



**ПЕРЕТВОРЮВАЧ-РЕГУЛЯТОР
ПОТЕНЦІОМЕТРИЙ
МІКРОПРОЦЕСОРНИЙ**

ПП-10

НАСТАНОВА ЩОДО ЕКСПЛУАТУВАННЯ

ПРМК.421457.301 РЕ

**УКРАЇНА, м. Івано-Франківськ
2011**

Ця настанова щодо експлуатування є офіційною документацією підприємства МІКРОЛ.

Продукція підприємства МІКРОЛ призначена для експлуатування кваліфікованим персоналом, який застосовує відповідні прийоми і лише з метою, описаною в цьому посібнику.

Колектив підприємства МІКРОЛ висловлює велику вдячність тим фахівцям, які докладають великих зусиль для підтримки вітчизняного виробництва на належному рівні, за те, що вони ще зберегли свою силу духу, уміння, здібності та талант.

У разі виникнення питань, пов'язаних із застосуванням обладнання підприємства МІКРОЛ, а також із заявками на придбання звертатись за адресою:

Підприємство МІКРОЛ

- ☐ УКРАЇНА, 76495, м.Івано-Франківськ, вул. Автоolivмашівська, 5 Б,
- ☐ Тел (8-0342) -502701, 502702, 502703, 502704, 504410, 504411
- ☐ Факс (8-0342)-502701, 502704,502705
- ☐ E-mail:microl@microl.ua support@microl.ua
- ☐ <http://www.microl.ua>

Copyright © 2001-2011 by MICROL Enterprise. All Rights Reserved.

КОРОТКИЙ ЗМІСТ

Глава	Найменування глави	Стор.
1	Вступ	6
2	Призначення. Функціональні можливості	7
3	Технічні характеристики	8
4	Комплектність постачання ПП-10	12
5	Конструкція та принцип роботи	14
6	Рівні роботи, рівні захисту, рівні конфігурації та налаштувань	24
7	Комунікаційні функції	30
8	Вказівка заходів безпеки	38
9	Порядок встановлення та монтажу	39
10	Підготовка до роботи. Порядок роботи	40
11	Калібрування та перевірка приладу	43
12	Технічне обслуговування	48
13	Транспортування та зберігання	48
14	Гарантії виробника	48
	ДОДАТКИ	49
	Додаток А. Габаритні та приєднувальні розміри	49
	Додаток Б. Підключення приладу. Схеми зовнішніх з'єднань	51
	Додаток В. Зведена таблиця параметрів перетворювача-регулятора ПП-10	66
	Додаток Г. Основні терміни та визначення рН-вимірювань	74
	Додаток Д. рН величини загальні індустриальних та побутових застосувань	75
	Додаток Е. Використання стандартних буферних розчинів	76

З М І С Т

1. Введення	6
2. Призначення. Функціональні можливості	7
3. Технічні характеристики	8
3.1. Аналогові вхідні сигнали	8
3.2. Аналоговий вихідний сигнал	8
3.3. Дискретні (імпульсні) вихідні сигнали.....	9
3.3.1. Транзисторний вихід.....	9
3.3.2. Релейний вихід.....	9
3.3.3. Вихід – твердотільне реле	10
3.3.4. Оптисимісторний вихід	10
3.4. Регулятор.....	10
3.5. Послідовний інтерфейс RS-485	11
3.6. Електричні дані.....	11
3.7. Корпус. Умови експлуатації.....	11
4. Комплектність постачання.	
Моделі перетворювач-регулятора ПП-10	12
5. Конструкція та принцип роботи	14
5.1. Конструкція приладу	14
5.2. Передня панель приладу	14
5.3. Призначення дисплеїв передньої панелі	14
5.4. Призначення світлодіодних індикаторів	15
5.5. Призначення клавіш	15
5.6. Структурна схема перетворювача-регулятора ПП-10	16
5.6.1. Функціональні схеми регуляторів ПП-10-2.....	16
5.6.2. Логіка роботи П-регулятора.....	18
5.7. Принцип роботи перетворювача-регулятора ПП-10	19
5.8. Розподіл входів-виходів структур регулятора ПП-10-2	19
5.9. Розрахунок ЕРС електродної системи з нормованими координатами ізопотенційної точки та опис коефіцієнтів корекції електродної характеристики	20
6. Рівні роботи, рівні захисту, рівні конфігурації та налаштувань ...	24
6.1. Діаграма рівнів роботи, рівнів захисту та рівнів конфігурації	24
6.2. Рівні захисту	24
6.3. Робочий рівень. Режим РОБОТА	24
6.4. Зміна режимів робочого рівня, рівні захисту робочого рівня	25
6.4.1. Зміна режиму роботи перетворювач-регулятора	25
Автоматичний режим роботи. Перехід на ручний режим роботи	25
Ручний режим роботи. Перехід на автоматичний режим роботи	25
6.4.2. Вибір виду та зміна значення заданої точки	26
Вибір виду заданої точки	26
Зміна значення внутрішньої заданої точки	26
6.4.3. Зміна значення управляючого впливу	26
6.5. Рівень конфігурації та налаштувань	27
6.5.1. Виклик рівня конфігурації та налаштувань	27
6.5.2. Призначення рівнів конфігурації	28
6.5.3. Вибір параметрів	28
6.5.4. Фіксування налаштувань	28
6.5.5. Рівень дозволу входу у конфігурацію та запис параметрів в енергонезалежну пам'ять	29
7. Комунікаційні функції	30
7.1. Таблиця програмнодоступних регістрів перетворювача-регулятора ПП-10	31
7.2. MODBUS протокол	33
7.3. Приклад розрахунку контрольної суми (CRC)	34
7.4. ФОРМАТ КОМАНД	37
8. Вказівка заходів безпеки	38

9. Порядок встановлення та монтажу	39
9.1. Вимоги до місця встановлення	39
9.2. З'єднання із зовнішніми пристроями. Вхідні та вихідні ланцюги	39
9.3. Підключення електроживлення блоків	39
10. Підготовка до роботи. Порядок роботи	40
10.1. Підготовка до роботи	40
10.2. Конфігурація приладу	40
10.3. Режим РОБОТА	41
10.4. Ручне встановлення параметрів регулювання перехідної функції	42
11. Калібрування та перевірка приладу	43
11.1. Калібрування мікропроцесорного регулятора ПП-10-2	43
11.1.1. Калібрування аналогового входу AI1.....	43
11.1.2. Порядок калібрування входу AI2 для підключення датчиків термометрів опору.....	44
11.1.3. Калібрування аналогового виходу	45
11.2. Калібрування вимірювального перетворювача ПП-10-1	45
11.3. Комплексне калібрування датчика, вимірювального перетворювача ПП-10-1 та мікропроцесорного регулятора ПП-10-2.....	46
12. Технічне обслуговування	48
13. Транспортування та зберігання	48
14. Гарантії виробника	48
ДОДАТКИ	49
Додаток А Габаритні та приєднувальні розміри	49
А.1 Габаритні та приєднувальні розміри перетворювач-регулятора ПП-10-2	49
А.2 Габаритні та приєднувальні розміри вимірювального перетворювача ПП-10-1	50
Додаток Б Підключення приладу. Схеми зовнішніх з'єднань ..	51
Б.1 Схема розташування сигналів та габаритні розміри клемно-блочного з'єднувача КБЗ-25-11.....	52
Б.2 Схема розташування сигналів та габаритні розміри клемно-блочних з'єднувачів КБЗ-28Р-11, КБЗ-28К-11, КБЗ-28С-11.....	53
Б.3 - Схема розпаювання кабелю клемно-блочних з'єднувачів КБЗ-25-11-0,75, КБЗ-28Р-11-0,75, КБЗ-28К-11-0,75 та КБЗ-28С-11-0,75.....	54
Б.4 Підключення датчиків до приладу за допомогою КБЗ-25-11.....	55
Б.5 Підключення датчиків до приладу за допомогою КБЗ-28Р-11, КБЗ-28К-11 або КБЗ-28С-11.....	56
Б.6 Підключення вимірювального перетворювача ПП-10-1	57
Б.7 Підключення виконавчих пристроїв до аналогового виходу АТ	58
Б.8 Схема зовнішніх підключень аналогового виходу модуля розширення МР-51-05 за допомогою КБЗ-8-07	59
Б.9 Підключення дискретних навантажень до КБЗ-25-11 і КБЗ-28Р-11	60
Б.10 Підключення дискретних навантажень до КБЗ-28К-11	61
Б.11 Підключення дискретних навантажень до КБЗ-28С-11	62
Б.12 Схема підключення інтерфейсу RS-485	64
Додаток В. Зведена таблиця параметрів регулятора ПП-10.....	66
Додаток Г. Основні терміни та визначення рН-вимірювань	74
Додаток Д. рН величини загальні індустріальних та побутових застосувань.....	75
Додаток Е. Використання стандартних буферних розчинів	76

1. Введення

Дана настанова щодо експлуатування призначена для ознайомлення споживачів з призначенням, моделями, принципом дії, конструкцією, монтажем, експлуатацією та обслуговуванням **мікропроцесорного перетворювача-регулятора потенціометричного ПП-10**, який складається з вимірювального перетворювача ПП-10-1 та мікропроцесорного регулятора ПП-10-2 (Надалі - перетворювач-регулятор потенціометричний ПП-10).

УВАГА !

Перед використанням виробу, будь ласка, перегляньте цю настанову щодо експлуатування

Нехтування запобіжними заходами та правилами експлуатації може стати причиною травмування персоналу або пошкодження обладнання!

У зв'язку з постійною роботою з удосконалення виробу, що підвищує його надійність та покращує характеристики, в конструкцію можуть бути внесені незначні зміни, які не відображені у цьому виданні.

Скорочення, прийняті в цій настанові

У найменуваннях параметрів, на рисунках, при цифрових значеннях та тексті використані скорочення та аббревіатури (див. таблицю 1.1), що означають таке:

Таблиця 1.1. Скорочення та аббревіатури

Абревіатура (символ)	Повне найменування	Значення
PV або X	Process Variable	Вимірювана величина (контрольований та регульований параметр)
SP або W	Setpoint	Задана точка (завдання регулятора)
MV або Y	Manipulated Variable	Маніпульована змінна, змінна, що представляє значення керуючого впливу, що подається на аналоговий вихід пристрою
Z	External Disturbance	Зовнішнє вплив, що збурює
LSP	Local Setpoint	Локальна (внутрішня) задана точка
T, t	Time	Час, інтервал часу
AI	Analogue Input	Аналогове вхід
AO	Analogue Output	Аналоговий вихід
DO	Discrete Output	Дискретний вихід

2. Призначення. Функціональні можливості

Мікропроцесорний перетворювач-регулятор потенціометричний ПП-10 вимірює і регулює - в залежності від конфігурації - величину pH або редокс-потенціал (мВ/ORV) у водних розчинах.

Вимірювальний перетворювач ПП-10-1 має вхід для підключення:

- вимірювального осередку pH (скляного та опорного електрода),
- вимірювального осередку редокс-потенціалу (металевого та опорного електрода).

Вимірювальний перетворювач ПП-10-1 призначений для перетворення е.д.с. чутливих елементів первинних перетворювачів, що застосовуються для потенціометричних вимірювань, в безперервний електричний вихідний сигнал постійного струму.

Вихід перетворювача ПП-10-1 підключається до входу перетворювача-регулятора потенціометричного ПП-10-2. До другого аналогового входу регулятора ПП-10-2 може бути підключений термоперетворювач опору автоматичної корекції вимірюваного параметра за температурою.

Перетворювачі-регулятори потенціометричні ПП-10-2 є новим класом сучасних цифрових регуляторів безперервної дії з імпульсним виходом. Перетворювачі-регулятори використовуються для управління технологічними процесами в промисловості. Регулятор ПП-10-2 дозволяє забезпечити високу точність підтримки значення параметра, що вимірюється. Відмінною особливістю перетворювача-регулятора ПП-10-2 є наявність трирівневої гальванічної ізоляції між входами, виходами та ланцюгом живлення.

Перетворювач-регулятор призначений як для автономного, так і для комплексного використання в АСУТП в енергетиці, металургії, хімічній, харчовій та інших галузях промисловості та народному господарстві.

Перетворювач-регулятор потенціометричний ПП-10 призначений:

- для вимірювання контрольованого вхідного фізичного параметра - значення величини pH або редокс-потенціалу (мВ/ORV) та температури середовища (розчину), обробки, перетворення та відображення поточних значень на вбудованих чотирирозрядних цифрових індикаторах,
- перетворювач-регулятор формує вихідний імпульсний або аналоговий сигнал керування зовнішнім виконавчим механізмом, забезпечуючи імпульсне регулювання вхідного параметра за П, ПІ, ПД або ПІД законом відповідно до заданої користувачем логіки роботи та параметрів регулювання,
- перетворювач-регулятор формує вихідні сигнали технологічної сигналізації, на передній панелі є індикатори для сигналізації технологічно небезпечних зон, сигнали перевищення (заниження) регульованого або вимірюваного параметра.
- гальванічно розділений аналоговий вихід вимірюваного значення 0(4)-20 мА, що вільно вибирається і масштабується для ретрансмісії параметрів: величини pH, редокс-потенціалу, температури або заданої точки.

Структура перетворювача-регулятора ПП-10-2 конфігурацією може бути змінена для вирішення наступних завдань регулювання:

- ☐ 2-х, 3-х позиційного, імпульсного або аналогового регулятора,
- ☐ Індикатори фізичних величин: pH або редокс-потенціалу (мВ/ORV) та температури середовища.

Внутрішня програмна пам'ять перетворювач-регулятора ПП-10-2 містить велику кількість стандартних функцій, необхідних для управління технологічними процесами більшості інженерних прикладних завдань, наприклад, таких як:

- сигналізацію відхилень за уставками мінімум і максимум,
- програмне калібрування каналів за зовнішнім еталонним джерелом аналогового сигналу,
- цифрова фільтрація,
- масштабування шкал вимірюваних параметрів.

Перетворювачі-регулятори потенціометричні ПП-10-2 конфігуруються через передню панель приладу або гальванічно розділений інтерфейс RS-485 (протокол ModBus), що також дозволяє використовувати прилад як віддалений контролер при роботі в сучасних мережах управління та збору інформації.

Параметри конфігурації перетворювач-регулятора ПП-10-2 зберігаються в енергонезалежній пам'яті та прилад здатний відновити виконання завдань керування після переривання напруги живлення. Батарея резервного живлення не використовується.

Регулятори можуть виготовлятися за індивідуальним технічним завданням виконання конкретної технологічної задачі.

3. Технічні характеристики

3.1. Аналогові сигнали регулятора ПП-10-2

AI1 - вхідний вимірюваний, контрольований та регульований параметр величини рН або редокс-потенціалу (mB/ORV)

AI2 - вхідний сигнал від термоперетворювача опору для автоматичної корекції вимірюваного параметра температури

Таблиця 3.1. Технічні характеристики аналогових вхідних сигналів

Технічна характеристика	Значення
Кількість аналогових входів	2
Тип вхідного аналогового сигналу: AI1 - параметр величини рН або редокс-потенціалу (mB/ORV)	Уніфіковані ГОСТ26.011-80 0-5 мА, R _{вх} = 400 Ом 0-20 мА, R _{вх} = 100 Ом 4-20 мА, R _{вх} = 100 Ом 0-10В, R _{вх} = 25 кОм
Тип вхідного аналогового сигналу: AI2 - вхідний сигнал від термоперетворювача опору для автоматичної корекції вимірюваного параметра температури	Уніфіковані ГОСТ26.011-80 0-5 мА, R _{вх} = 400 Ом 0-20 мА, R _{вх} = 100 Ом 4-20 мА, R _{вх} = 100 Ом 0-10В, R _{вх} = 25 кОм Термоперетворювачі опорів ДСТУ2858-94 ПММ 50М, W100 = 1,426, -50 ... +200 °С ПММ 100М, W100 = 1,426, -50 ... +200 °С ТСП 50П, W100 = 1,391, -50 ... +200 °С, Pt50 ТСП 100П, W100 = 1,391, -50 ... +200 °С, Pt100
Роздільна здатність АЦП	≤ 0,015% (16 розрядів)
Межа основної наведеної похибки вимірювання вхідних параметрів	≤ 0,2% для уніфікованих аналогових входів ≤ 0,2% або ≤ 0,5 °С для датчиків ТСМ, ТСП, Pt50, Pt100
Точність індикації	0,01%
Вплив температури навколишнього середовища	≤ 0,04%/°С
Період виміру	Не більше 0,1 с
Період оновлення інформації на дисплеї	Не більше 0,5 с
Гальванічна розв'язка аналогових входів	Кожен вхід гальванічно ізольований від інших входів та інших ланцюгів

Типи датчиків, межі та точність вимірювання

Таблиця 3.1.2 - Типи датчиків, межі та точність вимірювання

Код входу (Параметр 3.00)	Тип датчика	Градувальна характеристика та НСХ	Граничні значення, що індикуються при калібруванні приладу	Допустима основна наведена похибка виміру		Граничні значення вхідного сигналу під час калібрування приладу	
						Початкове значення	Кінцеве значення
0000 0001	0-5 мА 0-20 мА 4-20 мА 0-10 В	Лінійна	0,0...100,0 % або у встановлених технічних одиницях	≤ 0,2%		0 мА 0 мА 4 мА 0 В	5 мА 20 мА 20 мА 10 В
0002	ПММ	50М, W100 = 1,428	-50,0 °С... +200,0 °С	≤ 0,2%	≤ 0,5 °С	39,22 ом	92,77 ом
0003	ПММ	100М, W100 = 1,428	-50,0 °С... +200,0 °С	≤ 0,2%	≤ 0,5 °С	78,45 ом	185,55 ом
0004	ТСП	50П, W100 = 1,391, Pt50	-50,0 °С... +650,0 °С	≤ 0,2%	≤ 1,4 °С	40,00 ом	166,61 ом
0005	ТСП	100П, W100 = 1,391, Pt100	-50,0 °С... +650,0 °С	≤ 0,2%	≤ 1,4 °С	80,00 ом	333,23 ом

Примітки.

Другий канал AI2 регулятора ПП-10 може бути налаштований на підключення будь-якого типу датчика.

3.2. Аналоговий уніфікований вихідний сигнал

АО - вихідний аналоговий сигнал вимірюючого значення для ретрансмісії параметрів: величини рН, редокс-потенціалу або температури

Таблиця 3.2. Технічні характеристики аналогових уніфікованих вихідних сигналів

Технічна характеристика	Значення
Кількість аналогових виходів	1
Тип вихідного аналогового сигналу	Уніфіковані ГОСТ26.011-80 0-5 мА, R _н ≤ 2000 Ом 0-20 мА, R _н ≤ 500 Ом 4-20 мА, R _н ≤ 500 Ом 0-10В, R _н ≥ 2000 Ом - на вимогу замовника
Роздільна здатність ЦАП	≤ 0,0015% (16 розрядів)
Межа основної наведеної похибки формування вихідного сигналу після калібрування	≤ 0,2%
Залежність вихідного сигналу від опору навантаження	≤ 0,1%
Вплив температури навколишнього середовища	≤ 0,04%/°C
Гальванічна розв'язка аналогового виходу	Вихід гальванічно ізолюваний від інших виходів та інших ланцюгів

Примітка. ПП-10 може комплектуватися модулем розширення МР-51-05. При цьому в перетворювачі-регуляторі буде додатковий аналоговий вихід.

3.3. Дискретні (імпульсні) вихідні сигнали

DO1 - сигнали МЕНШЕ

DO2 - сигнали БІЛЬШЕ

DO3 - сигнали технологічної сигналізації MIN,

DO4 – сигнали технологічної сигналізації MAX.

Сигнали DO3 і DO4 можуть використовуватися як виходи управління дво-і трипозиційним навантаженням.

3.3.1. Транзисторний вихід

Таблиця 3.3.1. Технічні характеристики дискретних вихідних сигналів Транзисторний вихід

Технічна характеристика	Значення
Кількість дискретних виходів	4
Тип виходу	Відкритий колектор (NPN транзистора)
Максимальна напруга комутації	≤ 40 В постійного струму
Максимальний струм навантаження кожного виходу	≤ 100 мА
Гальванічна розв'язка дискретних виходів	Виходи пов'язані у групу з чотирьох виходів і гальванічно ізолювані від інших виходів та інших ланцюгів
Сигнал логічного "0"	Розімкнений стан транзисторного ключа
Сигнал логічного "1"	Замкнений стан транзисторного ключа.
Вид навантаження	Активна, індуктивна
Напруга зовнішнього джерела живлення	Нестабілізована, (20-40)В постійного струму

3.3.2. Релейний вихід, за наявності в замовленні клемно-блочного з'єднувача з реле КБЗ-28Р-11

Таблиця 3.3.2. Технічні характеристики дискретних вихідних сигналів Релейний вихід

Технічна характеристика	Значення
Кількість дискретних виходів	4
Тип виходу	Перемикаючі контакти реле з іскрогасним ланцюгом
Максимальна напруга комутації змінного (діюче значення) або постійного струму	220В
Максимальний струм навантаження кожного виходу	≤ 8 А
Сигнал логічного "0"	Розімкнений стан контактів реле.
Сигнал логічного "1"	Замкнутий стан контактів реле.
Вид навантаження	Активна, індуктивна
Максимальне споживання (обмоток реле) чотирьох включених каналів від зовнішнього джерела постійного струму 24В	80 мА
Напруга зовнішнього джерела живлення	Нестабілізована, (20-28)В постійного струму

3.3.3 Вихід – твердотільне (не механічне) реле, при наявності в замовленні клемно-блочного з'єднувача з твердотільним реле КБЗ-28К-11

Таблиця 3.3.3 – Технічні характеристики дискретних вихідних сигналів. Вихід – твердотільне реле.

Технічна характеристика	Значення
Кількість дискретних виходів	4
Тип виходу	Замикаючі контакти реле
Максимальна напруга комутації змінного (діюче значення) або постійного струму	60В макс.
Максимальний струм навантаження кожного виходу	≤ 1 А (AC) змінного струму, ≤ 1 А (DC) постійного струму
Сигнал логічного "0" Сигнал логічного "1"	Розімкнений стан контактів реле. Замкнуте стан контактів реле.
Вид навантаження	Активна, індуктивна
Максимальне споживання чотирьох увімкнених каналів від зовнішнього джерела постійного струму 24В	80 мА
Напруга зовнішнього джерела живлення	Нестабілізована, (20-28)В постійного струму

3.3.4 Оптиосимісторний вихід, при наявності в замовленні клемно-блочного з'єднувача з оптиосимісторами КБЗ-28С-11

Таблиця 3.3.4 – Технічні характеристики дискретних вихідних сигналів. Оптиосимісторний вихід

Технічна характеристика	Значення
Кількість дискретних виходів	4
Тип виходу	Малопотужний оптиосимістор, вбудований детектор нульової напруги фази дозволяє включати навантаження тільки при мінімальній напрузі на ній (запобігає створенню перешкод у мережі)
Максимальна напруга комутації змінного (діюче значення) або постійного струму	Не більше 600В змінного струму
Максимальний струм навантаження кожного виходу	- не більше 50 мА - в імпульсному режимі частотою 50 Гц із тривалістю імпульсу не більше 5 мс – до 1 А - піковий струм перевантаження з тривалістю імпульсу 100 мкс та частотою 120 ім/с – до 1 А
Сигнал логічного "0" Сигнал логічного "1"	Вимкнений стан оптиосимістора. Увімкнений стан оптиосимістора.
Вид навантаження	Активне, індуктивне
Максимальне споживання чотирьох увімкнених каналів від зовнішнього джерела постійного струму 24В	80 мА
Напруга зовнішнього джерела живлення	Нестабілізована, (20-28)В постійного струму

3.4. Регулятор

Таблиця 3.4. Технічні характеристики регулятора

Технічна характеристика	Значення
Число контурів регулювання	1
Вид регулятора	Імпульсний регулятор (з імпульсним виходом) Аналоговий регулятор (з аналоговим виходом) Двопозиційний регулятор (з дискретним виходом) Трипозиційний регулятор (з дискретним виходом)
Режими роботи регулятора	Локальний, дистанційний, ручний, автоматичний
Метод встановлення заданої точки	Локальний (цифровий), дистанційний (інтерфейсний)
Структура регулятора (Закони регулювання)	П, ПІ, ПД, ПІД, двопозиційний, трипозиційний
Контрольовані параметри	Вимірювана величина, задана точка, значення виходу або положення виконавчого механізму
Вигляд балансування вузла задавача	Статичне, динамічне

3.5. Послідовний інтерфейс RS-485

Таблиця 3.5. Технічні характеристики послідовного інтерфейсу RS-485

Технічна характеристика	Значення
Конфігурації мережі	Багатоточкова
Кількість приймачів	32 приймача на одному сегменті
Максимальна довжина лінії в межах одного сегмента мережі	1200 метрів (4000 футів)
Кількість активних передавачів	1 (тільки один активний передавач)
Максимальна кількість вузлів у мережі	250 з урахуванням магістральних підсилювачів
Характеристика швидкості обміну/довжина лінії зв'язку (експоненційна залежність):	62,5 кбіт/с1200 м (одна кручена пара) 375 кбіт/с300 м (одна кручена пара) 2400 кбіт/с100 м (дві кручені пари) 10000 кбіт/с10 м (дві кручені пари) Примітка. Швидкості обміну 62,5 кбіт/с, 375 кбіт/с, 2400 кбіт/с обумовлено стандартом RS-485. На швидкостях обміну понад 500 кбіт/с рекомендується використовувати екрановані кручені пари.
Тип приймачів	Диференційний, потенційний
Вид кабелю	Вита пара, екранована вита пара
Гальванічна розв'язка	Інтерфейс гальванічно ізолюваний від входів-виходів та інших ланцюгів
Протокол зв'язку	Modbus режим RTU (Remote Terminal Unit)
Призначення інтерфейсу	Для конфігурування приладу, для використання як віддаленого контролера при роботі в сучасних мережах управління та збору інформації (прийому-передачі команд та даних)

3.6. Електричні дані

Таблиця 3.6. Технічні характеристики електроживлення

Технічна характеристика	Значення
Електроживлення (підключення до мережі)	~220 (+22 -33)В, (50 ± 1) Гц або = 24В □ 4 В
споживана потужність	≤ 8,5 Вт (~220В) ≤ 200 мА (=24 В)
Захист даних	EEPROM, сегнетоелектрична NVRAM
Підключення	З заднього боку приладу за допомогою клемно-блочного з'єднувача

3.7. Корпус. Умови експлуатації

Таблиця 3.7. Умови експлуатації

Технічна характеристика	Значення
Тип корпусу	Корпус для утепленого щитового монтажу
Розміри фронтальної рамки	96 x 96 мм
Монтажна глибина	190 мм max
Виріз на панелі	92+0,8 x 92+0,8 мм
Кріплення корпусу	В електрощитах
Температура навколишнього середовища	від мінус 40 °С до 70 °С
Кліматичне виконання	виконання групи 4 згідно з ГОСТ 22261, але для роботи при температурі від мінус 40 до 70 °С
Атмосферний тиск	від 85 до 106,7 кПа
Вібрація	виконання 5 згідно з ГОСТ 22261
Приміщення	закрите, вибухо-, пожежобезпечне. Повітря в приміщенні не повинне містити пилу та домішки агресивних парів і газів, що викликають корозію (зокрема: газів, що містять сірчисті сполуки або аміак).
Положення під час монтажу	Будь-яке
Ступінь захисту	ПП-10-1IP65 ПП-10-2IP30; клемно-блокові з'єднувачі IP20 згідно з ГОСТ 14254-96
Вага	Не більше 0,6 кг для ПП-10-1 Не більше 1,0 кг для ПП-10-2

4. Комплектність постачання

4.1. Об'єм постачання перетворювача-регулятора потенціометричного ПП-10

Таблиця 4.1. Об'єм постачання регулятора ПП-10

Найменування виробу	Кількість
Мікропроцесорний перетворювач-регулятор потенціометричний ПП-10-2, у комплекті з вимірювальним перетворювачем ПП-10-1	1
Комплект кріпильних затискних елементів	1
Настанова щодо експлуатування (з розрахунку - 1 екземпляр на будь-яку кількість виробів при постачанні на одну адресу)	1
Клемно-блочний з'єднувач КБЗ-25-11-0,75	*
Клемно-блочний з'єднувач КБЗ-28Р-11-0,75	*
Клемно-блочний з'єднувач КБЗ-28К-11-0,75	*
Клемно-блочний з'єднувач КБЗ-28С-11-0,75	*
Клемно-блочний з'єднувач КБЗ-8-07-0,75	*

* поставляється за окремим замовленням

4.2. Моделі перетворювача-регулятора ПП-10

Позначення при замовленні: Вимірювальний перетворювач ПП-10-1-Е-С,

де:

Е- тип і марка електрода, що підключається:

С- код вихідного аналогового сигналу: 2 – 0-20 мА.

Позначення: Мікропроцесорний регулятор ПП-10-2-АА-ВВ-С-ДД-U-R-ТТ,

де:

АА код входу 1-го каналу вимірювання рН або редокс потенціалу (сигнал від вимірювального перетворювача)
02- 0-20 мА

ВВ код входу 2-го каналу вимірювання температури

01- 0-5 мА, **02** - 0-20 мА, **03** - 4-20 мА, **04** - 0-10 В

05- ПММ 50М, W100 = 1,428, -50 ... +200 °С

06- ПММ 100М, W100 = 1,428, -50 ... +200 °С

07- ТСП 50П, W100 = 1,391, -50 ... +200 °С, Pt50

08- ТСП 100П, W100 = 1,391, -50 ... +200 °С, Pt100

С- код вихідного аналогового сигналу: 1 - 0-5 мА, 2 - 0-20 мА, 3 - 4-20 мА, 4 - 0-10В

ДД- тип та довжина клемно-блочного з'єднувача вхідних та вихідних сигналів:

Т 0- КБЗ відсутній,

Т 0,75- транзисторними виходами КБЗ-25-11-0,75,

Р 0,75- з релейними виходами КБЗ-28Р-11-0,75,

З 0,75- із симісторними виходами КБЗ-28С-11-0,75,

До 0,75- з твердотільними реле КБЗ-28К-11-0,75.

Літера відповідає типу вихідного сигналу та типу з'єднувача:

Цифра 0,75 відповідає стандартній довжині з'єднувача у метрах.

КБЗ замовляється окремо та у вартість приладу не входить.

U- напруга живлення:

220- 220В змінного струму, **24** - 24В постійного струму

R- код вихідного аналогового сигналу модуля розширення МР-51-05:

0- модуль УСО відсутній, 1 - 0-5мА, 2 - 0-20мА, 3 - 4-20мА, 4 - 0-10В

ТТ- тип та довжина клемно-блочного з'єднувача модуля розширення УСО:

0- КБЗ відсутній, **0,75** – КБЗ-8-07-0,75 для МР-51-05

Цифра 0,75 відповідає стандартній довжині з'єднувача у метрах.

КБЗ замовляється окремо та у вартість приладу не входить.

Увага! При замовленні приладу необхідно вказувати його повну назву, в якому присутні характеристики давачів, що підключаються, тип аналогового виходу, наявність і довжина клемно-блочного з'єднувача.

Виконання клемно-блочного з'єднувача: КБЗ-25-11-0,75-----
1 2

де: 1 - КБЗ-25-11 – модель та виконання клемно-блочного з'єднувача
2 - довжина клемно-блочного з'єднувача в метрах (за замовчуванням 0,75 м).

