

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем
Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління

«До захисту в ЕК»

Декан факультету

_____ Андрій Форсюк
(підпис) (ім'я та прізвище)

« 8 » червня 2022 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Ярослав Смітюх
(підпис) (ім'я та прізвище)

« 8 » червня 2022 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані
(код та назва спеціальності)
технології»

освітньо-професійної програми «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані
технології»

на тему: Розробка системи автоматизації технологічного процесу
виробництва квасу

Виконав: здобувач 4 курсу, групи АК-4-1

_____ Грудковський Клим Вадимович _____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник _____ Ладанюк Анатолій Петрович _____
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

_____ (ім'я та прізвище) (підпис)

_____ (ім'я та прізвище) (підпис)

Рецензент _____ Валерій Самсонов _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2022 р.

Національний університет харчових технологій

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління

Освітній ступінь «Бакалавр»

Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Освітньо-професійна програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри АКТСУ

Ярослав Смітюх

« 31 » березня 2022 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Грудковський Клим Вадимович

Тема роботи Розробка системи автоматизації технологічного процесу виробництва квасу

Керівник роботи проф., д.т.н. Ладанюк Анатолій Петрович

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом закладу вищої освіти від « 31 » березня 2022 р. №163-к

2. Строк подання здобувачем роботи « 8 » червня 2022 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи)

Короткі відомості про об'єкт автоматизації, відомості про умови експлуатації об'єкта автоматизації та вимоги до системи автоматизації наведені в додатку до завдання.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх необхідно розробити)

Вступ. 1. Опис об'єкта автоматизації. 1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації. 1.2. Розробка завдання на систему автоматизації. 2. Система автоматизації. 2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО). 2.2. Схема

Анотація

Дана кваліфікаційна робота присвячена розробці системи автоматизації процесу виробництва квасу.

В проекті розроблена документація на систему автоматизації, в склад якої входить: опис технологічного об'єкту управління, схема автоматизації, специфікація технічних засобів автоматизації, монтажна схема технічного засобу автоматизації – рівнеміра Sitrans LR200, конфігураційна схема, принципові схеми управління і сигналізації.

Розроблене програмне забезпечення для відділення приготування яблучного квасу. Програма розроблена в програмному забезпеченні unity PRO від Schneider Electric. Роботоспроможність програми було перевірено на реальному контролері.

В проекті докладно розглянуто варіанти технологічних рішень по реалізації системи автоматизації, а також зроблений аналіз існуючої та розробленої системи. Проведено порівняльний аналіз перехідних процесів для різних значень параметрів регулятора. В ході роботи зроблений економічний розрахунок ефективності впровадження системи автоматизації, а також приведена оцінка рівня автоматизації технологічного процесу в цілому.

Ключові слова: квас, сусло, Sitrans LR200

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Annotation

This qualification work is devoted to the development of a system for automating the process of kvass production.

The project developed documentation for the automation system, which includes: description of the technological object of control, automation scheme, specification of technical means of automation, assembly diagram of technical means of automation - level meter Sitrans LR200, configuration scheme, basic control and alarm schemes.

Developed software for the apple kvass preparation department. The program is developed in the unity PRO software from Schneider Electric. The operability of the program was tested on a real controller.

The project considers in detail the options for technological solutions for the implementation of automation systems, as well as an analysis of existing and developed systems. A comparative analysis of transients for different values of the controller parameters. In the course of work the economic calculation of efficiency of introduction of system of automation is made, and also the estimation of level of automation of technological process as a whole is resulted.

Keywords: kvass, wort, Sitrans LR200.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Арк</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		5

Зміст

Вступ.....	7
1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації.....	10
1.2. Розробка завдання на систему автоматизації	13
2. Система автоматизації	16
2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО)	16
2.2. Схема автоматизації.	46
2.3 Специфікація приладів та засобів автоматизації.....	47
2.4. Проектне компонування мікропроцесорних контролерів.....	50
3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК.	70
3.1. Загальна схема підключення	70
3.2. Розширені схеми підключення для окремих контурів	73
3.2.1 Схема автоматизації окремого контуру	73
3.2.2. Графічне зображення з'єднання між собою технічних засобів автоматизації	73
3.2.3 Принципова схема з'єднання між собою технічних засобів автоматизації.....	74
3.2.4 Опис схеми підключення	74
4. Креслення встановлення технічних засобів.....	80
5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК).....	82
6. Розробка людино-машинного інтерфейса оператора технолога.	83
6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI.....	83
6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора	87
Висновки.....	90
Бібліографічний список.....	91

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Вступ

Квас - традиційний слов'янський кислий напій, який готують на основі бродіння з борошна і солоду (пшеничного, ячмінного) або з сухого житнього хліба, іноді з додаванням пахучих трав, меду, вощини; також готується з буряка, фруктів, ягід.

У період між IX і XIV століттями слов'яни виготовляли алкогольний квас твореним (зварений), і слово «квасник» на мові того часу вживали у значенні «п'яниця». Лужиць. kwas «свято, весільний бенкет» і ст.-словацькою. kvas «бенкет, частування, гуляння» свідчать про те, що раніше квас був основним хмільним напоєм на святах і весіллях. За ГОСТом для промислового виготовлення - це напій з об'ємною часткою етилового спирту не більше 1,2%, виготовлений у результаті незавершеного спиртового та молочнокислого бродіння суслу.

Відповідно до класифікації організації Beer Judge Certification Program, що займається підготовкою та сертифікацією суддів для проведення певних дегустаційних змагань, квас є пивом, і відноситься до категорії «Пиво історичне, традиційне, місцеве» (historical, traditional or indigenous beers). У Росії, Білорусії і Україні квас вважається самостійним (і національним) напоєм. Бутильований квас, приготований шляхом бродіння, часто газують.

Сорти квасу:

- хлібний
- окрошечний;
- фруктовий;
- ягідний;
- молочний;
- медовий.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Існують різноманітні фруктові і ягідні сорти квасу: грушевий, журавлинний, вишневий, лимонний та інші. Кваси цього роду представляють або звичайні хлібні кваси, присмачені соком або варенням із згаданих ягід і фруктів, або ж їх готують безпосередньо з соку ягід, без додавання хліба чи борошна.

Зараз промислово випускається також безліч синтетичних сурогатів квасу (так званих «квасних напоїв»). Як правило, вони складаються з газованої (розчину вуглекислого газу), підсолоджувачів, ароматизатора - імітатора смаку квасу, і продаються в пластикових пляшках.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Арк</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		8

1. Опис об'єкта автоматизації

1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації.

Флодово-ягідні кваси є слабоалкогольні напої; вони виходять шляхом зброджування дріжджами цукрових сиропів, розбавлених водою, і натуральних плодово-ягідних соків. Квасу дається назва відповідного плода або ягоди в залежності від застосовуваного для його виготовлення соку або морсу.

З різних плодово-ягідних квасів готують «Яблуневий», «Журавлинний» і «Вишневий», які характеризуються такими основними показниками: концентрація - не нижче 5,2%; вміст алкоголю - 0,5% об .; кислотність «Яблучного квасу» - 1,3-2,2, «журавлинний квасу» - 2,0-4,0 і «Вишневого квасу» 1,5-2,5 мл нормального розчину лугу на 100 мл напою.

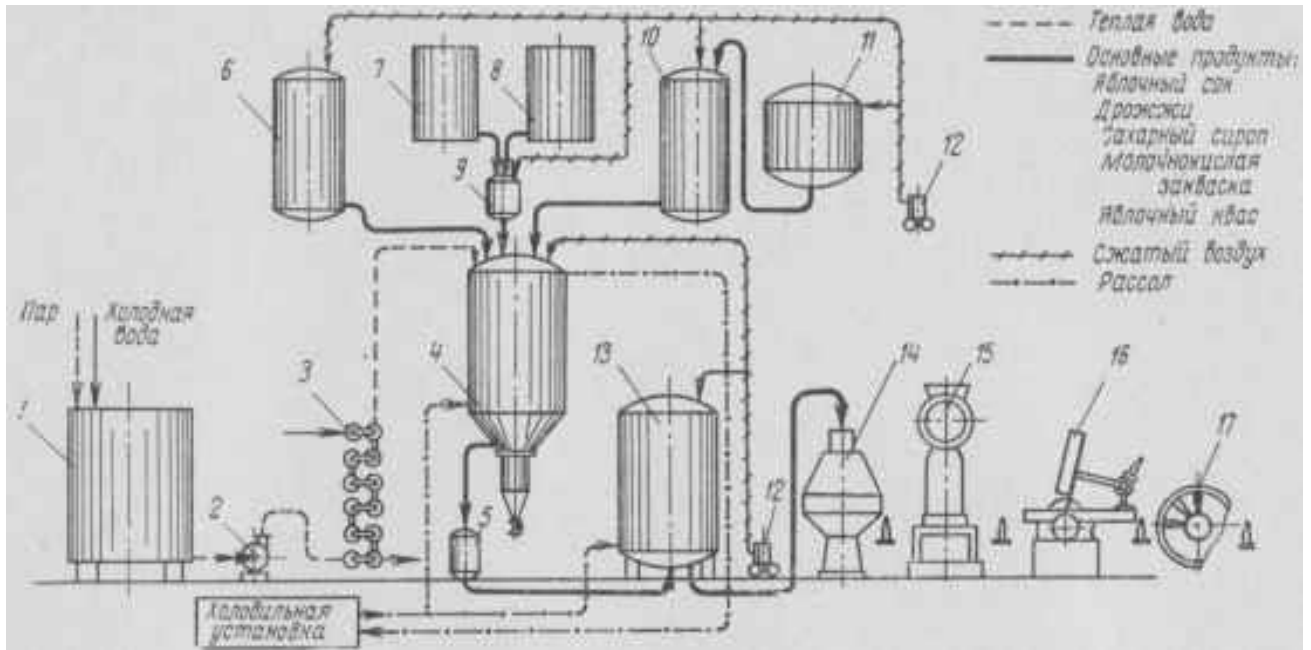


Рис.1 Технологічна схема виробництва яблучного квасу. «Яблучний квас» готують в бродильно-купажні апараті 4. Мал. 113. Технологічна схема виробництва "Яблучного квасу": 1 - чан з паровим барботером; 2 - відцентровий насос; 3 - теплообмінник; 4 - бродильно-купажний апарат; 5 - фільтр; 6 - збірник яблучного соку; 7 - чан для молочнокислої закваски; 8 - чан

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат				
Розроб.		Грудковський			Розробка системи автоматизації технологічного процесу виробництва квасу	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Ладанюк А.П.					10	6
Секретар		Проскурка Є.С.				НУХТ АК-4-1		
Зав.кафедр		Смітюх Я.В.						

