

TRM210

**Вимірювач ПІД-регулятор
багатофункціональний
одноканальний**



Настанова щодо експлуатування
АРАВ.421210.014-04.17 НЕ

Зміст

Попереджувальні повідомлення	5
Вступ	6
Використовувані аббревіатури	7
Відповідність символів Ці літерам латинського алфавіту.....	7
1 Призначення і функції	8
2 Технічні характеристики та умови експлуатування	9
2.1 Технічні характеристики	9
2.2 Умови експлуатування.....	14
3 Заходи безпеки.....	15
4 Монтаж	16
4.1 Встановлення пристрою настінного кріплення Н	16
4.2 Встановлення пристрою щитового кріплення Щ1	18
4.3 Встановлення пристрою щитового кріплення Щ2	21
5 Підключення	24
5.1 Рекомендації щодо підключення	24
5.2 Перше увімкнення.....	26
5.3 Призначення контактів клемника.....	27
5.4 Підключення за інтерфейсом RS-485	27
5.5 Підключення датчиків	29
5.5.1 Загальні відомості.....	29
5.5.2 Підключення ТО за трипроводною схемою	31
5.5.3 Підключення ТО за двопроводною схемою	32
5.5.4 Підключення ТП	33
5.5.5 Підключення датчиків з уніфікованим вихідним сигналом струму або напруги	34

5.6 Підключення до входу керування (пуск/стоп)	35
5.7 Підключення навантаження до ВП	36
5.7.1 Підключення навантаження до ВП типу Р	37
5.7.2 Підключення навантаження до ВП типу К	38
5.7.3 Підключення навантаження до ВП типу Т	38
5.7.4 Підключення навантаження до ВП типу С	39
5.7.5 Підключення навантаження до ВП типу І	40
5.7.6 Підключення навантаження до ВП типу У	42
6 Експлуатування.....	43
6.1 Принцип роботи	43
6.2 Керування та індикація	44
6.3 Увімкнення і робота	48
6.4 Запуск/зупинення процесу регулювання.....	49
7 Налаштування.....	50
7.1 Послідовність налаштування	50
7.2 Установлення параметрів входу.....	52
7.2.1 Код типу датчика.....	52
7.2.2 Установлення точності виведення температури.....	52
7.2.3 Установлення діапазону вимірювання.....	53
7.2.4 Корекція вимірювальної характеристики датчика	55
7.2.5 Установлення параметрів цифрового фільтра	57
7.3 Налаштування параметрів входу керування (пуск/стоп)	59
7.4 Установлення параметрів ЛП	59
7.4.1.Налаштування діапазону реєстрації.....	59
7.5 Установлення параметрів процесу регулювання.....	62
7.5.1. Установлення уставки регульованої величини	62
7.5.2 Налаштування режиму регулювання	63
7.5.3 Налаштування способу керування	63

7.6	Налаштування двопозиційного регулятора	64
7.7	Налаштування ПІД-регулятора	65
7.7.1	Загальні принципи ПІД-регулювання	65
7.7.2	Параметри налаштування	67
7.7.3	Автоналаштування	73
7.7.4	Ручне підстроювання ПІД-регулятора	75
7.7.5	Приклад ручного налаштування ПІД-регулятора	77
7.8	Налаштування компаратора або пристрою «LBA»	80
7.8.1	Налаштування компаратора	80
7.8.2	Сигналізація про обрив у контурі регулювання	84
7.9	Налаштування обміну даними через інтерфейс RS-485	86
7.9.1	Робота з параметрами за протоколом АКУТЕК	87
7.9.2	Робота з параметрами за протоколом Modbus	88
7.10	Захист окремих параметрів від перегляду і змінення	90
7.11	Відновлення заводських налаштувань	90
8	Технічне обслуговування	91
8.1	Загальні вказівки	91
8.2	Юстування	91
8.2.1	Обчислення коефіцієнтів юстування	92
8.2.2	Юстування пристрою для роботи з ТО	94
8.2.3	Юстування пристрою для роботи з ТП	95
8.2.4	Юстування пристрою для вимірювання сигналів постійного струму та напруги	97
8.2.5	Юстування датчика температури вільних кінців ТП	99
8.2.6	Юстування вихідних пристроїв типу «I» та «У»	100
9	Маркування	102
10	Пакування	103
11	Транспортування і зберігання	103

12 Комплектність	104
Додаток А. Програмовані параметри	105
Додаток Б. Можливі несправності та способи їх усунення	115

Попереджувальні повідомлення

У цій настанові застосовуються такі попередження:



НЕБЕЗПЕКА

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



УВАГА

Ключове слово УВАГА повідомляє про **потенційно небезпечну ситуацію**, яка може призвести до незначних 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 безперебійної роботи обладнання.

Обмеження відповідальності
За жодних обставин ТОВ «АКУТЕК» та його контрагенти не нестимуть юридичної відповідальності та не визнаватимуть за собою яких-небудь зобов'язань у зв'язку з будь-яким збитком, що виник внаслідок установлення або використання пристрою з порушенням чинної нормативно-технічної документації.

Вступ

Цю Настанову щодо експлуатування призначено для ознайомлення обслуговуючого персоналу з побудовою, принципом дії, конструкцією, технічним експлуатуванням і обслуговуванням вимірювача ПІД-регулятора багатофункціонального одноканального ТРМ210 (далі за текстом – «пристрій» або «ТРМ210»).

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

Декларацію про відповідність розміщено на сайті *aqteck.ua*.

Підключення, регулювання і технічне обслуговування пристрою повинні виконувати лише кваліфіковані фахівці після ознайомлення з цією настановою щодо експлуатування.

Пристрій виготовляється в різних модифікаціях, що зашифровані в коді повного умовного позначення:

Тип корпусу:

- **Н** – корпус настінного кріплення;
- **Щ1** – корпус щитового кріплення;
- **Щ2** – корпус щитового кріплення.

Тип вбудованого ВП1(2):

- **Р** – контакти електромагнітного реле;
- **К** – оптопара транзисторна n-p-n типу;
- **Т** – вихід для керування зовнішнім твердотільним реле;
- **С** – оптопара симісторна;
- **І** – ЦАП «параметр – струм»;
- **У** – ЦАП «параметр – напруга».



Приклад запису позначення пристрою в документації іншої продукції, де він може бути використаний:

Вимірювач ПІД-регулятор багатофункціональний одноканальний **TPM210-H. ТУ У 26.5-35348663-001-2024.**

Використовувані аббревіатури

ВП – вихідний пристрій

ЛП – логічний пристрій

ПІД – пропорційно-інтегрально-диференціальний (закон або регулятор).

ТО – термоперетворювач опору.

ТП – перетворювач термоелектричний (термопара)

ЦАП – цифроаналоговий перетворювач.

ЦІ – цифровий індикатор.

Відповідність символів ЦІ літерам латинського алфавіту

<i>A</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>G</i>	<i>H</i>	<i>ī</i>	<i>j</i>	<i>K</i>	<i>L</i>	<i>ñ</i>	<i>n</i>	<i>ō</i>	<i>P</i>	<i>q</i>	<i>r</i>	<i>S</i>	<i>t</i>	<i>U</i>	<i>v</i>	<i>u</i>	<i>ū</i>	<i>y</i>	<i>z</i>
A	b	C	d	E	F	G	H	i	J	K	L	M	n	O	P	Q	r	S	t	U	V	W	X	Y	Z

1 Призначення і функції

Пристрій призначено для вимірювання та автоматичного регулювання температури (за умови використання в якості датчиків термоперетворювачів опору (ТО) або перетворювачів термоелектричних (ТП)), а також інших фізичних параметрів, значення яких можуть бути перетворені датчиками в уніфікований сигнал постійного струму або напруги. Інформація про будь-який з вимірюваних параметрів відображається на вбудованому чотирирозрядному цифровому індикаторі (ЦІ). Пристрій використовується поза сферою законодавчо регульованої метрології.

Пристрій дає змогу виконувати такі функції:

- вимірювання температури або іншої фізичної величини;
- оброблення вхідних сигналів:
 - цифрову фільтрацію та корекцію;
 - масштабування уніфікованого сигналу для відображення на індикаторі фізичної величини;
- регулювання вимірюваної величини за ПІД-законом шляхом імпульсного або аналогового керування, або за двопозиційним законом;
- автоналаштування ПІД-регулятора на встановленому об'єкті;
- ручне керування вихідною потужністю ПІД-регулятора;
- визначення аварійної ситуації, коли вимірюваний параметр виходить за задані межі та при обриві у контурі регулювання;
- виявлення помилок в роботі та визначення причини несправності;
- реєстрацію даних на ПК і налаштування пристрою з комп'ютера через інтерфейс RS-485;
- дистанційне керування процесом регулювання (запуск/зупинення).

2 Технічні характеристики та умови експлуатування

2.1 Технічні характеристики

Таблиця 2.1 – Характеристики пристрою

Найменування	Значення
Діапазон змінної напруги живлення для всіх типів корпусів: • напруга • частота	90...245 В 47...63 Гц
Споживана потужність	не більше 6 ВА
Кількість вимірювальних каналів	1
Основний вхід	
Час опитування входу	не більше 1 с
Межа основної зведеної похибки при вимірюванні: • термометрами опору • для інших видів сигналів	$\pm 0,25 \%$ $\pm 0,5 \%$
Вхідний опір пристрою при підключенні джерела уніфікованого сигналу: • струму (при підключенні зовнішнього прецизійного резистора) • напруги	100 Ом $\pm 0,1\%$ не менше 100 кОм

Продовження таблиці 2.1

Найменування	Значення
Додатковий вхід	
Вхідний опір пристрою при підключенні джерела уніфікованого сигналу: • «замкнено» • «розімкнено»	від 0 до 1 кОм більше 100 кОм
Характеристики корпусу	
Ступінь захисту корпусу: • настінний Н • щитові Щ1, Щ2 (з боку лицьової панелі)	IP44 IP54
Габаритні розміри пристрою: • настінний Н • щитовий Щ1 • щитовий Щ2	(105 × 130 × 65) ± 1 мм (96 × 96 × 70) ± 1 мм (96 × 48 × 100) ± 1 мм
Вага пристрою	не більше 0,5 кг
Середній термін служби	8 років
Інтерфейс зв'язку	
Тип інтерфейсу	RS-485
Швидкість передавання даних	2,4; 4,8; 9,6; 14,4; 19,2; 28,8; 38,4; 57,6; 115,2 кбіт/с
Тип кабелю	Екранована звита пара
Тип протоколу передавання даних	AKYTEK, Modbus RTU (Slave), Modbus ASCII (Slave)

Таблиця 2.2 – Датчики і вхідні сигнали

Тип датчика або вхідний сигнал	Діапазон вимірювань	Значення одиниці молодшого розряду ¹⁾	Межа основної зведеної похибки
ТО з НСХ за ДСТУ 2858			
50М ($\alpha = 0,00428 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	−180...+200 °C	0,1 °C	± 0,25 %
Pt 50 ($\alpha = 0,00385 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	−200...+750 °C		
50П ($\alpha = 0,00391 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	−200...+750 °C		
100М ($\alpha = 0,00428 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	−180...+200 °C		
Pt 100 ($\alpha = 0,00385 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	−200...+750 °C		
100П ($\alpha = 0,00391 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	−200...+750 °C		
ТО з НСХ за ДСТУ ГОСТ 6651-2014 ²⁾			
Cu 50 ($\alpha = 0,00426 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	−50...+200 °C	0,1 °C	± 0,25 %
Cu 100 ($\alpha = 0,00426 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	−50...+200 °C		
ТО з НСХ за ДСТУ 2858-94 ²⁾			
50М, 100М $W_{100} = 1,428$	−190...+200 °C	0,1 °C	± 0,25 %
50П, 100П $W_{100} = 1,391$	−200...+750 °C		
ТО за ГОСТ 6651-78 ²⁾			
$R_0 = 46 \text{ Ом}$, $W_{100} = 1,3910$ (рр. 21)	−200...+750 °C	0,1 °C	± 0,25 %
$R_0 = 53 \text{ Ом}$, $W_{100} = 1,4260$ (рр.23)	−50...+200 °C		

Продовження таблиці 2.2

Тип датчика або вхідний сигнал	Діапазон вимірювань	Значення одиниці молодшого розряду ¹⁾	Межа основної зведеної похибки
ТП з НСХ за ДСТУ EN 60584-1			
ТХК (L)	-200...+800 °C	0,1 °C	± 0,5 %
ТХА (K)	-200...+1300 °C		
ТНН(N)	-200...+1300 °C		
ТЗК (K)	-200...+1200 °C		
ТМК (T)	-200...+400 °C		
ТВР (A)	0...+2500 °C		
ТПП 13 (R)	0...+1750 °C		
ТПП 10 (S)	0...+1750 °C		
ТПР (B)	+200...+1800 °C		
ТП з НСХ за ДСТУ 2837			
ТВР (A-2)	0...+1800 °C	0,1 °C	± 0,5 %
ТВР (A-3)	0...+1800 °C		
Вхідний сигнал постійного струму та напруги постійного струму			
0...1 В	0...100 %	0,1 %	± 0,5 %
-50...50 мВ	0...100 %		
4...20 мА	0...100 %		
0...20 мА	0...100 %		
0...5 мА	0...100 %		
¹⁾ За температури вище 1000 °C і в точці мінус 200 °C значення одиниці молодшого розряду дорівнює 1 °C. ²⁾ Цей нормативний документ скасовано в Україні та використовується як інформаційне джерело.			

Таблиця 2.3 – Параметри вбудованих ВП

Позначення ВП	Тип вихідного елемента	Технічні параметри
ВП дискретного типу		
Р	Електромагнітне реле: ¹⁾ ПІД-регулювання Двопозиційне регулювання	При ~230 В (50 або 60 Гц, $\cos(\varphi) > 0,4$) або =30 В: Струм не більше 1 А Струм не більше 8 А
К	Оптопара транзисторна п-р-п типу	Постійний струм не більше 200 мА при напрузі не більше 40 В
Т	Вихід для керування зовнішнім твердотільним реле	Вихідна напруга 4...6 В, постійний струм не більше 60 мА
С	Оптопара симісторна ²⁾	Струм не більше 0,5 мА ³⁾ при змінній напрузі не більше 240 В (50 Гц)
ВП аналогового типу		
І	ЦАП «параметр – струм»	Постійний струм 4...20 мА на зовнішньому навантаженні не більше 1 кОм, напруга живлення 15...32 В
У	ЦАП «параметр – напруга»	Постійна напруга 0...10 В на зовнішньому навантаженні понад 2 кОм, напруга живлення 15...32 В
¹⁾ Електрична міцність реле при максимальному навантаженні 10 ⁶ перемикачів. ²⁾ Характеристики наведені для оптопари, що керує потужними тиристорами. ³⁾ Під час роботи симісторної оптопари в безперервному режимі струм навантаження не повинен перевищувати 50 мА.		

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 температура без конденсації вологи;
- атмосферний тиск від 84 до 106,7 кПа.

За стійкістю до електромагнітних впливів і за рівнем випромінюваних радіозавад пристрій відповідає обладнанню класу А за ДСТУ ІЕС 61326-1.



ПОПЕРЕДЖЕННЯ

Вимоги щодо зовнішніх факторів, що впливають, є обов'язковими, оскільки належать до вимог безпеки.

3 Заходи безпеки



НЕБЕЗПЕКА

На клемнику є небезпечна для життя напруга величиною до 250 В. Будь-які підключення до пристрою та роботи з його технічного обслуговування необхідно виконувати лише при вимкненому живленні пристрою.

За способом захисту від ураження електричним струмом пристрій відповідає класу II за ДСТУ EN 61140.

Під час експлуатування і 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, що містять в атмосфері кислоти, луги, мастила тощо.

4 Монтаж

4.1 Встановлення пристрою настінного кріплення Н

Для встановлення пристрою необхідно:

1. Закріпити кронштейн трьома гвинтами М4 × 20 на поверхні, що призначена для встановлення пристрою (див. *рисунок 4.2*).



ПРИМІТКА

Гвинти для кріплення кронштейна не входять до комплекту постачання.

2. Зачепити монтажний кутик на задній стінці пристрою за верхню кромку кронштейна.
3. Прикріпити пристрій до кронштейна гвинтом з комплекту постачання.

Демонтаж пристрою необхідно виконувати у зворотному порядку.



ПОПЕРЕДЖЕННЯ

Проводи підключати після зняття кришки пристрою. Для зручності підключення необхідно зафіксувати основу пристрою на кронштейні кріпильним гвинтом.

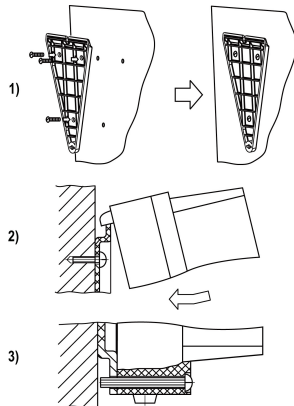


Рисунок 4.1 – Монтаж пристрою настінного кріплення

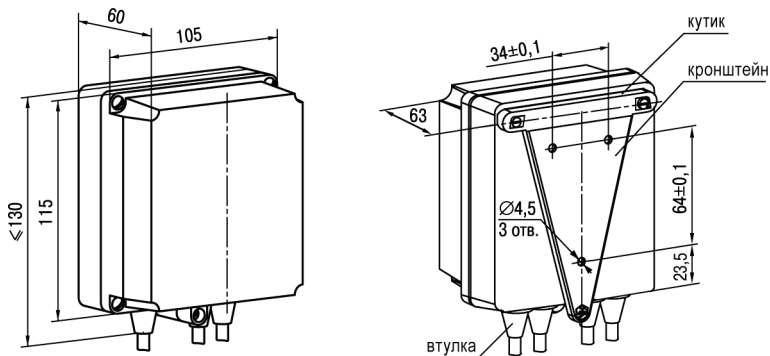


Рисунок 4.2 – Габаритні розміри корпусу Н



ПРИМІТКА

Втулки необхідно підрізати відповідно до діаметра вхідного кабелю.