Виконання клемно-блочного з'єднувача: КБЗ-28Р-11-0,75-----
1 2

де: 1 - КБЗ-28Р-11 – модель та виконання клемно-блочного з'єднувача
2 - довжина клемно-блочного з'єднувача в метрах (за замовчуванням 0,75 м).

Виконання клемно-блочного з'єднувача: КБЗ-28К-11-0,75-----
1 2

де: 1 - КБЗ-28К-11 – модель та виконання клемно-блочного з'єднувача
2 - довжина клемно-блочного з'єднувача в метрах (за замовчуванням 0,75 м).

Виконання клемно-блочного з'єднувача: КБЗ-28С-11-0,75-----
1 2

де: 1 - КБЗ-28С-11 – модель та виконання клемно-блочного з'єднувача
2 - довжина клемно-блочного з'єднувача в метрах (за замовчуванням 0,75 м).

Виконання клемно-блочного з'єднувача: КБЗ-8-07-0,75-----
1 2

де: 1 - КБЗ-8-07 – модель та виконання клемно-блочного з'єднувача
2 - довжина клемно-блочного з'єднувача в метрах (за замовчуванням 0,75 м).

Увага! При замовленні приладу необхідно вказувати повну назву, в якому присутні типи входів і виходів.

Наприклад, замовлено виріб: "ПП-10-2-03-08-2-Р0, 75-220-0-0"

При цьому виготовлення та постачання споживачеві підлягає:

- 1) мікропроцесорний перетворювач-регулятор ПП-10-2,
- 2) працюючий з первинним вимірювальним перетворювачем ПП-10-1, який формує уніфікований вихідний сигнал та підключаються до входу "Параметр" (код 03),
- 3) працюючий з давачем типу ТСП 100П, $W_{100} = 1,391, -50 \dots +200^{\circ}\text{C}$ на вході "Температурна корекція" (код 08),
- 4) формує вихідний аналоговий сигнал 0-20мА (вихід аналогового регулятора або при ретрансмісії) (код 2)
- 5) Клемно-блочний з'єднувач КБЗ-28Р-11-0,75 із довжиною з'єднувача 0,75 метра (код Р0,75)
- 6) напруга живлення 220 В
- 7) модуль УСО та КБЗ до нього відсутні.

5. Конструкція та принцип роботи

5.1. Конструкція приладу

Мікропроцесорний перетворювач-регулятор потенціометричний ПП-10-2, у комплекті з вимірювальним перетворювачем ПП-10-1, сконструйований за блочним принципом і включає:

- 1) вимірювальний перетворювач ПП-10-1
- 2) перетворювач-регулятор потенціометричний ПП-10-2

5.2. Передня панель приладу

Для кращого спостереження та управління технологічним процесом перетворювач-регулятор ПП-10-2 обладнаний активною чотирирозрядною цифровою індикацією для відображення вимірюваної величини – дисплей **ПАРАМЕТРІВ**, температури - дисплей **Т°С**, значення вихідного аналогового сигналу - дисплей **ВИХІД**, що подається на аналоговий вихід пристрою, необхідною кількістю кнопок обслуговування та світлодіодних сигналізаційних індикаторів для різних статусних режимів і сигналів. Зовнішній вигляд передньої панелі перетворювач-регулятора ПП-10-2 наведено на рисунку 5.1.



Рисунок 5.1. Зовнішній вигляд передньої панелі перетворювач-регулятора ПП-10

5.3. Призначення дисплеїв передньої панелі

- **Дисплей ПАРАМЕТР** У режимі РОБОТА індикують значення вимірюваної величини (рН, рХ, mV).
У режимі КОНФІГУРУВАННЯ відображається значення вибраного параметра.
- **Дисплей ЗАВДАННЯ** У режимі РОБОТА відображається значення заданої точки або значення температури (у режимі ручної або автоматичної корекції).
У режимі КОНФІГУРУВАННЯ відображається номер параметра конфігурації.
- **Дисплей ВИХІД** Індикують значення керуючого впливу (%):
- подається на аналоговий виконавчий механізм,
- значення аналогового осередку пам'яті імпульсного виходу, сигнал положення виконавчого механізму
- значення аналогового виходу в режимі ретрансмісії.

5.4. Призначення світлодіодних індикаторів

- **Індикатор MAX** Світиться, якщо значення вимірюваної величини перевищує значення сигналізації сигналу відхилення MAX.
- **Індикатор MIN** Світиться, якщо значення вимірюваної величини менше значення сигналізації відхилення MIN.
- **Індикатор РТК** Світиться при вибраному режимі «Ручна Температурна Корекція»
- **Індикатор ЗВД** Світиться, якщо у робочому режимі у вікні «ЗВД/Т°С» здійснюється індикація значення заданої точки.
- **Індикатор РУЧ** Світиться, якщо регулятор знаходиться в ручному режимі керування, і не світиться, якщо регулятор перебуває в автоматичному режимі керування.
- **Індикатор ІНТ** Блимає, якщо відбувається передача даних інтерфейсним каналом зв'язку.
- **Індикатор mV** Світиться при використанні редоксометричної електродної системи Eh (mV)
- **Індикатор Т°** Світиться, якщо у робочому режимі у вікні «ЗВД/Т°С» здійснюється індикація значення температури корекції.
- **Індикатор ▲** Світлодіодний індикатор стану ключа БІЛЬШЕ імпульсного або трипозиційного регулятора. Світиться при увімкненому ключі БІЛЬШЕ.
- **Індикатор ▼** Світлодіодний індикатор стану ключа МЕНШЕ імпульсного або трипозиційного регулятора. Світиться при увімкненому ключі МЕНШЕ.

5.5. Призначення клавіш

- **Клавіша [P/A]** Кожне натискання клавіші викликає перехід з автоматичного режиму роботи в режим ручного керування і назад (з наступним натисканням клавіші [□], Для підтвердження виконання операції переходу).
- **Клавіша [ЗВД]** Клавіша призначена для виклику значення внутрішньої заданої точки (завдання) для редагування.
- **Клавіша [▲]** КЛАВІША БІЛЬШЕ. При кожному натисканні цієї клавіші здійснюється збільшення значень, заданої точки, вихідного сигналу керування регулятора (керуючого впливу в ручному режимі) або значення параметра, що змінюється. При утриманні цієї клавіші в натиснутому положенні збільшення значень відбувається безперервно.
- **Клавіша [▼]** Клавіша МЕНШЕ. При кожному натисканні цієї клавіші здійснюється зменшення значень, заданої точки, вихідного сигналу керування регулятора (керуючого впливу в ручному режимі) або значення параметра, що змінюється. Утримуючи цю клавішу, у натиснутому положенні зменшення значень відбувається безперервно.
- **Клавіша [↻]** Клавіша призначена для підтвердження виконуваних дій або операцій, для фіксації значень, що вводяться. Наприклад, підтвердження переходу з автоматичного режиму роботи в режим ручного керування та назад, фіксація введення зміненої заданої точки, підтвердження входу в режим конфігурації, просування по рівнях конфігурації тощо.
- **Клавіша [↺]** Клавіша призначена для виклику меню конфігурації, а також просування меню конфігурації.
У робочому режимі у вікні ЗВД/Т°С здійснює перемикання індикації значення заданої точки або значення температури корекції.

5.6. Структурна схема перетворювача-регулятора ПП-10

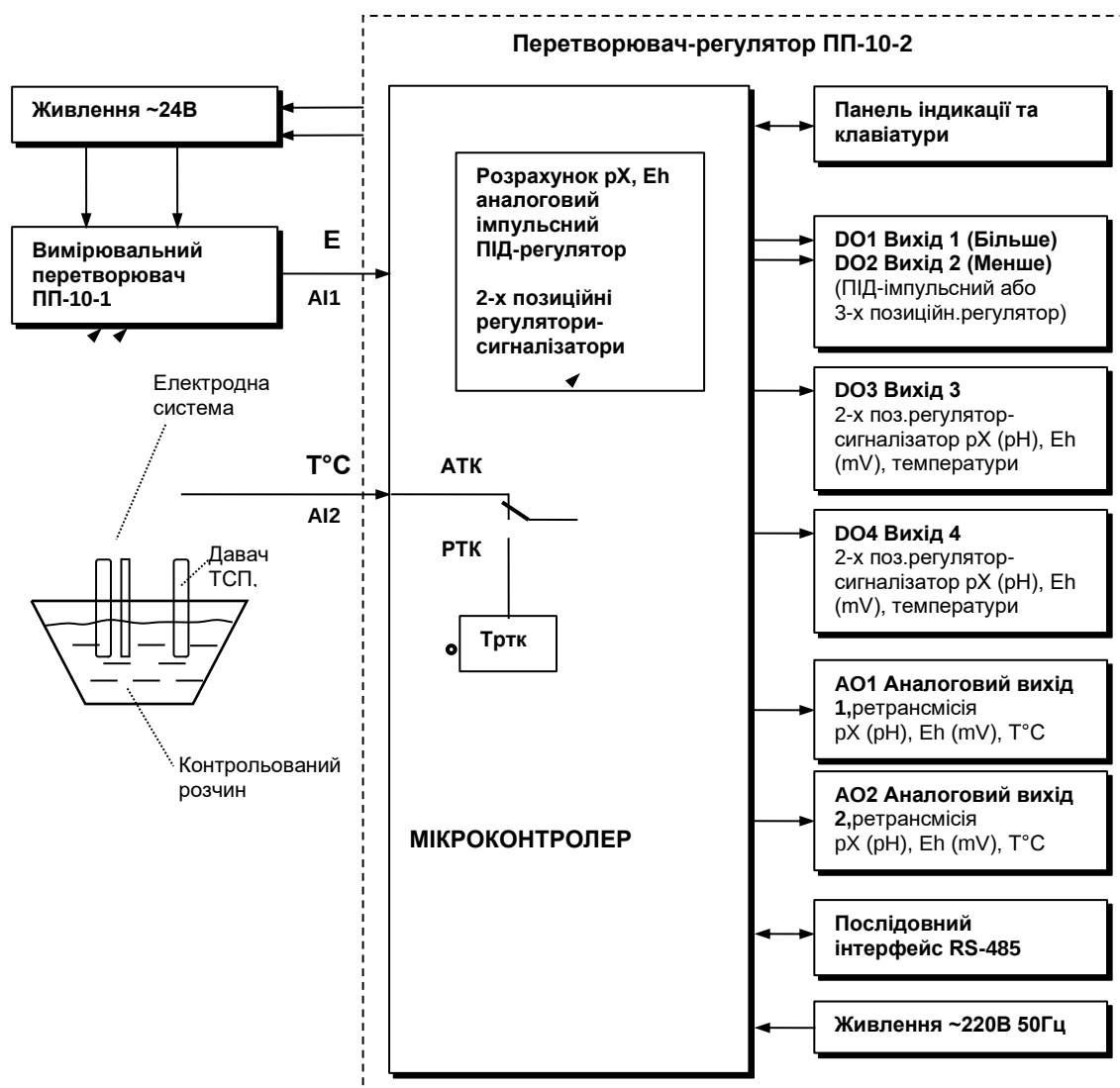


Рисунок 5.2. Структурна схема мікропроцесорного перетворювача-регулятора потенціометричного ПП-10-2, у комплекті з вимірювальним перетворювачем ПП-10-1

5.6.1 Функціональні схеми регуляторів ПП-10-2

Перетворювач-регулятор ПП-10-2 має шість типів регулювання:

- 0001 – аналоговий регулятор із внутрішнім зворотним зв'язком
- 0002- імпульсний регулятор з внутрішнім зворотним зв'язком
- 0003- імпульсний із зовнішнім зворотним зв'язком - з кінцевими вимикачами
- 0004- 3-х позиційний регулятор
- 0005- 2-х позиційний регулятор
- 0006- імпульсний П-регулятор

Функціональні схеми регулятора представлені на рисунку 5.2.1.

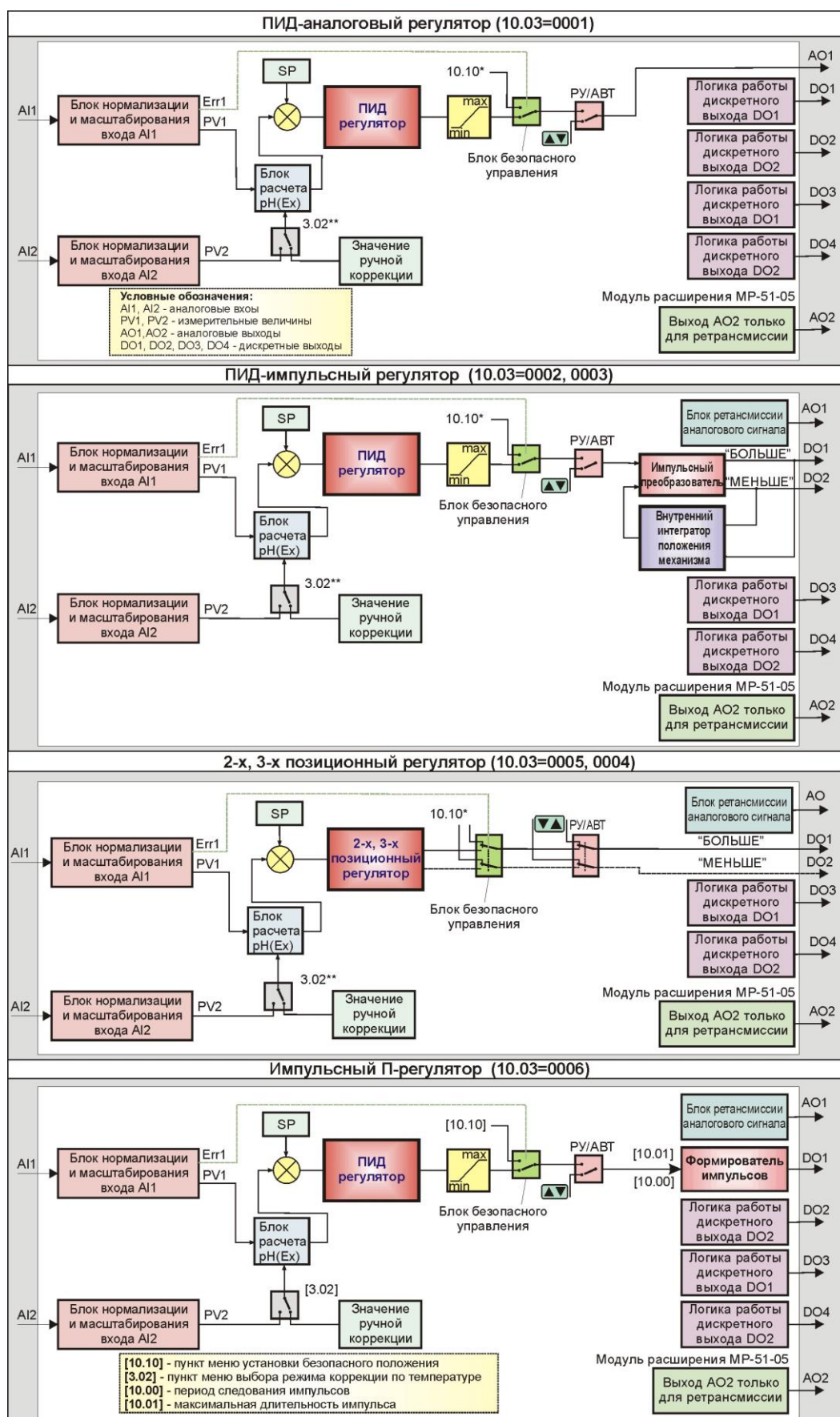
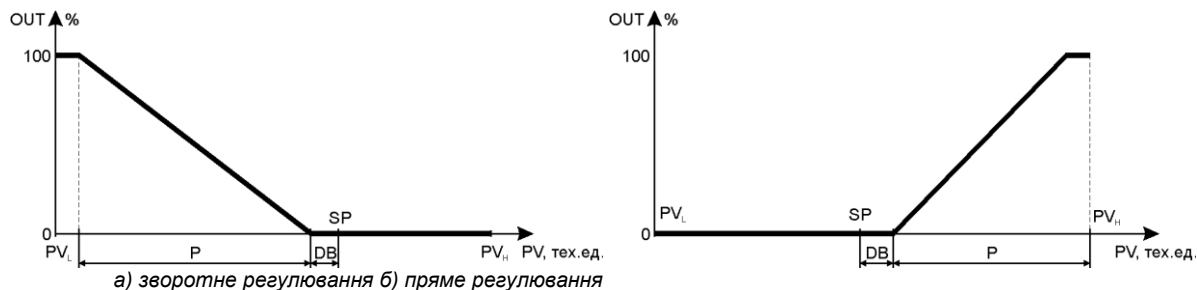


Рисунок 5.2.1 – Функціональні схеми типів регулятора ПП-10-2

5.6.2 Логіка роботи П-регулятора

При виборі параметра 10.03=0006 регулювання параметра здійснюється за законом пропорційного регулювання з імпульсним виходом. На відміну від ШІМ-регулятора для імпульсного П-регулятора задається два періоди: T_p – період проходження імпульсів та T_{max} – максимальна тривалість імпульсу, що дозволяє витримувати паузу після керуючого впливу у разі управління інерційними об'єктами. Графік роботи зворотного та прямого П-регулятора представлений на рисунку 5.2.2.



а) зворотнє регулювання б) пряме регулювання

де,

OUT- значення виходу П-регулятора у відсотках;

PV- значення параметра, що вимірюється;

PV_L - початкове значення шкали вимірювання [2.03];

PV_H - кінцеве значення шкали виміру [2.04];

P - зона пропорційності - величина зміни вхідного сигналу необхідна для формування керуючого впливу (0-100%) і залежить від налаштування регулятора: $P = \frac{PV_H - PV_L}{K_P}$;

SP- завдання П-регулятора (задається з передньої панелі);

DB- зона нечутливості (мертва зона) [10.02];

K_P - коефіцієнт посилення [1.00].

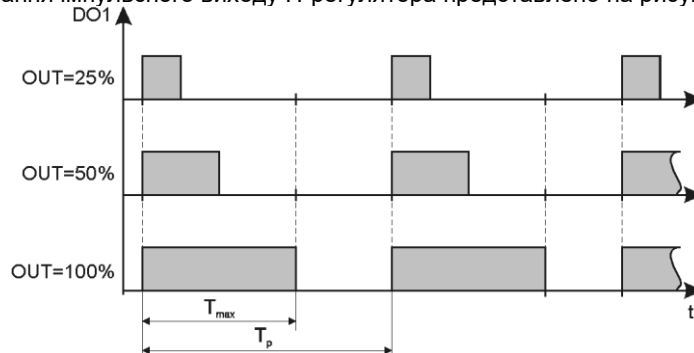
Рисунок 5.2.2 – Графік регулювання П-регулятора

Вихідний сигнал буде формуватися згідно з формулою:

$$OUT(\%) = \frac{(SP - DB) - PV}{P} \cdot 100\% \text{ - для зворотного регулювання;}$$

$$OUT(\%) = \frac{PV - (SP - DB)}{P} \cdot 100\% \text{ - для прямого регулювання;}$$

Графік формування імпульсного виходу П-регулятора представлено на рисунку 5.2.3.



де,

T_{max} - максимальна тривалість імпульсу [10.01];

T_p - період проходження імпульсів [10.00].

Рисунок 5.2.3 – Графік формування імпульсного виходу П-регулятора

приклад. Для регулювання pH задані такі параметри:

[1.00] = 3 - коефіцієнт посилення; [10.00] = 3 сек - період проходження імпульсів;

[2.03] = 2 pH - початкове значення шкали виміру; [10.01] = 2 сек - максимальна тривалість імпульсу;

[2.04]=10 pH - кінцеве значення шкали виміру; [10.02] = 0,5 pH - зона нечутливості.

Розраховуємо зону пропорційності $P = \frac{10-2}{3} = 2.6666 \text{ pH}$. При зворотному регулюванні, завданні 6 та параметрі 4 вихід буде становити $OUT = \frac{((6-0.5)-4)}{2.6666} \cdot 100\% = 56.25\%$. Графічно спрацювання дискретного виходу у своїй представлено на рисунку 5.2.4.

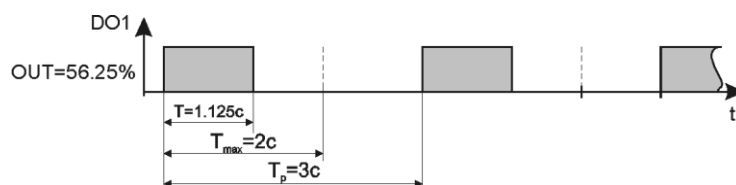


Рисунок 5.2.4 – Графік формування виходу П-регулятора

5.7. Принцип роботи регулятора ПП-10-2

Перетворювач-регулятор ПП-10-2, структурна схема якого наведена на рисунку 5.2, являє собою пристрій вимірювання значення вхідного параметра, обробки та перетворення вхідного сигналу та видачі керуючих впливів.

Перетворювач-регулятор ПП-10-2 працює під управлінням сучасного, високо інтегрованого мікроконтролера RISC архітектури, виготовленого за високошвидкісною КМОП технологією з низьким енергоспоживанням. У постійному пристрої, що запам'ятовує, розташовується велика кількість функцій для вирішення завдань контролю і регулювання. За допомогою конфігурування користувач може самостійно налаштовувати регулятор вирішення певних завдань.

Перетворювач-регулятор ПП-10-2 оснащений аналого-цифровим перетворювачем, вузлами дискретно-цифрового введення та цифро-дискретного виведення, сторожовими схемами для контролю циклів роботи програми, енергонезалежною пам'яттю EEPROM, NVRAM для збереження власних параметрів конфігурації та даних.

Внутрішня програма перетворювача-регулятора ПП-10-2 функціонує з постійним тимчасовим циклом. На початку кожного циклу внутрішньої робочої програми зчитуються значення аналогових входів, проводиться зчитування та обробка клавіатури (придушення брязкоту та виявлення достовірності), прийом команд та даних із послідовного інтерфейсу. За допомогою цих вхідних сигналів здійснюються, відповідно до запрограмованих функцій і параметрами користувача конфігурації, всі розрахунки. Після цього здійснюється виведення інформації на дискретні виходи, на індикаційні елементи, а також фіксація обчислених величин режиму передачі послідовного інтерфейсу.

5.8. Розподіл входів-виходів структур регулятора ПП-10-2

Структура регулятора, яка визначається параметром [10.03]	Аналого вий вхід AI1	Аналого вий вхід AI2	Аналого вий вихід AO1	Дискретний вихід DO1	Дискретний вихід DO2	Дискретний вихід DO3	Дискретний вихід DO4
0000- індикатор	Параметр 1	Параметр 2	Ретрансмісія3)	віль. прогр. 1)	віль. прогр. 1)	віль. прогр. 1)	віль. прогр. 1)
0001- аналоговий регулятор із внутрішнім зворотним зв'язком	Регульований параметр рХ/Еh	Вхід температурної корекції	Вихід регулятора	віль. прогр. 1)	віль. прогр. 1)	віль. прогр. 1)	віль. прогр. 1)
0002- імпульсний регулятор з внутрішнім зворотним зв'язком	Регульований параметр рХ/Еh	Вхід температурної корекції	Ретрансмісія3)	Вихід Більше	Вихід Менше	віль. прогр. 1)	віль. прогр. 1)
0003- імпульсний із зовнішнім зворотним зв'язком - з кінцевими вимикачами	Регульований параметр рХ/Еh	Вхід температурної корекції	Ретрансмісія3)	Вихід Більше	Вихід Менше	віль. прогр. 1)	віль. прогр. 1)
0004- 3-х позиційний регулятор	Регульований параметр рХ/Еh	Вхід температурної корекції	Ретрансмісія3)	Вихід Більше	Вихід Менше	віль. прогр. 1)	віль. прогр. 1)
0005- 2-х позиційний регулятор	Регульований параметр рХ/Еh	Вхід температурної корекції	Ретрансмісія3)	Вихід 2-х поз. регулятора	віль. прогр. 1)	віль. прогр. 1)	віль. прогр. 1)
0005- Імпульсний П-регулятор	Регульований параметр рХ/Еh	Вхід температурної корекції	Ретрансмісія3)	Вихід П-регулятора	віль. прогр. 1)	віль. прогр. 1)	віль. прогр. 1)

Примітки.

1). Сигнали DO1-DO4 є вільно-програмованими. Тобто, якщо якийсь із сигналів DO1-DO4 не задіяний у структурі обраного типу регулятора (див. параметр 10.03), то вільний дискретний вихід може відповідно до обраної логіки роботи та уставок керуватися одним з вибраних аналогових сигналів (див. параметри 4.00, 5.00, 6.00, 7.00).

2) При використанні функції ретрансмісії на аналоговий вихід приладу розподіляються наступні аналогові сигнали регулятора (див. параметри рівня 9):

- значення аналогового входу AI1, AI2; неузгодженість регулятора, поточне завдання регулятора тільки для функції ретрансмісії (у всіх структурах регуляторів крім 10.03=0001).
- становище механізму імпульсного регулятора. Внутрішня змінна стеження за виходом без зворотного зв'язку.

5.9 Розрахунок ЕРС електродної системи з нормованими координатами ізопотенційної точки та опис коефіцієнтів корекції електродної характеристики

Формула залежності ЕРС електродної системи Е від рівня рХ розчину має вигляд:
Для побудови електродної характеристики використовують таблицю 5.1.

$$E = E_i + ((54,196 + 0,1984 * T_p) / N) * (pX - pX_i), \quad (5.1)$$

де E_i та pX_i – номінальні значення координат ізопотенційної точки електродної системи,
 T_p – температура контрольованого середовища (розчину),
 N – валентність вимірюваного іона.

Приклад розрахунку ЕРС вимірювальної електродної системи.

Приймемо такі значення основних характеристик вимірювального електрода та розчину:
 $E_i = -50,00$ мВ, $pX_i = 7,00$ од. $N = -1$.

Таблиця 5.1. Залежність $E = f(pX)$ щодо різних значень температури вимірюваної середовища T_p .

Знач. рХ	Температура контрольованого середовища (розчину) T_p , °C								
	-20,00	0,00	20,00	25,00	40,00	60,00	80,00	100,00	150,00
-2,00	402,052	437,764	473,476	482,404	509,188	544,900	580,612	616,324	705,604
-1,00	351,824	383,568	415,312	423,248	447,056	478,800	510,544	542,288	621,648
0,00	301,596	329,372	357,148	364,092	384,924	412,700	440,476	468,252	537,692
1,00	251,368	275,176	298,984	304,936	322,792	346,600	370,408	394,216	453,736
2,00	201,140	220,980	240,820	245,780	260,660	280,500	300,340	320,180	369,780
3,00	150,912	166,784	182,656	186,624	198,528	214,400	230,272	246,144	285,824
4,00	100,684	112,588	124,492	127,468	136,396	148,300	160,204	172,108	201,868
5,00	50,456	58,392	66,328	68,312	74,264	82,200	90,136	98,072	117,912
6,00	0,228	4,196	8,164	9,156	12,132	16,100	20,068	24,036	33,956
6,25	-12,329	-9,353	-6,377	-5,633	-3,401	-0,425	2,551	5,527	12,967
6,50	-24,886	-22,902	-20,918	-20,422	-18,934	-16,950	-14,966	-12,982	-8,022
6,75	-37,443	-36,451	-35,459	-35,211	-34,467	-33,475	-32,483	-31,491	-29,011
7,00	-50,000	-50,000	-50,000	-50,000	-50,000	-50,000	-50,000	-50,000	-50,000
7,25	-62,557	-63,549	-64,541	-64,789	-65,533	-66,525	-67,517	-68,509	-70,989
7,50	-75,114	-77,098	-79,082	-79,578	-81,066	-83,050	-85,034	-87,018	-91,978
7,75	-87,671	-90,647	-93,623	-94,367	-96,599	-99,575	-102,551	-105,527	-112,967

На рисунку 5.3 зображено кілька електродних характеристик різних значень температури контрольованого середовища (розчину) T_p .

Пряма 1 для $T_p = -20\text{ }^{\circ}\text{C}$, пряма 2 для $T_p = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, для $T_p = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Як видно з характеристик: що більша температура контрольованого середовища, то більший кут нахилу характеристики до осі pX . Усі прямі, незалежно від кута нахилу, проходять через точку з координатами (7; -50 мВ), яка називається ізопотенційною точкою електродної характеристики. У кожного типу електрода з нормованими характеристиками є своя ізопотенційна точка – однакова для різних T_p .

З формули (5.1)

$$S = (54,196 + 0,1984 * T_p) / N, \quad (5.2)$$

де S – крутість електродної характеристики. Формула (5.1) набуде вигляду:

$$E = E_i + S * (pX - pX_i) \quad (5.3)$$

$$S = (E - E_i) / (pX - pX_i) \quad (5.4)$$

$$S = \operatorname{tg}\alpha \quad (5.5)$$

Як видно з формули (5.4) S прямо пропорційно куту нахилу α прямої електродної характеристики, тобто чим більше S , тим більший кут нахилу α .

При калібруванні приладу-вимірника pX за допомогою буферних розчинів (додаток Е) можна помітити, що на практиці дуже часто реальні характеристики електродів (S , pX_i , E_i) майже у всіх випадках розбіжні із зазначеними на електрод паспорті. Тому необхідно використовувати корекцію електродної характеристики.

Корекцію можна проводити як для крутості характеристики S (зміна кута нахилу прямої), так і координати pX_i ізопотенційної точки (зміщення прямої по осі pX). Формула (5.3) з показниками корекції набуде вигляду:

$$E = E_i + (S + SKOP) * (pX - (pX_i + pX_{CM})), \quad (5.6)$$

де $SKOP$ – коригуюче значення крутості електродної характеристики,
 pX_{CM} – коригуюче значення координати ізопотенційної точки.

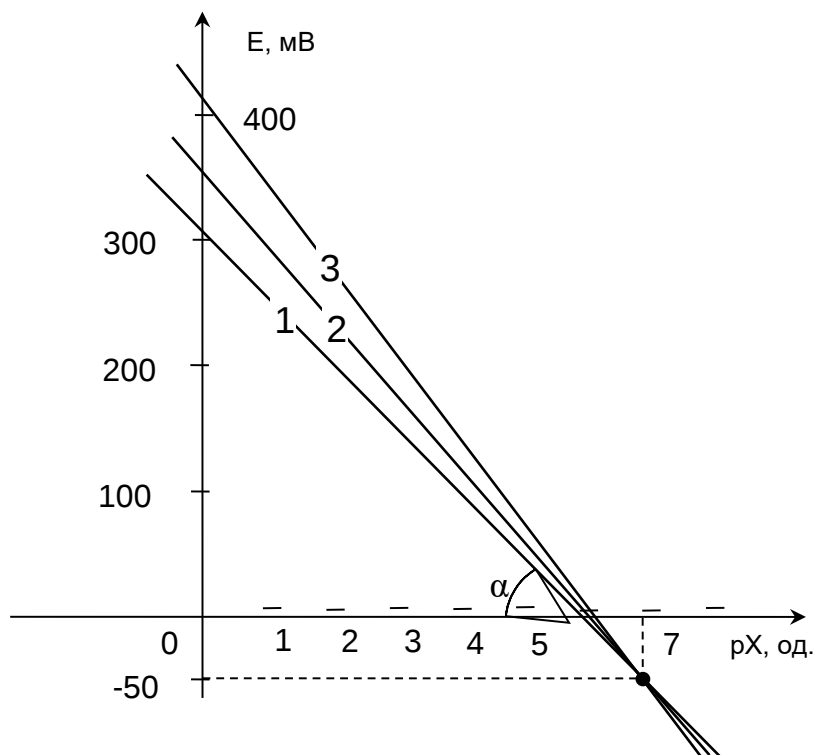


Рисунок 5.3. Електродні характеристики для різних значень T_p .

