

МПР51-Щ4



**Вимірювач-регулятор
багатофункціональний температури
та вологості**



Настанова щодо експлуатування
АРВВ.421210.018 НЕ

09.2025
версія 1.1

Зміст

Попереджувальні повідомлення	3
Використовувані аббревіатури	4
Вступ	5
1 Призначення	6
2 Технічні характеристики та умови експлуатування.....	7
2.1 Технічні характеристики	7
2.2 Умови експлуатування.....	8
3 Заходи безпеки	9
4 Монтаж	10
5 Підключення	11
5.1 Рекомендації щодо підключення.....	11
5.2 Порядок підключення	11
5.3 Призначення контактів клемника	12
5.4 Підключення датчиків	12
5.4.1 Загальні відомості.....	12
5.4.2 Загальні схеми підключення.....	12
5.4.3 З'єднання датчиків з пристроєм за двопроводовою схемою	13
5.4.4 Підключення інтерфейсу зв'язку з ПК.....	13
6 Експлуатування.....	14
6.1 Принцип роботи	14
6.2 Керування та індикація	15
6.3 Визначення положення засувки за допомогою резистивного датчика.....	17
6.4 Увімкнення	17
6.5 Вибір програми (кроку) для виконання.....	18
6.6 Пуск і зупин	18
6.7 Перегляд значень параметрів.....	18
6.8 Запис значень параметрів.....	19
6.9 Індикація аварійних ситуацій.....	19
7 Налаштування	21
7.1 Режими роботи.....	21
7.2 Код доступу до рівня налаштування	21
7.3 Основне меню	22
7.3.1 Рівень L1.....	23
7.3.2 Рівень L2.....	25
7.3.3 Рівень L3.....	27
7.3.4 Рівень L4.....	28
7.4 Складання таблиць для налаштування	28
7.5 Складання програми технолога	29
7.6 Фільтрація вхідних величин.....	31
7.7 Обчислення вологості та різниці температур камери і продукту	31
7.8 Корекція показань датчиків температури.....	31
7.9 Корекція «зсув характеристики»	32
7.10 Корекція «нахил характеристики»	33
7.11 Регулятори.....	33
7.11.1 Загальні положення.....	33
7.11.2 Налаштування ПІД-параметрів регулятора.....	34
7.11.3 Смуга пропорційності	34

7.11.4	Стала часу інтегрування	35
7.11.5	Зона лінійної дії інтегральної складової	35
7.11.6	Стала часу диференціювання	36
7.11.7	Обмеження максимальної потужності	36
7.11.8	Тип виконавчого пристрою.....	37
7.11.9	Зона нечутливості.....	37
7.11.10	Автоналаштування	37
7.11.11	Ручне налаштування ПІД-регулятора	38
7.12	Компаратори.....	39
7.12.1	Загальні положення.....	39
7.12.2	Вхідна величина компаратора.....	39
7.12.3	Вихід компаратора.....	39
7.12.4	Уставки компаратора.....	39
7.12.5	Логіка роботи компаратора	39
7.12.6	Блокування спрацьовування компаратора до першого досягнення уставки	40
7.12.7	Блокування спрацьовування компаратора до зняття зовнішнього впливу	41
7.12.8	Час затримки спрацьовування компаратора.....	41
7.12.9	Час затримки відпускання компаратора t_2	42
7.13	Транзисторні ключі.....	43
7.14	Вихідні реле	43
7.15	Задавач програм керування.....	44
7.15.1	Параметри програми	44
7.15.2	Параметри кроків	44
7.15.3	Приклад регулювання температури.....	45
7.15.4	Розбиття пам'яті на програми та кроки.....	46
7.15.5	Збереження параметрів програми у разі збою живлення.....	46
7.16	Приклади алгоритмів	46
7.16.1	Керування температурним режимом у сушарці	46
7.16.2	Підтримання постійних кліматичних умов у приміщенні (камері для зберігання продуктів).....	48
7.16.3	Керування температурно-вологісним режимом варильної шафи	50
7.16.4	Керування температурно-вологісним режимом сушіння деревини.....	57
7.17	Зв'язок з ПК.....	63
7.17.1	Зв'язок з ПК через інтерфейс RS-485	64
8	Технічне обслуговування.....	65
8.1	Загальні вказівки.....	65
8.2	Юстування датчиків температури.....	65
8.2.1	Загальні положення.....	65
8.2.2	Порядок юстування датчиків температури.....	65
8.2.3	Юстування входів датчиків положення.....	66
9	Маркування	67
10	Пакування.....	67
11	Транспортування та зберігання	68
12	Комплектність	68
Додаток А. Програмовані параметри		69
Додаток Б. Пристрій «вологого» термометра		75

Попереджувальні повідомлення

У цій настанові застосовуються такі попередження:



НЕБЕЗПЕКА

Ключове слово НЕБЕЗПЕКА повідомляє про **безпосередню загрозу небезпечної ситуації**, що призведе до смерті або серйозної травми, якщо їй не запобігти.



УВАГА

Ключове слово УВАГА повідомляє про **потенційно небезпечну ситуацію**, яка може призвести до невеликих травм.



ПОПЕРЕДЖЕННЯ

Ключове слово ПОПЕРЕДЖЕННЯ повідомляє про **потенційно небезпечну ситуацію**, яка може призвести до пошкодження майна.



ПРИМІТКА

Ключове слово ПРИМІТКА звертає увагу на корисні поради та рекомендації, а також інформацію для ефективної та безаварійної роботи обладнання.

Обмеження відповідальності

Ні за яких обставин ТОВ «АКУТЕК» та його контрагенти не будуть нести юридичної відповідальності і не будуть визнавати за собою яких-небудь зобов'язань у зв'язку з будь-яким збитком, що виник у результаті встановлення або використання пристрою з порушенням діючої нормативно-технічної документації.

Використовувані аббревіатури

T_d – температура «сухого» термометра.

T_p – температура продукту.

T_w – температура «вологого» термометра.

ВП – виконавчий пристрій.

ПІД (регулятор) – пропорційно-інтегрально-диференціальний.

ТЕН – термоелектронагрівач.

ТО – термоперетворювач опору.

ТОМ – термоперетворювач опору мідний.

ТОП – термоперетворювач опору платиновий.

ЦІ – цифровий індикатор.

Вступ

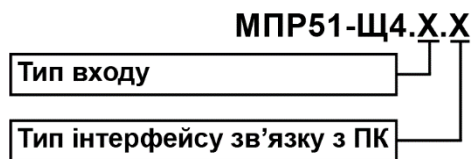
Цю Настанову щодо експлуатування призначено для ознайомлення обслуговуючого персоналу з побудовою, принципом дії, конструкцією, роботою і технічним обслуговуванням вимірювача-регулятора багатфункціонального температури і вологості МПР51-Щ4, що надалі у тексті іменується «**пристрій**» або «**МПР51-Щ4**».

Пристрій випускається згідно з ТУ У 26.5-35348663-001:2024.

ТОВ «АКУТЕК» заявляє, що пристрій відповідає Технічному регламенту з електромагнітної сумісності обладнання та Технічному регламенту низьковольтного електричного обладнання. Повний текст декларації про відповідність доступний на сторінці пристрою на сайті aqteck.ua.

Підключення, налаштування та технічне обслуговування пристрою повинні проводити тільки кваліфіковані фахівці після прочитання цієї настанови щодо експлуатування.

Пристрій виготовляється в різних модифікаціях, зашифрованих у коді повного умовного позначення:



Тип входу:

01 – ТО 50 Ом.

03 – ТО 100 Ом.

Тип інтерфейсу зв'язку з ПК:

RS – RS-485.

1 Призначення

Пристрій призначено для керування багатоступневими температурно-вологісними режимами технологічних процесів виробництва м'ясних і ковбасних виробів, у хлібопекарській промисловості, в інкубаторах, сушіння макаронних виробів, виготовлення залізобетонних конструкцій, сушіння деревини, в кліматичних камерах тощо, за заданою програмою.

Пристрій дає змогу виконувати такі функції:

- вимірювання температури за допомогою ТО, підключених до входів T_d , T_w , T_p ;
- визначення поточного положення засувки, якщо вони мають резистивні датчики положення;
- вимірювання відносної вологості повітря за допомогою датчика психрометричного типу;
- регулювання температури за двома незалежними каналами;
- задання програми регулювання із захистом її від несанкціонованого доступу;
- сигналізація про обрив або коротке замикання в лінії «пристрій – датчик»;
- реєстрація контрольованих параметрів на ПК (за допомогою адаптера інтерфейсу АС4 для пристроїв з інтерфейсом RS-485).

2 Технічні характеристики та умови експлуатування

2.1 Технічні характеристики

Основні характеристики пристрою представлені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики

Характеристика	Значення
Діапазон напруги живлення змінного струму: – напруга – частота	150...245 В 47...63 Гц
Діапазон напруги живлення постійного струму	210...300 В
Споживана потужність, не більше	6 ВА
Канали вимірювання температури	
Кількість каналів	3
Діапазон вимірювань, при використанні: – датчиків ТОМ – датчиків ТОП	–50...+200 °С –80...+750 °С
Роздільна здатність	0,1 °С
Границя основної зведеної похибки	0,5 %
Канали контролю положення засувки	
Кількість каналів	2
Діапазон контролю	0...100 %
Роздільна здатність	1 %
При вимірюванні відносної вологості датчиком психрометричного типу	
Діапазон температур, контрольованих «сухим» датчиком	+10...+95 °С
Діапазон вимірювання	1...99 %
Роздільна здатність	1 %
Границя основної зведеної похибки: – при температурах +10...+49,9 °С «сухого» датчика, не більше – при температурах +50...+95 °С «сухого» датчика, не більше	±5 % 4 %
Період вимірювання вхідних величин, не більше	6,5 с
Канали регулювання	
Кількість каналів регулювання	2
Кількість компараторів	0...4
Кількість вихідних реле	5
Кількість вихідних транзисторних ключів	8
Період слідування імпульсів керування на виході регулятора	1...120 с
Макимально допустимий струм навантаження пристроїв керування: – електромагнітного реле (~ 230 В, $\cos \varphi \leq 0,4$; або = 30 В) – транзисторного ключа (= 50 В)	4 А 200 мА
Інтерфейс зв'язку з ПК (через адаптер мережі AC4 для модифікацій з RS-485)	RS-485
Довжина лінії зв'язку пристрою з AC4 (RS-485), не більше	1200 м
Ступінь захисту з боку лицьової панелі	IP54
Габаритні розміри корпусу пристрою	(96 × 96 × 145) ± 1 мм
Маса пристрою, не більше	1,0 кг
Середній термін служби пристрою	8 років
 ПОПЕРЕДЖЕННЯ Межі основних зведених похибок вимірювання вказані без урахування похибок датчиків. Під час роботи з датчиками похибка каналу вимірювання сумується з похибкою самого датчика.	

2.2 Умови експлуатування

Пристрій призначено для експлуатування за таких умов:

- закриті вибухобезпечні приміщення без агресивних парів і газів;
- температура навколишнього повітря від +1 до +50 °С;
- верхня межа відносної вологості повітря: не більше 80 % при +35 °С і більш низьких температурах без конденсації вологи;
- атмосферний тиск від 84 до 106,7 кПа.

3 Заходи безпеки

**УВАГА**

На клемнику є небезпечна для життя напруга величиною до 250 В.

Пристрій слід встановлювати у спеціалізованих шафах, доступних тільки кваліфікованим фахівцям.

Будь-які підключення до пристрою і роботи з його технічного обслуговування необхідно виконувати лише при вимкненому живленні пристрою та підключених до нього приладів.

За способом захисту обслуговуючого персоналу від ураження електричним струмом пристрій належить до класу II за ДСТУ EN 61140.

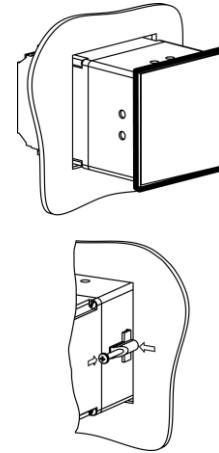
Під час експлуатування та технічного обслуговування необхідно дотримуватися вимог Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів і Правил улаштування електроустановок.

Не допускається потрапляння вологи на контакти вихідного рознімача і внутрішні електроелементи пристрою. Пристрій заборонено використовувати в агресивних середовищах із вмістом в атмосфері кислот, лугів, мастил і т. п.

4 Монтаж

Для встановлення пристрою необхідно:

1. Підготувати на щиті керування місце для встановлення пристрою (див. рисунок 4.2).
2. Установити прокладку на рамку пристрою для забезпечення ступеня захисту IP54.
3. Вставити пристрій у спеціально підготовлений отвір на лицьовій панелі щита.
4. Вставити фіксатори з комплекту постачання в отвори на бічних стінках пристрою.
5. Із зусиллям затягнути гвинти M4 × 35 з комплекту постачання в отворах кожного фіксатора так, щоб пристрій був щільно притиснутий до лицьової панелі щита.



Демонтаж пристрою необхідно виконувати у зворотному порядку.

Рисунок 4.1 – Встановлення пристрою

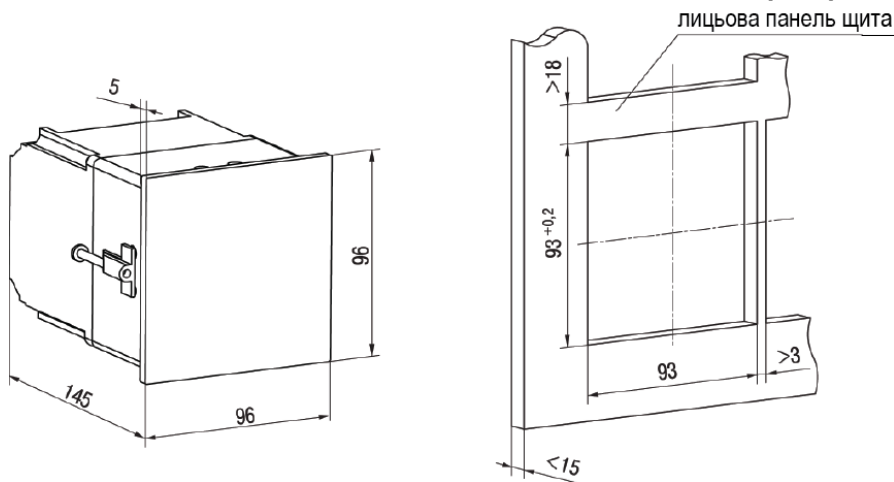


Рисунок 4.2 – Габаритні розміри корпусу Щ4

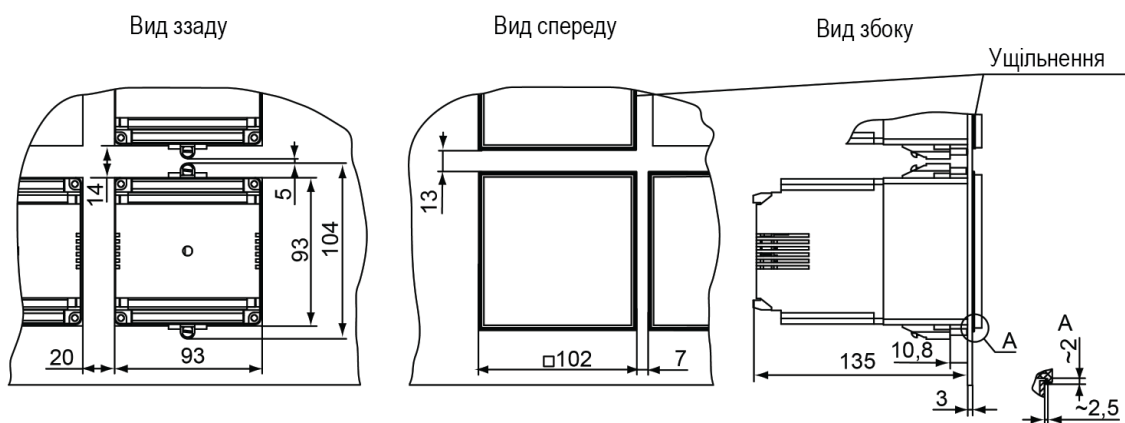


Рисунок 4.3 – Пристрій у корпусі Щ4, установлений у щит завтовшки 3 мм

5 Підключення

5.1 Рекомендації щодо підключення

Для забезпечення надійності електричних з'єднань необхідно використовувати мідні багатожильні кабелі. Кінці кабелів необхідно зачистити і залудити їх або використовувати кабельні наконечники.

Вимоги до перерізів жил кабелів вказано на рисунку нижче.

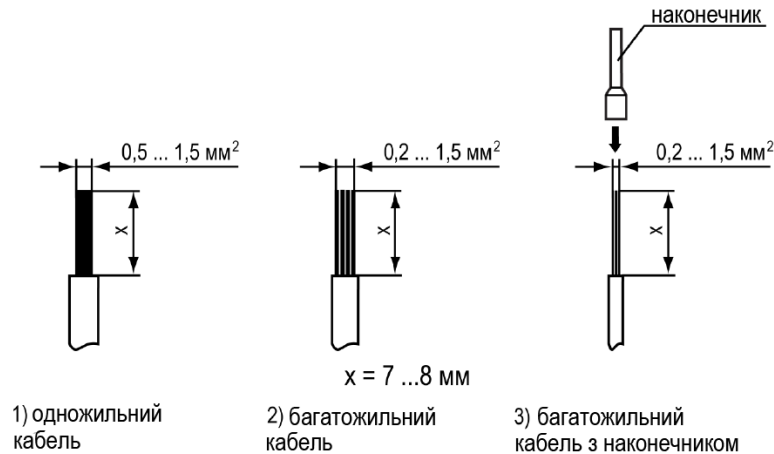


Рисунок 5.1 – Вимоги до перерізів жил кабелів

Загальні вимоги до ліній з'єднань:

- під час прокладання кабелів необхідно виділити лінії зв'язку, що з'єднують пристрій з датчиком, у самостійну трасу (або кілька трас), розташовуючи її (або їх) окремо від силових кабелів, а також від кабелів, що створюють високочастотні та імпульсні завади;
- для захисту входів пристрою від впливу промислових електромагнітних завад лінії зв'язку пристрою з датчиком потрібно екранувати. Як екрани можуть використовуватись і спеціальні кабелі з екранувальним обплетенням, і заземлені сталеві труби відповідного діаметру. Екрани кабелів з екранувальним обплетенням потрібно підключити до контакту функціонального заземлення (FE) у щиті керування;
- фільтри мережевих завад необхідно встановлювати у лініях живлення пристрою;
- іскрогасильні фільтри потрібно встановлювати у лініях комутації силового обладнання.

Монтуючи систему, в якій працює пристрій, потрібно враховувати правила організації ефективного заземлення:

- усі заземлювальні лінії прокладати за схемою «зірка» із забезпеченням гарного контакту із заземлювальним елементом;
- усі заземлювальні кола мають бути виконані проводами найбільшого поперечного перерізу;
- забороняється об'єднувати клему пристрою з маркуванням «Загальна» і заземлювальні лінії.

5.2 Порядок підключення



НЕБЕЗПЕКА

Після розпакування пристрою необхідно переконавшись, що він не був пошкоджений під час транспортування.

Якщо пристрій тривалий час знаходився при температурі нижче мінус 20 °С, то перед включенням і початком роботи його необхідно витримати у приміщенні з температурою, що відповідає робочому діапазону, протягом 30 хвилин.

Пристрій необхідно підключати в такому порядку:

1. З'єднати пристрій з джерелом живлення.



УВАГА

Перед подачею живлення на пристрій необхідно перевірити правильність підключення напруги живлення та її рівень.

2. Подати живлення на пристрій.
3. Виконати налаштування пристрою.
4. Зняти живлення.

5. Підключити лінії зв'язку «пристрій – датчики» до первинних перетворювачів і входів пристрою.
6. На вимірювальні температурні входи, що не використовуються під час роботи пристрою, встановити резистори з опором, приблизно рівним опорю датчиків температури, що використовуються на інших входах (тобто близько 50 або 100 Ом).
7. На входи датчиків положення, що не використовуються, встановити по парі резисторів на кожен вхід з однаковим опором (з номіналом в інтервалі від 50 до 3000 Ом).

5.3 Призначення контактів клемника

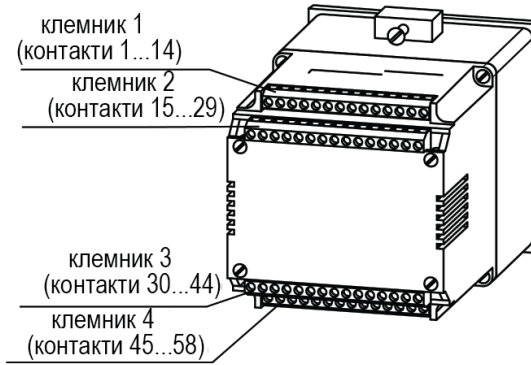


Рисунок 5.2 – Призначення контактів клемника

5.4 Підключення датчиків

5.4.1 Загальні відомості

Пристрій необхідно з'єднати з датчиками температури за допомогою трипроводової лінії, жили якої відносно одна одної мають однаковий опір. Довжина лінії зв'язку має бути не більше 100 метрів, а опір кожної її жили – не більше 15,0 Ом.



ПОПЕРЕДЖЕННЯ

Допускається з'єднання датчиків температури з пристроєм і за двопроводовою лінією, але за умови обов'язкового виконання робіт, перелік яких наведено в розділі 5.4.3. Довжина лінії зв'язку має бути не більше 100 м, а опір кожної її жили не більше 15,0 Ом.



УВАГА

Під час підключення до вихідних реле пристрою кіл керування виконавчими пристроями, а також кола живлення 230 В необхідно враховувати, що допустима максимальна напруга, що подається на контакти клеми, не може перевищувати 250 В змінного струму.

5.4.2 Загальні схеми підключення

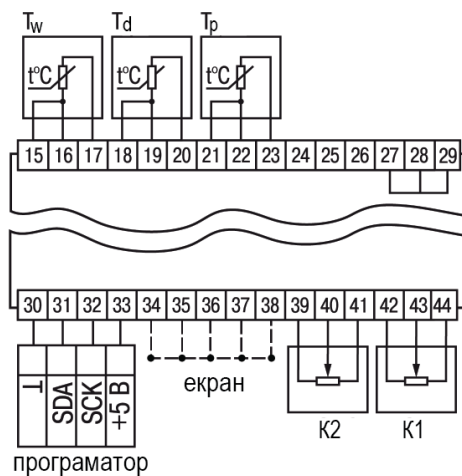


Рисунок 5.3 – Підключення вимірювальних датчиків і датчиків положення засувки

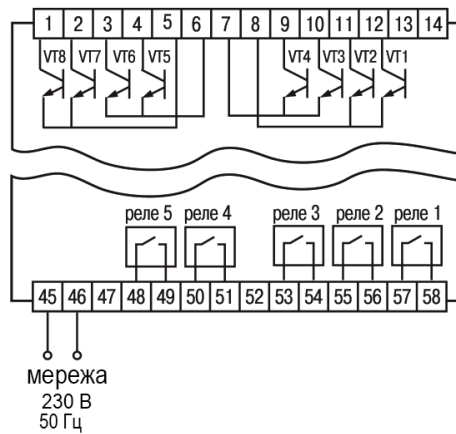


Рисунок 5.4 – Підключення вимірювальних датчиків і датчиків положення засувки

5.4.3 З'єднання датчиків з пристроєм за двопроводовою схемою

У випадках, коли використання трипроводової схеми неможливе (наприклад, у разі встановлення пристрою на об'єктах, обладнаних раніше прокладеними монтажними трасами), виконується підключення термометрів до пристрою за допомогою двопроводової схеми.