4.2 Встановлення пристрою щитового кріплення Щ1

Для встановлення пристрою необхідно:

1. Підготувати на щиті керування місце для встановлення пристрою (див. *рисунок 4.4*).
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.

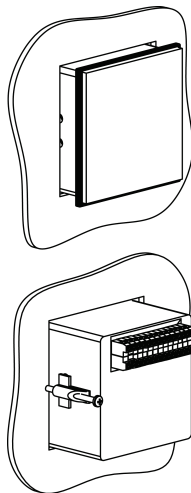


Рисунок 4.3 – Монтаж пристрою щитового кріплення

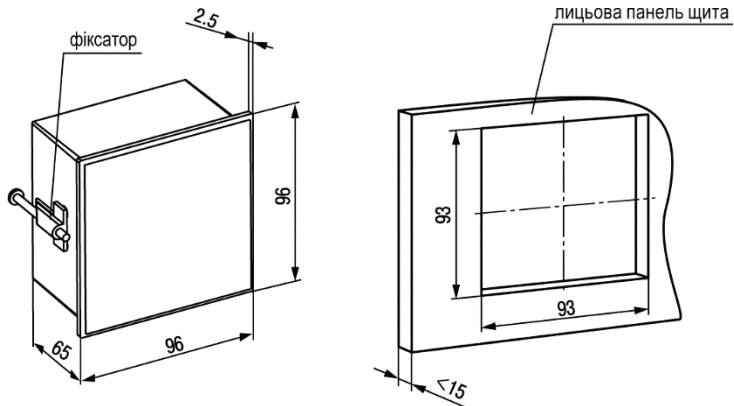


Рисунок 4.4 – Габаритні розміри корпусу Щ1

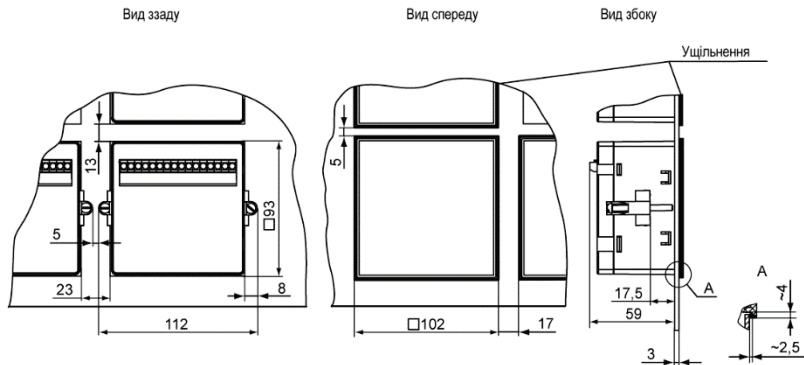


Рисунок 4.5 – Пристрій у корпусі Щ1, установлений у щит товщиною 3 мм

4.3 Встановлення пристрою щитового кріплення Щ2

Для встановлення пристрою необхідно:

1. Підготувати на щиті керування місце для встановлення пристрою (див. *рисунок 4.7*).
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.

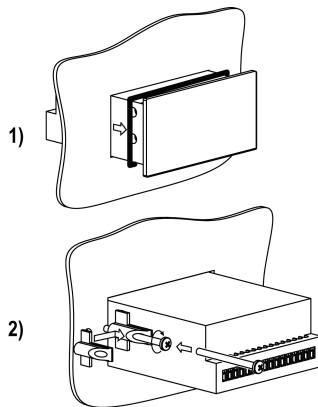


Рисунок 4.6 – Монтаж пристрою щитового кріплення

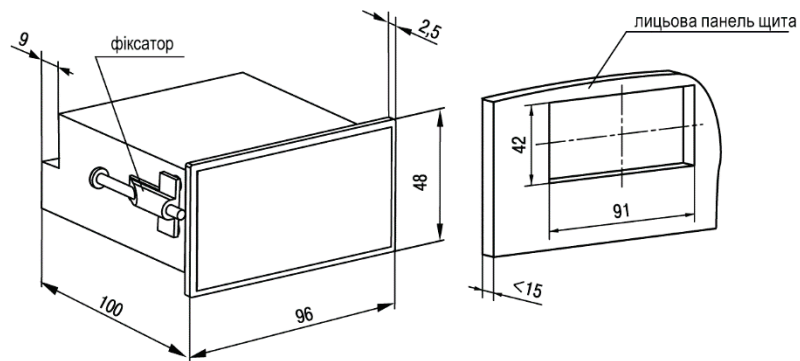


Рисунок 4.7 – Габаритні розміри корпусу Щ2

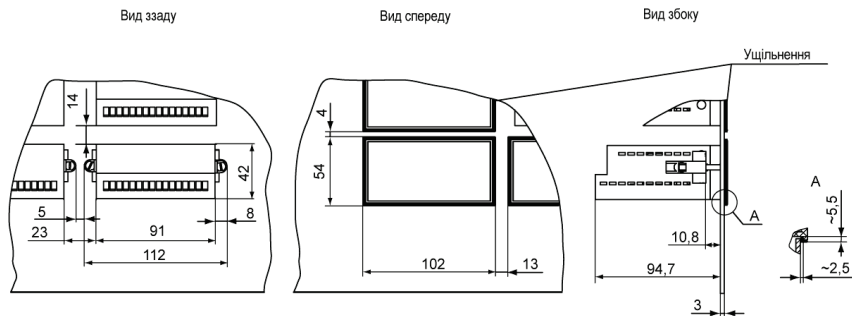


Рисунок 4.8 – Пристрій у корпусі Щ2, установлений у щит товщиною 3 мм

5 Підключення

5.1 Рекомендації щодо підключення

Для забезпечення надійності електричних з'єднань рекомендується використовувати мідні багатожильні кабелі, кінці яких перед підключенням необхідно ретельно зачистити, залудити або використовувати кабельні наконечники. Вимоги до поперечних перерізів жил кабелів зазначені на *рисунку 5.1*.

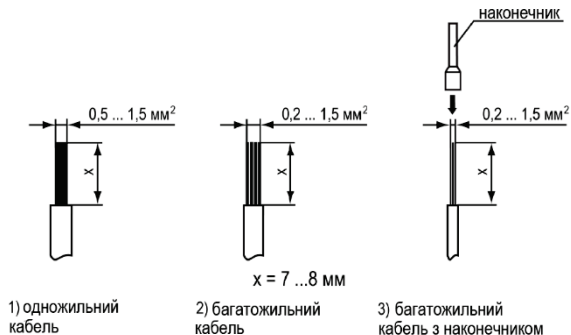


Рисунок 5.1 – Вимоги до перерізів жил кабелів

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 можна використовувати і спеціальні кабелі з екранувальним облукотенням, і заземлені сталеві труби відповідного діаметру. Екрани кабелів з екранувальним облукотенням потрібно підключити до контакту функціонального заземлення (FE) у щиті керування;
- фільтри мережевих завад необхідно встановлювати у лініях живлення пристрою;
- іскрогасильні фільтри необхідно 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.

RS-485 забезпечує створення мереж з кількістю вузлів (точок) до 256 і передавання даних на відстань до 1200 м. У разі використання повторювачів кількість підключених вузлів і відстань передавання можуть бути збільшені. Для з'єднання пристроїв застосовується екранована звита пара проводів з поперечним перерізом не менше 0,2 мм² і погонною ємністю не більше 60 пФ/м.

5.2 Перше увімкнення



НЕБЕЗПЕКА

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

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

Для підключення пристрою потрібно:

1. Підключити пристрій до джерела живлення.



УВАГА

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

2. Підключити лінії зв'язку «пристрій – датчики» до первинних перетворювачів і входів пристрою.
3. Подати живлення на пристрій.
4. Налаштувати пристрій.
5. Зняти живлення.

5.3 Призначення контактів клемника

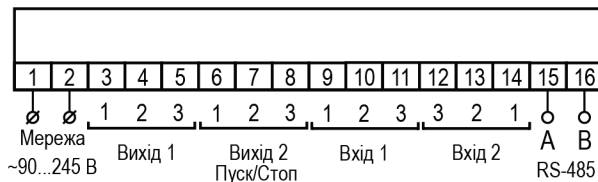


Рисунок 5.2 – Загальна схема підключення

5.4 Підключення за інтерфейсом RS-485

Інтерфейс зв'язку призначено для увімкнення пристрою в мережу, що організована за стандартом RS-485. Використання пристрою в мережі RS-485 дає змогу:

- збирати дані про вимірювані величини і хід регулювання в системі диспетчеризації;
- установити параметри пристрою і дистанційно керувати за допомогою програми «Конфігуратор TPM101 TPM2xx».

Всі пристрої в мережі з'єднуються у послідовну шину, див *рисунок 5.3*. Для якісної роботи приймачів-передавачів і запобігання впливу завад на кінцях лінії зв'язку має бути узгоджувальний резистор з опором 120 Ом. Резистор необхідно підключати безпосередньо до клем пристрою.

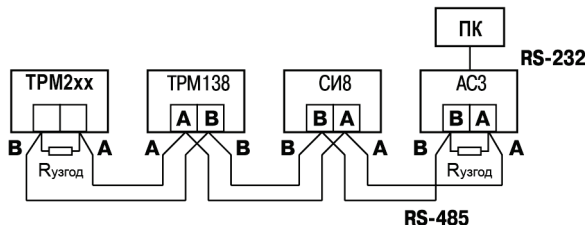


Рисунок 5.3 – Підключення пристроїв по мережі RS-485

Підключення пристрою до ПК здійснюється через адаптер інтерфейсу RS-485↔RS-232, у якості якого може бути використаний адаптер АС3, АС3-М або адаптер RS-485↔USB АС4.



ПОПЕРЕДЖЕННЯ

Адаптер інтерфейсу має узгоджувальний резистор з опором $R_{\text{узгод}} = 120 \text{ Ом}$.

Для роботи за інтерфейсом RS-485 необхідно виконати відповідні підключення і задати значення параметрів мережі.

Для організації обміну даними в мережі через інтерфейс RS-485 необхідний Майстер мережі, основна функція якого – ініціювати обмін даними між відправником і отримувачем. У якості Майстра мережі необхідно використовувати ПК з підключеним адаптером або пристрої з функцією Майстра мережі RS-485 (наприклад, ПЛК тощо).

Пристрій може працювати в режимі Slave за протоколом обміну даними АКУТЕК.

5.5 Підключення датчиків

5.5.1 Загальні відомості

Вхідний вимірювальний елемент 1 у пристрої є універсальним, тобто до нього можна підключати будь-які первинні перетворювачі (датчики) із перелічених у *таблиці 2.2*. До входу 2 (вхід керування) може бути підключений ключ для запуску/зупинення процесу регулювання.



УВАГА

Для захисту вхідних кіл пристрою від можливого пробоя зарядами статичної електрики, накопиченої на лініях зв'язку «пристрій – датчик», перед підключенням до клемника пристрою їх жили необхідно на 1...2 секунди з'єднати з гвинтом функціонального заземлення (FE) щита.

Під час перевірки справності датчика та лінії зв'язку необхідно відключити пристрій від мережі живлення. Щоб уникнути виходу пристрою з ладу під час «продзвонювання» зв'язків, необхідно використовувати вимірювальні пристрої з напругою живлення не більше 4,5 В. У разі використання більш високих напруг живлення пристроїв необхідно обов'язково відключити датчик від пристрою.

Параметри лінії з'єднання пристрою з датчиком наведені в *таблиці 5.1*.

Таблиця 5.1 – Параметри лінії зв'язку пристрою з датчиками

Тип датчика	Довжина ліній, м, не більше	Опір лінії, Ом, не більше	Виконання лінії
ТО	100	15	Трипроводова, проводи однакової довжини і перерізу
ТП	20	100	Термоелектродний кабель (компенсаційний)
Уніфікований сигнал постійного струму	100	100	Двопроводова
Уніфікований сигнал напруги постійного струму	100	5	Двопроводова



ПОПЕРЕДЖЕННЯ

На схемах підключення замість номера входу (виходу) вказується X (наприклад, X-1).

5.5.2 Підключення ТО за трипроводовою схемою

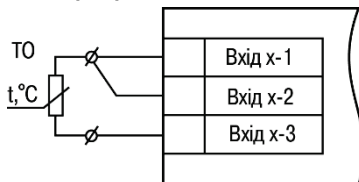


Рисунок 5.4– Трипроводова схема підключення ТО

У пристрої використовується трипроводова схема підключення ТО.

Допускається з'єднання ТО з пристроєм за двопроводовою лінією тільки з обов'язковим виконанням певних умов (див. розділ нижче).

5.5.3 Підключення ТО за двопроводовою схемою

З'єднувати ТО з пристроєм за двопроводовою схемою необхідно у разі неможливості використання трипроводової схеми, наприклад, під час установлення пристрою на об'єктах, обладнаних раніше прокладеними двопроводовими трасами.

Для компенсації паразитного опору проводів необхідно:

1. Перед початком роботи встановити перемички між контактами Вхід X-1 і Вхід X-2 клемника пристрою, а двопроводову лінію підключити до контактів Вхід X-2 і Вхід X-3 відповідно.
2. Підключити до протилежних від пристрою кінців лінії зв'язку «термометр-пристрій» замість ТО магазин опорів з класом точності не більше 0,05 (наприклад, Р4831).
3. Установити на магазині опорів значення, що дорівнює опору ТО при температурі 0 °С (залежно від типу датчика).
4. Подати живлення на пристрій.
5. Через 15-20 секунд за показаннями цифрового індикатора визначити значення відхилення температури від 0 °С.
6. Ввести до пам'яті пристрою значення корекції **зсув характеристики** $5H$, що дорівнює за величиною показам пристрою і взяте з протилежним знаком.
7. Перевести пристрій у режим вимірювання температури і переконатися, що його покази дорівнюють $(0,0 \pm 0,2)$ °С, щоб перевірити правильність проведеної корекції.
8. Відключити живлення пристрою, від'єднати лінію зв'язку від магазину опорів і підключити її до ТО.

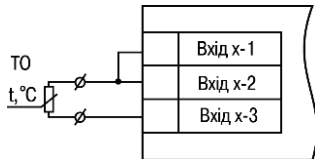


Рисунок 5.5 – Двопроводова схема підключення ТО

5.5.4 Підключення ТП

ТП до пристрою необхідно підключати за допомогою спеціальних компенсаційних (термоелектродних) проводів, що виготовлені з тих же матеріалів, що і ТП. Допускається використовувати проводи з металів з термоелектричними характеристиками, які в діапазоні температур від 0 до 100 °С є аналогічними до характеристик матеріалів електродів ТП. З'єднуючи компенсаційні проводи з ТП і пристроєм необхідно дотримуватися полярності. У разі порушення цих умов можуть виникати суттєві похибки під час вимірювання.



УВАГА

Робочий спай ТП має бути електрично ізольованим від зовнішнього обладнання!

У пристрої передбачено схему автоматичної компенсації температури вільних кінців ТП. Датчик температури «холодного спаю» встановлений поруч із клемником пристрою.

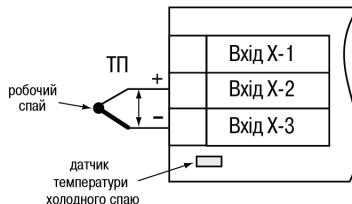


Рисунок 5.6 – Схема підключення термопари

5.5.5 Підключення датчиків з уніфікованим вихідним сигналом струму або напруги

Підключати датчики можливо безпосередньо до вхідних контактів пристрою.

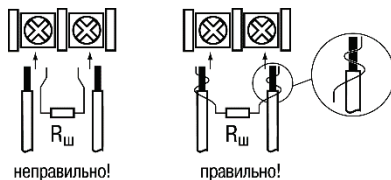


Рисунок 5.7 – Підключення датчиків з виходом у вигляді струму або напруги
УВАГА



Підключати датчики з виходом у вигляді струму (0...5,0 мА, 0...20,0 мА або 4,0...20,0 мА) необхідно тільки після встановлення шунтувального резистора з опором 100 Ом (допуск не більше 0,1 %), який потрібно під'єднувати відповідно до *рисунка 5.9*. Вивід резистора має заводитись з тієї ж сторони гвинтової клеми, що і провід від датчика. У разі використання проводу з поперечним перерізом понад 0,35 мм кінець проводу і вивід резистора необхідно скрутити або спаяти.

Невиконання цієї вимоги може призвести до пропадання контакту між виводом резистора та клемою, що призведе до пошкодження входу пристрою!

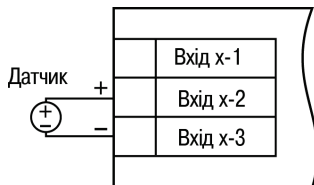


Рисунок 5.8 – Схема підключення активного датчика з виходом у вигляді напруги –50...50 мВ або 0...1 В

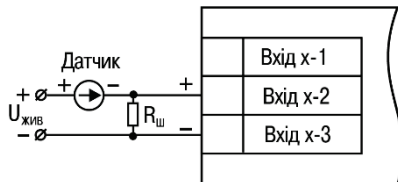


Рисунок 5.9 – Схема підключення пасивного датчика зі струмовим виходом 0...5 мА або 0(4)...20 мА $R_{ш} = 100 \pm 0,1 \text{ Ом}$

5.6 Підключення до входу керування (пуск/стоп)

Регулювання може запускатися та зупинятися за допомогою зовнішньої кнопки. Запуск регулятора можна програмно задати як на замикання, так і на розмикання ключа.