На рисунку 5.4 зображені прямі, що показують корекцію крутості S , тобто зміна $SKOP$.

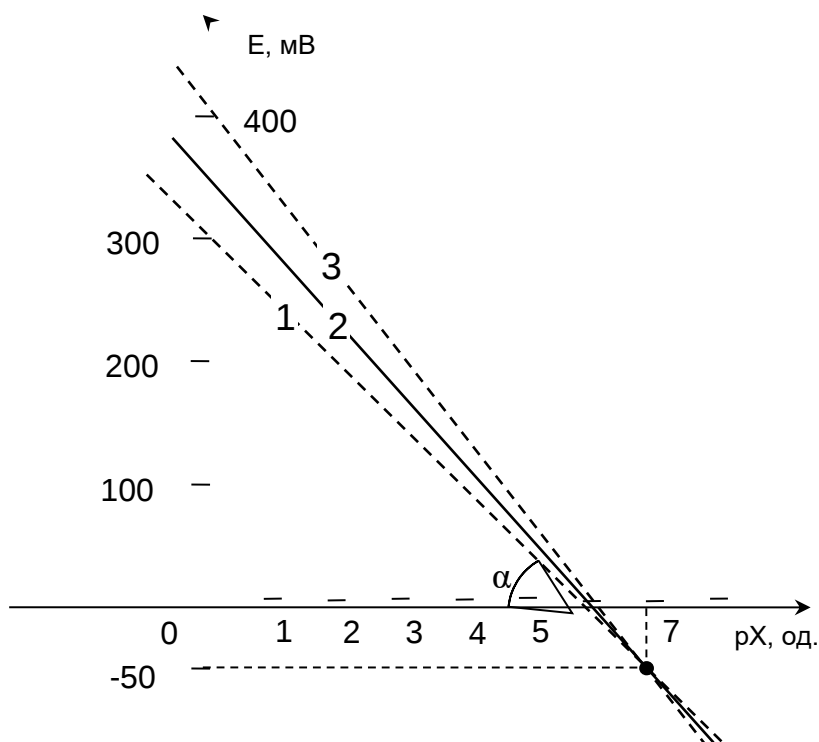


Рисунок 5.4. Корекція крутості S електродної характеристики.
 $SKOP1 < SKOP2 < SKOP3$

Як видно з графіка (рисунок 5.4) чим більше значення коригувального впливу $SKOP$, тим більше кут нахилу α електродної характеристики. При цьому варто зауважити, що всі три прямі проходять через ізопотенційну точку, тобто зміна $SKOP$ не впливає на зміну координат ізопотенційної точки.

На рисунку 5.5 зображені прямі, що показують корекцію $pX_{см}$.

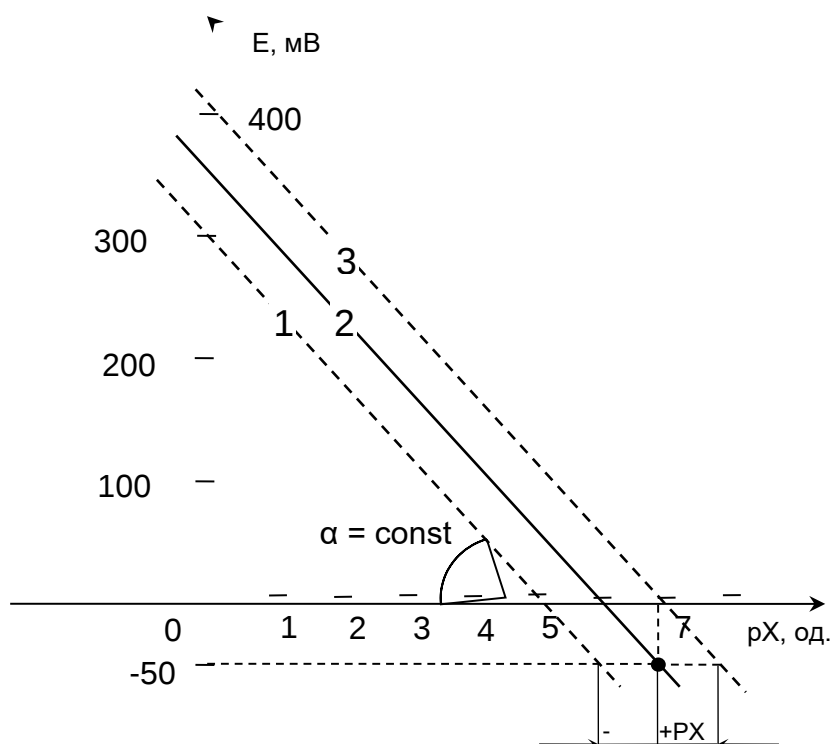


Рисунок 5.5. Корекція усунення $pX_{см}$ електродної характеристики.

Як видно з графіка (рисунок 5.5) якщо зміщення $p_{XCM} > 0$, то пряма зміщується вправо (пряма 3), і якщо $p_{XCM} < 0$, то зміщення відбувається вліво (пряма 1). При цьому слід зауважити, що кут нахилу на прямій залишається постійним, тобто p_{XCM} не впливає на кут нахилу характеристики.

Насправді часто використовують поєднання обох методів корекції ($p_{X_{cmi}} SKOP$), для більш точного наближення прямої електродної характеристики до реальної, щоб досягти найменшої похибки на всьому діапазоні вимірювання pX .

Якщо вибрано тип вимірюваного параметра входу AI1 pX , (Додаток В: 2.00 = 0000), то згідно з формулами (5.1), (5.2) і (5.6) впливає формула розрахунку pX з показниками корекції статичної характеристики для перетворювача-регулятора:

$$pX = \frac{N \cdot (E - E_i)}{(54,196 + 0,1984 \cdot T_p) + N \cdot SKOP} + (pX_i + p_{XCM}) \quad (5.7)$$

6. Рівні роботи, рівні захисту, рівні конфігурації та налаштувань

6.1. Діаграма рівнів роботи, рівнів захисту та рівнів конфігурації

Більш детально рівні роботи, рівні захисту та рівні конфігурації описані в наступних розділах цього розділу. Діаграма рівнів роботи, захисту та налаштувань перетворювача-регулятора ПП-10 наведена на рисунку 6.1.

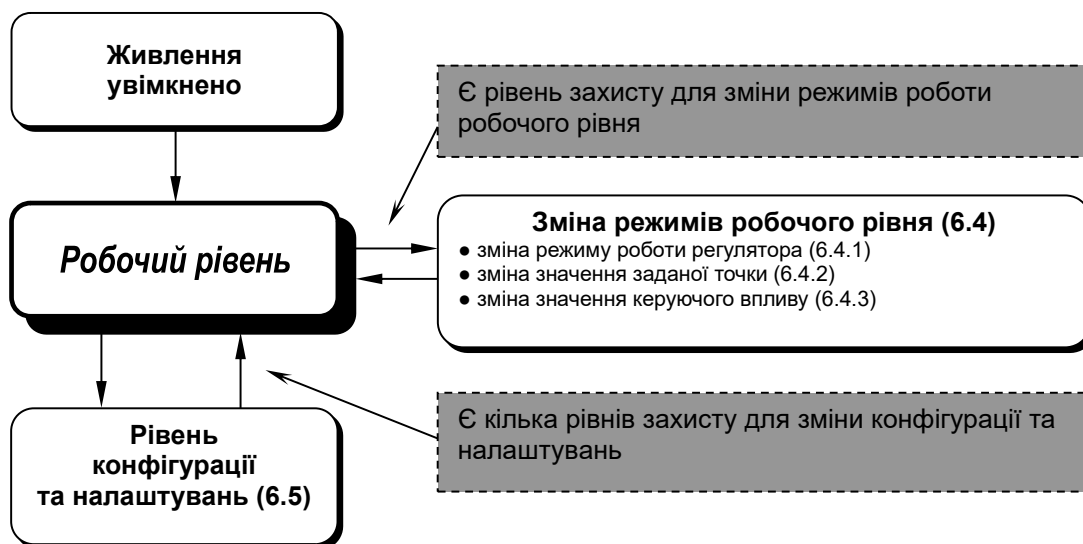


Рисунок 6.1. Діаграма рівнів роботи, захисту та налаштувань перетворювач-регулятора ПП-10

6.2. Рівні захисту



Рівні захисту тією чи іншою мірою забороняють виконання небажаних дій. Дані рівні захисту призначені для захисту обладнання, технологічного процесу та в кінцевому підсумку користувача: від неправильного або випадкового введення значень та перемикачів режимів роботи, від несанкціонованого чи небажаного доступу сторонніх осіб до системи управління.

Є кілька рівнів захисту:

Рівні захисту робочого рівня	1) Рівень захисту зміни режимів робочого рівня 2) Рівень захисту зміни виду та значення заданої точки
Рівні захисту зміни конфігурації та налаштувань	1) Рівень захисту при вході в конфігураційний режим для доступу до параметрів 1-ї групи 2) Рівень захисту при вході в режим конфігурації для доступу до параметрів 2-16 груп

6.3. Робочий рівень. Режим РОБОТА

Прилад переходить на цей рівень щоразу, коли вмикається живлення.

З цього рівня можна перейти на зміну режимів робочого рівня або рівень конфігурації та налаштувань.

Зазвичай цей рівень вибирається під час роботи для керування контуром регулювання. В процесі роботи можна здійснювати моніторинг, тобто. візуально відстежувати вимірювану величину, задану точку і значення керуючого впливу. Крім того, можна відстежувати на світлодіодних індикаторах вид обраної заданої точки, сигнали технологічної сигналізації при перевищенні верхньої та нижньої меж відхилення.

6.4. Зміна режимів робочого рівня, рівні захисту робочого рівня

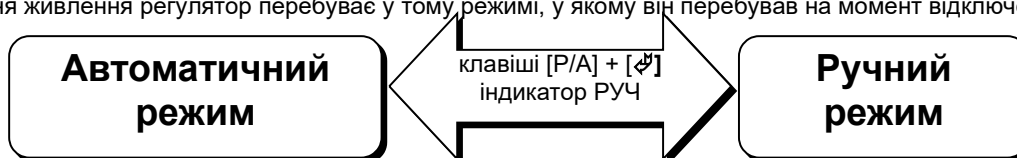
На робочому рівні можлива зміна режиму роботи перетворювача-регулятора - здійснення переходу з автоматичного режиму керування в ручний режим керування і назад, змінювати значення заданої точки, змінювати значення керуючого впливу (в ручному режимі керування регулятором). Є рівень захисту зміни режимів роботи робочого рівня.

6.4.1. Зміна режиму роботи регулятора

У регуляторі ПП-10 є два режими роботи управління об'єктом регулювання:

- автоматичний режим роботи та ручний режим роботи.

Режим роботи регулятора - автоматичний або ручний є *станом, що запам'ятовується*. Після включення живлення регулятор перебуває у тому режимі, у якому він перебував на момент відключення.



Автоматичний режим роботи. Перехід на ручний режим роботи

Автоматичний режим роботи

○ РУЧ

☞ [P/A]

☼ РУЧ

☞ [↺]

● РУЧ

Рівень захисту

- В автоматичному режимі роботи регулятор керує об'єктом регулювання відповідно до обраного закону регулювання та з відповідними налаштуваннями користувача.
- В автоматичному режимі роботи індикатор РУЧ на передній панелі погашено.
- Щоб перейти до ручного режиму керування, натисніть [P/A] на передній панелі регулятора.
- Індикатор РУЧ на передній панелі блимає.
- Якщо оператор натиснув клавішу [□] в процесі миготіння індикатора РУЧ (приблизно 3-4 секунди) – відбудеться фіксація вибраного режиму та регулятор перейде в режим ручного керування, індикатор РУЧ світитися – що надалі вказуватиме на ручний режим роботи.
- Якщо оператор не підтверджує своїх дій натисканням клавіші [□], то дані дії оператора сприймаються як неправильне дію чи випадкове перемикання режиму роботи.
- Це і становить рівень захисту від випадкового перемикання режиму роботи, індикатор РУЧ перестане блимати і згасне, а регулятор залишиться в автоматичному режимі керування.

Ручний режим роботи. Перехід на автоматичний режим роботи

Ручний режим роботи

● РУЧ

☞ [P/A]

☼ РУЧ

☞ [↺]

○ РУЧ

Рівень захисту

- У ручному режимі роботи оператор з передньої панелі за допомогою клавіш [▲] "більше" та [▼] "менше", керує виходом регулятора, тим самим формує значення керуючого впливу, що подається на виконавчий механізм.
- Індикатор РУЧ на передній панелі світиться.
- Щоб перейти в автоматичний режим, натисніть [P/A] на передній панелі регулятора.
- Індикатор РУЧ на передній панелі починає блимати, якщо оператор натиснув [□] в процесі миготіння індикатора РУЧ (приблизно 3-4 секунди) – відбудеться фіксація вибраного режиму та регулятор перейде в режим автоматичного керування, індикатор РУЧ згасне – що надалі вказуватиме на автоматичний режим роботи.
- Якщо оператор не підтверджує своїх дій натисканням клавіші [□], то дані дії оператора сприймаються як неправильне дію чи випадкове перемикання режиму роботи.
- Це і становить рівень захисту від випадкового перемикання режиму роботи, індикатор РУЧ перестане блимати і згасне, а регулятор залишиться в автоматичному режимі керування.

6.4.2. Вибір та зміна значення заданої точки

При включенні перетворювач-регулятора ПП-10 встановлюється режим роботи. На дисплей **pH/mV ПАРАМЕТР** виводиться значення вимірюваної величини, але в дисплей ЗВД/Т°С-значення заданої точки або значення температури при ручному або автоматичному коригуванні.

У перетворювачі-регуляторі ПП-10 є задана точка, яка використовується тільки в автоматичному режимі управління. Внутрішня точка змінюється з передньої панелі приладу. Значення внутрішньої заданої точки є *значенням, що запам'ятовується*. Після включення живлення регулятор починає роботу з тим значенням заданої точки, яке було на момент відключення.

Зміна значення внутрішньої заданої точки

- ЗВД
 - Прилад перебуває у режимі внутрішньої (локальної) заданої точки, що свідчить свічення індикатора ЗВД. Індикатор ЗВД повинен світитися (або блимати) протягом операції зі зміни значення внутрішньої заданої точки.
 - Для зміни значення внутрішньої (локальної) заданої точки необхідно натиснути [ЗВД].
- ☞ [ЗВД]
 - На передній панелі блимають індикатор ЗВД і дисплей ЗВД/Т°С. На даному етапі при миготливому індикаторі ЗВД та дисплеї ЗВД/Т°С можлива зміна значення внутрішньої (локальної) заданої точки.
- ☞ ЗВД
 - З передньої панелі за допомогою клавіш [▲] "більше" та [▼] "менше", встановити необхідне значення внутрішньої заданої точки, що індикуюється на дисплеї ЗВД/Т°С.
- ☞ [▲]
☞ [▼]
 - Якщо оператор натиснув клавішу [□] в процесі миготіння індикатора ЗВД (приблизно 3-4 секунди) – регулятор перейде на режим керування з новим значенням внутрішньої заданої точки.
- ☞ [☞]
 - Індикатор ЗВД перестає блимати і світиться рівним світлом, вказуючи тим самим, що індикуюється задана точка.
- ЗВД
 - Якщо оператор не підтверджує своїх дій натисканням клавіші [□] в процесі миготіння індикатора ЗВД (приблизно 3-4 секунди), дані дії оператора сприймаються як неправильна дія або випадкова зміна значення.
- Рівень захисту**
 - Це і становить рівень захисту від випадкової зміни значення внутрішнього завдання, індикатор ЗВД перестане блимати і почне світитися, а регулятор повернеться в роботу з колишнім значенням внутрішньої (локальної) заданої точки.

6.4.3. Зміна значення керуючого впливу

- РУЧ
 - Для зміни значення керуючого впливу регулятор повинен перебувати у ручному режимі керування. Якщо регулятор перебуває в автоматичному режимі, його необхідно перевести в ручний режим керування – див. розділ 6.4.1. Індикатор РУЧ на передній панелі світиться. Вибрано ручний режим керування.
- ☞ [▲]
☞ [▼]
 - У ручному режимі роботи оператор з передньої панелі за допомогою клавіш [▲] "більше" та [▼] "менше", керує виходом регулятора, тим самим формує значення керуючого впливу, що подається на виконавчий механізм через ключі БІЛЬШ-МЕНШЕ.
- ☞ ВИХІД
 - На дисплеї ВИХІД індикуюється значення вихідного сигналу (в %), що видається на аналоговий вихід або потужності, що видається на вихідні ключі Більше-Менше.
- ☞ ВИХІД
 - При зміні значення керуючого впливу після першого натискання будь-якої з клавіш [▲] "більше" або [▼] "менше" починає блимати дисплей ВИХІД, вказуючи цим оператору який параметр в даний момент змінюється.
- ☞ ВИХІД
 - Після закінчення зміни значення керуючого впливу після відпускання клавіш [▲] "більше" або [▼] "менше" після закінчення 3-4 секунд дисплей ВИХІД перестає блимати, а значення виходу фіксується в енергонезалежній пам'яті.

6.5. Рівень конфігурації та налаштувань

• За допомогою цього рівня вводяться параметри та константи регулятора, параметри сигналізації відхилення, параметри фільтра, параметри завдання типу входу, типу керування, виду заданої точки, параметри мережевого обміну, параметри калібрування, а також режими дозволу входу в меню конфігурації та запису параметрів.

• Установки розділені на групи, кожна з яких називається "рівень". Кожне задане значення (елемент налаштування) у цих рівнях називається "параметром". Параметри, що використовуються в регуляторі ПП-10, згруповані у наступні 16 рівнів та представлені на діаграмі – див. рисунок 6.2. Індикація значення параметрів конфігурації та їх номерів наведено на рисунку 6.3.

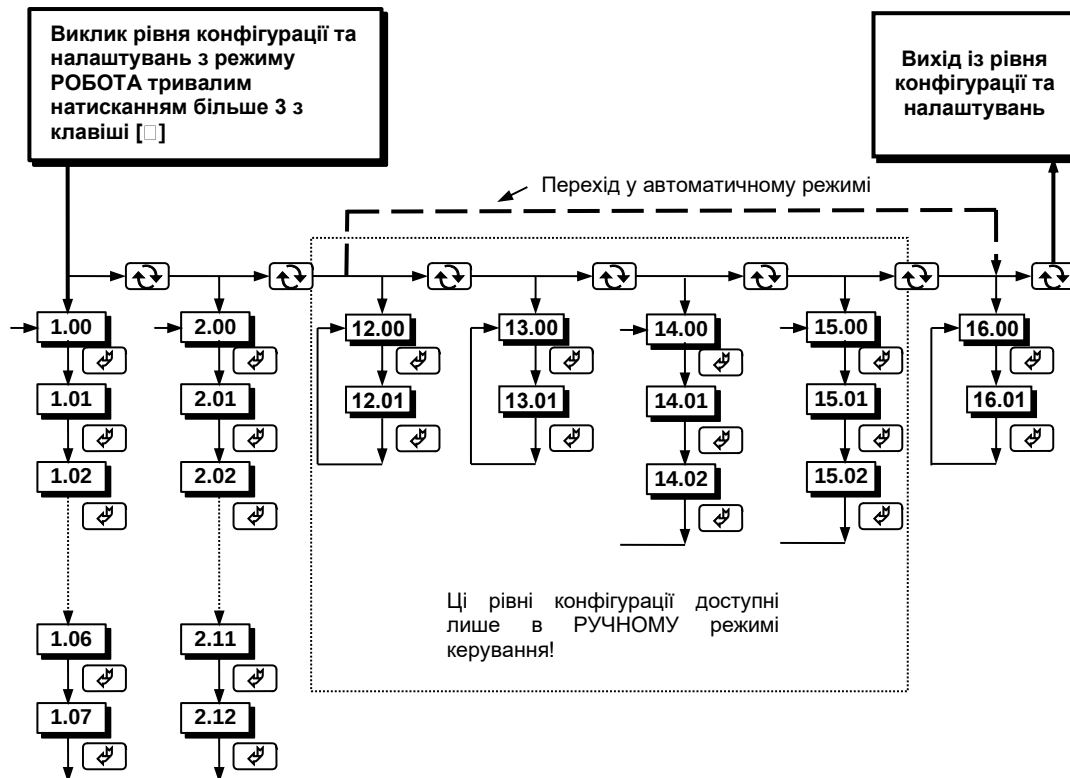


Рисунок 6.2. Діаграма рівнів конфігурації та налаштувань

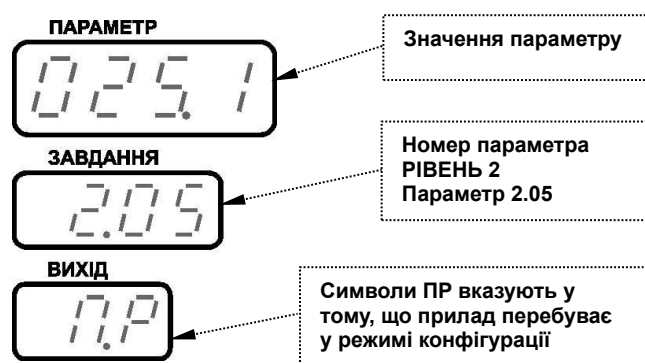


Рисунок 6.3. Індикація параметрів конфігурації та їх номерів.

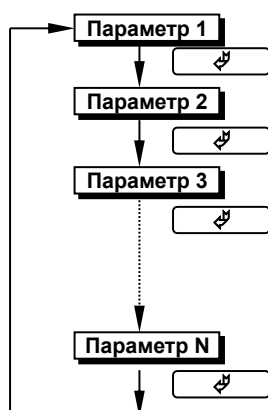
6.5.1. Виклик рівня конфігурації та налаштувань

Виклик рівня конфігурації та налаштувань здійснюється з режиму РОБОТА тривалим, більше 3-х секунд, натисканням клавіші []. Перетворювач-регулятор ПП-10 може бути в одному з режимів – ручному або автоматичному. Відмінність у кількості викликаних рівнів конфігурації у різних режимах – див. діаграму наведену на рисунку 6.2.

6.5.2. Призначення рівнів конфігурації

Номер РІВНЯ	Призначення рівня	Доступ до РІВНЯ в режимах	
		В автоматичному	В ручному
1	Налаштування параметрів регулятора	+	+
2	Конфігурація входу "параметр рХ, Еh" (AI1)	+	+
3	Конфігурація входу "температура корекції" (AI2)	+	+
4	Конфігурація дискретного виходу DO1	+	+
5	Конфігурація дискретного виходу DO2	+	+
6	Конфігурація дискретного виходу DO3	+	+
7	Конфігурація дискретного виходу DO4	+	+
8	Резерв	+	+
9	Конфігурація аналогового виходу АО	+	+
10	Конфігурація структури регулятора	+	+
11	Параметри мережевого обміну	+	+
12	Калібрування входу "параметр рХ, Еh" (AI1)	-	+
13	Калібрування входу "температура корекції" (AI2)	-	+
14	Калібрування першого аналогового виходу (АО1)	-	+
15	Калібрування другого аналогового виходу (АО2)	-	+
16	Дозвіл програмування. Запис	+	+

6.5.3. Вибір параметрів



- Щоб вибрати параметри на кожному рівні, натисніть [↩]. При кожному натисканні клавіші [↩] відбувається перехід до наступного параметра.
- Якщо натиснути клавішу [↩] на останньому параметрі дисплей повернеться до першого параметра поточного рівня.

6.5.4. Фіксування налаштувань

- Щоб змінити установки або установки, використовуйте клавіші [▲] або [▼], а потім натисніть [↵]. В результаті налаштування буде зафіксовано.
- Необхідно пам'ятати, що фіксація змін відбувається лише за клавішею [↵].
- Якщо на рівні конфігурації та налаштувань був викликаний параметр для модифікації і не натислася жодна з клавіш протягом 2 хвилин, прилад перейде в режим РОБОТА. Навіть якщо параметр модифіковано і не натислася клавіша [↵], то протягом близько 2-х хвилин прилад перейде в режим РОБОТА і зміна не буде зафіксована.
- При переході на інший рівень за допомогою клавіші [↩] параметр та налаштування, змінені до переходу без натискання клавіші [↵], не фіксуються.
- Перед вимкненням живлення слід спочатку зафіксувати налаштування або налаштування параметрів (натисканням [↵]). Налаштування та налаштування параметрів іноді неможливо змінити простим натисканням клавіш [▲] або [▼].
- *Необхідно пам'ятати*, що після модифікації необхідно зробити запис параметрів (коефіцієнтів) в енергонезалежну пам'ять (див. розділ 6.5.5), інакше введена інформація не буде збережена при відключенні живлення регулятора.

6.5.5. Рівень дозволу входу в конфігурацію та запис параметрів до енергонезалежної пам'яті

1) Виклик рівня конфігурації та налаштувань здійснюється з режиму РОБОТА тривалим, більше 3 секунд, натисканням клавіші [↻]. Користувач отримує доступ тільки до РІВНЯ 1 (з оперативними параметрами, що найчастіше використовуються).

2) Для переходу на рівні конфігурації 2-16 необхідно на рівні 1 вибрати параметр 1.07 і за допомогою клавіш клавіш [▲] та [▼] ввести пароль 0002. Натисніть [↻]. Після цього, натиснувши клавішу [↻], можливий вхід на рівні 2 - 16.

3) При частому редагуванні параметрів є можливість відключити рівень системи захисту (призначений для захисту від модифікації параметрів при випадковому або небажаному доступі) установкою параметра 16.00=0001.

Значення параметрів захисту наступні:

Параметр 16.00. Дозвіл входу на рівні 2 - 16

Значення параметра 16.00	Вхід до рівня конфігурації
0000	Виклик рівня конфігурації та налаштувань з режиму РОБОТА здійснюється тривалим більше 3 секунд натисканням клавіші [↻], з доступом лише на РІВЕНЬ 1.
0001	Дозвіл програмування. Виклик рівня конфігурації та налаштувань з режиму РОБОТА здійснюється тривалим більше 3 секунд натисканням клавіші [↻], з доступом на всі рівні, без введення пароля в параметрі 1.07.

Параметр 16.01. Запис параметрів до енергонезалежної пам'яті

Значення параметра 16.01	Вхід до рівня конфігурації
0000	Запис параметрів в енергонезалежну пам'ять не виконується
0001	Запис параметрів до енергонезалежної пам'яті здійснюється наступним чином: 1) Здійснити модифікацію всіх необхідних параметрів. 2) Встановити параметр 16.01 = 0001. 3) Натисніть [↻]. 4) На дисплеї ЗВД/Т°С з'являться символи "ЗП", вказуючи на те, що відбувається операція запису в енергонезалежну пам'ять. 5) Після зазначених операцій буде здійснено запис усіх модифікованих параметрів в енергонезалежну пам'ять. Після запису параметрів прилад перейде в режим РОБОТА. Після запису параметр 16.01 автоматично встановлюється 0000.

7. Комунікаційні функції

Мікропроцесорний перетворювач-регулятор ПП-10 може забезпечити виконання комунікаційної функції за інтерфейсом RS-485, що дозволяє контролювати та модифікувати його параметри за допомогою зовнішнього пристрою (комп'ютера, мікропроцесорної системи управління).

Інтерфейс призначений для конфігурування приладу для використання як віддаленого контролера при роботі в сучасних мережах управління та збору інформації (прийому-передачі команд та даних), SCADA системах тощо.

Протоколом зв'язку за інтерфейсом RS-485 є протокол Modbus режим RTU (Remote Terminal Unit).

Для роботи необхідно налаштувати комунікаційні характеристики перетворювача-регулятора ПП-10 таким чином, щоб вони збігалися з налаштуваннями обміну даними головного комп'ютера. Характеристики мережевого обміну налаштовуються на рівні 11 конфігурації.

При обміні інтерфейсним каналом зв'язку, якщо відбувається передача даних від контролера в мережу, на передній панелі перетворювач-регулятора блимає індикатор **ІНТ**.

Програмнодоступні регістри перетворювача-регулятора ПП-10 наведені у таблиці 7.1 розділу 7.1. Доступ до регістрів оперативного управління No 0-11 дозволено постійно. Доступ до регістрів програмування та конфігурації No 12-33 дозволяється у разі встановлення в «1» регістру дозволу програмування No 11, який можна здійснити як з передньої панелі перетворювач-регулятора ПП-10, так і з персональної ЕОМ.

Кількість регістрів, що запитуються, не повинна перевищувати 16. Якщо в кадрі запиту замовлено більше 16 регістрів, перетворювач-регулятор ПП-10 у відповіді обмежує їх кількість до перших 16-ти регістрів.

При програмуванні з ЕОМ необхідно контролювати діапазони змін значень параметрів, зазначені в таблиці 7.1 розділу 7.1.

Для забезпечення мінімального часу реакції на запит від ЕОМ у контролері є параметр – 11.02. "Тайм-аут кадру запиту в системних тактах контролера 1 такт = 250 мкс". Мінімально можливі тайм-аути для різних швидкостей:

Швидкість, біт/с	Час передачі кадру запиту, мсек	Тайм-аут, у системних тактах 1 такт = 250 мкс (Time out [с.т.])
2400	36,25	145
4800	18,13	73
9600	9,06	37
14400	6,04	25
19200	4,53	19
28800	3,02	13
38400	2,27	10
57600	1,51	7
76800	1,13	5
115200	0,76	4
230400	0,38	3
460800	0,2	2
921600	0,1	1

Час передачі кадру запиту - пакета з 8 байт визначається співвідношенням (де: один переданий байт = 1 старт біт + 8 біт + 1 стоп біт = 10 біт):

$$T_{\text{передачі}} = 1000 \cdot \frac{10 \text{ біт} \cdot 8 \text{ байт}}{V \text{ біт/сек}}, \text{ мсек}$$

Якщо спостерігаються часті збої під час передачі даних від контролера, необхідно збільшити значення його тайм-аута, та заодно врахувати, що потрібно збільшити час повторного запиту від ЕОМ, т.я. завжди час повторного запиту має бути більшим за тайм-аут контролера.