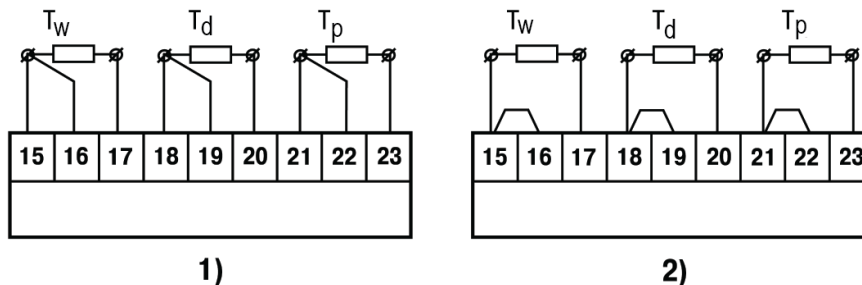


Рисунок 5.5 – Підключення датчиків за 1) трипроводовою схемою, 2) двопроводовою схемою



УВАГА

Усі роботи з підключення датчиків виконувати при знеструмленому пристрої.

Для з'єднання датчиків із пристроєм за двопроводовою схемою необхідно:

1. Перед початком роботи встановити перемички між контактами 15 і 16 клемника пристрою, а двопроводову лінію підключити до контактів 15 і 17 відповідно.
2. Потім підключити до протилежних від пристрою кінців лінії зв'язку «датчик-пристрій» термометра магазин опору з класом точності не менше 0,05 (наприклад, МСР-63).
3. Установити на магазині опору значення, що дорівнює опорі термометра при температурі 0 °С (50 або 100 Ом, залежно від типу датчика).
4. Подати живлення на пристрій і через 15–20 секунд за показами цифрового індикатора T_w визначити величину відхилення температури від 0 °С.
5. Задати значення корекції «зсув характеристики», що дорівнює за величиною показам пристрою, але взяте з протилежним знаком.
6. Перевірити правильність заданого значення корекції, для чого, не змінюючи значення опору на магазині, перевести пристрій в режим вимірювання температури і переконаватися, що його покази становлять $0 \pm 0,2$ °С.
7. Відключити живлення пристрою, від'єднати лінію зв'язку «датчик – пристрій» від магазину опорів і підключити її до термометра.
8. Аналогічно підключити до пристрою та ввести значення відповідних корекцій для датчиків T_d і T_p , які необхідно з'єднати з пристроєм за двопроводовою схемою.
9. Після виконання вищезазначених дій пристрій готовий до роботи.

5.4.4 Підключення інтерфейсу зв'язку з ПК

Пристрій і адаптер необхідно з'єднувати екранованою парою проводів довжиною не більше 1200 м для інтерфейсу RS-485. У разі підключення до мережі, МПР51 і всі пристрої, підключені до RS-485, мають бути знеструмлені.

6 Експлуатування

6.1 Принцип роботи

Функціональну схему пристрою наведено на рисунку нижче.

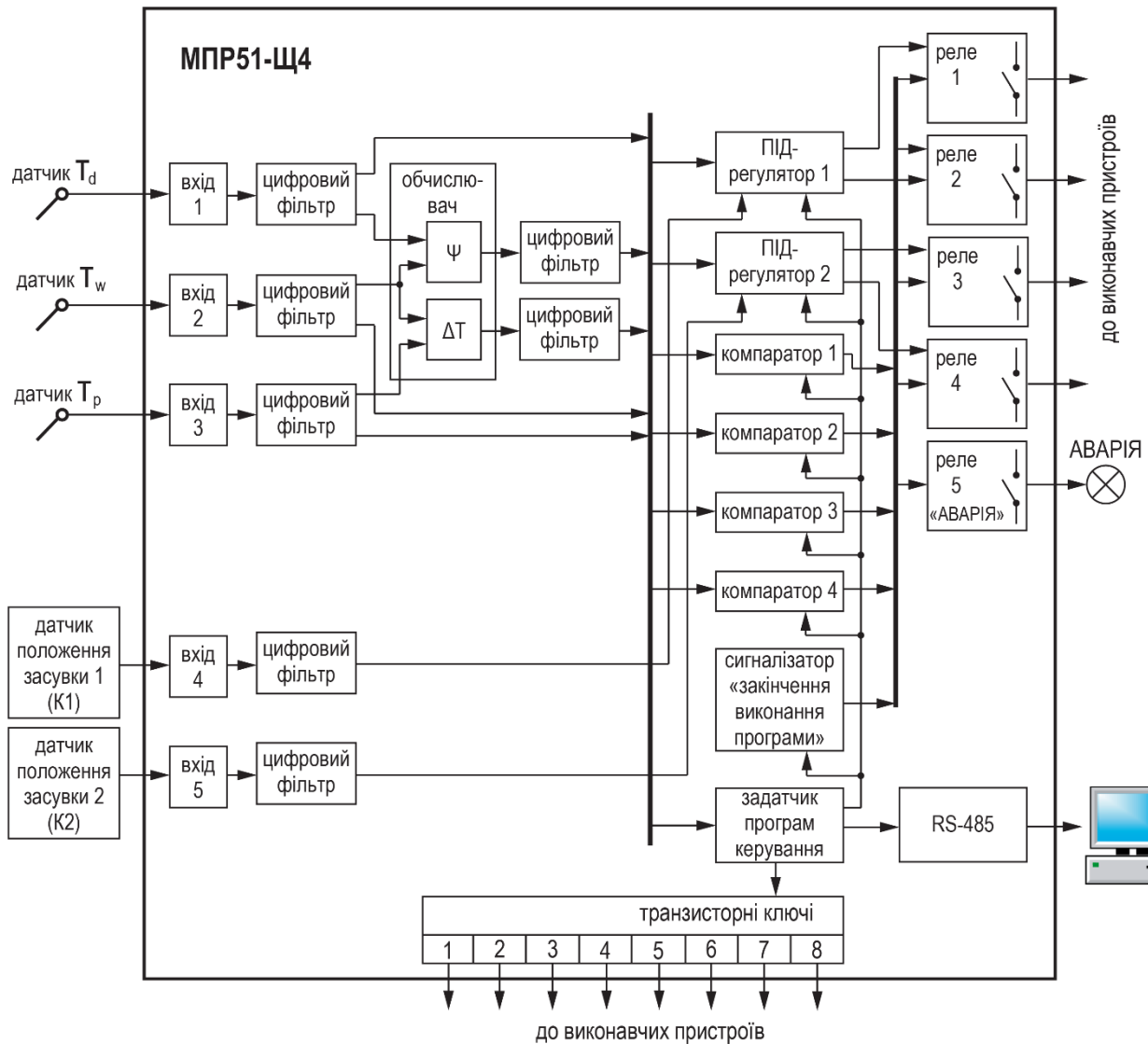


Рисунок 6.1 – Функціональна схема пристрою

Пристрій містить:

- 5 вхідних елементів (входів);
- 2 регулятори;
- 4 компаратори;
- 6 цифрових фільтрів;
- пристрій для обчислення різниці температур ΔT і відносної вологості ψ ;
- задавач програм керування (програм технолога);
- 8 вихідних транзисторних ключів;
- 5 вихідних реле;
- пристрій-сигналізатор про завершення виконання програми технолога;
- пристрій зв'язку з комп'ютером.

На вхідні елементи пристрою надходять такі сигнали:

- датчика температури «сухого» термометра T_d ;
- датчика температури «вологого» термометра T_w ;
- датчика температури продукту T_p ;
- датчиків положення K1 і K2.

6.2 Керування та індикація

На лицьовій панелі пристрою розташовані елементи індикації та керування (див. рисунок нижче):

- два трирозрядні семисегментні ЦІ;
- два дворозрядні семисегментні ЦІ;
- сім світлодіодів;
- чотири кнопки.

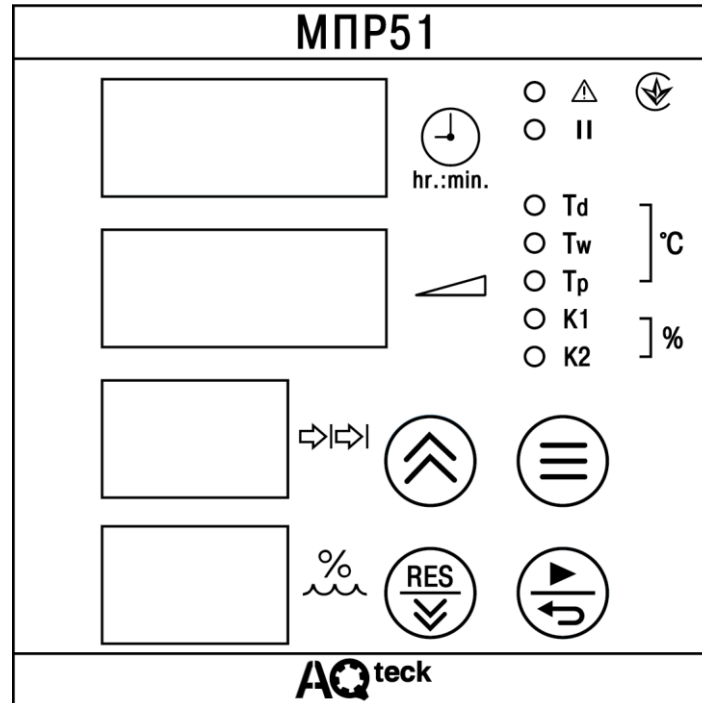






Рисунок 6.2 – Лицьова панель пристрою

Таблиця 6.1 – Призначення ЦІ

Назва ЦІ	Позначення ЦІ	Режим роботи пристрою	Відображувана інформація
ГОДИНИ:ХВИЛИНИ	 hr.:min.	ЗУПИН	Час від початку роботи програми
		РОБОТА	
		НАЛАШТУВАННЯ	Назва параметра, що задається (переглядається)
ПАРАМЕТР		РОБОТА	Значення температури, що отримані по трьох каналах вимірювання (T_d , T_w , T_p) та положення засувки, визначене по двох каналах (K1 та K2). Індикація температури залежно від параметра α_{12} виконується в двох режимах. У першому режимі, параметр $\alpha_{12} = 000$, температура відображається з точністю до одного градуса. У другому режимі, параметр $\alpha_{12} = 001$, температура відображається з точністю до однієї десятої градуса. У другому режимі не будуть відображатися сотні градусів для додатних температур (123.4 °C відобразатимуться як 23.4 °C) і десятки градусів для від'ємних температур (-23.4 °C відобразатимуться як -3.4 °C)
		НАЛАШТУВАННЯ	Значення параметра, що задається (переглядається). Індикація вимірюваних величин виконується автоматично або вручну, залежно від значення параметра α_{11}
КРОК		ЗУПИН	Номер кроку
		РОБОТА	
		НАЛАШТУВАННЯ	На рівні L1 під час задання або перегляду параметрів компараторів на ЦІ «КРОК» вказується номер компаратора. Після завершення його роботи відображається Ed (скор. англ. « End » – кінець)
ВОЛОГІСТЬ		РОБОТА	Вологість або номер програми залежно від значення параметра α_{12}
		НАЛАШТУВАННЯ	На рівнях L2, L3, L4 на цьому індикаторі відображається номер рівня

Таблиця 6.2 – Призначення світлодіодів

Світлодіод	Стан	Значення
	світиться	Якщо значення вхідного параметра виходить за межі допустимих значень, а також після закінчення програми
II	світиться	Пристрій знаходиться у режимі ЗУПИН
T _d	світиться	Вказують канал вимірювання, показання якого виведені на ЦІ «ПАРАМЕТР»
T _w		
T _p		
K1		
K2		

Таблиця 6.3 – Призначення кнопок

Кнопка	Режим роботи пристрою	Призначення
	ЗУПИН	Вхід в режим НАЛАШТУВАННЯ; Перехід на різні рівні головного меню; Внесення до пам'яті вибраного значення параметра.
	РОБОТА	
	ЗУПИН	Перехід між вхідними величинами, що відображаються на індикаторі «ПАРАМЕТР».
	РОБОТА	
	НАЛАШТУВАННЯ	Перемикання між параметрами під час їх перегляду та збільшення значення параметра.
	ЗУПИН	Щоб перейти до початку першого кроку програми та скинути сигнал АВАРІЯ.
	НАЛАШТУВАННЯ	Зменшення значення параметра.
	ЗУПИН/РОБОТА	Переведення пристрою з режиму ЗУПИН в режим РОБОТА та назад.
	НАЛАШТУВАННЯ	Вихід з поточного рівня в головне меню без запису нового значення параметра, а із головного меню здійснюється вихід із режиму

6.3 Визначення положення засувки за допомогою резистивного датчика

Опір датчика має бути в межах від 100 до 1000 Ом. При високих значеннях опору завадостійкість пристрою буде знижуватися.

Положення засувки відображається на індикаторі «ПАРАМЕТР» у відсотках: закритому стан засувки відповідає показання 0 %, відкритому – 100 %.

Оскільки крайні положення повзунка змінного резистора датчика положення не завжди відповідають повному відкриттю або закриттю засувки, передбачена процедура калібрування датчика при повністю закритому стані (min) – 0 % та повністю відкритому стані (max) – 100 %. Показання на індикаторі між цими положеннями лінійно залежать від опору змінного резистора.

6.4 Увімкнення

Після увімкнення пристрою в мережу 230 В всі індикатори блимають протягом декількох секунд, потім блимання припиняється.

Якщо на верхньому індикаторі з'явилося повідомлення $PQ\ I$, необхідно натиснути кнопку


Пристрій знаходиться в режимі ЗУПИН, для виконання автоматично встановлена перша програма та перший крок.



УВАГА











Пристрій після увімкнення живлення переходить в режим РОБОТА, у випадку, якщо відключення пристрою відбулося через зникнення живлення і параметр $oP7 = 001/004/005$.

Пристрій буде перебувати в тому режимі, в якому він знаходився до відключення. Якщо пристрій перебував у режимі РОБОТА, то він продовжить виконання програми. Якщо пристрій перебував у режимі ЗУПИН, то під час увімкнення він також перебуватиме у режимі ЗУПИН. Блимання верхнього індикатора

«ГОДИНИ:ХВИЛИНИ» означає, що була перерва в електроживленні. Щоб припинити блимання індикатора, необхідно натиснути кнопку .


6.5 Вибір програми (кроку) для виконання



Щоб вибрати програму для виконання необхідно:

1. У режимі ЗУПИН або РОБОТА натиснути кнопку . На верхньому ЦІ з'явиться блимаючий напис *P-L*.
2. Натиснути кнопку  ще раз. На найнижчому індикаторі почне блиматиме номер програми, встановленої для виконання (або вже запущеної, якщо пристрій знаходиться в режимі РОБОТА).
3. Кнопками  і  встановити номер потрібної програми. Якщо вибір програми для виконання відбувався в режимі РОБОТА, то одразу почнеться виконання обраної програми. Якщо вибір програми для виконання відбувався в режимі ЗУПИН, то для запуску обраної програми необхідно натиснути кнопку .
4. Якщо необхідно почати виконання програми не з першого кроку, то після установлення номера потрібної програми, слід натиснути кнопку . На індикаторі «КРОК» почне блимати номер кроку.
5. Кнопками  і  встановити номер потрібного кроку.
6. Натиснути кнопку  два рази. Крок для виконання установлено. Якщо вибір кроку для виконання відбувався в режимі РОБОТА, то виконання нової програми почнеться із встановленого кроку. Якщо вибір кроку для виконання відбувався в режимі ЗУПИН, то для запуску нової програми з установленого кроку потрібно натиснути кнопку .


6.6 Пуск і зупин

Якщо пристрій знаходиться у режимі ЗУПИН, то:


- включений світлодіод .
- точка на індикаторі «ГОДИНИ:ХВИЛИНИ» не блимає (відлік поточного часу програми не відбувається).

Щоб запустити програму (крок), встановлену для виконання, необхідно натиснути кнопку . Світлодіод  погасне, точка на індикаторі «ГОДИНИ:ХВИЛИНИ» почне блимати (почнеться відлік поточного часу програми (керування технолога)).

Якщо пристрій знаходиться у режимі РОБОТА, то:


- виконується встановлена програма керування;
- блимає точка на індикаторі «ГОДИНИ:ХВИЛИНИ»;
- не світиться світлодіод .
- на індикаторі «КРОК» відображається номер виконуваного кроку;
- на індикаторі «ВОЛОГІСТЬ» відображається номер виконуваної програми або значення вологості (залежно від того, що призначено споживачем для виведення на індикатор «ВОЛОГІСТЬ»).

Щоб зупинити виконання програми керування (програми технолога) необхідно натиснути кнопку . Відбудеться перехід в режим ЗУПИН.

Для скидання часу необхідно натиснути кнопку .

6.7 Перегляд значень параметрів

Перегляд вимірюваних параметрів (поточних значень температури від трьох датчиків температури) здійснюється в режимах ЗУПИН і РОБОТА. Таким же чином відбувається перегляд значення відносної вологості.




Значення температури, отримані по трьох каналах вимірювання (T_d , T_w , T_p) та положення засувки (K1 та K2) виводяться на індикатор «ПАРАМЕТР» по черзі — автоматично або вручну (натисненням кнопки , залежно від значення параметра σ і і, встановленого на рівні L2.

Значення відносної вологості виводиться на індикатор «ВОЛОГІСТЬ» – шляхом встановлення параметра σ_{D3} (рівень L2) = 001.

Перегляд значень параметрів відбувається під час налаштування.

Під час налаштування на індикатор «ГОДИНИ:ХВИЛИНИ» виводиться ім'я параметра, значення параметра виводиться на індикатор «ПАРАМЕТР».

6.8 Запис значень параметрів

Запис нових значень параметрів відбувається в режимі НАЛАШТУВАННЯ. Кнопками  і  встановлюється нове значення, кнопкою  вводиться нове значення до пам'яті пристрою.


6.9 Індикація аварійних ситуацій

Під час роботи пристрою можуть виникати аварійні ситуації. Типи аварійних ситуацій:

- на вході пристрою;
- що виникли через збій під час роботи пристрою.

Аварійні ситуації на вході пристрою створюються, коли керуюча величина на вході виходить за допустимі межі:

- для датчиків температури:
 - ТОМ – значення температури нижче мінус 50 і вище +200 °С;
 - ТОП – значення температури нижче мінус 80 і вище +750 °С;
- для датчиків положення засувки – значення менше 0 % і більше 100 %.

Коли контрольовані (виміряні) величини перевищують зазначені межі, спрацьовує реле 5 і засвічується світлодіод .



У діапазонах значень температур від мінус 100 до мінус 50 °С і від +200 до +750 °С для ТОМ і в діапазонах від мінус 100 до мінус 80 °С і від +750 до +850 °С для ТОП на індикаторі відображається температура, хоча це відповідає аварійній ситуації. Про те, що ситуація аварійна, свідчить блимання показань вимірної температури на індикаторі «ПАРАМЕТР».

За межами діапазонів значень від мінус 100 до +750 °С для ТОМ та від мінус 100 до +850 °С для ТОП на індикаторі «ПАРАМЕТР» відображаються миготливі прочерки « - - ».

Коли положення засувки виходить за межі діапазону значень 0...100%, вимірне значення продовжує відображатися. Про те, що ситуація аварійна, свідчить блимання показань виміряного значення на індикаторі «ПАРАМЕТР».



Під час виникнення аварійних ситуацій, що викликані збоями в роботі пристрою, на індикаторі «ГОДИНИ:ХВИЛИНИ» відображаються такі повідомлення:

- *RD1* – оперативна пам'ять пристрою не містить упорядкованої інформації;
- *RD3* – параметр умови переходу до наступного кроку не в допустимих межах;
- *RD4* – величина на вході компаратора не знаходиться в допустимих межах;
- *RD5* – час кроку минув і перевищив 63 години;
- *RD6* – з'являється після переривання живлення, якщо було встановлено значення параметра σ_{D7} = 005, а також якщо керована величина вийшла за межі, встановлені в параметрі σ_{D8} ;
- *RD7* – збій режиму роботи пристрою;
- *RD8* – з'являється після вимкнення живлення у разі аварійного зупину зі спрацьовуванням реле 5 (якщо було встановлено значення параметра σ_{D7} = 002);
- *RD9* – величина на вході регулятора не знаходиться в допустимих межах.

При появі одного з вказаних повідомлень замикається реле 5 та засвічується світлодіод . Якщо пристрій в цей час перебуває в режимі РОБОТА і виконує програму (керування технолога), то відбувається його перехід у режим ЗУПИН, засвічується світлодіод  і виконання програми (керування технолога) припиняється.

Повідомлення *RD1* з'являється, якщо в оперативній пам'яті порушено належний порядок інформації, що міститься в ній. Це відбувається під час увімкнення пристрою після тривалого перебування у вимкненому стані, а також внаслідок дії сильної імпульсної завади під час роботи пристрою.

Повідомлення *Р03*, *Р04*, *Р09* з'являються, коли виміряна (або обчислена) величина, що використовується програмою керування, виходить за допустимі межі. Це можливо як внаслідок фактичного виходу керованої величини за допустимі межі, так і внаслідок збою роботи пристрою (наприклад, після потужної завади).

У випадках, коли аварійна ситуація виникає на вході, який не використовується програмою керування, пристрій продовжує виконання програми керування, не переходячи в режим ЗУПИН. При цьому замикається реле 5 та засвічується світлодіод . Якщо аварійна ситуація на вході проходить, реле 5 розмикається і світлодіод  гасне.

7 Налаштування

7.1 Режими роботи

Пристрій працює в режимах:

- ЗУПИН;
- РОБОТА;
- НАЛАШТУВАННЯ.

Пристрій може перебувати або в режимі РОБОТА, або в режимі ЗУПИН. Робота в режимі НАЛАШТУВАННЯ відбувається на фоні режимів ЗУПИН або РОБОТА.

Схему, що пояснює співвідношення режимів та порядок переходу з режиму в режим при натисканні відповідних кнопок, наведено на [рисунок 7.1](#).

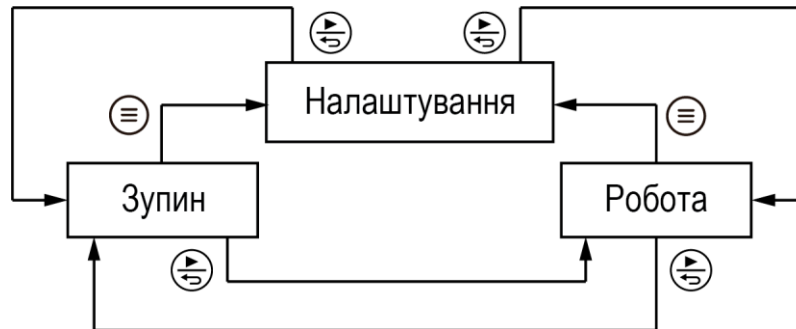


Рисунок 7.1 – Режими роботи

У режимі ЗУПИН пристрій функціонує як вимірювач та індикатор, регулювання не відбувається, компаратори не працюють.

У режимі РОБОТА пристрій регулює за заданою програмою керування. Регулятори та компаратори працюють, відбувається відлік часу від початку виконання програми.

Коли живлення увімкнено, режим пристрою встановлюється залежно від значення параметра α_{17} і режиму, в якому перебував пристрій у момент вимкнення живлення.

Таблиця 7.1 – Режими роботи пристрою після втрати живлення

Значення параметра α_{17}	Режим у момент вимкнення живлення	Режим під час увімкнення живлення
Будь-яке	ЗУПИН	ЗУПИН
001	РОБОТА	РОБОТА
004, 005	РОБОТА	Залежить від виміряних параметрів температури – ЗУПИН або РОБОТА

7.2 Код доступу до рівня налаштування

Для захисту параметрів регулювання від несанкціонованих змін у пристрої передбачено параметр секретності, значення якого встановлюється у параметрі ζ_{cr} .