Ключ необхідно під'єднувати до Входу 2 пристрою. Логічний стан ключа відповідає його електричному опору:

- «замкнено» – від 0 до 1 кОм;
- «розімкнено» – понад 100 кОм.

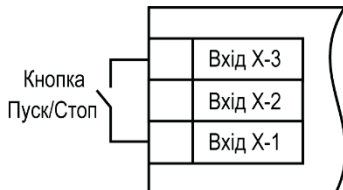


Рисунок 5.10 – Під'єднання ключа

У разі недотримання цих умов виникає невизначеність стану додаткового входу.

5.7 Підключення навантаження до ВП

Вбудовані вихідні пристрої (ВП) призначені для передавання сигналу керування на виконавчі механізми або для передавання даних на реєструвальний пристрій.

У режимі ПІД-регулювання здійснюється імпульсне керування за принципом ШІМ з періодом проходження імпульсів $T_{\text{пр}}$ і тривалістю кожного імпульсу $D_i = Y_i \cdot T_{\text{пр}}$.

ВП дискретного типу використовується для керування виконавчим механізмом під час регулювання або для керування сигнальним пристроєм. Керування навантаженням (увімкнення / вимкнення) здійснюється або безпосередньо, або через більш потужні елементи керування, такі як пускачі, твердотільні реле, тиристори або симістори.

ВП аналогового типу в пристрої – це ЦАП, який формує струмову петлю 4...20 мА або напругу 0...10 В. ВП здійснює аналогове керування під час ПІД-регулювання або подає сигнал на пристрій, який реєструє контрольовану величину протягом процесу регулювання, і зазвичай використовується для керування електронними регуляторами потужності. При аналоговому керуванні вихідний сигнал (струм/напруга) ЦАП пропорційний значенню вихідного сигналу регулятора.

Під час роботи в режимі реєстратора пристрій виконує такі функції:

- порівнює величину на вході з встановленими значеннями;
- видає аналоговий сигнал на відповідний ВП у вигляді струму 4...20 мА або напруги 0...10 В;
- подає сигнал з ВП на самопис або інший реєструвальний пристрій.

До реєструвальних пристроїв належать: самописи, блоки збирання даних на основі персональних або промислових комп'ютерів, інші контролери з можливістю запису або подальшої передачі інформації.

У пристрої на ВП1 може бути подано лише значення вихідного сигналу регулятора, на ВП2 – сигнал компаратора, пристрою «LBA» (для ВП2 дискретного типу) або значення вимірної величини (для ВП2 аналогового типу).

Кола вихідних елементів, як ключових, так і аналогових, мають гальванічну ізоляцію від схеми пристрою. Виняток становить вихід «Т» для керування зовнішнім твердотільним реле.

5.7.1 Підключення навантаження до ВП типу Р

Схему підключення навантаження до ВП типу Р наведено на *рисунку 5.11*.

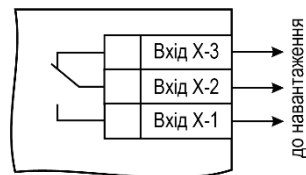


Рисунок 5.11 – Схема підключення навантаження до ВП типу Р

5.7.2 Підключення навантаження до ВП типу К

Транзисторна оптопара застосовується, зазвичай, для керування низьковольтним електромагнітним або твердотільним реле (до 50 В постійного струму). Щоб транзистор не вийшов з ладу через високий струм самоіндукції, необхідно встановити діод VD1 паралельно обмотці зовнішнього реле P1.

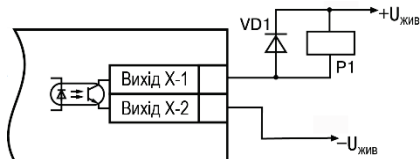


Рисунок 5.12 – Схема підключення навантаження до ВП1 типу К

5.7.3 Підключення навантаження до ВП типу Т

Вихід «Т» використовується для підключення твердотільних реле, що розраховані для керування постійною напругою 4...6 В із струмом не більше 100 мА.

Усередині вихідного елемента встановлюється обмежувальний резистор $R_{обм}$ номіналом 100 Ом.

Вихід виконано на основі транзисторного ключа п-р-п-типу і має два стани:

- 0...1 В — низький логічний рівень;
- 4...6 В — високий логічний рівень.

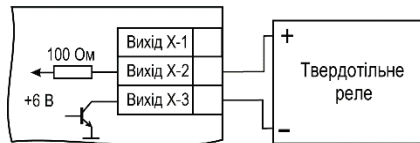


Рисунок 5.13 – Схема підключення навантаження до ВП типу Т



УВАГА

Довжина з'єднувального кабелю між пристроєм з виходом Т і твердотільним реле не повинна перевищувати 3 м.

5.7.4 Підключення навантаження до ВП типу С

Оптосимістор вмикається у коло керування силового симістора через обмежувальний резистор R1. Значення опору резистора визначає величина струму керування симістора.

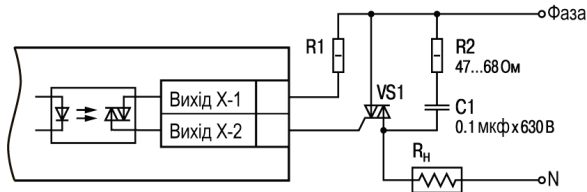


Рисунок 5.14 – Схема підключення силового симістора до ВП типу С

Оптосимістор може також керувати парою зустрічно-паралельно увімкнених тиристорів VS1 і VS2. Для запобігання пробію тиристорів через високовольтні стрибки напруги в мережі рекомендується підключати до їх виводів фільтрувальний RC-ланцюжок (R2C1).

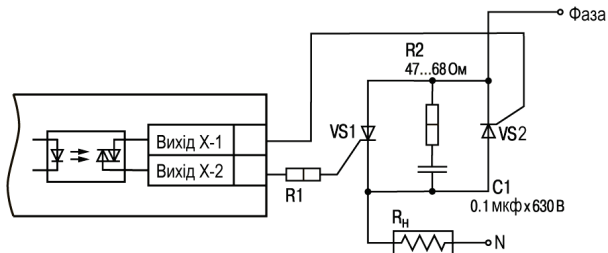


Рисунок 5.15 – Схема зустрічно-паралельного підключення двох тиристорів до ВП типу С

5.7.5 Підключення навантаження до ВП типу I

Для роботи ЦАП «параметр – струм 4...20 мА» використовується зовнішнє джерело живлення постійного струму.

Номинальне значення напруги розраховується таким чином:

$U_{\text{жив.min}} = 10 \text{ В} + 0,02 \text{ А} \cdot R_n$ – мінімально допустима напруга джерела живлення, В,

$U_{\text{жив.max}} = U_{\text{жив.min}} + 2,5 \text{ В}$ – максимально допустима напруга джерела живлення, В,

де R_n – опір навантаження ЦАП, Ом

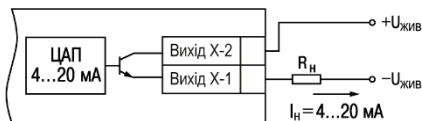


Рисунок 5.16– Підключення до ВП типу I



УВАГА

Зовнішнє джерело живлення та пристрій рекомендується підключати до однієї мережі живлення.

Якщо з яких-небудь причин напруга джерела живлення ЦАП перевищує розрахункове значення $U_{\text{жив.мах}}$, то послідовно з навантаженням необхідно увімкнути обмежувальний резистор $R_{\text{обм}}$.

Опір $R_{\text{обм}}$ розраховується за формулами:

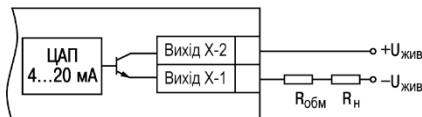


Рисунок 5.17– Підключення до ВП типу I з обмежувальним резистором

$$R_{\text{обм.мін}} < R_{\text{обм}} < R_{\text{обм.мах}} \quad (5.1)$$

$$R_{\text{обм.мін}} = \frac{U_{\text{жив}} - U_{\text{жив.мах}}}{I_{\text{цап.мах}}} \quad (5.2)$$

$$R_{\text{обм.мін}} = \frac{U_{\text{жив}} - U_{\text{жив.мах}}}{I_{\text{цап.мах}}} \quad (5.3)$$

де $R_{\text{обм}}$ – номінальне значення обмежувального резистора, кОм;

$R_{\text{обм.мін}}$ – мінімально допустиме значення обмежувального резистора, кОм;

$R_{\text{обм.мах}}$ – максимально допустиме значення обмежувального резистора, кОм;

$I_{\text{цап.мах}}$ – максимальний вихідний струм ЦАП, мА.



УВАГА

Напруга джерела живлення ЦАП не має перевищувати 36 В.

5.7.6 Підключення навантаження до ВП типу У

Для роботи з навантаженням ВП типу У необхідно підключити до зовнішнього джерела постійного струму з напругою $U_{\text{жив}}$ в діапазоні від 15 до 32 В.

Опір навантаження R_N , що підключається до ЦАП, має бути не менше 2 кОм.



УВАГА

Напруга джерела живлення ЦАП не має перевищувати 36 В.

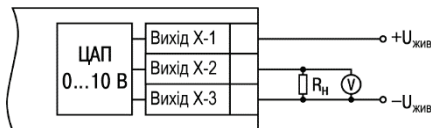


Рисунок 5.18 – Схема підключення навантаження до ВП типу У

6 Експлуатування

6.1 Принцип роботи

Функціональну схему пристрою наведено на *рисунку 6.1*.

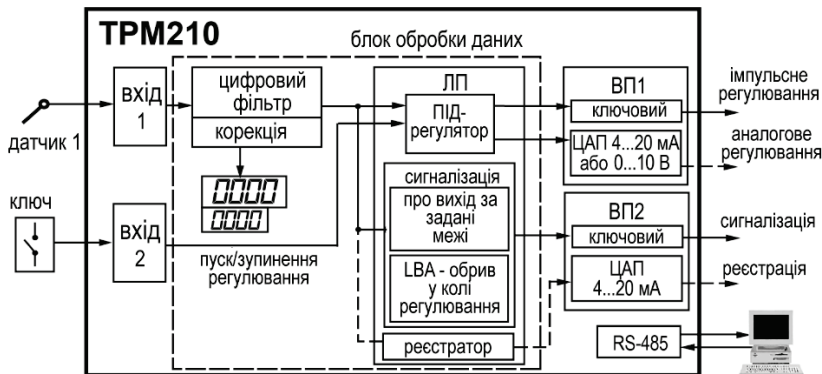


Рисунок 6.1 – Функціональна схема пристрою

Пристрій має один універсальний вхід і один дискретний вхід керування. У процесі роботи пристрій опитує вхідні датчики, обчислюючи поточні значення вимірюваних величин на основі отриманих даних, відображає їх на цифровому індикаторі та подає відповідні сигнали на ВП.

Пристрій містить:

- універсальний вхід для підключення первинних перетворювачів (датчиків);
- додатковий вхід для дистанційного керування процесом регулювання;
- блок обробки даних, призначений для цифрової фільтрації, корекції, реєстрації та регулювання вхідної величини і містить пристрої сигналізації;
- два ВП, які залежно від модифікації пристрою можуть бути ключового або аналогового типу;
- два цифрових індикатори для відображення регульованої величини та її уставки.

6.2 Керування та індикація

На лицьовій панелі пристрою розташовані елементи індикації та керування:

- два чотирирозрядні семисегментні ЦІ;
- вісім світлодіодів;
- кнопки.

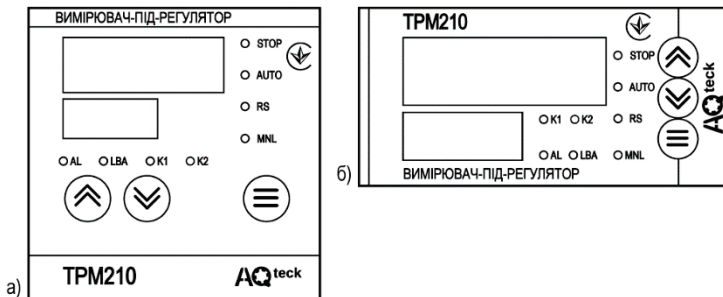


Рисунок 6.2 – Лицьова панель пристрою для корпусів:
а) настінного Н і щитового Щ1 кріплення, б) щитового Щ2

Таблиця 6.1 – Призначення ЦІ

Режим експлуатування пристрою	Відображувана інформація	
	Верхній індикатор	Нижній індикатор
Робота	Поточне значення вимірюваної величини	Значення уставки
Налаштування	Назва параметра налаштування	Значення параметра налаштування
Меню	Напис « <i>лЕнЦ</i> »	Назва групи параметрів
Аварія	Позначення помилки	Позначення помилки

Таблиця 6.2 – Призначення світлодіодів

Світлодіод	Стан	Значення
K1	Світиться	ВП1 у стані УВІМКНЕНО (тільки для ВП дискретного типу)
K2	Світиться	ВП2 у стані УВІМКНЕНО (тільки для ВП дискретного типу)
AL	Блимає	Вихід регульованої величини за встановлені межі
LBA	Блимає	Виявлено обрив у колі регулювання
STOP	Світиться	Регулятор зупинено
	Блимає	Зупинення регулятора відбулося через аварію LBA або апаратну помилку
AUTO	Світиться	Виконання автоналаштування, світлодіод вимикається після успішного завершення
	Блимає	Автоналаштування завершено невдало
RS	Вмикається на 1 с	Передача даних комп'ютеру по RS-485
MNL	Світиться	Режим ручного керування вихідним сигналом ПІД-регулятора

Таблиця 6.3 – Призначення кнопок

Кнопка	Режим роботи пристрою	Призначення
	Робота	Вхід до меню (натискання > 3 с)
	Меню	Перехід до налаштувань першого параметра групи. Якщо відображається група $LVOP$ (LVOP), то відбувається вихід із меню
	Налаштування	Коротке натискання: • перехід до наступного параметра групи натискання > 3 с: • вихід до меню назви групи
 	Робота	Збільшення/зменшення значення уставки на нижньому індикаторі
	Меню	Вибір групи параметрів
	Налаштування	Збільшення/зменшення значення параметра (для зміни з прискоренням затиснути кнопку)
Комбінації кнопок для входу в спеціальні режими		
 +  + 		Перехід до встановлення коду доступу

6.3 Увімкнення і робота

Під час увімкнення живлення пристрою на 2 секунди засвічуються всі індикатори. Вихідні пристрої знаходяться в стані «Вимкнено». Потім пристрій починає опитування датчика і формування вихідних сигналів керування. Значення поданого на вхід сигналу відображається на верхньому індикаторі.

При натисканні кнопки  на нижньому індикаторі з'являється значення уставки SP , яке можна змінити кнопками  і , якщо не встановлено захист від доступу або змінень.

Під час роботи пристрій перевіряє справність підключених датчиків. Аварійними ситуаціями по входу вважаються такі:

- вихід із ладу датчика (обрив або коротке замикання ТО, обрив ТП або уніфікованого датчика);
- вихід вимірюваної величини за діапазон вимірювання (див. *таблицю 2.2*).

У разі виникнення аварії по входу пристрій переходить у наступний стан:

- блимає світлодіод каналу, на якому виявлено аварію;
- на цифровий індикатор виводиться повідомлення про аварійну ситуацію (див. Додаток *Можливі несправності та способи їх усунення*);
- ВП переводиться в безпечний стан (див. *розділ 7.7.2.8*).
- У стані «помилка» (за винятком спрацювання LBA) сигнал реєстрації приймає мінімально можливий стан, що відповідає вихідному струму $\sim 3,7$ мА.



ПОПЕРЕДЖЕННЯ

Пристрій відображає:

- температуру «холодного спаю» – у разі короткого замикання ТП;
- значення нижньої межі діапазону – у разі короткого замикання датчиків 0...1 В, замикання шунта 0... 5 мА, 0...20 мА або обриву датчиків 0...5 мА, 0...20 мА;
- значення середини діапазону – у разі короткого замикання датчика – 50...+50 мВ.

Після усунення несправності робота пристрою автоматично відновлюється.

6.4 Запуск/зупинення процесу регулювання

Процес регулювання може бути запущений та зупинений такими способами:

- зміненням значення параметра $r-5$:
 - $r-5n$ – регулятор працює;
 - $r-5oP$ – регулятор зупинено, світиться світлодіод **STOP**.



ПОПЕРЕДЖЕННЯ

Якщо зупинення регулятора відбулося через аварію LBA або апаратну помилку, світлодіод STOP блимає.

- зміненням стану ключа на додатковому вході, якщо задіяна відповідна функція додаткового входу;
- відповідною командою від пристрою керування в мережі RS-485.

7 Налаштування

7.1 Послідовність налаштування

Налаштування пристрою призначено для встановлення і запису програмованих параметрів до енергонезалежної пам'яті пристрою.

Для доступу до параметрів налаштування необхідно натиснути і утримувати кнопку  протягом 3 секунд.

Основні параметри пристрою об'єднані в меню, що складається з таких груп:

- $L\bar{u}\bar{o}P$ – налаштування логічних пристроїв;
- Rdu – додаткові налаштування регулятора;
- $\bar{L}n\bar{L}t$ – налаштування входів пристрою, ВП, пристроїв сигналізації;
- $L\bar{n}Rn$ – параметри ручного керування ПІД-регулятором;
- $\bar{L}\bar{o}\bar{n}\bar{n}$ – налаштування інтерфейсу RS-485.