7.1. Таблиця програмно доступних реєстрів регулятора ПП-10

Таблиця 7.1. Програмно доступні реєстри перетворювача-регулятора ПП-10

Функціональний код операції	Адреса реєстра	Найменування параметру [Параметр рівня конфігурації]	Діапазон зміни (десяткові значення)
03	0	Реєстр ідентифікації виробу [11.03]: Мол.байт - код та модель виробу 60 DEC, Ст.байт - версія прог. забезпечення XX DEC	XX.60 DEC (по-байтно) XX.3C HEX (по-байтно)
-	1, 2	Не використовуються (резервні реєстри)	-
03	3	Значення аналогового входу AI1, параметр	-9999 - 9999
03	4	Значення аналогового входу AI2, термокомпенсація	-9999 - 9999
03/06	5, 6, 7, 8	Стан дискретних виходів DO1 - DO4	0 – відключено, 1 – увімкнено
03/06	9	Значення керуючого впливу, що подається на аналоговий вихід АТ регулятора	0 – 999
03/06	10	Режим роботи регулятора	1 – ручний, 0 – автоматичний.
-	11	Не використовується (резервний реєстр)	-
03/06	12	Задана точка	-9999 - 9999
-	13	Не використовується (резервний реєстр)	-
-	14	Не використовується (резервний реєстр)	-
03/06	15	Положення механізму: внутрішня змінна стеження за виходом без зворотного зв'язку.	0 – 999
03/06	16	Коефіцієнт посилення [1.00]	1 – 500
03/06	17	Час інтегрування [1.01]	0 – 6000
03/06	18	Час диференціювання [1.02]	0 – 6000
03/06	19, 20, 21, 22	Уставка MIN DO1-DO4 [4.02], [5.02], [6.02], [7.02]	-9999 - 9999
03/06	23, 24, 25, 26	Уставка MAX DO1-DO4 [4.03], [5.03], [6.03], [7.03]	-9999 - 9999
-	27	Не використовується (резервний реєстр)	-
-	28	Не використовується (резервний реєстр)	-
03/06	29	Дозвіл програмування [16.00]	0 – заборонено, 1 – дозволено
03/06	30, 31	Тип шкали аналогових входів AI1, AI2 [2.01], [3.00]	0 – 0 – 5, 0 – 20 мА 1 – 4 – 20 мА 2 - ПММ 50М 3 - ПММ 100М 4 - ТСП 50П 5 - ТСП 100П
03/06	32, 33	Постійна часу цифрового фільтра аналогових входів AI1, AI2 [2.02], [3.01]	0 – 600
03/06	34	Нижня межа розмаху шкали входів AI1 [2.03]	-9999 - 9999
03/06	35	Верхня межа розмаху шкали входів AI1 [2.04]	-9999 - 9999
03/06	36	Резерв	-
03/06	37	Резерв	-
03/06	38	Сигналізація відхилення MIN [1.04]	-9999 - 9999
03/06	39	Сигналізація відхилення MAX [1.05]	-9999 - 9999
03/06	40	Тип вимірюваного параметра рХ, Еh входу AI1	0000 - рХ, 0001 - Еh
03/06	41	Координата ізопотенційної точки Ei [2.05]	-9999 - 9999
03/06	42	Координата ізопотенційної точки рXi [2.06]	-19,99 - 99,99
03/06	43	Валентність вимірюваного іона [2.07]	-002 - 002
03/06	44	Режим корекції за температурою [3.02]	0 – автоматичне. 1 – ручн.
03/06	45	Значення температури в режимі автоматичної корекції [3.03]	- 50 – 200 °С
03/06	46	Зміщення [2.08]	-9999 - 9999
03/06	47	Корекція крутості [2.10]	- 2 – 2
03/06	48, 49, 50, 51	Номер аналогового входу для керування дискретним виходом [4.00], [5.00], [6.00], [7.00]	0000 – 0004
03/06	52, 53, 54, 55	Значення аналогового входу для керування дискретним виходом	-9999 - 9999
03/06	56, 57, 58, 59	Логіка роботи вихідних пристроїв DO1, DO2, DO3, DO4 [4.01], [5.01], [6.01], [7.01]	0000 – 0004
03/06	60, 61, 62, 63	Гістерезис вихідних пристроїв DO1, DO2, DO3, DO4 [4.04], [5.04], [6.04], [7.04]	0 – 9999
-	64, 65, 66	Не використовуються (резервні реєстри)	-
03/06	67	Джерело аналогового сигналу для керування аналоговим виходом АО (функція ретрансмісії) [9.00]	0000 – 0004
03/06	68	Напрямок вихідного сигналу АТ [9.03]	0 – прямий (АТ = у) 1 - інверсн. (АТ = 100% - у)

Таблиця 7.1. Програмно доступні реєстри перетворювача-регулятора ПП-10(

Закінчення)

Функціональний код операції	Адреса реєстра	Найменування параметру [Параметр рівня конфігурації]	Діапазон зміни (десяткові значення)
03/06	69	Початкове значення вхідного сигналу дорівнює 0% вихідного сигналу АТ [9.01]	-9999 - 9999
03/06	70	Кінцеве значення вхідного сигналу дорівнює 100% вихідного сигналу АТ [9.02]	-9999 - 9999
03/06	71	Статичне балансування [10.05]	0 - відключена, 1 - включена
03/06	72	Швидкість динамічного балансування у бік збільшення [10.06]	0 - 9999
03/06	73	Швидкість динамічного балансування у бік зменшення [10.07]	0 - 9999
03/06	74	Обмеження МІН аналогового виходу (або аналогового осередку імпульсного регулятора) [10.08]	0 - 999
03/06	75	Обмеження МАКС аналогового виходу (або аналогового осередку імпульсного регулятора) [10.09]	0 - 999
03/06	76	Функція лінійної зміни заданої точки [1.03]	0 - 999,9
03/06	77, 78	Калібрування нуля входів АІ1, АІ2 [12.00], [13.00]	-9999 - 9999
03/06	79, 80	Калібрування макс. входів АІ1, АІ2 [12.01], [13.01]	-9999 - 9999
-	81	Не використовується (резервний реєстр)	-
03/06	82	Тип регулятора [10.03]	0 - 5
03/06	83	Напрямок дії регулятора [10.04]	0000 - зворотне (E = SP-PV) 0001 - пряме (E = PV-SP)
03/06	84	Час механізму Тм або період проходження імпульсів Тр [10.00]	0 - 9999
03/06	85	мін. (макс) тривалість імпульсу Кмін [10.01]	0 - 9999
03/06	86	Гістерезис технологічної сигналізації, 2-х позицій. та 3-х позицій. регулятора [1.06]	0 - 900
03/06	87	Калібрування нуля аналог. виходу АО1 [14.01]	0 - 200
03/06	88	Калібрування макс. аналог. виходу АО1 [14.02]	500 - 1500
03/06	89	Зона нечутливості 3-х позиційного регулятора (мертва зона) [10.02]	0 - 9999
03/06	90	Безпечне положення виходу регулятора у разі відмови давача лінії зв'язку або вимірювального каналу [10.10]	0 - останнє положення 1 - 0% (вимк.) 2 - 100% (вкл.) 3 - безпечне положення встановлене користувачем
03/06	91, 92, 93, 94	Безпечне положення вихідних пристроїв DO1, DO2, DO3, DO4 у разі відмови давача лінії [4.05], [5.05], [6.05], [7.05]	0 - останнє положення 1 - вимкнути. 2 - увімк.
03/06	95	Значення безпечного положення, яке встановлюється користувачем [10.11]	0 - 999
03/06	96	Коефіцієнт фільтрації (від імпульсних перешкод) [2.13]	0000 - 0050
-	97	Не використовується (резервний реєстр)	-
03/06	98, 99	Нижня та верхня межа розмаху шкали входу термокомпенсації АІ2 [3.04], [3.05]	-9999 - 9999
03/06	100	Структура регулятора [10.12]	0000, 0001
03/06	101	Моделі пристрою [16.02]	0 - 7
03/06	102	Калібрування нуля аналог. виходу АО2 [15.01]	0 - 200
03/06	103	Калібрування макс. аналог. виходу АО2 [15.02]	500 - 1500
03	104	Тайм-аут кадру запиту у системних тактах 1такт = 250мкс [11.02]	0001 - 0200
03	105	Мережева адреса (номер приладу в мережі) [11.00]	0000 - 0255
03	106	Швидкість обміну [11.01]	0000 - 0012

Примітка. Регулятор ПП-10 обмінюється даними протоколу Modbus RTU в режимі "No Group Write" - стандартний протокол без підтримки групового управління дискретними сигналами.

7.2. MODBUS протокол

7.2.1. Формат кожного байта, який приймається та передається контролерами наступний:

1 start bit, 8 data bits, 1 Stop Bit (No Parity Bit)
LSB (Least Significant bit) молодший біт передається першим.

Кадр Modbus повідомлення наступний:

DEVICE ADDRESS	FUNCTION CODE	DATA	CRC CHECK
8 BITS	8 BITS	kx 8 BITS	16 BITS

$Dek \leq 16$ – кількість запитуваних регістрів. Якщо у кадрі запиту замовлено понад 16 регістрів, перетворювач-регулятор ПП-10 у відповіді обмежує їх кількість до перших 16 регістрів.

7.2.2. Device Address. Адреса пристрою

Адреса контролера (slave-пристрою) в мережі (1-255), за яким звертається SCADA система (master-пристрій) зі своїм запитом. Коли віддалений контролер посилає свою відповідь, він розміщує цю ж (власну) адресу в цьому полі, щоб master-пристрій знав який slave-пристрій відповідає на запит.

7.2.3. Function Code. Функціональний код операції

ПП-10 підтримує такі функції:

Function Code	Функція
03	Читання регістру(ів)
06	Запис в один регістр

7.2.4. Data Field. Поле даних, що передаються

Поле даних повідомлення, що надсилається SCADA системою віддаленому контролеру містить додаткову інформацію, яка необхідна slave-пристрою для деталізації функції. Вона включає:

- початкова адреса регістра та кількість регістрів для функції 03 (читання)
- адреса регістра та значення цього регістра для функції 06 (запис).

Поле даних повідомлення, що надсилається у відповідь віддаленим контролером містить:

- кількість байт відповіді на функцію 03 та вміст запитуваних регістрів
- адреса регістра та значення цього регістра для функції 06.

7.2.5. CRC Check. Поле значення контрольної суми

Значення цього поля - результат контролю за допомогою надлишкового циклічного коду (Cyclical Redundancy Check -CRC).

Після формування повідомлення (address, function code, data) пристрій, що передає, розраховує CRC код і поміщає його в кінець повідомлення. Приймальний пристрій розраховує CRC код прийнятого повідомлення та порівнює його з переданим CRC кодом. Якщо CRC код не збігається, це означає, що має місце комунікаційна помилка. Пристрій не виконує дій і не дає відповіді у разі виявлення помилок CRC.

Послідовність CRC розрахунків:

1. Завантаження CRC регістру (16 біт) одиницями (FFFFh).
2. Виключає АБО з першими 8 біт байта повідомлення та вмістом CRC регістру.
3. Зрушення результату на один біт вправо.
4. Якщо біт, що зсувається = 1, виключає АБО вміст регістру з A001h значенням.
5. Якщо біт нуль, що зсувається, повторити крок 3.
6. Повторювати кроки 3, 4 і 5 доки 8 зрушень не матимуть місце.
7. Виключне АБО з наступними 8 біт байта повідомлення та вмістом CRC регістру.
8. Повторювати кроки від 3 до 7 доки всі байти повідомлення не обробляться.
9. Кінцевий вміст регістру і буде значенням контрольної суми.

Коли CRC розміщується в кінці повідомлення, молодший CRC байт передається першим.

7.3. Приклад розрахунку контрольної суми (CRC)

Адреса пристрою 06, операція читання (код 03), початковий регістр 0008, число регістрів 0001
 Device address 06, read (03), starting register 0008, number of registers 0001

Розрахунок контрольної суми. CRC Calculation

Function code	Two byte (16 bit) Register				Overflow Bit
	HB		LB		
Load 16 bit register to all 11111	1111	1111	1111	0	
First byte is address 06			0000	0110	
Exclusive OR	1111	1111	1111	1001	
1st shift	0111	1111	1111	1100	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1101	1111	1111	1101	
2nd shift	0110	1111	1111	1110	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1100	1111	1111	1111	
3rd shift	0110	0111	1111	1111	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1100	0111	1111	1110	
4th shift	0110	0011	1111	1111	0
5th shift	0011	0001	1111	1111	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1001	0001	1111	1110	
6th shift	0100	1000	1111	1111	0
7th shift	0010	0100	0111	1111	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1000	0100	0111	1110	
8th shift	0100	0010	0011	1111	0
Second byte Read 03			0000	0011	
Exclusive OR	0100	0010	0011	1100	
1st shift	0010	0001	0001	1110	0
2nd shift	0001	0000	1000	1111	0
3rd shift	0000	1000	0100	0111	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1010	1000	0100	0110	
4th shift	0101	0100	0010	0011	0
5th shift	0010	1010	0001	0001	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1000	1010	0001	0000	
6th shift	0100	0101	0000	1000	0
7th shift	0010	0010	1000	0100	0
8th shift	0001	0001	0100	0010	0
Third byte Starting reg 00			0000	0000	
Exclusive OR	0001	0001	0100	0010	
1st shift	0000	1000	1010	0001	0
2nd shift	0000	0100	0101	0000	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1010	0100	0101	0001	
3rd shift	0101	0010	0010	1000	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1111	0010	0010	1001	
4th shift	0111	1001	0001	0100	1
40.41					
A001	1010	0000	0000	0001	
Function code	Two byte (16 bit) Register				Overflow Bit
	HB		LB		
Exclusive OR	1101	1001	0001	0101	
5th shift	0110	1100	1000	1010	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1100	1100	1000	1011	
6th shift	0110	0110	0100	0101	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1100	0110	0100	0100	
7th shift	0110	0011	0010	0010	0
8th shift	0011	0001	1001	0001	0

Fourth Byte 08			0000	1000	
Exclusive OR	0011	0001	1001	1001	
1st shift	0001	1000	1100	1100	1
A001	1010	0000	0000	001	
Exclusive OR	1011	1000	1100	1101	
2nd shift	0101	1100	0110	0110	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1111	1100	0110	0111	
3rd shift	0111	1110	0011	0011	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1101	1110	0011	0010	
4th shift	0110	1111	0001	1001	0
5th shift	0011	0111	1000	1100	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1001	0111	1000	1101	
6th shift	0100	1011	1100	0110	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1110	1011	1100	0111	
7th shift	0111	0101	1110	0011	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1101	0101	1110	0010	
8th shift	0110	1010	1111	0001	0
Fifth Byte 00			0000	0000	
Exclusive OR	0110	1010	1111	0001	
1st shift	0011	0101	0111	1000	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1001	0101	0111	1001	
2nd shift	0100	1010	1011	1100	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1110	1010	1011	1101	
3rd shift	0111	0101	0101	1110	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1101	0101	0101	1111	
4th shift	0110	1010	1010	1111	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1100	1010	1010	1110	
5th shift	0110	0101	0101	0111	0
6th shift	0011	0010	1010	1011	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1001	0010	1010	1010	
7th shift	0100	1001	0101	0101	0
8th shift	0010	0100	1010	1010	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1000	0100	1010	1011	
Sixth Byte 01			0000	0001	
Exclusive OR	1000	0100	1010	1010	
1st shift	0100	0010	0101	0101	0
2nd shift	0010	0001	0010	1010	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Function code	Two byte (16 bit) Register				Overflow Bit
	HB		LB		
Exclusive OR	1000	0001	0010	1011	
3rd shift	0100	0000	1001	0101	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1110	0000	1001	0100	
4th shift	0111	0000	0100	1010	0
5th shift	0011	1000	0010	0101	0
6th shift	0001	1100	0001	0010	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1011	1100	0001	0011	
7th shift	0101	1110	0000	1001	1
A001	1010	0000	0000	0001	
Exclusive OR	1111	1110	0000	1000	
8th shift	0111	1111	0000	0100	0
CRC code	7	F	0	4	

Надсилання повідомлення. Transmitted Message:

DEVICE ADDRESS	FUNCTION CODE	STARTING REGISTER	NUMBER OF REGISTERS	CRC
06	03	00 08	00 01	04 7F

Де «NUMBER OF REGISTERS» ≤ 16 – кількість запитуваних регістрів. Якщо у кадрі запиту замовлено понад 16 регістрів, перетворювач-регулятор ПП-10 у відповіді обмежує їх кількість до перших 16 регістрів.

Приклад розрахунку контрольної суми мовою C

Example of CRC calculation в "C" language

```

unsigned int crc_calculation (unsigned char *buff, unsigned char number_byte)
{
    unsigned int crc;
    unsigned char bit_counter;

    crc = 0xFFFF;                                // initialize crc

    while ( number_byte>0 )
    {
        crc ^= *buff++ ;                          // crc XOR with data
        bit_counter=0;                            // reset counter
        while ( bit_counter < 8 )
        {
            if ( crc & 0x0001 )
            {
                crc >>= 1;                        // shift to the right 1 position
                crc ^= 0xA001; // crc XOR with 0xA001
            }
            else
            {
                crc >>=1;                          // shift to the right 1 position
            }
            bit_counter++;                          // increase counter
        }
        number_byte--;                             // adjust byte counter
    }

    return (crc);                                // final result of crc
}

```

7.4. ФОРМАТ КОМАНД

Читання кількох регістрів. Read Multiple Register (03)

Наступний формат використовується для надсилання запитів від комп'ютера та відповідей від віддаленого контролера.

Запит пристрою SENT TO DEVICE:

DEVICE ADDRESS	FUNCTION CODE 03	DATA		CRC
		STARTING REGISTERS	NUMBER OF REGISTERS	
1 BYTE	1 BYTE	HB LB	HB LB	LB HB

Відповідь пристрою. RETURNED FROM DEVICE:

DEVICE ADDRESS	FUNCTION CODE 03	DATA				CRC
		NUMBER OF BYTES	FIRST REGISTER	...	N REGISTER	
1 BYTE	1 BYTE	1 BYTE	HB LB	...	HB LB	LB HB

Де «NUMBER OF REGISTERS» і $n \leq 16$ – кількість запитуваних регістрів. Якщо у кадрі запиту замовлено понад 16 регістрів, перетворювач-регулятор ПП-10 у відповіді обмежує їх кількість до перших 16 регістрів.

Приклад 1:

1. Читання регістру

Запит пристрою. SENT TO DEVICE: Address 1, Read (03) register 1 (Setpoint)

DEVICE ADDRESS	FUNCTION CODE	DATA		CRC
		STARTING REGISTERS	NUMBER OF REGISTERS	
01	03	00 01	00 01	D5 CA

Відповідь пристрою. RETURNED FROM DEVICE: Setpoint set to 100.0

DEVICE ADDRESS	FUNCTION CODE	NUMBER OF BYTES	VALUE OF REGISTERS	CRC
01	03	02	03 E8	B8 FA

03E8 Hex = 1000 Dec

2. Запис до регістру

Наступна команда записує певне значення у регістр. Write to Single Register (06)

Запит та відповідь пристрою. Вибрати / Відновити від пристрою :

DEVICE ADDRESS	FUNCTION CODE 06	DATA		CRC
		REGISTER	DATA/VALUE	
1 BYTE	1 BYTE	HB LB	HB LB	LB HB

Приклад 2:

Встановити час диференціювання регулятора 74 секунди на пристрої з адресою 20.
Set Td to 74 sec (004A Hex) on Device address 20.

Запит пристрою. SEND TO DEVICE: Address 20 (Hex 14), write (06) to register 8, data 4A

DEVICE ADDRESS	FUNCTION CODE	DATA		CRC
		REGISTER	DATA/VALUE	
14	06	00 08	00 4A	8B 3A

Відповідь пристрою. RETURNED FROM DEVICE:

DEVICE ADDRESS	FUNCTION CODE	DATA		CRC
		REGISTER	DATA/VALUE	
14	06	00 08	00 4A	8B 3A

8. Вказівка заходів безпеки

ПОПЕРЕДЖЕННЯ

1. Нехтування запобіжними заходами та правилами експлуатації може стати причиною травмування персоналу або пошкодження обладнання!

2. Для забезпечення безпечного використання обладнання обов'язково виконуйте вказівки цього розділу!

8.1. До експлуатації перетворювач-регулятора ПП-10 допускаються особи, які мають дозвіл для роботи на електроустановках напругою до 1000 В, та вивчили настанову щодо експлуатування у повному обсязі.

8.2. Експлуатація перетворювач-регулятора ПП-10 дозволяється за наявності інструкції з техніки безпеки, затвердженої підприємством-споживачем у встановленому порядку та враховує специфіку застосування регулятора на конкретному об'єкті. При експлуатації необхідно дотримуватись вимог чинних правил ПТЕ та ПТБ для електроустановок напругою до 1000В.

8.3. Перетворювач-регулятор ПП-10 повинен експлуатуватися відповідно до вимог чинних "Правил влаштування електроустановок" (ПУЕ).

8.4. Використовуйте напругу живлення (220В/50Гц змінного струму), що відповідає вимогам до електроживлення для перетворювача-регулятора ПП-10. При подачі напруги живлення необхідне значення має встановлюватися не більше, ніж за 2-3 сек.

8.5. Усі монтажні та профілактичні роботи повинні проводитись при відключеному електроживленні.

8.6. Забороняється підключати та відключати з'єднувачі при увімкненому електроживленні.

8.7. Ретельно здійснюйте підключення з дотриманням полярності виходів. Неправильне підключення або підключення роз'ємів під час увімкненого живлення може призвести до пошкодження електронних компонентів приладу.

8.8. Не підключайте виходи, що не використовуються.

8.9. При розбиранні приладу для усунення несправностей перетворювач-регулятор ПП-10 повинен бути відключений від електроживлення.

8.10. При вийманні приладу з корпусу не торкайтеся його електричних компонентів і не піддавайте внутрішні вузли та частини ударам.

8.11. Розташовуйте перетворювач-регулятор ПП-10 якнайдалі від пристроїв, що генерують високочастотні випромінювання (наприклад, ВЧ-печі, ВЧ-зварювальні апарати, машини, або прилади, що використовують імпульсні напруги), щоб уникнути збоїв у роботі.

9. Порядок встановлення та монтажу

9.1. Вимоги до місця встановлення

9.1.1. Перетворювач-регулятор ПП-10 розрахований на монтаж на вертикальній панелі електрощитів.

9.1.2. Перетворювач-регулятор повинен встановлюватись у закритому вибухобезпечному та пожежобезпечному приміщенні. Використовуйте прилад при температурі та вологості, що відповідають вимогам та умовам експлуатації, зазначеним у розділі 3 цієї настанови.

9.1.3. Не захищайте простір навколо пристрою для нормального теплообміну. Відведіть достатньо місця для вентиляції пристрою. Не закривайте вентиляційні отвори на корпусі пристрою. Якщо прилад нагрівається, використовуйте вентилятор для охолодження до температури нижче 50°C.

9.1.4. Габаритні та приєднувальні розміри перетворювач-регулятора ПП-10 наведено у додатку А.

9.2. З'єднання із зовнішніми пристроями. Вхідні та вихідні ланцюги

9.2.1. **УВАГА!!!** При підключенні перетворювач-регулятора ПП-10 дотримуватись вказівок заходів безпеки розділу 8 цієї настанови.

9.2.2. Кабельні зв'язки, що з'єднують перетворювач-регулятор ПП-10, підключаються через клемні колодки відповідних клемно-блочних з'єднувачів відповідно до вимог "Правил влаштування електроустановок".

9.2.3. Підключення входів-виходів до перетворювача - регулятора ПП-10 проводять відповідно до схем зовнішніх з'єднань, наведених у додатку Б.

9.2.4. При підключенні ліній зв'язку до вхідних та вихідних клем вживайте заходів щодо зменшення впливу наведених шумів: *використовуйте* вхідні та (або) вихідні шумоподавлюючі фільтри для регулятора (в т.ч. мережеві), шумоподавлюючі фільтри для периферійних пристроїв, використовуйте внутрішні цифрові фільтри аналогових входів перетворювач-регулятора ПП-10.

9.2.5. Не допускається об'єднувати в одному кабелі (джгуті) ланцюги, якими передаються аналогові, інтерфейсні сигнали та сильноточні сигнальні або сильноточні силові ланцюги. Щоб зменшити наведений шум, відокремте лінії високої напруги або лінії, що проводять значні струми, від інших ліній, а також уникайте паралельного або загального підключення з лініями живлення при підключенні до виходів.

9.2.6. Необхідність екранування кабелів, якими передається інформація, залежить від довжини кабельних зв'язків і рівня перешкод у зоні прокладки кабелю. Рекомендується використовувати ізолюючі трубки, канали, лотки або екрановані лінії.

9.2.7. Застосування екранованої витой пари в промислових умовах є кращим, оскільки це забезпечує отримання високого співвідношення сигнал/шум і захист від синфазної перешкоди.

9.2.8. Підключайте стабілізатори або фільтри шуму до периферійних пристроїв, що генерують електромагнітні та імпульсні перешкоди (зокрема, моторам, трансформаторам, соленоїдам, магнітним котушкам та іншим пристроям, що мають випромінюючі компоненти).

9.3. Підключення електроживлення блоків

9.3.1. **УВАГА!!!!** При підключенні електроживлення перетворювач-регулятора ПП-10 дотримуватись вказівок заходів безпеки розділу 8 цієї настанови.

9.3.2. Для перетворювач-регуляторів ПП-10 з виконанням для живлення від мережі змінного струму 220В: Провід електроживлення мережі змінного струму 220В підключається до клем колодки 220В, розташованої на задній панелі перетворювач-регулятора ПП-10. На клемну колодку "220В" встановлюється спеціальна захисна кришка, що входить до комплексу постачання.

9.3.3. Встановлюючи шумоподавлюючий фільтр (сигнальний або мережевий), обов'язково уточніть його параметри (напруга, що використовується, і струми, що пропускаються). Розташовуйте фільтр якомога ближче до регулятора.

10. Підготовка до роботи. Порядок роботи

10.1. Підготовка до роботи

Підключення входів-виходів до перетворювача-регулятора ПП-10 проводять відповідно до схем зовнішніх з'єднань, наведених у додатку Б.

10.2. Конфігурація приладу

Перетворювач-регулятор є вільно програмованим компактним приладом. Користувач, який не має знань та навичок програмування, може просто викликати та виконувати різні функції шляхом конфігурації перетворювач-регулятора ПП-10. Перетворювач-регулятори ПП-10 дуже гнучкі у використанні і можуть швидко і легко, змінивши конфігурацію, виконати більшість вимог і завдань управління технологічними процесами.

Перетворювач-регулятори ПП-10 конфігуруються через передню панель приладу або гальванічно розділений інтерфейс RS-485 (протокол ModBus), що також дозволяє використовувати прилад як віддалений контролер при роботі в сучасних мережах управління та збору інформації.

Параметри конфігурації перетворювач-регулятора ПП-10 зберігаються в незалежній пам'яті і прилад здатний відновити виконання завдань управління після переривання напруги живлення. Батарея резервного живлення не використовується.

Програма конфігурації перетворювач-регулятора ПП-10 має бути складена заздалегідь і оформлена у вигляді таблиці (див. додаток В), що позбавить користувача помилок при введенні параметрів конфігурації.

Призначення елементів передньої панелі, призначення світлодіодних індикаторів та клавіш представлено у відповідних розділах розділу 5. Порядок конфігурації викладено в розділі 6.

10.2.1 Порядок налаштування аналогових входів

При налаштуванні та перебудові з одного типу вхідного сигналу на інший тип, необхідно привести у відповідність наступне:

- параметри меню конфігурації, що відповідають типу вхідного сигналу,
- положення переминок на клемно-блочному з'єднувачі,
- Положення переминок на модулі універсальних входів (встановленому всередині приладу).

Типи вхідних сигналів та положення переминок наведені в таблиці 10.2.1.

Таблиця 10.2.1

Тип вхідного сигналу	Код входу під час замовлення виробу	Параметр меню конфігурації	Положення переминок на КБЗ-25-11, КБЗ-28Р-11, КБЗ-28К-11, КБЗ-28С-11	Положення переминок на модулі універсальних входів (Рис.10.2.1)
Аналоговий вхід AI1				
0-5 мА R _{вх} = 400 Ом	01	[2.01] = 0000	JP1 [1-2], [7-8]	J1 [3-4], J3 [5-6]
0-20 мА, R _{вх} = 100 Ом	02	[2.01] = 0000	JP1 [1-2], [5-6]	J1 [3-4], J3 [5-6]
4-20 мА, R _{вх} = 100 Ом	03	[2.01] = 0001	JP1 [1-2], [5-6]	J1 [3-4], J3 [5-6]
0-10В, R _{вх} = 25 кОм	04	[2.01] = 0000	JP1 [2-4], [5-7]	J1 [3-4], J3 [5-6]

Продовження таблиці 10.2.1

Аналоговий вхід AI2				
0-5 мА R _{вх} = 400 Ом	01	[3.00] = 0000	JP2 [1-2], [7-8]	J2 [3-4], J4 [5-6]
0-20 мА, R _{вх} = 100 Ом	02	[3.00] = 0000	JP2 [1-2], [5-6]	J2 [3-4], J4 [5-6]
4-20 мА, R _{вх} = 100 Ом	03	[3.00] = 0001	JP2 [1-2], [5-6]	J2 [3-4], J4 [5-6]
0-10В, R _{вх} = 25 ком	04	[3.00] = 0000	JP2 [2-4], [5-7]	J2 [3-4], J4 [5-6]
ПММ 50М, -50 ... +200°C	05	[3.00] = 0002	JP2 [1-2], [5-7]	J2 [1-2], J4 [3-4]
ПММ 100М, -50 ... +200°C	06	[3.00] = 0003	JP2 [1-2], [5-7]	J2 [1-2], J4 [3-4]
ТСП 50П, Pt50, -50 ... +650°C	07	[3.00] = 0004	JP2 [1-2], [5-7]	J2 [1-2], J4 [3-4]
ТСП 100П, Pt100, -50 ... +650°C	08	[3.00] = 0005	JP2 [1-2], [5-7]	J2 [1-2], J4 [3-4]

Примітки.

1. Положення перемичок на клемно-блочному з'єднувачі для налаштування аналогових входів має відповідати положенню перемичок на аналоговому вході на платі процесора, а також відповідати номеру параметра меню конфігурації аналогового входу, який відповідає за тип вхідного сигналу.
2. Зсув вхідного сигналу 4-20мА встановлюється програмно.
3. Характеристики типів вхідних сигналів наведено у розділі 3.
4. Порядок калібрування аналогових вхідних сигналів наведено в розділі 11.

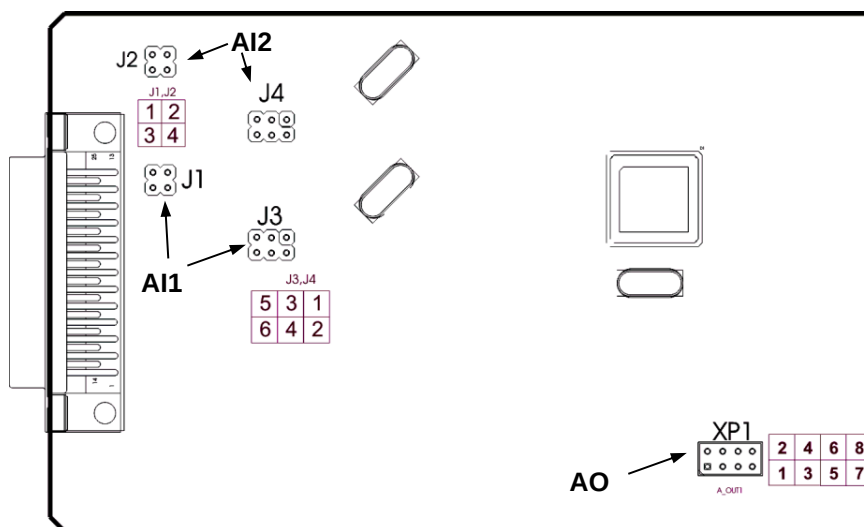


Рисунок 10.2.1 – Положення перемичок на платі процесора

10.3. Режим РОБОТА

Після виконання операцій конфігурації перетворювач-регулятор переводять у режим РОБОТА (див. розділ 6) натискаючи клавішу [F4]. Цей перехід також здійснюється автоматично через близько 2-х хвилин, навіть якщо параметри не були модифіковані і не натискалася жодна клавіша, прилад перейде в режим РОБОТА. У режимі РОБОТА відбувається вимірювання та обробка вхідних сигналів за заданою програмою, а також формування вихідного впливу, що управляє.

Для відновлення параметрів налаштування підприємства виробника (установлення значень за замовчуванням) необхідно:

- вимкнути живлення регулятора,
- натиснути клавішу [F4],
- утримуючи клавішу [F4] включити живлення,
- відпустити клавішу [F4].