Варіанти налаштування доступу:

- $\zeta_{cr} = 001$. Доступ до рівня можливий лише через пароль (код доступу), значення якого встановлюються у параметрі ζ_{od} .
- $\zeta_{cr} = 002$. Доступ до рівня здійснюється без запити пароля, після натискання кнопки (☰), для перегляду значень параметрів без можливості зміни їх значень.
- $\zeta_{cr} = 003$. Доступ до рівня здійснюється без запити пароля, після натискання кнопки (☰), для перегляду значень параметрів із можливістю зміни їх значень.

7.3 Основне меню

Схему основного меню пристрою, а також меню підрежиму вибору програми для виконання наведено на [рисунок 7.2](#). По вертикалі розташовані зображення показань індикатора «ГОДИНИ:ХВИЛИНИ».

Лінії зі стрілками вказують напрямки переходу з одного рівня налаштування до іншого, зображення кнопок біля ліній вказують, за допомогою якої кнопки можливо перейти з рівня на рівень.

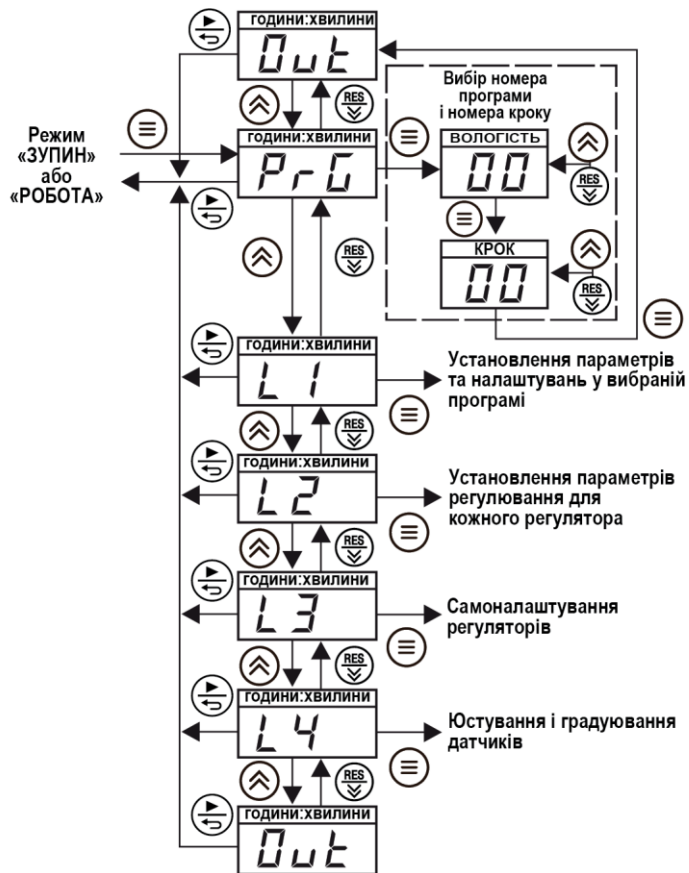






Рисунок 7.2 – Основне меню



Щоб увійти в режим НАЛАШТУВАННЯ, треба натиснути кнопку , на верхньому індикаторі «ГОДИНИ:ХВИЛИНИ» почне блимати повідомлення PrG.

Для вибору рівня необхідно після появи повідомлення PrG натиснути кнопку , пристрій перейде на рівень L1. Наступне натискання цієї кнопки дозволяє послідовно перейти на рівні L2, L3, L4 і далі – в «нижній» стан 00:00 основного меню (означає закінчення списку параметрів, у цьому випадку – списку рівнів). Назва кожного рівня та стану відображається на індикаторі «ГОДИНИ:ХВИЛИНИ».




Натисканням кнопки  здійснюється зворотний перехід від рівня L4 до рівнів L3, L2, L1, PrG і далі – у «верхній» стан 00:00 основного меню.


Для переходу в підрежим вибору програми (кроку) для виконання потрібно після появи повідомлення PrG натиснути кнопку .


Пристрій перейде в підрежим вибору програми (кроку) для виконання. На індикаторі «ВОЛОГІСТЬ» відобразиться номер програми.

За допомогою кнопок  і  встановлюється номер необхідної програми, яка буде виконуватися з першого кроку.


Якщо програма повинна виконуватися не з першого кроку необхідно:

1. Натиснути кнопку .
2. Установити кнопками  і  номер кроку, з якого почнеться виконання програми. Перевірити, щоб на індикаторі «КРОК» висвічувався номер кроку.

Для виходу з підрежиму вибору програми (кроку) для виконання треба натиснути кнопку  – відбувається перехід у «верхній» стан 00:00, при цьому на індикаторі «ВОЛОГІСТЬ» висвічуються риски, а на

індикаторі «ГОДИНИ:ХВИЛИНИ» з'являється напис *Out*. Для подальшого виходу з налаштування треба ще раз натиснути кнопку .

Якщо вхід у налаштування здійснюється з режиму РОБОТА, то після виходу з налаштування відразу почнеться виконання встановленої програми (кроку).

Вихід з основного меню налаштування здійснюється натисненням кнопки . Пристрій перейде в той режим, з якого було виконано вхід у режим НАЛАШТУВАННЯ.

7.3.1 Рівень L1

На [рисунок 7.3](#) зображено схему переходів на рівні L1, де задаються значення параметрів програм керування (програм технолога). На індикаторі «ГОДИНИ:ХВИЛИНИ» відображаються назви параметрів програм керування, на індикаторі «ПАРАМЕТР» – значення параметрів.



ПОПЕРЕДЖЕННЯ

Всі параметри, зображені на [рисунок 7.3](#), крім двох самих верхніх і двох найнижчих прямокутників, належать тільки одній програмі керування (програмі технолога).

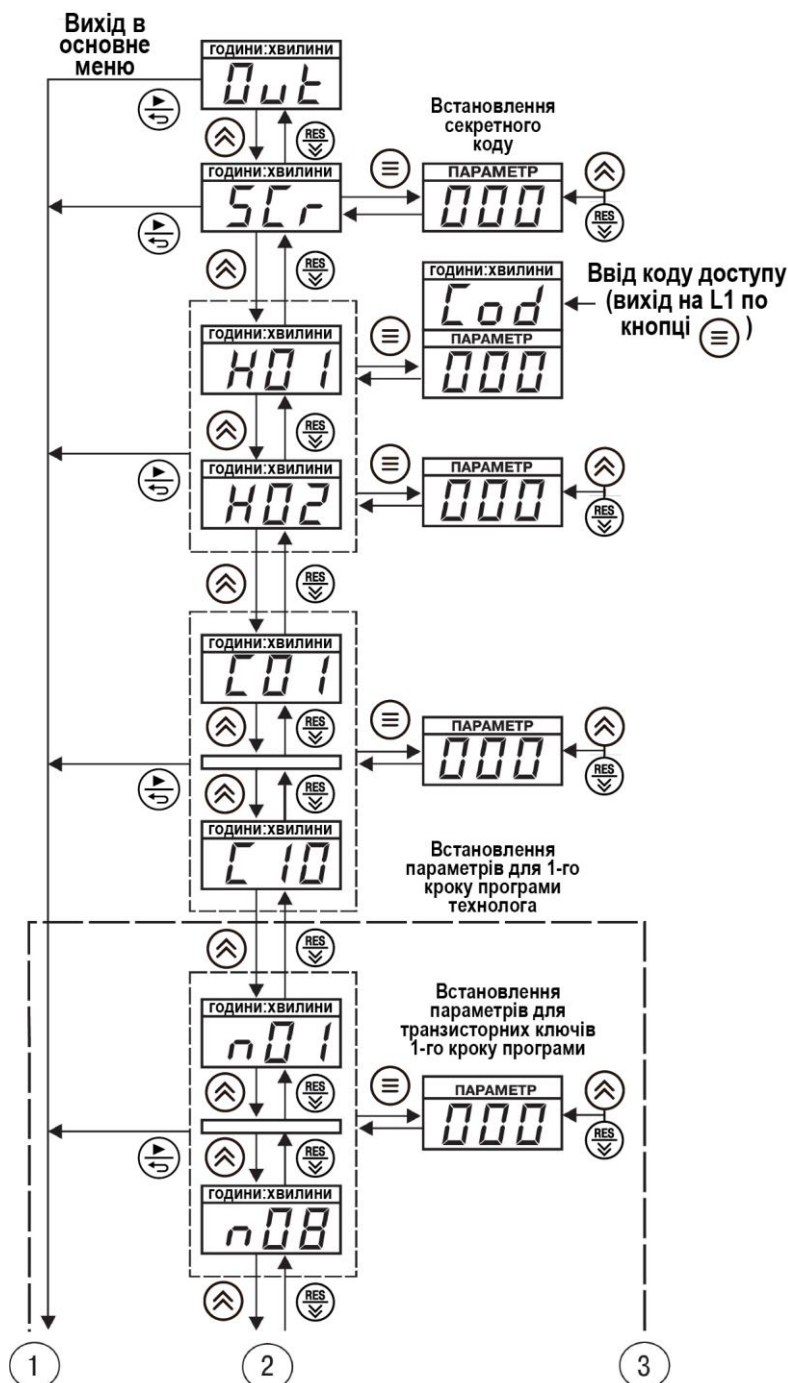


Рисунок 7.3 – Рівень L1 (початок)

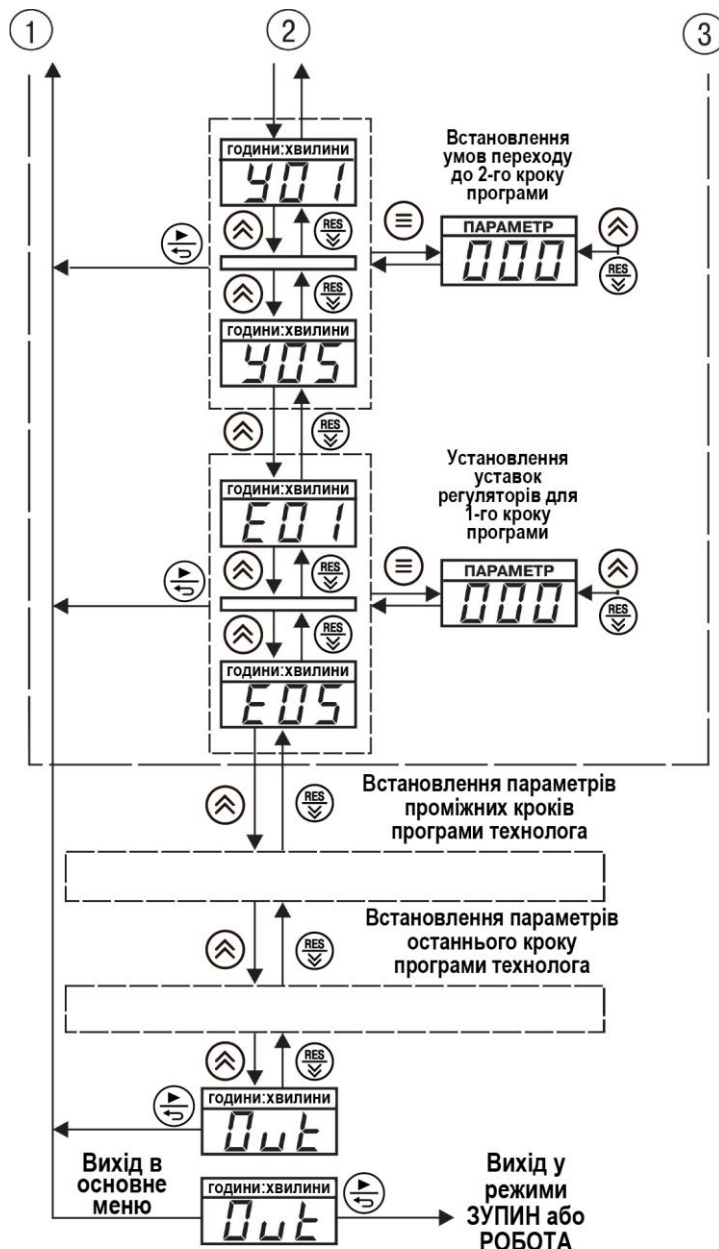


Рисунок 7.4 – Рівень L1 (кінець)

Групи параметрів обведені маленьким пунктиром, великим пунктиром обведені параметри, що належать до одного кроку програми.

Перехід від параметра до параметра відбувається після натискання кнопки і , напрямок переходу вказано на рисунку вище стрілкою.

Вхід на рівень L1 здійснюється так само, як і на рівень L2 – через код доступу $\text{Cod} = 987$.

Після натискання кнопки відбувається перехід до вибору номера програми керування (програми технолога), значення параметрів якої потрібно задати або переглянути — на верхньому індикаторі «ГОДИНИ:ХВИЛИНИ» висвічується назва першого параметра $NO\ 1$, на індикаторі «ПАРАМЕТР» блимає числом кроків у програмі, на нижньому індикаторі блимає «01» – номер програми.

Номер програми встановлюється за допомогою кнопок і .

Вхід у вибрану програму здійснюється натисненням кнопки .

Зміна, запис нового значення параметра, відмова від запису, а також перегляд значень параметрів без запису виконуються в тому ж порядку, що і при налаштуванні на рівні L2.

При відключенні одного або обох ПІД-регуляторів (параметри $P07$ і $P07$ рівня L3) відповідні йому параметри ($E0x$ та $E0x$) на рівні L1 стають недоступними.

Вихід із рівня L1 здійснюється в тому ж порядку, що і вихід з рівня L2.

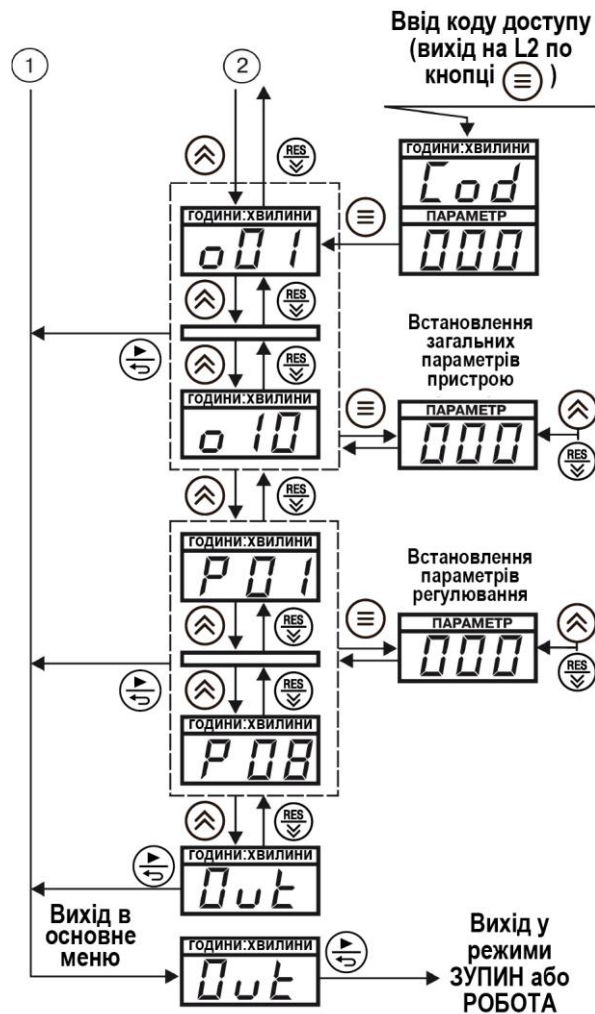


Рисунок 7.6 – Схема налаштування на рівні L2 (кінець)

Праворуч по вертикалі на [рисунок 7.5](#) розташовані зображення показів індикатора «ПАРАМЕТР», на який виводяться значення параметрів. Тут зображений здвоєний індикатор: на верхньому індикаторі «ГОДИНИ:ХВИЛИНИ» висвічується ім'я коду доступу на рівень налаштування – «Cod», на нижньому індикаторі «ПАРАМЕТР» – значення коду доступу – наприклад, 000.

Для входу на рівень L2 необхідно, перебуваючи в основному меню на блимаючому L2, натиснути кнопку \equiv .

На здвоєному індикаторі «ГОДИНИ:ХВИЛИНИ» буде відображено напис Cod, на індикаторі «ПАРАМЕТР» буде блимати довільне число, на найнижчому індикаторі відображається позначення рівня L2.

Якщо параметр секретності Scr в рівні L2 дорівнює 1 або 2, кнопками \uparrow і \downarrow необхідно встановити код доступу на рівень L2: $Cod = -13$, і натиснути кнопку \equiv .

Якщо параметр $Scr = 3$ (встановлюється таким під час продажу пристрою), то можна одразу натискати кнопку \equiv . Відбувається перехід до першого, загального для всього пристрою параметра 01 , при цьому ім'я параметра 01 блимає на індикаторі «ГОДИНИ:ХВИЛИНИ», значення параметра відображається на індикаторі «ПАРАМЕТР».

Щоб змінити значення параметра необхідно:

1. Натиснути кнопку \equiv . Ім'я параметра на індикаторі «ГОДИНИ:ХВИЛИНИ» перестане блимати, почне блимати значення параметра на індикаторі «ПАРАМЕТР».
2. Кнопками \uparrow і \downarrow встановити необхідне значення параметра.

Для запису зміненого значення необхідно:

1. Натиснути кнопку \equiv , нове значення буде записано до пам'яті й відбудеться перехід до наступного параметра.
2. Якщо набрано неправильне значення, то замість кнопки \equiv натиснути \leftarrow .

У таблиці параметрів на рівні L1 вносяться значення параметрів компараторів $c_{01} \dots c_{0n}$. Рекомендується спочатку налаштувати один компаратор, а потім, якщо потрібно, інші в порядку зростання номера.

**УВАГА**

Під час налаштування параметра c_{02} (вихід компаратора) необхідно пам'ятати, що за кожним з регуляторів чітко закріплені певні реле. У разі, якщо задіяно хоча б один регулятор (параметри P_{07} відрізняються від 1), необхідно перевірити, які реле залишаються вільними (залежить від типу логіки використовуваного регулятора – визначається значенням параметра P_{07}), та встановити відповідне значення параметра c_{02} . Якщо регулятори не задіяні, рекомендується встановити значення параметрів $P_{07} = 001$.

Після закінчення першого етапу необхідно перевірити наявність вільних реле і за необхідності використовувати їх, наприклад, для сигналізації.

На другому етапі підготовки необхідно встановити значення, що налаштовуються на рівні L2 основних параметрів роботи пристрою – $c_{01} \dots c_{09}$.

Третій етап підготовки – написання програми технолога (програми керування), тобто розбиття програми на кроки з різними уставками.

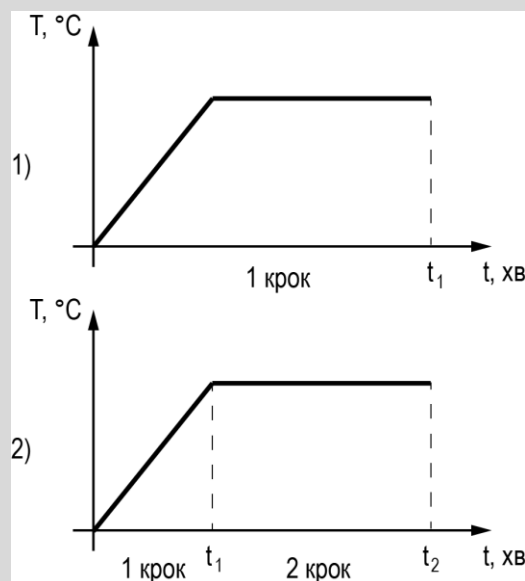
**УВАГА**

Розпочинаючи написання програми технолога, необхідно пам'ятати про те, що тільки регулятори здатні під час програми відпрацьовувати різні уставки температури або вологості. Компаратори протягом усієї програми відпрацьовують єдину уставку.

7.5 Складання програми технолога

Для складання програми технолога:

- Розбити технологічний процес на етапи, яким будуть відповідати кроки в програмі керування. Для наочності рекомендується оформити етапи технологічного процесу у вигляді таблиці.
- Визначити кількість кроків у програмі технолога, враховуючи умови переходу на наступний крок.

Приклад

**Рисунок 7.9 – Приклад розбиття технологічного режиму на кроки:
1) неправильний варіант; 2) правильний варіант**

На *рисунку 7.9*, зображено графік температурного режиму, який задає час, необхідний для досягнення уставки та витримки при цій температурі. За один крок задану температуру точно витримати за часом неможливо, оскільки швидкість виходу на уставку варіюється, тому цей процес необхідно розділити на два кроки. При такому розбитті температура досягає уставки за час t_1 (перший крок), який не налаштовується, оскільки залежить від швидкості виходу температури на уставку. Задається умова переходу з першого кроку на другий по досягненню заданого значення параметра, на другому кроці задає точний час витримки.

Загальне число кроків у програмі визначається максимальним числом кроків одного з двох задіяних регуляторів.

Приклад

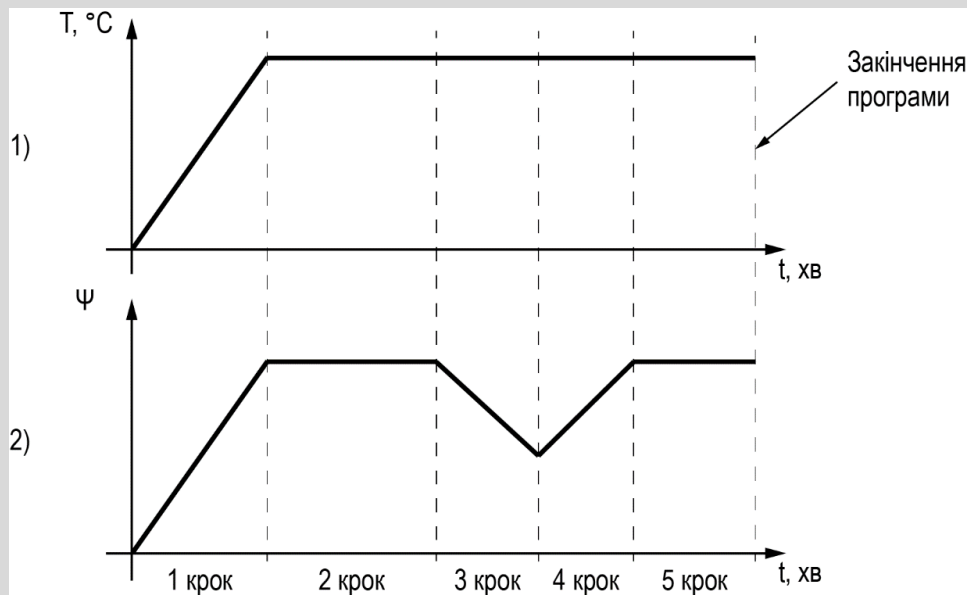


Рисунок 7.10 – Визначення загального числа кроків: 1) програма першого регулятора; 2) програма другого регулятора

На *рисунку 7.10* наведено графіки температурного і вологісного режимів, що контролюються двома регуляторами: необхідне число кроків при підтримці температури – 2, вологості – 5. Тому програма повинна містити 5 кроків, і при налаштуванні параметрів для регулятора температури необхідно задати останні чотири кроки з однаковими уставками.

Число кроків у програмі записується у параметрі $HP1$.

