на основі норми їх витрат і відповідних цін за формулою:

$$M_z = \sum_{i=1}^n H_{mi} \cdot C_{oi},$$

де: M_z – затрати на сировину і матеріали;

H_{mi} – норма затрат i -тих сировину і матеріали;

C_{oi} – оптова ціна за одиницю витрат;

$$M_z = 15 \cdot 30 = 150 \text{ (грн.)}$$

Із визначеної суми затрат вираховується величина повернутих відходів. Їх розмір можна прийняти на рівні 2-3% від затрат сировини і матеріалів. Величина повернутих відходів становить 9 (грн.). Треба додати транспортно-заготівельні затрати на рівні 6-10% вони будуть становити 27 (грн.) Результати розрахунку затрат на сировину і матеріали вводимо в таблицю 4.4

Таблиця 4.4 - Визначення затрат на сировину і матеріали

Найменування матеріальних ресурсів	Одиниця виміру	Норми витрат на виготовлення приладу (кг.)	Ціна за одиницю часу (грн.)	Затрати на сировину і матеріали (грн.)	Величина відходів (грн.)	Затрати на сировину і матеріали без відрахувань відходів (грн.)	Транспортно-заготівельні витрати (грн)	Загальна сума затрат на сировину і матеріали (грн.)
1. Сировина і матеріали	0,015	40	1,3	50	2,5	47,5	5	50
Сталь5 (45) Чавун			1,45 1					
2. Допоміжні матеріали, що використовуються для приладу	0,003	0,3	0,6	4,8	-	4,8	-	4,8
Каучук, резина			0,65					
Разом	0,018	15,3	4,9	54,8	2,5	52,3	5	54,8

Розрахунок вартості купованих готових напівфабрикатів і виробів проводиться за формулою:

$$\text{Кад} = \sum_{i=1}^n N_i * C_{i1},$$

де: Кад – вартість сировинних напівфабрикатів і деталей, що входять в прилад;

N_i – кількість і-тих купованих деталей, що входять в прилад;

C_{i1} – оптова ціна одиниці і-тих купованих деталей.

Розрахункова вартість купованих напівфабрикатів, деталей і виробів збільшується на величину транспортно-заготівельних витрат в розмірі 6-10% від преїскурантної вартості.

Результати, купованих деталей, розрахунку витрат, зводимо в таблицю 4.5.

Таблиця 4.5 - Розрахунок затрат на куповані деталі

Найменування комплектуючих виробів	Кількість на 1 виріб, шт	Ціна за одиницю, грн.	Сума, грн.	Транспортно-заготівельні затрати, грн.	Загальні затрати на куповані деталі, грн.
1. Пневноциліндр	2	200	400	40	440

Величина затрат на підготовку і освоєння виробництва нового приладу визначається:

$$ЗПо = ЗПод * 100 / ЗПав = 9306 * 100 / 75 = 12408 \text{ (грн.)};$$

ЗПо – затрати на підготовку і освоєння виробництва;

ЗПАВ – питома вага основної і додаткової зарплати.

Доля затрат на підготовку і освоєння виробництва, яка відведена на 1 прилад, визначається:

$$ЗПол = ЗПо * 0,5 / Nп$$

Nп – середньорічна програма випуску приладів.

$$ЗПол = 12408 * 0,5 / 3000 = 20,68 \approx 21 \text{ (грн.)};$$

Сума затрат на утримання і експлуатацію обладнання розраховується за в 5 до основної зарплати виробничих працівників.

Проценти цих затрат визначаються за формулою:

$$P_{ue} = Z_{ue} * 100 / Z_{об4}$$

P_{ue} – процент витрат на утримання і експлуатацію обладнання;

Z_{ue} – затрати на утримання і експлуатацію обладнання;

Z_{об} – основна зарплата виробничих працівників.

$$P_{ue} = 75 * 100 / 93 * 4 = 20,16\%$$

Величина поза виробничих затрат розраховується в % до виробничої собівартості і визначається за формулою:

$$\text{Пав} = \text{ПВ} * \text{Зз} * 100 / \text{Свз};$$

Затрати на паливо та технологічні цілі визначається так:

$$\text{Зпт} = \sum_{i=1}^n \text{Hni} * \text{Цni} * \text{Зnm} = 3,5 * 0,9 = 3,15 \text{ (грн.)};$$

Затрати енергії на технологічні цілі визначається за формулою:

$$\text{Зет} = \sum_{i=1}^1 \text{Неi} * \text{Теi}, \text{ де } \text{Зеi} = 50 * 0,17 = 8,5 \text{ (грн.)}$$

Зеi – затрати на енергію;

Неi – норма витрат i -того виду енергії на виготовлення одного приладу;

Теi – тариф за одиницю витрат.

В розрахунку затрат на технологічне паливо треба врахувати транспортно-заготівельні витрати в розмірі 6-10% від вартості, воно становитиме 0,315 грн. і загальна сума буде рівною 3,465 грн.

Затрати на основну заробітну плату виробничих працівників зайнятих виготовленням приладу, визначається на основі даних про трудомісткість виготовлення всіх деталей по видах робіт, величину тарифних ставок відповідних розрядів, та процент зарплат, що входять до основної зарплати робітників.

$$\text{Зо} = \sum_{i=1}^n \text{Pi} * \text{РСi} * \text{Кд},$$

де Зо – затрати на основну заробітну плату;

Pi – трудомісткість i -тих видів робіт по виготовленню приладу;

РСi – величина тарифної ставки, що відповідає середньому розрядові i -тих видів робіт;

Кд – коефіцієнт доплат, що входять до основної заробітної плати.

Результати розрахунку трудомісткості робіт по виготовленні приладу зводимо у таблицю 4.6

Таблиця 4.6 - Розрахунок трудомісткості робіт по виготовленню приладу

Перелік деталей, вузлів, що виготовляються	Трудомісткість робіт, нормо-годин			
	Заготівельних	Механічних	Гальванічних	Фарбувальних
1	2	3	4	5
1. Основа	12	3	1,5	0,3
2. Основна стійка	15	5	2	0,3
3. Контрольний стіл	8	2,5	1	0,3
4. Система руху датчика вимірювання	4	1,5	0,5	0,3
5. Кріплення пристрою	7	2,3	0,7	0,3
6. Обмежувач руху	7	2,3	0,7	0,3
7. Коромисло	8	2,5	1	0,3
8. Шток	10	2,8	1,25	0,3
9. Тензодатчик	10	2,8	1,25	0,3
Сума	81	24,7	9,9	2,7

Величина тарифної ставки, яка відповідає середньому тарифному розрядові і-тих видів робіт визначається так:

$$TC_i = T_{ci} * T_{nc}$$

де: TC_1 – величина тарифної ставки 1-го розряду.

Середній тарифний коефіцієнт визначається так:

$$T_{nc} = \frac{\sum_{i=1}^n K_i * P_{ij}}{\sum_{i=1}^n P_{ij}};$$

K_i – тарифні коефіцієнти і-тих розрядів;

P_{ij} – трудомісткість і-тих робіт j-тих розрядів.

Результати розрахунку зарплати виробничих робітників зводимо в таблицю 4.7

Таблиця 4.7 - Розрахунок затрат на зарплату робітників

Види роботи і розряди	Трудомісткість робіт (норми-годин)	Годинна тарифна ставка відповідно розряду (грн.)	Величина тарифної зарплати, тис.грн.	Коефіцієнт доплати до основної зарплати	Коефіцієнт додаткової зарплати	Величина додаткової зарплати, грн.	Величина основної зарплати, грн.	Сума основної і додаткової зарплати, грн
1. Заготівельні процеси								
1 розряду	33	0,70	23,1					
2 розряду	35	0,763	26,105					
3 розряду	38	0,84	31,92					
4 розряду	15	0,945	14,175					
2. Механічна обробка								
1 розряду	11	0,70	7,7					
2 розряду	10,5	0,763	8,0115					
3 розряду	8	0,84	6,72					
4 розряду	6	0,945	5,67					
Сума	156,5	-	0,110	1,35	0,1	7,5	75	82,5

Відрахування на соціальне страхування визначається в % до всієї зарплати виробничих робітників і становить 37,5%, отже це становить 30,93 грн.