для дріжджів; 9 - Монжу для дріжджів і молочнокислої закваски; 10 - дозатор для сиропу; 11 - сироповарочний котел; 12 - повітряний компресор; 13 - збірник-переохолоджувач для квасу; 14 - розливна машина; 15 - укупорочний напівавтомат; 16 - етикетировочні автомат; 17 - бракеражний ліхтар.

Для приготування сусла попередньо підготовляють пастеризації воду, нагріваючи її в чані 1 з паровим барботером до 90 ° С. пастеризаційної воду перекачують відцентровим насосом 2 через теплообмінник 3 в бродильно-купажний апарат 4, в який через Монжу 9 пневматично подають розрахункову кількість (відповідно до рецептури) чистої культури винних дріжджів з чана 8 і молочнокислої закваски з чана 7; з дозатора 10 в апарат 4 вводять також цукровий сироп концентрацією 62-63%, що містить 25-30% розрахункової кількості цукру. Потім всі вентилі закривають, відкривають шибер помилкового дна апарату і на 2-3 хв включають електродвигун мішалки; після цього через пробний краник відбирають середню пробу для визначення початкової концентрації і кислотності сбраживаємого середовища.

У бродильно-купажному апараті 4 відбувається комбіноване (спиртове і молочнокисле) бродіння, яке протікає в анаеробних умовах і триває 36-48 годин в залежності від температурного режиму і активності збудників бродіння.

При бродінні температуру зброджувального середовища підтримують в межах 25-30 ° С, а абсолютний тиск в апараті не вище 0,24 Мн / м² (2,5 кг / см²). Для інтенсифікації бродіння через кожні 2 ч включають на 1-2 хв мішалку. До кінця бродіння абсолютний тиск в бродильно-купажні апараті знаходиться в межах 0,24-0,29 Мн / м² (2,5-3 кг / см²).

Бродіння вважається закінченим при видимому відброду сусла 1-1,2% і кислотності 2,20-2,40 мл нормального розчину лугу на 100 мл сусла.

Зброжене сусло охолоджують до 10-12 ° С, подаючи розсіл в охолоджуючу сорочку і у внутрішній змієвик апарату. Після цього перекривають помилкове дно, перекриваючи таким чином камеру дрожжевідділювача з осілими в пий дріжджами. Потім, не знижуючи тиску в апараті, виробляють купаж, подаючи в нього при включеній мішалці яблучний

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

сік зі збірки 6 і цукровий сироп з дозатора 10. За закінчення купажування відкривають камеру дрожжевіддлювача і продовжують охолодження купажу до 4-5 ° С. Купажований квас витримують в апараті при відкритому шибері камери дрожжеотделителя 12 ч. За цей час випадають в камерах не осіли раніше дріжджі, а також мезга і пектинові речовини, введені з яблучним соком. Після закінчення 12-годинної витримки помилкове дно апарату перекривають шибером і під тиском стисненого повітря квас подають через шовковий фільтр 5 до збірки 13.

Збірник для квасу є герметично закритий резервуар з охолоджувальною сорочкою, мірним пристроєм і манометром на кришці люка. Він має вступну та зливну комунікації і трубопровід для введення стисненого повітря.

Готовий яблучний квас зі збірки 13 подається під тиском в розливну машину 14 (12-ріжковий напівавтомат). У пляшки, що подаються транспортером, до наливу закладають по дві родзинки. Пляшки з квасом послідовно піддаються закупорювання напівавтоматом 15, етикетування автоматом 16 і бракеражу за допомогою ліхтаря 17. Розлитий і закупорені в пляшках квас для доброджування з родзинками видержізають в експедиції при температурі до 12 ° С протягом 6-8 год.

Готовий квас являє собою непрозорий напій світло-жовтого кольору з кисло-солодким смаком і яблучним ароматом. Дійсна концентрація його при випуску не нижче 5,2%, а кислотність - 2,20 мл нормального розчину лугу на 100 мл напою.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

№	Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Припустиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління	Засоби управління та контролю, реалізації управляючої дії	Додаткові умови
6	Бродильно-купажний апарат	Витрата води в апарат	400 л/год	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан подачі речовини	
		Витрата дріжджів в апарат	20 л/год	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан подачі речовини	
		Витрата молочної закваски в апарат	100 л/год	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан подачі речовини	
		Витрата сахарного сиропу в апарат	300 л/год	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан подачі речовини	
		Витрата яблучного соку в апарат	350 л/год	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан подачі речовини	
		Рівень в апараті	85 % ± 2%	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	
		Температура в апараті	30-35 С	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан подачі пари	
		Кислотність квасу	6,6 рН	Контроль	Відображення	АРМ оператора Щит управління	

№	Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Припустиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління	Засоби управління та контролю, реалізації управляючої дії	Додаткові умови
					Реєстрація	АРМ оператора	
7	Збірник квасу	Температура в апараті	7-10 С	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан подачі розсолу	

2. Система автоматизації

2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО)

Температура

В промисловій термометрії використовується 2 основних методи вимірювання температури:

- контактний, який реалізується первинним вимірювальним перетворювачем, який знаходиться в безпосередньому контакті з вимірювальним середовищем;

-безконтактний, який реалізується в пірометрах, а температура визначається по тепловим електромагнітним випромінюванням нагрітих тіл.

У відповідності з основними методами вимірювання температури термометри класифікують наступним чином:

- контактні на:

1) термометри розширення: рідинні скляні (діапазон вимірювання від -200 до +600°C) та дилатометричні і біметалеві (від -150 до +700 °C). Принцип їхньої дії базується на зміні об'єму рідини чи лінійних розмірів твердих тіл при зміні температури;

2) манометричні термометри: (-200...+1000 °C) – в термометрах використовується зміна тиску газу, рідини чи пари в замкнутому об'ємі при зміні температури;

3) термометри опору, які використовують залежність електричного опору провідників та напівпровідників від температури і які поділяються на: а) металеві (від -260 до +1100 °C) та б) напівпровідникові (-275...+600°C);

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат				
Розроб.		Грудковський			Розробка системи автоматизації технологічного процесу виробництва квасу	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Ладанюк А.П.					16	54
Секретар		Проскурка Є.С.				НУХТ АК-4-1		
Зав.кафедр		Смітюх Я.В.						

Безконтактні (пірометри) на:

а) квазімонохроматичні (700...10000° С);

а) металеві (від -260 до +1100 °С) та б) напівпровідникові (-275...+600°С);

4) термоелектричні термометри (термопари), які використовуються в діапазоні температур (-200...+2200 °С), а принци дії ґрунтується на зміні термоелектрорушійної сили (ТЕРС) в ланцюгу при нагріванні спаю двох різнорідних металів.

Безконтактні (пірометри) на:

а) квазімонохроматичні (700...10000° С);

б) спектрального відношення (300...2800 °С);

в) повного випромінювання (-50...3500 °С).

Принцип дії пірометрів базується на використуванні яскравості горіння чи сумарного теплового випромінювання при нагріванні тіла.

Вибір того чи іншого методу та ЗВ для вимірювання температури залежить від багатьох факторів, основними із яких є: а) межі випромінювання температури; б) точність випромінювання; в) склад і властивості вимірювального середовища.

Аналіз методів на предмет можливості його використання в
проекті

Розглянемо детальніше кожен із методів вимірювання та оберемо найоптимальніший для даного випадку.

Склянні рідинні термометри

Рідинні скляні термометри – вимірювання температури ґрунтується на різниці коефіцієнтів об'ємного розширення матеріалу оболонки корпусу термометра та рідини, яка в ньому міститься (розміщена) в залежності від температури. Переваги скляних рідинних термометрів: простота конструкції, невисока вартість, достатня точність. Недоліки: відсутність дистанційної

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						17
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

передачі та реєстрації показів, значна теплова інерційність, незручність зняття показів і невисока механічна міцність, що обмежує їх використання в технологічних вимірюваннях.

Висновок: відсутність дистанційної передачі робить неможливим регулювання температури в певних ділянках, адже вихідний сигнал в 4-20 мА необхідний для подальшої обробки на локальних регуляторах. Даний метод вимірювання не може бути використаний.

Манометричні термометри

Принцип дії манометричних термометрів ґрунтується на механічному переміщенні пружкого чутливого елемента в замкненій герметичній системі від зміни або тиску газу, або зміни об'єму рідини, або зміни тиску насиченої пари в залежності від вимірюваної температури.

Манометричні термометри відрізняються простотою конструкції, можливістю дистанційної передачі показів і автоматичного запису. Однією з важливих переваг є можливість їх використання в пожежо- та вибухонебезпечних приміщеннях. До недоліків необхідно віднести складність ремонту при розгерметизації системи, обмежену відстань дистанційної передачі і у багатьох випадках великі розміри термобалона. Газові і рідинні манометричні термометри мають клас точності 1; 1,5 і 2,5, а парові – 1,5; 2,5 і 4.

Висновок: манометричні термометри мають низький клас точності, їх монтаж на трубопроводах та апаратах досить складний. Ймовірність розгерметизації газового балона під час експлуатації досить висока. Даний метод вимірювання не може бути використаний.

Термоелектричні термометри

Принцип дії термоелектричних термометрів (термопар) ґрунтується на ефекті виникнення електрорушійної сили (ЕРС) в замкнутому ланцюгу, який складається із різнорідних провідників.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Переваги термопар: висока точність вимірювання значень температури (аж до $\pm 0,01$ ° С), великий температурний діапазон виміру: від -250 ° С до 2500 ° С, простота, дешевизна, надійність.

Недоліки:

- Для отримання високої точності вимірювання температури (до $\pm 0,01$ ° С) потрібна індивідуальна градуювання термопари.
- На показання впливає температура вільних кінців , на яку необхідно вносити поправку. У сучасних конструкціях вимірювачів на основі термопар використовується вимірювання температури блоку холодних спаїв за допомогою вбудованого термистора або напівпровідникового сенсора і автоматичне введення поправки до виміряної ТЕДС .
- Ефект Пельтьє (в момент зняття показань, необхідно виключити протікання струму через термопару , так як струм, що протікає через неї, охолоджує гарячий спай і розігріває холодний) .
- Залежність ТЕРС від температури істотно нелінійна. Це створює труднощі при розробці вторинних перетворювачів сигналу.
- Виникнення термоелектричної неоднорідності в результаті різких перепадів температур , механічних напружень , корозії і хімічних процесів в провідниках призводить до зміни градуювальної характеристики і погрешностей до 5 К.
- На великій довжині термопарних і подовжувальних проводів може виникати ефект «антени» для існуючих електромагнітних полів.

Висновок: діапазон вимірювання занадто великий (до 2000 ° С), можуть виникати похибки вимірювані при великій довжині термопарних і подовжувальних проводів.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Даний метод вимірювання може бути використаний як альтернатива наступному.