Послідовність складання програми технолога:

1. За кількістю кроків вибрати тип розбиття пам'яті на кроки. Вибраний тип установлюється в параметрі $σHP$ рівня L2 з урахуванням можливої кількості програм. Значення параметра $σHP$ записати в таблиці.
2. Задати значення параметра $HP2$. Якщо пристрій повинен зупинитися після закінчення програми, то $HP2 = 000$. Якщо програма має виконуватися «безкінечно», необхідно вказати номер кроку, на який буде повертатись пристрій. Окремий випадок – програма, що складається з одного кроку, яка виконується до її зупинення вручну; в цьому випадку: $HP1 = 001$, $HP2 = 001$. Умови переходу з поточного кроку на наступний, що задаються параметрами $У01...У05$, вписати в таблиці. Автоматичний перехід із кроку на крок може виконуватись або по закінченню заданого часу, або коли одна з керованих величин досягне значення, заданого в параметрі $У03$, або при поєднанні цих умов.
3. Для кожного кроку задати значення параметрів $EP2...EP5$ для першого або другого регуляторів.
4. Якщо для керування додатковим обладнанням будуть задіяні транзисторні ключі в імпульсних режимах, то необхідно задати ці режими за допомогою параметрів $F02...F15$. Для кожного кроку задати в параметрах $HP1...HP5$ режим роботи транзисторних ключів.
5. Значення параметрів цифрових фільтрів $HP1...HP5$, а також параметри корекції показань ТО $LC1...LC1$, $LC2...LC2$, $LC3...LC3$ задаються на заводі-виробнику. За необхідності (при дії завод і похибок вимірювання вхідних величин) ці параметри необхідно коригувати.

Якщо передбачається робота пристрою за декількома програмами, всі перераховані вище дії потрібно повторити для кожної програми.

Якщо в результаті збою пристрою або введення некоректної програми подальша робота неможлива, необхідно встановити параметри пристрою на значення «за умовчанням». У цьому випадку програми будуть видалені. Для цього потрібно відключити живлення пристрою, натиснути кнопку ⊖ і включити живлення пристрою. Ввести пароль **777** і натиснути кнопку ⊖ . Після цього пристрій буде готовий до подальшого налаштування.

7.6 Фільтрація вхідних величин

Для зменшення впливу зовнішніх імпульсних завад на якість регулювання у пристрої передбачено фільтрацію результатів вимірювань вхідних величин. Фільтрація виконується незалежно для кожного каналу вимірювання, а також під час обчислення вологості.

У пристрої використовується модель фільтра першого порядку. Для кожного каналу вимірювання окремо можна вводити свою сталу часу фільтра, див. [рисунок 7.11](#) (параметри $d01, d02, d03, d04, d05, d06$).

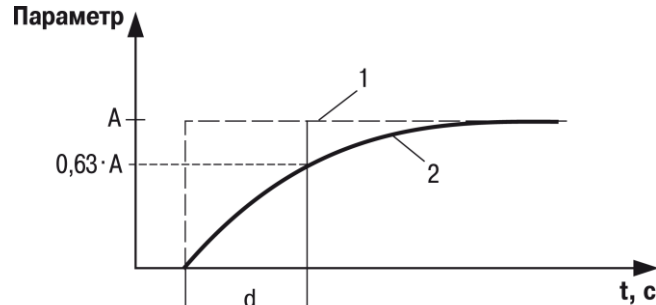


Рисунок 7.11 – Принцип дії фільтра



ПОПЕРЕДЖЕННЯ

Позначення на рисунку:

- 1 – виміряне значення;
- 2 – значення параметра після фільтра;
- d – стала часу фільтра;
- A – нове виміряне значення фільтра.

Якщо значення параметра дорівнює нулю, фільтрація не виконується. Якщо значення параметрів збільшуються, то зростає інерція зміни показань датчика.

Дія сталої часу фільтрів стає помітною, якщо значення перевищують час опитування датчиків (час опитування – близько 4 с при значеннях параметра $dTC = 001, 002, 003$ та 6 с при $dTC = 004, 005$).



ПОПЕРЕДЖЕННЯ

Значення сталих часу фільтра для «сухого» та «вологого» термометрів впливають на індикацію відносної вологості навіть при значенні параметра $dTC = 000$.

7.7 Обчислення вологості та різниці температур камери і продукту

Пристрій для обчислення ΔT і ψ , крім вимірювання трьох вхідних величин T_d , T_w та T_p обчислює різницю між T_d і T_p , що дорівнює ΔT , а також, використовуючи величини T_d і T_w , обчислює відносну вологість повітря ψ .

Пристрій обчислює відносну вологість повітря за психрометричним методом. Для цього використовуються значення температури «сухого» і «вологого» термометрів. «Сухий» термометр – це звичайний термометр, що вимірює температуру газового середовища в камері. «Вологий» термометр – це термометр з вологим ґнітом на своєму чутливому елементі. На основі напівемпіричних формул виведено загальноприйнятну формулу розрахунку відносної вологості ψ , %.

$$\psi = \frac{E_w}{E_d} - \frac{A \cdot P \cdot (T_d - T_w)}{E_d} \quad (7.1)$$

де E_w – максимально можливий парціальний тиск водяної пари при температурі повітря T_w , Па;

E_d – максимально можливий парціальний тиск водяної пари при температурі повітря T_d , Па;

P – атмосферний тиск, Па (при обчисленні прийнято $P = 101308$ Па);

T_d – температура «сухого» ТО, °С;

T_w – температура «вологого» ТО, °С;

A – психрометричний коефіцієнт (психрометрична стала).

7.8 Корекція показань датчиків температури

Справний датчик повинен мати характеристику (залежність відображуваної температури $T_{\text{інд}}$ від вимірюваної температури $T_{\text{вим}}$), наведену на [рисунок 7.12, 1](#)).

Внаслідок похибки виготовлення, спричиненої похибкою намотки вимірювального резистора, невідповідністю матеріалу датчика стандарту, старінням датчика, характеристика може змінюватися і, в цілому, набуває вигляду, що показаний на [рисунок 7.12, 2](#)). Для «виправлення» характеристики у пристрої передбачено корекцію показань датчиків температури.

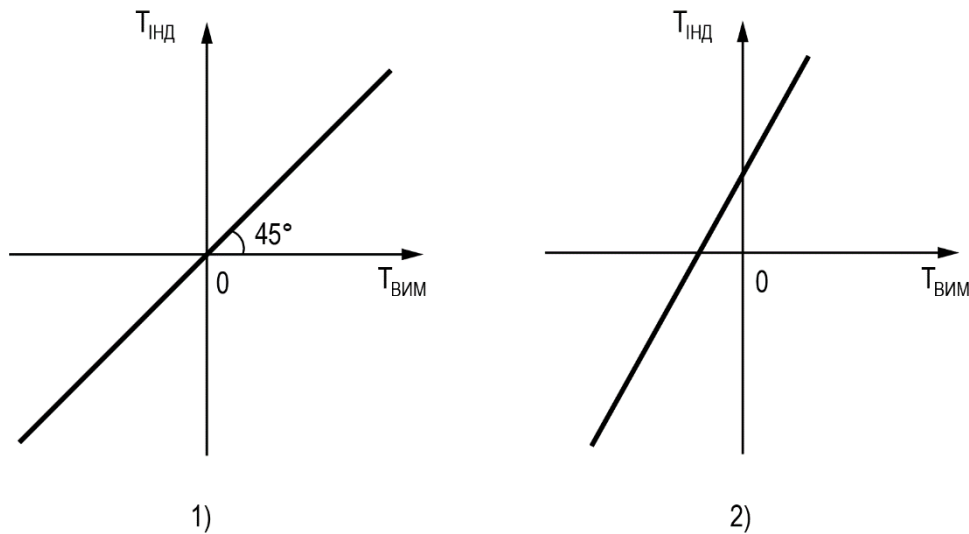


Рисунок 7.12 – Характеристики датчика: 1) справно; 2) з похибками

Для зсуву характеристики у вертикальному напрямку (див. [рисунок 7.13, 1](#)) необхідно ввести коригувальне значення δ , параметри «зсув характеристики» $\text{IC}1(\text{ZC}1, \text{ZC}1)$.

Якщо характеристику необхідно зсунути вгору (збільшити відображуване значення), то задається додатний знак поправки (параметри $\text{IC}2(\text{ZC}2, \text{ZC}2) = 000$), якщо вниз – то від'ємне значення (параметри $\text{IC}2(\text{ZC}2, \text{ZC}2) = 001$).

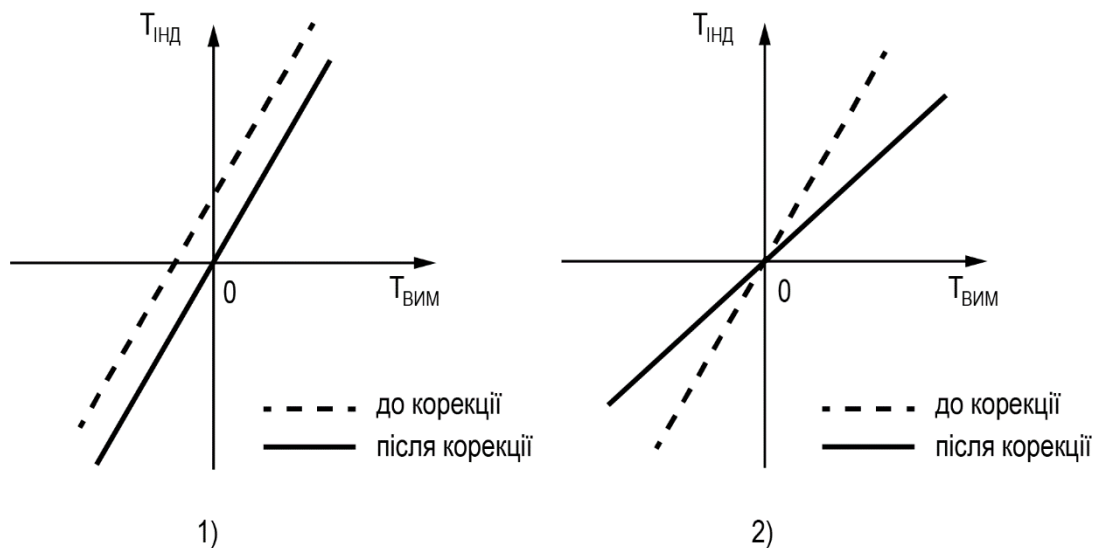


Рисунок 7.13 – Коригування характеристик: 1) зсув; 2) нахил

Для обертання графіка навколо точки, що відповідає $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ([рисунок 7.13, 2](#)), необхідно ввести коригувальне значення α , параметри «нахил характеристики» $\text{IC}3(\text{ZC}3, \text{ZC}3)$. Для обертання графіка за годинниковою стрілкою (зменшити відображуване значення), необхідно задати від'ємний знак поправки (параметри $\text{IC}4(\text{ZC}4, \text{ZC}4) = 001$), якщо проти годинникової стрілки (збільшити відображуване значення), то знак поправки додатний (параметри $\text{IC}4(\text{ZC}4, \text{ZC}4) = 000$).

У результаті коригування значення температури, що виводиться на індикатор, буде дорівнювати, $^{\circ}\text{C}$:

$$T_{\text{Инд}} = (T_{\text{Вим}} + \delta) \cdot \left(1 + \frac{\alpha}{100\%}\right) \quad (7.2)$$

де δ задається в градусах, а α — у відсотках від виміряної величини.

7.9 Корекція «зсув характеристики»

Порядок корекції «зсув характеристики»:

1. Помістити в будь-яку ємність шматочки льоду, отриманого з дистильованої (або кип'яченої) води і долити в ємність таку воду з розрахунку 1/4 об'єму льоду. Помістити в цю суміш датчик коригованого каналу (T_d , T_w , T_p), стежачи за тим, щоб він не торкався льоду, і через 10–15 хв записати вимірне пристроєм значення температури.
2. Увійти в рівень L2 і вибрати параметр $\text{LC1}(\text{ZC1}$ або $\text{ZC1})$ залежно від того, до якого входу підключено датчик.
3. Припустимо, що при 0 °C пристрій показує +7,2 °C. Отже, потрібно встановити значення параметра $\text{LC1}(\text{ZC1}$, $\text{ZC1})$, що дорівнює 7,2, в параметрі $\text{LC2}(\text{ZC2}$, $\text{ZC2})$ потрібно встановити знак «мінус», тобто значення 001. Таким чином, вся характеристика зсунеться вниз до перетину з 0 °C. Якщо, наприклад, пристрій показує «–5 °C», то потрібно встановити значення параметра $\text{LC1}(\text{ZC1}$, $\text{ZC1}) = 5$, а в параметрі $\text{LC2}(\text{ZC2}$, $\text{ZC2})$ потрібно встановити знак «плюс», тобто значення 000. У цьому випадку характеристика зсунеться вгору.
4. Після завершення корекції «зсув» характеристики вийти з рівня L2 налаштування в режим ЗУПИН. На індикаторі «ПАРАМЕТР» замість «+7,2» (або «–5») будуть відображатися нулі.

7.10 Корекція «нахил характеристики»

Корекція «нахил характеристики» виконується тільки після корекції «зсув характеристики» в такому порядку:

1. Взяти ємність для гарячої води (бажано термос), зразковий термометр. Обережно влити в ємність гарячу воду (бажано киплячу), вставити туди зразковий термометр і датчик.
2. Через 3–4 хв записати показання зразкового термометра та вимірне пристроєм значення температури. Якщо різниці в показаннях немає (або вона незначна), то коригування виконувати не потрібно.
3. Якщо різниця в показаннях велика, необхідно виконати корекцію. Спочатку потрібно визначити різницю між показаннями, розділити її на вимірне пристроєм значення температури і помножити на сто. Отриманий результат має розмірність відсотків.
4. Увійти в режим НАЛАШТУВАННЯ рівень L2 та встановити вищевказаний результат у параметрі $\text{ZC3}(\text{ZC3}$, $\text{LC3})$.
5. Якщо показання пристрою перевищують показання еталонного термометра, то необхідно зменшити показання пристрою, повернувши характеристику за годинниковою стрілкою. Для цього в параметрі $\text{ZC4}(\text{ZC4}$, $\text{LC4})$ потрібно встановити значення 001. Якщо показання пристрою менше показання еталонного термометра, необхідно збільшити показання пристрою, повернувши характеристику проти годинникової стрілки. Для цього в параметрі $\text{ZC4}(\text{ZC4}$, $\text{LC4})$ необхідно встановити значення 000.
6. Вийти з режиму НАЛАШТУВАННЯ та перевірити вимірне пристроєм значення температури і показання зразкового термометра. Якщо вони збігаються з вимогами точності, що встановлені умовами технологічного процесу, то корекція завершена.

7.11 Регулятори

7.11.1 Загальні положення

Величина вихідного сигналу обчислюється, виходячи з розбіжності E , що дорівнює різниці $T_{\text{уст}}$ (задане значення – уставки) і $T_{\text{вим}}$ (вимірне значення), а також з установлених у пристрої значень ПІД-коефіцієнтів. Величина вихідного сигналу змінюється від 0 до 100 % і визначається відношенням тривалості замикання вихідного реле (тривалості вихідного імпульсу керування) до періоду слідування вихідних імпульсів керування $T_{\text{сл}}$.

Вихідний сигнал Y обчислюється за такою формулою:

$$Y = \frac{D_i}{T_{\text{сл}}} = \frac{1}{X_p} \cdot \left(E_i + \tau_d \cdot \frac{\Delta E}{\Delta t_{\text{вим}}} + \frac{1}{\tau_{\text{інт}}} \cdot \sum_{n=0}^{n=i} f(E_n) \right), \quad (7.3)$$

де D_i – тривалість вихідного імпульсу керування;

$T_{\text{сл}}$ – період слідування імпульсів керування;

X_p – смуга пропорційності;

E_i – розузгодженість, виміряна в i -й момент часу;

ΔE – різниця між поточним E_i та попереднім вимірюваннями E_{i-1} вимірюваннями;

$\Delta t_{\text{вим}}$ – час між цими вимірюваннями;

$\tau_{\text{д}}$ – стала часу диференціювання;

$\tau_{\text{інт}}$ – стала часу інтегрування;

$f(E_n)$ — функція обмеження наступного члена інтегральної суми;

n – число вимірювань від початку регулювання до i -го моменту часу.

Із формули (7.3) видно, що під час ПІД-регулювання сигнал керування залежить від:

- пропорційної складової вихідного сигналу $\frac{E_i}{X_p}$;
- диференціальної складової вихідного сигналу $\tau_{\text{д}} \cdot \frac{\Delta E}{\Delta t_{\text{вим}}}$;
- інтегральної складової вихідного сигналу $\frac{1}{\tau_{\text{інт}}} \cdot \sum_{n=0}^{n=i} f(E_n)$.

ПІД-закон реалізується за допомогою таких параметрів:

- стала часу диференціювання $РД1$;
- стала часу інтегрування $РД2$;
- смуга пропорційності $РД3$;
- період слідування вихідних (керуючих) імпульсів регулятора $РД4$;
- зона дії інтегральної складової $РД5$;
- обмеження максимальної потужності виконавчого механізму $РД6$;
- тип виконавчого пристрою на виході регулятора $РД7$;
- зона нечутливості $РД8$.

7.11.2 Налаштування ПІД-параметрів регулятора

Якщо який-небудь регулятор пристрою буде використовуватися як ПІД-регулятор, то необхідно виконати налаштування його коефіцієнтів на об'єкт, яким він буде керувати. Значення коефіцієнтів визначаються або в режимі АВТОНАЛАШТУВАННЯ, або ручним налаштуванням за методикою, викладеною в розділі 7.12.11.



УВАГА

Процедуру самоналаштування ПІД-регулятора необхідно виконувати тільки в режимі ЗУПИН.

7.11.3 Смуга пропорційності

Під час дії П-закону регулятор видає імпульси, в яких присутня тільки пропорційна складова величини вихідного сигналу.

Смуга пропорційності X_p (рисунок 7.14, 1), як і відхилення E , виражається в одиницях контрольованого параметра. Чим ширше смуга пропорційності, тим менше величина вихідного сигналу при одному і тому ж відхиленні. За межами смуги пропорційності вихідний сигнал дорівнює 0 або 100%.

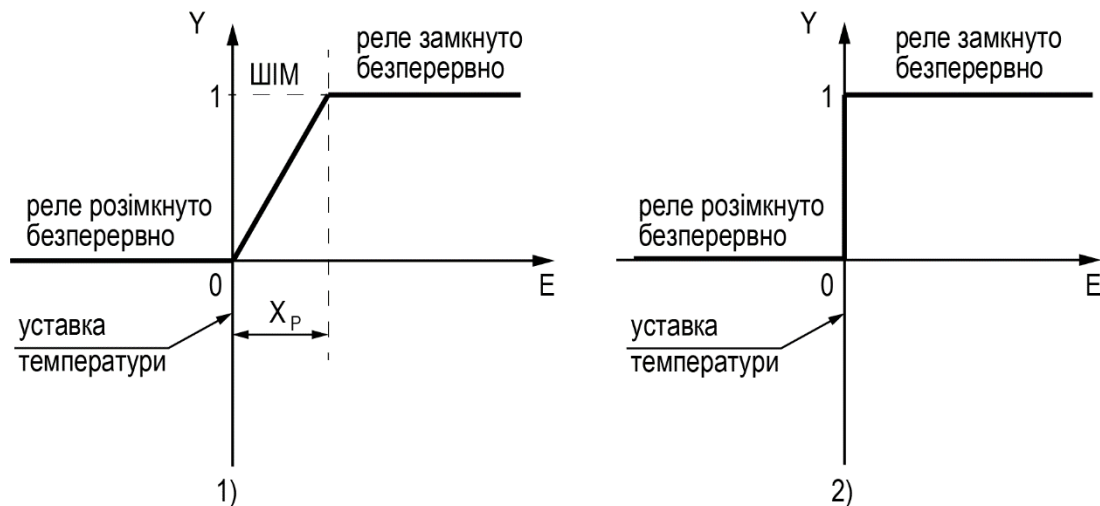


Рисунок 7.14 – 1) П-закон регулювання; 2) Т-закон регулювання (релейний) – смуга пропорційності $X_p = 0$

З корекцією вихідного сигналу вихідні імпульси керування змінюють свою ширину при постійному періоді слідування (широтно-імпульсна модуляція – ШІМ).

Якщо зменшувати смугу пропорційності, то зона ШІМ також буде зменшуватися. У випадку, коли смуга пропорційності дорівнює нулю, ШІМ не буде виконуватися, окремий випадок П-закону регулювання – Т-закон (релейний (див. [рисунок 7.14, 2](#))).

7.11.4 Стала часу інтегрування

При виході температури за задане значення (уставку) (при пропорційному законі регулювання), вона встановлюється поблизу уставки, трохи не доходячи до неї (від часток до декількох градусів). Ця різниця буде тим більше, чим більше значення смуги пропорційності.

Для усунення цього вводиться параметр «стала часу інтегрування», який описується в пристрої параметром P_{I2} (P.02). Чим менше значення сталої часу інтегрування, тим швидше збільшується тривалість вихідних імпульсів регулятора, а отже, тим швидше температура досягає уставки. Чим більше значення сталої часу інтегрування, тим менший внесок інтегральної складової у вихідний сигнал (див. формулу (7.3)).

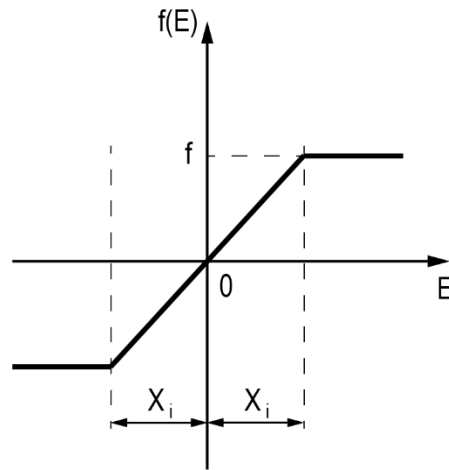
Після задання сталої часу інтегрування відбувається перехід від П-закону до ПІ-закону регулювання.

7.11.5 Зона лінійної дії інтегральної складової

Розглянемо приклад, де регулятор повинен підтримувати $T_{уст} = 150$ °С, а початкова температура становить 20 °С. Тоді на початку нагрівання розузгодженість $E_i = 130$ °С.

Під час ПІД-регулювання до інтегральної суми (останній елемент у *формулі (7.3)*) додається розузгодження після кожного вимірювання. З підвищенням температури кожен наступний член суми зменшується, але загальна сума інтегральної складової сигналу виявляється неприпустимо великою в міру наближення температури до уставки, що призводить до значного перерегулювання. Щоб цього не сталося, вводиться обмеження величини наступного елемента інтегральної суми за допомогою зони лінійної дії інтегральної складової $2 X_i$, яка задається параметром P_{I5} .

Залежність величини кожного наступного члена інтегральної суми від відхилення показана на [рисунок 7.15](#).

Рисунок 7.15 – Обмеження інтегральної складової за допомогою X_i

З [рисунка 7.15](#) видно, що чим вузша зона лінійної дії інтегральної складової (чим менше значення параметра PDS), тим менше значення, що додається до інтегральної суми при великому відхиленні. Отже, під час першого виходу на уставку (після першого включення) при меншому значенні параметра PDS перегулювання буде менше. У той же час підтягування регульованої величини до уставки (в усталеному режимі) сповільнюється.

$$\begin{cases} f(E_n) = E, \text{ при } |E| < X_i, \\ f(E_n) = X_i, \text{ при } E > X_i, \\ f(E_n) = -X_i, \text{ при } E < -X_i, \end{cases} \quad (7.4)$$

тобто в діапазоні значень від $E = 0$ до $E = \pm X_i$ $f(E_n) = E$, а за межами діапазону $E = \pm X_i$ відбувається обмеження $f(E_n)$.

