

Національний університет цивільного захисту України
Кафедра “Автоматичних систем безпеки та інформаційних технологій”

Дисципліна: «Автоматичний контроль та прилади вимірювання параметрів
навколишнього середовища»

Методичні вказівки до самостійної роботи на розрахункових заняттях

Антошкін О.А, Бондаренко С.М., Дурєєв В.О., Маляров М.В. Методичні вказівки до самостійної роботи на розрахункових заняттях з дисципліни «Автоматичний контроль та прилади вимірювання параметрів навколишнього середовища».

У методичних вказівках узагальнений підхід з організації самостійної роботи здобувачів при вивченні дисципліни «Автоматичний контроль та прилади вимірювання параметрів навколишнього середовища», розглянуті типові задачі та методика їх розв'язання.

Методична розробка обговорена та схвалена на засіданні кафедри «Автоматичних систем безпеки та інформаційних технологій»

Протокол №1 від 11.01.2025 р.

ВСТУП

Забезпечення екологічної безпеки та сталого розвитку потребує висококваліфікованих фахівців, які володіють сучасними знаннями і навичками в галузі контролю параметрів навколишнього середовища. Для здобувачів вищої освіти спеціальності "Технології захисту навколишнього середовища" освітня компонента "Автоматичний контроль та прилади вимірювання параметрів навколишнього середовища" є фундаментальною складовою професійної підготовки.

Методичні вказівки мають на меті сприяти системному засвоєнню навчального матеріалу, формуванню практичних умінь у використанні сучасних вимірювальних приладів і систем автоматичного контролю, а також розвитку аналітичного мислення та самостійності у прийнятті рішень щодо екологічного моніторингу.

У вказівках подано типові задачі та наведено методику їх розв'язання.. Вони орієнтовані на формування професійних компетентностей, що відповідають вимогам сучасного ринку праці у сфері охорони довкілля та призначені для здобувачів вищої освіти очної та заочної форми навчання.

РОЗДІЛ 1. Похибки

При виконанні розрахунків та обробки результатів вимірів інформація може бути отримана з різних джерел (вимірювальні прилади від різних виробників, довідники тощо). Відповідно одиниці виміру величин, що використовуються в розрахунках, можуть відноситися до різних систем одиниць фізичних величин. Для отримання правильних результатів, всі величини необхідно привести до Міжнародної системи СІ.

Перевід одиниць виміру до системи СІ.

Дано – щільність речовини 120 г/см^3 . Перевести у системні одиниці виміру (кг/м^3).

Допоміжні множники:

$$m=1\text{кг}/1000\text{г}$$

$$V=(1/100)^3$$

Якщо переводять у більші одиниці, то ділять (значення зменшується), якщо в менші – то перемножують (значення збільшується).

$$\rho \left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right) = 120 \cdot \frac{1}{\left(\frac{1}{100} \right)^3} = 120 \cdot \frac{1}{100} \cdot \frac{100^3}{1} = 120 \cdot 10^3 = 1,2 \cdot 10^5 \text{ кг/м}^3$$

Дано – швидкість стрічкового транспортера 15 км/год . Перевести у системні одиниці виміру (м/с).

Допоміжні множники:

$$L=1000\text{м}/1\text{км}$$

$$T=3600\text{с}/1\text{год.}$$

$$v \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right) = 15 \cdot \frac{1000}{1} \cdot \frac{1}{3600} = 4,1 \text{ м/с}$$

Під час будь яких вимірів виникають помилки. Природа їх виникнення та іди були розглянуті на відповідній лекції.

Абсолютна, відносна та приведена похибки

$$\text{Абсолютна} - \Delta x = |x_{\text{г}} - x|$$

x_B – виміряне значення, x – дійсне.

Під час метрологічної перевірки гирі було визначено, що її маса складає 0,5 кг. А під час поточного її використання на побутових електронних вагах було визначена маса 0,53 кг. Визначити абсолютну похибку електронного приладу.

$$\Delta x = |x_B - x| = |0,53 - 0,5| = 0,03$$

Відносна – $\overline{\Delta x} = \frac{|x_B - x|}{x}$

$$\overline{\Delta x} = \frac{|x_B - x|}{x} = \frac{|0,53 - 0,5|}{0,5} = 0,006$$

Приведена – $\gamma = \frac{\Delta x}{x_N} = \frac{|x_B - x|}{x_N}$

x_N – діапазон вимірювань.

Максимальне значення на шкалі вагів – 5 кг.

$$\gamma = \frac{|x_B - x|}{x_N} = \frac{|0,53 - 0,5|}{5} = 0,06$$

Ціна одного ділення шкали вимірювального приладу.