Однак, необхідно пам'ятати, що ця функція не має зворотної дії.

10.4 Ручне встановлення параметрів регулювання перехідної функції

Якщо задана перехідна функція об'єкта регулювання або вона може бути визначена, параметри регулювання можуть бути встановлені відповідно до установчих директив, зазначених у довідниках. Перехідна функція в положенні регулятора «Ручний режим» може бути записана через стрибкоподібну зміну впливу, що управляє, і характер регульованої величини може реєструватися самописцем. При цьому виходить перехідна функція, що приблизно відповідає зазначеній на рисунку 10.1.

Хороші середні величини з настановних параметрів регулятора дають такі емпіричні формули:

П - регулятор:

Коефіцієнт посилення $K_p \approx L/[D \cdot K_O]$

ПІ – регулятор:

Коефіцієнт посилення $K_p \approx 0,8 \cdot (L/[D \cdot K_O])$

Час інтегрування $T_I \approx 3 \cdot D$

ПІД - регулятор:

Коефіцієнт посилення $K_p \approx 1,2 \cdot (L/[D \cdot K_O])$

Час інтегрування $T_I \approx D$

Час диференціювання $T_D \approx 0,4 \cdot D$

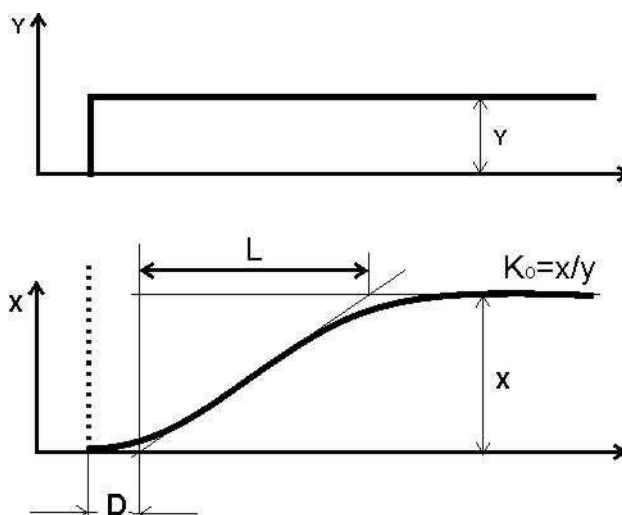


Рисунок 10.1 - Перехідна функція об'єкта регулювання із самовирівнюванням

Y – керуючий вплив

y – керуючий вплив

x – регульована величина

t – час

D – час затримки

L - час вирівнювання

K_O – передаточний коефіцієнт об'єкта регулювання.

11. Калібрування та перевірка приладу

Калібрування приладу здійснюється:

- На заводі-виробнику під час випуску приладу
- Користувачем:
 - при зміні типу давача (переконфігурація приладу)
 - при заміні давача
 - при зміні довжини ліній зв'язку
- Повне калібрування приладу здійснюється в три етапи:
 - калібрування мікропроцесорного регулятора ПП-10-2
 - калібрування вимірювального перетворювача ПП-10-1
 - калібрування давач – вимірювальний перетворювач ПП-10-1 – мікропроцесорний регулятор ПП-10-2
- Кожен етап калібрування виконується окремо і може бути пропущений користувачем, у разі повної впевненості у працездатності вузла системи для якого має виконуватися калібрування.

11.1. Калібрування мікропроцесорного регулятора ПП-10-2

11.1.1. Калібрування аналогового входу AI1

1) Встановіть на КБЗ-25-11, КБЗ-28К-11, КБЗ-28С-11 або КБЗ-28Р-11 перемички в положення, що відповідає вхідному сигналу 0 - 20 мА згідно з табл. 10.2.1 та рисунку 10.2.1. Підключіть до клем КБЗ-25-11, КБЗ-28К-11, КБЗ-28С-11 або КБЗ-28Р-11 еталонне джерело струму з вихідним діапазоном від 0 до 20 мА, клемка 1 «+» клемка 2 «-». Подайте з джерела струму струм 0 мА.

2) У режимі конфігурації натисніть  і утримуйте клавішу, доки у вікні «ВИХІД» не з'являться символи «ПР», натискаючи  у вікні "ЗАВДАННЯ" встановіть значення «02.00» (Рівень 2), натискаючи клавіші  або  у вікні «рН/мВ» (ПАРАМЕТР) встановіть тип вимірюваного параметра «0000» - рХ (рН) або «0001» - Ен (мВ), натисніть . Далі розглянемо як приклад калібрування приладу під час вимірювання рН. Для пункту меню:

«02.01» натискаючи клавіші  або  у вікні рН/мВ (ПАРАМЕТР) встановіть тип входу «0000» - 0-20 мА, натисніть клавішу .

«02.02» натискаючи клавіші  або  у вікні рН/мВ (ПАРАМЕТР) встановіть постійну часу цифрового фільтра «000,5» - 0,5 сек., натисніть .

«02.03» натискаючи клавіші  або  у вікні рН/мВ (ПАРАМЕТР) встановіть нижню межу розмаху шкали «-1886» мВ - для давача ЕСТ0401 це значення відповідає температурі розчину 100°C і рН 00,00 натисніть клавішу .

«02.04» натискаючи клавіші  або  у вікні «рН/мВ» (ПАРАМЕТР) встановіть верхню межу розмаху шкали «-2701» мВ - для давача ЕСТ0401 це значення відповідає температурі розчину 100°C і рН дорівнює 11.00, натисніть .

«02.05» натискаючи клавіші  або  у вікні рН/мВ (ПАРАМЕТР) встановіть координату ізопотенційної точки «-2042» мВ - для давача ЕСТ0401, натисніть клавішу .

«02.06» натискаючи клавіші  або  у вікні рН/мВ (ПАРАМЕТР) встановіть координату ізопотенційної точки «02.10» рН - для давача ЕСТ0401, натисніть клавішу .

«02.07» натискаючи клавіші  або  у вікні рН/мВ (ПАРАМЕТР) встановіть валентність вимірюваного іона «-001» - для давача ЕСТ0401, натисніть клавішу .

«02.08» натискаючи клавіші  або  у вікні рН/мВ (ПАРАМЕТР) встановіть зсув входу AI1 «00.00», натисніть , натисніть , натисніть , натисніть .

«02.12» натискаючи клавіші  або  у вікні «рН/мВ» (ПАРАМЕТР) встановіть коригувальні значення крутості характеристики «00.00», натисніть .

«02.13» натискаючи клавіші  або  у вікні рН/мВ (ПАРАМЕТР) встановіть коефіцієнт фільтрації «0005», натисніть .

3) Натисніть  у вікні "ЗАВДАННЯ" встановіть значення «03.00» (Рівень 3), натискаючи клавіші  або  у вікні «рН/мВ» (ПАРАМЕТР) встановіть тип входу AI2 «0005» - для давача температури з градуванням 100П або інше значення залежно від давача температури, що підключається, для автоматичної корекції, натисніть клавішу . Для пункту меню:

«03.01» натискаючи клавіші  або  у вікні рН/мВ (ПАРАМЕТР) встановіть постійну часу цифрового фільтра «000,5» - 0,5 сек., натисніть .

«03.02» натискаючи клавіші  або  у вікні рН/мВ (ПАРАМЕТР) встановіть режим корекції за температурою «0001» - ручний, натисніть клавішу .

«03.03» натискаючи клавіші  або  у вікні рН/мВ (ПАРАМЕТР) встановіть значення температури «100.0», натисніть .

«03.04» і «03.05» використовуються у разі якщо вихідний сигнал давача температури струмовий. У пункті «03.04» ставимо нижню межу шкали давача термокомпенсації, а в «03.05» відповідно – верхню.

4) Натисніть [↶] у вікні "ЗАВДАННЯ" встановіть значення «12.00» (Рівень 12), натискаючи клавіші [▲] або [▼] у вікні pH/mV (ПАРАМЕТР) встановіть значення «00.00» - що відповідає нульовому значенню вхідного сигналу, натисніть [↷]. Встановіть сигнал від джерела струму 20 мА та для пункту меню:

«12.01» натискаючи клавіші [▲] або [▼] у вікні pH/mV (ПАРАМЕТР) встановіть значення «11,00» - що відповідає кінцевому значенню сигналу для вибраного нами датчика ЕСТ0401, натисніть [↷]. При Необхідно повторити пункт 4) кілька разів.

5) Можливе також автоматичне калібрування. При натисканні клавіші **ЗВД** включається автоматичне калібрування, що супроводжується блиманням параметра 00 (при калібруванні нуля). При миготінні 00 на дисплеї ЗАВДАННЯ потрібно подати на вхід сигнал який відповідає початку шкали та натиснути клавішу ВВІД. Клавіша ВВІД фіксує нове значення калібрування. На індикаторі почне блимати 01. Подайте на вхід сигнал, який відповідає кінцю шкали. Натисніть клавішу ВВІД, щоб запам'ятати значення калібрування. Калібрування рекомендовано пройти двічі.

6) Натисніть [↶] у вікні "ЗАВДАННЯ" встановіть значення «16.00» (Рівень 16), натисніть [↷]. Для пункту меню:

«16.01» натискаючи клавіші [▲] або [▼] у вікні «pH/mV» (ПАРАМЕТР) встановіть значення «0001» - запис параметрів в незалежну пам'ять, натисніть [↷].

11.1.2. Порядок калібрування входу AI2 для підключення датчиків термометрів опору

При використанні входу AI2 для підключення перетворювачів температури з уніфікованим вихідним сигналом калібрування проводиться згідно з п.11.1.1.

Порядок калібрування входів для підключення датчиків термоперетворювачів опору, як приклад, наведено для датчика ТСП 100П:

1) Встановіть на КБЗ-25-11, КБЗ-28К-11, КБЗ-28С-11 або КБЗ-28Р-11 перемички в положення відповідне вхідному сигналу від датчика ТСП 100П згідно табл. 10.2.1 і малюнка 10.2.1.. Підключити магазин опорів МСР-63 (МСР-60М або аналогічний прилад з аналогічними характеристиками не гірше зазначених) до входу AI2 замість датчика термоперетворювача опору, що підключається згідно схеми зовнішніх з'єднань (див. додаток Б.4, Б.5). На магазині опору встановіть значення 79,98 Ом, що відповідає "-50,0" для датчика ТСП 100П

2) У режимі конфігурації натисніть [↶] і утримуйте клавішу, доки у вікні «ВИХІД» не з'являться символи «ПР», натискаючи [↶] у вікні "ЗАВДАННЯ" встановіть значення «03.00» (Рівень 3), натискаючи клавіші [▲] або [▼] у вікні «pH/mV» (ПАРАМЕТР) встановіть тип входу AI2 «0005» - для датчика температури з градуванням 100П або інше значення залежно від датчика температури, що підключається, для автоматичної корекції, натисніть клавішу [↷].

«03.01» натискаючи клавіші [▲] або [▼] у вікні pH/mV (ПАРАМЕТР) встановіть постійну часу цифрового фільтра «000,5» - 0,5 сек., натисніть [↷].

«03.02» натискаючи клавіші [▲] або [▼] у вікні pH/mV (ПАРАМЕТР) встановіть режим корекції за температурою «0001» - ручний, натисніть клавішу [↷].

«03.03» натискаючи клавіші [▲] або [▼] у вікні pH/mV (ПАРАМЕТР) встановіть значення температури «100.0» , натисніть [↷].

3) Натисніть [↶] у вікні "ЗАВДАННЯ" встановіть значення «13.00» (Рівень 13), натискаючи клавіші [▲] або [▼] у вікні pH/mV (ПАРАМЕТР) встановіть значення «-050.0» - що відповідає початковому значенню вхідного сигналу датчика термоопору, натисніть [↷]. Встановіть на магазині опору значення 177,03 Ом, що відповідає "200,0С" для датчика ТСП 100П і для пункту меню:

«13.01» натискаючи клавіші [▲] або [▼] у вікні pH/mV (ПАРАМЕТР) встановіть значення «200,0» - що відповідає кінцевому значенню вхідного сигналу датчика термоопору, натисніть [↷]. При Необхідно повторити пункт 3) кілька разів.

4) Натисніть [↶] у вікні "ЗАВДАННЯ" встановіть значення «16.00» (Рівень 16), натисніть [↷]. Для пункту меню:

«16.01» натискаючи клавіші [▲] або [▼] у вікні «pH/mV» (ПАРАМЕТР) встановіть значення «0001» - запис параметрів в незалежну пам'ять, натисніть [↷].

Таблиця 11.1. Рекомендовані діапазони калібрування входу вимірювання температури

Код входу	Тип давача	Градуювальна характеристика та НСХ	Діапазон калібрування входів, °C	Граничні значення вимірюваних опорів калібрування приладу, Ом	
				R _{поч.калібр.}	R _{кін.калібр.}
0002	ПММ	50М, W100 = 1,428 (осн.)	-50 °C... +200 °C	39,24	92,79
0003	ПММ	100М, W100 = 1,428 (осн.)	-50 °C... +200 °C	78,48	185,58
0004	ТСП Pt50	50П, W100 = 1,391 (осн.) $\alpha = 0,00390, 0,00392$	-50 °C... +200 °C	39,99	88,52
0005	ТСП Pt100	100П, W100 = 1,391 (осн.) $\alpha = 0,00390, 0,00392$	-50 °C... +200 °C	79,98	177,03

11.1.3. Калібрування аналогового виходу

1) Підключіть до аналогового виходу АО регулятора ПП-10-2 - зразковий вимірювальний прилад - міліамперметр постійного струму з межею вимірювання 0-20 мА.

2) У режимі конфігурації натисніть [↺] і утримуйте клавішу, доки у вікні «ВИХІД» не з'являться символи «ПР», натискаючи [↺] у вікні "ЗАВДАННЯ" встановіть значення «14.00» (Рівень 14), натисніть [↵].

«14.01» натискаючи клавіші [▲] або [▼] і контролюючи вихідний струмовий сигнал за зовнішнім міліамперметром, встановіть мінімальне (нульове) значення струмового виходу, натисніть [↵].

«14.02» натискаючи клавіші [▲] або [▼] і контролюючи вихідний струмовий сигнал за зовнішнім міліамперметром, встановіть максимальне (кінцеве) значення струмового виходу, натисніть [↵].

3) Натисніть [↺] у вікні "ЗАВДАННЯ" встановіть значення «16.00» (Рівень 16), натисніть [↵]. Для пункту меню:

«16.01» натискаючи клавіші [▲] або [▼] у вікні «pH/mV» (ПАРАМЕТР) встановіть значення «0001» - запис параметрів в незалежну пам'ять, натисніть [↵].

11.2. Калібрування вимірювального перетворювача ПП-10-1

1) Підключіть до клем 1 і 3 вимірювального перетворювача «Імітатор Електродної Системи І-02», до клем 4 і 5 міліамперметр постійного струму з межею вимірювання 0-20 мА, до клем 6 і 7 джерело змінного або постійного струму з вихідним вихідним струмом не менше 100 мА (як джерело струму можна застосувати мікропроцесорний регулятор ПП-10-2, клеми підключення 11, 12 для КБЗ-25-11 і 10, 11 для КБЗ-28К-11, КБЗ-28С-11 або КБЗ -28Р-11) увімкніть живлення вимірювального перетворювача.

2) Подайте з імітатора електродної системи сигнал, що відповідає початковому значенню вхідного сигналу давача для температури вимірюваного середовища 100□ (нижня межа розмаху шкали -1886 мВ - для давача ЕСТ0401 це значення відповідає температурі розчину 100□С рН дорівнює 00,00). Повертаючи змінний опір R11 (Уст. «0»), встановіть по міліамперметру значення 0 мА.

3) Подайте з імітатора електродної системи сигнал, що відповідає кінцевому значенню вхідного сигналу давача для температури вимірюваного середовища 100□ (верхня межа розмаху шкали -2701 мВ - для давача ЕСТ0401 це значення відповідає температурі розчину 100□С рН дорівнює 11,00). Повертаючи змінний опір R19 (Уст. «мах»), встановіть по міліамперметру значення 20 мА.

4) За потреби повторіть пункти 2), 3) кілька разів.

11.3. Комплексне калібрування давача, вимірювального перетворювача ПП-10-1 та мікропроцесорного регулятора ПП-10-2

Комплексне калібрування проводиться як у лабораторних так і у виробничих умовах за місцем залежно від умов експлуатації приладу та періодичності калібрування.

- 1) Виконайте всі підключення приладу згідно ДОДАТКУ Б.
- 2) Промийте давач у дистильованій воді. Помістіть давач у буферний розчин із мінімальним значенням рН (наприклад рН=4). Виміряйте термометром температуру розчину.
- 3) У режимі конфігурації натисніть [↶] і утримуйте клавішу, доки у вікні «ВИХІД» не з'являться символи «ПР», натискаючи [↶] у вікні "ЗАВДАННЯ" встановіть значення «03.00» (Рівень 3), натискаючи клавіші [▲] або [▼] у вікні «рН/mV» (ПАРАМЕТР) встановіть тип входу AI2 «0005» - для давача температури з градуванням 100П або інше значення залежно від давача температури, що підключається, для автоматичної корекції, натисніть клавішу [↵]. Для пункту меню:
 «03.01» натискаючи клавіші [▲] або [▼] у вікні рН/mV (ПАРАМЕТР) встановіть постійну часу цифрового фільтра «000,5» - 0,5 сек., натисніть [↵].
 «03.02» натискаючи клавіші [▲] або [▼] у вікні рН/mV (ПАРАМЕТР) встановіть режим корекції за температурою «0001» - ручний, натисніть клавішу [↵].
 «03.03» натискаючи клавіші [▲] або [▼] у вікні рН/mV (ПАРАМЕТР) встановіть значення температури розчину виміряне раніше термометром наприклад «025.0», натисніть клавішу [↵].
- 4) Натисніть [↶] у вікні "ЗАВДАННЯ" встановіть значення «16.00» (Рівень 16), натисніть [↵]. Для пункту меню:
 «16.01» натискаючи клавіші [▲] або [▼] у вікні рН/mV (ПАРАМЕТР) встановіть значення «0001» - запис параметрів в енергонезалежну пам'ять, натисніть клавішу [↵].
- 5) У режимі конфігурації натисніть [↶] і утримуйте клавішу, доки у вікні «ВИХІД» не з'являться символи «ПР», натискаючи [↶] у вікні "ЗАВДАННЯ" встановіть значення «02.00» (Рівень 2), натискаючи клавішу [↵] у вікні "ЗАВДАННЯ" встановіть значення «02.09» клавішами [▲] або [▼] у вікні «рН/mV» (ПАРАМЕТР) встановіть значення параметра, що вимірюється, рівному рН розчину в нашому випадку «04.00», натисніть клавішу [↵].
- 6) Промийте давач у дистильованій воді. Помістіть давач у буферний розчин із максимальним значенням рН (наприклад, рН=9). Виміряйте термометром температуру розчину. Натискаючи клавішу [↵] у вікні "ЗАВДАННЯ" встановіть значення «02.11» клавішами [▲] або [▼] у вікні «рН/mV» (ПАРАМЕТР) встановіть значення параметра, що вимірюється, рівному рН розчину в нашому випадку «09.00», натисніть клавішу [↵], за потреби повторіть пункти 5), 6) кілька разів.
- 7) У режимі конфігурації натисніть [↶] і утримуйте клавішу, доки у вікні «ВИХІД» не з'являться символи «ПР», натискаючи [↶] у вікні "ЗАВДАННЯ" встановіть значення «03.00» (Рівень 3), натискаючи клавіші [▲] або [▼] у вікні «рН/mV» (ПАРАМЕТР) встановіть тип входу AI2 «0005» - для давача температури з градуванням 100П або інше значення залежно від давача температури, що підключається, для автоматичної корекції, натисніть клавішу [↵].
 «03.01» натискаючи клавіші [▲] або [▼] у вікні «рН/mV» (ПАРАМЕТР) встановіть постійну часу цифрового фільтра відповідну стійкості до перешкод об'єкта який контролює в секундах, натисніть клавішу [↵].
 «03.02» натискаючи клавіші [▲] або [▼] у вікні «рН/mV» (ПАРАМЕТР) встановіть режим корекції за температурою «0000» - автоматичний (якщо підключено давач вимірювання температури для автоматичної корекції), натисніть [↵].
- 8) Натисніть [↶] у вікні "ЗАВДАННЯ" встановіть значення «16.00» (Рівень 16), натисніть [↵]. Для пункту меню:
 «16.01» натискаючи клавіші [▲] або [▼] у вікні рН/mV (ПАРАМЕТР) встановіть значення «0001» - запис параметрів в енергонезалежну пам'ять, натисніть клавішу [↵].

ЗАУВАЖЕННЯ З ОПЕРАЦІЙ КАЛІБРУВАННЯ

У процесі калібрування не потрібно точної рівності сигналів 0% та 100% діапазону. Наприклад, можна проводити калібрування для сигналів 2% та 98% діапазону. Важливо лише те, щоб по цифровому індикатору встановити значення максимально близьке до встановленого значення вхідного або вихідного сигналу.

Для підвищення точності вимірювання вхідних аналогових сигналів, а також формування вихідних аналогових сигналів допускається калібрування проводити для всього ланцюга перетворення сигналу з урахуванням вторинних перетворювачів сигналів.

Наприклад, для вхідного ланцюга: *давач – перетворювач – регулятор ПП-10* джерело еталонного сигналу підключається замість давача, а операція калібрування вхідного сигналу здійснюється на регуляторі ПП-10-2. Аналогічно для вихідного ланцюга: регулятор ПП-10 – перетворювач – виконавчий механізм, вимірювальний прилад підключити замість виконавчого механізму, а операцію калібрування вихідного сигналу здійснити з регулятора ПП-10.

12. Технічне обслуговування

12.1. При правильній експлуатації перетворювач-регулятор ПП-10 не потребує повсякденного обслуговування.

12.2. Періодичність профілактичних оглядів та ремонтів перетворювач-регулятора ПП-10 встановлюється залежно від виробничих умов, але не рідше двох разів на рік.

12.3. При тривалих перервах у роботі рекомендується відключати перетворювач-регулятор ПП-10 від електромережі.

12.4. Під час профілактичних оглядів: перевіряти та чистити кабельні частини з'єднань (розтин перетворювач-регулятора ПП-10 не допускається); клемно-блокові з'єднувачі, перевіряти міцність кріплення блоку, монтажних джгутів; перевіряти стан заземлюючих провідників у місцях з'єднань.

12.5. Очищення приладу: Не використовуйте розчинники та подібні речовини. Для очищення пристрою використовуйте спирт.

13. Транспортування та зберігання

13.1. Транспортування перетворювача-регулятора ПП-10 допускається тільки в пакуванні підприємства-виробника і може проводитись будь-яким видом транспорту.

13.2. При отриманні перетворювач-регулятора ПП-10 переконатися у повній безпеці тари.

13.3. Після транспортування перетворювач-регулятора ПП-10 необхідно витримати в приміщенні з нормальними умовами не менше 6-ти годин, тільки після цього розпакувати.

13.4. Граничний термін зберігання – один рік.

13.5. Перетворювач - регулятори ПП-10 повинні зберігатися в сухому опалювальному та вентильованому приміщенні при температурі навколишнього повітря від мінус 40°C до плюс +70°C відносної вологості від 30 до 80% (без конденсації вологи). Ці вимоги є рекомендованими.

13.6. Повітря в приміщенні не повинне містити пилу та домішки агресивних парів і газів, що викликають корозію (зокрема: газів, що містять сірчисті сполуки або аміак).

13.7. У процесі зберігання або експлуатації не кладіть важкі предмети на перетворювач-регулятор ПП-10 і не піддавайте його ніякому механічному впливу, оскільки пристрій може деформуватися та пошкодитися.

14. Гарантії виробника

14.1. Гарантійний термін встановлюється 24 місяці з дня продажу перетворювача-регулятора ПП-10.

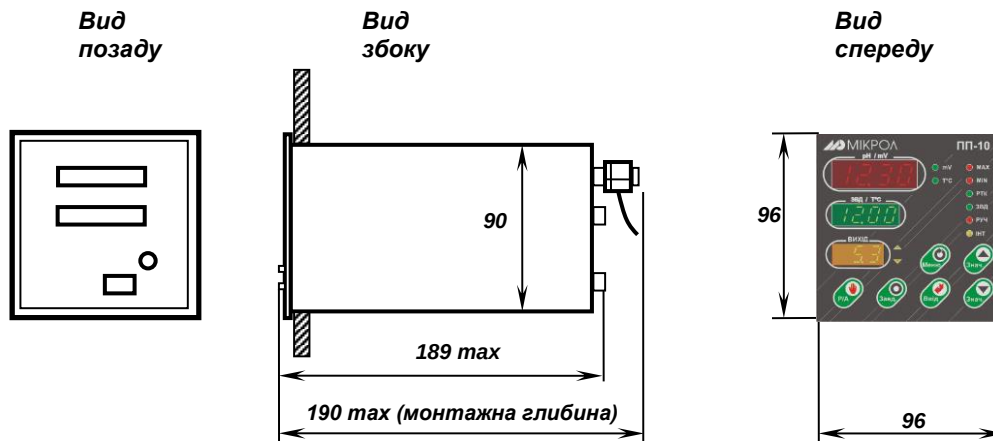
14.2. Виробник гарантує відповідність перетворювача-регулятора ПП-10 технічним умовам ТУ У 33.2-13647695-006:2006 за дотримання умов зберігання, транспортування, монтажу та експлуатації, зазначених у посібнику з експлуатації на перетворювач-регулятори ПП-10. За недотримання споживачем даних вимог - споживач позбавляється права на гарантійний ремонт перетворювачів-регуляторів ПП-10.

14.3. За домовленістю із споживачем підприємство-виробник здійснює післягарантійне технічне обслуговування, технічну підтримку та технічні консультації з усіх видів своєї продукції.

Додаток А.

Додаток А.1. Габаритні та приєднувальні розміри перетворювача-регулятора ПП-10-2

габаритні розміри



Рекомендована товщина щита від 1 до 5 мм.

Рисунок А.1 - Габаритні розміри ПП-10-2

Розмітка отворів на щиті

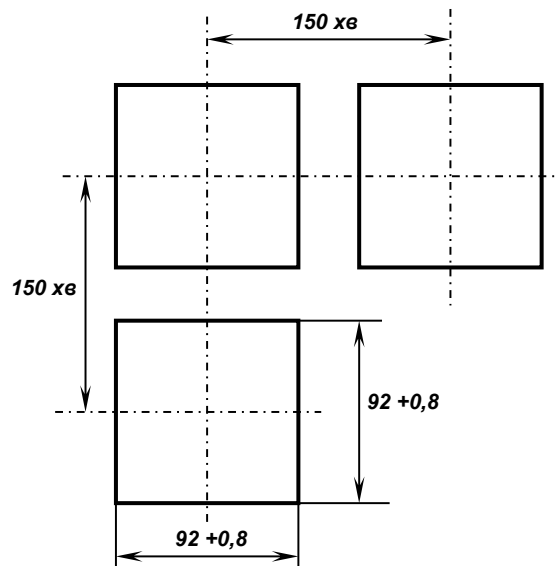


Рисунок А.2 - Розмітка отворів на щиті

**Додаток А.2. Габаритні та приєднувальні розміри
вимірювального перетворювача ПП-10-1**

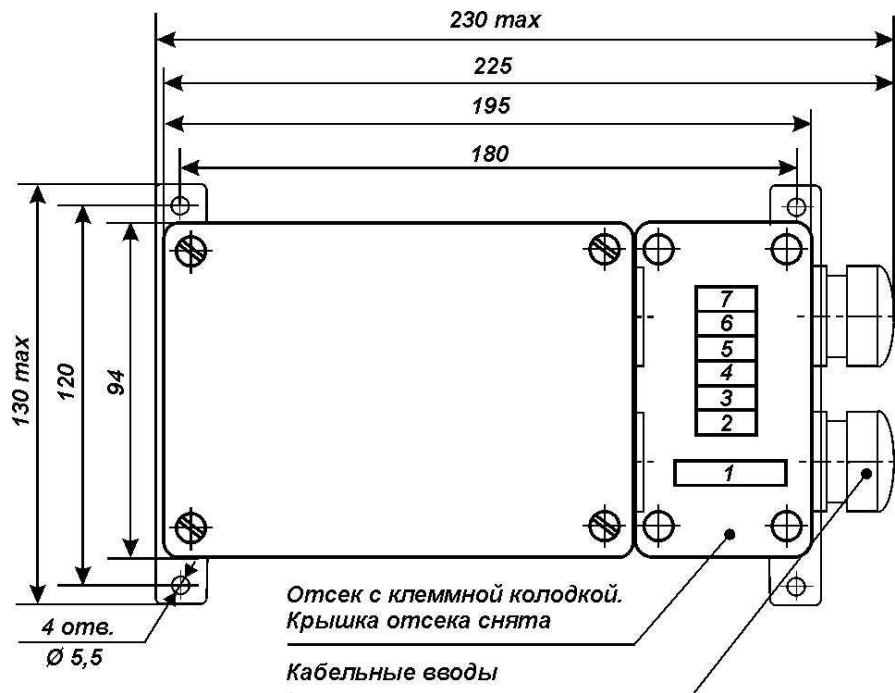


Рисунок А.3 - Габаритні розміри ПП-10-1

Додаток Б - Підключення приладу. Схеми зовнішніх з'єднань

ПП-10. Вид позаду

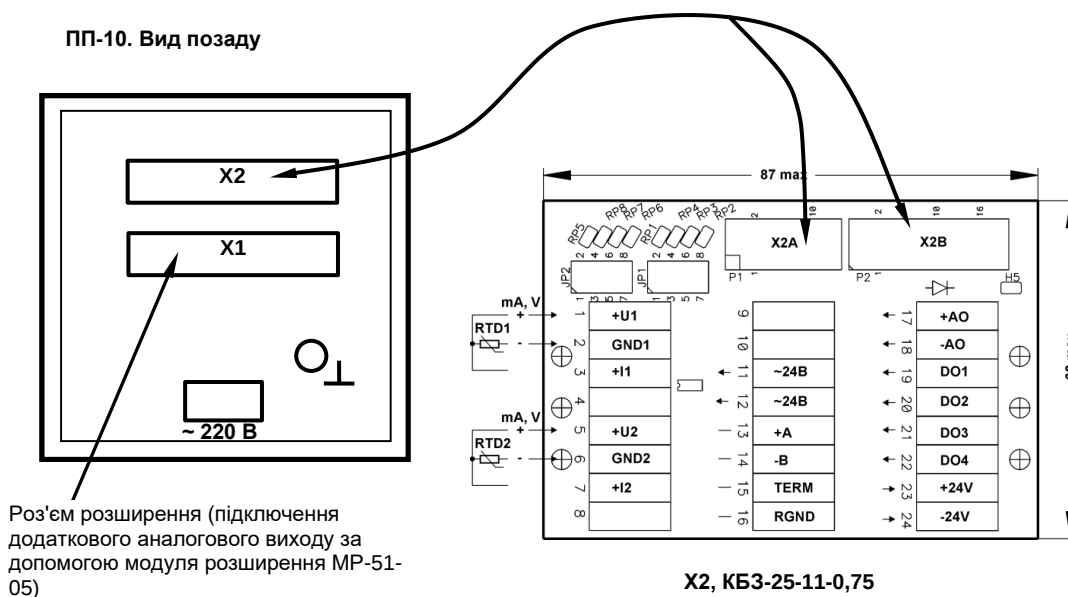


Рисунок Б.1 - Підключення клемно-блочного з'єднувача КБЗ-25-11-0,75 до регулятора ПП-10