7.11.6 Стала часу диференціювання

Якщо стала часу диференціювання не дорівнює 0 , пристрій буде працювати в режимі ПІД-регулятора. Чим більше значення сталої часу диференціювання, тим швидше вихідний сигнал буде реагувати на зміни вхідного сигналу. Чим менше значення сталої часу диференціювання, тим менший внесок диференціальної складової у вихідний сигнал (див. [формулу \(7.3\)](#)).

Стала часу диференціювання задається за допомогою параметра PDI (P.01).

7.11.7 Обмеження максимальної потужності

Якщо потужність виконавчого механізму занадто висока для цього об'єкта керування, може знадобитися її обмеження. Обмеження потужності відбувається шляхом обмеження тривалості вихідних імпульсів (при постійному періодом їх слідування).

У пристрої обмеження потужності здійснюється за допомогою параметра PDB (P.06).

Якщо обчислена регулятором тривалість чергового імпульсу перевищує значення, встановлене в параметрі PDB (P.06), то тривалість вихідного імпульсу $t_{\text{імп вих}}$ буде дорівнює значенню, встановленому в цьому параметрі (у відсотках від максимальної потужності виконавчого пристрою) (див. [рисунку 7.16](#)).

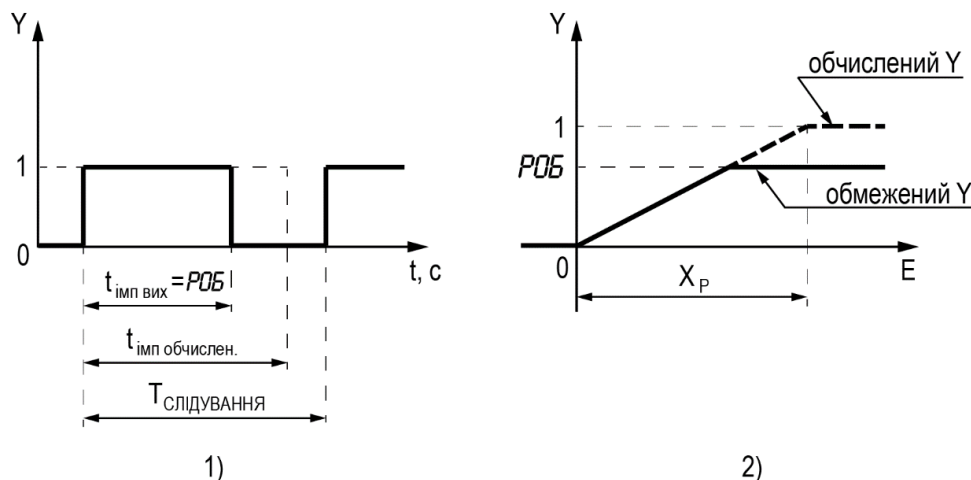


Рисунок 7.16 – 1) Часова діаграма; 2) Вихідна характеристика

7.11.8 Тип виконавчого пристрою

Для правильного формування вихідного сигналу ПІД-регулятора потрібно задати тип виконавчого механізму: нагрівач або холодильник.

Нагрівачем умовно називають пристрій, увімкнення якого збільшує значення вимірюваного параметра.

Холодильником називають пристрій, увімкнення якого зменшує значення вимірюваного параметра.

Тип виконавчого пристрою на виході першого або другого регуляторів задається параметром $PQ7$.

Під час керування засувками пристрій враховує, що двигун засувки – це інтегруюча ланкою, і регулятор виконує додаткове диференціювання вихідного сигналу. У цьому випадку «стала часу диференціювання» не враховується, навіть якщо вона була встановлена раніше. Але «смуга пропорційності» і «стала часу інтегрування» виконують таку ж дію, що і під час керування нагрівачем (холодильником).

7.11.9 Зона нечутливості

Зона нечутливості – це область значень розузгодження вхідного сигналу E , в якій вважається, що $E = 0$. За межами цієї зони регулятор визначає величину відхилення за формулою:

$$E = |E_p| - X_d, \quad (7.5)$$

де E_p – істинне відхилення;

X_d – ширина зони нечутливості.

Розмірність величини зони нечутливості така ж, як і у вхідної величини, що подається на вхід регулятора. Зона нечутливості для «нагрівача» показана на [рисунок 7.17](#), для «нагрівача-холодильника» – на [рисунок 7.17, 2](#).

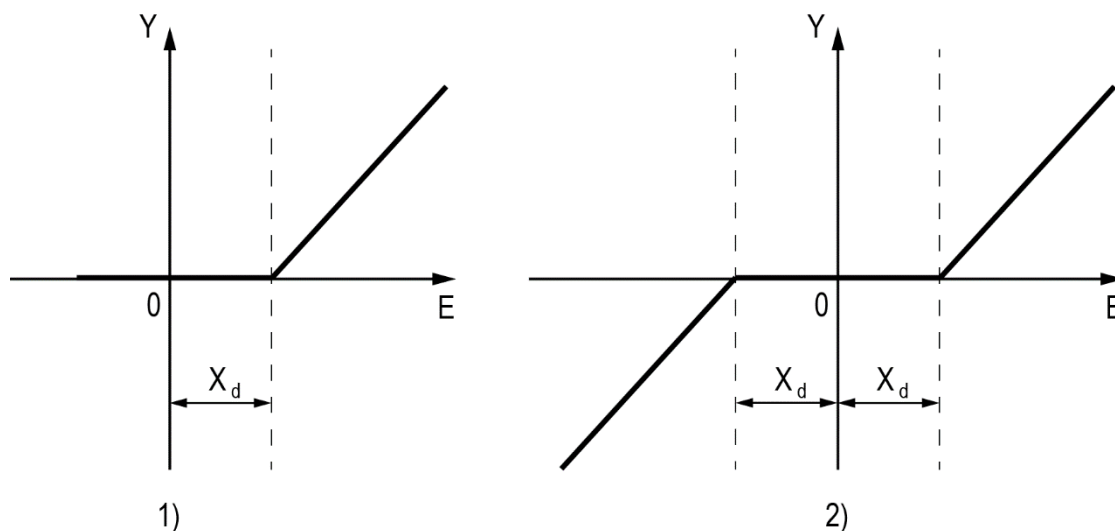


Рисунок 7.17 – 1) Зона нечутливості для виконавчого пристрою типу «нагрівач»;
2) Зона нечутливості для виконавчого пристрою типу «нагрівач-холодильник» або «засувка»



ПОПЕРЕДЖЕННЯ

Якщо $PQ3 = 000$ смуга пропорційності регулятора дорівнює нулю (а не нескінченності, як це було б, якби чітко дотримувалася формули) і пропорційна складова вихідного сигналу перетвориться на нуль.

Якщо $PQ1 = 000$, диференціальна складова вихідного сигналу обернеться в нуль.

Якщо $PQ2 = 000$, інтегральна складова вихідного сигналу буде дорівнювати нулю (а не прагнути до нескінченності, як це було б, якщо чітко дотримуватись формули).

7.11.10 Автоналаштування



УВАГА

Автоналаштування у пристрої виконується тільки для об'єктів типу «нагрівач» або «холодильник», для об'єктів типу «засувка» або «нагрівач – холодильник» автоналаштування не передбачено.

Для початкового (грубого) налаштування ПІД-регулятора використовується режим АВТОНАЛАШТУВАННЯ, призначений для автоматичного визначення оптимальних значень





коефіцієнтів ПІД-регулятора під час роботи конкретної системи. Автоналаштування рекомендується проводити при запуску та налаштуванні системи, а також при значній зміні характеристик об'єкта.

Режим автоналаштування першого або другого регуляторів реалізується за допомогою параметрів SLF (SLF.), значення яких залежать від типу вхідної величини, для якої виконується автоналаштування.

Перед проведенням процедури автоналаштування першого або другого регулятора до відповідного входу пристрою має бути підключений датчик, а до вихідного реле регулятора – виконавчий пристрій. При цьому формується контур регулювання, що складається з об'єкта керування (наприклад, печі, або кліматичної камери), датчика температури, пристрою (з обраним регулятором), виконавчого пристрою (наприклад, нагрівача).

Автоналаштування виконується методом одиночного стрибка. Перед початком процедури на виході регулятора відсутній сигнал. При запуску процедури автоналаштування регулятор виводить на свій вихід максимальний сигнал і одночасно відстежує сигнал на вході. Як тільки швидкість зміни регульованого параметра почне зменшуватися, процес автоналаштування закінчується, пристрій припиняє видавати вихідний сигнал і обчислює коефіцієнти ПІД-регулювання: сталу часу диференціювання, сталу часу інтегрування, смугу пропорційності, а також період слідування імпульсів керування. Після цього обчислені значення коефіцієнтів записують до пам'яті пристрою, в рівень L2. Час автоналаштування залежить від властивостей об'єкта (його інерційності) і може змінюватись від секунд до десятків хвилин і більше.

Для проведення автоналаштування необхідно:

1. Увійти в рівень L3 налаштування.
2. Залежно від виду вхідної величини, для якої виконується автоналаштування, встановити значення параметра для першого або другого регулятора.
3. Натиснути кнопку , щоб розпочати процедуру автоналаштування, на індикаторі «ПАРАМЕТР» з'являться миготливі прочерки. Після завершення процедури автоналаштування на індикаторі «ПАРАМЕТР» з'явиться повідомлення rdz , що свідчить про завершення обчислення ПІД-коефіцієнтів.
4. Натиснути кнопку , щоб записати обчислені ПІД-коефіцієнти до пам'яті пристрою. Якщо замість кнопки  натиснути , то внесення до пам'яті нових значень ПІД-коефіцієнтів не відбудеться.

7.11.11 Ручне налаштування ПІД-регулятора

Для підвищення якості регулювання необхідно підібрати (уточнити) значення ПІД-коефіцієнтів вручну. Це вимагає багаторазового запуску технологічного процесу: для кожного нового значення одного з трьох коефіцієнтів ПІД-регулятора (а в окремих випадках і для періоду слідування імпульсів керування).

Якщо час встановлення значення на виході об'єкта керування становить десятки секунд або одиниць хвилин, то можна спробувати підібрати коефіцієнти ПІД-регулятора вручну.

Час установа – це відрізок часу Δt , який необхідний для того, щоб після вхідного впливу ΔP на об'єкт регулювання його вихідний параметр (наприклад, температура) змінився на ΔT ($^{\circ}C$) і встановилось нове значення ΔT ($^{\circ}C$).

Для підбору коефіцієнтів необхідно:

1. Задати значення параметрів $PQ1 = 000$, $PQ2 = 000$, $PQ3 = 000$.
2. Виставити уставку вхідного параметра.
3. Запустити програму, складену на етапі підготовки пристрою до роботи. Пристрій буде підтримувати вхідну величину (наприклад, температуру) біля уставки з великими коливаннями.
4. Поступово збільшуючи значення параметра $PQ3$ (тобто, здійснюючи П-закон регулювання) необхідно домогтися мінімальних коливань. Якщо таким чином вдається досягти прийнятного регулювання, то налаштування регулятора можна вважати завершеним. Якщо при мінімальних коливаннях вхідна величина не досягає до уставки, або не вдається позбутися від коливань вхідної величини, то необхідно ввести інтегральну складову (таким чином реалізуючи ПІ-закон регулювання). Для цього потрібно встановити велике значення параметра $PQ2$, наприклад, 500 або 800. Поступово зменшуючи значення $PQ2$, необхідно домогтися мінімального недотягування вхідної величини до уставки при максимальному значенні $PQ2$. Якщо вдається отримати задовільні результати регулювання, то налаштування регулятора можна вважати завершеним.
5. Якщо після введення інтегральної складової у вихідний сигнал реакція регулятора значно сповільнилася, то необхідно ввести диференціальну складову (реалізуючи ПІД-закон

регулювання). Для цього потрібно поступово збільшувати значення параметра $P01$. Якщо результат регулювання задовільний, то регулятор вважається налаштованим.

6. Якщо не вдається досягти задовільних результатів, то необхідно повторити налаштування регулятора шляхом змінення значень параметрів $P02$ і $P03$, як описано вище.



УВАГА

Змінювати значення параметрів необхідно на фоні режиму РОБОТА, дочекавшись, коли встановиться значення регульованого параметра.

7.12 Компаратори

7.12.1 Загальні положення

Компаратор – це пристрій, призначений для порівняння вхідної величини з уставкою. Компаратор має два стани, які змінюються, якщо вхідна величина перетинає уставку.

Компаратори використовуються для:

- оповіщення про аварійні або близькі до аварійних ситуацій (тому їх ще називають компараторами сигналів ТРИВОГА);
- двопозиційного регулювання;
- включення (відключення) обладнання при досягненні сигналом керування встановленого рівня або виході його за встановлені межі;
- включення (відключення) обладнання після закінчення заданого часу.

Робота кожного з чотирьох компараторів регулюється такими **параметрами**:

- вхідна величина компаратора ($c01$);
- стан виходу компаратора ($c02$);
- уставки компаратора ($c03$, $c04$);
- логіка роботи компаратора ($c05$);
- блокування спрацьовування компаратора до першого досягнення уставки ($c06$, $c07$);
- блокування спрацьовування компаратора до усунення зовнішнього впливу ($c08$);
- параметри затримки спрацьовування компаратора ($c09$, $c10$).

Параметри $c01$... $c10$ для кожного компаратора встановлюються на рівні L1 для кожної програми в цілому (окремо для кожного кроку задати уставки та інші параметри компаратора не можна). Якщо компаратор не використовується, то його вихід потрібно відключити, задавши значення параметра $c02 = 000$.

7.12.2 Вхідна величина компаратора

На вхід компаратора подається одна з п'яти вимірюваних або обчислюваних вхідних величин (T_d , T_p , T_w , ΔT , ψ) безпосередньо або вхідний сигнал, що надходить на вхід одного з регуляторів (параметр $c01$).

7.12.3 Вихід компаратора

За допомогою параметра $c02$ визначається, на яке реле буде подаватися вихідний сигнал компаратора. На одне й те ж реле можуть бути подані вихідні сигнали від декількох компараторів (тобто, об'єднання їх виходів за схемою «АБО»).

7.12.4 Уставки компаратора

За допомогою параметрів $c03$ і $c04$ задають значення верхньої та нижньої уставок компаратора, тобто максимально допустимі значення контрольованої величини для даного технологічного процесу відповідно. Верхньою уставкою автоматично стає уставка з більшим значенням.

7.12.5 Логіка роботи компаратора

Закон, за яким буде працювати компаратор, встановлюється за допомогою параметра $c05$.

Якщо $c05 = 000$ (рисунок 7.18, 1), то компаратор замикає своє вихідне реле у разі перевищення контрольованою величиною встановленого значення верхньою уставкою, розмикає реле при зменшенні вихідної величини менше нижньої уставки. Цей закон використовують, наприклад, при керуванні «холодильником», для сигналізації про перевищення допустимої температури нагріву.

Якщо $c_{05} = 001$ (рисунок 7.18, 2), компаратор замикає своє вихідне реле у випадку, коли контрольована величина стає менше значення нижньої уставки, розмикає реле, коли вхідна величина перевищить верхню уставку. Цей закон використовується, наприклад, для підтримання температури за допомогою «нагрівача»; для сигналізації про остигання об'єкта нижче певної температури.

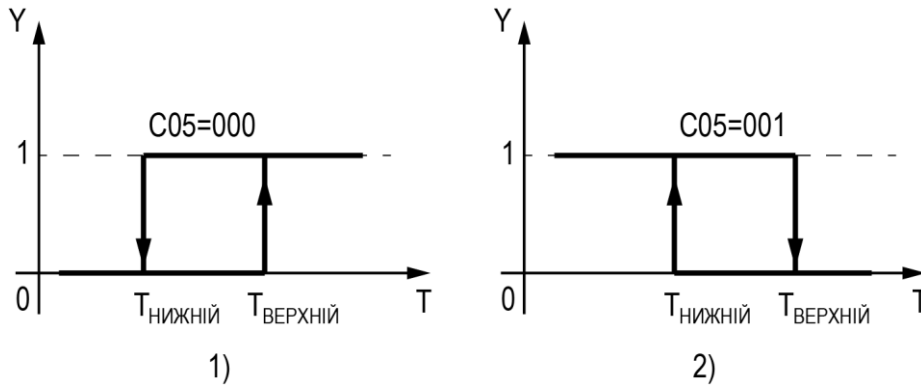


Рисунок 7.18 – 1) Компаратор спрацьовує по верхній уставці: $Y = 1$ – вихідне реле замкнено, $Y = 0$ – вихідне реле розімкнено; 2) Компаратор спрацьовує по нижній уставці: $Y = 1$ – вихідне реле замкнено, $Y = 0$ – вихідне реле розімкнено

Ці закони використовуються також для включення обладнання при досягненні певної температури.

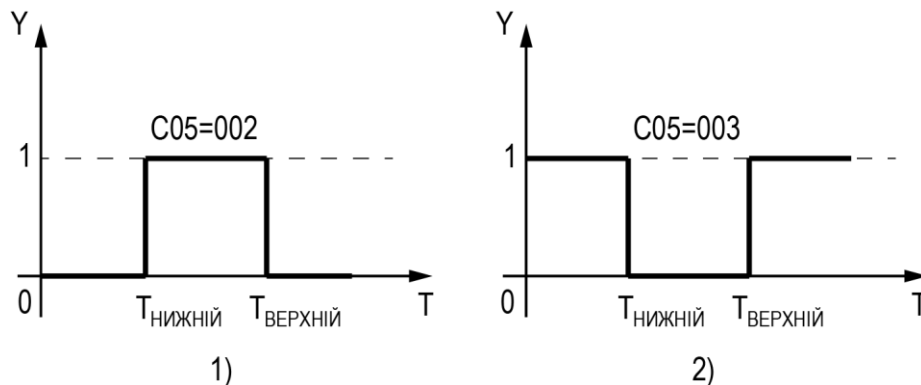


ПОПЕРЕДЖЕННЯ

Якщо необхідно, щоб обладнання після включення більше не відключалося, потрібно встановити значення параметра $c_{08} = 001$.

Якщо $c_{05} = 002$ (рисунок 7.19, 1) компаратор використовується для сигналізації про досягнення контрольованою величиною (наприклад, температурою) встановлених меж.

Якщо $c_{05} = 003$ (рисунок 7.19, 2) компаратор використовується для сигналізації про вихід контрольованої величини за встановлені межі.



**Рисунок 7.19 – 1) Компаратор спрацьовує всередині встановлених меж
2) Компаратор спрацьовує поза встановленими межами**

7.12.6 Блокування спрацьовування компаратора до першого досягнення уставки

У випадках, коли на початку технологічного процесу, наприклад під час нагрівання, різниця між початковою температурою і уставкою набагато перевищує встановлене значення верхньої уставки компаратора, має відбутись аварійне спрацьовування компаратора. Щоб цього уникнути, у пристрої передбачено параметр c_{06} , що дозволяє ігнорувати перше «непотрібне» спрацьовування компаратора (див. рисунок 7.20), аналогічна ситуація може виникнути під час переходу від одного кроку програми до іншого, якщо уставки цих кроків стоять далеко один від одного.

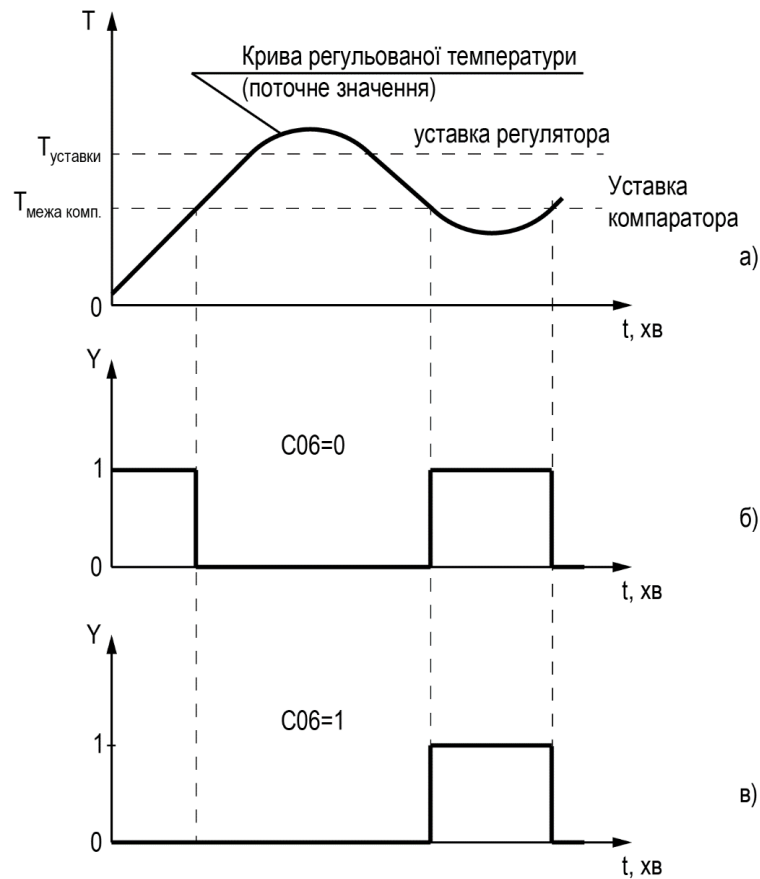



Рисунок 7.20 – Блокування спрацьовування компаратора до першого досягнення уставки

Блокувати спрацьовування компаратора до першого досягнення уставки можна як на початку програми (за допомогою параметра c_{05}), так і на початку кожного кроку програми (за допомогою параметра c_{07}).

7.12.7 Блокування спрацьовування компаратора до зняття зовнішнього впливу

Пристрій може працювати в режимі, коли після першого спрацьовування компаратор вже не реагує на свій вхідний сигнал і залишається в такому положенні (коли його вихідне реле замкнено) до кінця програми (до натискання кнопки ) . Цей режим роботи компаратора реалізується заданням параметру $c_{08} = 001$.

За допомогою цього параметра можливо зафіксувати факт виходу керованої величини за встановлену межу (межі) протягом однієї програми.

7.12.8 Час затримки спрацьовування компаратора

Коли контрольована величина виходить за встановлені межі, можна затримати момент спрацьовування компаратора в часі:

- якщо час перебування регульованої величини $t > t_1$ (час затримки спрацьовування компаратора), то компаратор спрацьовує, [рисунок 7.21, 1](#));
- якщо час перебування регульованої величини $t < t_1$, то компаратор не спрацьовує, [рисунок 7.21, 2](#)).

Цей режим роботи компаратора реалізується шляхом задання параметру c_{09} ненульового значення.