Термометри опору

Принцип дії термометрів опору ґрунтується на властивості провідників (металів) та напівпровідників змінювати свій електричний опір R в залежності від зміни їхньої температури t .

Переваги:

- Висока точність вимірювань (зазвичай біля $\pm 0,1$ °C)
- Висока надійність при використанні 4-х провідної схеми вимірювань
- Простота конструкції
- Прстота монтажу

Недоліки:

- Низький діапазон вимірювань (в порівнянні з термопарами)
- Не можуть вимірювати високих температур

Висновок: Висока точність, простота в конструкції, стійкість до агресивних середовищ є визначальними факторами у виборі вимірювального перетворювача. В даному курсовому проекті термометри опору є найбільш оптимальними засобами для вимірювання температури.

Вибір ПВП (первинного вимірювального перетворювача) та ВП (вторинного приладу). Принцип дії ПВП.

До таких інтелектуальних датчиків останнього покоління відноситься вимірювальний перетворювач температури SITRANS TK-H.

Компактне рішення - вимірювальний перетворювач SITRANS TK-H з аналогічними SITRANS TK функціями і інтерфейсом HART.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Цей універсальний вимірювальний перетворювач дозволяє інтегрувати вимір температури в концепцію ТІА (Totally Integrated Automation). Тим самим можливий централізований інжиніринг, що забезпечує економію часу і коштів користувача. Для конфігурації можна використовувати SIMATIC PDM або інший інструмент програмування HART. Вимірювальний перетворювач пропонує гальванічне розділення і забезпечує підключення термометрів опору, параметричних датчиків, термопар і датчиків напруги.

Галузь застосування

Вимірювальні перетворювачі температури SITRANS ТК / ТК-Н з типом вибухозахисту "Non incendive" можуть монтуватися всередині вибухонебезпечних зон (зона 2).

Вимірювальні перетворювачі температури SITRANS ТК / ТК-Н з типом вибухозахисту "Іскробезпека" можуть монтуватися всередині вибухонебезпечних зон (зона 1).

Функції

Вимірювальний перетворювач SITRANS ТК / ТК-Н перетворює сигнал від термометрів опору, потенціометричних датчиків, термопар або датчиків напруги в відповідний характеристиці сенсора підводиться сигнал постійного струму. Завдяки своїй компактній конструкції він підходить в головку зонда тип В (DIN 43 729). Комунікаційна здатність через HART-протокол V 5.x SITRANS ТК-Н дає можливість параметрування з ПК або HART-комунікатором (Hand-Held-комунікатор). У програмовані SITRANS ТК параметрування здійснюється через ПК.

Принцип роботи

Подається з потенціометрического датчика (двох-, трьох-, чотирьопровідна схема) або термопарі сигнал вимірювання посилюється на вхідному каскаді. Пропорційне вхідний величиною напруга перетвориться в аналого-цифровому перетворювачі (1) в цифрові сигнали. Через Гальванічне розділення (2) вони

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

потрапляють в мікропроцесор (3). У мікропроцесорі вони перераховуються відповідно до характеристики сенсора і іншими даними (глушіння, зовнішня температура і т.п.).

Підготовлений таким чином сигнал в цифрово-аналоговому перетворювачі (4) перетворюється в підводиться постійний струм 4 до 20 мА. Джерело допоміжної енергії (5) знаходиться в контурі вихідного сигналу.

Параметрування SITRANS ТК-Н здійснюється через ПК, який через сполучний модуль (HART-модем) (7) підключений до двухпроводной лінії. Також можна здійснювати параметрування за допомогою комунікатора HART. Необхідні для комунікації по HART-протоколу V 5.7 сигнали накладаються на вихідний струм за методом частотної комутації (FSK, Frequency Shift Keying).



Рис. 2.1 Принципова схема перетворювача температури SITRANS ТК-Н

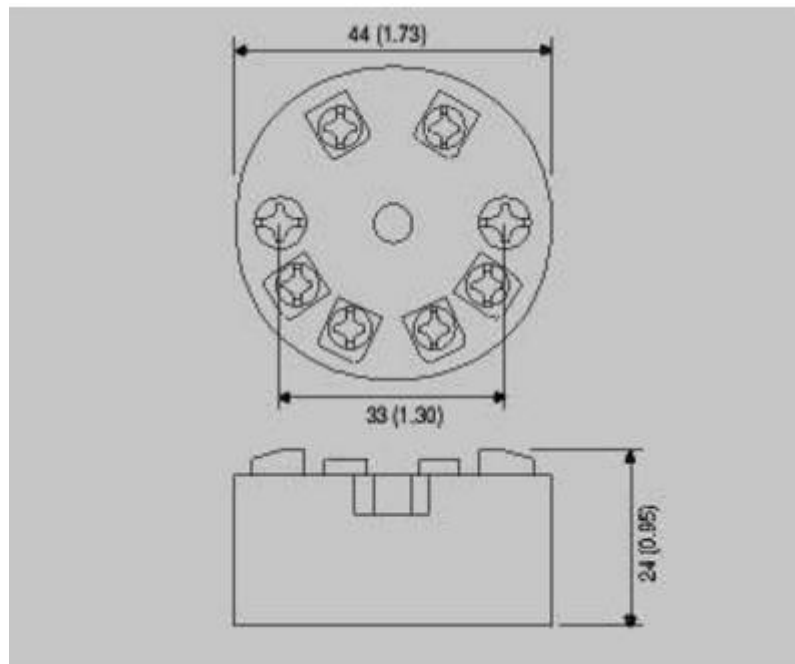


Рис.2.2 Зовнішній вигляд перетворювача

Рівень

Прилади рівня поділяються на дві основні групи: рівнеміри — для одержання безперервної інформації про положені рівня у резервуарі у будь-який момент часу; та сигналізатори рівня — для одержання інформації (дискретного сигналу) про досягнення рівнем деяких фіксованих значень. Часто рівнеміри мають сигнальні пристрої та виконують функції сигналізаторів.

Промисловість випускає широку номенклатуру приладів рівня і їх в залежності від призначення і конструкції класифікуються наступним:

-за видом контрольованого матеріалу: а) прилади рівня для рідини; б) прилади рівня для сипких матеріалів;

-за принципом дії: 1) вказівні стекла (реалізують закон з'єднаних посудин); 2) поплавкові та буйкові; 3) гідростатичні; 4) ємнісні; 5) акустичні (ультразвукові); 6) індуктивні; 7) радарні та мікрохвильові; 8) радіоактивні; 9) електроконтактні;

-за способом відліку: а) з безпосереднім відліком; б) з електричною передачею показів; в) з пневматичною передачею показів;

-за типом ємності: а) для відкритих та для закритих ємностей під тиском.

Аналіз методів на предмет можливості його використання в проекті

Поплавкові та буйкові рівнеміри

Поплавковим називається рівнемір, принцип роботи якого ґрунтується на залежності положення чутливого елемента — поплавка від рівня рідини, в якій він знаходиться. Поплавок плаває на поверхні рідини і відслідковує її рівень. Деяке занурення поплавка у вимірювану рідину за її незмінної густини є незмінним. Рівень визначається за положенням покажчика, з'єданого з поплавком гнучким (стрічка, трос) або жорстким механічним зв'язком.

Буйковими називаються рівнеміри, принцип роботи яких ґрунтується на законі Архімеда: залежності виштовхувальної сили, яка діє на чутливий елемент — буйок, від рівня рідини (див. розділ - густиноміри).

Недоліком поплавкових рівнемірів і регуляторів рівня є велика металоємність, недостатня надійність та точність. Коливання значення густини рідини викликає додаткову похибку вимірювань. Для її зменшення слід зменшити занурення поплавка, що досягається або збільшенням площі перерізу або полегшенням поплавка.

Переваги поплавкових рівнемірів: простота конструкції; широкий діапазон вимірювань; досить висока точність та можливість вимірювання агресивних та в'язких середовищ. Найчастіше використовуються для вимірювання рівня рідин у великих відкритих резервуарах, а також закритих з низьким тиском.

Висновок: поплавкові й буйкові рівнеміри, наприклад, не можуть використовуватися для контролю рідин, які швидко кристалізуються, липких і грузлих продуктів. Затор є грузлим продуктом, тому використання буйкових рівнемірів неможливе.

ЄМНІСНІ РІВНЕМІРИ

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

У ємнісних рівнемірах використовуються діелектричні властивості рідин. Первинний вимірювальний перетворювач (ПВП) ємнісного рівнеміра (рис. 2.4) являє собою електричний конденсатор, який перетворює зміну рівня рідини на пропорційне змінювання ємності. ПВП являє собою електрод або електроди (циліндричні або у вигляді пластин), що опускаються у вимірюване за рівнем середовище.

Принцип ємнісних ПВП ґрунтується на різниці між діелектричною проникністю рідини та повітря і відповідно на залежності електричної ємності датчика від зміни рівня рідини або сипкого матеріалу постійної вологості. Для кожного значення рівня, ємність датчика визначається як ємність двох паралельно з'єднаних конденсаторів, один з яких утворюється частиною електродів перетворювача і рідиною, рівень якої вимірюється, а другий — іншою частиною електродів перетворювача і повітрям або паром рідини.

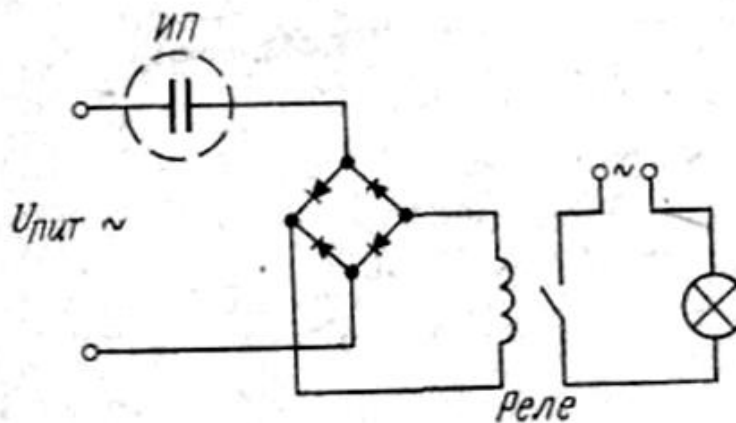


Рис.2.3. Принципова електрична схема кондуктометричного сигналізатора рівня

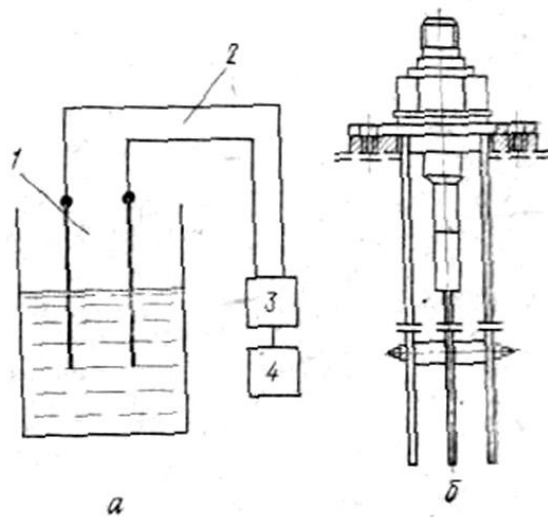


Рис. 2.4. Структурна схема (а) і вимірювальний перетворювач (плстинчатий) ємнісного рівнеміра (б)

Ємнісний рівнемір (рис.2.4) складається з ПВП 1, що опускається у вимірюване середовище, проводів 2 з'єднання, вимірювального блоку 3 і показуючого або самописного приладу 4.