До затрат на підготовку і освоєння виробництва відносяться затрати на проектування, розробку технологічного процесу, проектування інструменту і технологічного оснащення, якість виробів.

Дані розрахунки ведеться в такій послідовності:

- визначається чисельність конструкторів і технологів за формулою:

$$\text{ЧПт} = \text{Тчн} / \text{Бч} * \text{Кеп};$$

$$\text{ЧПт} = 396,8 / 73 * 1,1 = 5 \text{ (чол.)}$$

- проводити розподіл працівників на кваліфікаційні групи;

- розраховується сума зарплати працівників за окладами:

$$ЗПо = \sum_{i=1}^n O_i * ЧП_i * 12;$$

ЗПо – для зарплати працівників, зайнятих ТПВ;

O_i – розмір місячних окладів i -тих категорій працівників;

$$ЗПо = 470 * 12 = 5640 \text{ (грн.)}$$

- визначається величина основної і додаткової зарплат працівників:

$$ЗПод = Зпо * (1 + Кд);$$

ЗПод – сума основної і додаткової зарплат робітників;

Кд – коефіцієнт додаткової зарплати:

$$ЗПод = 5640 * (1 + 0,65) = 9306 \text{ (грн.)}$$

Знаючи питому вагу основної і додаткової зарплати в затратах на підготовку і освоєння приладу-аналогу, величина затрат на підготовку і освоєння виробництва нового приладу визначається за формулою:

$$ЗПо = \frac{ЗПод * 100}{ЗПв},$$

де: Зпо – затрати на підготовку і освоєння виробництва;

ЗПв – питома вага основної і додаткової зарплати в затратах на підготовку і освоєння виробництва.

$$ЗПо = \frac{9306 * 100}{37} = 25151 \text{ (грн.);}$$

Величина поза виробничих затрат розраховується в % до виробничої собівартості.

Її значення визначається за формулою:

$$Ппв = \frac{ПВЗз \cdot 100}{Свз};$$

Ппв – процент поза виробничих затрат.

ПВЗз – сума поза виробничих затрат заводу.

Свз – виробнича собівартість всієї продукції заводу.

$$Ппв = \frac{5500 \cdot 100}{4381500} = 0.125\%$$

Таблиця 4.8 - Величина поточних затрат на виготовлення приладу в 2018 році (тис.грн.)

Статті калькуляції	Сума затрат по варіантах (тис.грн.)	
	Базовий варіант	Проектний варіант
1. Сировина і матеріали за мінусом відходів	0,01	0,05
2. Куповані вироби	-	0,44
3. Паливо і енергія	0,004;0,0067	0,00315;0,0085
4. Основна і додаткова зарплата робітників	0,275;0,0255	0,375;0,0375
5. Нарахування на соціальні страхування	0,021	0,030
6. Витрати на підготовку і освоєння в-ва	1,602	0,408
7. Витрати на утримання і експлуатацію	0,001	0,094
8. Позавиробничі витрати	0,022	0,036
Всього	8,602	2,264

4.4 Визначення лімітної ціни нового пристрою

Лімітна ціна – максимальна оптова ціна, яка відповідає певним технічно-економічним параметрам нового приладу, відображає покращення її споживчих властивостей і зацікавлює споживача нового приладу в його використанні.

Розраховується за формулою:

$$Цл = Спм + Пн;$$

Цл – лімітна ціна нового приладу;

Спм – максимальний рівень повної собівартості нового приладу;

Пн – нормативна величина прибутку (15% від собівартості).

Собівартість нового приладу визначається за формулою:

$$Спм=0,85*Спа*Пн;$$

Спа – повна собівартість приладу взірця;

Спм – $0,85*1700*1,758=2540$ (грн.);

$$Цл=2540+381=2921 \text{ (грн.)}$$

4.4.4 Визначення затрат по експлуатації пристрою

Розрахунок затрат по експлуатації приладу за розрахунковий період визначається за формулою:

$$Зеп=\sum_{t=w}^m (ПЗевт + Кт - Lt) * Knpt ;$$

$$Зеп=(94+10-15)*1,5=133,5\approx 134 \text{ (грн.)}$$

Поточні закупки по використанню приладу розрахувати за двома напрямками:

а) експлуатаційні витрати в робочому процесі де використовується прилад;

б) витрати на експлуатацію приладу;

Величина поточних експлуатаційних витрат за весь строк експлуатації приладу складається з таких статей:

$$Зз=\sum_{i=1}^t Змоi + \sum_{i=1}^t Змдi + \sum_{i=1}^t Зднi + \sum_{i=1}^t Зеi + \sum_{i=1}^t Зpi + \sum_{i=1}^t Зii + \sum_{i=1}^t Збi + \sum_{i=1}^t Зни + \sum_{i=1}^t Зднi ;$$

Затрати на основні матеріали розраховуються так:

а) базового періоду:

$$З^6_{\text{моі}} = \sum_{i=1}^n \text{Моі} * \text{Цоі};$$

Моі – річні витрати і-того матеріалу в техн. процесі;

Цоі – ціна одиниці і-того основного матеріалу, що використовується в технологічному процесі.

$$З^6_{\text{моі}} = 1 * 47,5 * 3,3 = 1556,75 \text{ (грн.)}$$

б) проектного варіанту:

$$З^{\text{п}}_{\text{моі}} = \sum_{i=1}^n \text{М'оі} * \text{Цоі};$$

М'оі = Ивм * N;

М'оі = 15 * 1 = 15 (грн.);

З^п_{моі} = 15 * 3,3 = 49,5 (грн.)

а) базового варіанту:

$$З^6_{\text{мді}} = \left(\sum_{i=1}^n (\text{Ндмі} * \text{Цді}) * \frac{\text{П2}}{\text{П1}} \right);$$

Ндмі – річна норма витрат і-того допоміжного матеріалу по експлуатації;

Цді – ціна одиниці і-того допоміжного матеріалу;

П2 – річна продуктивність нового приладу;

П1 – річна продуктивність замінюваного приладу.

$$З^{\text{п}}_{\text{мді}} = \left(\sum_{i=1}^n (\text{Н'дмі} * \text{Цді}) * \frac{\text{П2}}{\text{П1}} \right) = (4,8 * 1,6) * 2 / 1 = 15,36 \text{ (грн.)};$$

б) проектного варіанту:

$$З^{\text{п}}_{\text{мді}} = \sum_{i=1}^n (\text{Н'дмі} * \text{Цді}) = 4,8 * 1,6 = 7,18 \text{ (грн.)};$$

Затрати на основну і додаткову зарплати вз нарахуванням визначаються так:

а) базового варіанту:

$$З_{дпi} = \frac{t1}{60} T C_i (1 + K_{до}) (1 + K_{дд}) (1 + K_{вз}) * П2,$$

де $t1$ – час однієї вимірювальної дії замінюваного приладу;

PC_i – годинні тарифні ставки робітників i -того розряду;

$K_{до}$ – коефіцієнт доплати;

$K_{дд}$ – коефіцієнт додаткової зарплати;

$K_{вз}$ – коефіцієнт відрахувань на зарплату.