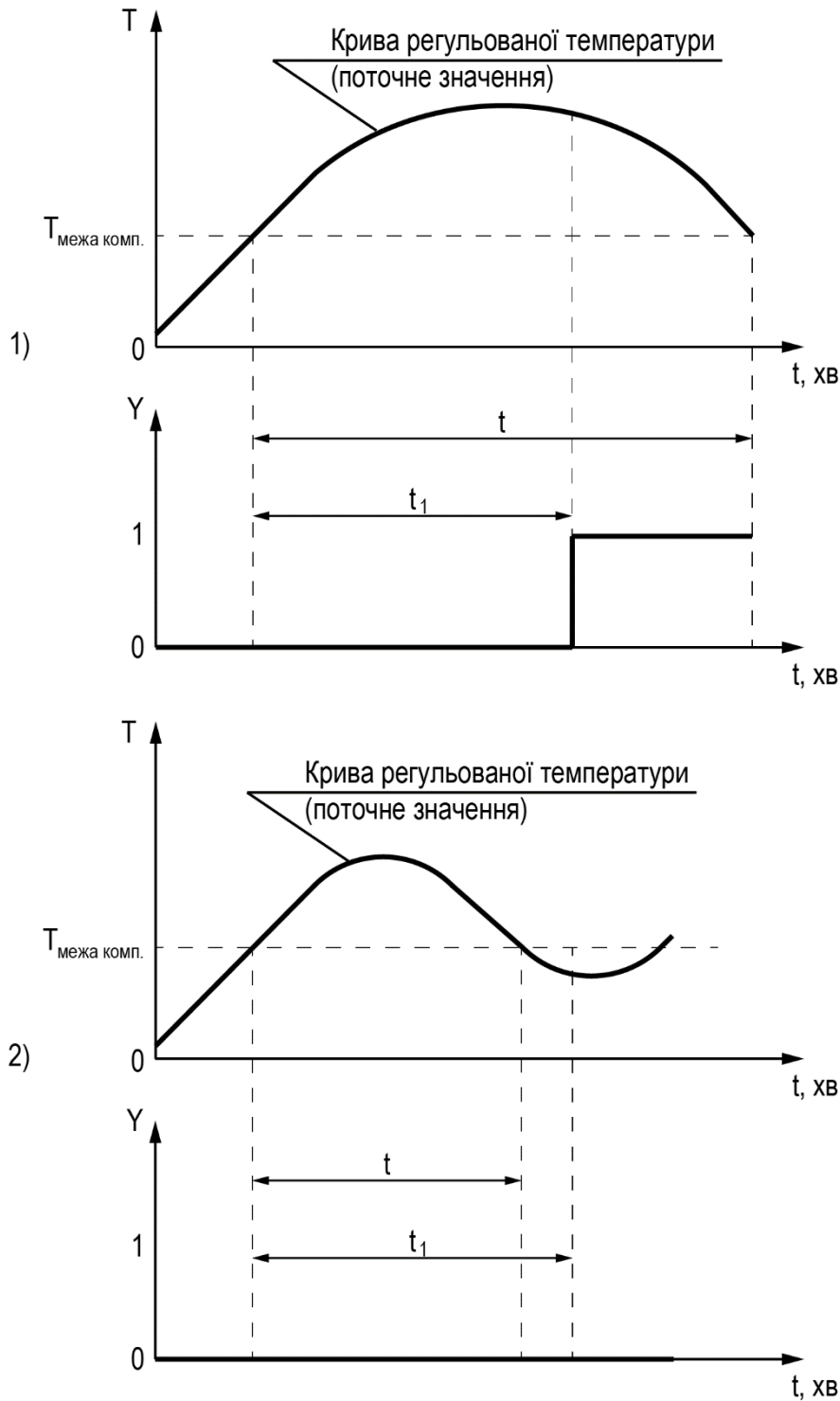


Рисунок 7.21 – Затримка спрацьовування компаратора: 1) $t > t_1$, компаратор спрацьовує
 2) $t < t_1$, компаратор не спрацьовує

7.12.9 Час затримки відпускання компаратора t_2

Аналогічно задається затримка відпускання компаратора:

- якщо час перебування керованої величини нижче встановленої межі після спрацьовування компаратора менше t_2 (встановленого часу затримки відпускання компаратора), то відпускання не відбувається (рисунок 7.22, 1);
- якщо час перебування керованої величини нижче встановленої межі після спрацьовування компаратора менше t_2 (установленого часу затримки відпускання компаратора), то відпускання не відбувається (рисунок 7.22, 2).

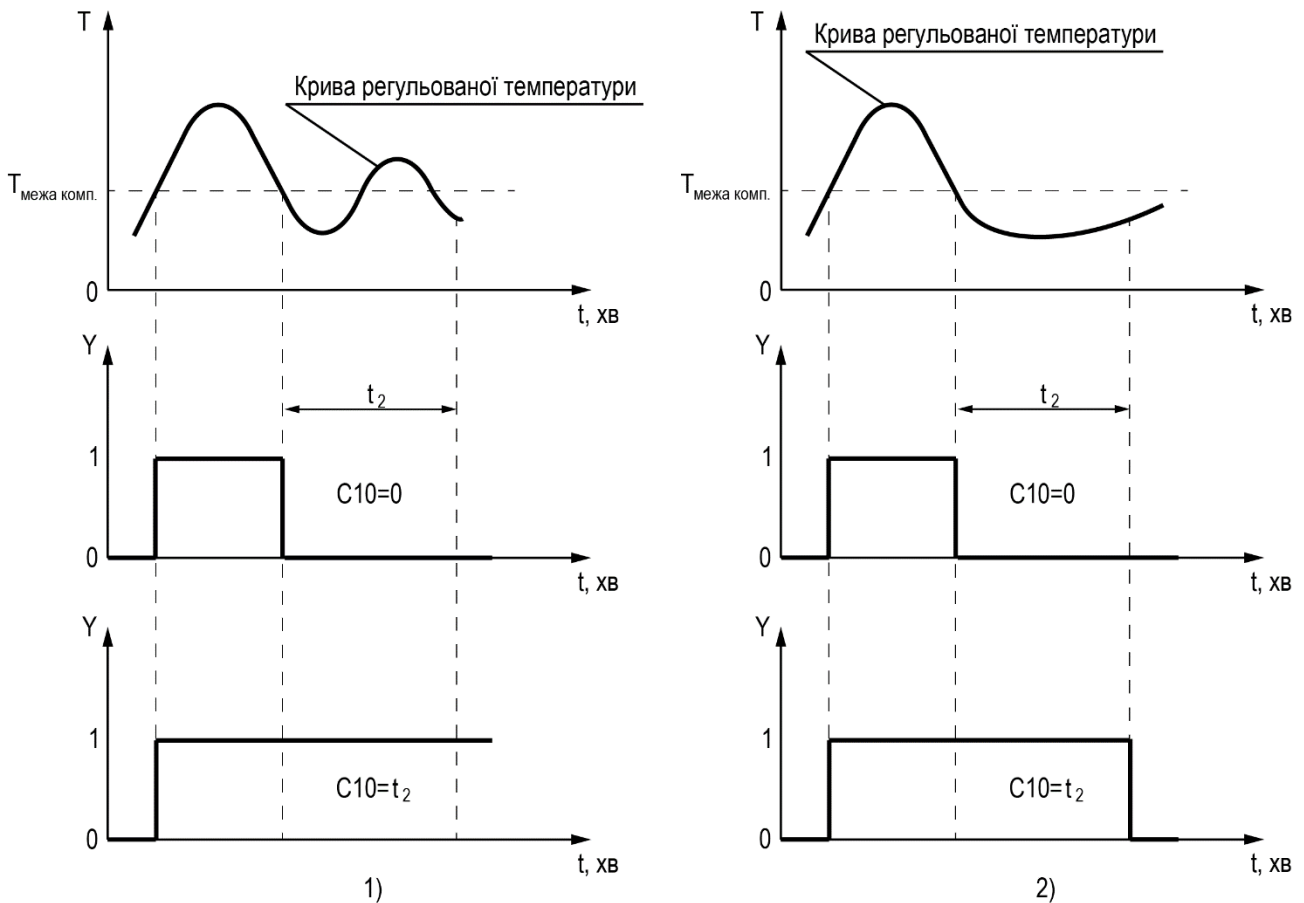


Рисунок 7.22 – Затримка відпускання компаратора: 1) компаратор «не відпустив»; 2) компаратор «відпустив»

7.13 Транзисторні ключі

Вісім транзисторних ключів пристрою використовуються для керування обладнанням на поточному кроці керування програми технолога.

Під час виконання програми кожен транзисторний ключ може знаходитись у таких станах:

- закритий протягом всього кроку;
- відкритий протягом кроку;
- працює в періодичному імпульсному режимі протягом кроку.

На кожному кроці режими роботи з першого по восьмий ключ задаються параметрами $r01 \dots r08$.

Існує 14 імпульсних режимів роботи ключів, що задаються в параметрах $F02 \dots F15$ (тривалість імпульсу) $F02 \dots F15$ (тривалість паузи).



ПОПЕРЕДЖЕННЯ

Якщо починається імпульсний режим роботи ключа, то крок починається з імпульсу (тобто замикання ключа).

7.14 Вихідні реле

На п'ять вихідних реле пристрою надходять вихідні сигнали:

- на перше та друге реле – з першого регулятора;
- на третє і четверте реле – з другого регулятора.

П'яте реле «АВАРІЯ» автоматично замикається під час виникнення аварійної ситуації. Реле 5 (⚠) також може використовуватися для виведення вихідного сигналу компараторів.

Якщо регулятор керує засувками або одночасно «нагрівачем» і «холодильником», то він використовує обидва «своїх» реле. Якщо регулятор керує тільки «нагрівачем» або тільки «холодильником», то він

використовує одне «своє» реле. Перший регулятор використовує друге реле, другий регулятор використовує четверте реле. У такому випадку перше і третє реле залишаються вільними і можуть використовуватися для виведення на них вихідних сигналів з компараторів.

Вихідний сигнал компаратора, на відміну від вихідного сигналу регулятора, можна спрямувати на будь-яке реле. Реле, на яке призначається вихід компаратора, має бути вільним. У цьому випадку регулятор повинен бути або вимкнений, і тоді звільняються обидва його реле, або регулятор повинен керувати виконавчим пристроєм типу «нагрівач» або «холодильник», і тоді вільне одне його реле.

На одне вільне реле можна призначати виходи декількох компараторів, об'єднуючи виходи цих компараторів за схемою «АБО», при цьому реле буде замикатися від сигналу будь-якого компаратора, вихід якого призначений на це реле.

7.15 Задавач програм керування

Задавач програм керування використовується для задання уставок регуляторів і компараторів, режимів роботи транзисторних ключів під час виконання програм керування (програм технолога).

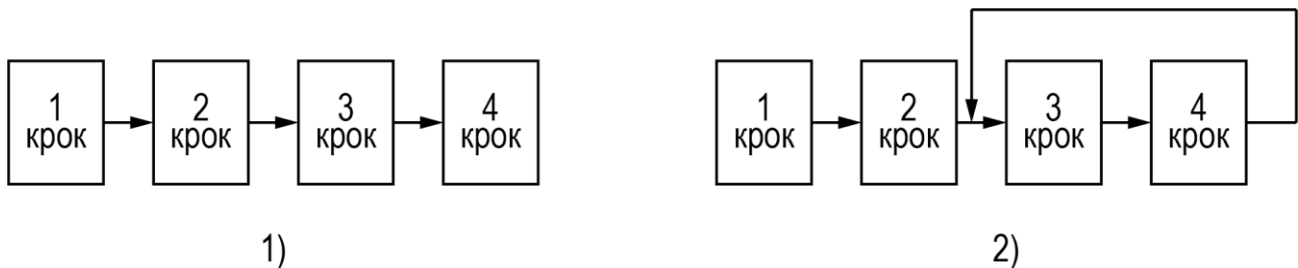
Програми керування (програми технолога) створюються відповідно до технологічного процесу, кожного етапу технологічного процесу відповідають окремі ділянки програми технолога – кроки.

Параметри програми технолога можна розділити на дві групи: параметри самої програми та параметри кроку.

7.15.1 Параметри програми

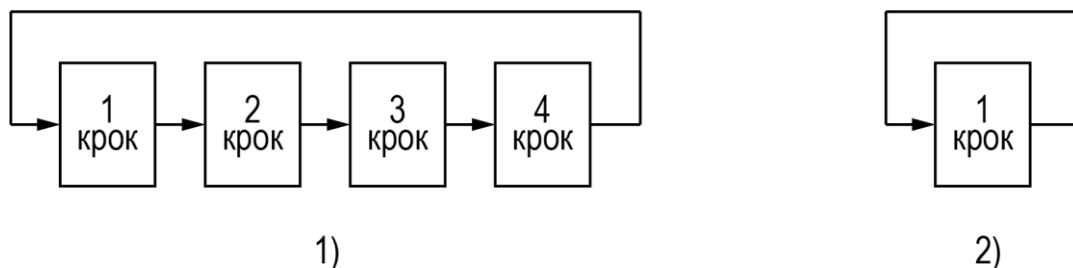
Параметри програми включають параметри, що відносяться безпосередньо до програми ($H01$ і $H02$), і параметри компараторів – $c01 \dots c04$.

За допомогою параметра $H01$ задається кількість кроків програми (див. [рисунок 7.23, 1](#)).



**Рисунок 7.23 – 1) Приклад виконання нециклічної програми: $H01 = 004$, $H02 = 000$
2) Програма з циклом: $H01 = 004$, $H02 = 003$; послідовність кроків: 1, 2, 3, 4, 3, 4, 3, ...**

За допомогою параметра $H02$ можливо створення циклів. Цикли можуть складатися з декількох кроків, наприклад, для організації добового циклу роботи теплиць, або одного кроку, наприклад, при регулюванні температури в приміщеннях для зберігання продукції, де постійні кліматичні умови підтримуються невизначено довго (див. [рисунок 7.23, 2](#)).



**Рисунок 7.24 – 1) Циклічна програма: $H01 = 4$, $H02 = 1$; послідовність кроків: 1, 2, 3, 4, 1, 2, 3, 4, 1, 2, ...
2) Циклічна програма з одного кроку: $H01 = 1$, $H02 = 1$**

7.15.2 Параметри кроків

Кожен крок програми описується трьома групами параметрів:

- Перша група параметрів $n01 \dots n04$ задає режими роботи транзисторних ключів.
- Друга група параметрів $y01 \dots y05$ задає умови переходу від одного кроку до іншого.
- Третя група параметрів $e01 \dots e05$ задає уставки для першого або другого регуляторів.

Крок програми керування (програми технолога) може бути заданий:

- за тривалістю (за часом), параметр $УД\ i = 001$;
- за досягненням установленого значення керованої величини, параметр $УД\ i = 000$;
- після виконання перших двох умов. Крок завершиться подією, що сталася останньою: якщо закінчився встановлений час кроку, то по досягненню керованою величиною встановленого значення, і навпаки; параметр $УД\ i = 002$;
- після виконання перших двох умов. Крок завершиться подією, що сталася першою: по закінченню часу кроку, якщо не досягнуто встановлене значення керованої величини, і навпаки, параметр $УД\ i = 003$.

Умови переходу до наступного кроку залежно від значення температур T_d , T_w , T_p , ΔT і вологості ψ за відношенням до їх уставок задаються параметром $УДЗ$.

Уставка температури (або вологості), після досягнення якої відбудеться перехід до наступного кроку, задається параметром $УДЗ$.

Тривалість кроку задається параметрами $УДЧ$ і $УДС$. Максимально можлива уставка для годин – 63 години, а для хвилин – 59 хвилин.

Вхідна величина регулятора задається параметрами $ЕД\ i$ (для першого регулятора) і $ЕД\ i$ (для другого регулятора).

Уставка вхідної величини першого або другого регуляторів задається параметрами $ЕДЗ$ – ціла частина, $ЕДЗ$ – дробова частина.

Швидкість виходу керованої величини на уставку задається параметрами $ЕДЧ$ – значення швидкості виходу на уставку; $ЕДС$ – знак швидкості (додатний – збільшення вхідної величини, від'ємний – зменшення вхідної величини).

7.15.3 Приклад регулювання температури

Для наочності програму керування можливо подати в графічному вигляді (див. [рисунок 7.25](#)).

На графіку відображаються уставки для кожного кроку та швидкості виходу на них.

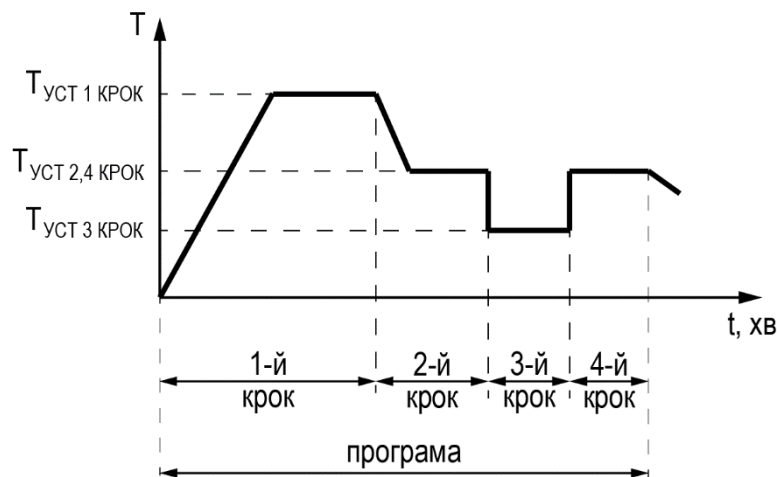


Рисунок 7.25 – Приклад графіка програми

На першому кроці швидкість виходу на уставку задана і має додатний знак. На другому етапі – задана і має від'ємний знак.

На третьому та четвертому кроках швидкість не задана (дорівнює нулю), тобто на цих кроках температура виходить на свої уставки з максимально можливою швидкістю, яка визначається властивостями об'єкта керування (розмірами нагрівальної камери, матеріалом її стін тощо) і властивостями виконавчого пристрою (конструкцією нагрівача, його потужністю тощо).

7.15.4 Розбиття пам'яті на програми та кроки

Програми керування можна створювати з різною кількістю кроків. Оскільки обсяг пам'яті обмежений, передбачено чіткий порядок розбиття пам'яті, що виділена для програм технолога: чим більша кількість кроків у програмі, тим менша кількість можливих програм, і навпаки. Тому максимальну кількість кроків необхідно визначати заздалегідь, на етапі підготовки пристрою до роботи.

Тип розбиття пам'яті, що відповідає умовам технологічного процесу, задається параметром $\sigma \text{ I}$.

Задаючи кількість кроків у програмі за допомогою параметра HPI і слід враховувати, що їх кількість буде обмежена значенням параметра $\sigma \text{ I}$.

7.15.5 Збереження параметрів програми у разі збою живлення

У пристрої передбачено збереження значень поточних параметрів у разі збоїв у роботі живильної мережі. Поведінка пристрою після появи втраченої напруги регулюється параметром $\sigma \text{ I}$:

- продовження виконання програми з моменту втрати живлення ($\sigma \text{ I} = 001$);
- аварійний ЗУПИН із спрацьовуванням реле 5 (Δ) ($\sigma \text{ I} = 002$);
- неаварійний ЗУПИН – перехід у режим ЗУПИН ($\sigma \text{ I} = 003$).

Необхідно задавати ширину зони значень регульованої величини таким чином, щоб якщо після відновлення живлення значення регульованої величини опиниться всередині цієї зони, пристрій продовжить виконання програми, якщо регульована величина вийде за межі зони, то пристрій перейде в режим ЗУПИН. Межі цієї зони задаються в параметрі $\sigma \text{ IV}$. Розмірність зони – відсоток від значення температури, яку мав об'єкт керування на момент відключення живлення 230 В.

Програма керування відстежує зміну температури після перерви у живленні на всіх трьох температурних входах. Якщо хоча б на одному вході відбулося змінення регульованої величини, що виходить за межі, задані параметром $\sigma \text{ IV}$, то поведінка пристрою буде залежати від значення параметра $\sigma \text{ I}$: **004** або **005**. Тому необхідно звернути увагу на те, щоб після перерви в живленні зміна регульованої величини на входах, по яких не відбувається регулювання температура об'єкта, не була більше, ніж зміна на вході, по якому відбувається регулювання.


7.16 Приклади алгоритмів

7.16.1 Керування температурним режимом у сушарці

Режими технологічного процесу

Потрібне безперервне підтримання температури $+50 \text{ }^\circ\text{C}$ з точністю до $\pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$.

Режим роботи пристрою

Оскільки процес безперервний, то програма керування має циклічний характер. Цикл повторюється до натиснення кнопки .

Оскільки буде регулюватися один параметр (температура), то працювати повинен тільки один регулятор, який використовується не як ПІД-регулятор, а як компаратор.

Датчик температури повинен підключатися до входу T_d , до входів T_w і T_p для імітації підключення датчиків температури підключаються резистори з опором 47...91 Ом або 68...120 Ом (залежно від модифікації датчика на вході T_d – з опором 50 або 100 Ом відповідно).

Коло увімкнення нагрівача має комутуватися за допомогою реле P2.

Компаратори не використовуються.

Параметри, що встановлюються на рівні L1

Параметри програм:

- $\text{HPI} = 001$ – один крок;
- $\text{HPI} = 001$ – після закінчення кроку відбувається повернення до його початку.

Таблиця 7.2 – Параметри компараторів

Параметр	Компаратор С1	Компаратор С2	Компаратор С3	Компаратор С4	Коментарі
c01	-	-	-	-	Виходи компараторів відключені
c02	000	000	000	000	
c03	-	-	-	-	
c04	-	-	-	-	
c05	-	-	-	-	
c06	-	-	-	-	
c07	-	-	-	-	
c08	-	-	-	-	
c09	-	-	-	-	
c10	-	-	-	-	

Таблиця 7.3 – Параметри кроків (кроку)

Параметр	Значення	Коментарі
n01	-	Задається тривалість кроку
n02	-	
n03	-	
n04	-	
n05	-	
n06	-	
n07	-	
n08	-	
y01	001	
y02	-	
y03	-	Можливо задати будь-яке значення, що не дорівнює 0
y04	000	
y05	0.01	
e01	002	
e02	050	
e03	00.0	Встановлюється задане значення температури
e04	000	
e05	000	

Таблиця 7.4 – Загальні параметри та параметри регуляторів

Параметр	Значення	Коментарі
o01	-	Значення параметра задається залежно від типу застосовуваного датчика
o02	0.01	
o03	000	
o04	0.01	
o05	-	
o06	-	
o07	001	
o08	-	
o09	-	
o10	-	
p01	000	
p03	000	
p04	000	

Параметр	Значення	Коментарі
<i>P.05</i>	-	
<i>P.06</i>	000	
<i>P.07</i>	002	Перший регулятор керує ВП типу «нагрівач»
<i>P.08</i>	00.5	Визначає точність регулювання ($\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$)

**ПОПЕРЕДЖЕННЯ**

Прочерки в таблицях означають будь-яке значення; зазвичай замість дефісів записуються нулі (або найменше значення параметра).


7.16.2 Підтримання постійних кліматичних умов у приміщенні (камері для зберігання продуктів)**Режими технологічних процесів**

Необхідно безперервно підтримувати температуру $5 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ і відносну вологість $65 \pm 3\%$.

Установка для підтримання температури складається з ТЕН і холодильного апарата.

Установка для підтримання вологості має осушувач і зволожувач.

Режим роботи пристрою

Програма керування має циклічний характер і продовжується до натискання кнопки . Перший регулятор керує температурою за допомогою реле Р1 і реле Р2.

Другий регулятор керує вологістю за допомогою реле Р3 та реле Р4.

Для обох регуляторів для простоти приймається релейний закон регулювання.

Датчики температури підключаються до входу T_d і T_w , до входу T_p для імітації підключення датчика температури підключається резистор з опором 47...91 Ом або 68...120 Ом (залежно від типу датчика на вході T_d – 50 або 100 Ом відповідно).

Коло увімкнення холодильника комутується за допомогою реле Р1.

Коло увімкнення нагрівача – реле Р2.

Коло увімкнення осушувача – реле Р3.

Коло увімкнення зволожувача – реле Р4.

Компаратори не використовуються.

Параметри, що встановлюються на рівні L1

Параметри програм:

- $NO1 = 001$ – один крок;
- $NO2 = 001$ – після закінчення кроку відбувається повернення до його початку.