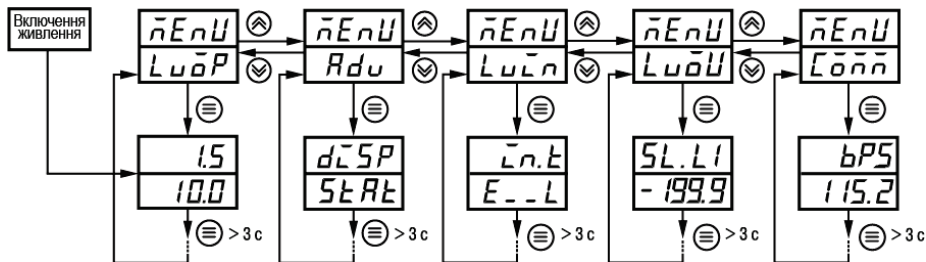


Рисунок 7.1 – Навігація в меню налаштування



УВАГА

Нове значення параметра записується до пам'яті лише після короткочасного натискання кнопки , тобто у разі переходу до наступного параметра.

У пристрої є група службових параметрів. Щоб перейти до групи необхідно виконати дії.

1. Натиснути комбінацію кнопок  +  +  і утримувати не менше 3 секунд.

2. Після того, як на цифровому індикаторі висвітлиться повідомлення



ввести код **100** за допомогою кнопок   і натиснути .

7.2 Установлення параметрів входу

Параметри входів пристрою налаштовуються в меню $\bar{c}n\bar{c}$.

7.2.1 Код типу датчика

Код типу датчика налаштовується в параметрі $\bar{c}n\bar{c}$. Перелік кодів наведено в *Додатку А*.

7.2.2 Установлення точності виведення температури

У разі використання ТО і ТП можна встановити бажану точність відображення виміряної температури на цифровому індикаторі. Для цього потрібно встановити параметр $dP\bar{c}$.



ПОПЕРЕДЖЕННЯ

У разі використання датчиків з уніфікованим сигналом цей параметр недоступний для налаштування.

Під час роботи з температурами понад 1000 °С рекомендується встановлювати значення параметра, що дорівнює **0**, з температурами нижче 1000 °С – дорівнює **1** (відображення значення температури на індикаторі з точністю до 0,1 °С).

7.2.3 Установлення діапазону вимірювання

У разі використання датчиків з уніфікованим вихідним сигналом струму або напруги необхідно виконати налаштування діапазону вимірювання, задавши значення параметрів:

- dP – положення десяткової коми;
- L – нижня межа діапазону вимірювання;
- H – верхня межа діапазону вимірювання.

Діапазон вимірювання встановлюється відповідно до робочого діапазону роботи застосовуваного датчика.

Пристрій виконує лінійне перетворення вхідної величини в реальну фізичну величину відповідно до заданого діапазону вимірювання за формулою:

$$T = P_H + I_X (P_B - P_H) \quad (7.1)$$

для будь-яких відношень P_B і P_H , де I_X – значення сигналу з датчика у відносних одиницях діапазону від 0 до 1,000;

P_H – встановлене значення нижньої межі діапазону вимірювання (L);

P_B – встановлене значення верхньої межі діапазону вимірювання (H).



ПОПЕРЕДЖЕННЯ

У разі використання ТО і ТП вищеперераховані параметри не відображаються на цифровому індикаторі.

Параметр «**нижня межа діапазону вимірювання**» визначає, яке значення вимірюваної величини буде виводитись на цифровому індикаторі при мінімальному рівні сигналу з датчика (наприклад, 4 мА для датчика з вихідним сигналом струму 4...20 мА).

Параметр «**верхня межа діапазону вимірювання**» визначає, яке значення вимірюваної величини буде виводитись на цифровому індикаторі при максимальному рівні сигналу з датчика (наприклад, **20** мА для датчика з вихідним сигналом струму 4...20 мА або **1** В для датчика з вихідним сигналом напруги 0...1 В).

Параметр «**положення десяткової коми**» визначає кількість знаків після коми, що буде виводитись на цифровому індикаторі.

Параметри $\bar{L}$ і $\bar{H}$ можуть приймати будь-які значення, у тому числі $\bar{L} > \bar{H}$:

- від мінус 1999 до 9999 при $dP = 0$;
- від мінус 199.9 до 999.9 при $dP = 1$;
- від мінус 19.99 до 99.99 при $dP = 2$;
- від мінус 1.999 до 9.999 при $dP = 3$.



УВАГА

Під час встановлення значень $\bar{L} > \bar{H}$ необхідно задати нові значення параметрам діапазону встановлення уставки $\bar{L}$ і $\bar{H}$ і діапазону реєстрації R_L і R_H .

Значення параметра dP впливає на відображення вимірюваної величини. Для кожного типу датчика може бути встановлено своє значення цього параметра, що буде збережено в пам'яті пристрою. Тому при переході від датчиків з уніфікованими сигналами зі своїм установленим значенням (наприклад, $dP = 0, 2$ або 3) до датчиків ТО і ТП, у яких за умовчанням $dP = 1$, і навпаки, значення положення десяткової коми автоматично змінюється. Це може призвести до змінення значення уставки та інших параметрів, що мають одні й ті ж одиниці вимірювання, що й вимірювана величина.

Для отримання більш високої роздільної здатності необхідно встановлювати більше значення dP . Наприклад, при використанні датчика тиску з діапазоном 0 – 15 атмосфер і вихідним сигналом струму 0...20 мА найкращі результати можуть бути отримані з такими значеннями параметрів: $\bar{L} = 0,00$ і $\bar{H} = 15,00$ при $dP = 2$.

7.2.4 Корекція вимірювальної характеристики датчика

Для усунення початкової похибки перетворення вхідних сигналів і похибок, що вносяться з'єднувальними проводами, виміряне пристроєм значення необхідно відкоригувати. У пристрої є два типи корекції, що дають змогу здійснювати зсув або нахил характеристики на задану величину.



УВАГА

У разі підключення ТО за двопроводовою схемою необхідно виконувати корекцію **зсув характеристики** в обов'язковому порядку. Визначення значення параметра **зсув характеристики** виконується за методикою, наведеною в розділі 5.5.3.

Зсув характеристики застосовується:

- для компенсації похибок, що вносяться опором підвідних проводів у разі використання двопроводової схеми підключення ТО;
- у разі відхилення у ТО значення R_0 .

Така корекція здійснюється шляхом додавання до виміряної величини значення δ .

Значення δ установлюється параметром SH .

Приклад зсуву характеристики для датчика ТОМ (Cu50) графічно наведено на *рисунку 7.2*.

Параметр SH можна змінювати в діапазоні від мінус 50,0 до +50,0 °C для датчиків температури (ТО і ТП), від мінус 500 до +500 °C – для датчиків з уніфікованим сигналом струму або напруги.

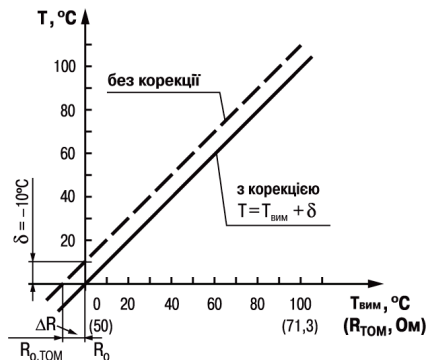


Рисунок 7.2 – Корекція «зсув характеристики»

Змінення нахилу характеристики здійснюється шляхом множення виміряної (і скоригованої «зсувом», якщо ця корекція необхідна) величини на поправковий коефіцієнт β . Значення β встановлюється параметром $\mu\Omega$.

Приклад змінення нахилу вимірювальної характеристики графічно зображений на *рисунку 7.3*.

Цей вид корекції використовується, зазвичай, для компенсації похибок самих датчиків (наприклад, у разі відхилення у ТО параметра α від стандартного значення) або похибок, що пов'язані з розкидом опорів шунтувальних резисторів (при роботі з перетворювачами, вихідним сигналом яких є струм).

Значення поправкового коефіцієнта β встановлюється в безрозмірних одиницях у діапазоні від 0,500 до 2,000 і перед установленням визначається за формулою:

$$\beta = \frac{\Pi_{\text{факт}}}{\Pi_{\text{вим}}} \quad (7.3)$$

де $\Pi_{\text{факт}}$ – фактичне значення контрольованої вхідної величини;

$\Pi_{\text{вим}}$ – виміряне пристроєм значення тієї ж величини.

Визначити необхідність введення поправкового коефіцієнта можна, вимірявши максимальне або близьке до нього значення параметра, де відхилення нахилу вимірювальної характеристики є найбільш помітним.

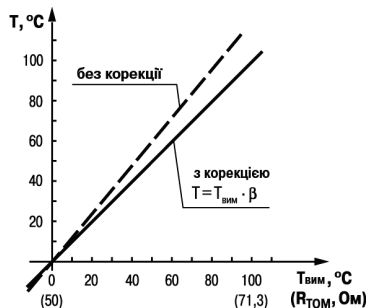


Рисунок 7.3 – Корекція «нахил характеристики»

7.2.5 Установлення параметрів цифрового фільтра

Для послаблення впливу завад на експлуатаційні характеристики пристрою в складі його каналів вимірювання передбачені цифрові фільтри.

Фільтрування налаштовується за допомогою параметрів:

- F_b – смуга цифрового фільтра;
- $\bar{c}nF$ – стала часу цифрового фільтра.



ПОПЕРЕДЖЕННЯ

1. Значення $\bar{c}nF$ можна встановити в діапазоні від 1 до 999 секунд, коли $\bar{c}nF = \bar{o}FF$ фільтрація методом експоненціального згладжування відсутня.
2. Значення смуги фільтра встановлюється в діапазоні від 0 до 9999 °C/c. При $F_b = \square$ «фільтрація одиничних завад».

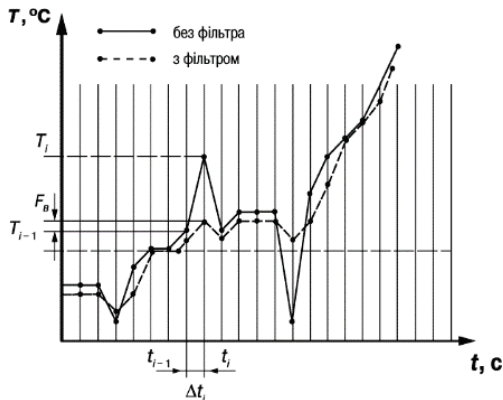


Рисунок 7.4 – Згладжування одиничних завад залежно від ширини смуги цифрового фільтра

Смуга цифрового фільтра дає змогу захистити вимірювальний тракт від одиничних завад і встановлюється в одиницях вимірюваної величини. Якщо виміряне значення T_i відрізняється від попереднього T_{i-1} на величину більшу, ніж значення параметра F_b , то пристрій присвоює йому значення, що дорівнює $(T_{i-1} + F_b)$, а смуга фільтра подвоюється. Таким чином, характеристика згладжується.

Невелика ширина смуги фільтра призводить до уповільнення реакції пристрою на швидке змінення вхідної величини. Тому при низькому рівні завад або при роботі зі швидкозмінними процесами рекомендується збільшити значення параметра або вимкнути дію смуги фільтра, установивши у параметрі $F_b = 0$. У разі високого рівня завад необхідно зменшити значення параметра, щоб усунути їх вплив на роботу пристрою.

Цифровий фільтр усуває шумові складові сигналу, здійснюючи його експоненціальне згладжування. Основною характеристикою експоненціального фільтра є τ_ϕ – стала часу цифрового фільтра. Параметр $\tau_\phi F$ – інтервал, протягом якого сигнал досягає 0,63 від значення кожного вимірювання T_i .

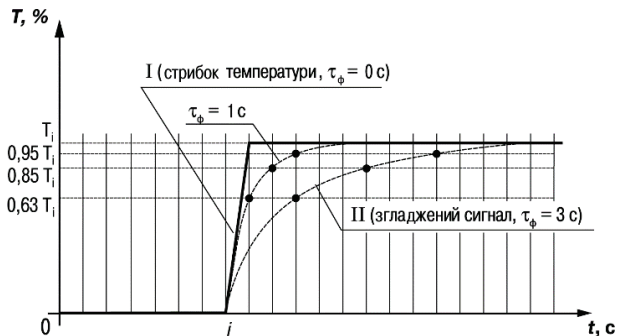


Рисунок 7.5 – Експоненціальне згладжування залежно від сталої часу цифрового фільтра

Зменшення значення τ_ϕ призводить до прискорення реакції пристрою на стрибкоподібні змінення температури, але знижує його завадозахищеність. Збільшення τ_ϕ підвищує інерційність пристрою та значно пригнічує шуми.

7.3 Налаштування параметрів входу керування (пуск/стоп)

Для визначення функцій зовнішнього ключа при дистанційному керуванні регулятором необхідно встановити значення параметра $E_{\text{вх}}$:

- $\overline{00}E$ – додатковий вхід не задіяний, замикання та розмикання ключа не впливає на роботу пристрою;
- $0\overline{0}E$ – вхід виконує функцію запуску/зупинення регулювання: ключ розімкнений – пуск, ключ замкнений – стоп;
- $0\overline{1}E$ – вхід виконує функцію запуску/зупинення регулювання: ключ замкнений – пуск, ключ розімкнений – стоп.



ПОПЕРЕДЖЕННЯ

Параметр $r-5$ при $E_{\text{вх}}$, що відрізняється від $\overline{00}E$, не видимий під час налаштування.

7.4 Установлення параметрів ЛП

7.4.1. Налаштування діапазону реєстрації

Під час роботи в режимі реєстратора ЛП порівнює вхідну величину з встановленими значеннями і видає на відповідний вихідний пристрій аналоговий сигнал у вигляді струму 4...20 мА, який можна подавати на самопис або інший реєструвальний пристрій.

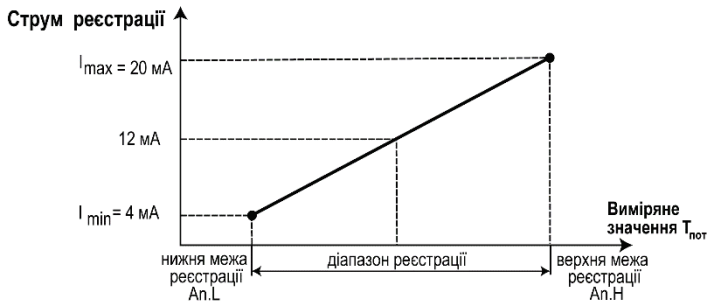


Рисунок 7.6 – Налаштування діапазону у разі $An.L < An.H$

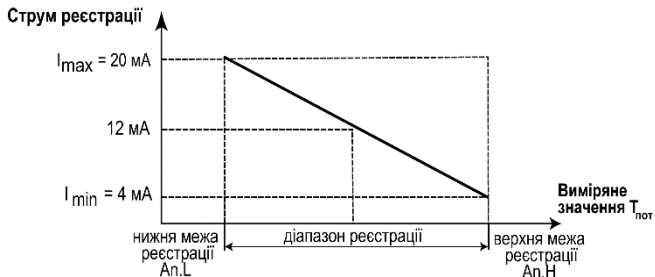


Рисунок 7.7 – Налаштування діапазону у разі $An.L > An.H$

У разі використання аналогового ВП2 як реєстратора необхідно визначити робочий діапазон ВП2 шляхом установлення параметрів:

- P_{n-L} – нижня межа діапазону реєстрації;
- P_{n-H} – верхня межа діапазону реєстрації.



ПОПЕРЕДЖЕННЯ

Для ВП ключового типу ці параметри не з'являються.

Допустимо встановлювати будь-які співвідношення цих параметрів, крім $P_{n-L} = P_{n-H}$, оскільки у такому разі на виході з'являється невизначений сигнал.

Діапазон реєстрації завжди встановлюється в одиницях вимірювання вхідної величини. Для датчиків температури (ТО та ТП) діапазон значень параметрів P_{n-L} і P_{n-H} визначається діапазоном вимірювань для НСХ цього датчика. Для датчиків з уніфікованим сигналом діапазон значень параметрів P_{n-L} та P_{n-H} визначається заданими значеннями параметрів $\bar{L}_{n-L}$ і $\bar{L}_{n-H}$.

7.5 Установлення параметрів процесу регулювання

Параметри процесу регулювання налаштовуються в меню *LoLi*.

7.5.1. Установлення уставки регульованої величини

Налаштування виконується за допомогою параметрів:

- *SP* – значення уставки регулятора;
- *SL.L* – нижня межа значення уставки;
- *SL.H* – верхня межа значення уставки.

Значення *SP* обмежується значеннями, що встановлені в параметрах *SL.L* і *SL.H*.

Параметри *SL.L* і *SL.H* можуть приймати значення лише в межах діапазону вимірювання для використовуваного датчика.



ПОПЕРЕДЖЕННЯ

Для ТП, у яких верхня межа діапазону вимірювання перевищує 1000 °С, параметри *SP*, *SL.L*, *SL.H*, *PL.L*, *PL.H* можуть мати значення більше 1000 °С. Ці значення виводяться на нижній індикатор без молодшого розряду, на індикаторі відображається ціле значення з засвіченою точкою в останньому розряді [**1 0 0 0** .]. Точка означає, що число має дробову частину.

Для відображення і редагування десятих часток необхідно натиснути кнопку , після чого на індикаторі відобразиться [**- - - 0**].

7.5.2 Налаштування режиму регулювання

Пристрій може працювати в одному з двох режимів – двопозиційне або ПІД-регулювання. Налаштування необхідного режиму виконується встановленням значення параметра $\overline{CnL}$:

- $\overline{Pcd}$ – ПІД-регулювання;
- $\overline{OnoF}$ – двопозиційне регулювання.



ПОПЕРЕДЖЕННЯ

Під час регулювання параметр $\overline{CnL}$ не відображається на індикаторі. Змінення значення параметра можливе лише після зупинення процесу регулювання шляхом:

- задання $r-5 = 5toP$;
- змінення стану ключа на додатковому вході, якщо задіяна відповідна функція додаткового входу;

7.5.3 Налаштування способу керування

Під час регулювання необхідно вибрати спосіб керування системою: пряме або зворотне керування.