$$З_{зпi}^6 = \frac{25}{60} * 0.7 (1 + 1.35) * (1 + 1.1) * (1 + 0.375) * 600 = 1187.5 \text{ (грн.)};$$

б) проектного варіанту:

$$З_{дпi}^n = \frac{t2}{60} T C_i (1 + K_{до}) (1 + K_{дд}) (1 + K_{вз}) * П2 = \frac{6}{60} * 0.7 (1 + 0.4) * (1 + 0.11) * (1 + 0.52) * 600 = 99.20$$

Затрати на енергію розраховуються за формулою:

а) базового варіанту:

$$З_{ei}^6 = M_i * (t1/60) * П2 * a;$$

M_i – потужність споживана в технологічному процесі де використовується замінюваний прилад;

a – тариф за квт/год, (грн.)

$$З_{ei}^6 = 1500 * (45/60) * 1 * 0,14 = 157,5 \text{ (грн.)};$$

б) проектного варіанту:

$$З_{ei}^n = M_i * (t2/60) * a = 1300 * (25/60) * 2 * 0,14 = 75,83 \text{ (грн.)};$$

Затрати на ремонт приладу і технологічного обладнання складаються з:

$$З_{рі} = З_{рпі} + З_{роі};$$

З_{рпі} – затрати на ремонт приладу;

З_{роі} – затрати на ремонт технологічного обладнання.

Затрати на ремонт приладу розраховують так:

а) базового варіанту:

$$З^b_{рпі} = З_{рбі} * (П2/П1) * К_{пн} * К_{еф};$$

$$З^b_{рпі} = 9 * 2/1 * 1,6 * 0,5 = 14,4 \text{ (грн.)};$$

Затрати на ремонт технологічного обладнання, продуктивність якого зростає в результаті підвищення надійності приладу:

а) базового варіанту:

$$З_{роі} = (В_{то} * P) / 100 * (П2/П1) = 16250 * 0,7 / 100 * 2/1 = 227,5 \text{ (грн.)};$$

б) проектного варіанту:

$$З_{роі} = В_{то} * P / 100 = 113,15 \text{ (грн.)};$$

Затрати на ремонт приладу в і-тому році його експлуатації можна розрахувати за формулою:

$$З_{рпі} = В_{мі} + З_{пі} * (1 + К_{пн} / 100);$$

$$З_{рпі} = 8,4 + 37,8 * (1 + 0,8 / 100) = 46,5 \text{ (грн.)};$$

Отже, затрати на ремонт приладу і технологічного обладнання становлять:

а) базового варіанту:

$$З_{р} = 14,4 + 227,5 = 241,9 \approx 242 \text{ (грн.)};$$

б) проектного варіанту:

$$З_{р} = 12 + 113,75 = 126 \text{ (грн.)};$$

Річні затрати на заробітну плату за зміну (ремонт) елементів розраховуються:

а) базового варіанту:

$$\begin{aligned} Z_{\Pi}^{\delta} &= \left(\sum_{i=1}^n E_{ji} \cdot t_{1i} / 60 \cdot TC \right) \cdot (1 + K_{\delta o}) \cdot (1 + K_{\delta \delta}) \cdot (1 + K_{\delta z}) \cdot (\Pi_2 / \Pi_1) = \\ &= (4 \cdot 45 / 60 \cdot 1,2) \cdot (1 + 0,4) \cdot (1 + 0,1) \cdot (1 + 0,6) \cdot (2 / 1) = 14,78 \text{ (грн.)}; \end{aligned}$$

б) проектного варіанту:

$$\begin{aligned} Z_{\Pi}^{\Pi} &= \left(\sum_{i=1}^n E_{ji} \cdot t_{1i} / 60 \cdot TC \right) \cdot (1 + K_{\delta o}) \cdot (1 + K_{\delta \delta}) \cdot (1 + K_{\delta z}) = \\ &= (3 \cdot 50 / 60 \cdot 2,3) \cdot (1 + 0,4) \cdot (1 + 0,11) \cdot (1 + 0,52) = 19,84 \text{ (грн.)} \end{aligned}$$

Затрати на інструмент (обробний і вимірювальний) враховується лише у випадках його виходу зладу, або коли його вартість висока і розраховують так:

а) базового варіанту:

$$Z_{\Pi}^{\delta} = \sum_{i=1}^{l_0} \frac{t_{oi} \cdot 2}{C_{oi}} \cdot C_i + \sum_{u=1}^{l_6} \frac{t_{\delta u} \cdot 2}{C_{\delta u}} \cdot C_i;$$

де t_{oi} – час обробки i -тим інструментом одного виробу для замінюваного приладу;

C_{oi} – стійкість i -того виду обробного інструменту, год.;

C_i – ціни одиниці i -того інструменту;

$t_{\delta u}$ – час вимірювань i -тим інструментом одного виробу для замінюваного приладу;

$C_{\delta u}$ – стійкість i -того виду вимірювального інструменту, год.;

l_0, l_6 – кількість найменувань обробного і вимірювального інструментів;

$$Z_{\Pi}^{\delta} = 25 \cdot (0,3 \cdot 2 / 450) \cdot 347 \cdot (0,1 \cdot 2 / 100) \cdot 150 = 15,4 \text{ (грн.)};$$

б) проектного варіанту:

$$Z_{\Pi}^{\Pi} = 35 \cdot \frac{0,3 \cdot 2}{450} \cdot 34 + 47 \cdot \frac{0,4 \cdot 2}{90} \cdot 150 = 64,25 \text{ (грн.)}$$

Втрати від браку можна визначити:

а) базового варіанту;

$$З^б_{пі} = В_{бр} * Т_{р} * П_{вб};$$

$В_{бр}$ – вартість браку в результаті одного відпаду;

$Т_{р}$ – число годин роботи приладу на протязі року;

$П_{вб}$ – параметр потоку відпадів приладу, що замінюється.

$$З^б_{пі} = 5 * 5 * 0,4 = 10 \text{ (грн.)};$$

б) проектного варіанту:

$$З^п_{пі} = В_{бр} * Т_{р} * Т_{вн};$$

$Т_{вн}$ – параметр потоку відпадів нового приладу;

$$З^п_{пі} = 10 * 25 * 0,5 = 125 \text{ (грн.)};$$

Затрати на періодичні перевірки і наладки приладу визначають за формулою:

а) базового варіанту:

$$З^б_{пі} = Н_{пл} * З_{пл} * 2/1$$

$Н_{пл}$ – кількість перевірок приладу на протязі одного року;

$З_{пл}$ – величина затрат на одну перевірку.

$$З^б_{пі} = 2 * 5 * 2/1 = 20 \text{ (грн.)};$$

б) проектного варіанту;

$$З^п_{пі} = Н_{пл} * З_{пл} = 2 * 5 = 10 \text{ (грн.)};$$

Величина умовно-постійних затрат з врахуванням продуктивності нового приладу може бути розрахована так:

а) базового варіанту:

$$З^б_{упі} = З'_{упі} [(2/1 - (2/1 - 1)) К_{дп}];$$

$З'_{упі}$ – величина умовно-постійних затрат в і-тому році без врахування зростання продуктивності нового приладу;

Кдп – коефіцієнт, який враховує долю приросту умовно-постійних затрат на 1% приросту продуктивності нового приладу.

$$З^{\text{упі}}=15[(2/1-(2/1-1)*0,5]=22,5 \text{ (грн.)};$$

б) в проектному варіанті величина умовно-постійних затрат на коефіцієнт зростання продуктивності нового приладу не коректується.