Таблиця 7.5 – Параметри компараторів

Параметр	Компаратор С1	Компаратор С2	Компаратор С3	Компаратор С4	Коментарі
<i>c01</i>	-	-	-	-	Виходи компараторів відключені
<i>c02</i>	000	000	000	000	
<i>c03</i>	-	-	-	-	
<i>c04</i>	-	-	-	-	
<i>c05</i>	-	-	-	-	
<i>c06</i>	-	-	-	-	
<i>c07</i>	-	-	-	-	
<i>c08</i>	-	-	-	-	
<i>c09</i>	-	-	-	-	
<i>c10</i>	-	-	-	-	

Таблиця 7.6 – Параметри кроків (кроку)

Параметр	Значення	Коментарі	
<i>n01</i>	-	Перехід до наступного кроку задається за часом, а не за температурою	
<i>n02</i>	-		
<i>n03</i>	-		
<i>n04</i>	-		
<i>n05</i>	-		
<i>n06</i>	-		
<i>n07</i>	-		
<i>n08</i>	-		
<i>y01</i>	001		
<i>y02</i>	-		Можна задати будь-яке значення, що не дорівнює 0
<i>y03</i>	-		
<i>y04</i>	000		
<i>y05</i>	0.01		
<i>e01</i>	002	На вході першого регулятора – значення T_d (у камері)	
<i>e02</i>	005	Установлюється задане значення температури (уставка).	
<i>e03</i>	00.0		
<i>e04</i>	000		
<i>e05</i>	000		
<i>e01</i>	005	На вході другого регулятора – значення відносної вологості	
<i>e02</i>	065	Установлюється задане значення відносної вологості (уставка)	
<i>e03</i>	00.0		
<i>e04</i>	000		
<i>e05</i>	000		

Таблиця 7.7 – Загальні параметри та параметри регуляторів

Параметр	Значення	Коментарі
<i>o01</i>	-	Значення параметра задається залежно від типу застосовуваного датчика
<i>o02</i>	001	
<i>o03</i>	001	Нижній індикатор показує значення вологості
<i>o04</i>	001	
<i>o05</i>	-	
<i>o06</i>	-	
<i>o07</i>	001	
<i>o08</i>	-	
<i>o09</i>	-	
<i>o10</i>	-	
<i>P01</i>	000	
<i>P02</i>	000	
<i>P03</i>	000	
<i>P04</i>	-	
<i>P05</i>	000	
<i>P06</i>	000	
<i>P07</i>	000	Перший регулятор керує ВП типу «нагрівач-холодильник»
<i>P08</i>	00.5	Визначає точність регулювання ($\pm 1^{\circ}\text{C}$)
<i>P.01</i>	000	
<i>P.02</i>	000	
<i>P.03</i>	000	
<i>P.04</i>	-	
<i>P.05</i>	000	
<i>P.06</i>	000	
<i>P.07</i>	000	Другий регулятор керує ВП типу «нагрівач-холодильник»
<i>P.08</i>	1,5	Визначає точність регулювання ($\pm 3^{\circ}\text{C}$)

7.16.3 Керування температурно-вологісним режимом варильної шафи

Режими технологічного процесу

Необхідно здійснити процес отримання напівкопченої ковбаси з сировини певного складу в чотири етапи:

- підсушування (температура $+55^{\circ}\text{C}$ і вологість 20 % в камері протягом 35 хв);
- обсмажування (температура $+75^{\circ}\text{C}$ і вологість 30 % протягом 35 хв);
- копчення (температура $+80^{\circ}\text{C}$ і вологість 50...70 % у камері до досягнення температури $+63^{\circ}\text{C}$ всередині батона, при подачі диму в камеру);
- варіння (температура $+87^{\circ}\text{C}$ і вологість 100 % у камері до досягнення температури $+73^{\circ}\text{C}$ всередині батона, без подачі диму).

Точність підтримання температури $\pm 1^{\circ}\text{C}$, точність підтримання вологості $\pm 4\%$.

Режим роботи пристрою

Програма керування повинна складатися з чотирьох кроків.

Перший регулятор повинен регулювати температуру за допомогою реле P2.

Другий регулятор повинен регулювати вологість за допомогою реле P3 та реле P4, які керують засувкою подачі пари в камеру.

Датчики температури підключаються до входів T_d , T_w і T_p . На вхід датчика T_w надягається марлевий чохол, кінець якого опускається у ванночку з водою, а датчик T_p визначає температуру продукту.

Коло увімкнення нагрівача (ТЕН) комутується за допомогою реле P2.

Подача пари регулюється за допомогою:

- реле P3, яке відкриває засувку;
- реле P4, яке закриває засувку.

Видалення пари здійснюється з постійною швидкістю за допомогою безперервно працюючої витяжки.

Компаратори не використовуються.

Увімкненням/вимкненням димогенератора керує транзисторний ключ № 1.

Таблиця 7.8 – Стадії процесу виробництва напівкопченої ковбаси

Номер кроку	Умова для переходу до наступного кроку	Значення умови переходу	Уставка T_d у камері	Уставка вологості в камері	Робота димогенератора
1	за часом	35 хв	55 °C	20 %	відключений
2	за часом	35 хв	75 °C	30 %	відключений
3	за T_p	63 °C	80 °C	60 %	увімкнений
4	за T_p	73 °C	87 °C	100 %	відключений

Параметри, що встановлюються в рівні L1

Параметри програм:

- $NO1 = 004$ – чотири кроки;
- $NO2 = 000$ – циклів немає, після закінчення четвертого кроку пристрій переходить у режим ЗУПИН.

Таблиця 7.9 – Параметри компараторів

Параметр	Компаратор C1	Компаратор C2	Компаратор C3	Компаратор C4	Коментарі
$c01$	-	-	-	-	Виходи компараторів відключені
$c02$	000	000	000	000	
$c03$	-	-	-	-	
$c04$	-	-	-	-	
$c05$	-	-	-	-	
$c06$	-	-	-	-	
$c07$	-	-	-	-	
$c08$	-	-	-	-	
$c09$	-	-	-	-	
$c10$	-	-	-	-	

Таблиця 7.10 – Параметри першого кроку програми

Параметр	Значення	Коментарі
<i>n01</i>	000	Сигнал на увімкнення димогенератора не подано
<i>n02</i>	-	
<i>n03</i>	-	
<i>n04</i>	-	
<i>n05</i>	-	
<i>n06</i>	-	
<i>n07</i>	-	
<i>n08</i>	-	
<i>У01</i>	001	Перехід до наступного кроку задається за часом, а не за температурою
<i>У02</i>	-	
<i>У03</i>	-	
<i>У04</i>	000	Уставка часу підсушування – 35 хв
<i>У05</i>	0.35	
<i>Е01</i>	002	На вході першого регулятора – значення T_d (у камері)
<i>Е02</i>	055	Встановлюється задане значення температури (уставка) в камері
<i>Е03</i>	00.0	
<i>Е04</i>	000	
<i>Е05</i>	000	
<i>Е01</i>	005	На вході другого регулятора – значення відносної вологості
<i>Е02</i>	020	Встановлюється задане значення відносної вологості (уставка) в камері
<i>Е03</i>	00.0	
<i>Е04</i>	000	
<i>Е05</i>	000	

Таблиця 7.11 – Параметри другого кроку програми

Параметр	Значення	Коментарі
<i>n01</i>	000	Сигнал на увімкнення димогенератора не подано
<i>n02</i>	-	
<i>n03</i>	-	
<i>n04</i>	-	
<i>n05</i>	-	
<i>n06</i>	-	
<i>n07</i>	-	
<i>n08</i>	-	
<i>У01</i>	001	Перехід до наступного кроку задається за часом, а не за температурою
<i>У02</i>	-	
<i>У03</i>	-	
<i>У04</i>	000	Уставка часу обсмажування – 35 хв
<i>У05</i>	0,35	
<i>Е01</i>	002	На вході першого регулятора – значення T_d (у камері)
<i>Е02</i>	075	Встановлюється задане значення температури (уставка) в камері
<i>Е03</i>	00,0	
<i>Е04</i>	000	
<i>Е05</i>	000	
<i>Е01</i>	005	На вході другого регулятора – значення відносної вологості в камері
<i>Е02</i>	030	Установлюється задане значення відносної вологості (уставка) в камері
<i>Е03</i>	00.0	
<i>Е04</i>	000	
<i>Е05</i>	000	

Таблиця 7.12 – Параметри третього кроку програми

Параметр	Значення	Коментарі
<i>n01</i>	001	Подається безперервний сигнал на увімкнення димогенератора
<i>n02</i>	-	
<i>n03</i>	-	
<i>n04</i>	-	
<i>n05</i>	-	
<i>n06</i>	-	
<i>n07</i>	-	
<i>n08</i>	-	
<i>y01</i>	000	Перехід до наступного кроку задається за температурою, а не за часом
<i>y02</i>	001	Перехід до наступного кроку відбувається, коли перевищено T_p
<i>y03</i>	063	Уставка T_p для переходу на наступний крок
<i>y04</i>	-	
<i>y05</i>	-	
<i>e01</i>	002	На вході першого регулятора T_d (у камері)
<i>e02</i>	080	
<i>e03</i>	00.0	Встановлюється задане значення температури (уставка) в камері
<i>e04</i>	000	
<i>e05</i>	000	
<i>e01</i>	005	На вході другого регулятора – значення відносної вологості в камері
<i>e02</i>	060	
<i>e03</i>	00.0	Установлюється задане значення відносної вологості (уставка) в камері
<i>e04</i>	000	
<i>e05</i>	000	

Таблиця 7.13 – Параметри четвертого кроку програми

Параметр	Значення	Коментарі
<i>n01</i>	000	Димогенератор вимкнено
<i>n02</i>	-	
<i>n03</i>	-	
<i>n04</i>	-	
<i>n05</i>	-	
<i>n06</i>	-	
<i>n07</i>	-	
<i>n08</i>	-	
<i>y01</i>	000	Перехід до наступного кроку задається за температурою, а не за часом
<i>y02</i>	001	Перехід до наступного кроку відбувається, коли перевищено T_p
<i>y03</i>	063	Уставка T_p для переходу на наступний крок
<i>y04</i>	-	
<i>y05</i>	-	
<i>e01</i>	002	На вході першого регулятора – значення T_d (у камері)
<i>e02</i>	080	Встановлюється задане значення температури (уставка) в камері
<i>e03</i>	00.0	
<i>e04</i>	000	
<i>e05</i>	000	
<i>e01</i>	005	На вході другого регулятора – значення відносної вологості у камері
<i>e02</i>	99	Встановлюється задане значення відносної вологості (уставка) в камері
<i>e03</i>	00.0	
<i>e04</i>	000	
<i>e05</i>	000	

Таблиця 7.14 – Загальні параметри та параметри регуляторів

Параметр	Значення	Коментарі
<i>o01</i>	-	Значення параметра встановлюється залежно від типу застосовуваного датчика
<i>o02</i>	001	Нижній індикатор показує значення вологості
<i>o03</i>	001	
<i>o04</i>	001	
<i>o05</i>	-	
<i>o06</i>	-	
<i>o07</i>	001	
<i>o08</i>	-	
<i>o09</i>	-	
<i>o10</i>	-	
<i>P01</i>	000	
<i>P02</i>	000	
<i>P03</i>	000	
<i>P04</i>	-	
<i>P05</i>	000	
<i>P06</i>	000	
<i>P07</i>	002	
<i>P08</i>	00.5	
<i>P.01</i>	000	Другий регулятор керує ВП типу «нагрівач-холодильник» Визначає точність регулювання (± 4 °C)
<i>P.02</i>	000	
<i>P.03</i>	000	
<i>P.04</i>	-	
<i>P.05</i>	000	
<i>P.06</i>	000	
<i>P.07</i>	004	
<i>P.08</i>	2,5	

**ПОПЕРЕДЖЕННЯ**

Прочерки в таблицях означають будь-яке значення; зазвичай замість дефісів записують нулі (або найменше значення параметра).

У цьому прикладі замість ПІД-регулювання використовується двопозиційне (релейне) керування; це зроблено для спрощення прикладу.

7.16.4 Керування температурно-вологісним режимом сушіння деревини

Режими технологічного процесу

Сушіння дубових дошок товщиною 20 мм, що здійснюється в шість етапів. Параметри процесу сушіння наведені в таблиці 7.15.

Таблиця 7.15 – Параметри процесу сушіння деревини

Етапи технологічного процесу	$T_{\text{камери}} (T_d), ^\circ\text{C}$	$T_w, ^\circ\text{C}$	$\Delta T, ^\circ\text{C}$	$\psi, \%$	Час, год
Початковий прогрів	80	79	0,5...1,0	98	4
Перший ступінь сушіння	75	70	5	80	27
Другий ступінь сушіння	80	71	9	66	22
Третій ступінь сушіння	100	71	29	31	18
Остаточна вологотеплообробка	100	99	0,5...1,0	99	2

Нагрівання повітря в камері здійснюється за допомогою ТЕНів.

Вологість у камері збільшується за рахунок подачі пари в камеру, зменшується за рахунок відкриття заслінки витяжного вентилятора.

Режим роботи пристрою

Програма керування повинна складатися з п'яти кроків.

Температура в камері повинна підтримуватися першим регулятором за допомогою реле Р2, вологість у камері повинна підтримуватися другим регулятором. Оскільки задається різниця температур «вологого» і «сухого» термометрів, то другий регулятор повинен підтримувати температуру «вологого» термометра за допомогою реле Р3 і Р4.

Тривалість кожного кроку задається за часом.

Датчики температури підключаються до входу T_d і T_w , на вхід T_p для імітації підключення датчиків температури підключається резистор з опором 47...91 Ом або 68...120 Ом (залежно від типу датчика на вході T_d – опором 50 або 100 Ом, відповідно).

Коло увімкнення нагрівача камери (ТЕН) комутується реле Р2.

Реле Р3 відкриває клапан, через який подається пара в камеру.

Реле Р4 відкриває заслінку на витяжному повітроводі.

Компаратори не використовуються.

Програмування пристрою

Параметри, що встановлюються на рівні L1

Параметри програм:

- $NOI = 005$ – п'ять кроків;
- $NOZ = 000$ – циклів немає, після закінчення п'ятого кроку пристрій переходить у режим ЗУПИН.

Таблиця 7.16 – Параметри компараторів

Параметр	Компаратор С1	Компаратор С2	Компаратор С3	Компаратор С4	Коментарі
<i>c01</i>	-	-	-	-	Виходи компаратора відключені
<i>c02</i>	000	000	000	000	
<i>c03</i>	-	-	-	-	
<i>c04</i>	-	-	-	-	
<i>c05</i>	-	-	-	-	
<i>c06</i>	-	-	-	-	
<i>c07</i>	-	-	-	-	
<i>c08</i>	-	-	-	-	
<i>c09</i>	-	-	-	-	
<i>c10</i>	-	-	-	-	

Таблиця 7.17 – Параметри першого кроку програми

Параметр	Значення	Коментарі
<i>n01</i>	-	Перехід до наступного кроку задається за часом, а не за температурою
<i>n02</i>	-	
<i>n03</i>	-	
<i>n04</i>	-	
<i>n05</i>	-	
<i>n06</i>	-	
<i>n07</i>	-	
<i>n08</i>	-	
<i>y01</i>	001	
<i>y02</i>	-	
<i>y03</i>	-	
<i>y04</i>	004	
<i>y05</i>	0.00	
<i>e01</i>	002	
<i>e02</i>	080	На вході першого регулятора – значення T_d (у камері) Встановлюється задане значення температури (уставка) в камері
<i>e03</i>	00.0	
<i>e04</i>	000	
<i>e05</i>	000	
<i>e01</i>	003	
<i>e02</i>	020	
<i>e03</i>	00.0	
<i>e04</i>	000	
<i>e05</i>	000	

Таблиця 7.18 – Параметри другого кроку програми

Параметр	Значення	Коментарі
<i>n01</i>	-	
<i>n02</i>	-	
<i>n03</i>	-	
<i>n04</i>	-	
<i>n05</i>	-	
<i>n06</i>	-	
<i>n07</i>	-	
<i>n08</i>	-	
<i>У01</i>	001	Перехід до наступного кроку задається за часом, а не за температурою
<i>У02</i>	-	
<i>У03</i>	-	
<i>У04</i>	027	Уставка часу першого ступеня сушіння (27 годин)
<i>У05</i>	0.00	
<i>Е01</i>	002	
<i>Е02</i>	075	На вході першого регулятора – значення T_d (у камері)
<i>Е03</i>	00.0	Встановлюється задане значення температури (уставка) в камері
<i>Е04</i>	000	
<i>Е05</i>	000	
<i>Е01</i>	003	На вході другого регулятора – значення T_w
<i>Е02</i>	070	Установлюється задане значення T_w (уставка)
<i>Е03</i>	00.0	
<i>Е04</i>	000	
<i>Е05</i>	000	

Таблиця 7.19 – Параметри третього кроку програми

Параметр	Значення	Коментарі
<i>n01</i>	-	
<i>n02</i>	-	
<i>n03</i>	-	
<i>n04</i>	-	
<i>n05</i>	-	
<i>n06</i>	-	
<i>n07</i>	-	
<i>n08</i>	-	
<i>y01</i>	001	Перехід до наступного кроку задається за часом
<i>y02</i>	-	
<i>y03</i>	-	
<i>y04</i>	022	Уставка часу другого ступеня сушіння (22 години)
<i>y05</i>	0.00	
<i>e01</i>	002	На вході першого регулятора – значення T_d (у камері)
<i>e02</i>	080	Установлюється задане значення температури (уставка) в камері
<i>e03</i>	00.0	
<i>e04</i>	000	
<i>e05</i>	000	
<i>e01</i>	003	На вході другого регулятора – значення T_w (у камері)
<i>e02</i>	071	Установлюється задане значення T_w (уставка)
<i>e03</i>	00.1	
<i>e04</i>	000	
<i>e05</i>	000	

Таблиця 7.20 – Параметри четвертого кроку програми

Параметр	Значення	Коментарі
<i>n01</i>	-	
<i>n02</i>	-	
<i>n03</i>	-	
<i>n04</i>	-	
<i>n05</i>	-	
<i>n06</i>	-	
<i>n07</i>	-	
<i>n08</i>	-	
<i>y01</i>	001	Перехід до наступного кроку задається за часом
<i>y02</i>	-	
<i>y03</i>	-	
<i>y04</i>	018	Уставка часу третього ступеня сушіння (18 годин)
<i>y05</i>	-	
<i>e01</i>	002	На вході першого регулятора – значення T_d (у камері)
<i>e02</i>	100	Установлюється задане значення температури (уставка)
<i>e03</i>	00.0	в камері
<i>e04</i>	000	
<i>e05</i>	000	
<i>e.01</i>	003	На вході другого регулятора – значення T_w
<i>e.02</i>	99	Установлюється задане значення T_w (уставка)
<i>e.03</i>	00.0	
<i>e.04</i>	000	
<i>e.05</i>	000	

Таблиця 7.21 – Параметри п'ятого кроку програми

Параметр	Значення	Коментарі
<i>n01</i>	-	
<i>n02</i>	-	
<i>n03</i>	-	
<i>n04</i>	-	
<i>n05</i>	-	
<i>n06</i>	-	
<i>n07</i>	-	
<i>n08</i>	-	
<i>y01</i>	001	Перехід до наступного кроку задається за часом
<i>y02</i>	-	
<i>y03</i>	-	
<i>y04</i>	002	Уставка часу для остаточної вологотеплообробки (2 години)
<i>y05</i>	0.00	
<i>n08</i>	-	
<i>y01</i>	001	Перехід до наступного кроку задається часом
<i>y02</i>	-	
<i>y03</i>	-	
<i>y04</i>	002	Уставка часу для остаточної вологотеплообробки (2 години)
<i>y05</i>	0.00	
<i>e01</i>	002	На вході першого регулятора – значення T_d (у камері)
<i>e02</i>	100	Встановлюється задане значення температури (уставка) в камері
<i>e03</i>	00.0	
<i>e04</i>	000	
<i>e05</i>	000	
<i>e.01</i>	003	На вході другого регулятора – значення T_w
<i>e.02</i>	99	Установлюється задане значення T_w (уставка)
<i>e.03</i>	00.0	
<i>e.04</i>	000	
<i>e.05</i>	000	

**ПОПЕРЕДЖЕННЯ**

У випадку, коли вологість деревини в процесі сушіння періодично контролюється ззовні, за необхідності можна або раніше завершити крок (пройшовши «вручну» на наступний крок), або збільшити час кроку, запустивши його спочатку (також «вручну»). Послідовність дій під час вибору кроку «вручну» наведено в [розділі 6.5](#).

Таблиця 7.22 – Загальні параметри та параметри регуляторів

Параметр	Значення	Коментарі
<i>o01</i>	-	Значення параметра задається залежно від типу застосовуваного датчика
<i>o02</i>	001	
<i>o03</i>	001	Нижній індикатор показує значення вологості
<i>o04</i>	001	
<i>o05</i>	-	
<i>o06</i>	-	
<i>o07</i>	001	
<i>o08</i>	-	
<i>o09</i>	-	
<i>o10</i>	-	
<i>P01</i>	000	
<i>P02</i>	000	
<i>P03</i>	015	Діапазон пропорційності першого регулятора (T_d)
<i>P04</i>	020	Період слідування імпульсів керування першого регулятора
<i>P05</i>	000	
<i>P06</i>	000	
<i>P07</i>	002	Перший регулятор керує ВП типу 2 «нагрівач»
<i>P08</i>	00.1	Визначає точність регулювання $T_d (\pm 1 ^\circ T)$
<i>P.01</i>	000	
<i>P.02</i>	000	
<i>P.03</i>	020	Смуга пропорційності другого регулятора (T_w)
<i>P.04</i>	050	Період слідування імпульсів керування другого регулятора
<i>P.05</i>	000	
<i>P.06</i>	000	
<i>P.07</i>	000	Другий регулятор керує ВП типу «нагрівач – холодильник»
<i>P.08</i>	00.1	Визначає точність регулювання T_w .

**ПОПЕРЕДЖЕННЯ**

Прочерки в таблицях означають будь-яке значення – зазвичай замість дефісів записують нулі (або найменше значення параметра).

У наведеному прикладі використовується П-регулювання (значення смуги пропорційності задаються не рівними нулю) — це зроблено для спрощення прикладу.

7.17 Зв'язок з ПК

Підключення пристроїв до комп'ютера забезпечує реєстрацію таких параметрів виконання технологічної програми:

- температура продукту;
- температура сухого термометра;
- температура вологого термометра;
- вологість.

Період реєстрації параметрів задається.

7.17.1 Зв'язок з ПК через інтерфейс RS-485

Для підключення до комп'ютера пристроїв з інтерфейсом RS-485 використовуються адаптери мережі AC3-M або AC4.

Перед підключенням пристроїв до адаптерів необхідно встановити потрібну швидкість обміну даними. Швидкість обміну пристроєм встановлюється за допомогою програматора EEPROM або за допомогою кнопок, що розташовані на передній панелі (параметр α_{RS}).

Для встановлення параметрів мережі RS-485 «за умовчанням», необхідно відкрити пристрій і встановити перемичку на з'єднувач X1 плати MPR01B1. При встановленій перемичці, за допомогою програми «Конфігуратор МПР51» можливо змінити параметри мережі RS-485. Встановлені параметри набувають чинності після видалення перемички з'єднувача X1.

8 Технічне обслуговування

8.1 Загальні вказівки

Під час виконання робіт з технічного обслуговування пристрою слід дотримуватися вимог безпеки з розділу 3.

Технічне обслуговування пристрою проводиться не рідше одного разу на 6 місяців і складається з таких процедур:


- перевірка кріплення пристрою;
- перевірка гвинтових з'єднань;
- видалення пилу та бруду з клемника пристрою.

8.2 Юстування датчиків температури

8.2.1 Загальні положення






Калібрування повинні виконувати лише висококваліфіковані фахівці метрологічних служб у разі збільшення похибки вимірювання вхідних параметрів понад установлені значення.

Процедуру калібрування входів датчика температури можливо виконувати тільки в режимі ЗУПИН.