Амперметр з максимальним значенням на шкалі 5 А. Кількість рисок – 50. Визначити «ціну» однієї риси.

$$Ц = \frac{П}{n} = \frac{5}{50} = 0,1A$$

Інструментальна похибка:

$$d = \frac{Ц}{2} = \frac{0,1}{2} = 0,05A$$

Похибка спільних вимірів.

$$U = IR$$

$$I = 0,5 \pm 0,01 \text{ A (абсолютна похибка } \Delta I = 0,01)$$

$$R = 10 \pm 0,2 \text{ Ом (абсолютна похибка } \Delta R = 0,02)$$

Визначимо коли буде найкраще значення U.

$$U_{\text{найкращ}} = I_{\text{найкращ}} \cdot R_{\text{найкращ}} = 0,5 \cdot 10 = 5 \text{ В}$$

Розрахуємо відносну похибку.

$$\overline{\Delta I} = \frac{\Delta I}{I_{\text{найкращ}}} = \frac{0,01}{0,5} = 0,02 = 2\%$$

$$\overline{\Delta R} = \frac{\Delta R}{R_{\text{найкращ}}} = \frac{0,2}{10} = 0,02 = 2\%$$

Відповідно відносна похибка U буде складати:

$$\overline{\Delta U} = 2\% + 2\% = 4\%$$

Загальне правило знаходження похибки спільних вимірів.

- відносна похибка суми перебуває між найбільшою і найменшою з відносних похибок доданків (діапазон).
- відносна похибка множення або ділення дорівнює сумі відносних похибок співмножників або діленого і дільника.

Абсолютна похибка серії вимірів.

При вимірі маси з використання важільних вагів отримали значення 99,8 г, 101,2 г, 100,3 г, 100,8 г. Інструментальна похибка приладу $d=0,05$ г. Знайти дійсне значення і абсолютну похибку.

Спочатку знаходимо середнє значення маси

$$m_{\text{середн}} = \frac{99,8 + 101,2 + 100,3 + 100,8}{4} \approx 100,52 \text{ г.}$$

Можна прийняти його за дійсне значення маси.

Абсолютна похибка для кожного виміру:

$$\Delta_1 = |100,52 - 99,8| = 0,72$$

$$\Delta_2 = |100,52 - 101,2| = 0,68$$

$$\Delta_3 = |100,52 - 100,3| = 0,22$$

$$\Delta_4 = |100,52 - 100,8| = 0,28$$

Середня абсолютна похибка

$$\Delta_{\text{CP}} = \frac{0,72 + 0,68 + 0,22 + 0,28}{4} = 0,47$$

Абсолютна похибка:

$$\Delta m = \max\{\Delta_{\text{CP}}, d\} = \max\{0,47, 0,05\} = 0,47 \text{ гр}$$

Результат:

$$m = m_{\text{CP}} \mp \Delta m = 100,52 \mp 0,47 \text{ гр}$$

Відносна похибка:

$$\overline{\Delta m} = \frac{0,47}{100,52} \cdot 100\% \approx 0,05\%$$

РОЗДІЛ 2. Функціональні схеми автоматики

Функціональні схеми проектів автоматизації представляють собою символічне зображення апаратів (агрегатів) процесу і комунікацій, що з'єднують їх. На них встановлюються зв'язки між обладнанням та елементами систем.

Функціональні схеми автоматики ФСА є основним технічним документом, що визначає функціонально-блокову структуру АСУ ТП, роз'яснюють процеси, що протікають в окремих функціональних ланцюгах виробу або у виробі в цілому.

Функціональними схемами автоматики користуються для вивчення принципів роботи виробу, а також при її налагодженні, контролі, ремонті, проектуванні суміжних систем.

Основні нормативні документи при складанні ФСА:

- ДСТУ Б А.2.4-16:2008 Автоматизація технологічних процесів. Зображення умовні приладів і засобів автоматизації в схемах.

- ДСТУ Б А.2.4-3:2009 Правила виконання робочої документації автоматизації технологічних процесів.