Розрахунки затрат (експлуатаційних) по роках служби зводимо в таблиця 4.9

Таблиця 4.9 - Розрахунки експлуатаційних затрат по роках служби приладу

Перелік статей затрат	Роки служби приладу							
	1-й		2-й		3-й		4-й	
	Заміна приладу	Новий прилад	Заміна приладу	Новий прилад	Заміна приладу	Новий прилад	Заміна приладу	Новий прилад
Основні матеріали	0,01	0,05	0,017	0,05	0,3	0,15	0,3	0,55
Допоміжні матеріали	-	2805	-	2805	-	2805	-	2805
Основна і додаткова зарплата	55,3	99,3	55,7	99,4	55,9	99,5	56,5	100
Нарахування на зарплату	1,3	2,7	1,3	2,7	1,3	2,8	1,4	2,9
Енергія	0,15	0,35	0,15	0,35	0,15	0,35	0,15	0,40
Ремонт приладу і технологічного обладнання	21,3	24,7	21,4	24,75	21,45	24,75	21,5	24,8
Інструменти	0,35	0,505	0,355	0,515	0,360	0,525	0,4	0,55
Втрати від браку	150,3	410,27	199,2	425,05	230,6	450,3	279,8	870
Періодичні перевірки і наладки приладу	10,8	0,9	10,8	0,9	10,8	0,9	10,8	0,9
Умовно-постійні витрати	1,33	-	1,33	-	1,33	-	1,33	-
Разом	240,9	538,8	283,4	553,7	321,9	579,2	372,1	999,5

4.5 Розрахунок економічного ефекту від виготовлення і експлуатації пристрою за розрахунковий період

Економічний ефект від виготовлення і експлуатації нового приладу за розрахунковий період складається з 2-х частин.

а) економічний ефект від встановлення приладу:

$$E_v = (Цп - Зпвр) - (Цб - Збвр);$$

$Зпвр$ – затрати на виготовлення нового приладу;

$Збвр$ – затрати на виготовлення замінювального приладу.

$$E_v = (2921 - 2264) - (1700 - 1680) = 1850 - 20 = 757 \approx 760 \text{ (грн.)};$$

б) економічний ефект від експлуатації приладу:

$$E_e = З^{б\text{епр}} * T_{e2} / T_{e1} - З^{п\text{епр}};$$

$З^{б\text{епр}}$ – затрати на експлуатацію замінювального приладу за розрахунковий період, приведені до розрахункового року.

$З^{п\text{епр}}$ - затрати на експлуатацію нового приладу за розрахунковий період, приведені до розрахункового року.

$$E_e = 236,8 * 5 / 10 - 93,7 = 46,85 \text{ (грн.)};$$

$$E_{вб} = E_v + E_e = 750 + 46,85 = 796,85 \approx 797 \text{ (грн.)};$$

Результати розрахунків економічної ефективності проміжних рішень занесемо в таблицю 4.11

Таблиця 4.11 - Техніко-економічні показники порівнюючих варіантів

№ п/п	Показники	Одиниця виміру	Показники		Результати +/-
			Базового варіанту	Проектного варіанту	
1	Строк служби	років	10	5	+
2	Комплексний показник якості	коефіцієнт	0,9	1,752	+
3	Оптова ціна	тис.грн.	2,200	2,921	-
4	Приведені витрати на виготовлення	тис.грн.	1,5	0,97	+
5	Приведені поточні експлуатаційні витрати	тис.грн.	1,16	0,675	+
6	Приведені разові експлуатаційні витрати	тис.грн.	0,096	0,066	+
7	Приведена залишкова вартість	тис.грн.	0,05	0,075	-
8	Економічний ефект	тис.грн.		0,797	-

Таблиця 4.10 - Розрахунок приведених затрат на виготовлення і використання пристрою за розрахунковий період

Показники	РОКИ						Приведені затрати за розрахунковий період
	2017			2018			
	Сума затрат	Коеф.приведення	Приведені затрати	Сума затрат	Коеф.приведення	Приведені затрати	
1. Затрати на виготовлення приладу, тис.грн.	А. Базовий варіант						18,0
	1. Зокрема на виготовлення приладу						
	1,4	1,2	1,15	1,5	1,2	1,25	
1. Поточні експлуатаційні затрати, тис.грн.	2. Затрати на експлуатацію приладу						1,56
	0,12	1,2	0,1	0,14	1,2	0,116	
2. Разові експлуатаційні витрати, тис.грн.	0,01	1,2	0,083	0,012	0,007	0,007	0,132
3. Залишкова вартість приладу, тис.грн.	0,05	1,2	0,41	0,05	1,2	0,041	0,60
1. Затрати на виготовлення приладу	Б. Проектний варіант						12,24
	1. Затрати на виготовлення приладу						
	0,97	1,2	0,8	1,07	1,2	0,89	
1. Поточні експлуатаційні затрати, тис.грн.	2. Затрати на експлуатацію приладу						9,7
	0,81	1,2	0,675	0,95	1,2	0,79	
2. Разові експлуатаційні	0,067	1,2	0,056	0,067	1,2	0,056	0,8

витрати, тис.грн.							
3. Залишкова вартість прилад, тис.грн.	0,075	1,2	0,625	0,075	1,2	0,625	0,9

4.6 Висновки і пропозиції

Виконавши необхідні розрахунки, щодо технологічної підготовки виробництва проектного приладу, визначення трудомісткості і обсягу робіт конструкторської підготовки виробництва, визначення трудомісткості і обсягу робіт технологічної підготовки виробництва, визначення економічної ефективності приладу і визначення економічного ефекту від виготовлення і експлуатації приладу за розрахунковий період і зробивши порівняння нового приладу з базовим, ми отримали певні позитивні результати в таких показниках як: комплексний показник якості, показник залишкової вартості і показник економічного ефекту. Однак є певні затрати на виготовлення, на експлуатацію і на вартісну оцінку. Даний прилад на рахунок якості, точності, перевищує базовий, а це головне на сьогоднішній день, бо потреба нового приладу є велика.

Ще однією перевагою нового приладу над базовим приладом є підвищення ефективності нового приладу над базовим, що вказує на технологічну конструкцію нового приладу, як на більш вдосконалений і що має більш високі показники на рахунок якості і точності.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Вимоги до виробничого освітлення та його нормування

Освітленість у виробничій діяльності має велике значення в зниженні виробничого травматизму, створює нормальні умови для роботи органів зору і підвищує загальну працездатність. Світло забезпечує зв'язок організму з зовнішнім середовищем, володіє високою біологічною і тонізуючою дією. Зір- головний "інформатор" людини; біля 90% всієї інформації про зовнішній світ поступає в наш мозок через очі.

Виробниче освітлення, правильно спроектоване і виконане, призначено для рішення наступних питань: воно поліпшує умови зорової роботи, знижує втомність, сприяє збільшенню продуктивності праці; добре впливає на виробниче середовище, здійснюючи позитивну психологічну дію на працівника; підвищує безпеку праці і знижує травматизми на виробництві.

До теперішнього виробничого освітлення ставляться високі вимоги не тільки гігієнічного, але і техніко-економічного характеру.

Для освітлення виробничих приміщень використовують природне і штучне освітлення.

Створення сприятливих умов праці, які виключають скору втому зору, виникнення нещасних випадків і сприяючих збільшенню продуктивності праці, можливо тільки освітлювальною установкою, яка відповідає наступним вимогам:

а) освітленість на робочому місці повинна відповідати зоровим умовам праці;

б) необхідно забезпечити достатньо рівномірне розподілення яскравості на робочій поверхні, а також в границях навколишнього середовища;

в) на робочій поверхні повинні бути відсутні різкі тіні;

г) в околі зору повинний бути відсутній прямий і відбитий блиск. Блиск—збільшена яскравість поверхні, який викликає порушення зорових функцій;

д) величина освітленості повинна бути постійною в часі;

е) треба вибирати оптимальну направленість світлового потоку, що дозволяє в одних випадках розглядати внутрішні поверхні деталей, в других — розрізняти рельєфність елементів робочої поверхні;

є) необхідно вибирати необхідний спектральний склад світла;

ж) освітлювальна установка не повинна бути джерелом додаткової небезпеки і шкідливості. Необхідно звести до мінімуму тепловиділення, небезпеку ураження струмом і її пожежонебезпечність;

з) установка повинна бути зручною, надійною і простою в експлуатації.