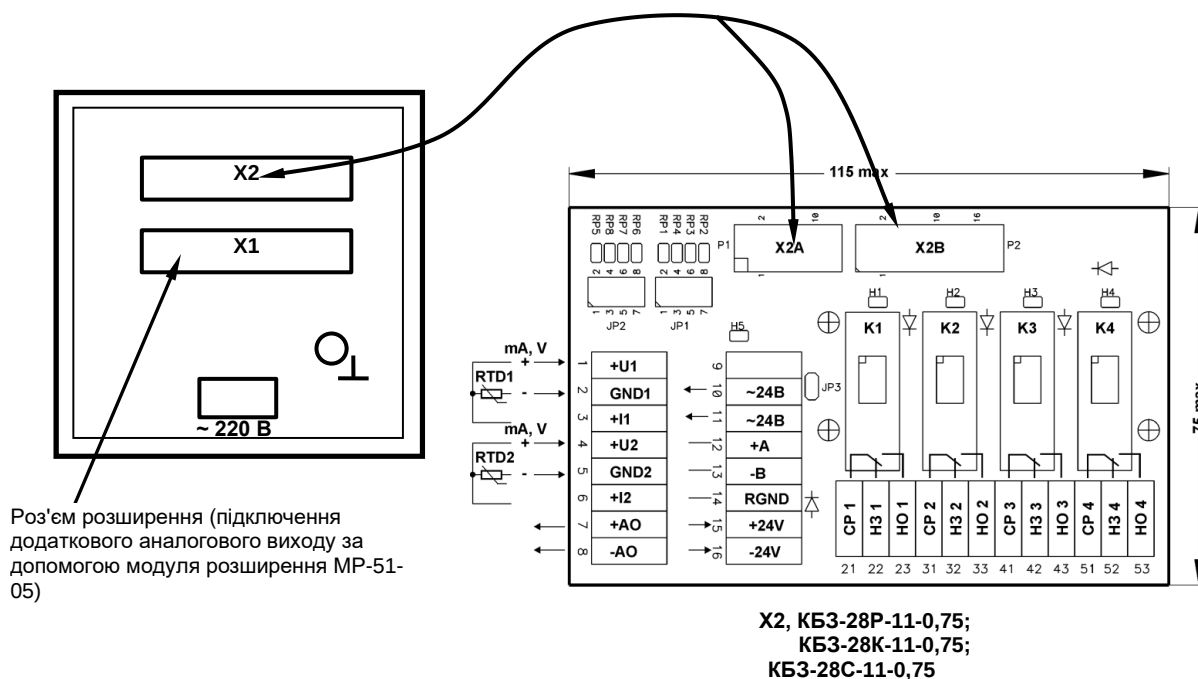


Рисунок Б.2 - Підключення клемно-блочного з'єднувача

- КБЗ-28P-11-0,75 (з реле),
- КБЗ-28K-11-0,75 (з твердотільними реле),
- КБЗ-28C-11-0,75 (з оптосимісторами)

до регулятора ПП-10

Б.1 Схема розташування сигналів та габаритні розміри клемно-блочного з'єднувача КБ3-25-11

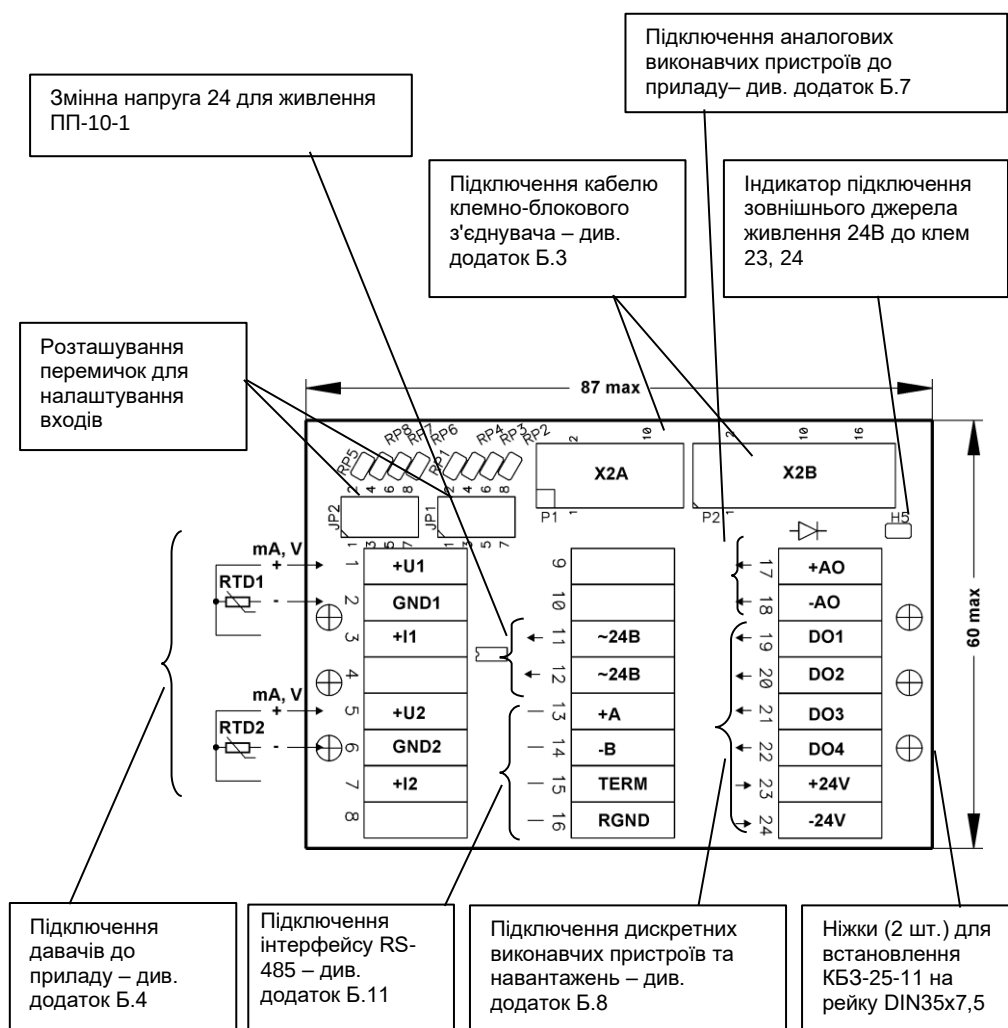


Рисунок Б.3 - Схема розташування сигналів та габаритні розміри клемно-блочного з'єднувача КБ3-25-11

Примітки.

1. Клемно-блочний з'єднувач КБ3-25-11 призначений для монтажу на рейку DIN35x7,5.
2. Клеми клемно-блочного з'єднувача КБ3-25-11, що не використовуються, не підключати.
3. Призначення перемичок налаштування входів JP1, JP2 – див. розділ 10.2.1.

Б.2 Схема розташування сигналів та габаритні розміри клемно-блочних з'єднувачів КБЗ-28Р-11, КБЗ-28К-11, КБЗ-28С-11

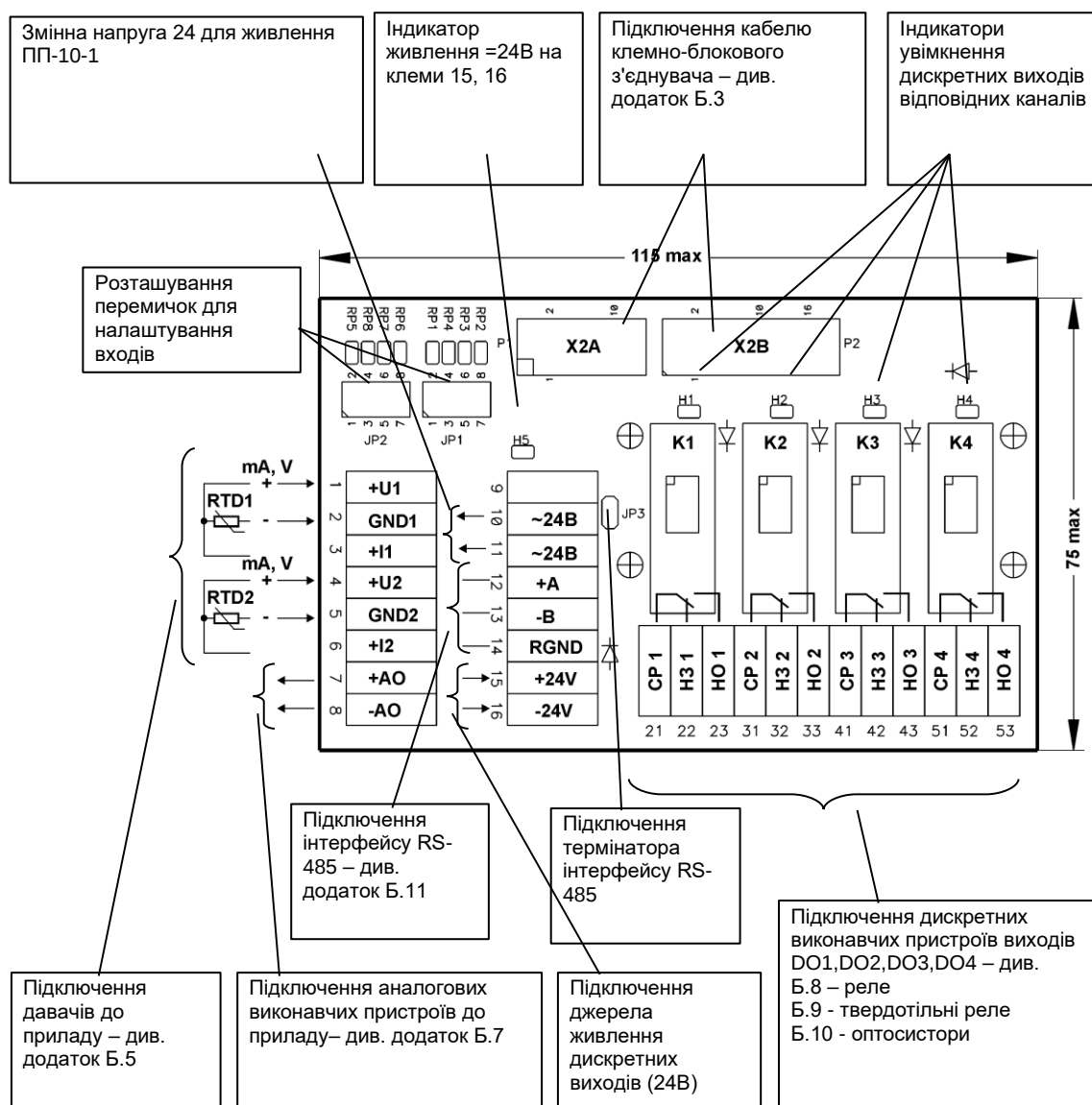


Рисунок Б.4 - Діаграма розташування сигналів та габаритні розміри клемно-блочних з'єднувачів КБЗ-28Р-11, КБЗ-28К-11, КБЗ-28С-11

Примітки.

1. Клемно-блокові з'єднувачі КБЗ-28Р-11, КБЗ-28К-11 та КБЗ-28С-11 призначені для монтажу на рейку DIN35x7,5.
2. Клеми клемно-блочних з'єднувачів КБЗ-28Р-11, КБЗ-28К-11 і КБЗ-28С-11, що не використовуються, не підключати.
3. Призначення перемичок налаштування входів JP1, JP2 – див. розділ 10.2.1.
4. Перемичка JP3 призначена для підключення термінатора (120 Ом), встановленого на платі КБЗ-28Р-11, КБЗ-28К-11 або КБЗ-28С-11. Замкнений стан JP3 відповідає підключеному термінатору.

Б.3 - Схема розпаювання кабелю клемно-блочних з'єднувачів КБЗ-25-11-0,75, КБЗ-28Р-11-0,75, КБЗ-28К-11-0,75 та КБЗ-28С-11-0,75

КБЗ-25-11, КБЗ-28Р-11 До регулятора ПП-10
КБЗ-28К-11, КБЗ-28С-11

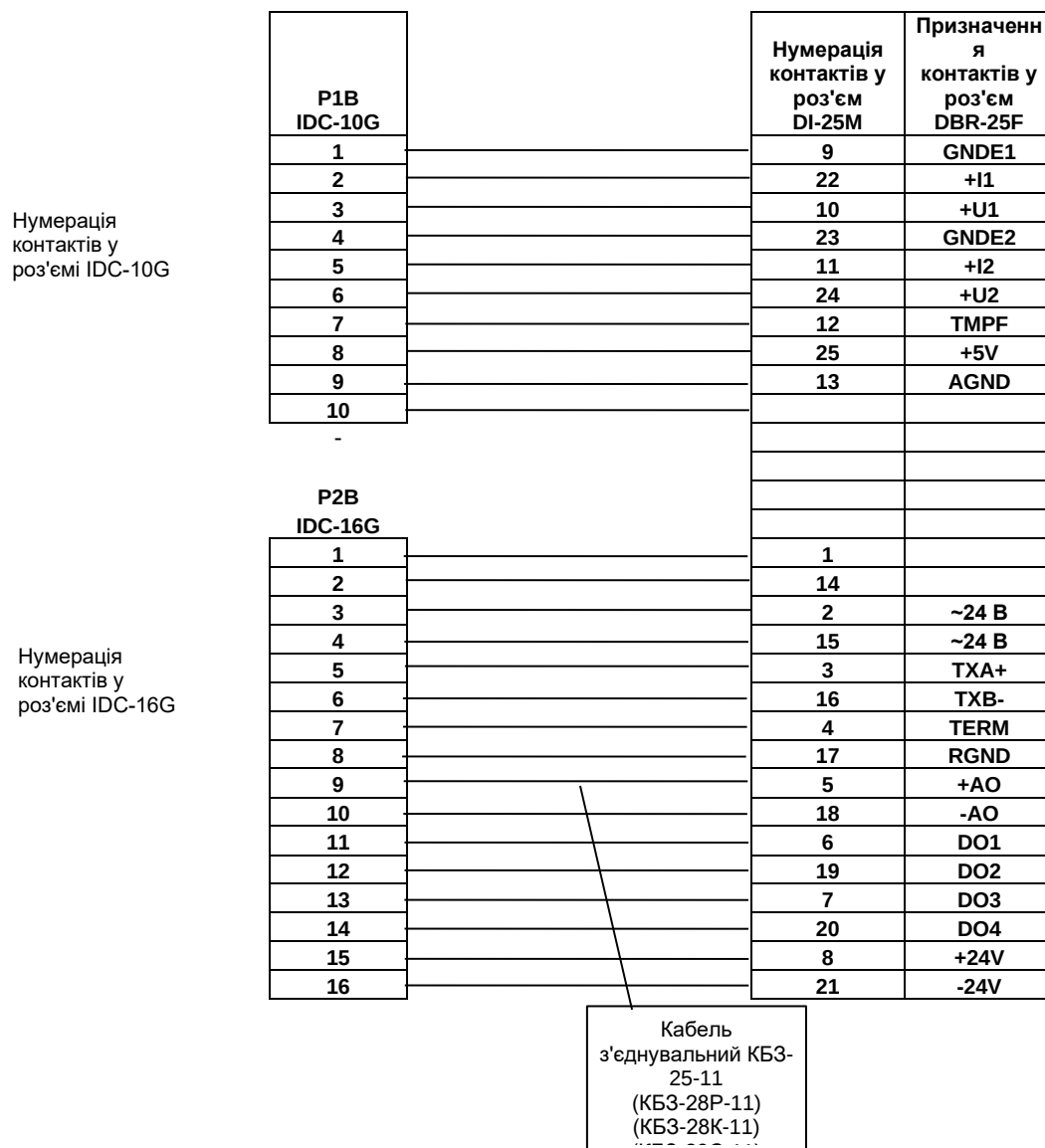
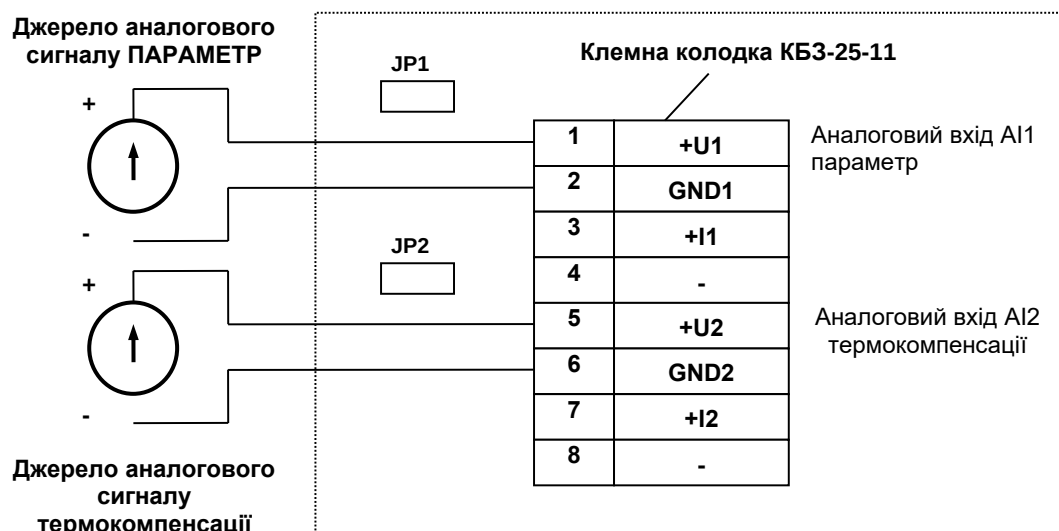


Рисунок Б.5 - Схема розпаювання кабелю клемно-блочних з'єднувачів КБЗ-25-11-0,75, КБЗ-28Р-11-0,75, КБЗ-28К-11-0,75 та КБЗ-28С-11-0,75

Примітка.

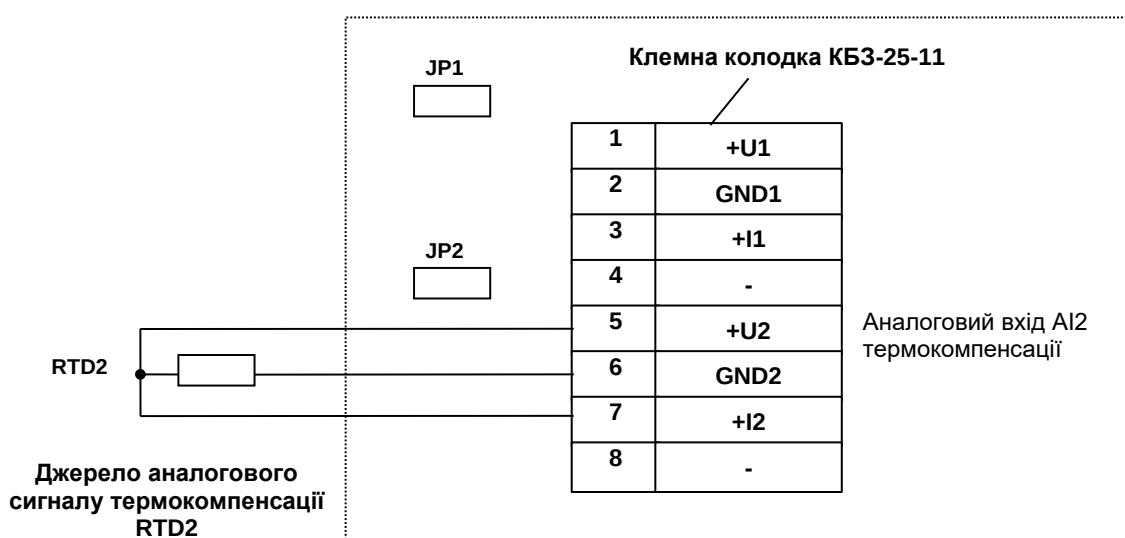
Кабель з'єднувача КБЗ-28Р-11, КБЗ-28К-11 або КБЗ-28С-11 аналогічний кабелю з'єднувача КБЗ-25-11.

Б.4 Підключення давачів до приладу за допомогою КБ3-25-11



Де JP1 та JP2 – перемички, встановлені на клемній колодці КБ3-25-11.

Рисунок Б.6 - Підключення уніфікованих аналогових входів регулятора ПП-10



Де JP1 та JP2 – перемички, встановлені на клемній колодці КБ3-25-11.

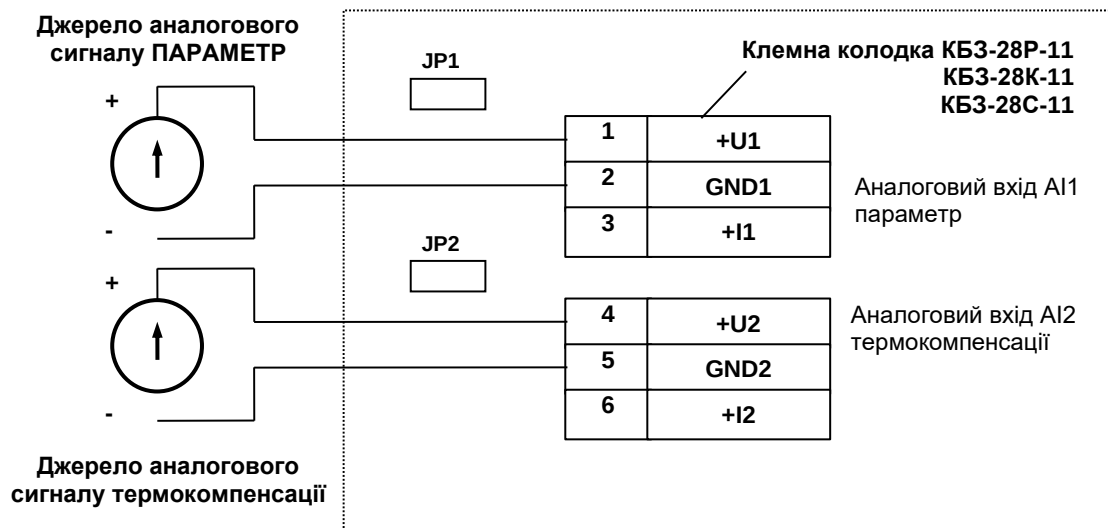
Рисунок Б.7 - Підключення давачів температури типу ТСМ, ТСП до аналогового входу AI2 регулятора ПП-10

Положення перемичок JP1 та JP2 для налаштування входів наведено в таблиці:

Діапазон вхідного сигналу	Вхід AI1 Положення перемички JP1	Вхід AI2 Положення перемички JP2
0 - 5 мА	[1-2], [7-8]	[1-2], [7-8]
0 - 20 мА	[1-2], [5-6]	[1-2], [5-6]
4 - 20 мА	[1-2], [5-6]	[1-2], [5-6]
0 - 10 В	[2-4], [5-7]	[2-4], [5-7]
ПММ, ТСП, Pt	-	[1-2], [5-7]

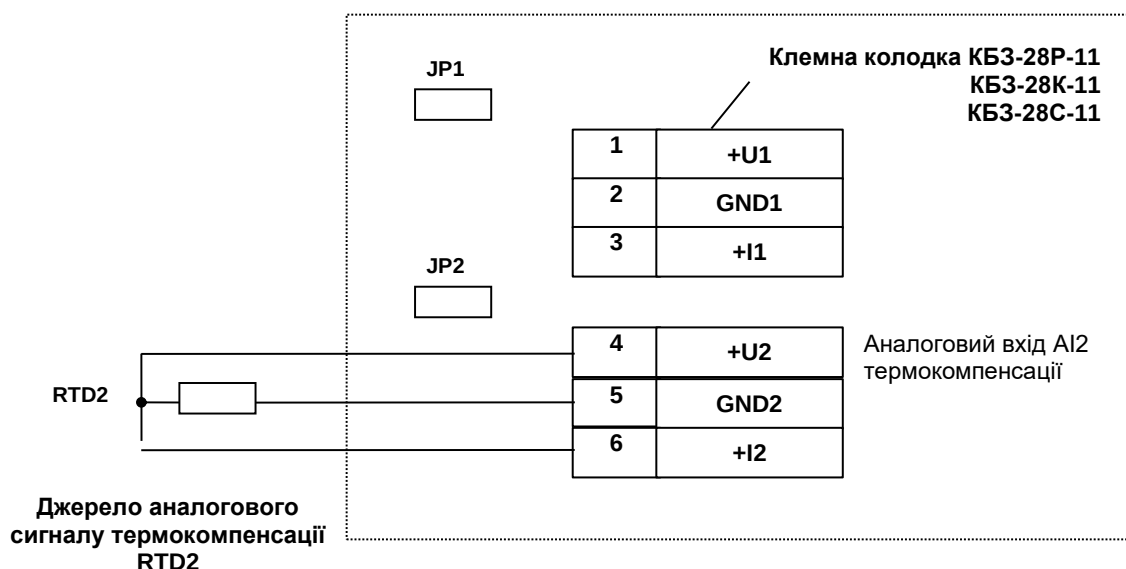
Примітка. Зсув вхідного сигналу AI1 4-20мА встановлюється програмно, див. п.2.01 конфігурації.

Б.5 Підключення давачів до приладу за допомогою КБЗ-28Р-11, КБЗ-28К-11 або КБЗ-28С-11



Де JP1 та JP2 – перемички, встановлені на клемній колодці КБЗ-28Р-11, КБЗ-28К-11, КБЗ-28С-11.

Рисунок Б.8 - Підключення уніфікованих аналогових входів регулятора ПП-10



Де JP1 та JP2 – перемички, встановлені на клемній колодці КБЗ-28Р-11, КБЗ-28К-11, КБЗ-28С-11.

Рисунок Б.9 - Підключення давачів температури типу ТСМ, ТСП до аналогового входу регулятора ПП-10

Положення перемичок JP1 та JP2 для налаштування входів наведено в таблиці:

Діапазон вхідного сигналу	Вхід AI1 Положення перемички JP1	Вхід AI2 Положення перемички JP2
0 - 5 мА	[1-2], [7-8]	[1-2], [7-8]
0 – 20 мА	[1-2], [5-6]	[1-2], [5-6]
4 – 20 мА	[1-2], [5-6]	[1-2], [5-6]
0 – 10 В	[2-4], [5-7]	[2-4], [5-7]
ПММ, ТСП, Pt	-	[1-2], [5-7]

Примітка. Зсув вхідного сигналу AI1 4-20мА встановлюється програмно, див. п.2.01 конфігурації.

Б.6 Підключення вимірювального перетворювача ПП-10-1

1) Призначення контактів клемного з'єднувача вимірювального перетворювача ПП-10-1:
(Розташування клемної колодки – див. додаток А.2)

Но контакту	Призначення контакту	Ланцюги, що підключаються
1	Основний електрод	Підключення електродної системи
2	Загальний електродної системи	
3	Допоміжний електрод	
4	+ I _{вих}	Підключення вихідного сигналу перетворювача
5	- I _{вих}	
6	~24В	Підключення напруги живлення
7	~24В	

2) Підключення електродної системи до вимірювального перетворювача ПП-10-1

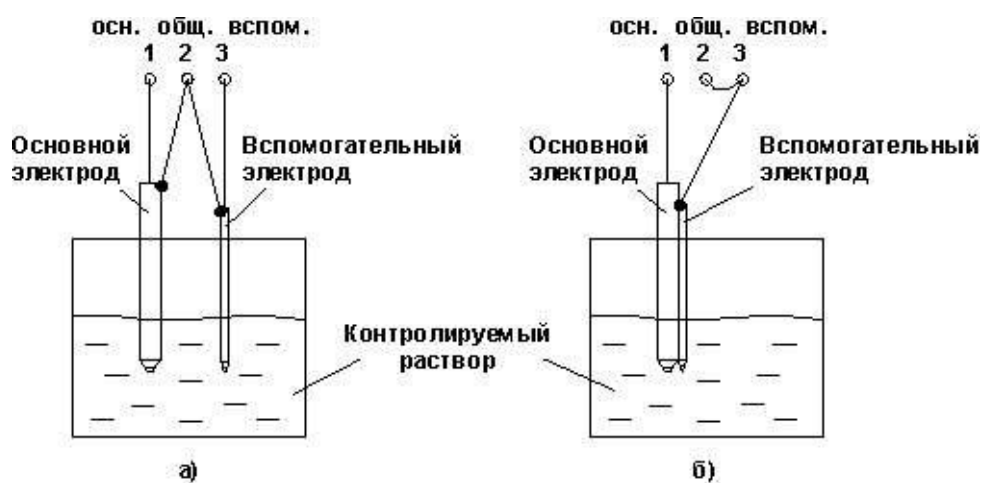
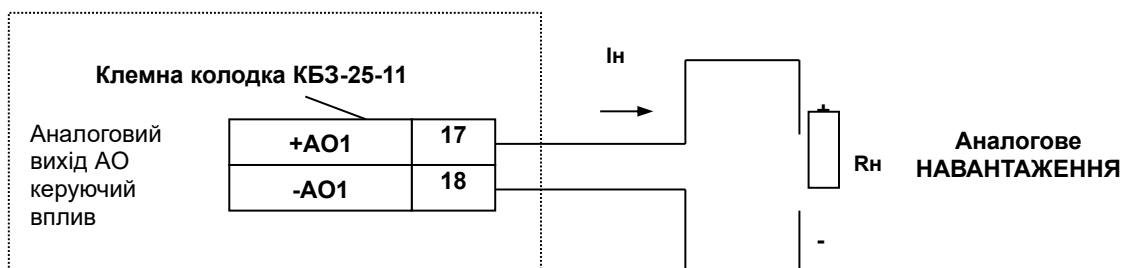


Рисунок Б.10 - Підключення електродної системи до вимірювального перетворювача ПП-10-1

Примітки.

1. На схемі а) вказано диференційне (симетричне) підключення рН або редокс електродної системи.
2. На схемі б) зазначено недиференційне (асиметричне) підключення рН або редокс комбінованої електродної системи.

Б.7 Підключення виконавчих пристроїв до аналогового виходу АТ1



I_n – вихідний струм аналогового виходу, R_n – навантаження

Рисунок Б.11 - Підключення аналогових навантажень за допомогою KB3-25-11

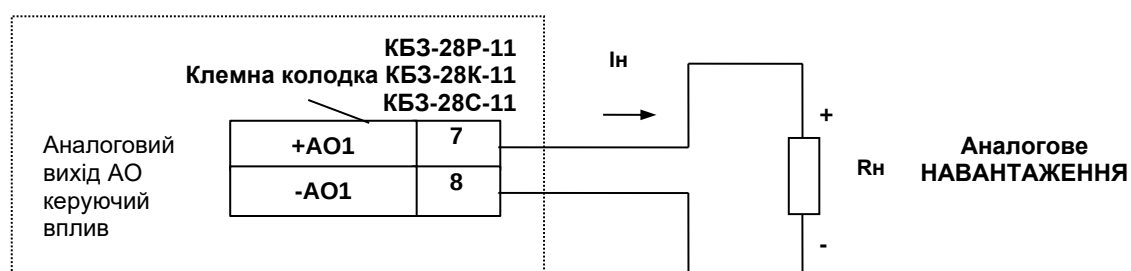
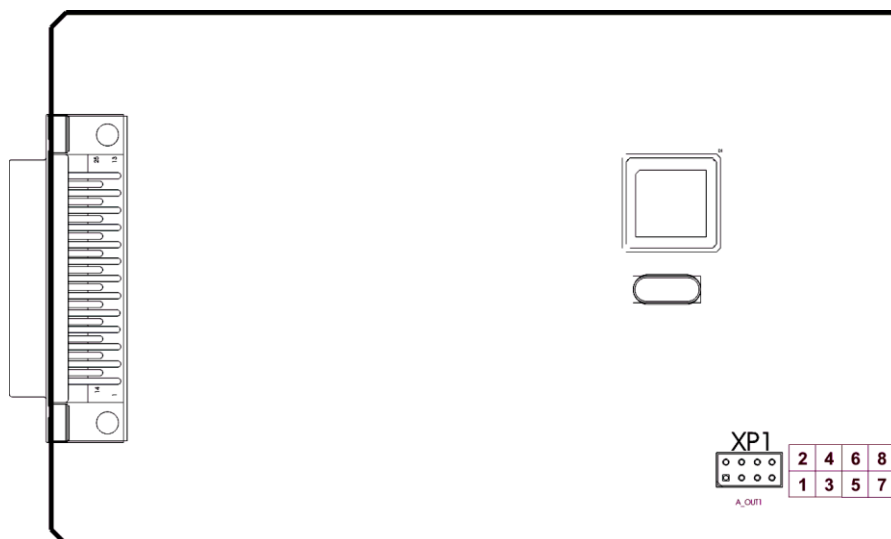


Рисунок Б.12 - Підключення аналогових навантажень за допомогою KB3-28P-11, KB3-28K-11, KB3-28C-11



Діапазон вихідного сигналу	Положення перемичок на платі процесора (див. рисунок вище)
0 – 5 мА	[2-4], [7-8]
0 – 20 мА	[2-4], [5-6]
4 – 20 мА	[2-4], [5-6]
0 – 10 В	[1-2], [3-4]

Примітка. Значення 4мА встановлюється за калібрування аналогового виходу.