У разі прямого керування значення вихідного сигналу регулятора збільшується зі збільшенням вимірюваної величини. У разі зворотного керування значення вихідного сигналу регулятора зменшується зі збільшенням вимірюваної величини. Наприклад, у системі нагрівання у міру зростання температури значення вихідного сигналу зменшується, цей процес має зворотне керування.

Спосіб керування вибирається заданням відповідного значення параметра $\overline{OrEL}$:

- $\overline{Or-r}$ – зворотне керування, використовується для систем нагрівання;
- $\overline{Or-d}$ – пряме керування, використовується для систем охолодження.

7.6 Налаштування двопозиційного регулятора

Гістерезис двопозиційного регулятора **HYS** (в одиницях вимірюваної величини) встановлюється у параметрі **HYS**.

Параметр **HYS** допускається змінювати в діапазоні від мінус 0,0 до 999,9 °C для датчиків температури (ТО і ТП), від 0 до 9999 °C для аналогових.

Пристрій у режимі двопозиційного регулювання працює за одним з типів логіки, що наведені на **рисунку 7.8**:

- **Тип логіки 1** (зворотне керування) застосовується для керування роботою нагрівача (наприклад, ТЕН) або сигналізування про те, що значення поточного вимірювання $T_{\text{пот}}$ менше уставки $T_{\text{уст}}$. ВП спочатку вмикається при значеннях $T_{\text{пот}} < (T_{\text{уст}} - \text{HYS})$, вимикається при $T_{\text{пот}} > T_{\text{уст}} + \text{HYS}$ та знову вмикається при $T_{\text{пот}} < T_{\text{уст}} - \text{HYS}$, здійснюючи тим самим двопозиційне регулювання за уставкою $T_{\text{уст}}$ з гістерезисом $\pm \text{HYS}$;
- **тип логіки 2** (пряме керування) застосовується для керування роботою охолоджувача (наприклад, вентилятора) або сигналізування про перевищення значення уставки. ВП спочатку вмикається при значеннях $T_{\text{пот}} > T_{\text{уст}} + \text{HYS}$, вимикається при $T_{\text{пот}} < T_{\text{уст}} - \text{HYS}$.

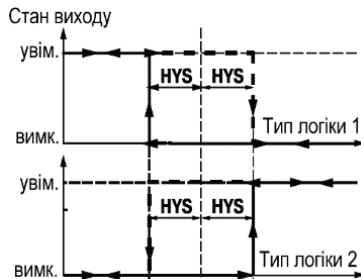


Рисунок 7.8 – Діаграма спрацювання пристрою за типами логіки: 1 – зворотне керування; 2 – пряме керування

Установлення уставки ($T_{\text{уст}}$) і гістерезису (**HYS**) здійснюється призначенням параметрів регулювання пристрою.

7.7 Налаштування ПІД-регулятора

7.7.1 Загальні принципи ПІД-регулювання

На виході регулятора формується керуючий (вихідний) сигнал Y_i , дія якого спрямована на зменшення відхилення E_i :

$$Y_i = \frac{1}{X_p} \left(E_i + \frac{1}{X_p} \frac{1}{\tau_{\text{ІНТ}}} \sum_{i=0}^n E_i \Delta t_{\text{ВИМ}} + \tau_d \frac{\Delta E_i}{\Delta t_{\text{ВИМ}}} \right), \quad (7.4)$$

де X_p – смуга пропорційності (програмований параметр P);

E_i – різниця між заданими $T_{\text{уст}}$ і поточними T_i значеннями вимірюваної величини, або розузгодження;

τ_d – стала часу диференціювання (програмований параметр d – «**диференціальна стала ПІД-регулятора**»);

ΔE_i – різниця між двома сусідніми вимірюваннями E_i та E_{i-1} ;

$\Delta t_{\text{ВИМ}}$ – час між двома сусідніми вимірюваннями T_i та T_{i-1} ;

$\tau_{\text{ІНТ}}$ – стала часу інтегрування (програмований параметр $\bar{c}$ – «**інтегральна стала ПІД-регулятора**»);

$\sum_{i=0}^n E_i \Delta t_{\text{ВИМ}}$ – накопичена сума розузгоджень.

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

- різниці між поточним параметром T_i та заданим значенням $T_{уст}$ вимірюваної величини E_i , що реагує на миттєву помилку регулювання (відношення $\frac{E_i}{X_p}$);

- швидкості змінення параметра $\frac{\Delta E_i}{\Delta t_{вим}}$, що дозволяє поліпшити якість перехідного процесу, вираз $\tau_d \frac{1}{X_p} \frac{\Delta E_i}{\Delta t_{вим}}$ називається диференціальною складовою вихідного сигналу;

- накопиченої помилки регулювання $\sum_{i=0}^n E_i \Delta t_{вим}$, що дозволяє досягти максимально швидкого досягнення температури уставки, вираз $\frac{1}{X_p} \frac{1}{\tau_{інт}} \sum_{i=0}^n E_i \Delta t_{вим}$ називається інтегральною складовою вихідного сигналу.

Для ефективної роботи ПІД-регулятора необхідно встановити правильні значення для конкретного об'єкта регулювання значення коефіцієнтів X_p , τ_d і $\tau_{інт}$, які можна визначити в режимі автоматичного налаштування або в режимі ручного налаштування.

7.7.2 Параметри налаштування

7.7.2.1 Зона нечутливості

Зона нечутливості встановлюється в параметрі d_b . Параметр d_b встановлюється в одиницях вимірювання вхідної величини в діапазоні $0,0...20,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ для датчиків температури (ТО і ТП), $0...200\text{ }^{\circ}\text{C}$ – для аналогових.

Щоб виключити зайві спрацювання регулятора при невеликому значенні розузгодження E_i , для обчислення Y_i , використовується уточнене значення E_p , обчислене відповідно до умов:

- якщо $|E_i| < X_d$, то $E_p = 0$;
- якщо $E_i > X_d$, то $E_p = E_i - X_d$;
- якщо $E_i < -X_d$, то $E_p = E_i + X_d$,

де X_d – зона нечутливості.

Тоді пристрій буде видавати сигнал керування тільки після того, як регульована величина вийде з цієї зони. Зона нечутливості не повинна перевищувати необхідну точність регулювання.

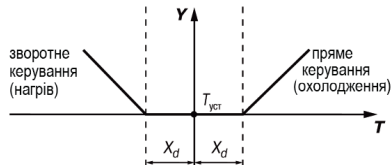


Рисунок 7.9 – Регулювання сигналу в зоні нечутливості

7.7.2.2 Швидкість змінення уставки

Якщо значення уставки потрібно змінити під час роботи, то перехід з одного значення до іншого можна згладити, встановивши «швидкість змінення уставки».

Необхідна швидкість оперативно встановлюється як значення параметра μSP . Якщо значення параметра μSP відрізняється від нуля, то уставка змінюється не стрибком, а за лінійним законом із заданою швидкістю.

За початкову уставку приймається поточне значення регульованого параметра на момент увімкнення регулятора, тоді кожну хвилину уставка регулятора змінюється на величину, що задана в цьому параметрі.

У разі використання швидкості змінення уставки збільшується час виходу на робочий режим. Тому, якщо затримка призводить до незадовільних результатів, потрібно збільшити значення цього параметра або відключити його дію.

7.7.2.3 Обмеження вихідного сигналу

Обмеження вихідного сигналу здійснюються за параметрами:

- $\bar{a}L-L$ — обмеження мінімального значення вихідного сигналу $Y_{обм\ min}$;
- $\bar{a}L-H$ — обмеження максимального значення вихідного сигналу $Y_{обм\ max}$;
- $\bar{a}rL$ — обмеження швидкості змінення вихідного сигналу $\dot{Y}_{обм}$.

Обмеження мінімального значення вихідного сигналу $Y_{обм\ min}$ встановлюється у відсотках і може приймати значення від 0 до $Y_{обм\ max}$. Якщо розраховане значення вихідного сигналу, у тому числі в режимах «Помилка» і «Зупинення регулювання», менше встановленого у параметрі $Y_{обм\ min}$, на вихід регулятора буде виведено сигнал $Y_{обм\ min}$ (%).

Обмеження максимального значення вихідного сигналу $Y_{обм\ max}$ встановлюється у відсотках і може приймати значення від $Y_{обм\ min}$ до 100. Якщо розраховане значення вихідного сигналу, у тому числі в режимах «Помилка» і «Зупинення регулювання», більше встановленого в параметрі $Y_{обм\ max}$, на вихід регулятора буде виведено сигнал $Y_{обм\ max}$ (%).

Обмеження швидкості змінення вихідного сигналу $\vartheta_{\text{обм}}$ визначає максимально допустиму швидкість змінення вихідного сигналу. Обмеження встановлюється у відсотках на секунду (%/с) і обчислюється за формулою:

$$\vartheta_{\text{обм}} = \frac{Y_{\text{обм.max}} - Y_{\text{обм.min}}}{\Delta t} \quad (7.5)$$

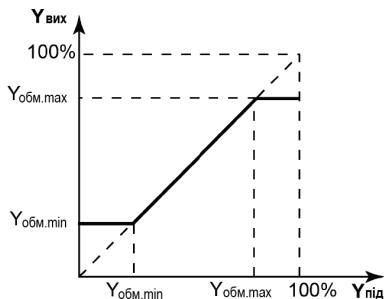


Рисунок 7.10 – Обмеження значення вихідного сигналу

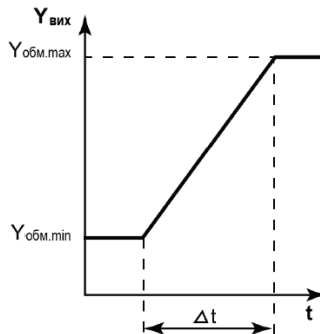


Рисунок 7.11 – Обмеження швидкості змінення сигналу

7.7.1.1 Період проходження імпульсів керування

У разі використання ПІД-регулятора з ВП дискретного типу необхідно встановити період проходження імпульсів керування – параметр ΔP . При аналоговому керуванні значення параметра ΔP не впливає на роботу пристрою.

Значення періоду проходження $\overline{L^P}$ визначається під час автоналаштування. Параметр $\overline{L^P}$ необхідно встановлювати в діапазоні 1...250 секунд.

Підвищення частоти прискорює реакцію регулятора на зовнішні збурення. В ідеалі частота імпульсів керування повинна збігатися з частотою опитування датчика. У разі використання електронних ключів (тиристорів, симісторів) рекомендується встановлювати $\overline{L^P} = 1...2$.

Збільшення періоду проходження імпульсів керування подовжує термін служби силових контактів при використанні електромагнітних реле або пускача, але може погіршити якість регулювання.

Автоналаштування визначає значення $\overline{L^P}$, яке не буде негативно впливати на роботу системи.

7.7.1.2 Налаштування параметрів режиму ручного керування ПІД-регулятором

У режим ручного керування можна перейти лише з такою комбінацією значень параметрів:

- $\overline{L^P} = \overline{L^P}$;
- $r = 5$ (при використанні додаткового входу):
 - ключ розімкнений для $\overline{E_U} - I = n - \overline{\sigma}$;
 - ключ замкнений для $\overline{E_U} - I = n - \overline{L}$.
- $\overline{A_L} = 5 \overline{\sigma} \overline{P}$.

Після встановлення цих значень з'являється група $\overline{L^P} \overline{A_L}$.

При переході до першого параметра групи $\overline{L^P} \overline{A_L}$ пристрій встановлює режим ручного керування, регулятор автоматично вимикається, засвічується світлодіод **MNL**. На верхньому цифровому індикаторі відображається значення виміряної величини, на нижньому – встановлене значення вихідного сигналу регулятора $\overline{\sigma} - \overline{E_d}$.

Кнопками   встановити $\bar{\alpha}-Ed$ у діапазоні **0...100** (на значення накладаються обмеження потужності від $\bar{\alpha}L-L$ до $\bar{\alpha}L-H$). Пристрій здійснює перетворення цього сигналу для керування ВП1.

Параметр $\bar{\alpha}$ – розраховане пристроєм поточне значення вихідної потужності, яке може відрізнятися від значення параметра $\bar{\alpha}-Ed$ через дію параметра $\bar{\alpha}r-L$ групи Pdu , що забороняє різке змінення вихідної потужності, що видається на ВП1.

Тобто, після встановлення необхідного значення потужності в параметрі $\bar{\alpha}-Ed$ необхідно перейти до параметра $\bar{\alpha}$ і переконатися, що поточна потужність досягла значення, встановленого в $\bar{\alpha}-Ed$.

Якщо в параметрі $\bar{\alpha}r-L$ встановлено значення **100**, вихідна потужність передається на вихід миттєво.

Перехід від параметра до параметра в режимі ручного керування виконується звичайним способом. Щоб вийти з режиму ручного керування, необхідно 4–6 секунд утримувати кнопку  .

7.7.1.3 Налаштування режиму швидкого виходу на уставку

Увімкнення режиму здійснюється встановленням $rPn\bar{P} = \bar{\alpha}n$.

Цей режим забезпечує вихід на задане значення температури з максимальною швидкістю та мінімальним перерегулюванням.

На початку регулювання пристрій працює за законом двопозиційного регулювання. У разі наближення вимірюваної величини до значення уставки пристрій починає працювати за ПІД-законом.



УВАГА

Після увімкнення режиму, а також при зміні коефіцієнтів ПІД-регулятора (параметри P , L , d) необхідно провести автоналаштування.

7.7.1.4 Налаштування стану ВП у режимі «Зупинення регулювання»

У режимі двопозиційного регулювання при зупиненому регулюванні робота ВП1 блокується (переводиться у стан, визначений у параметрі $\bar{\alpha}d5t$).

При зупиненому ПІД-регулюванні ВП1 переводиться в стан, визначений у параметрі $\bar{\alpha}d5t$:

- якщо $\bar{\alpha}d5t = \bar{\alpha}$, пристрій видає вихідний сигнал, що дорівнює останньому (визначеному до зупинення регулювання) значенню вихідного сигналу;
- якщо $\bar{\alpha}d5t = \bar{\alpha}u5t$, пристрій видає вихідний сигнал, що дорівнює значенню, встановленому в параметрі $\bar{\alpha}u5t$.

7.7.1.5 Налаштування стану ВП у режимі «Помилка»

У разі виявлення будь-якої помилки пристрій припиняє регулювання, а вихідний сигнал регулятора приймає значення, визначене в параметрі $\bar{\alpha}nEr$ при двопозиційному регулюванні або в $\bar{\alpha}uEr$ при ПІД-регулюванні.

У разі спрацювання пристрою обриву контура вихідний сигнал регулятора також приймає значення, визначене параметром $\bar{\alpha}nEr$ або $\bar{\alpha}uEr$. Вимикання сигналу тривоги здійснюється встановленням значення $5t\bar{\alpha}P$ у параметр $r-5$. Поновлення роботи регулятора здійснюється встановленням значення rUn у параметр $r-5$.

7.7.3 Автоналаштування

Автоматичне налаштування (автоналаштування) призначене для оптимального налаштування системи регулювання безпосередньо на об'єкті.

Для запуску автоналаштування необхідно:

1. Встановити уставку регулятора SP .



ПОПЕРЕДЖЕННЯ

Значення задаваної уставки, має становити 0,75 – 0,85 від максимально допустимого значення регульованої величини для цього технологічного процесу.

2. Задати значення rUn у параметрі $r-5$.
3. Запустити налаштування, встановивши значення rUn у параметрі Rt , при запуску автоналаштування засвічується світлодіод **AUTO**.

Під час автоматичного налаштування пристрій працює як двопозиційний регулятор. Система здійснює коливання, вид яких наведено на *рисунку 7.12*.

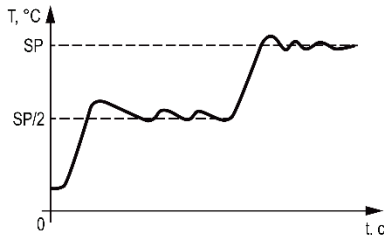


Рисунок 7.12 – Коливання в системі «нагрівач»

У результаті автоналаштування пристрій обчислює оптимальні значення коефіцієнтів ПІД-регулятора (X_p , $T_{\text{інт}}$, T_d) для цієї системи. Крім того, відбувається визначення сталої часу вхідного згладжувального фільтра T_ϕ , періоду проходження імпульсів керування $T_{\text{пр}}$ і рекомендоване значення параметра $\gamma_{\text{ПІД}}$.

Після закінчення автоналаштування світлодіод **AUTO** гасне, пристрій автоматично переходить до роботи. У разі збою в процесі автоналаштування його виконання негайно припиняється, світлодіод **AUTO** блимає. Тому при виконанні автоналаштування особливу увагу потрібно приділити захисту пристрою від різних зовнішніх впливів і електромагнітних завад, а також усунути небажані зовнішні збурення на об'єкті регулювання.



УВАГА

1. У режимі автоматичного налаштування зберігається можливість для змінення параметрів функціонування та зміни режиму роботи пристрою. Систематичне використання цієї можливості не рекомендується, оскільки змінення параметрів або режимів порушує процес налаштування і правильність розрахунку параметрів не гарантується.
2. Необхідно виявляти обережність під час використання режиму автоматичного налаштування. Використовувати його рекомендується лише тоді, коли допускаються помітні коливання параметра відносно уставки. Якщо робота в такому режимі неприпустима, параметри ПІД-регулятора потрібно встановлювати вручну на основі інформації про інерційні властивості об'єкта.

7.7.4 Ручне підстроювання ПІД-регулятора

Ручне підстроювання здійснюється ітераційним методом з оціненням процесу за двома показниками:

- наявністю коливань;
- наявністю переходу графіка регульованої величини через уставку.