У діючих нормах штучного освітлення в виробничих приміщеннях задаються як кількісні (величина мінімальної освітленості, допустима яркість в околі зору), так і якісні характеристики (показник осліпленості, глибина пульсації освітленості), які важливі для створення нормальних умов праці.

Для освітлення виробничих приміщень в першу чергу слід застосовувати газорозрядні лампи незалежно від прийнятої системи освітлення у зв'язку з великою перевагою їх перед лампами розжарювання економічного і світлотехнічного характеру. Використання ламп розжарювання можливе тільки в випадках неможливості використання газорозрядних ламп.

Прийнято роздільне нормування освітленості в залежності від застосованого джерела світла і системи освітлення. Величина мінімальної освітленості встановлюється відповідно умовам зорової роботи, які

визначаються найменшим розміром об'єкта розпізнавання, контрастністю об'єкта з фоном і характеристикою фона.

При визначенні норми освітленості необхідно враховувати ряд вимог, які викликають необхідність збільшення рівня освітленості, вибраного по точності зорової роботи.

При роботі на приладі зорові роботи відносимо до III розряду, тому що прилад призначений для контролю розмірів отворів діаметру 40H7, і покази потрібно знімати досить точно, бо від цього залежить похибка вимірювання. Величина мінімальної освітленості для III розряду зорової роботи приведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Найменша освітленість на робочій поверхні в виробничих приміщеннях

Розмір об'єкту розпізнавання	Розряд роботи	Під-розряд	Контраст об'єкту з фоном	Фон	Найменша освітленість, лк			
					при газорозрядних лампах		при лампах розжарювання	
					комбі-новане	одне спільне	комбі-новане	одне спільне
Від 0,3 до 0,5	III	а	Малий	темний	2000	500	1500	300
		б	Малий	середній				
		в	Середній	темний	1000	300	750	200
		г	Малий	світлий	750	300	600	200
			Середній	середній	400	200	400	150
			Великий	темний				
			Середній	світлий				
			Великий	середній				

Підвищення освітленості потрібно передбачати також в приміщеннях з недостатнім по нормам природного світла, яке при бічному освітленні складає менше 80% нормуючого значення, а при верхньому не менше 60%. В деяких випадках необхідно зменшувати нормуючі освітленості, наприклад: тимчасове перебування людей в приміщенні.

У приведених нормах для газорозрядних ламп значення нормованої освітленості вище, чим для ламп розжарювання, в наслідок великої

світловіддачі цих ламп. Система комбінованого освітлення, як більш економічна, має норми освітленості вище, чим для спільного освітлення. Таким чином, в норми закладена тенденція підвищення освітленості у всіх випадках, коли її можна збільшити за рахунок підвищення економічності установки. Для виключення частково переадаптації зору із-за нерівномірного освітлення в приміщенні при системі комбінованого освітлення необхідно, щоб світильники загального освітлення створювали не більше 10% нормованої освітленості.

Для обмеження осліплюючої дії світильників загального освітлення в виробничих приміщеннях показник осліпленості не повинен перевищувати 20-80 одиниць в залежності від часу роботи і її зорового розряду.

При освітлені виробничих приміщень газорозрядними лампами, які живляться змінним струмом промислової частоти 50 Гц, необхідно обмежити глибину пульсації освітленості. Допустимий коефіцієнт пульсації в залежності від системи освітленості і характеру виконуваної роботи не повинні перевищувати 10-20%.

5.2 Характеристика небезпечних зон обладнання і заходи безпеки при роботі

Сучасні машинобудівні заводи обладнані самими різними видами технологічного обладнання. Його використання полегшує працю людини, робить її продуктивнішою. Однак в ряді випадків робота цього обладнання пов'язана з виробничою небезпекою, тобто можливістю дії на працюючих небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

Основними вимогами, які ставляться з точки зору охорони праці при проектуванні машин і механізмів, є: безпека для здоров'я та життя людини, надійність, зручність експлуатації.

Безпечна робота виробничого обладнання забезпечується правильним вибором принципів його дії, кінематичних схем, конструктивних рішень, робочих тіл, параметрів робочих процесів, використанням різних захисних засобів.

Зовнішні контури захисних засобів повинні вписуватись в контури основного обладнання. Необхідно старатись, щоб ці захисні засоби дозволяли вирішувати декілька задач одночасно і по можливості конструктивно суміщались з машинами і агрегатами, являючись їх складовою частиною. При наявності в агрегатів електроприводу останній повинен бути виконаний в відповідності з Правилами побудови електричних установок.

Надійність машин і механізмів визначається ймовірністю порушення нормальної роботи обладнання. Такого роду порушення можуть стати причиною аварій і, в кінцевому результаті, травм.

Велике значення в забезпеченні надійності роботи машин і механізмів має наявність необхідних контрольно-вимірювальних приладів і пристроїв автоматичного керування і регулювання.

При відмові автоматики надійність роботи технологічного обладнання визначається ефективністю дій осіб, які його обслуговують. Однак це, в свою чергу, залежить від того, в яких умовах проходить робота людей, чи відповідають ці умови можливостям людського організму. Тому виробниче обладнання повинно проектуватись з врахуванням фізіологічних і психологічних можливостей людини, а також з врахуванням його антропологічних даних. Врахування останніх також необхідно і при організації робочого місця. Всі види технологічного обладнання повинні бути зручними для огляду, змащування, розборки, наладки, прибирання, транспортування, встановлення і керування ними в роботі.

Небезпечна зона – це простір, в якому діють постійно або виникають періодично фактори, які є небезпечними для життя або здоров'я людини.

Небезпечна зона локалізована в просторі навколо будь-яких рухомих елементів, ріжучого інструменту, оброблюваних деталей, планшайб, зубчастих, пасових і ланцюгових передач, зубчастих зачеплень, робочих столів верстатів, підйомно-транспортних машин, вантажів. У всіх вказаних випадках присутня небезпека травмування осіб, які обслуговують обладнання, рухомими частинами останнього. Особлива небезпека виникає в випадку, коли можливий захват одягу або волосся працюючого робочими частинами обладнання.

Наявність небезпечної зони може бути пов'язано з небезпекою ураження електричним струмом, з дією теплових, електромагнітних та іонізуючих випромінювань, а також з дією шуму, вібрації, ультразвуку, шкідливих парів, газів, пилу, з можливістю травмування відлітаючими частинами матеріалу заготовки та інструменту при обробці, з вилітанням оброблюваної деталі через погане її закріплення або поломки.

Габарити небезпечної зони в просторі можуть бути постійними (зона між пасом і шківом і т. п.) і перемінним (прокатне поле прокатних станів, зона різання при зміні характеру обробки, параметрів обробки, ріжучого інструменту і т. п.).

При проектуванні технологічного обладнання в машинобудуванні і його експлуатації необхідно враховувати застосування пристроїв, які або виключають можливість контакту людини з небезпечною зоною, або знижують небезпеку контакту. Такого роду пристроями є засоби захисту працюючих, використовувані для попередження або зменшення впливу на працюючих небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Засоби захисту класифікуються на дві великі групи:

- а) колективні, які забезпечують безпеку виробничого обладнання;
- б) індивідуальні, які забезпечують безпеку виробничих процесів.