Ємність перетворювача, що має постійну по висоті форму електродів (Φ):

$$C = \epsilon G_0 h + \epsilon_0 G_0 (1-h) = [(\epsilon_r - 1) h + 1] \epsilon_0 G_0, \quad (6.4)$$

де $\epsilon = \epsilon_r \epsilon_0$ — абсолютна діелектрична проникність матеріалу, Ф/м; G_0 - стала провідності системи електродів, яка залежить від їхньої геометрії; h — глибина занурення електрода в матеріал, м; l — повна довжина електродів, м.

Для неелектропровідних матеріалів застосовуються неізольовані електроди у вигляді стержня, двох коаксіальних циліндрів або паралельних пластин. Для електропровідних матеріалів електроди покриваються шаром ізоляції, частіше всього фторопластом. Електроди включаються в мостову схему або коливальний контур генератора високої частоти. Зміна рівня вимірюваного середовища приводить до зміни ємності у міжелектродному просторі датчика, що для пластинчатого перетворювача викликає зміну його ємності за формулою:

$$C_{II} = [0,088b/a] [\epsilon_{ж}h + \epsilon_{cp} (H - h)], \quad (6.5)$$

де **b** - ширина пластини перетворювача, м; **a** — відстань, між пластинами, м; $\epsilon_{ж}$ -діелектрична проникність рідини; **h** — вимірювана висота рівня, м; ϵ_{cp} — діелектрична проникність середовища (для повітря $\epsilon_{в}=1$); **H** — висота (довжина) пластин, м.

Ємнісні сигналізатори рівня по конструкції, простіші ємнісних рівнемірів і являють собою ємнісні реле, що спрацьовують при підході рівня середовища до електрода (або при його зануренні в середовище).

Ємнісні сигналізатори граничного рівня

Ємнісні сигналізатори рівня (рис.2.5) по реалізації значно простіші ємнісних рівнемірів і являють собою ємнісні реле, які спрацьовують при зміні ємності самого ПВП або ємності між ПВП та поверхнею (рівнем) речовини. Такі реле будуються за генераторними схемами і ємність ПВП вмикають у контури, що задають частоту коливань таких генераторів.

Найбільш прості із них – це амплітудні схеми, в яких зміна ємності ПВП приводить до збільшення або зменшення амплітуди коливань генератора, що в свою чергу приводить до зміни значення постійної складової колекторного (анодного) струму генератора, який живить ключову схему, наприклад, тригер Шмітта. Останній може мати в навантаженні обмотку електромагнітного реле (контактний вихід сигналізатора) або транзистор з відритим колектором (безконтактний вихід). При наближенні рівня середовища до ємнісного ПВП, що жорстко фіксований у необхідному місці резервуару, або при його зануренні в середовище, відбувається збільшення його ємності, яке приводить до зриву генерації коливань генератора та збільшення колекторного струму і ввімкненню, наприклад, реле, зв'язаного із сигнальним пристроєм (лампюю, сиреною, дзвінком).

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

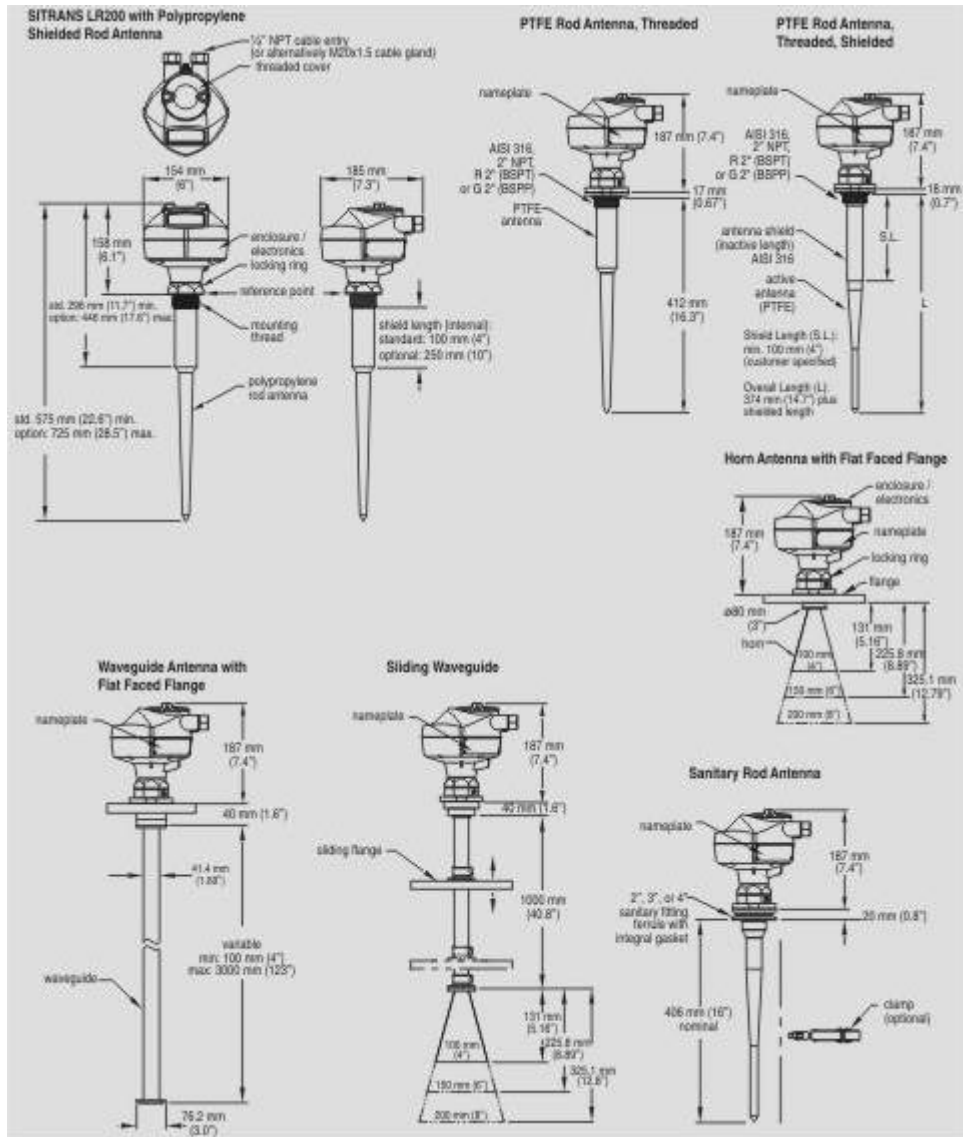


Рис.2.5 Розміри SITRANS LR 200

Повністю лита конструкція гарантує надійну роботу при вібрації (до 4g), наприклад, в резервуарах з мішалками.

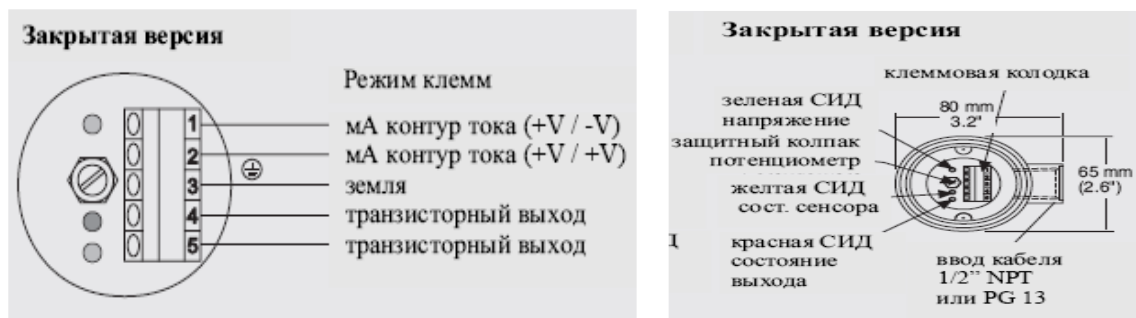


Рис.2.6. Загальний вигляд сигналізатора Pointek CLS 100 при знятій герметичній кришці.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Потенціометр призначений для налаштування значення ємності, при якій спрацьовує тригер Шмідта.

Переваги:

- простий монтаж та контроль через вбудовані світлодіоди;
- Pointek CLS 100 практично не потребує технологічного обслуговування завдяки відсутності рухомих частин;
- налагоджувальна чутливість;
- має інтегровану стандартну конструкцію корпусу з термопластичного поліестеру (VALOX) та має стандартну іскро- та пиловибухобезпечну конструкцію.

Тиск

По принципу дії манометри можуть бути розділені на дві великі групи.

Першу утворюють прилади, в яких сили, що утворюються вимірюваним тиском, зрівноважуються відомими силами (силою ваги або пружною силою деформації). До цієї групи входять: рідинні, деформаційні та вагові манометри.

Рідинні манометри засновані на гідростатичному принципі, коли вимірюємий тиск зрівноважується гідростатичним тиском стовпа манометричної рідини. До них належать:

- а) двохтрубний (U - подібний) манометр або вакуумметр;
- б) однострубний(чашковий) манометр з постійним або змінним кутом нахилу;
- в) ртутний барометр(чашковий або сільфонний);
- г) компенсаційний манометр;
- д) укорочений рідинний манометр;
- е) багатотрубний манометр;
- ж) компресійний манометр.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Деформаційні (пружинні) манометри, в яких вимірюємий тиск або різниця тисків визначаються по деформації пружкого чутливого елемента, в якості яких використовують:

а) трубчасті пружини різної конфігурації: одно- та багато виткові; S-подібні гвинтові;

б) мембрани: плоскі та з гофрами (трапецієдальними, синусоїдальними та крайовими); мембранні коробки; батареї мембранних коробок; сильфони (гармонікові мембрани).

Вагопоршньові манометри. В них тиск або різниця тисків зрівноважується тиском, який утворюється в циліндрі мірними вагами (гирями) та вагою не ущільненого поршню. Такі манометри діляться на види: - з простим поршнем; - з диференційними поршнями; - із зрівноваженими поршнями ; - з поршневим мультиплікатором тиску.