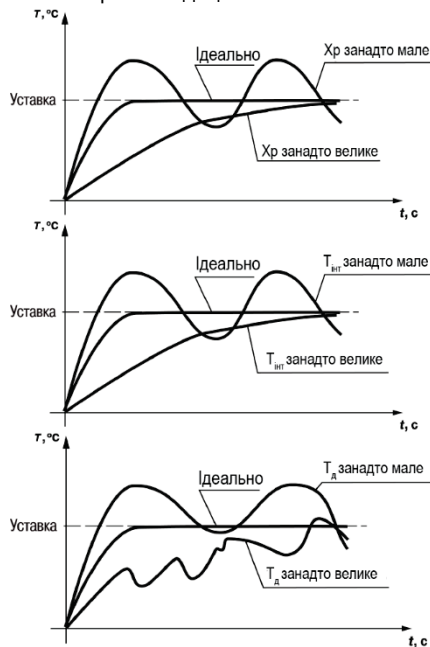
ПОПЕРЕДЖЕННЯ

У деяких випадках ці дії не можуть забезпечити якісне налаштування ПІД-регуляторів:

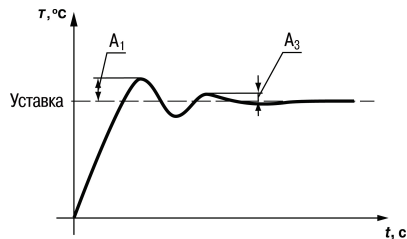
- системи з непередбачуваними зовнішніми збуреними впливами;
- системи з різномірними навантаженнями (наприклад, ГВП вдень і ввечері).

Залежно від показників коригування параметрів здійснюється за рекомендаціями:

- Збільшення параметра K_p (зменшення X_p) сприяє збільшенню швидкодії регулятора. Однак амплітуда коливань регульованої величини може збільшуватися до неприпустимого рівня.
- Зменшення K_p (збільшення X_p) сприяє зменшенню коливань регульованої величини, аж до зникнення. Однак у цьому випадку погіршується швидкодія регулятора і підвищується ймовірність коливань регульованої величини.
- При завищеному значенні T_{int} процес наближення регульованої величини до уставки стає одностороннім навіть за наявності коливань. При цьому знижується швидкодія регулятора.
- При заниженому значенні T_{int} з'являється значний перехід регульованої величини через уставку. Однак в цьому випадку суттєво погіршується швидкодія регулятора і підвищується ймовірність коливань регульованої величини.
- Збільшення T_d сприяє підвищенню швидкодії системи. Однак при цьому підвищується її чутливість до завад і можлива поява високо-частотних коливань регульованої величини з малим періодом.



При оптимальному підстроюванні регулятора графік регульованої величини повинен мати мінімальне значення показника похибки регулювання (A_1) при достатньому ступені загасання $\phi = 1 - A_3/A_1$ (0,8...0,9).

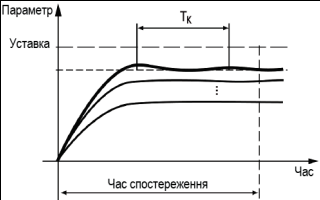


7.7.5 Приклад ручного налаштування ПІД-регулятора

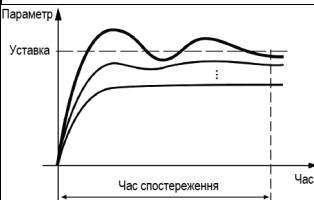
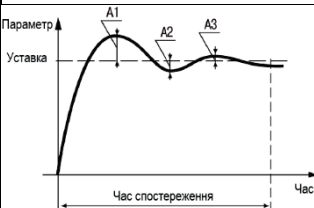
Для налаштування ПІД-регулятора необхідно:

1. На пристрої встановити (діапазон параметрів наведено в Додатку *Програмовані параметри* наступні значення:
 - $X_P = 9999$;
 - $T_{\text{INT}} = 0$;
 - $T_D = 0$.
2. Задати уставку.
3. Під час спостережень фіксувати значення регульованого параметра (швидкість і час наближення до уставки).
4. Під час налаштування керуватися *таблицею 7.1*.

Таблиця 7.1 – Опис кроків прикладу

Крок	Параметри	Оцінення процесу	Рішення
1	$X_P = 9999$ $T_{\text{ІНТ}} = 0$ $T_D = 0$	Довго підходить до уставки, не перетинає	Зменшити X_P (у два рази)
2	$X_P = 5000$ $T_{\text{ІНТ}} = 0$ $T_D = 0$	Швидше підходить до уставки, не перетинає	Зменшити X_P (у два рази)
3	Зробити кілька ітерацій, поки не з'являться ознаки коливань. Виміряти період (T_K). Для наступної ітерації можна взяти $T_{\text{ІНТ}} = T_K / 2$ для прискорення процесу налаштування	 Графік показує процес налаштування регулятора. Вертикальна вісь позначена як 'Параметр', а горизонтальна – як 'Час'. Горизонтальна пунктирна лінія позначена як 'Уставка'. На графіку зображено кілька кривих, що починаються з нуля і наближаються до уставки. Найвища крива показує найбільший період коливань, позначений як T_K. Час спостереження вказує на момент, коли починаються коливання.	
4	$X_P = 500$ $T_{\text{ІНТ}} = T_K / 2$ $T_D = 0$	Дуже швидко підходить до уставки, не перетинає, коливання збільшилися	Зафіксувати X_P , змінити $T_{\text{ІНТ}}$
5	$X_P = 500$ $T_{\text{ІНТ}} = 2000$ $T_D = 0$	Підходить до уставки, не перетинає	Зменшити $T_{\text{ІНТ}}$ (у два рази)
6	$X_P = 500$ $T_{\text{ІНТ}} = 1000$ $T_D = 0$	Підходить до уставки, не перетинає	Зменшити $T_{\text{ІНТ}}$ і X_P (у два рази)

Продовження таблиці 7.1

Крок	Параметри	Оцінення процесу	Рішення
7		Зробити кілька ітерацій, до тих пір, поки регульована величина не перетне уставку і не почне коливання біля цього значення	
8	$X_P = 125$ $T_{\text{інт}} = 250$ $T_D = 0$	Регульована величина перетнула уставку. Перевірити співвідношення амплітуд $A_3/A_1 \approx 0,1$ Якщо коливання відповідають умові – регулятор налаштовано. Якщо ні — фіксувати $T_{\text{інт}}$ і X_P , задати $T_D = T_{\text{інт}} / 5$	
9	$X_P = 125$ $T_{\text{інт}} = 250$ $T_D = 50$	Перевірити співвідношення амплітуд $A_3 / A_1 \approx 0,1$ Не відповідає умові – зменшити на 10 %	
10	$X_P = 125$ $T_{\text{інт}} = 250$ $T_D = 40$	Регулятор налаштовано	

7.8 Налаштування компаратора або пристрою «LBA»

Для більш ефективного контролю за процесами регулювання у пристрої є логічний пристрій, що працює за принципом компаратора, а також пристрій для виявлення обриву контура «LBA».

Обидва пристрої керують різними пристроями сигналізації, наприклад: сиренами, лампами, блокувальними вимикачами, блоками примусового (аварійного) охолодження або нагрівання тощо.

Сигнали аварійної сигналізації комутуються через схему «АБО» і можуть керувати тільки вихідним пристроєм ключового типу.

Про спрацювання логічного пристрою свідчить підсвічування відповідного світлодіода на лицьовій панелі (*RL* або *LBA*).

7.8.1 Налаштування компаратора

Залежно від системи регулювання можна задати параметри спрацьовування компаратора, який сигналізує про вихід регульованої величини за допустимі межі. Для цього потрібно вибрати один з 11 типів його логіки спрацьовування і встановити необхідне значення параметра *RLt*.

Задається поріг спрацьовування компаратора **X** та гістерезис **HYS** для усунення непотрібних спрацьовувань через коливання контрольованої величини навколо граничного значення.

У разі спрацьовування компаратора регулятор продовжує працювати.

Функція блокування першого спрацьовування запобігає увімкненню сигналізації під час подачі живлення.

Використання цієї функції має сенс, наприклад, під час установа в системі нагрівання: як правило, значення вимірюваної величини в цій системі спочатку знаходиться нижче уставки **SP**.

Таблиця 7.2 – Типи логіки спрацьовування компаратора

Параметр <i>RLT</i>	Тип сигналізації	Стан вихідного пристрою
00*	Сигналізацію вимкнено	
01	Виміряна величина виходить за межі діапазону	
02	Виміряне значення перевищує уставку SP регулятора на X	
03	Виміряна величина менше уставки SP регулятора на X	
04	Виміряна величина знаходиться в межах встановленого діапазону.	
05	Аналогічно 01 з блокуванням першого спрацьовування	

Продовження таблиці 7.2

Параметр $RL\text{-}t$	Тип сигналізації	Стан вихідного пристрою
05	Аналогічно 02 з блокуванням першого спрацьовування	
07	Аналогічно 03 з блокуванням першого спрацьовування	
08	Виміряна величина перевищує X за абсолютним значенням	
09	Виміряна величина менше X за абсолютним значенням	
10	Аналогічно 08 з блокуванням першого спрацьовування	
11	Аналогічно 09 з блокуванням першого спрацьовування	
* Заводське налаштування – 00. X – поріг спрацьовування, параметр $RL\text{-}d$ (група $\bar{c}n\bar{c}t$), HYS – гістерезис, параметр $RL\text{-}H$.		

Розглянемо приклад сигналізації з типом логіки 5.

На *рисунку 7.13* показані схеми роботи компаратора без першого блокування спрацьовування (тип логіки 1) і з блокуванням (тип логіки 5).

У разі використання типу логіки 1 відбувається небажане спрацьовування компаратора (зона I) на етапі I, коли аварійної ситуації немає. У разі використання логіки 5 небажане спрацьовування не відбувається.

Після увімкнення пристрою вихід компаратора буде знаходитися в стані «вимк.» до першого перевищення встановленого значення (I етап). Тільки коли вимірювана величина знову прийме значення нижче граничного відхилу, вихід компаратора вперше перейде в стан «увім.» – сигналізація спрацює.

Після вибору логіки спрацьовування треба налаштувати поріг спрацьовування та гістерезис компаратора – параметри R_L-d і R_L-H відповідно.

Під час установа в параметрі R_L-t значення **0**, компаратор буде вимкнено, а параметри R_L-d , R_L-H недоступні.

Параметр R_L-H може приймати значення в діапазоні від **0** до верхньої межі діапазону вимірювання використовуюваного датчика.

Параметр R_L-d може приймати значення від нижньої до верхньої межі діапазону вимірювання використовуюваного датчика.

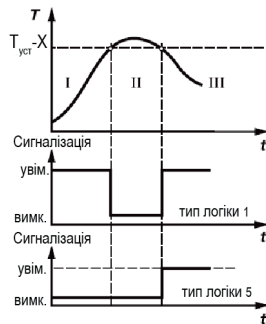


Рисунок 7.13 – Спрацьовування сигналізації в системі нагрівання

7.8.2 Сигналізація про обрив у контурі регулювання

Для задання часу діагностики обриву контура (параметр LbA) необхідно перейти до групи параметрів Adv .

Якщо значення регульованого параметра не змінюється протягом певного часу при подачі максимального (мінімального) керуючого впливу, то в контурі регулювання стався обрив. Тоді на відповідний вихід видається сигнал. Робота сигналізації про обрив контура визначається двома параметрами: «час діагностики обриву контура» і «ширина зони діагностики обриву контура».

Пристрій видає сигнал тривоги, якщо після закінчення часу діагностики обриву контура виміряне значення не змінилося, а саме:

- для процесу нагріву при максимальному вихідному сигналі не збільшилось, при мінімальному – не зменшилось;
- для процесу охолодження при максимальному вихідному сигналі не зменшилось, при мінімальному – не збільшилось.

Після подачі сигналу регулятор відключається.

Час діагностики обриву контура LbA вимірюється в секундах і обчислюється за методикою, описаною нижче.

Щоб розрахувати час діагностики обриву контура необхідно:

1. Установити максимальне значення вихідного сигналу.
2. Виміряти час, за який вимірювана величина зміниться на ширину зони діагностики (за умовчанням ширина цієї зони дорівнює 10).
3. Збільшити виміряний час удвоє і прийняти його за час діагностики обриву контура.

Якщо $LbA = 0$, сигналізація обриву контура вимикається, параметр LbA недоступний.

Ширина зони діагностики обриву контура задається в параметрі $LbPb$ в одиницях вимірювання вхідної величини в діапазоні **0,0...999,9** для датчиків температури (ТО і ТП) і **0...9999** для аналогових.

Приклад спрацювання пристрою діагностики обриву контура наведено на *рисунку 7.14*.

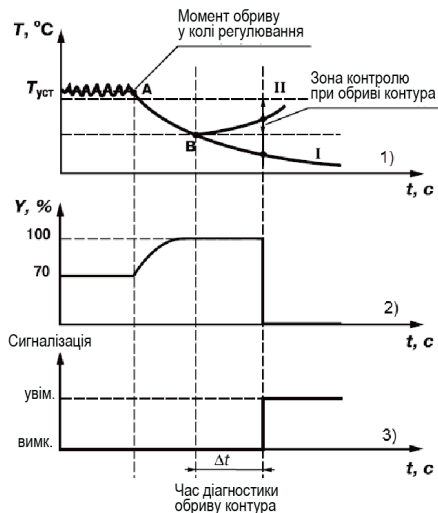


Рисунок 7.14 – Спрацювання діагностики обриву

У точці А нагрівач вийшов з ладу, і температура починає зменшуватися. Регулятор збільшує вихідний сигнал (графік 2), контролюючи відгук системи. Оскільки температура продовжує зменшуватися, розузгодженість зростає і значення Y досягає 100 %. У момент досягнення $Y = 100\%$ (точка В) пристрій починає відлік часу для діагностики обриву контура Δt .

Якщо після закінчення цього часу температура продовжує зменшуватися, сигналізація спрацьовує (крива I на рисунку 1). Якщо температура підвищується, але за час Δt змінення температури не перевищило ширину зони діагностики обриву контура (крива II на графіку 1), сигналізація також спрацьовує (графік 3).

Про аварійну ситуацію сигналізує світіння світлодіода LbA .

7.9 Налаштування обміну даними через інтерфейс RS-485

Налаштування обміну даними здійснюється за параметрами групи $\overline{C0n\overline{n}}$:

- $\overline{Prot}$ – протокол обміну даними (АКУТЕК, Modbus-RTU, Modbus-ASCII);
- bPS – швидкість обміну в мережі, допустимі значення – 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 28800, 38400, 57600, 115200 біт/с;
- $\overline{Addr}$ – базова адреса пристрою, діапазон значень:
 - 0... 255 при $\overline{Prot} = \overline{ASCII}$ і $\overline{LEN} = 8$;
 - 0... 2047 при $\overline{Prot} = \overline{ASCII}$ і $\overline{LEN} = 11$;
 - 1... 247 при $\overline{Prot} = \overline{RTU}$ або $\overline{ASCII}$.
- $\overline{LEN}$ – довжина мережевої адреси (8 або 11 біт);
- $\overline{r5dL}$ – затримка відповіді пристрою по RS-485 (1–45 мс).

Значення параметрів обміну, які не відображаються на цифровому індикаторі, оскільки їх не можна змінити вручну, перераховані в *таблиці 7.3*.

Таблиця 7.3 – Фіксовані параметри обміну даними

Параметр	Ім'я	Протокол		
		АКУТЕК	Modbus-RTU	Modbus-ASCII
Кількість стоп-біт	<i>StbL</i>	1	2	2
Довжина слова даних	<i>LEn</i>	8 біт	8 біт	7 біт
Контроль парності	<i>PrtY</i>	немає	немає	немає



УВАГА

Нові значення параметрів обміну починають діяти тільки після перезавантаження пристрою (зняття та подачі живлення) або перезавантаження через RS-485.



ПОПЕРЕДЖЕННЯ

Мінімальний період опитування параметрів за протоколом АКУТЕК для пристроїв з ВП аналогового типу має бути не менше 0,5 секунди.

7.9.1 Робота з параметрами за протоколом АКУТЕК

Кожен параметр має ім'я, що складається з латинських букв (до чотирьох), які можуть бути розділені крапками, та назву. Наприклад: «Довжина мережевої адреси **A.Len**», де «Довжина мережевої адреси» – назва, **A.Len** – ім'я.

Параметри пристрою поділяються на дві групи: програмовані та оперативні.

Програмовані параметри необхідно задавати або кнопками на лицьовій панелі пристрою, або через мережевий інтерфейс за допомогою програми «Конфігуратор».

Значення програмованих параметрів зберігаються в енергонезалежній пам'яті пристрою в разі вимкнення живлення.

Програмовані параметри також можуть мати індекс – цифру, що відрізняє параметри однотипних елементів. Індекс передається разом зі значенням параметра.

Оперативні параметри переносять інформацію про поточний стан пристрою або об'єкта регулювання: виміряні або обчислені значення, вихідні потужності регуляторів, номери запущених в цей момент програм, поточні стани вихідних елементів тощо.

Оперативні параметри індексуються через мережеву адресу. Для зчитування вимірюваного значення з входу 1 необхідно прочитати значення параметра P_L з мережевою адресою, що задана в параметрі **Addr**, для зчитування вимірюваного значення з входу 2 – з мережевою адресою **Addr + 1**.

7.9.2 Робота з параметрами за протоколом Modbus

При роботі за протоколом Modbus можливе виконання функцій, що перелічені в *таблиці 7.4*. Перелік регістрів оперативних параметрів пристрою наведено в *таблиці 7.5*.

Регістр **STAT** – це регістр стану, який показує поточний стан пристрою, наприклад, наявність помилки на вході, спрацьовування ВП, LBA, поточний режим керування (автоматичний, ручний або дистанційний), стан регулятора (запущений або зупинений) або виконання АНР.