Всі використовувані в машинобудуванні захисні засоби можна розділити на наступні основні групи: огорожувальні, запобіжні, блокуючі,

сигналізуючі, а також системи дистанційного керування машинами і спеціальні пристрої.

Огороджувальні пристрої – засоби захисту, які обмежують доступ людини в небезпечну зону. Їх поділяють на три основні груп: стаціонарні (нез'ємні), рухомі (з'ємні) і переносні.

Запобіжні захисні засоби призначені для автоматичного відключення агрегатів і машин при відхиленні якого-небудь параметру, який характеризує режим роботи обладнання, за межі допустимих значень.

Сигнальні пристрої – це засоби інформації про роботу технологічного обладнання, а також про небезпечні і шкідливі фактори, які при цьому виникають. По призначенню системи сигналізації поділяють на три групи: оперативна, попереджувальна і опізнавальна. По методу інформації розрізняють сигналізацію: звукову, візуальну, комбіновану (світло-звукову) і одоризаційну (по запаху).

Аналізуючи проектувану установку можна виділити наступні небезпечні зони:

а) електродвигун і блок керування – можливість ураження електричним струмом;

б) завантажувальна і сортувальна частини установки – виникає можливість травмування в моменти завантаження рухомими частинами завантажувача;

в) електродвигун, рука-маніпулятор, кінематичні пари гвинт-гайка – створюють небезпеку обертовими рухами, так як виникає можливість намотування одягу і травмування;

Для виключення можливості ураження електричним струмом в установці використано захисне заземлення струмопровідних частин. Редуктори і кінематичні пари гвинт-гайка виконані в корпусах, які закривають їх рухомі елементи. Тип і метод кріплення електродвигуна закривають його вал від випадкового дотику рукою, одягом чи іншими речами.

Для виключення попадання людини в інші небезпечні зони доцільно використати стаціонарну огорожу по обидві сторони установки з попереджувальними знаками.

5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях

5.3.1 Закон і положення про цивільну оборону України

Техногенне, екологічне та природне становище України рік від року стає складнішим, зростає його негативний вплив на населення та навколишнє середовище. Тому, з набуттям Україною незалежності, враховуючи досвід економічно розвинутих країн, було розпочато законодавче оформлення Цивільної оборони, як державної системи органів управління та сил для організації і здійснення заходів щодо захисту населення від впливу наслідків надзвичайних ситуацій.

При розробці Закону України "Про Цивільну оборону України" та "Положення про ЦО України" основна увага зверталася на досягнення наступних напрямків [1]:

- Закон та Положення повинні враховувати світовий досвід побудови і здійснення заходів Цивільної оборони і повною мірою відповідати Женевській (1949 р.) Конвенції "Про захист жертв війни";

- відповідність системи захисту населення від наслідків надзвичайних ситуацій до умов, потреб і можливостей держави;

- відповідність організаційної структури створюваної системи до конституційної побудови державної виконавчої влади і прийнятого законодавства України з питань оборони, державної безпеки та надзвичайного стану;

- забезпечення високої реальної готовності органів управління, сил Цивільної оборони до дій за призначенням та високої ефективності цих дій,

Певною мірою вдалося досягти того, що Цивільна оборона України відповідає умовам, які витікають з аналізу можливих надзвичайних ситуацій

техногенного, екологічного, природного та воєнного характеру.

Прийняття Закону "Про Цивільну оборону України" є наслідком клопіткої роботи фахівців штабів Цивільної оборони на чолі зі штабом ЦО України та зацікавлених міністерств і відомств. Протягом року було опрацьовано декілька варіантів документів і 28 жовтня 1992 року Верховна Рада України розглянула і схвалила "Концепцію Цивільної оборони України", та в першому читанні Закон України "Про Цивільну оборону України", який було прийнято остаточно лише 3 лютого 1993 р. З надрукуванням його в періодичних виданнях 6 березня 1993 року Закон вступив у дію.

Закон складається з преамбули та п'яти розділів, до складу яких входять 17 статей. За обсягом це невеликий документ, однак за змістом — дуже об'ємний, так як він коригує діяльність з питань захисту населення і територій від наслідків надзвичайних ситуацій.

У преамбулі проголошено: "Кожен має право на захист свого життя і здоров'я від наслідків аварій, катастроф, пожеж, стихійного лиха та на вимогу гарантій забезпечення реалізації цього права від Кабінету Міністрів України, міністерств та інших центральних органів виконавчої влади, місцевих державних адміністрацій, органів місцевого самоврядування, керівництва підприємств, установ і організацій незалежно від форм власності і підпорядкування.

Держава як гарант цього права створює систему Цивільної оборони, яка має на меті захист населення від небезпечних наслідків аварій і катастроф техногенного, екологічного, природного та воєнного характеру".

Тобто, держава не тільки проголошує право населення на захист свого життя і здоров'я в умовах НС, але і гарантує це право, створюючи загальну систему захисту населення, систему цивільної оборони.

У статті 2 Закону підкреслено, що заходи цивільної оборони поширюються на всю територію України, всі верстви населення, а розподіл за обсягом і відповідальністю за їх виконання здійснюється за територіально-

виробничим принципом".

Основними завданнями цивільної оборони України є:

- запобігання виникненню надзвичайних ситуацій техногенного походження і запровадження заходів щодо зменшення збитків та втрат у разі аварій, катастроф, вибухів, великих пожеж та стихійного лиха;
- оповіщення населення про загрозу і виникнення надзвичайних ситуацій у мирний і воєнний часи та постійне інформування його про наявну обстановку;
- захист населення від наслідків аварій, катастроф, великих пожеж, стихійного лиха та застосування засобів ураження;
- організація життєзабезпечення населення під час аварій, катастроф, стихійного лиха та у воєнний час;
- організація і проведення рятувальних та Інших невідкладних робіт у районах лиха і осередках ураження;
- створення систем аналізу і прогнозування управління, оповіщення та зв'язку, спостереження і контролю за радіоактивним, хімічним і бактереологічним зараженнями, підтримання їх готовності для сталого функціонування у надзвичайних ситуаціях мирного і воєнного часів;
- підготовка і перепідготовка керівного складу Цивільної оборони, її органів управління та сил, навчання населення вмінню застосовувати засоби Індивідуального захисту і діяти в надзвичайних ситуаціях.

Для виконання кожного з завдань необхідно здійснювати великий обсяг заходів, які потребують залучення значної кількості сил, засобів, матеріальних і фізичних витрат, вміння та високої відповідальності на всіх рівнях.

Наприклад, запобігання виникненню надзвичайних ситуацій техногенного походження передбачає запровадження і здійснення таких заходів:

- завчасна розробка і проведення інженерно-технічних заходів для зменшення ризику виникнення НС і захисту населення від впливу їхніх

наслідків;

— готується науково обґрунтований прогноз наслідків можливих НС;

— здійснюється безпосереднє спостереження за станом потенційно-небезпечних об'єктів і навколишнього природного середовища;

Радіаційний та хімічний захист — це забезпечення людей засобами індивідуального захисту, організація і проведення спеціальної обробки, встановлення та дотримання типових режимів радіаційного захисту.

Радіаційний та хімічний захист досягається:

- завчасним накопиченням та утриманням у готовності засобів індивідуального захисту, приладів радіаційної, хімічної розвідки та контролю;

- своєчасним впровадженням у практику застосування засобів, способів і методів виявлення, оцінки масштабів надзвичайних ситуацій, зумовлених аваріями на радіаційно та хімічно-небезпечних об'єктах, застосуванням зброї масового ураження;

- розробленням типових режимів радіаційного захисту населення і функціонування об'єктів господарської діяльності в умовах зараження місцевості .