Рисунок Б.13 - Положення перемичок на платі процесора вибору діапазону аналогового виходу

Б.8 Схема зовнішніх підключень аналогового виходу АО2 модуля розширення МР-51-05 за допомогою КБЗ-8-07

За допомогою модуля розширення МР-51-05 до пристрою ПП-10 підключається другий аналоговий вихід АО2.

Для живлення аналогового виходу потрібна зовнішня стабілізована напруга 24В постійного струму.

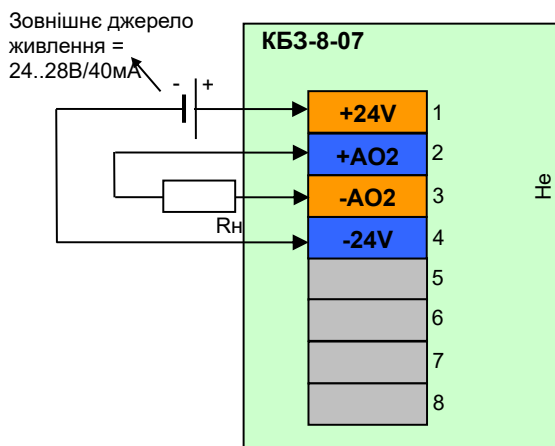


Рисунок Б.14 - Підключення сигналів модуля розширення МР-51-05 за допомогою клемно-блочного з'єднувача КБЗ-8-07

Примітки.

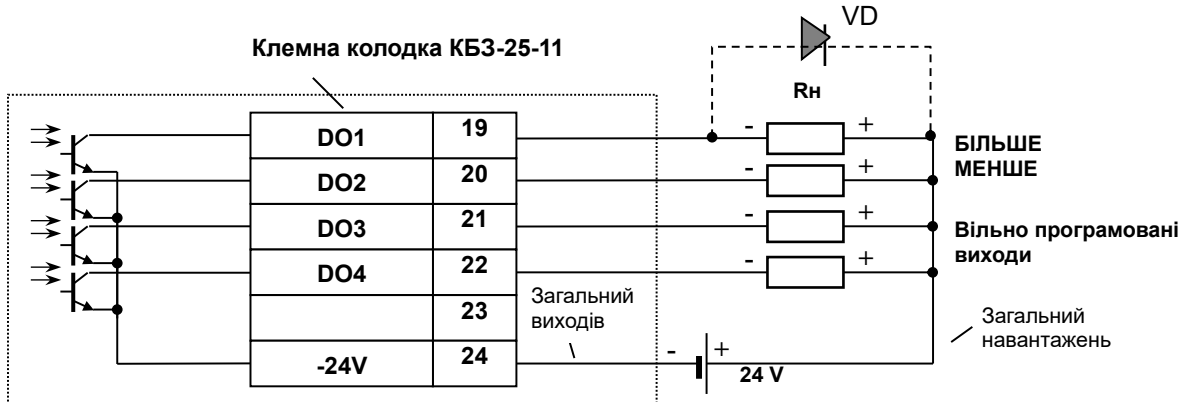
1. Положення перемичок ХРЗ на модулі розширень для аналогового виходу наведено в таблиці:

Діапазон вихідного сигналу	Положення перемичок на модулі розширення
0 - 5 мА	[2-4], [7-8]
0 – 20 мА	[2-4], [5-6]
4 – 20 мА	[2-4], [5-6]
0 – 10 В	[1-2], [3-4]

Зсув вихідного сигналу 4-20мА встановлюється програмно.

2. Клеми клемно-блочного з'єднувача, що не використовуються, не підключати.
3. Додатковий аналоговий вихід виконує лише функцію ретрансмісії (пункт меню 9).

Б.9 Підключення дискретних навантажень до КБ3-25-11 та КБ3-28Р-11



Примітки.

1. При підключенні індуктивних навантажень (реле, пускачі, контактори, соленоїди і т.п.) до дискретних транзисторних виходів контролера, щоб уникнути виходу з ладу вихідного транзистора через великий струм самоіндукції паралельно навантаженню (обмотці реле) необхідно встановити див. схему підключення. Зовнішній діод встановлювати на кожному каналі, до якого підключено індуктивне навантаження.

Тип встановлюваного діода КД209, КД258, 1N4004 ... 1N4007 або аналогічний, розрахований на зворотну напругу 100В, прямий струм 0,5А.

Рисунок Б.15 - Підключення дискретних навантажень за допомогою КБ3-25-11

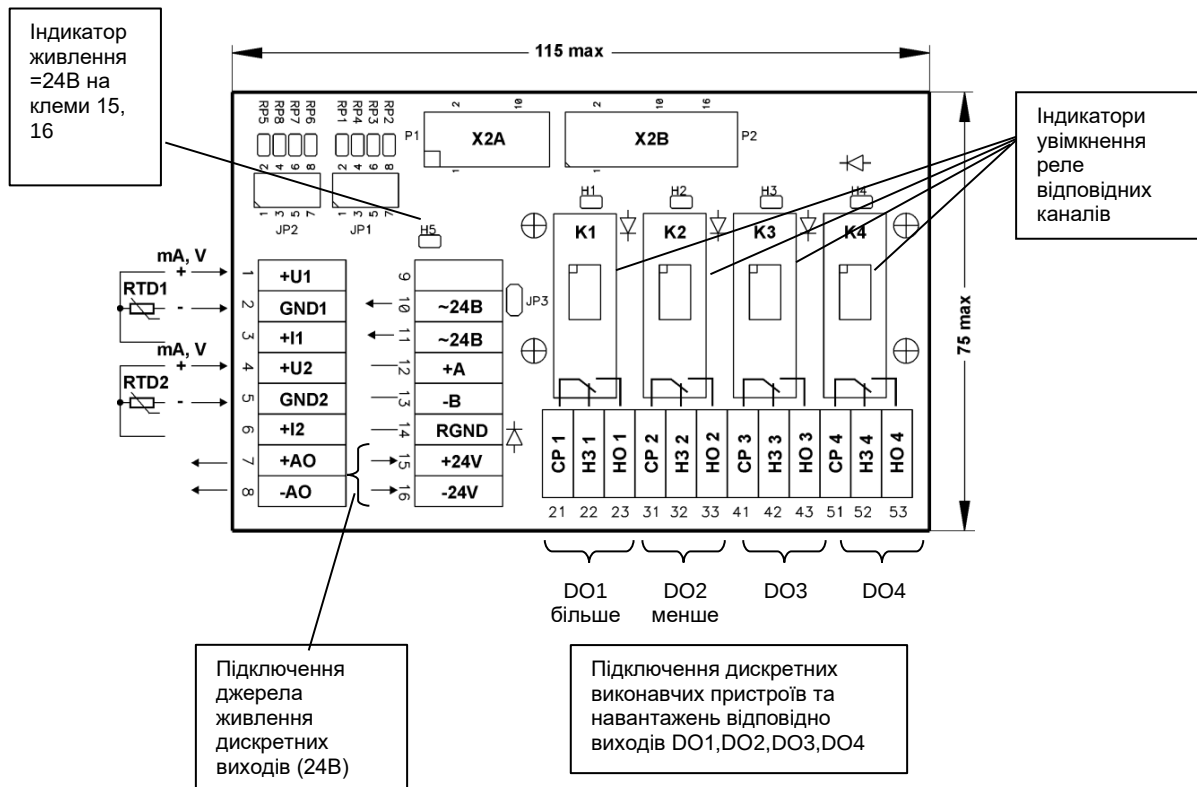


Рисунок Б.16 - Підключення дискретних навантажень за допомогою КБ3-28Р-11

Примітки щодо використання дискретних виходів.

1. Сигнали DO1-DO4 є вільно-програмованими. Тобто, якщо якийсь із сигналів DO1-DO4 не задіяний у структурі вибраного типу регулятора (див. параметр 10.03), то вільний дискретний вихід може відповідно до обраної логіки роботи та уставок керуватися одним із вибраних аналогових сигналів (див. параметри 4.00, 5.00, 6.00, 7.00).

2. На діаграмі підключення КБ3-28Р-11 умовно показано розташування та призначення перемикаючих контактів реле К1, К2, К3, К4.

3. Контакти вихідних реле вказано у положенні вимкнено, тобто, при знеструмленій обмотці реле.

4. Клеми клемно-блочного з'єднувача КБ3-28Р-11, що не використовуються, не підключати.

Б.10 Підключення дискретних навантажень до КБЗ-28К-11

Дискретні виходи виконані у вигляді твердотільних реле, при цьому логічному "0" відповідає розімкнене положення контактів, а логічному "1" - замкнутий стан вихідних контактів реле СР і ПЗ.

Кожен дискретний релейний вихід гальванічно ізольований з інших дискретних виходів та інших ланцюгів регулятора.

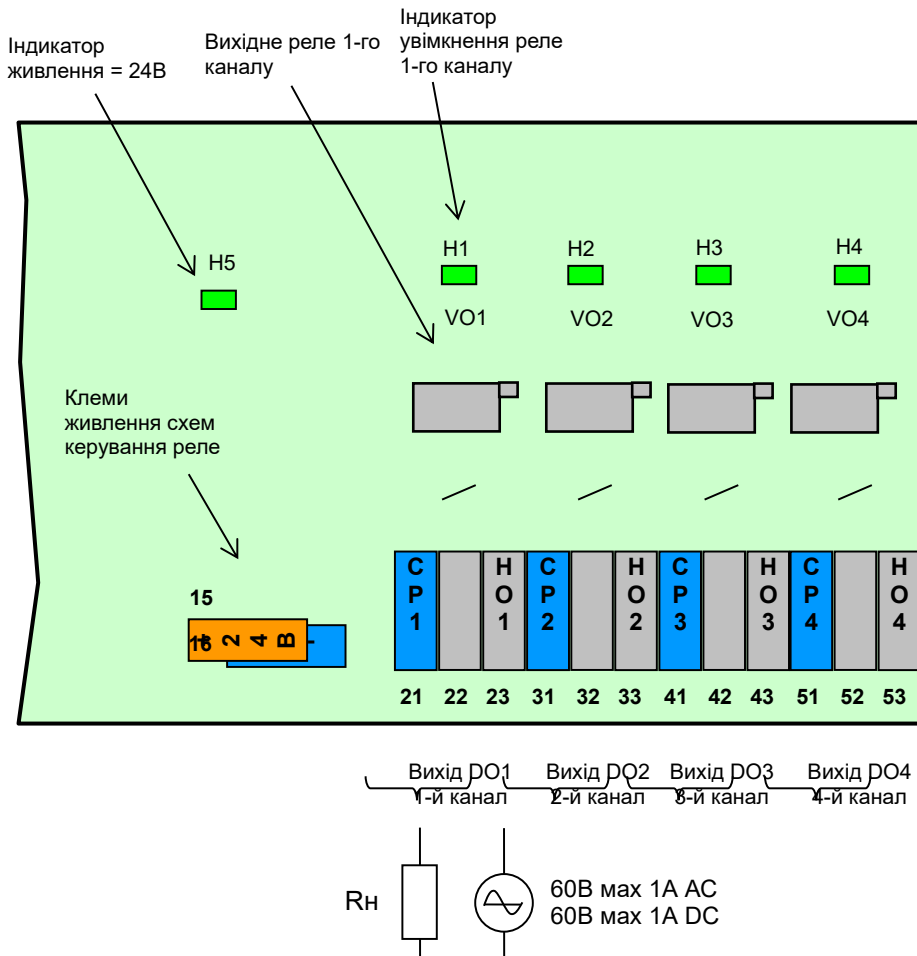


Рисунок Б.17 – Підключення дискретних навантажень за допомогою КБЗ-28К-11

Примітки щодо використання дискретних виходів.

1. На рисунку умовно показано розташування та призначення замикаючих контактів вихідних реле каналів DO1-DO4.
2. Контакти вихідних реле вказані у положенні вимкнено, або за знеструмленої схеми управління реле.
3. Клеми клемно-блочного з'єднувача КБЗ-28К-11, які не використовуються, не підключати.
4. Максимальне споживання (схеми управління) чотирьох включених каналів від зовнішнього джерела постійного струму 24В – 80мА.
5. Напруга зовнішнього джерела живлення - нестабілізована, (20-28) В постійного струму.
6. Пара дискретних виходів може виконувати роль одного імпульсного виходу (Б-М).

Б.11 Підключення дискретних навантажень до КБЗ-28С-11

Дискретні виходи виконані у вигляді оптосимісторів із вбудованим детектором нульової напруги фази. Логічному "0" відповідає закритий стан симістора, а логічному "1" - відкритий стан. Кожен вихід гальванічно ізольований з інших дискретних виходів та інших ланцюгів контролера.

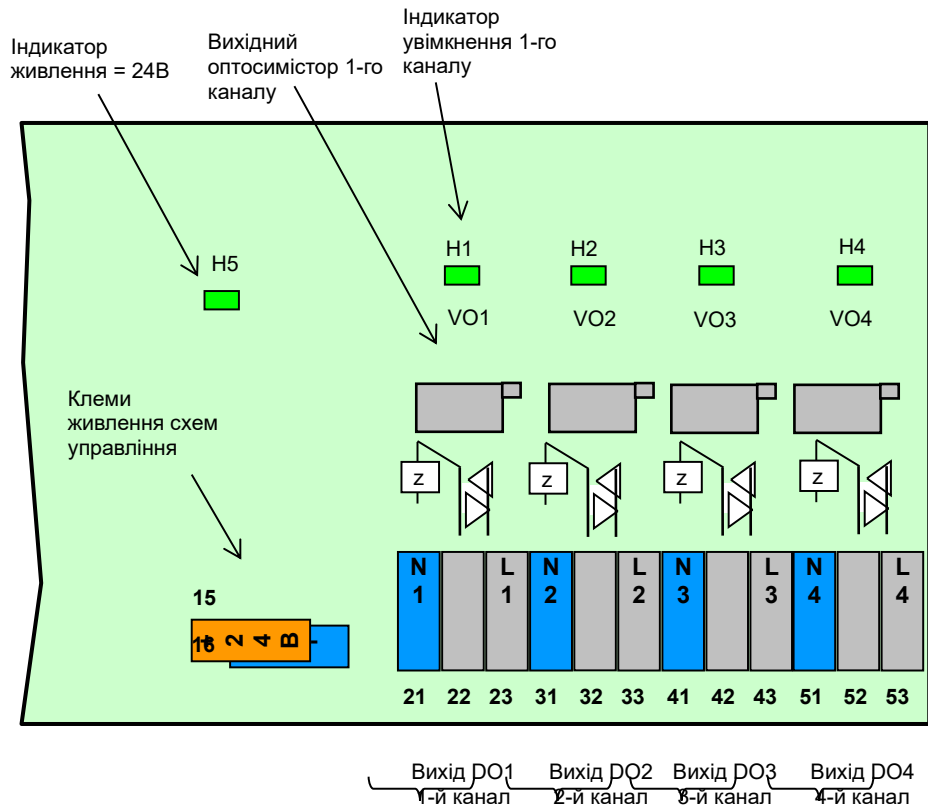


Рисунок Б.18 - Підключення дискретних навантажень за допомогою КБЗ-28С-11

Примітки щодо використання дискретних виходів.

1. На рисунку умовно показано розташування та призначення висновків оптосимісторів каналів DO1-DO4.
2. Клеми клемно-блочного з'єднувача КБЗ-28С-11, що не використовуються, не підключати.
3. Максимальне споживання (схеми управління) чотирьох включених каналів від зовнішнього джерела постійного струму 24В – 80мА.
4. Напруга зовнішнього джерела живлення - нестабілізована, (20-28) У постійного струму.
5. Пара дискретних виходів може виконувати роль одного імпульсного виходу (Б-М).

Рекомендації щодо використання малопотужних оптосимісторів.

Малопотужні оптосимістори призначені для комутації ланцюгів змінного струму. Оптосимістори забезпечують гальванічну ізоляцію керуючих ланцюгів від силових і безпосередньо керують потужними силовими елементами - напівпровідниковими систорами, які відкриваються імпульсом струму негативної полярності. Малопотужні оптосимістори можуть також управляти парою зустрічно-паралельно включених тиристорів.

До одного малопотужного оптосимісторного виходу може підключатися лише один зовнішній симістор або одна пара тиристорів, що зустрічно-паралельно включені.

Імпульсний вихідний струм малопотужного оптосимістора може досягати 1А, але тільки в момент включення зовнішнього симістора (або пари тиристорів), тому не можна використовувати цей вихід як релейний, навантажуючи його постійним навантаженням. При підключенні зовнішніх симісторів слід враховувати обмеження по вихідному струму, що управляє, малопотужного вихідного оптосимістора.

Кожен вихідний оптосимістор із зовнішнім потужним симістором (або парою тиристорів) може бути підключений до будь-якої фази (А, або С). Кожен вихідний оптосимістор має вбудований детектор нульової напруги фази дозволяє включати навантаження тільки при мінімальній напрузі на ній.

Рекомендовані схеми підключення зовнішніх симісторів і навантажень наведено на рисунку Б.19.

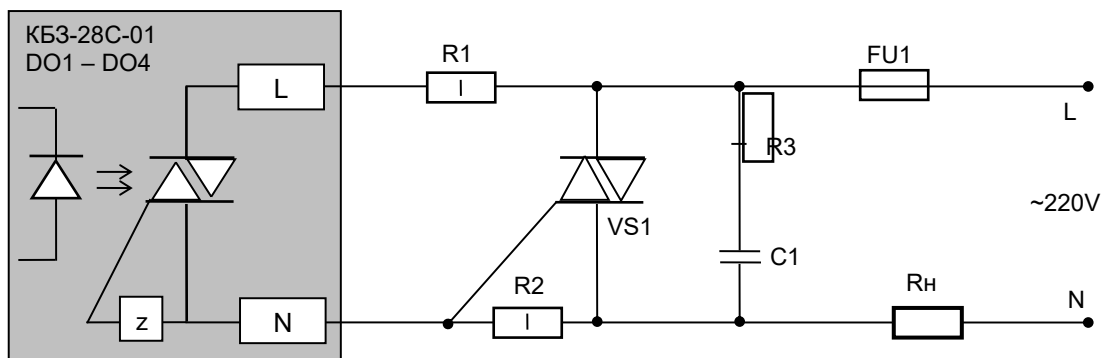


Рисунок Б.19 – Схема підключення зовнішнього симістора

Б.12 Схема підключення інтерфейсу RS-485

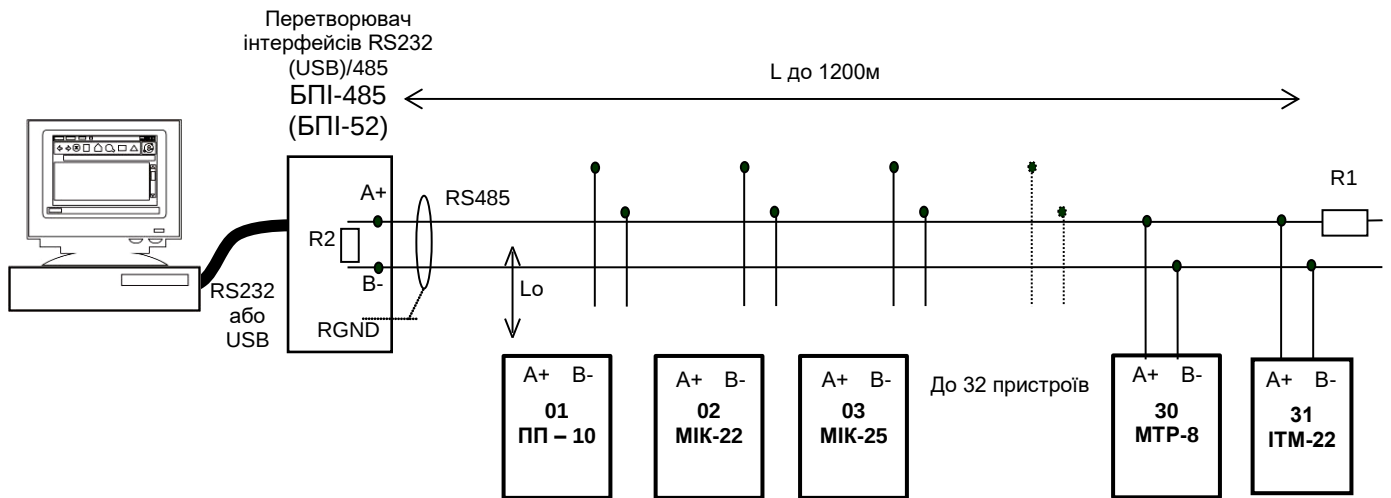


Рисунок Б.20 - Організація інтерфейсного зв'язку між комп'ютером та регуляторами

1. Комп'ютер може бути підключений до 32 регуляторів, включаючи перетворювач інтерфейсів БПІ-485 (БПІ-52).
2. Загальна довжина кабельної лінії зв'язку не повинна перевищувати 1200м.
3. Як кабельну лінію зв'язку переважно використовувати екрановану виту пару.
4. Довжина відгалужень L_o повинна бути якнайменшою.
5. До інтерфейсних входів регуляторів, розташованих у крайніх точках сполучної лінії необхідно підключити два термінальні резистори опором 120 Ом (R_1 і R_2). Підключення резисторів до регуляторів №№ 01 – 30 не потрібне. Підключення термінальних резисторів у блоці перетворення інтерфейсів БПІ-485 (БПІ-52) дивись у ТО на БПІ-485 (БПІ-52). Підключення термінальних резисторів до ПП –10 дивись додаток Б11 (рисунок Б.20, Б.21, Б.22).

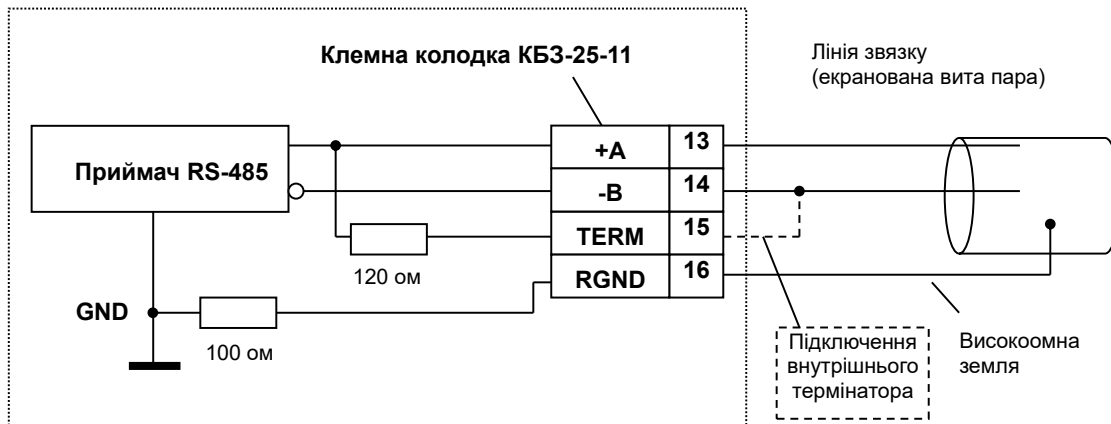


Рисунок Б.21 - Схема підключення інтерфейсу RS-485, що рекомендується, за допомогою KB3-25-11

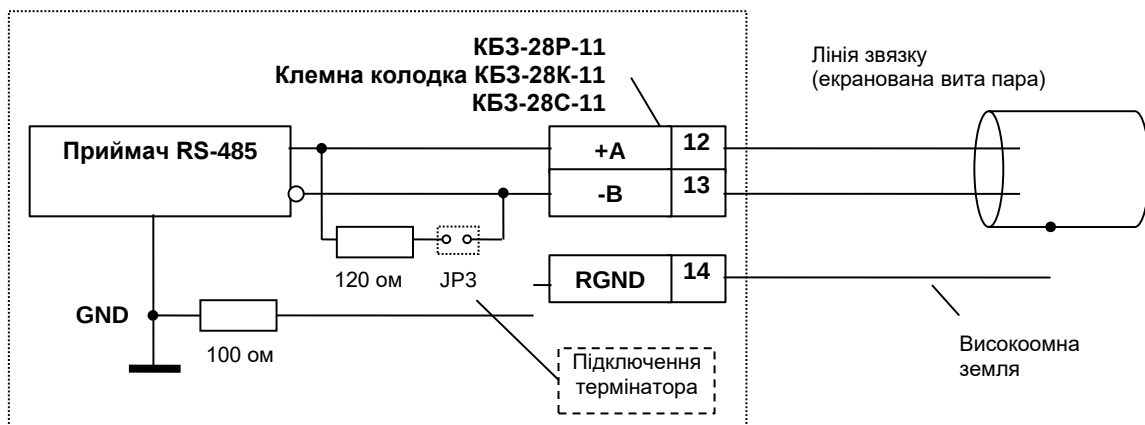


Рисунок Б.22 - Рекомендована схема підключення інтерфейсу RS-485 за допомогою KB3-28P-11, KB3-28K-11 або KB3-28C-11

Примітки щодо використання інтерфейсу RS-485.

1. Усі відгалужувачі приймачів, приєднані до однієї загальної передавальної лінії, повинні узгоджуватися лише у двох *крайніх* точках. Довжина відгалужень має бути якнайменшою.
2. Необхідність екранування кабелів, за якими передається інформація, залежить від довжини кабельних зв'язків та від рівня перешкод у зоні прокладання кабелю.
3. Застосування екранованої витої пари в промислових умовах є кращим, оскільки це забезпечує отримання високого співвідношення сигнал/шум і захист від синфазної перешкоди.
4. Перемичка JP3 призначена для підключення термінатора (120 Ом), встановленого на платі KB3-28P-11, KB3-28K-11 або KB3-28C-11. Замкнений стан JP3 відповідає підключеному термінатору.

Додаток В.

**Зведена таблиця параметрів
потенціометричного вимірника-перетворювач-регулятора ПП-10**

Пункт меню	Параметр	Одиниці виміру	Діапазон зміни параметра	Знач. за замовчуванням	Крок зміни	Стор.	Примітка
Рівень 1. Налаштування параметрів регулятора							
1.00	Коефіцієнт посилення	од.	000,1 - 050,0	010,0	000,1		
1.01	Час інтегрування	сек.	0000 – 6000	0260	0001		0000 - Вимк.
1.02	Час диференціювання	сек.	0000 – 6000	0000	0001		0000 - Вимк.
1.03	Функція лінійної зміни заданої точки	техн. од. /хв	000,0 - 999,9	200,0	000,1		000,0 - вимк.
1.04	Сигналізація відхилення "мінімум рХ (рН), Еh (mV)"	техн. од.	-19,99 ... 99,99 рХ -9999...9999 mV	000,0	Молодший розряд		Пов'язаний параметр 2.00
1.05	Сигналізація відхилення "максимум рХ (рН), Еh (mV)"	техн. од.	-19,99 ... 99,99 рХ -9999...9999 mV	000,0	Молодший розряд		Пов'язаний параметр 2.00
1.06	Гістерезис сигналізації рХ, Еh 2-х та 3-х позиційного регулятора	техн. од.	00,00 ... 99,99 рХ 0000...9999 mV	000,0	Молодший розряд		Пов'язаний параметр 2.00
1.07	Пароль входу на рівні 02 – 16		0000 - 9999	0002			Встановлено виробником

Додаток В (Продовження)

**Зведена таблиця параметрів
потенціометричного вимірника-перетворювач-регулятора ПП-10**

Пункт меню	Параметр	Одиниці виміру	Діапазон зміни параметра	Знач. за замовчуванням	Крок зміни	Стор.	Примітка
Рівень 2. Конфігурація входу "параметр рХ, Еh" (АІ1)							
2.00	Вибір типу вимірюваного параметра входу АІ1		0000 - рХ (рН) 0001 – Еh (mV)	0000			-19,99 ... 99,99 рХ -1999 ... 9999 mV
2.01	Тип входу АІ1 параметр рХ (рН), Еh (mV)		0000 - 0-5, 0-20 мА 0001 - 4-20 мА	0000			Тип сигналу від перетворювача ПП-10-1
2.02	Постійна часу цифрового фільтра входу АІ1	сек.	000,0 - 600,0	000,0	000,1		0000 – вимкнено
2.03	Нижня межа розмаху шкали	техн. од.	-9999...9999 mV	0580	Молодший розряд		Пов'язаний параметр 2.00
2.04	Верхня межа розмаху шкали	техн. од.	-9999...9999 mV	-960	Молодший розряд		Пов'язаний параметр 2.00
2.05	Координата ізопотенційної точки Еі	mV	-9999...9999 mV	-050	Молодший розряд		Параметр електродної системи
2.06	Координата ізопотенційної точки рХі	рХ	-19,99 ... 99,99 рХ	07,00	Молодший розряд		Параметр електродної системи
2.07	Валентність вимірюваного іона N		- 002 – -2 - 001 – -1 0000 - не використ. 0001 – 1 0002 – 2	0001			Негативна - для катіонів, позитивна - для аніонів
2.08	Зміщення входу АІ1 параметр рХсм, Еhсм	техн. од.	-19,99 ... 99,99 рХ -9999...9999 mV	00,00	Молодший розряд		Індикація та зміна параметра рХсм (або Еhсм)
2.09	Індикація входу АІ1 параметр рХ, Еh	техн. од.	-19,99 ... 99,99 рХ -9999...9999 mV	00,00	Молодший розряд		Індикація рХ (Еh), а зміна рХсм (Еhсм)
2.10	Коригуюче значення крутості характеристики Скор	mV/pX	-2,00 ... 2,00	00,00	Молодший розряд		Індикація St (крутини), зміна Скор
2.11	Коригуюче значення крутості характеристики Скор	mV/pX	-2,00 ... 2,00	00,00	Молодший розряд		Індикація рХ, зміна Скор
2.12	Коригуюче значення крутості характеристики Скор	mV/pX	-2,00 ... 2,00	00,00	Молодший розряд		Індикація Скор, зміна Скор
2.13	Допустима тривалість імпульсної перешкоди	од.	0000 – 0050	0000	0001		Захист від імпульсних перешкод

Примітка: дивіться п.5.9 цього РЕ.

$$\begin{aligned}
 & \text{2.07} \quad \text{2.05} \quad \text{2.08} \quad \text{2.09} \\
 & \text{2.10} \quad \text{2.11} \quad \text{2.12} \quad \text{2.06} \\
 & N^*(E-E_i) \\
 & pX = \frac{(54,196+0,1984 \cdot T_p) + N^*SKOP}{(pX_i + pX_{CM})}
 \end{aligned}$$

Додаток В (Продовження)

**Зведена таблиця параметрів
потенціометричного вимірника-перетворювач-регулятора ПП-10**

Пункт меню	Параметр	Одиниці виміру	Діапазон зміни параметра	Знач. за замовчуванням	Крок зміни	Стор.	Примітка
Рівень 3. Конфігурація входу "температура корекції" (AI2)							
3.00	Тип входу AI2 (температура корекції)		0000 - 0-5,0-20мА 0001 - 4-20мА 0002 - ПММ 50М 0003 - ПММ 100М 0004 - ТСП 50П Pt50 0005 - ТСП 100П Pt100	0000			Діапазон вимірюваних температур: -50,0 °С - 200,0 °С
3.01	Постійна часу цифрового фільтра входу AI2	сек.	000,0 - 600,0	000,0	000,1		0000 – вимкнено
3.02	Режим корекції за температурою		0000 - автоматичне. 0001 – ручний	0000			АТК РТК
3.03	Значення температури при режимі ручної корекції	°С	-50,0 - 200,0	020,0	000,1		При 3.02 = 1
3.04	Нижня межа розмаху шкали давача термокомпенсації	°С	-9999 ... 9999	- 50	Молодший розряд		
3.05	Верхня межа розмаху шкали давача термокомпенсації	°С	-9999 ... 9999	200	Молодший розряд		

Додаток В (Продовження)

**Зведена таблиця параметрів
потенціометричного вимірника-перетворювач-регулятора ПП-10**

Пункт меню	Параметр	Одиниці виміру	Діапазон зміни параметра	Знач. за замовчуванням	Крок зміни	Стор.	Примітка
Рівень 4. Конфігурація дискретного виходу DO1 1)							
4.00	Номер аналогового входу (джерело аналогового сигналу) для керування дискретним виходом DO1		0000 – вхід AI1 0001 – вхід AI2 0002 – неузгодженість регулятора (50%+E) 0003 – завдання регулятора 0004 – вихід аналогового регулятора	0000			Тип входу AI1 залежить від параметра 2.00 pX, Eh
4.01	Логіка роботи вихідного пристрою DO1		0000 – 0004 0000 – не використовується, вихід вимк 2) 0001 – більше MAX 0002 – менше MIN 0003 – у зоні MIN-MAX 0004 - не зони MIN-MAX (щодо MIN-MAX відповідного DO)	0001			Примітка 2)
4.02	Уставка MIN DO1	техн. од.	У діапазоні шкали вибраного типу аналогового сигналу	020,0	000,1		
4.03	Уставка MAX DO1	техн. од.	У діапазоні шкали вибраного типу аналогового сигналу	080,0	000,1		
4.04	Гістерезис вихідного пристрою DO1	техн. од.	0000 – 9999	0010	0001		
4.05	Безпечне положення вихідного пристрою DO1 у разі відмови давача лінії зв'язку або вимірювального каналу		0000 - останнє положення 0001 - вимк. 0002 - вкл.	0000			
Рівень 5. Конфігурація дискретного виходу DO2 1)							
5.00 5.05	Параметри рівня 5 аналогічні параметрам рівня 4						Див. параметри рівня 4
Рівень 6. Конфігурація дискретного виходу DO3 1)							
6.00 6.05	Параметри рівня 6 аналогічні параметрам рівня 4						Див. параметри рівня 4
Рівень 7. Конфігурація дискретного виходу DO4 1)							
7.00 7.05	Параметри рівня 7 аналогічні параметрам рівня 4						Див. параметри рівня 4

Примітки щодо конфігурації дискретних виходів:

1) Сигнали DO1-DO4 є вільно-програмованими. Тобто, якщо якийсь із сигналів DO1-DO4 не задіяний у структурі вибраного типу регулятора (див. параметр 10.03), то вільний дискретний вихід може відповідно до обраної логіки роботи та уставок керуватися одним із вибраних аналогових сигналів (див. параметри 4.00, 5.00, 6.00, 7.00).