Канал, що підлягає калібруванню (T_d , T_w , T_p), виставляється натисканням кнопки . При цьому засвічений зелений світлодіод, що відповідає юстованому датчику.










8.2.2 Порядок юстування датчиків температури

Для юстування датчиків температури необхідно виконати дії:

1. Виставити канал, що підлягає калібруванню (наприклад, T_d).
2. Встановити параметри корекції «зсув характеристики» датчиків температури ($LC1...LC4$, $LC2...LC2$, $LC3...LC3$) рівними нулю.
3. Підключити до входу пристрою замість датчика магазин опорів типу P4831.
4. Встановити на магазині опорів $R = 50$ Ом (якщо використовуються датчики опором 50 Ом) або $R = 100$ Ом (якщо використовуються датчики опором 100 Ом).
5. Увійти в рівень L4 і виставити значення параметра на $CP4 = 001$.
6. Натиснувши кнопку , запустити процедуру калібрування, при цьому на індикаторі «ПАРАМЕТР» з'являться прочерки « - - », через 10–15 секунд після закінчення процедури калібрування з'явиться повідомлення $COFF$, що свідчить про завершення обчислення коефіцієнта калібрування.
7. Знову натиснути кнопку  – обчислене значення коефіцієнта калібрування буде записано до пам'яті пристрою. Якщо замість кнопки  натиснути кнопку , то запис значень коефіцієнтів до пам'яті не відбудеться.
8. Після подвійного натискання кнопки  вийти з режиму НАЛАШТУВАННЯ в початковий режим. На індикаторі «ПАРАМЕТР» / T_d буде висвічуватись $COFF$.
9. Для того, щоб використовувати обчислений коефіцієнт калібрування для всіх трьох термометричних входів, необхідно встановити значення параметра $COFF = 001$.
10. Для того, щоб використовувати коефіцієнт калібрування окремо для T_d , T_w необхідно встановити значення параметра $COFF = 000$. Для T_p завжди використовується той самий коефіцієнт калібрування, що і для T_w .

8.2.3 Юстування входів датчиків положення

Для калібрування входів датчика положення необхідно виконати такі дії:

1. Виставити канал корекції K1 на індикаторі, натиснувши кнопку . Засвітиться відповідний зелений світлодіод.
2. Встановити засувку з датчиком положення засувки K1 у положення повного закриття.
3. Увійти в налаштування, в рівень L4 і встановити значення параметра $\text{LPL} = 003$.
4. Натиснувши кнопку , запустити процедуру калібрування, при цьому на індикаторі «ПАРАМЕТР» з'являться прочерки « - - - », через 10–15 секунд після завершення процедури, на індикаторі «ПАРАМЕТР» з'явиться повідомлення rdu , що свідчить про закінчення обчислення коефіцієнта калібрування.
5. Натиснувши кнопку , введіть в пам'ять пристрою значення обчисленого коефіцієнта калібрування, що відповідає повному закриттю клапана (0%). Якщо замість кнопки  натиснути кнопку , внесення в пам'ять обчисленого значення коефіцієнта калібрування не відбудеться.
6. Встановити засувку з датчиком положення K1 у положення повного відкриття.
7. Установити значення параметра $\text{LPL} = 004$.
8. Натиснути кнопку , на індикаторі «ПАРАМЕТР» з'являться прочерки « - - - », через 10–15 секунд з'явиться повідомлення rdu , що свідчить про завершення обчислення коефіцієнта калібрування.
9. Натиснувши кнопку , ввести до пам'яті пристрою значення обчисленого коефіцієнта калібрування, що відповідає повному відкриттю засувки (0%). Якщо замість кнопки  натиснути кнопку , внесення до пам'яті обчисленого значення коефіцієнта калібрування не відбудеться.
10. Калібрування датчика положення засувки K2 виконується в такому ж порядку, з урахуванням того, що калібрування повністю відкритого положення (0%) датчика проводиться при значенні параметра $\text{LPL} = 005$, а калібрування повністю закритого положення (100%) – при значенні параметра $\text{LPL} = 006$.

9 Маркування

На корпус пристрою нанесені:

- товарний знак підприємства-виробника;
- умовне позначення пристрою;
- знак відповідності технічним регламентам;
- клас захисту від ураження електричним струмом за ДСТУ EN 61140;
- ступінь захисту за ДСТУ EN 60529;
- рід живильного струму, номінальна напруга або діапазон напруг живлення;
- номінальна споживана потужність;
- заводський номер і рік випуску (штрихкод);
- схема підключення;
- пояснювальні надписи.

На споживчу тару нанесені:

- товарний знак і адреса підприємства-виробника;
- найменування і (або) умовне позначення виконання пристрою;
- заводський номер пристрою (штрихкод);
- дата пакування.

10 Пакування

Пакування пристрою проводиться за ДСТУ 8281 до індивідуальної споживчої тари, що виконана з гофрованого картону. Перед укладанням в індивідуальну споживчу тару кожен пристрій слід спакувати в пакет з поліетиленової плівки.

Опакування пристрою має відповідати документації підприємства-виробника і забезпечувати збереження пристрою при зберіганні та транспортуванні.

Допускається використання іншого виду пакування за погодженням із Замовником.

11 Транспортування та зберігання

Пристрій транспортується у закритому транспорті будь-якого виду. У транспортних засобах тара повинна кріпитися згідно з правилами, що діють на відповідних видах транспорту.

Транспортування пристроїв повинно здійснюватися при температурі навколишнього повітря від мінус 25 до плюс 55 °С із дотриманням заходів захисту від ударів та вібрацій.

Пристрої слід перевозити у транспортній тарі поштучно або у контейнерах.

Пристрої повинні зберігатися у тарі виробника при температурі навколишнього повітря від 5 до 40 °С в опалюваних сховищах. У повітрі не повинні бути присутніми агресивні домішки.

Пристрій слід зберігати на стелажах.

12 Комплектність

Пристрій	1 шт.
Паспорт та гарантійний талон	1 екз.
Коротка настанова	1 екз.
Комплект елементів кріплення	1 к-т.






ПРИМІТКА

Виробник залишає за собою право внесення доповнень до комплектності пристрою.

Додаток А. Програмовані параметри

Таблиця А.1 – Параметри рівнів налаштування

Позначення	Назва	Допустимі значення	Коментарі
Рівень L1. Параметри програми технолога			
Параметри програм			
NO1	Кількість кроків у програмі	001...099	-
NO2	Номер кроку програми, який є початковим кроком циклу	000...099	-
Параметри компараторів C1...C4			
C01	Вхідна величина компаратора	001	Температура продукту (T _p), [град.]
		002	Температура камери (сухого термометра, T _d), [град.]
		003	Температура вологого термометра (T _w), [град.]
		004	$\Delta T = T_d - T_p$, [град.]
		005	Відносна вологість Ψ , [%]
		006	Вхідна величина першого регулятора
		007	Вхідна величина другого регулятора
C02	Стан виходу компаратора	000	Вихід компаратора відключений
		001...004	1...4 реле
		005	П'яте реле, світлодіод  не світиться
		006	П'яте реле, світлодіод  світиться
C03	Перша (верхня) уставка компаратора	-99...+999	[град.]
		0...99	[%]
C04	Друга (нижня) уставка компаратора	-99...+999	[град.]
		0...99	[%]
C05	Логіка роботи компаратора	000	Реле компаратора замикається, якщо значення контрольованої величини більше, ніж верхня уставка, а розмикається – якщо менше нижньої уставки
		001	Реле замикається, коли значення величини, менше нижньої уставки, а розмикається – коли більше верхньої уставки
		002	Реле замикається, коли значення контрольованої величини, що знаходиться між нижньою і верхньою уставками
		003	Реле замикається, якщо значення контрольованої величини виходить за межі, задані верхньою і нижньою уставками
C06	Блокування спрацьовування компаратора до першого досягнення уставки на початку програми	000	Вимк.
		001	Увімк.
C07	Блокування спрацьовування компаратора до першого досягнення уставки на початку кроку	000	Вимк.
		001	Увімк.

Позначення	Назва	Допустимі значення	Коментарі
c08	Блокування спрацьовування компаратора до натискання кнопки 	000	Вимк.
		001	Увімк.
c09	Час затримки спрацьовування компаратора	000...999	[с]
c10	Час затримки відпускання компаратора	000...999	[с]
Параметри кроків			
n01...n08	Режими 1...8 транзисторних ключів на цьому кроці	000	Ключ не замкнений (транзистор закритий)
		001	Ключ замкнений безперервно (транзистор відкритий)
		002...015	1...14 імпульсні режими роботи ключа, що задаються в параметрах F02...F15
y01	Умова для переходу до наступного кроку	000	Після досягнення встановленого в параметрі y02 значення температури або вологості
		001	Після досягнення встановленого в параметрах y04 і y05 часу
		002	Після виконання умов 000 і 001
		003	Після виконання умов 000 або 001
y02	Умови переходу до наступного кроку за температурами або вологістю	001 (002)	$T_p > T_{уст.p}$ ($T_p < T_{уст.p}$), [град.]
		003 (004)	$T_d > T_{уст.d}$ ($T_d < T_{уст.d}$), [град.]
		005 (006)	$T_w > T_{уст.w}$ ($T_w < T_{уст.w}$), [град.]
		007 (008)	$\Delta T > \Delta T_{уст.}$ ($\Delta T < \Delta T_{уст.}$), [град.]
		009 (010)	$\Psi > \Psi_{уст.}$ ($\Psi < \Psi_{уст.}$), [%]
y03	Уставка умови переходу до наступного кроку за температурами або вологістю	-99...+999	У діапазоні вимірювання датчиків
y04 y05	Тривалість кроку	0...63	[год]
		0...59	[хв]
Параметри першого (другого) регуляторів на цьому кроці			
e01	Вхідна величина регулятора	001	Температура продукту, [град.]
		002	Температура сухого термометра в камері, [град.]
		003	Температура вологого термометра, [град.]
		004	$\Delta T = T_d - T_p$, [град.]
		005	Відносна вологість Ψ , [%]
e02	Уставка вхідної величини (ціла частина) – XXX.	-99...+999	[град.], задається лише ціла частина XXX. уставки XXX.X
		0...99	[%]
e03	Уставка вхідної величини (дробова частина) – 00X. X	00.0...00.9	[град.], задається лише дробова частина уставки XXX.X
		00.1...00.9	[%]
e04	Швидкість виходу на уставку	00.0...99.9	[град/хв]; [%/хв]
e05	Знак швидкості виходу на уставку	000	Додатний (збільшення вхідної величини)
		001	Від'ємний (зменшення вхідної величини)

Позначення	Назва	Допустимі значення	Коментарі
Рівень L2. Загальні параметри			
<i>5cr</i>	Параметр секретності	001 002 003	Вхід у рівень тільки через пароль Вхід у рівень за паролем для запису без встановлення пароля для зчитування Вхід у рівень без встановлення пароля для зчитування та запису
Параметри імпульсних режимів транзисторних ключів			
<i>F02...F 15</i>	Тривалість імпульсу 1...14 режимів	000...999	[с]
<i>F.02...F. 15</i>	Тривалість паузи між імпульсами 1...14 режимів	000...999	[с]
Корекція показів термометра			
Зсув характеристики датчика			
<i>1c 1</i> <i>2c 1</i> <i>3c 1</i>	Для термометра продукту Для сухого термометра Для вологого термометра	000...51.1	Додається до вимірюваного значення, [од. вим.]
Знак зсуву характеристики			
<i>1c2</i> <i>2c2</i> <i>3c2</i>	Для термометра продукту Для сухого термометра Для вологого термометра	000 001	Додатний Від'ємний
Зміна нахилу характеристики датчика			
<i>1c3</i> <i>2c3</i> <i>3c3</i>	Для термометра продукту Для сухого термометра Для вологого термометра	000...25.5	Множиться на виміряне значення, [% від вимірюваної величини]
Знак нахилу характеристики			
<i>1c4</i> <i>2c4</i> <i>3c4</i>	Для термометра продукту Для сухого термометра Для вологого термометра	000 001	Додатний Від'ємний
Параметри цифрових фільтрів			
<i>d0 1...d03</i>	Сталі часу цифрових фільтрів термометра продукту, сухого і вологого термометрів, відповідно	000...064	[с]
<i>d04</i>	Стала часу фільтра відносної вологості	000...064	[с]
<i>d05, d06</i>	Сталі часу фільтрів датчиків положення засувки 1 і 2	000...064	[с]
Основні параметри роботи пристрою			
<i>o0 1</i>	Тип температурних датчиків, що підключаються до пристрою	000 001 002 003	Cu 50 ($\alpha = 0,00426 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) і Cu 100 ($\alpha = 0,00426 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) Pt 50 ($\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) і Pt 100 ($\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) 50П ($\alpha = 0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) і 100П ($\alpha = 0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) 50М ($\alpha = 0,00428 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) і 100М ($\alpha = 0,00428 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)
<i>o02</i>	Індикація десятих часток вимірюваної величини на індикаторі «ПАРАМЕТР»	000 001	Індикація без десятих часток Індикація з десятими частками. При цьому не відобразатимуться сотні градусів для додатних температур (123.4 $^\circ\text{C}$ будуть відобразатися як 23.4 $^\circ\text{C}$) і десяткі градусів для від'ємних температур (-23.4 $^\circ\text{C}$ будуть відобразатися як -3.4 $^\circ\text{C}$)

Позначення	Назва	Допустимі значення	Коментарі
003	Керування індикатором «ВОЛОГІСТЬ»	000 001	Індикатор вказує номер програми Індикатор вказує вологість
004	Кількість відображуваних параметрів на індикаторі «ПАРАМЕТР»	001 002 003 004 005	Відображається тільки T_d Відображається T_d і T_w Відображається T_d , T_w і T_p Відображається T_d , T_w , T_p і положення засувки K1 Відображається T_d , T_w , T_p , полож. засувки K1 і K2
005	Використання коефіцієнтів калібрувань	000 001	Використовується коефіцієнт калібрування окремо для T_d (і T_p) і окремо для T_w Використовується коефіцієнт калібрування T_d для всіх трьох термометрів
006	Психрометричний коефіцієнт, для обчислення вологості	064...080	Залежить від зовнішніх умов
007	Робота пристрою після відновлення напруги мережі живлення	001 002 003 004 005	Продовження роботи з моменту зникнення живлення Аварійний зупин (зі спрацюванням реле 5) Неаварійний зупин (перехід у режим «ЗУПИН») Продовження, якщо різниця температури кожного датчика в моменти вимкнення та увімкнення живлення не перевищила у відсотковому відношенні значення, що задане параметром 006. В іншому випадку, аварійний зупин Продовження, якщо різниця температури кожного датчика в моменти вимкнення та увімкнення живлення не перевищила у відсотковому відношенні значення, що задане параметром 006. В іншому випадку неаварійний зупин
008	Значення $((T_{відкл} - T_{вкл}) / T_{відкл}) \times 100\%$, необхідне для задання значень 004, 005 попереднього параметра 007	0...99	[%]
009	Швидкість передачі даних на комп'ютер через послідовний порт RS-485	000 001 002 003 004 005 006 007	300 бод (біт/с) 600 бод 1200 бод 2400 бод 4800 бод 9600 бод 14400 бод 19200 бод

Позначення	Назва	Допустимі значення	Коментарі	
			Кількість програм	Кількість кроків
o 0	Тип розбиття пам'яті на програми та кроки	000	60	7
		001	30	16
		002	20	25
		003	15	34
		004	12	43
		005	10	52
		006	6	88
		007	5	99
o 11	Тип перемикання каналів індикації	000	Автоматичне перемикання	
		001	Ручне перемикання	
Параметри першого та другого ПІД-регулятора				
P01	Стала часу диференціювання	000...999	[с]	
P02	Стала часу інтегрування	000...999	[с]	
P03	Смуга пропорційності	000...999 0...99	[град.] [%]	
P04	Період слідування вихідних імпульсів	000...120	[с]	
P05	Зона дії інтегральної складової	000...999	[град.]	
P06 (P.06)	Обмеження максимальної потужності	000...99	[%]	
P07	Тип виконавчого пристрою	000	Комутує свої реле: P1 (P4) як «нагрівач» на виході регулятора, P2(P3) як «холодильник»	
		001	Регулятор відключено	
		002	Комутує реле P2(P4) як «нагрівач»	
		003	Комутує реле P2(P4) як «холодильник»	
		004	Керує засувкою за прямо пропорційним законом: P1 (P3) – відкриття засувки, P2 (P4) – закриття засувки	
		005	Керує засувкою за обернено пропорційним законом: P1 (P3) – відкриття засувки P2 (P4) – закриття засувки	
		006	Керує засувкою за прямо пропорційним законом зі зворотним зв'язком по положенню	
P08	Зона нечутливості	00.0...99.9	[град.]	
		00.0...99.9	[%]	
Рівень L3. Самоналаштування першого та другого ПІД-регуляторів				
SLF	Вхідна величина, для якої виконується самоналаштування	001	Температура T_p	
		002	Вхід T_d	
		003	Вхід T_w	
		004	$\Delta T = T_d - T_p$	
		005	Відносна вологість Ψ	

Позначення	Назва	Допустимі значення	Коментарі
Рівень L4. Калібрування датчиків			
CPA	Калібрування входів термодатчиків і датчиків положення	001	Калібрування T_d (і T_p)
		002	Калібрування T_w
		003	Калібрування входу K1, якщо повністю закрита засувка 1
		004	Калібрування входу K1, якщо повністю відкрита засувка 2
		005	Калібрування входу K2, якщо повністю відкрита засувка 2
		006	Калібрування входу K2, якщо повністю закрита засувка 2

**ПОПЕРЕДЖЕННЯ**

$T_{\text{відкл}} - T_{\text{вкл}}$ – максимальна різниця між значенням температури T_d (T_w , T_p) у момент відключення напруги і між значенням тієї ж температури в момент увімкнення напруги.

Додаток Б. Пристрій «вологого» термометра

Відносна вологість обчислюється у пристрої за психрометричним методом. Психрометричний метод ґрунтується на вимірюванні різниці температур «сухого» і «вологого» («мокрого») термометрів, температура останнього завжди нижче через випаровування води з поверхні ґнота. Чим сухіше повітря (нижче вологість), тим інтенсивніше випаровується вода з поверхні ґнота, тим нижче температура «вологого» термометра.

На основі напівемпіричних психрометричних формул виведено загальноприйняту формулу для розрахунку відносної вологості повітря ψ , %:

$$\psi = \frac{E_M}{E_C} = \frac{A \cdot p \cdot (T_C - T_M)}{E_C} \quad (\text{Б.1})$$

де E_M – максимально можливий парціальний тиск водяної пари при температурі повітря T_M , °С;

E_C – максимально можливий парціальний тиск водяної пари при температурі повітря T_C , °С;

p – атмосферний тиск;

T_C – температура «сухого» термометра, °С;

T_M – температура «вологого» термометра °С;

A – психрометричний коефіцієнт (психрометрична стала).

Психрометричний коефіцієнт залежить від багатьох факторів, що впливають на тепло; і масообмін чутливого елемента «вологого» термометра з навколишнім середовищем.

- розміру і форми чутливого елемента «вологого» термометра;
- виду і стану змочуваного ґнота;
- температури змочуваної води і теплопровідності ґнота;
- впливу теплової радіації.

Серед факторів зовнішнього впливу найбільше значення має швидкість повітря. Коефіцієнт A швидко зменшується зі збільшенням швидкості повітряного потоку і при швидкості більше 2,5 м/с наближається до постійної величини, тому краще використовувати вентилятори зі швидкістю руху повітря не менше 2,5 м/с.

Зволожувальний ґніт повинен мати максимальну всмоктуючу здатність. Найчастіше ґніт виготовляється з тонких бавовняних невибілених тканин – марлі, батисту, мусліну та ін. Для видалення апретури тканину можна попередньо прокип'ятити.

Виготовлення ґнота:

- Взяти шматок марлі (4-6 шарів) такого розміру, щоб довжина однієї сторони шматка покривала датчик температури, бажано на всю його довжину, а довжина іншої сторони шматка в 2 рази перевищувала відстань від датчика температури до дна резервуара з водою.
- Шматок марлі складається навпіл і біля місця згину роблять шов (або просто заметати) так, щоб була можливість просунути датчик в отвір, що утворився. Бажано, щоб марля щільно прилягала до датчика. Замість марлі можна використовувати більш щільні матеріали, складені в 2–3 шари.
- Якщо немає можливості закрити датчик ґнотом по всій його довжині, необхідно, щоб кінець датчика був закритий на довжину не менше 6 см так, щоб чутливий елемент, розташований в самому кінці гільзи, був закритий ґнотом.

Кріпити датчики температури необхідно один над одним на відстані 50–100 мм один від одного, перпендикулярно стінці резервуара, або паралельно (див. рисунки нижче). Під «мокрим» термометром помістити резервуар з водою так, щоб до поверхні води було 60–100 мм.

Матеріал для виготовлення резервуара може бути будь-яким, здатним витримати умови експлуатації протягом тривалого часу. Наприклад, нержавіюча сталь, оцинковане залізо, термостійка пластмаса, скло або інший матеріал, який не буде руйнуватися або виділяти шкідливі речовини в конкретних умовах експлуатації.

Збільшити запас води в резервуарі можливо:

- збільшуючи глибини резервуара;
- збільшуючи ширину резервуара.

У першому випадку необхідно збільшити довжину гніта, при цьому з'являється небезпека його висихання, у другому випадку – збільшується площа випаровування води.

Для зменшення площі випаровування води з резервуара можна рекомендувати резервуар з «пляшковим» горлом. У такому разі ширину резервуара можливо збільшити в 3–4 рази (до 150–200 мм).

У випадках, коли необхідно долити воду в резервуар, не входячи в робочу камеру, поза камерою можна поставити додатковий резервуар і з'єднати його з внутрішнім, що дає змогу поповнювати запас води в резервуарі, не входячи в камеру (див. рисунки нижче).

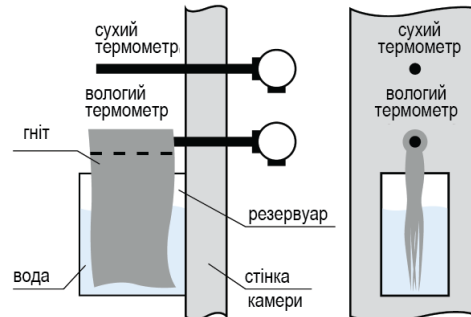


Рисунок Б.1 – Кріплення датчиків температури перпендикулярно стінці камери

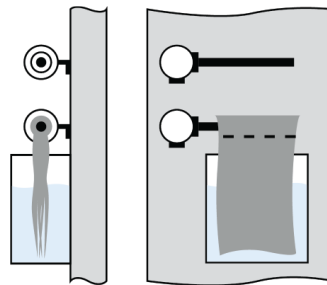


Рисунок Б.2 – Кріплення датчиків температури паралельно стінці камери



Рисунок Б.3 – Форма резервуара з «пляшковим горлом»

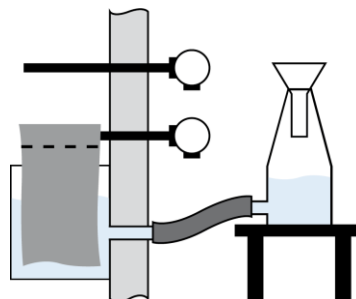


Рисунок Б.4 – Конструкція резервуара для води, що не вимагає входу в камеру



61153, м. Харків, вул. Гвардійців Широнінців, 3А
тел.: (057) 720-91-19, 0-800-21-01-96 (багатоканальний)
тех. підтримка: support@aqteck.ua
відділ продажу: sales@aqteck.ua
aqteck.ua
реєстр.: 2-УК-1265-1.1