5.3.2 ВПЛИВ РОЗРОБЛЕНОЇ УСТАНОВКИ НА ЖИТТЄДІЯЛЬНІСТЬ ЛЮДЕЙ

Установка, розроблена в даному дипломному проекті, служить для вимірювання параметрів шорсткості і хвилястості поверхонь лано-фарбового покриття. Отже можлива її експлуатація безпосередньо на підприємстві по виробництву різного роду лаків, фарб. Такі підприємства є дуже небезпечними, оскільки:

- відносяться до хімічно небезпечних об'єктів;
- відносяться до пожежо- та вибухонебезпечних об'єктів;
- становлять загрозу інтоксикації організмів.

Хімічно небезпечні виробництва

Згідно з Міжнародним Регістром, у світі використовується в промисловості, сільському господарстві і побуті близько 6 млн. токсичних речовин, 60 тис. з яких виробляються у великих кількостях, в тому числі більше 500 речовин, які відносяться до групи сильнодіючих отруйних речовин (СДОР) - найбільш токсичних для людей.

Об'єкти господарювання, на яких використовуються СДОР, є потенційними джерелами техногенної небезпеки [1]. Це так звані хімічно небезпечні об'єкти. При аваріях на цих об'єктах можуть виникати масові ураження людей, тварин і сільськогосподарських рослин сильнодіючими отруйними речовинами.

До хімічно небезпечних об'єктів (підприємств) відносяться:

- заводи і комбінати хімічних галузей промисловості, а також окремі установки і агрегати, які виробляють або використовують СДОР;
- заводи (або їх комплекси) з переробки нафтопродуктів;
- виробництва інших галузей промисловості, які використовують СДОР;
- підприємства, які мають на оснащенні холодильні установки, водонапірні станції і очисні споруди, які використовують хлор або аміак;
- залізничні станції і порти, де концентрується продукція хімічних виробництв, термінали і склади на кінцевих пунктах переміщення СДОР;
- транспортні засоби, контейнери і наливні поїзди, автоцистерни, річкові і морські танкери, що перевозять хімічні продукти;
- склади і бази, на яких знаходяться запаси речовин для дезинфекції, дератизації сховищ для зерна і продуктів його переробки;
- склади і бази із запасами отрутохімікатів для сільського господарства.

Головним фактором ураження при аваріях на хімічно небезпечних об'єктах є хімічне зараження місцевості і приземного шару повітря.

Виробництво, транспортування і збереження СДОР суворо регламентується спеціальними правилами техніки безпеки і контролю. Проте при значних промислових аваріях, катастрофах, пожежах і стихійних лихах можуть виникнути руйнування виробничих споруд, складів, ємностей, технологічних ліній, трубопроводів і інше. У результаті цього великі кількості СДОР можуть потрапити в навколишнє середовище: на поверхню ґрунту, різноманітні об'єкти, в атмосферу і поширитися на території населених пунктів, що може спричинити масові отруєння робітників виробництва і населення. Для кількісної характеристики токсичних властивостей конкретних СДОР при їх дії через органи дихання людини застосовуються такі параметри:

- гранично допустима токсодоза — така доза (концентрація), при якій симптоми отруєння ще не наступають;
- середня порогова (токсодоза PC_{50}) - доза, яка викликає початкові симптоми ураження СДОР у 50% уражених;
- середня вивідна (токсодоза IC_{50}) - доза, яка призводить до втрати працездатності до 50% уражених;
- середня смертельна (токсодоза IL_{50}) - доза, яка призводить до загибелі 50% людей або тварин при 2-4-годинній інгаляційній дії.

Пожежо- та вибухонебезпечні об'єкти

Пожежа - неконтрольований процес горіння, який супроводжується знищенням матеріальних цінностей та складає небезпеку для життя людей.

Вибухи, і як наслідок, пожежі бувають на об'єктах, які виробляють або зберігають вибухонебезпечні та хімічні речовини в системах, агрегатах під великим тиском (до 100 атм.), а також на газо- і нафтопроводах. У процесі виробництва при певних умовах стають небезпечними і легко займаються деревинний, вугільний, торф'яний, алюмінієвий, борошняний та зерновий пил, пил з бавовнику та льону. Особливо небезпечні нафтопереробні заводи, хімічні підприємства, склади нафтопродуктів, цехи з виготовлення та

транспортування вугільного пилу, дерев'яного борошна, цукрової пудри, лісопильні, деревообробні, столярні та інші виробництва. Під час аварій ці об'єкти зазнають значних збитків і гинуть люди.

Техногенні пожежі і вибухи, які виникають на об'єктах, призводять до виникнення таких факторів ураження, як повітряна ударна хвиля і теплове випромінювання. На характер і масштаби таких аварій суттєво впливають наступні показники: кількість, тип і категорія вибухових і пожежонебезпечних речовин;

Інтоксикація організму

Промислові отрути, які використовуються у виробництві (розчинники, барвники) є джерелом небезпеки гострих і хронічних інтоксикацій при порушенні правил техніки безпеки.

Велика кількість захворювань, а також отруєнь виникає із проникненням шкідливих речовин - газів, парів, аерозолів - в організм людини головним чином, через органи дихання. В даному випадку покриття поверхонь різного роду лаками, фарбами проводиться методом розпилювання. Цей шлях дуже небезпечний, тому що шкідливі речовини, потрапляючи у кров, разносяться по всьому організму. Аерозолі викликають загальнотоксичну дію у результаті проникнення пилових часточок (до 5 мкм) в глибокі дихальні шляхи, в альвеоли, частково або повністю розчиняються в лімфі і, поступаючи у кров, викликають інтоксикацію. Високодисперсні пилові часточки дуже важко вловлювати. Щоб цьому запобігти необхідно працювати у спеціальних респіраторах, які не допускають попадання пилових частинок у дихальні шляхи, також необхідно, щоб приміщення було обладнане вентиляцією.

6 ЕКОЛОГІЯ

6.1 Актуальність охорони навколишнього середовища

Вплив антропогенних факторів (тобто факторів, зумовлених діяльністю людей) на природу різко зріс. Взаємодія виробничо-господарських та природних процесів призвела до порушення взаємних зв'язків між елементами живої та неживої природи. Внаслідок цього відновлювальний потенціал природи став меншим дії суспільства на неї, що викликало початок незворотної зміни навколишнього середовища.

Окремим тягарем є гіганти індустрії з застарілими технологіями та устаткуванням, величезними об'ємами відходів, у тому числі й токсичних, які накопичувалися десятками років. Старі технології різних виробництв орієнтовані не на утилізацію, а на викид відходів.

Визнано, що одним із основних факторів виходу з глобальної екологічної кризи є якомога ширше та швидше впровадження найновіших технологій у різних виробництвах. Перш за все найсучасніших технологічних процесів у базових галузях виробництва (чорна та кольорова металургія, газо та нафтовидобувна промисловість, транспортування сировини, обробка матеріалів, виробництво енергії). Впровадження таких технологій - це зміна ставлення людини до довкілля через зменшення витрат сировини (природних ресурсів) і енерговитрат, підвищення якості виробництва і зменшення його вартості.

Згідно з законами України "Про охорону навколишнього природного середовища" та "Про екологічну експертизу" кожен проект, що розробляється, необхідно проаналізувати з метою виявлення негативного впливу на довкілля, встановлення ступеня використання сучасних методів захисту довкілля. І якщо розробка навіть у віддаленому майбутньому призведе до значної шкоди довкіллю вона повинна бути заборонена до впровадження.

6.2 Забруднення довкілля, що виникають в процесі виготовлення та експлуатації установки

В даній магістерській роботі розроблено установку для вимірювання температурної деформації твердих тіл. Дана установка призначена для використання в лабораторіях. Оскільки дана установка призначена тільки для вимірювань, то можна вважати, що в процесі експлуатації вона не є шкідливою для навколишнього середовища.