2) Стан відповідного дискретного виходу при 4.01 = 0000:

2.1. Вихід відключено якщо 4.05=0000 або 0001.

2.2. Вихід увімкнено при недостовірних даних каналу при відмови давача, лінії зв'язку або вимірювального перетворювача (див. параметр 4.00), якщо 4.05=0002.

Додаток В (Продовження)

**Зведена таблиця параметрів
потенціометричного вимірника-перетворювач-регулятора ПП-10**

Пункт меню	Параметр	Одиниці виміру	Діапазон зміни параметра	Знач. за замовчуванням	Крок зміни	Стор.	Примітка
Рівень 8. Резерв							
	Параметри цього рівня зарезервовані для використання в майбутньому						
Рівень 9. Конфігурація аналогового виходу АО1(2)*							
9.00	Функція ретрансмісії. Джерело аналогового сигналу для керування аналоговим виходом АО2		0000 - Ex, вхід AI1 0001 – pH, вхід AI1 0002 - T ° C, вхід AI2 0002 – неузгодженість регулятора (50%+E) 0004 – поточне завдання регулятора 0005 - положення механізму імпульсного регулятора				Тільки для функції ретрансмісії (У всіх структурах регуляторів крім 10.03 = 1) Внутрішня змінна стеження за виходом без зворотного зв'язку
9.01	Початкове значення вхідного сигналу дорівнює 0% вихідного сигналу	техн. од.	-9999 ... 9999 -19,99 ... 99,99 pX -9999...9999 mV -50,0 - 200,0 ° C	0000 00,00 0000 000,0	Молодший розряд		В одиницях вимірюваної величини
9.02	Кінцеве значення вхідного сигналу дорівнює 100% вихідного сигналу	техн. од.	-9999 ... 9999 -19,99 ... 99,99 pX -9999...9999 mV -50,0 - 200,0 ° C	0000 00,00 0000 000,0	Молодший розряд		В одиницях вимірюваної величини
9.03	Напрямок вихідного сигналу АТ		0000 – прямий 0001 – інверсний	0000			АТ = y АТ = 100% - y

***Примітка.** Якщо перший аналоговий вихід АО1 не задіяний у структурі ПІД-аналогового регулятора, налаштування рівня 9 будуть актуальні для першого аналогового виходу АО1, другий аналоговий вихід АО2 в цьому випадку використовуватися не буде. Якщо ж АО1 використовується регулятором, налаштування рівня 9 будуть актуальні для другого аналогового виходу АО2.

Додаток В (Продовження)

**Зведена таблиця параметрів
потенціометричного вимірника-перетворювач-регулятора ПП-10**

Пункт меню	Параметр	Одиниці виміру	Діапазон зміни параметра	Знач. за замовчуванням	Крок зміни	Стор.	Примітка
Рівень 10. Конфігурація структури регулятора							
10.00	Час механізму Тм Період проходження імпульсів Тр	сек.	000,0 - 999,9	060,0	000,1		10.03 = 2; 3 10.03 = 6
10.01	Мінімальна тривалість імпульсу Кмін Максимальна тривалість імпульсу Тmax	сек.	000,0 - 999,9	002,0	000,1		10.03 = 2; 3 10.03 = 6
10.02	Зона нечутливості 3-х позиційного регулятора (мертва зона)	техн. од.	000,0 - 999,9	000,0	000,1		Даний параметр представляє половинне значення зони
10.03	Тип регулятора		0000 – індикатор 0001 – аналоговий із внутрішнім зворотним зв'язком 0002 або 0003 – імпульсний регулятор 0004 – 3-х позицій. 0005 – 2-х позицій. 0006 – імпульсний П-регулятор	0001			розділ 5.6
10.04	Напрямок дії регулятора		0000 – зворотне 0001 – пряме	0000			Е = SP - PV Е = PV - SP
10.05	Статичне балансування		0000 – відключено 0001 – включено	0000			Режим РУЧ-АВТ
10.06	Швидкість динамічного балансування у бік збільшення	техн. од. /хв	000,0 - 999,9	200,0	000,1		При PV<SP 000,0 - вимк. Режим РУЧ-АВТ
10.07	Швидкість динамічного балансування у бік зменшення	техн. од. /хв	000,0 - 999,9	200,0	000,1		При PV>SP 000,0 - вимк. Режим РУЧ-АВТ
10.08	Обмеження МІН аналогового виходу (або аналогового осередку імпульсного регулятора)	%	0,0 - 099,9	000,1			
10.09	Обмеження МАКС аналогового виходу (або аналогового осередку імпульсного регулятора)	%	0,0 - 099,9	000,1			
10.10	Безпечне положення виходу регулятора у разі відмови давача лінії зв'язку або вимірювального каналу		0000 - останнє положення 0001 - 0% (вимк.) 0002 - 100% (вкл.) 0003 – безпечне положення, яке встановлюється користувачем	0000			
10.11	Значення безпечного положення, яке встановлюється користувачем	%	0,0 - 099,9	000,0	000,1		При 10.03 = 3
10.12	Структура ПІД регулятора		0000, 0001	0000	0001		0 – paralel 1 – mixed

Примітки.

*1) Затримка спрацьовування ключів БІЛЬШЕ, МЕНШЕ (час паузи, після якого можлива зміна напрямку руху виконавчого механізму при відповідному неузгодженні для 3-х позиційного регулятора становить 3 секунди).

*2) 3-х позиційний регулятор працює лише у прямому типі управління регулятора. На рисунку В.2 показано роботу виходів регулятора – DO1 (більше) та DO2 (менше). Товстою лінією показано роботу виходів регулятора без використання гістерезису ($1.06=0000$). Якщо введено гістерезис, то регулятор працюватиме повністю за рисунком В.2. Як видно з малюнка, коли параметр росте і стає трохи більше заданої точки, виникає ситуація коли включені два виходи. Це не допустимо, коли регулятор керує реверсивним двигуном. Щоб уникнути подібної ситуації, необхідно використовувати параметр 10.02 – зона нечутливості 3-х позиційного регулятора (мертва зона). Тоді виходи регулятора будуть працювати за логікою, показаною на рисунку В.1.

*3) Балансування виконується при перемиканні з ручного режиму на автоматичний для забезпечення режиму ненаголошеності.

*4) Обмеження впливів, що управляють. Кордони даного параметра знаходяться в межах -10% і $+110\%$. Все ж таки слід звернути увагу на те, що регулятор не може видавати негативні струми. Якщо керуючий вплив в обмеженому робочому режимі досягає однієї з величин (-10% , $+110\%$), то подальша інтеграція буде перервана для того, щоб уникнути інтегрального насичення. Тим самим гарантується, що після інверсії полярності неузгодженості регулювання той час може бути зміна управляючого впливу.

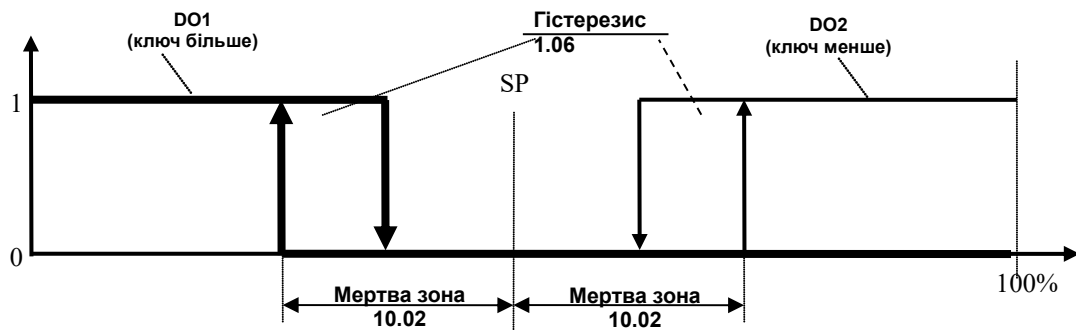


Рисунок В.1 - Графік роботи дискретних виходів 3-х позиційного регулятора з використанням зони нечутливості (10.02)

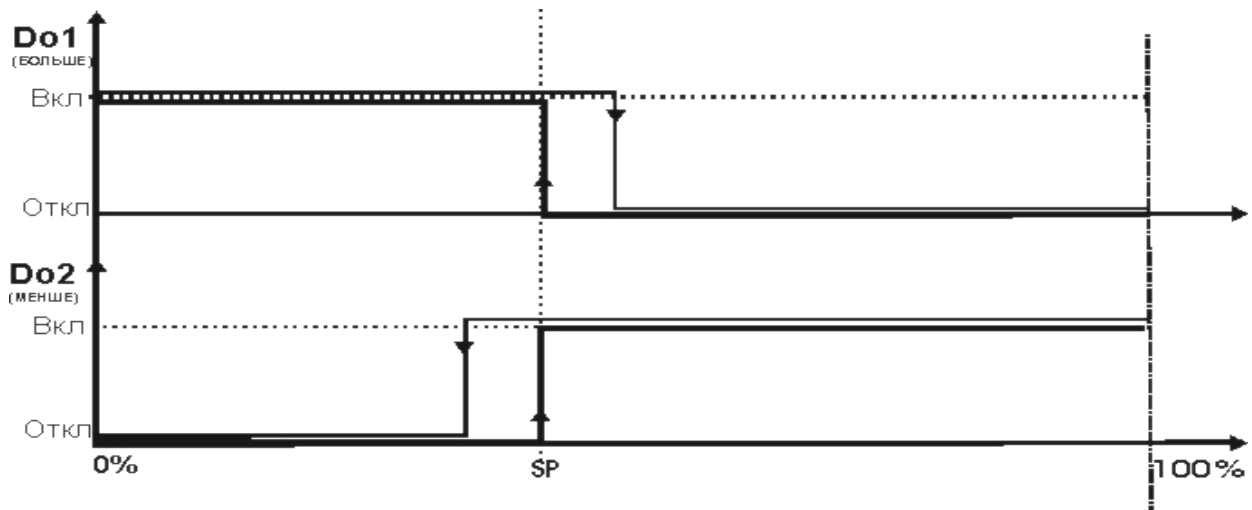


Рисунок В.2 - Графік роботи 3-х позиційного регулятора з використанням гістерезису але без зони нечутливості

Додаток В (Закінчення)

**Зведена таблиця параметрів
потенціометричного вимірника-перетворювач-регулятора ПП-10**

Пункт меню	Параметр	Одиниці виміру	Діапазон зміни параметра	Значний за замовчуванням	Крок зміни	Стор.	Примітка
Рівень 11. Настройки мережевого обміну							
11.00	Мережева адреса (номер приладу в мережі)		0000 – 0255	0000	0001		0000 – відключено від мережі
11.01	Швидкість обміну	біт/с	0000 – 2400 0001 – 4800 0002 – 9600 0003 – 14400 0004 – 19200 0005 – 28800 0006 – 38400 0007 – 57600 0008 – 76800 0009 – 115200 0010 – 230400 0011 – 460800 0012 – 921600	0000	0001		
11.02	Тайм-аут кадру запиту у системних тактах 1 такт = 250 мкс		0004 – 0200	0016	0001		розділ 7
11.03	Код та модель виробу. Версія програмного забезпечення			60.XX			Службова інформація Код 60 Версія XX
Рівень 12. Калібрування входу "параметр рХ, Еh" (АІ1)							
12.00	Калібрування нуля аналогового входу АІ1 (параметр рХ, Еh)	техн. од.	-9999...9999 mV	00,00	Молодший розряд		Пов'язані параметри 2.03, 2.04
12.01	Калібрування максимуму аналогового входу АІ1 (параметр рХ, Еh)	техн. од.	-9999...9999 mV	00,00	Молодший розряд		Пов'язані параметри 2.03, 2.04
Рівень 13. Калібрування входу "температура корекції" (АІ2)							
13.00	Калібрування нуля аналогового входу АІ2 (температура корекції)	°C	-50,0 - 200,0				
13.01	Калібрування максимуму аналогового входу АІ2 (температура корекції)	°C	-50,0 - 200,0				
Рівень 14. Калібрування першого аналогового виходу (АО1)							
14.00	Калібрування аналогового виходу АО1						
14.01	Калібрування нуля аналогового виходу АО1		0000 – 0200	0001			
14.02	Калібрування максимуму аналогового виходу АО1		0.500 – 1.500	0.001			
Рівень 15. Калібрування другого аналогового виходу (АО2)							
15.00	Калібрування аналогового виходу АО2						
15.01	Калібрування нуля аналогового виходу АО2		0000 – 0200	0001			
15.02	Калібрування максимуму аналогового виходу АО2		0.500 – 1.500	0.001			
Рівень 16. Роздільна здатність програмування. Запис							
16.00	Дозвіл входу на рівні 2 – 16		0000 – заборонено 0001 – дозволено				
16.01	Запис параметрів до енергонезалежної пам'яті		0000 – заборонено 0001 – дозволено				
16.02	Вибір моделі		0,1,2,3 – 1 аналоговий вихід 4,5,6 – 2 аналогові виходи				

Примітка. У розділі 6.5 розділу 6 див.

Додаток Г.

Основні терміни та визначення рН-вимірювань

Валентність (Basicity)- це здатність атома певного елемента приєднувати певну кількість атомів інших елементів.

Водень (Hydrogen)- безбарвний газ H_2 , без запаху та смаку, погано розчиняється у воді. Поширений у вигляді сполук – входить до складу води, рослин, тварин, нафти, кам'яного вугілля, природних газів та мінералів. Водень - найлегший газ, він у 14,5 рази легший за повітря.

Водневий показник рН (Value pH)- Це негативний десятковий логарифм концентрації водень-іонів. $pH = -\lg[H^+]$. Наприклад, при $[H^+] = 10^{-1}$, $pH = 1$; при $[H^+] = 10^{-5}$, $pH = 5$ тощо. Знаючи концентрацію водень-іонів, можна визначити рН розчину і навпаки. Розчини, у яких концентрація водень-іонів перевищує концентрацію гідроксид-іонів $[H^+][OH^-]$, називаються кислотними. Розчини, в яких концентрація водень-іонів менша, ніж гідроксид-іонів $[H^+][OH^-]$, називаються лужними.

У нейтральних розчинах $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$ моль/л, $pH = 7$.

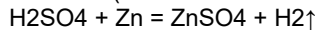
У лужних розчинах $[H^+] > 10^{-7}$ моль/л, $pH < 7$.

У кислотних розчинах $[H^+] < 10^{-7}$ моль/л, $pH > 7$.

Загальні властивості *розчинів кислот* обумовлені катіонами водню $[H^+]$. Концентрація катіонів водню - кількісна міра кислотності середовища.

Загальні властивості *основ*, зокрема розчинів лугів, обумовлені гідроксид-іонами $[OH^-]$. Концентрація гідроксид-іонів - кількісна міра лужності середовища.

Кислотами (Acid) називають з'єднання, до складу яких входять атоми водню, здатні замінюватися атомами металів (класичне визначення). Внаслідок цього утворюються солі.



кислота сіль

Основність кислоти (Basicity of an acid). Число атомів водню кислоти, здатних замінюватися атомами металу з утворенням солі, визначає основність кислоти. Так, HCl , HBr , HNO_3 – одноосновні, H_2S , H_2SO_4 , H_2CO_3 – двоосновні, H_3PO_4 , H_2AsO_4 – триосновні.

Лугами (Alkali)- є гідроксиди лужних металів (елементи головної підгрупи 1-ї групи) та лужноземельні (елементи головної підгрупи 2-ї групи, крім берилію та магнію). Луги – це іонні сполуки. У вузлах кристалічних решіток твердих лугів знаходяться іони металів та гідроксид-іони.

Моль (Mol)- це кількість речовини, яка містить стільки частинок - структурних елементів речовини (молекул, атомів, іонів), скільки атомів є в ізотопі вуглецю ^{12}C масою 0,012 кг. Моль - одна із семи основних одиниць СІ.

Молярна маса (Molar weight)- це фізична величина, що визначається ставленням маси речовини до кількості речовини, що їй відповідає.

Молярний об'єм (Molar volume)- це фізична величина, що визначається ставленням обсягу речовини до кількості речовини, що їй відповідає.

Розчин (Solution)- це гомогенна система, яка складається з двох або більше компонентів: розчинника, речовин, що розчиняються, і продуктів їх взаємодії.

Розчини бувають рідкими (*liquid*), твердими (*solid*) та газоподібними (*gaseous*). Прикладами рідких розчинів є розчини солей, цукру та спирту у воді, йоду у спирті та ін, твердих - сплави (розчини одного або кількох металів в іншому). Газоподібними розчинами є повітря та інші суміші газів.

Сучасна теорія розчинів розглядає *розчинення* як сукупність таких процесів:

- 1) взаємодія розчинника з частинками розчиненої сполуки -*сольватація*;
- 2) руйнування структури або кристалічних ґрат розчиненої речовини -*іонізація*;
- 3) розподіл сольватованих частинок в об'ємі розчинника -*дифузія*.

Розчин, в якому речовина більше не розчиняється для даної температури, називається *насиченим* розчином (*saturated solution*).

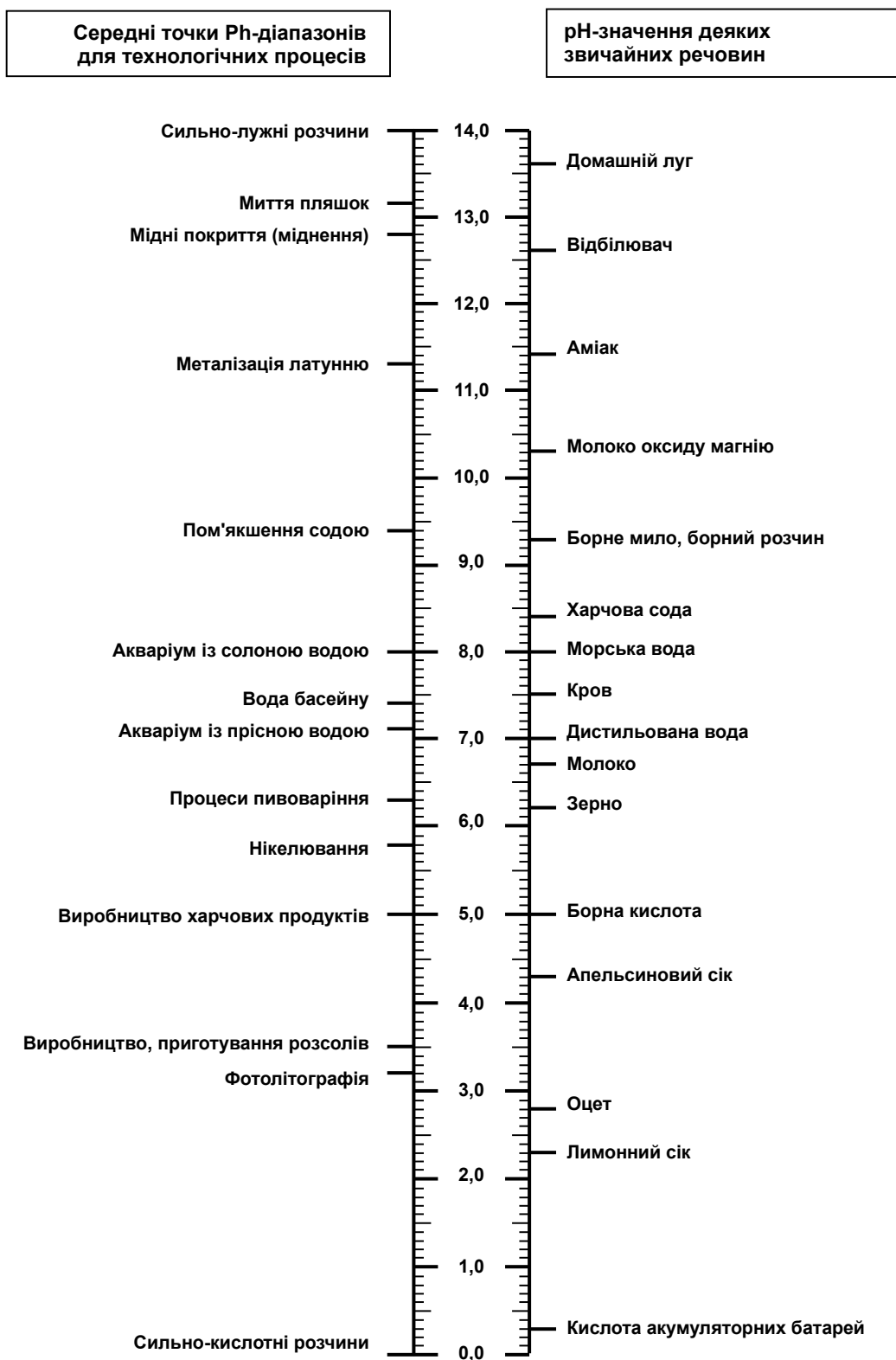
Розчин, в якому речовина ще може розчинятися для даної температури, називається *ненасиченим* розчином (*non-saturated solution*).

Електроліти (Electrolyte)- це речовини, які під час розчинення у воді (або іншому полярному розчиннику) або розплавленні розпадаються на іони, тому їх розчини або розплави проводять електричний струм.

Неелектроліти (Nonelectrolyte)- Речовини, які під час розчинення або розплавлення не розпадаються на іони і тому їх розчини (розплави) не проводять електричний струм.

Додаток Д.

рН величини загальні індустриальних та побутових застосувань



Додаток Е.

Використання стандартних буферних розчинів

Таблиця значень рН стандартних буферних розчинів

Тр, °С	0,05т* розчин тетраоксалату калію	Насичений при +25°С розчин калію кислого виннокислого	0,05т* розчин калію фталієвокислого кислого	0,025т* розчин калію фосфорнокислого однозаміщеного та 0,025т* розчин натрію фосфорнокислого двозаміщеного	0,01т* розчин натрію тетраборнокислого
0	1,67	-	4,00	6,98	9,46
5	1,67	-	4,00	6,95	9,40
10	1,67	-	4,00	6,92	9,33
15	1,67	-	4,00	6,90	9,28
20	1,68	-	4,00	6,88	9,22
25	1,68	3,56	4,01	6,86	9,18
30	1,68	3,55	4,02	6,85	9,14
35	1,69	3,55	4,02	6,84	9,10
40	1,69	3,55	4,04	6,84	9,07
45	1,70	3,55	4,05	6,83	9,04
50	1,71	3,55	4,06	6,83	9,01
55	1,72	3,56	4,08	6,83	8,98
60	1,72	3,56	4,09	6,84	8,96
65	1,73	3,57	4,11	6,84	8,94
70	1,75	3,58	4,13	6,84	8,92
75	1,75	3,59	4,14	6,85	8,90
80	1,78	3,61	4,16	6,86	8,88
85	1,78	3,63	4,18	6,87	8,87
90	1,79	3,65	4,20	6,88	8,85
95	1,81	3,67	4,23	6,89	8,83
100	-	3,68	-	6,91	8,81
150	-	3,90	-	7,14	8,08

Примітка. т* (молярна вагова концентрація) -

- Число молей розчиненої речовини, що припадає на 1000г розчинника.

Додаток Е. (Закінчення)

рН-метрія

Стандарт-титри для приготування буферних розчинів 2-го розряду

Виробник - Черкаський державний завод хімічних реактивів

Тип 1	Калій тетраоксалат	0,05m	$\text{KHC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	pH = 1,68 при 25 ° C
Тип 2	Калій кислий виннокислий	насич. при 25°C	$\text{K}_2\text{H}_2\text{O}_7$	pH = 3,56 при 25 ° C
Тип 3	Калій фталієвокислий кислий	0,05m	$\text{KHC}_8\text{H}_5\text{O}_4$	pH = 4,01 при 25 ° C
Тип 4	Калій фосфорнокислий однозаміщ.	0,025m	KH_2PO_4	pH = 6,86 при 25 ° C
	Натрій фосфорнокислий двоаміщ.	0,025m	Na_2HPO_4	pH = 6,86 при 25 ° C
Тип 5	Натрій тетраборнокислий	0,01m	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	pH = 9,18 при 25 ° C
Тип 6	Гідрат окису кальцію	насич. при 25°C	Ca(OH)_2	pH = 12,45 при 25 ° C

Інструкція до використання стандарт-титрами для рН-метрії

1. Спосіб приготування зразкових буферних розчинів із стандарт-титрів.

Для приготування зразкових буферних розчинів за ГОСТ 8.134-74 і ГОСТ 8.135-74 необхідно вміст ампули кількісно перенести в літрову мірну колбу і розчинити в дистильованій воді. Приготовлені розчини цих речовин повинні бути захищені від доступу вуглекислого газу (CO_2) повітря. Інші буферні розчини (тетраоксалат калію, калій виннокислий кислий і калій фталієвокислий кислий) можуть готуватися на звичайній дистильованій воді і не захиститися від вуглекислого газу (CO_2) повітря. Надлишок реактиву видаляється фільтруванням або деканацією.

2. Методи перенесення стандарт-титрів у колбу.

Перед перенесенням стандарт-титрів необхідно зняти етикетку з ампули і промити зовнішню поверхню її дистильованою водою. У мірну колбу місткістю 1000 см³ вставляють лабораторну вирву. У торці ампули пробивають отвір за допомогою скляного бойка та дерев'яного молотка. Ампулу перевертають над лійкою і в поглибленні ампули пробивають отвір тим самим способом. Вміст ампули кількісно переносять у мірну колбу дистильованою водою. Після розчинення вмісту ампули об'єм розчину доводять до мітки і ретельно перемішують. Буферні розчини зберігаються в герметичному поліетиленовому або скляному посуді. У розчин калію виннокислого кислого для запобігання біологічному впливу додають тимол з розрахунку 0,9 г на літр. Фосфатний буфер зберігають не більше 2-х місяців, а решта – не більше 2-х місяців з дня приготування.

Лист реєстрації змін

Змін.	Номери листів (сторінок)			Усього аркушів у докумен ті	№ документа	Вхідний № супроводжуючого документа та дата	Підп.	Дата
	Змінени х	Замінен их	Нових					
1.08				69	ver. 60.05	·Розробка нових КБЗ-28С-11, КБЗ-28К-11, КБЗ-28Р-11 та КБЗ-25-11; ·збільшено швидкість обміну за інтерфейсом; ·додано структуру регулятора: parallel mixed; ·додано нові реєстри	КСЯ	20.12.2004
1.09				74	ver. 60.05	·Додано розрахунок ЕРС електродної системи з нормованими координатами ізопотенційної точки та опис коефіцієнтів корекції електродної	КСЯ	14.01.2005
1.10				75	ver. 60.10	Характеристики Додано можливість замовлення модуля розширення МР-51-05 та відповідного КБЗ-8-07.	ОВБ	18.09.2006
1.11						Виправлено помилки в коді замовлення	ОВБ	17.10.2006
1.12				75	ver. 60.10	Змінено діапазон робочих температур. Усунені помилки	Ролик	23.07.2007
1.13				75	ver. 60.10	Внесено зміни до розділу 2 (стор.7) абзац 1 та 4	Ролик	21.08.2007
1.14				75	ver. 60.10	Усунені помилки та некоректності	КСЯ	14.02.2008
1.15				77	ver. 60.11	Доданий імпульсний П-регулятор	ОВБ	30.10.2008
1.16				77	ver. 60.11	Виправлено код замовлення	Лукашук Р.О	28.09.2010
1.17				78	ver. 60.11	Виправлено 15 рівень налаштувань «калібрування другого аналогового виходу»	Лукашук Р.О	28.11.2011