Повний перелік регістрів Modbus, опис бітів **STAT** і типів даних наведено в документі «*Коротка настанова. ТРМ210: Робота за протоколом Modbus та внутрішнім протоколом АКУТЕК*».

Таблиця 7.4 – Перелік підтримуваних функцій Modbus

Функція (hex)	Дія	Примітка
03	Отримання поточного значення одного або декількох регістрів	—
10	Запис значень до декількох регістрів	Установлюється обмеження на запис лише одного регістра
08	Діагностика. Отримання даних про стан лінії зв'язку.	Підтримується тільки код 00 – <i>Повернути запит</i> , що використовується для перевірки з'єднання між Master і Slave

Таблиця 7.5 – Перелік оперативних параметрів Modbus

Параметр Ім'я АКУТЕК	Призначення	Адреса Modbus (hex)	Тип даних
STAT	Регістр статусу	0x0000	binary
		0x1008	binary
PV	Виміряна величина	0x0001	Signed Int16
		0x1009; 0x100A	Float32
SP	Уставка регулятора	0x0002	Signed Int16
		0x10 0x100C	Float32

7.10 Захист окремих параметрів від перегляду і змінення

Кожен параметр пристрою має атрибут редагування, установлення якого виконується з комп'ютера через інтерфейс RS-485. Атрибут редагування приймає два значення: **змінний** і **незмінний**.

Параметр EdP_L , що знаходиться у групі $SEEL$ пристрою (доступ до групи здійснюється через код $PRSS=100$), керує можливістю перегляду та редагування параметрів з урахуванням установлених атрибутів.

Коли $EdP_L = 0n$, всі параметри, в яких атрибут редагування приймає значення **незмінний**, стають невидимими.

Коли $EdP_L = 0FF$, всі параметри, незалежно від значення атрибута редагування, будуть видимими. Якщо в групі всі параметри невидимі, то вся група стає невидимою.

7.11 Відновлення заводських налаштувань

У пристрої наявна функція відновлення значень параметрів, що встановлені на заводі-виробнику. Для відновлення заводських налаштувань необхідно:

1. Вимкнути пристрій від мережі на 1 хвилину.
2. Одночасно утримуючи кнопки  і , увімкнути живлення пристрою.
3. У разі появи на верхньому індикаторі **[- - -]** відпустити кнопки.

Заводські налаштування відновлені.

8 Технічне обслуговування

8.1 Загальні вказівки

Під час виконання робіт щодо технічного обслуговування пристрою необхідно дотримуватися вимог безпеки з *розділу 3*.

Технічне обслуговування пристрою проводиться не рідше одного разу на 6 місяців і включає такі процедури:

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

8.2 Юстування



УВАГА

Необхідність проведення юстування визначається за результатами повірки пристрою лише кваліфікованими фахівцями метрологічних служб, що здійснюють цю повірку. Пристрій підлягає добровільній первинній і періодичній повірці або калібруванню у державних метрологічних центрах за нормативними документами України.

Юстування пристрою полягає в проведенні ряду операцій, що забезпечують відновлення його метрологічних характеристик у разі їх зміни під час тривалого експлуатування пристрою.

Методика юстування залежить від типу використовуваного датчика.

Для проведення юстування на вхід пристрою подається еталонний сигнал.

Під час юстування пристрій обчислює співвідношення між вхідними сигналами, що надійшли, і сигналами відповідних опорних точок схеми. Обчисленні співвідношення (коефіцієнти юстування) записуються в енергонезалежну пам'ять і використовуються в подальшому для обчислення вхідних величин.

8.2.1 Обчислення коефіцієнтів юстування

Обчислення коефіцієнтів юстування виконується у разі змінення значень програмованих параметрів у групі *PLB*.

Для проведення юстування необхідно:

1. Натиснути одночасно  +  +  і утримувати до появи *PASS*.
2. Установити код **104**. Натиснути .
3. На індикаторі відобразиться параметр «Юстування нахилу вимірювальної характеристики» *LBda* та його значення за умовчанням *StoP*. Установити значення *run* (запуск юстування) у цьому параметрі і натиснути .
4. Установити значення *run* (запуск юстування) у вибраний параметр і натиснути .

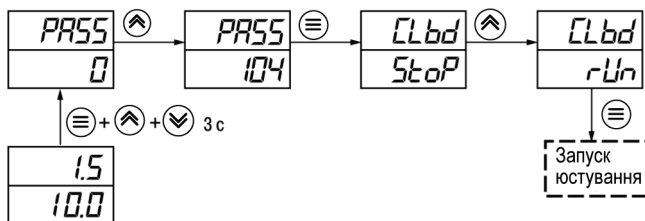


Рисунок 8.1 – Запуск юстування

Протягом 2 секунд пристрій вимірює опорні сигнали, підключені до входу.

На індикаторі значення параметра *CLbd* відобразиться як:

- *Stop* — отримано правильний результат юстування;
- *Error* - Помилка юстування.

Після усунення причини помилки необхідно повторити юстування.

8.2.2 Юстування пристрою для роботи з ТО

Для проведення юстування необхідно:

1. Підключити до входу пристрою замість датчика магазин опорів типу Р4831 (або аналогічний йому з класом точності не більше 0,05). З'єднання пристрою з магазином необхідно виконувати за трипроводовою схемою підключення. Опори проводів лінії мають відрізнятись не більше ніж на 0,05 %.
2. Увімкнути живлення пристрою і встановити код датчика в параметрі $\zeta n-t$, що відповідає типу використовуваного датчика.
3. Установити на магазині значення опору згідно з *таблицею 8.1*.
4. Перевести пристрій у режим вимірювання вхідної величини.
5. Через 5-10 секунд проконтролювати показання пристрою. Показання повинні дорівнювати $(0,0 \pm 0,2) ^\circ\text{C}$.

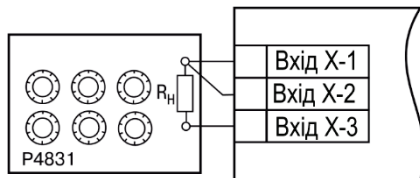


Рисунок 8.2 – Схема підключення під час юстування ТО

Якщо абсолютна похибка вимірювання в цій точці перевищує $0,2 ^\circ\text{C}$, необхідно обчислити коефіцієнти юстування. Потім перевірити результати юстування. Показання верхнього ЦІ повинні дорівнювати $(0,0 \pm 0,2) ^\circ\text{C}$.

Таблиця 8.1 – Еталонні сигнали

Тип датчика	Значення сигналу, Ом
ТОМ100, ТОП100	100
ТОМ50, ТОП50	50

Продовження таблиці 8.1

Тип датчика	Значення сигналу, Ом
ТОМ з $R_0 = 53$ Ом	53
ТОП з $R_0 = 46$ Ом	46

8.2.3 Юстування пристрою для роботи з ТП

Для проведення юстування необхідно:

1. Підключити до входу пристрою замість датчика диференціальний вольтметр В1-12 у режимі калібрування напруги або аналогічне йому джерело еталонної напруги з класом точності не більше 0,05.
2. Увімкнути живлення пристрою і встановити код датчика в параметрі $\overline{Cn-k}$, що відповідає типу використовуваного датчика.
3. Установити напругу на виході вольтметра В1-12, що відповідає типу використовуваного датчика, див *таблицю 8.2*.



УВАГА

Вихідна напруга калібрування повинна залишатися незмінною під час виконання юстування і перевірки результатів юстування.

4. Вимкнути схему компенсації температури вільних кінців, установивши в параметрі $\overline{CFF}$ значення $\overline{OFF}$. Параметр вимкнення схеми компенсації температури вільних кінців ТП $\overline{CFF}$ знаходиться в групі параметрів юстування. Доступ до групи здійснюється через код **104**.

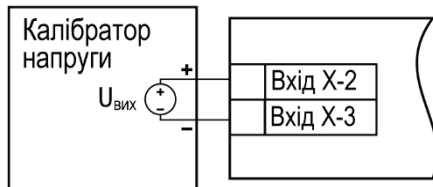


Рисунок 8.3 – Схема підключення під час юстування ТП

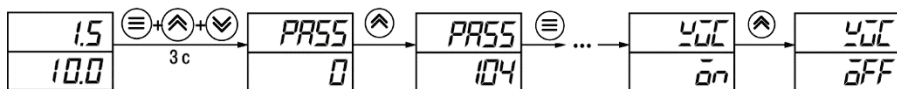


Рисунок 8.4 – Послідовність налаштування

5. Перевести пристрій у режим індикації показань.

6. Через 5-10 секунд проконтролювати показання пристрою. Ці показання повинні дорівнювати значенням у *таблиці 8.2*.

Якщо абсолютна похибка вимірювання в цій точці перевищує $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, необхідно обчислити коефіцієнти юстування. Потім перевірити результати юстування. Показання верхнього ЦІ повинні дорівнювати $(0,0 \pm 0,2)\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Таблиця 8.2 – Еталонні сигнали для роботи з ТП

Тип ТП	Значення сигналу, мВ	Показання пристрою, $^{\circ}\text{C}$
ТХК (L)	40,299	$500,0 \pm 2$
ТХА (K)		$975,0 \pm 2$
ТНН (N)		1105 ± 2
ТЗК (J)		$718,6 \pm 2$
ТВР (A)	20,146	1269 ± 4
ТВР (A-2)		1256 ± 4
ТВР (A-3)		1281 ± 4
ТМК (T)		388 ± 4
ТПП (R)		1694 ± 4

Продовження таблиці 8.2

Тип ТП	Значення сигналу, мВ	Показання пристрою, °С
ТПП (S)	15,00	1452 ± 4
Термопара ТПР (В)	10,073	1498 ± 4

Якщо похибка вимірювання в цій точці перевищує величину, що наведена в таблиці, необхідно обчислити коефіцієнти юстування. Якщо похибка не перевищує вищевказаних значень, юстування не потрібне.

8.2.4 Юстування пристрою для вимірювання сигналів постійного струму та напруги

Для проведення юстування необхідно:

1. Підключити до входу пристрою замість датчика диференціальний вольтметр В1-12 у режимі калібрування струму або аналогічне йому джерело еталонного постійного струму з класом точності не більше 0,05. Тип використовуваного резистора – С2-29 В, опір – $100 \text{ Ом} \pm 0,05 \%$.

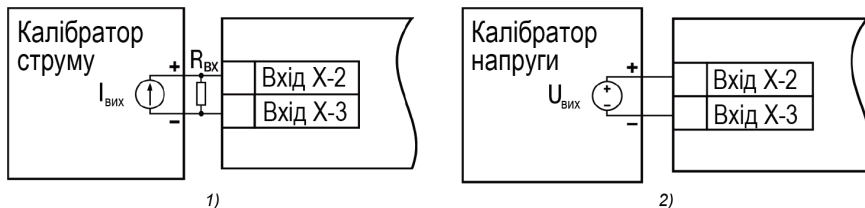


Рисунок 8.5 – 1) постійний струм, 2) постійна напруга

Увімкнути живлення пристрою і встановити код датчика в параметрі $\bar{C}n-L$, що відповідає типу використовуюваного датчика.

2. Установити в параметрі $\bar{C}n-L$ значення **0.0**, а в параметрі $\bar{C}n-H$ – значення **100.0**.
3. Задати на виході В1-12 значення струму/напруги, що відповідає типу встановленого датчика.

Таблиця 8.3 – Еталонні сигнали

Тип датчика	Значення сигналу, мА
Уніфікований сигнал постійного струму	
від 0 до 20 мА, від 4 до 20 мА	20
від 0 до 5 мА	5
Уніфікований сигнал постійної напруги	
від 0 до 1В	1 В
від – 50 до 50 мВ	50 мВ



УВАГА

Під час виконання робіт вихідний струм калібратора має залишатися незмінним.

4. Перевести пристрій у режим індикації показань.
5. Через 5-10 секунд проконтролювати показання пристрою. Показання повинні дорівнювати значенням в таблиці вище.

Якщо абсолютна похибка вимірювання в цій точці перевищує 0,2 °С, необхідно обчислити коефіцієнти юстування. Потім перевірити результати юстування. Показання верхнього ЦІ повинні дорівнювати $(0,0 \pm 0,2)$ °С.

Якщо похибка не перевищує вищевказаних значень, юстування не потрібне.

8.2.5 Юстування датчика температури вільних кінців ТП

Для проведення юстування необхідно:

1. Підключити вільні кінці ТП до першого входу пристрою, дотримуючись полярності з'єднання.
2. Помістити робочий спай ТП в посудину, що містить суміш льоду і води (температура суміші 0 °С).
3. Увімкнути живлення пристрою і встановити код датчика в параметрі $CLb5$, що відповідає типу підключеної ТП.
4. Перевести пристрій у режим індикації показань і залишити прогріватися на 20 хвилин.
5. Установити в параметрі $CLb5$ значення rUn і натиснути кнопку $\equiv$, як показано на *рисунку 8.6*.

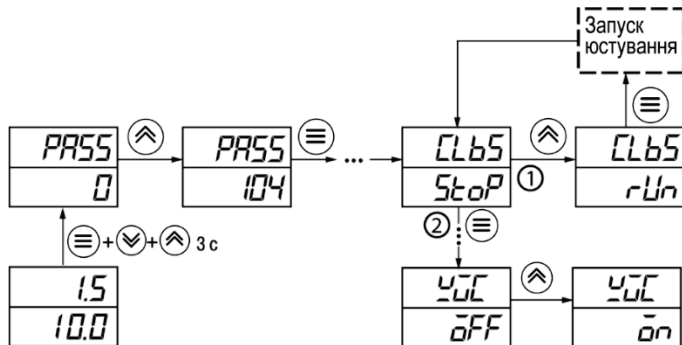


Рисунок 8.6 – Послідовність дій під час юстування

- Увімкнути автоматичну корекцію ЕРС ТП за температурою його вільних кінців, установивши у параметрі $\bar{U}_L$ значення $\bar{\alpha}_L$.
- Перевірити результати юстування. У режимі вимірювання показання на верхньому цифровому індикаторі повинні дорівнювати значенню $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ з абсолютною похибкою не більше $1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Якщо абсолютна похибка вимірювання в цій точці перевищує $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, необхідно обчислити коефіцієнти юстування. Потім перевірити результати юстування.

8.2.6 Юстування вихідних пристроїв типу «І» та «У»

Для юстування ВП необхідно:

- Підключити ВП типу «І» (ЦАП «параметр – струм $4\ldots 20\text{ mA}$ ») або ВП типу «У» (ЦАП «параметр – напруга $0\ldots 10\text{ V}$ ») за схемами, що наведені на *рисунку 8.7* і на *рисунку 8.8* відповідно.

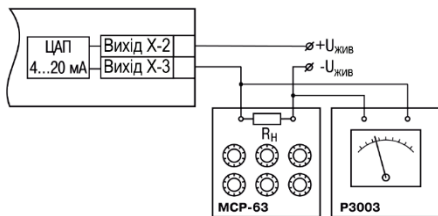


Рисунок 8.7 – Підключення ВП1 типу І
($R_H = 500\text{ }\Omega$)

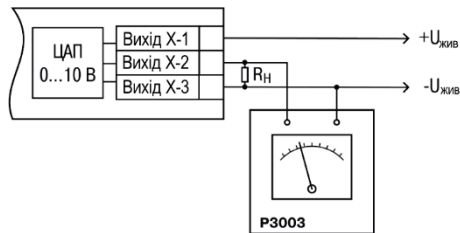


Рисунок 8.8 – Підключення ВП1 типу У

Напруга джерела живлення має бути в діапазоні 15...28 В. Як вимірювач напруги може бути використаний пристрій для калібрування вольтметрів Р3003 або інший пристрій того ж класу з роздільною здатністю 0,001 В.

2. Для доступу до групи *EPIL* одночасно натиснути кнопки  +  +  і утримувати до появи *PR55*.
3. Ввести код **100** і натиснути .
4. Для юстування ВП1 кнопками  і  вибрати параметр «Коефіцієнт юстування мінімальної межі вихідного сигналу для ЦАП 1» $\bar{z} \text{ } l\text{-} \bar{d}$. Змінюючи значення параметра, домогтися, щоб показання вольтметра дорівнювали :
 - 2,0 В — при юстуванні ЦАП 4...20 мА;
 - 0,0 В — при юстуванні ЦАП 0...10 В.
5. Натиснути кнопку . На індикаторі відобразиться параметр «Коефіцієнт юстування максимальної межі вихідного сигналу для ЦАП 1» $\bar{z} \text{ } l\text{-} l$.
6. Змінюючи значення параметра, $\bar{z} \text{ } l\text{-} l$, домогтися, щоб показання вольтметра дорівнювали 10,0 В.
7. Натиснути кнопку .

Для юстування ВП2 необхідно обчислити коефіцієнти юстування, підібравши відповідно значення параметрів «Коефіцієнт юстування мінімальної межі вихідного сигналу для ЦАП 2» — $\bar{z} \text{ } 2\text{-} \bar{d}$, «Коефіцієнт юстування максимальної межі вихідного сигналу для ЦАП 2» — $\bar{z} \text{ } 2\text{-} l$.

Для виходу з режиму юстування необхідно утримувати кнопку  протягом 6 секунд.

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 струму живлення, номінальна напруга або діапазон напруг живлення;
- номінальна споживана потужність;
- заводський номер і рік випуску (штрихкод);
- схема підключення.

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 в індивідуальну споживчу тару, що виготовлена з гофрованого картону. Перед укладанням в індивідуальну споживчу тару кожен пристрій потрібно спакувати в пакет із поліетиленової плівки.

Опакування пристрою має відповідати документації підприємства-виробника і забезпечувати збереження пристрою під час зберігання і транспортування.

Допускається використання іншого виду пакування за погодженням із Замовником.