Другу групу утворюють прилади, тиск в яких вимірюється по зміні іншої фізичної властивості тіла під дією сил тиску. Групу складають манометри: електричні та спеціального призначення.

Принцип дії електричних манометрів, що отримують найбільше розповсюдження за останнім часом, ґрунтується на залежності зміни електричних параметрів манометричного перетворювача від вимірюємого тиску.

До них відносяться:

Манометри опору, принцип дії яких ґрунтується на зміні опору чутливого елемента під дією зовнішнього тиску. Манометри з тензоперетворювачами – принцип дії ґрунтується теж на зміні електричного опору чутливого елемента, виготовленого із тензочутливого матеріалу (константану, або сплавів нікеля і міді чи нікелю і хрому), але за його деформації вимірюваним тиском.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

П'єзоелектричні (п'єзокварцеві) манометри – принцип дії ґрунтується на властивості деяких крсталічних речовин утворювати електричні заряди під дією зусилля, що прикладене до них.

Ємнісні манометри – ґрунтуються на зміні ємності плоского конденсатору за зміни відстані між його обкладинками під дією тиску.

До манометрів спеціального призначення відносяться:

Теплові манометри - в них мірою розрідження є зменшення теплопровідності розрідженого газу.

Оптичні манометри – ґрунтуються на зміні показника заломлення світла в газі із зміною тиску.

Акустичні манометри – використовують зміну густини газу із зміною тиску і зв'язану з цим зміну резонансної частоти заповненого газом коліна скороченого рідинного манометру, який є акустичним резонатором.

Іонізаційні вакуумметри – ґрунтуються на залежності іонного струму спеціальної манометричної лампи, під'єднаної до вимірюваного за тиском газового середовища та вторинного вимірювального приладу, від тиску в цьому середовищі. Перераховані групи не вичерпують повністю все різномайття принципів дії, які використовуються в приладах вимірювання тиску.

Обираємо п'єзоелектричний манометр.

Принцип дії тензометричних перетворювачів ґрунтується на, так званому, тензоефекті - зміні їхнього активного опору провідника за пружних деформацій. Самий поширений варіант використання тензоефекту - це розтягування дроту або стрічки з тензочутливого матеріалу. Такі перетворювачі використовують

для вимірювання невеликих переміщень, деформацій, або інших механічних величин, що пов'язані з деформаціями.

Як матеріали для тензоперетворювачів використовуються константан, сплави міді й нікелю, нікелю й хрому. Поряд з металевими тен-

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

зоперетворювачами дедалі ширше застосовуються напівпровідникові, які відзначаються значно вищою чутливістю, меншими габаритами і масою.

В даному курсовому проекті був обраний манометр Sitrans P ZD, в якому в якості чутливого елемента встановлений тензоперетворювач.

Переваги:

висока точність вимірювання;

надійність конструкції;

стійкість до агресивних середовищ;

Висновки: саме вище перелічені плюси рівнеміра і стали вирішальними при виборі методу вимірювання.

Недоліки: відносна дороговизна.

Вибір технічних засобів для вимірювання, ВМ та РО для систем автоматичного контролю, регулювання, управління повинно робитися в першу чергу. Задачу вибору приладів вирішують шляхом переходу від загальних питань до часткових. На першому етапі вибирають комплекс технічних засобів для всієї системи, потім вимірювальні комплекти для окремих параметрів.

Температуру вимірюємо *термометрами опору*. Вимірювання температури термометрами опору відноситься до контактних методів і ґрунтується на властивості провідників (металів) та напівпровідників змінювати свій електричний опір R в залежності від зміни їхньої температури t . Така властивість металів характеризується температурним коефіцієнтом α опору (ТКО), який визначається як відношення приросту опору провідника, що виготовлений із цього металу, до приросту температури, що привела до його нагрівання і змінила його електричний опір, та опору провідника R . В загальному вигляді ТКО при малих приростах температури визначається

залежністю: $\alpha = \frac{dR}{Rdt} \left(\frac{1}{^{\circ}C} \right)$.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Рівень в установці вимірюється *гідростатичним рівнеміром*. Принцип дії гідростатичних рівнемірів заснований на вимірюванні тиску, створюваного стовпом рідини в контрольованому об'єкті. Знаючи щільність рідини, можна визначити її рівень за показаннями монometру, встановленого в нижній частині резервуара:

$$H = P / \rho g;$$

де P - тиск стовпа рідини; ρ - щільність рідини.

При вимірюванні рівня у відкритих резервуарах мінусове з'єднання вимірювальної комірки залишається відкритим (вимірювання "щодо атмосферного"). При вимірюванні в закритих резервуарах це з'єднання для компенсації статичного тиску повинно бути пов'язане з резервуаром. Частина, дотичні з вимірюваною речовиною, виготовляються з необхідним захистом від корозії.

Тиск вимірюється за допомогою *перетворювача тиску*, принцип дії якого заснований на впливі вимірюваного тиску (різниці тиску) на мембрани вимірювального блоку, що викликає деформацію пружного чутливого елемента і зміна опору тензорезисторів тензоперетворювача. Ця зміна перетворюється в електричний сигнал, яка передається від тензоперетворювача з вимірювального блоку в електронний перетворювач, і далі у вигляді стандартного струмового уніфікованого сигналу.

Витрата соку вимірюється за допомогою *електромагнітного витратоміра*. Основою принципу вимірювання даного приладу є закон електромагнітної індукції Фарадея. Згідно з ним у провіднику, що рухається в магнітному полі, виникає індуктивна напруга. У магнітно-індуктивному принципі вимірювання рухомому провіднику відповідає поточне струмопровідне середовище. Завдяки двом вертикально розташованим котушкам збудження створюється постійне магнітне поле. Горизонтально по відношенню до цього поля за допомогою двох електродів з нержавіючої сталі знімається індуктивна напруга. Ця напруга прямо пропорційно швидкості потоку середовища. На підставі відомого умовного проходу трубопроводу вона

перераховується в об'ємну витрату. Отримані результати вимірювань передаються в якості уніфікованого сигналу.

Вимірювальний перетворювач SITRANS P Compact перетворює з високою точністю виміряні величини тиску в підводиться сигнал струму, наприклад в 4 до 20 mA. Він був розроблений у відповідності з вимогами, що пред'являються до харчових, фармацевтичних та біотехнічних продуктам. Особливу увагу було звернуто на якість обробки поверхні. Наприклад, можливе забезпечення

чистоти обробки поверхонь, що стикаються з продуктом, до Ra 0,4 μm (зона зварного шва: Ra <0,8 μm). додатково можлива електрополіровка системи. Наступним відмітною ознакою є гігієнічний виконання під'єднання до процесу з різними антисептичними сполуками. Повністю зварений корпус з нерж.сталі (за вибором і з вилкою або кабельним виходом) може бути виконаний до класу захисту IP 67 і тим самим може легко і надійно чиститься. Завдяки відповідним температурним елементів сполучення вимірювальний перетворювач може використовуватися для температур процесу до 200 ° C.

Відмінні ознаки:

- діапазони вимірювання від 0 до 160 mbar до 0 до 40 bar
- лінійна похибка вкл. гистерезис <+0,2% v.E.
- п'єзорезистивного вимірювальна система, вакуумпрочная і захищена
- від перевантажень
- гігієнічна конструкція відповідно до рекомендацій EHEDG, FDA і GMP
- матеріал і частота обробки поверхні згідно гігієнічним
- вимогам
- частини, що контактують з продуктом, з нерж.сталі; повністю
- зварні
- сигнальний вихід 4 до 20 mA, як опція 0 до 20 mA
- корпус з нерж.сталі з класом захисту IP 65, як опція IP 67
- температура процесу до 200 ° C

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

- вибухозахист II2G EEx ib IIC T6 по АTEX

Конструкція:

- польовий корпус IP65 або IP67, з кабельним різьбових з'єднань
- кутовий штепсель DIN 43 650, IP 65
- кабельне з'єднання, IP 67
- круглий штепсель M12, IP 65

Матеріал корпусу: нерж.сталь, матеріал Nr. 1.4404 / 1.4305. Накидна гайка Polyamid (при електро. З'єднанні з вилкою або кабельному з'єднанні). Блок електроніки залитий силіконом. Внутрішнє провітрювання для діапазонів вимірювання <16 bar, в залежності від виконання через різьбу корпусу або з'єднувальний кабель.

Підключення до процесу

- Варіанти див. Стор. 4/3 або коди замовлення
- Матеріал Nr .: 1.4404 для штуцерів

Температурні діапазони:

- Зовнішня температура: -10 до +70 ° C
- Температура зберігання: -10 до +90 ° C
- Температура процесу: в залежності від конструкції
- Час установки <20 ms

Загальна структурна схема та конструкція перетворювача

Sitrans P серії Z фірми Siemens

Перетворювачі **Sitrans P** серії **Z** набули найбільше поширення для вимірювання гідростатичного тиску в рівнемірах, а також призначений для вимірювання надлишкового тиску нейтральних середовищ (газу, пари, рідини). Вони використовуються у хімічній, фармацевтичній та харчовій промисловостях, у водопостачанні, при вимірюванні тиску стиснутого повітря в компресорах, яке вміщує пари мастила, і здійснюють аналогове пропорційне перетворення вимірюваного тиску в уніфікований вихідний

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

сигнал постійного струму, який використовується в якості вхідного у вторинних приладах.

Конструкція і робота Sitrans P серії Z.

Конструктивно **Sitrans P** серії **Z** виконані в циліндричному корпусі, у верхній частині якого розташований електричний рознім для приєднання зовнішніх електричних кіл.

У нижній частині перетворювачів, розташований різьбовий штуцер із шестигранним уступом «під ключ» для приєднання перетворювача до магістралі вимірюваного тиску. У центрі штуцера є отвір для підведення вимірюваного середовища до тензодатчику, герметично вбудованого в штуцер. Загальний вигляд та варіант варіант під'єднання **Sitrans P** серії **Z** до вимірюваного тиску показано на рис.2.8.

Перетворювач (рис.2.7,б) вміщує вбудований інтегральний тензомодуль, який складається із тонкоплівкової п'єзорезисторної мостової вимірювальної комірки з керамічної мембрани та електронної плати, що встановлені у корпус із нержавіючої сталі. Вимірюваний тиск подається на тензомодуль через розподільчу мембрану (96% складається із Al_2O_3) та силіконове мастило. Вихідна напруга вимірювальної діагоналі мостової схеми надходить на підсилювач та вихідний каскад перетворювача напруги у струм **U/I**, де перетворюється у вихідний уніфікований сигнал по струму 4-20 мА. Останній поєднується із струмом живлення за схемою в два проводи.