- Єдина система конструкторської документації (ЄСКД)



Рисунок 2.1 – Принцип побудови умовного зображення приладу

Основні умовні позначення:



- прилад ФСА;



- виконавчий механізм (наприклад електродвигун на засувці);



- прилад ФСА, що розташований за місцем;



- прилад ФСА, що встановлений на щиті, пульті;

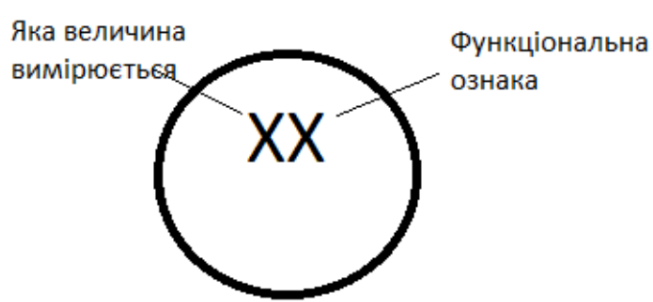
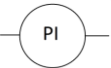
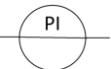
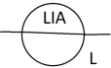
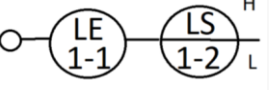


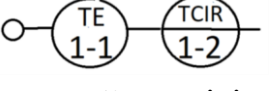
Рис. 2.2 – Маркування приладів функціональних схем

Маркування функціональних ознак приладу виконується відповідно до Таблиці 2.1 ДСТУ Б А.2.4-16:2008.

-  - вимірювач тиску з індикацією, що встановлений на місці;
-  - вимірювач тиску з індикацією, що встановлений на щіті;
-  - вимір рівня з індикацією та сигналізацією про нижній рівень.

Функціональні ланцюги.

-  - позиційний регулятор рівня рідини, що встановлений на щіті;

-  - безперервний регулятор температури, що встановлений на щіті, з індикацією і реєстрацією параметрів.

Функціональні схеми.

- Розробити типове рішення автоматизації і ФСА позиційного регулювання рівня рідини в технологічному апараті шляхом регулювання притока. Передбачити сигналізацію про досягнення мінімального рівня рідини в ємності (рис. 2.3).

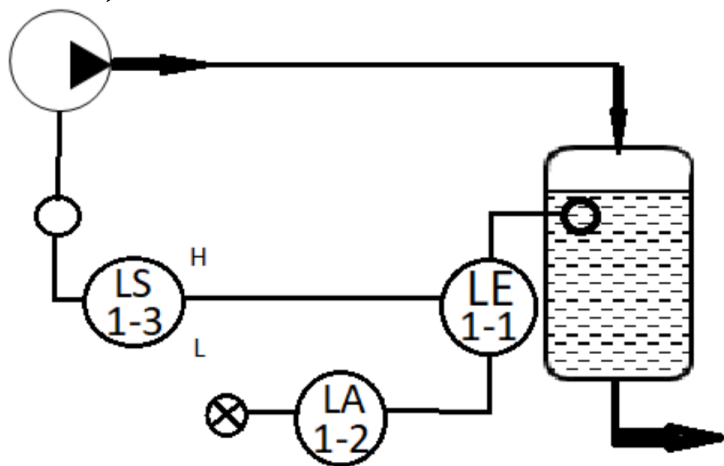


Рисунок 2.3 – Функціональна схема Завдання 1

- Розробити типове рішення автоматизації і ФСА позиційного регулювання тепловим електричним нагрівачем (ТЕН). Передбачити захист ТЕН від «сухого ходу» (рис. 2.4).

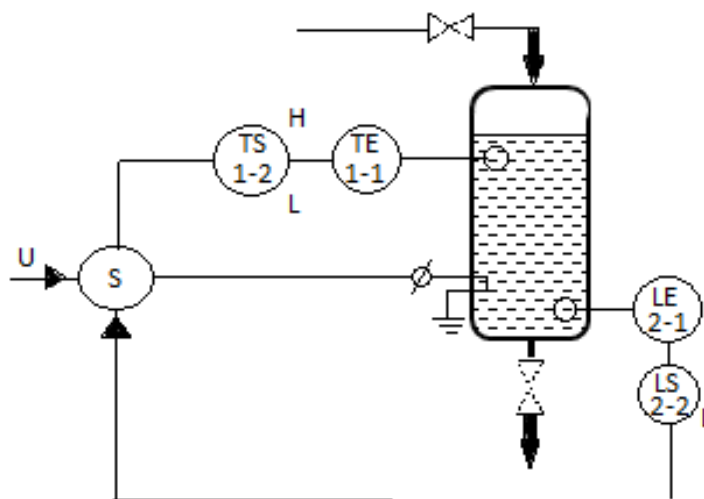


Рисунок 2.4 – Функціональна схема Завдання 2

Література

1. ДСТУ Б А.2.4-16:2008 Автоматизація технологічних процесів. Зображення умовні приладів і засобів автоматизації в схемах.
2. ДСТУ Б А.2.4-3:2009 Правила виконання робочої документації автоматизації технологічних процесів.
3. Єдина система конструкторської документації (ЄСКД).
4. Автоматика для запобігання вибухам і пожежам. Посібник./ Дерев'янка О.А. та інш. – Харків: НУЦЗУ, 2024. – 332 с.