11 Транспортування і зберігання

Пристрій повинен транспортуватися у закритому транспорті будь-якого виду. Кріплення тари у транспортних засобах повинно здійснюватися згідно з правилами, що діють на відповідних видах транспорту.

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

Пристрій треба перевозити в транспортній тарі поштучно або в контейнерах.

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

Пристрій треба зберігати на стелажах.

12 Комплектність

Найменування	Кількість
Пристрій	1 шт.
Паспорт та гарантійний талон	1 прим.
Настанова щодо експлуатування	1 прим.
Комплект елементів кріплення	1 к-т.
Комплект резисторів (постачається за окремим замовленням) 100 Ом, 10 шт.	1 к-т.
Комплект резисторів (постачається за окремим замовленням) 100 Ом, 50 шт.	1 к-т.



ПОПЕРЕДЖЕННЯ

Виробник залишає за собою право внесення доповнень до комплектності пристрою.

Додаток А. Програмовані параметри

Таблиця А.1 – Перелік програмованих параметрів

Параметр		Допустимі значення	Коментарі	Заводське налаштування
Позначення	Найменування			
Група $L\bar{u}\bar{o}P$ (LVOP). Параметри регулювання				
P_L (PV)	Виміряна величина	Діапазон вимірювання датчика	[од. вим.] Параметр не налаштовується	—
S^P (SP)	Уставка регулятора*	Визначається параметрами S_L-L і S_L-H	На індикаторі позначення параметра не відображається	30.0
$r-S$ (r-S)	Запуск/зупинення регулювання	rUn $S\bar{t}\bar{o}P$	Регулятор працює Регулятор зупинено, на вихідний пристрій подається сигнал, що дорівнює значенню, встановленому в параметрі $\bar{n}dS\bar{t}$ або $\bar{a}nS\bar{t}$.	$S\bar{t}\bar{o}P$
$A\bar{t}$ (At)	Запуск/зупинення автоналаштування	rUn $S\bar{t}\bar{o}P$	Не з'являється при $r-S = S\bar{t}\bar{o}P$. Запускається режим автоналаштування. Автоналаштування вимкнено	$S\bar{t}\bar{o}P$
$\bar{o}$ (O)	Вихідна потужність ПІД-регулятора	0,0...100,0	[%]. Параметр не налаштовується	—

Продовження таблиці А.1

Параметр		Допустимі значення	Коментарі	Заводське налаштування
Позначення	Найменування			
Група $\bar{c}n\bar{c}t$ (init). Налаштування входів пристрою				
$\bar{c}n\bar{c}t$ / (in.t1)	Тип вхідного датчика або сигналу для Входу 1	r_{385}	Pt 50 ($\alpha = 0,00385 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	$E_{_L}$
		r_{385}	Pt 100 ($\alpha = 0,00385 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	
		r_{391}	50П ($\alpha = 0,00391 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	
		r_{391}	100П ($\alpha = 0,00391 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	
		r_{-21}	$R_0 = 46 \text{ Ом}$, $W_{100} = 1,3910$ (гр. 21)	
		r_{426}	Cu 100 ($\alpha = 0,00426 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	
		r_{426}	Cu 50 ($\alpha = 0,00426 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	
		r_{-23}	$R_0 = 53 \text{ Ом}$, $W_{100} = 1,4260$ (гр.23)	
		r_{428}	50M ($\alpha = 0,00428 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	
		r_{428}	100M ($\alpha = 0,00428 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	
		E_{A1}	TBP (A)	
		E_{A2}	TBP (A-2)	
		E_{A3}	TBP (A-3)	
		$E_{_b}$	ТПР (B)	
		$E_{_j}$	ТЗК (J)	
		$E_{_K}$	ТХА (K)	
		$E_{_L}$	ТХК (L)	
		$E_{_n}$	ТНН (N)	
		$E_{_r}$	ТПП (R)	

Продовження таблиці А.1

Параметр		Допустимі значення	Коментарі	Заводське налаштування
Позначення	Найменування			
		$E_{_S}$ $E_{_t}$ $\bar{I}_{0_5}$ $\bar{I}_{0.20}$ $\bar{I}_{4.20}$ U_{-50} U_{0_1}	ТПП (S) ТМК (T) Сигнал струму від 0 до 5 мА Сигнал струму від 0 до 20 мА Сигнал струму від 4 до 20 мА Сигнал напруги від -50 до 50 мВ Сигнал напруги від 0 до 10 В	
dPt (dPt)	Точність виведення температури	0, 1	Задає кількість знаків після коми при відображенні температури на індикаторі	/
dP (dP)	Положення десяткової коми	0; 1; 2; 3	Задає кількість знаків після коми при відображенні виміряного значення на індикаторі, і параметрів SP , $\bar{I}_{n-L}$, $\bar{I}_{n-H}$, $SL-L$, $SL-H$ та ін.	/
$\bar{I}_{n-L}$ (in.L)	Нижня межа діапазону вимірювання*	-1999...9999	Задає значення фізичної величини, що відповідає нижній межі діапазону вимірювання датчиків.	0.0
$\bar{I}_{n-H}$ (in.H)	Верхня межа діапазону вимірювання*	-1999...9999	Задає значення фізичної величини, що відповідає верхній межі діапазону вимірювання датчиків.	100.0

Продовження таблиці А.1

Параметр		Допустимі значення	Коментарі	Заводське налаштування
Позначення	Найменування			
S_H (SH)	Зсув характеристики датчика для входу 1*	-500...500	Додається до виміряного значення, [од. вим.]	00
K_U (KU)	Нахил характеристики датчика для входу 1	0,500...2,000	Помножується на виміряне значення	1000
F_b (Fb)	Смуга цифрового фільтра*	0...9999	[од. вим.]	00
$\overline{I_n}F$ (InF)	Стала часу цифрового фільтра	0...999	[с]	0
R_{L-d} (AL-D)	Поріг спрацювання компаратора*	Від нижньої до верхньої межі діапазону вимірювання датчика	[од. вим.]	100
R_{L-H} (AL-H)	Гістерезис компаратора*	від 0 до верхньої межі діапазону вимірювання датчика	[од. вим.]	00
R_{n-L} (AN-L)	Нижня межа вихідного діапазону реєстрації ЦАП2* **	від нижньої до верхньої межі діапазону вимірювання датчика	$R_{n-L} \neq R_{n-H}$	00

Продовження таблиці А.1

Параметр		Допустимі значення	Коментарі	Заводське налаштування
Позначення	Найменування			
R_{n-H} AN-H	Верхня межа діапазону реєстрації ЦАП2* **	від нижньої до верхньої межі діапазону вимірювання датчика	$R_{n-L} \neq R_{n-H}$	100.0
$R_{L T}$ (ALT)	Тип логіки роботи компаратора	0 – сигналізацію вимкнено; 1 – спрацювання при виході за межі заданого діапазону; 2 – спрацювання за верхньою межею; 3 – спрацювання за нижньою межею; 4 – спрацювання при знаходженні в заданому діапазоні; 5 – спрацювання при виході за заданий діапазон з блокуванням першого увімкнення; 6 – спрацювання за верхньою межею з блокуванням першого увімкнення; 7 – спрацювання за нижньою межею з блокуванням першого увімкнення; 8 – спрацювання при перевищенні абсолютного значення; 9 – спрацювання при абсолютному значенні, меншому за задане; 10 – спрацювання при перевищенні за абсолютним значенням з блокуванням першого увімкнення; 11 – спрацювання при абсолютному значенні менше заданого з блокуванням першого увімкнення.		0.0

Продовження таблиці А.1

Параметр		Допустимі значення	Коментарі	Заводське налаштування
Позначення	Найменування			
E_{U-1} (EV-1)	Функція ключа на додатковий вхід при дистанційному керуванні регулятором	$n\bar{a}nE$ $n-\bar{a}$ $n-E$	Додатковий вхід не задіяний Запуск при розмиканні ключа Запуск при замиканні ключа	$n\bar{a}nE$
$\bar{a}rEU$ (OREU)	Тип керування під час регулювання	$or-d$ $or-r$	«Пряме» керування. Вихідний сигнал збільшується зі збільшенням вимірюваного значення. Застосовується для керування «холодильником». «Зворотне» керування. Вихідний сигнал зменшується зі збільшенням вимірюваного значення. Застосовується для керування «нагрівачем».	$or-r$
ζP (CP)	Період проходження імпульсів керування	01...250	[с]	I
Група R_{du} (ADV). Додаткові параметри налаштування пристрою				
ζSP (VSP)	Швидкість зміни уставки*	0... 9999 0	[од. вим/хв] Параметр вимкнено	00

Продовження таблиці А.1

Параметр		Допустимі значення	Коментарі	Заводське налаштування
Позначення	Найменування			
$\overline{CNTL}$ (CNTL)	Режим регулювання	$\overline{P}_{\overline{Ld}}$ $\overline{on}\overline{dF}$	ПІД-регулятор Двопозиційний регулятор	$\overline{P}_{\overline{Ld}}$
$\overline{HYST}$ (HYST)	Гістерезис двопозиційного регулятора* ***	0...9999	[од. вим.]	$\overline{L0}$
$\overline{on}5t$ (ONST)	Стан виходу в режимі «зупинення регулювання»***	$\overline{on}$ $\overline{dFF}$	Увімкнений Вимкнений	$\overline{dFF}$
$\overline{on}Er$ (ONER)	Статус виходу в режимі «помилка» ***	$\overline{on}$ $\overline{dFF}$	Увімкнений Вимкнений	$\overline{dFF}$
$\overline{rR\overline{d}P}$ (RAMP)	Режим «швидкого виходу на уставку»****	$\overline{on}$ $\overline{dFF}$	Увімкнений Вимкнений	$\overline{dFF}$
$\overline{P}$ (P)	Смуга пропорційності ПІД- регулятора* ****	0,001...9999	[од. вим.]	$\overline{30.0}$
$\overline{I}$ (I)	Інтегральна стала ПІД-регулятора****	0...3999	[с]	$\overline{100}$
$\overline{d}$ (D)	Диференціальна стала ПІД- регулятора****	0...3999	[с]	$\overline{20}$

Продовження таблиці А.1

Параметр		Допустимі значення	Коментарі	Заводське налаштування
Позначення	Найменування			
db (DB)	Зона нечутливості ПІД-регулятора* ****	0...200	[од. вим.]	00
$\bar{\omega}L-L$ (OL-L)	Мінімальна вихідна потужність (нижня межа)****	0... $\bar{\omega}L-H$	[%]	0
$\bar{\omega}L-H$ (OL-H)	Максимальна вихідна потужність (верхня межа)****	$\bar{\omega}L-L$...100	[%]	100
$\bar{\omega}rL$ (ORL)	Максимальна швидкість зміни вихідної потужності****	0,2...100,0	[%/с]	100
$\bar{\omega}Er$ (MVER)	Значення вихідної потужності в стані «Помилка»****	0...100	[%]	0
$\bar{\omega}St$ (MDST)	Стан виходу в режимі «Зупинення регулювання»****	$\bar{\omega}St$ 0	Задане параметром $\bar{\omega}St$ останнє значення вихідного сигналу	$\bar{\omega}St$
$\bar{\omega}St$ (MVST)	Значення вихідної потужності в стані «Зупинення регулювання»****	0...100	[%]	0

Продовження таблиці А.1

Параметр		Допустимі значення	Коментарі	Заводське налаштування
Позначення	Найменування			
LbA (LBA)	Час діагностики обриву контура****	0...9999 0	[с] Функція виявлення обриву контура не працює	$\square$
$LbAB$ (LBAВ)	Ширина зони діагностики обриву контура* ****	0...9999	[од. вим.]	$\square\square$
Група $\overline{COM}$ (COMM). Параметри обміну по RS-485				
$Prot$ (PROT)	Протокол обміну даними	$\overline{RTU}$ $\overline{ASCII}$	АКУТЕК Modbus RTU Modbus ASCII	$\overline{RTU}$
bPS (bPS)	Швидкість обміну даними в мережі імпульсів керування	2,4; 4,8; 9,6; 14,4; 19,2; 28,8; 38,4; 57,6; 115,2	кбіт/с Повинна відповідати швидкості обміну, що встановлена в мережі	115.2
$A.Len$ (A.Len)	Довжина мережевої адреси	8 11	[біт]	$8b$
$Addr$ (Addr)	Базова адреса пристрою в мережі, що організована за стандартом RS-485	0...2047	Забороняється встановлювати однакові номери декільком пристроям на одній шині	$\square$
$rSdL$ (rSdL)	Затримка відповіді від пристрою по RS-485	0...45	[мс]	20

Продовження таблиці А.1

Параметр		Допустимі значення	Коментарі	Заводське налаштування
Позначення	Найменування			
Група $L\bar{n}Rn$ (LMAN). Параметри ручного керування ПІД-регулятором				
$\bar{o}Ed$ (O-ED)	Вихідний сигнал ПІД-регулятора	визначається параметрами $\bar{o}L-L$ і $\bar{o}L-H$	[%] На індикаторі позначення параметра не відображається/ Недоступний за інтерфейсом RS-485	$\bar{o}o$
$\bar{o}$ (O.)	Поточне значення вихідної потужності ПІД-регулятора	0,0...100,0	[%] Параметр не налаштовується Недоступний за інтерфейсом RS-485	—
Блокування кнопок і захист параметрів (вхід по коду $PR55$ (PASS) = 100)				
$E d P \bar{L}$ (EDPT)	Захист окремих параметрів від перегляду та змінень	$\bar{o}n$ $\bar{o}FF$	Вимкнено Увімкнено	$\bar{o}FF$



ПРИМІТКА

* Параметри відображаються з десятковою комою, положення якої визначається параметром dP .

** Параметр відображається тільки для пристроїв з ВП аналогового типу.

*** Параметри відображаються при $Ln\bar{L}L = \bar{o}n\bar{o}F$.

**** Параметри відображаються при $Ln\bar{L}L = P\bar{L}d$.

Додаток Б. Можливі несправності та способи їх усунення

У разі виникнення несправності під час роботи пристрою на цифровий індикатор виводиться таке повідомлення:

- *Err.5* – помилка на вході;
- *Err.54* – помилка процесора;
- *Err.Rd* – помилки внутрішнього перетворення.

Таблиця Б.1 – Можливі несправності та способи їх усунення

Несправність ¹⁾	Можлива причина	Спосіб усунення
На індикаторі при підключеному датчику відображаються <i>Err.5</i> ²⁾	Несправність датчика	Заміна датчика
	Обрив або коротке замикання лінії зв'язку «датчик-пристрій»	Перевірити працездатність датчика
	Неправильний код типу датчика	Установити код, що відповідає використовуваному датчику в параметрі <i>cn1</i>
	Неправильно виконано підключення за двопроводовою схемою з'єднання пристрою з датчиком	Установити перемичку між клемми 9–10
	Неправильне підключення датчика до пристрою	Перевірити за настановою щодо експлуатування схему підключення пристрою та датчиків
На індикаторі відображається <i> </i>	При підключенні струмового сигналу відсутній резистор	Підключити до входу пристрою навантажувальний резистор
	Виміряна величина або різниця величин перевищує значення 999,9 і не може бути відображена на чотирирозрядному індикаторі з точністю до 0,1 °C	Установити значення 0 у параметрі <i>dPt</i>

Продовження таблиці Б.1

Несправність ¹⁾	Можлива причина	Спосіб усунення
На індикаторі відображається ffff	Виміряна величина або різниця величин менша від значення мінус 999,9 і не може бути відображена на чотиризначному індикаторі з точністю до 0,1 °C	Установити значення 0 у параметрі dPt
Значення вимірюваної температури на індикаторі не відповідає реальній	Неправильний код типу датчика	Установити код, що відповідає використовуваному датчику в параметрі znt
	Введено неправильне значення параметрів «зсув характеристики»	Установити необхідне значення параметра. Якщо корекція не потрібна, установити $SH = 00$
	Використовується двопроводова схема з'єднання пристрою з датчиком	Скористатися рекомендаціями щодо підключення датчика ТО за двопроводовою схемою
	Дія електромагнітних завад	Екранувати лінію зв'язку датчика з пристроєм, екран заземлити в одній точці
На індикаторі за наявності сигналу струму відображаються нулі	Неправильне підключення датчика до пристрою	Уточнити схему підключення датчика
При нагріванні температура зменшується і при охолодженні збільшується	Неправильне з'єднання пристрою з ТП	Змінити полярність підключення ТП

Продовження таблиці Б.1

Несправність ¹⁾	Можлива причина	Спосіб усунення
Не працює вихідний пристрій компаратора (електромагнітне реле)	Неправильно заданий поріг і гістерезис компаратора	Встановити правильні значення параметрів $rL-d$ і $rL-H$
	Процес регулювання зупинено	Установити параметру $r-5$ значення rLn
Не відбувається точного підтримання температури (недогрів або перегрів)	Введено невиправдано велике значення зони нечутливості ПІД-контролера	Установити параметр «мертва зона» на необхідному рівні (рекомендоване значення від 0 до 1 °C)
	Встановлено некоректні значення коефіцієнтів ПІД-регулятора	Скористатися режим автоналаштування або ручним налаштуванням
Неможливо змінити параметри налаштування	Встановлено захист від перегляду та зміни окремих параметрів	Установити потрібне значення параметрів секретності
ПІД-регулятор зупиняється, світиться LbA	Установлено занадто короткий час діагностики обриву контура в параметрі LbA	Збільшити час діагностики або відключити його, встановивши значення параметра $LbA=0$



ПОПЕРЕДЖЕННЯ

¹⁾ Якщо несправність або ймовірна причина не вказані в таблиці, пристрій необхідно відправити на ремонт.

²⁾ При роботі з термopарою ТПР(В) повідомлення $Err.5$ не видається при температурі від 0 до 200 °C.



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-UK-1217-1.2