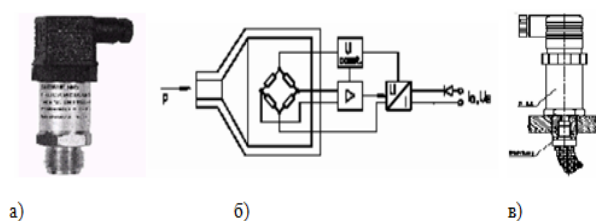


Рис.2.7. Загальний вигляд а), структурна схема б) та варіант під'єднання **Sitrans P** серії **Z** до вимірюваного тиску.

Напруга живлення **Sitrans P** серії **Z** - від 10 до 36 В постійного струму подається через діоди, які захищають **ПВП** від не вірного вмикання за полярністю та надто великої напруги живлення.

Основні технічні та метрологічні характеристики Sitrans P ZD та Z:

1. Діапаз. вимірюван. (бар)	Поріг чутлив. (мбар)	Межа перевантаження (бар)
0.....2	0,6	5
0.....10	3	25
0.....50	15	120
0.....200	60	500
0.....400	120	600

2. Напруга живлення: постійного струму в межах від +12 В до +30 В.
3. Загальна приведена похибка $\gamma_{пр} - \leq 0,25\%$ від діапазону вимірювання.
4. Дрейфова похибка - $\leq 0,25\%$ за рік від діапазону вимірювання.
5. Вплив зовнішньої температури - $\leq 0,25\%$ на кожні 10°C від $\gamma_{пр}$.

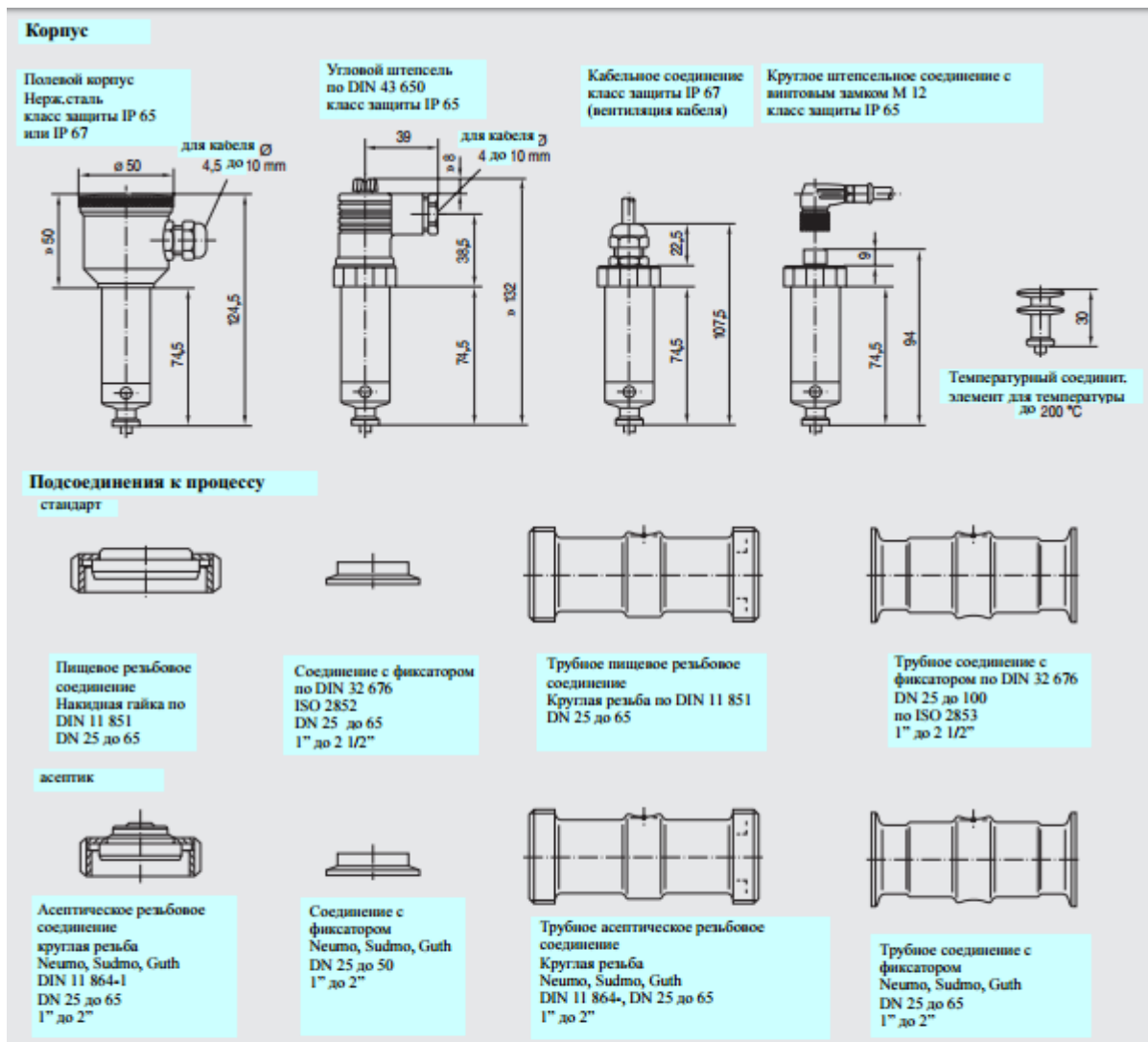


Рис 1/72 Размеры

Схема соединения

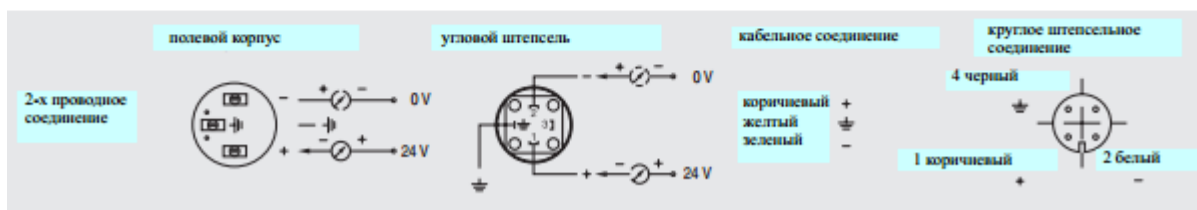


Рис 1/73 Схема соединения

Рис.2.8 Зовнішній вигляд та монтаж Sitrans P ZD

Витрата

За принципом дії витратоміри поділяють на витратоміри сипких матеріалів та рідин і газів. Останні в свою чергу ділять на:

- лічильники рідин та газів;

- витратоміри змінного та постійного перепаду тиску;
- індукційні витратоміри;
- витратоміри змінного рівня (щілинні).

Для вимірювання об'єму або маси речовини застосовуються також лічильники кількості. Для вимірювання маси твердих та сипких матеріалів застосовуються вагові лічильники; дозування сипких та рідинних речовин проводиться об'ємними та ваговими дозаторами.

Аналіз методів на предмет можливості його використання в
проекті

Тахометричні лічильники

За принципом дії тахометричні лічильники рідин і газів поділяються на швидкісні та об'ємні. У швидкісних приладах рідина, яка проходить через камеру, обертає вертушку, кутова швидкість якої пропорційна швидкості потоку. Такі прилади використовуються як лічильники гарячої та холодної води.

Переваги:

- простота конструкції;
- можливість вимірювання витрати рідин, що містять механічні домішки.

Недоліки:

збільшення амплітуди коливань рухомого елемента і як наслідок удари об стінки вимірювальної камери;

- складнощі із забезпеченням надійності перетворювача частоти обертання рухомого елемента в частотний вихідний сигнал.

Висновки: середовище функціонування витратоміра є агресивним (висока температура), а тахометричні лічильники в основному використовуються для вимірювання витрати води та неагресивних рідин. Даний метод вимірювання не може бути використаний.

Витратоміри змінного та постійного перепаду тиску

Первинні вимірювальні перетворювачі (ПВП) витрати змінного та постійного перепаду тиску відносяться до дросельних перетворювачів, тобто, перетворювачів, які дещо звужують основний потік рідини або газу в трубопроводі. Принцип дії таких перетворювачів ґрунтується на законі стаціонарного руху ідеальної рідини Данила Бернуллі: «Якщо зменшити поперечний переріз труби, то швидкість руху рідини або газу в цьому місці зростає, а тиск зменшується», тобто, виникає різниця тисків (Δp) в речовині в місцях до звуження та відразу після звуження.

Переваги:

- простота конструкції і надійність у роботі;
- широкий діапазон вимірювання.

Недоліки:

- необхідність вертикального розташування;
- висота підняття поплавця-індикатора залежить від густини та в'язкості середовища;
- необхідність візуального зчитування показів, що ускладнює використання такої конструкції в засобах автоматизації;
- оптичне зчитування можливе лише для прозорих рідин.

Висновок: складність монтажу, в'язкість рідини суттєво впливає на точність вимірювання. Даний метод вимірювання не може бути використаний.

					Кваліфікаційна робота	Арк
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Індукційні витратоміри

Принцип дії всіх магніто-індукційних витратомірів ґрунтується на явищі, яке описується законом електромагнітної індукції Фарадея. Суть явища електромагнітної індукції і закону Фарадея полягає в тому, що під час переміщення будь-якого провідника у магнітному полі на його кінцях виникає індукована електрорушійна сила U_m , яка пропорційна довжині L провідника, швидкості переміщення V , магнітній індукції B та синусу кута α між магнітною індукцією та напрямком швидкості:

$$U_m = B V L \sin \alpha$$

Переваги:

- температура, тиск, в'язкість та густина рідини не впливають на результати вимірювань.
- витратомір здійснює вимірювання витрати агресивних та частково абразивних середовищ за умови правильного вибору матеріалу внутрішньої труби та електродів.
- тверді частинки, що попадають у вимірювальний перетворювач одночасно з вимірюваним середовищем (рідиною), як правило не впливають на результати вимірювань.
- максимальна похибка вимірювання для складає - 0,25% .

Висновок: Висока точність вимірювання, неприхотливість до середовища, легкість монтажу робить цей метод вимірювання найбільш прийнятним для даної ділянки технологічного процесу..

Вибір ПВП (первинного вимірювального перетворювача) та ВП (вторинного приладу). Принцип дії ПВП.

Магніто-індукційний витратомір Sitrans FM MAG 6000 фірми «Siemens» є керуємим мікропроцесорним вимірювальним перетворювачем з вбудованою

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

текстовою індикацією режиму налаштування та роботи на 11-ти мовах. В залежності від місця розташування витратоміра, він виконується в вигляді або компактного приладу (рис. 2.9,а), або у вигляді двох блоків: сенсора MAGFLO та вторинного вимірювального перетворювача MAG 6000 (мікропроцесорного блоку живлення та обробки, рис. 2.9,б). Останній може бути розташований на відстані на щиті.