Забруднення довкілля можуть виникати в результаті виготовлення даної установки, оскільки виконуються наступні операції:

- токарна;
- фрезерна;
- свердлильна;
- шліфувальна.

Основним джерелом забруднення атмосфери у цеху механічної обробки є металорізальні верстати. При обробці на них металів спостерігається виділення пилу, мастил та емульсії.

Забруднення, які виникають в процесі виконання певних операцій, при виготовлення необхідної установки можна поділити на наступні групи:

- забруднення твердими відходами;
- забруднення повітря;
- забруднення води.

Тверді відходи утворюються при виконанні наступних операцій: токарна операція (виконується на верстаті 1А616), фрезерна (верстат 6Н10), свердлильна (верстат 2Н18). В процесі виконання цих операцій основні забруднення, що виникають – металічна стружка. Завдяки досить значним розмірам, вагою її можна контрольовано збирати у відповідні контейнери, і

піддати подальшій переробці. Також до твердих відходів відноситься пил, що затримується у фільтрах, пиловловлювачах.

Забруднення повітря відбувається в процесі шліфування. В основному повітря забруднює пил (складається з дрібної металічної стружки і маленьких частинок абразивного матеріалу, яким проводиться обробка). Це забруднення є найшкідливішим в процесі виготовлення необхідної установки.

В процесі виготовлення установки виникає забруднення води в результаті зливу стічної води в ріки та озера. Вода використовується для охолодження деталей та інструменту. При обробці деталей на металоріжучих верстатах використовують різні технологічні розчини, які забруднюють стічні води підприємства. В результаті виготовлення установки стічні води підприємства забрудненні різними маслами, абразивним пилом (утворюється в процесі шліфування деталей), різними сумішами.

6.3 Заходи зі зменшення забруднення довкілля

Оскільки в процесі виготовлення необхідної установки основним видом забруднень на ділянці механічного цеху є пил, тому для очищення пило-газового середовища доцільно використовувати циклони, очисні фільтри. Через вентиляційні шляхи забруднене повітря потрапляє у циклони. В циклонах використовується центробіжна сила, що розвивається при поступальному русі газового потоку. Під дією центробіжної сили частини золи чи пилу підносяться до стінки циклону і разом з частиною газів подаються в бункер. Відділення частинок від потрапивших в бункер газів проходить під дією сил інерції при зміні напрямку руху газів на 180° .

Очищення води здійснюється наступними методами: проціджування, відстоювання, фільтрація. Проціджування здійснюється пропусканням води через різного роду сітки. Цей метод дає змогу видалити з води значні за розмірами відходи. Відстоювання використовується для видалення з води

нерозчинних сумішей. Цей процес проходить у спеціальних спорудах – відстійниках, базується на осіданні твердих частин у рідині. Остаточна стадія очистки води – фільтрування. Вона призначена для видалення з води мікрочастинок, завдяки пропусканню через різного роду фільтри.

Тверді відходи, завдяки значним розмірам і вагою, легко збираються у спеціальні контейнери. Доцільно провести сортування твердих відходів і використовувати їх як сировину в повторному виробництві.

Отже в процесі виготовлення пристрою необхідно дотримуватись вказаних вище заходів, з метою зменшення забруднення навколишнього середовища, хоча найкращий метод захисту навколишнього середовища від забруднень – це створення безвідходних технологій, а не покращення методів утилізації відходів.

Отже, щоб зменшити вплив токсичних речовин, які використовуються при виробництві лаків та фарб, а також уникнути можливих аварій на виробництві, необхідно чітко дотримуватись правил техніки безпеки, здійснювати безпосереднє спостереження за станом потенційно-небезпечних об'єктів використовувати наступні заходи, щоб забезпечити нормальне самопочуття працюючих [2]:

- Встановлення раціонального режиму праці;
- Обладнання близькорозташованих і зручних місць для відпочинку;
- Точне дотримання гранично допустимих концентрацій отруйних газів в повітрі робочої зони;
- Планово-запобіжний ремонт і профілактика апаратів та механізмів;
- Навчання робітників правильним прийомам праці, засобам ліквідації неполадок і аварій;
- Організація правильного зберігання, видачі, транспортування, застосування отруйних та шкідливих речовин.

ВИСНОВОК

Виконавши необхідні розрахунки, щодо технологічної підготовки виробництва проектного приладу, визначення трудомісткості і обсягу робіт конструкторської підготовки виробництва, визначення трудомісткості і обсягу робіт технологічної підготовки виробництва, визначення економічної ефективності приладу і визначення економічного ефекту від виготовлення і експлуатації приладу за розрахунковий період і зробивши порівняння нового приладу з базовим, ми отримали певні позитивні результати в таких показниках як: комплексний показник якості, показник залишкової вартості і показник економічного ефекту. Однак є певні затрати на виготовлення, на експлуатацію і на вартісну оцінку. Даний прилад на рахунок якості, точності, перевищує базовий, а це головне на сьогоднішній день, бо потреба нового приладу є велика.

Ще однією перевагою нового приладу над базовим приладом є підвищення ефективності нового приладу над базовим, що вказує на технологічну конструкцію нового приладу, як на більш вдосконалений і що має більш високі показники на рахунок якості і точності.

- 1 Сорочкин Б. М. Автоматизация измерений и контроля размеров деталей, - Л.: Машиностроение, 1990 – 365с.
- 2 Справочник контролера машиностроительного завода / Под ред. А. И. Якушева – М.: Машиностроение, 1980 – 527с.
- 3 Рабинович А. Н. Автоматизация механосборочного производства. – К.: Вища школа, 1969 – 541с.
- 4 Первицкий Ю. Д. Расчет и конструирование точных механизмов- Л.: Машиностроение, 1976 – 455с.
- 5 Справочник технолога-приборостроителя: В 2-х т. / Под ред. П. В. Сыроватченко – М.: Машиностроение, 1980.
- 6 Корсаков В. С. Основы конструирования приспособлений – М.: Машиностроение, 1983.
- 7 Таланчук П. М., Руценко В. Т. Основы теории и проектирования измерительных приборов. – К.: Вища школа, 1989 – 454с.
- 8 Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1975.
- 9 Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ, серийное производство – М.: Машиностроение, 1974 – 421 с.
- 10 Справочник металлиста В 5 т. Т 3 / Под ред. А. Н. Милова – М.: Машиностроение, 1977 – 748 с.
- 11 Неразрушающий контроль качества изделий электромагнитными методами Герасимов В. Г., Останин Ю. А., Покровский А. Д. и др. – М.: Энергия, 1978.

- 12 Элементы приборных устройств. Курсовое проектирование. В 2-х частях / Под ред. О. Ф. Тищенко – М.: Высшая школа, 1978.
- 13 Квартин М. И. Электромеханические и магнитные устройства автоматики – М.: Высшая школа, 1979.
- 14 Автоматическая загрузка технологических машин: Справочник / Под общ. ред. И. А. Клусова – М.: Машиностроение, 1990.
- 15 Первицкий Ю. Д. Расчет и конструирование точных механизмов - П.: Машиностроение, 1976.
- 16 Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т. Т.2 – М.: Машиностроение, 1980.
- 17 Городецкий Ю. Г., Мухин Б. И., Савенок Э. П. Приборы и автоматы для контроля подшипников: Справочник, М.: Машиностроение, 1973.
- 18 Горбачевич, Чеботарев В. Н. и др. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Минск, "Высшая школа", 1975.
- 19 Справочник технолога-приборостроителя: В 2-х т. / Под ред. П. В. Сыроватченко – М.: Машиностроение, 1980.

ДОДАТКИ