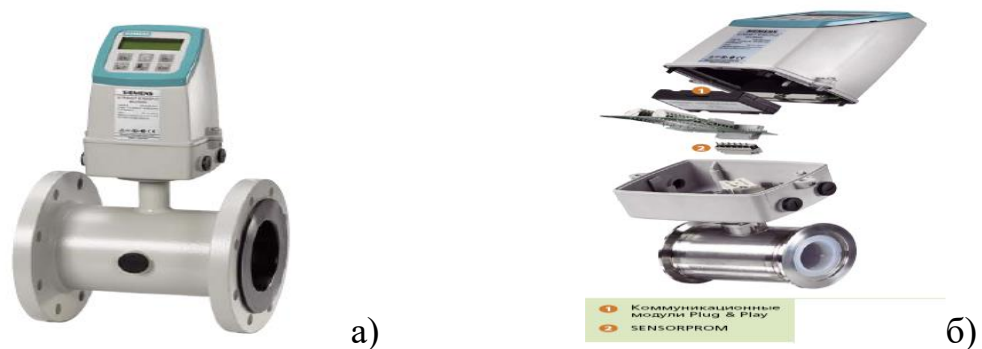


Рис. 2.9 Індукційний витратомір Sitrans FM MAG 6000 фірми «Siemens».

Комплект Sitrans FM MAG 6000 призначений для вимірювання витрати потоку практично всіх електропровідних рідин, а також суспензій та паст. Єдиною умовою його нормальної роботи є наявність хоча б мінімальної (5мікросим/см) електропровідності в середовищі, витрати якого вимірюють.

Принцип дії ПВП

На рис.2.10,а приведена узагальнена схема індукційного первинного вимірювального перетворювача витрати, де зображено електромагніт, який збуджується змінним струмом I (напругою збудження $U_{збудж}$) і який на ділянці між полюсами створює рівномірне однорідне магнітне поле з індукцією B . Розміщення обмоток збудження електромагніту показано і на рис.2.10,б та рис. 2.10,в. В полі магніту розміщена немагнітна труба, по якій протікає вимірювана по витратам рідина з швидкістю V . В індукційних витратомірах рухомим провідником є електропровідна рідина, витрати якої вимірюють. Магнітна індукція B

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

пронизує рідину вертикально відносно напрямку її потоку ($\sin \alpha = \sin 90^\circ = 1$), і в рідині, як у рухомому провіднику, наводиться (індукується) електрорушійна сила U_m .

$U_{збудж}$ U_m

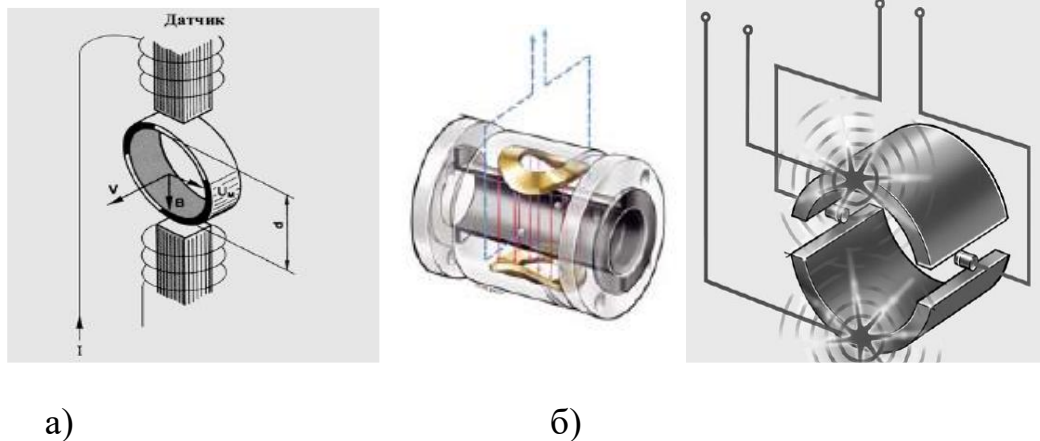


Рис.2.10.Узагальнена принципова схема будь якого магніто-індукційного сенсора.

Значення цієї електрорушійної сили знімається з двох точкових електродів, що розміщуються на протилежних кінцях внутрішнього діаметру немагнітної труби і зсунуті по відношенню до обмоток збудження на 90° (рис.7.8б та в). Електроди контактують з вимірюваною за витратами рідиною, але ізольовані від труби, яка виготовляється, як правило, із нержавіючої сталі.

В загальному, індукована в рідині ЕРС дорвнює:

$$U_m = B * V * d, \quad (7.19)$$

де B – магнітна індукція, тл; V - швидкість потоку, м/с; d – довжина рідинного провідника, що відповідає довжині провідника L по залежності (7.18) і дорівнює діаметру трубопроводу, м.

Витрати рідини у трубопроводі дорівнюють добутку площі перетину трубо-

проводу на швидкість потоку V :

$$F = S * V . \quad (7.20)$$

У результаті спільного розв'язання рівнянь (2) та (3) отримуємо:

$$F = S \left(\frac{U_m}{B * d} \right) = \left(\frac{\pi d^2}{4} \right) * \left(\frac{U_m}{B * d} \right) = k * U_m, \quad (7.21)$$

де k — коефіцієнт пропорційності (постійна сенсора), який залежний від конструкції приладу.

Таким чином, витрата рідини у трубопроводі, вимірювана за допомогою індукційного витратоміра, буде пропорційна ЕРС U_m . Сигнал первинного перетворювача індукційного витратоміра містить, крім корисної складової, що визначається формулою (1) і є мірою витрати, трансформаторну ЕРС, що наводиться електромагнітним полем перетворювача в рухомому рідинному провіднику. Трансформаторна ЕРС зсунута по фазі відносно корисного сигналу на 90° і компенсується за допомогою ланцюга, що складається із спеціального подільника напруги.

Вміст сухих речовин

Промисловий рефрактометр ПР-1М призначений для безперервного вимірювання концентрації розчинів різних рідин в промислових технологічних процесах. Рефрактометр може застосовуватися в харчовій, целюлозно-паперовій, хімічній, нафтохімічній та інших галузях промисловості. Прилад може бути відкалібрований на вимірювання концентрації широкого кола речовин як на замовлення, так і безпосередньо на виробництві. Принцип дії виключає вплив кольору розчину, бульбашок повітря, твердих частинок.

Конструктивно рефрактометр ПР-1М виконаний у вигляді єдиного модуля. Занурюваний вузол виготовлений з нержавіючої сталі. Оптична призма виготовлена з лейкосапфіра. Габаритно-монтажні розміри погрузаємого вузла і приєднувального фланця можуть бути погоджені із замовником.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Робочий діапазон показника заломлення середовища: 1,320 - 1,540

Робочі межі вимірювання концентрації: 0 - 100%

Діапазон вимірювання концентрації в робочих межах: 40%

Похибка вимірювання показника заломлення: $\pm 0,0002$

Похибка вимірювання концентрації: $\pm 0,1\%$

температурна компенсація: автоматична

Межі зміни температури контролюваного розчину: 0 - 140 ° C

Похибка вимірювання робочої температури, не гірше: ± 1 ° C

Максимальний тиск середовища: 20 бар

Вихідні сигнали: аналогові (концентрація, температура) цифрові (на замовлення) 4 - 20 mA, RS232 / RS485

Ступінь захисту корпусу: IP66 (Nema 4X)

Індикатор: 2-х рядковий РК з підсвічуванням

Габаритні розміри (з плоским фланцем): 195x195x340 мм

Маса, не більше: 9 кг

Живлення: 220 В, 50 Гц

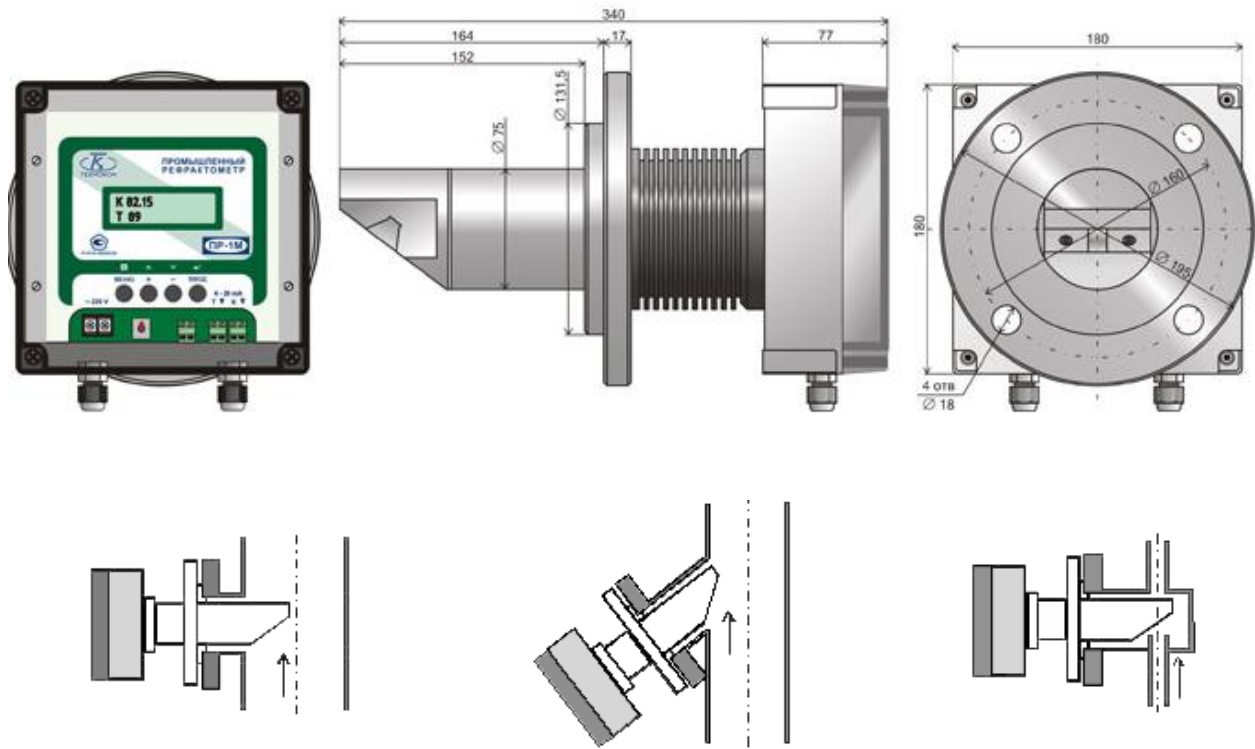


Рис.2.11 Приклади монтажу рефрактометра ПР-1М

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

2.2. Схема автоматизації.

Функціональна схема автоматизації (ФСА) призначена для визначення основних контурів контролю і регулювання основних технологічних параметрів.

Контур індикації рівня

Продуктивність відділення напряду залежить від забезпечення ефективного регулювання кількістю речовини у збірниках. Саме тому потрібно підтримувати заданий рівень рідини в резервуарі. Рівень в збірниках вимірюється за допомогою радарного рівнеміру Sitrans LR200 (4а – 9а). Уніфікований вихідний сигнал по струму – 4-20 мА надходить на модуль аналогових входів, де порівнюється з заданим значенням і за допомогою вихідного сигналу уніфікованого по струму 4-20 мА надходить на електропневмоперетворювач ЕПП-1211 (4б-8б), а з нього пневматичний сигнал на пневмоклапан Метран 8560 (4в-8в), встановлений на трубопроводі подачі речовини, який змінює положення поворотного регулюючого органу в межах 0...100%.

Контури регулювання та реєстрації температури

Важливу роль займає регулювання температури в гомогенізаторі, пластинчастій пастеризаційно-охолоджувальній установці, та ванні тривалої пастеризації. Температура вимірюється термометрами опору Sitrans ТК-Н (1,- 3,). Сигнал 4-20 мА з датчика надходить на МПК, температура порівнюється з заданою, якщо є розузгодження, то на виході з МПК подається управляючий сигнал 4-20 мА, який надходить на електро-пнево перетворювач ЕПП-1211 (1в-3в), який сигнал 4-20 мА перетворює в уніфікований пневматичний 20-100 КПа, який в свою чергу надходить на пневмоклапан Метран 8560 (1г-3г), який змінює кількість пари або хладагенту, що надходить в апарат.

Контур регулювання та реєстрації витрати

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вимірювання витрати рідких речовин відбувається за допомогою індукційного ПВП витрати Sitrans FM MAGG 1100 (10а-14а), інформація передається на вторинний перетворювач витрати Sitrans MAGG 6000 (10б-14б). Важливим є регулювання витрати по співвідношенню молоко-закваска. Сигнал 4-20 мА поступає на МПК, опрацьовується, аналізується і на виході з МПК сигнал 4-20 мА через модуль аналогових виходів поступає на електро-пневмо перетворювач ЕПП-1211 (10в-14в), який сигнал 4-20 мА перетворює в уніфікований пневматичний 20-100 КПа, який в свою чергу надходить на пневмоклапан Метран 8560 (10г-14г), який змінює кількість речовини що надходить в апарат.

Контур реєстрації кислотності

Важливим показником якості згустку є його кислотність, саме тому ми проводимо вимірювання цього параметру. Кислотність в бродильному чані вимірюється контруктометричним датчиком рН (17а), сигнал якого поступає на МПК, і далі на екран оператору.

Контур індикації та реєстрації тиску

Вимірювання тиску відбувається в бродильному чані. Тиск вимірюємо в за допомогою тензометричного перетворювача тиску Sitrans P ZD (15а) з уніфікованим струмовим сигналом 4-20 мА, сигнал якого поступає на МПК, і далі на екран оператору.

Контур індикації вмісту сухих речовин

Вимірювання вмісту сухих речовин відбувається в збірнику сахарного сиропу. Вимірювання проводиться за допомогою промислового рефрактометра ПР-1М (16а) з уніфікованим струмовим сигналом 4-20 мА, сигнал якого поступає на МПК, і далі на екран оператору.

2.3 Специфікація приладів та засобів автоматизації

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

№ Позиц ії за схемо ю	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Оди ниця вимі рюв ання	Кіль кіст ь	Примітк а
1а-3а	ПВП вимірювання температури. Термометр опору. Тип: МКн (Спеціалізація - низькі температури, вакуум, інертні і відновні атмосфери, окислювальні - частково) Позначення: Т (Cu-CuNi) Найменування: Мідь-константан Робочий діапазон: -200 ... 260 С	Pt100	Ом	3	ОАО Тэра
1б-3б	Вторинний перетворювач температури Вихідний сигнал: 4...20 мА Діапазон вимірювання -50...180 °С, Клас точності-0,25.	Sitrans ТК-Н	°С	3	Siemens
10а- 14а	Принцип дії: електромагнітний Діаметр Ду: 15..2000 мм Температура вимірюваного середовища: -40 ... 1800С Тиск: до 40 бар Точність 0.25% (з перетворювачем MAG 6000), 0.5% (перетворювач MAG 5000) Ступінь пило вологозахисту: IP67 / IP68 Вихідний сигнал: 1 струмовий, 1 частотний / імпульсний, 1 релейний (преобразів. MAG 5000/6000) Напруга живлення: 220V AC або 24 V AC / DC (перетворювач MAG 5000/6000)	Sitrans FM MAG G 1100		5	Siemens
10б- 14б	Вторинний перетворювач витрати Вих.сиг. 4-20 мА Температура вимірюваного середовища: -40 ... 1800С Тиск: до 40 бар	MAG G 6000	л/го д	5	Siemens
15а	Манометр показувальний Sitrans P300 Верхня межа вимірювання – 1.6 МПа. Клас точності -0,25.	Серія ZD	МПа	1	Siemens

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк

48

№ Позиц ії за схемо ю	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Оди ниця вимі рюв ання	Кіль кіст ь	Примітк а
	Вихідний сигнал: 4...20 мА				
17а	Кондуктометричний аналізатор рН та жирності рідин. Діапазон вимірів: 0-14 рН, 0-100% жирність. Клас точності: 2,0 (типове значення 0,5) Тиск аналізованої рідини: не більше 1,6 МПа Тип датчика: проточний або поглинутий Витрата аналізованої рідини для проточного датчика: не більше 100 л / ч Параметри вихідних сигналів: аналоговий 0 ... 5 або 4 ... 20 мА Напруга живлення: 220 В, 50 Гц Температура оточуючого повітря від +5 до +50 °С	ПП-10-1	рН. %	1	Промприбор
16а	Аналізатор кондуктометричний Діапазони: 0-100% Температура середовища: 0-60 С Клас точності: 0,1	ПР-1М	%	1	Промприбор
1в,2в, 2г,3в, 4б- 8б,10в -14в	Елект.-пневмат. перетворювач. Вх.сиг. 4-20 мА Вих. сиг. 20-100 кПа. Номинальний тиск повітря живлення: 140 кПа	ЭП-1211		14	Промприбор
1г,2д, 2е,3г, 4в- 8в,10г -14г	Пневматичний клапан. Вх. Сиг: 20-100 кПа. Вих. сиг: 0-100% ХРО Діаметр умовного проходу: 3 ... 12 дюйм Тиск умовний: 2 ... 5 МПа	Метран 8560		14	Метран
10д	Блок ручного управління Аналоговий вхід (індикація параметра): - 0-5 мА (Rвх = 400 Ом); - 0 (4) -20 мА (Rвх = 100 Ом); - 0-10 (Rвх = 25 кОм). Сигнали РУЧ / АВТ: - логічний "0" - 0-7В;	БРУ70	шт	1	Мікрол

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Кваліфікаційна робота

Арк

49

№ Позиц ії за схемо ю	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Оди ниця вимі рюв ання	Кіль кіст ь	Примітк а
	- логічна "1" - 18-30В. Інтерфейс / протокол: - RS-485 / ModBus. Аналоговий вихід: - 0-5 мА ($R_H \leq 2\text{кОм}$); - 0 (4) -20 мА ($R_H \leq 500\text{ Ом}$); - 0-10 ($R_H > 2\text{кОм}$). Чотири переключаючих реле: - 1, 2 вихід: до = 34В, 250мА; - 3, 4 вихід: до 220, 0,25А.				
18а, 19а	Перетворювач частоти Lenze 820SMD Аналоговий вхід (0-10В, 0-20мА, 4-20мА); Напруга живлення: 180...264 V AC; Діапазон вихідної частоти: 0...240 Гц; Робоча температура: 0..55 ° C;	8200 SMD	Шт.	2	Lenze

2.4. Проектне компонування мікропроцесорних контролерів

Управління процесом здійснюється за допомогою мікропроцесорного багатофункціонального контролера *Modicon TSX Premium*. Він призначений для збору, обробки інформації, реалізації функцій контролю, програмо-логічного управління, регулювання, протиаварійних захистів і блокувань.

Modicon TSX Premium – промисловий контролер нового покоління фірми Schneider Electric, для програмування якого використовується програмне забезпечення *UNITY PRO*. *Modicon TSX Premium* – контролер модульного типу, конфігурація якого вибирається в залежності від кількості входів-виходів і алгоритму управління. Модулі кріпляться на *шасі*, яке виконує механічну та електричну функції. Така конструкція дає можливість гарячої заміни модулів без зупинки контролера. *Premium* може включати від 1-го до 4-х *шасі* з різною кількістю місць для установки модулів (від 4-х до 12-ти) , об'єднаних між собою *BusX* шиною, загальною довжиною до 30 м.

					Кваліфікаційна робота	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Архітектура TSX Premium

Мікропроцесорні контролери TSX Premium призначені для керування складними технологічними або виробничими процесами, які вимагають обробки великої кількості інформації й керування великою кількістю виконавчих механізмів.

Архітектурно TSX Premium складається з одного або кількох з'єднаних між собою окремих шасі, на яких встановлюються різноманітні модулі: процесора, блоків живлення, модулів дискретних і аналогових входів-виходів, лічильників, комунікаційних і інших. Загальна довжина такої розподіленої шини контролера не може перевищувати 100 метрів.

До складу контролера входить один процесорний /модуль, але кожне шасі повинно мати свій блок живлення, потужність якого вибирається залежно від кількості й характеристик модулів, встановлених у це шасі.

При конфігуруванні контролера враховуються типи і кількість модулів входів-виходів, які необхідно використовувати для під'єднання датчиків і виконавчих механізмів, а також інших спеціальних модулів (комунікаційних, безпеки, розширення і т.ін.). Після цього можна розпочинати вибір процесорного модуля й конфігурації контролера.

Основним конструктивним елементом контролера є шасі. З одного боку, шасі використовується як конструктивний елемент, на якому розміщуються й закріплюються окремі модулі контролера, з іншого - шасі має загальну шину, що називається X-Bus, і по якій відбувається як живлення модулів встановлених у шасі, так і обмін сигналами та даними між окремими модулями контролера.

Для того щоб більш повно відповідати вимогам користувача, у контролері Premium використовуються два типи шасі, кожне з яких може мати 4, 6, 8 або 12 місць для встановлення модулів.

Стандартне шасі використовується у тому разі, коли контролер складається з одного шасі.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Шасі, яке може розширюватись, призначено для створення контролера, який може включати кілька (до 16) шасі. Такі шасі мають різні, через які за допомогою спеціального кабелю внутрішні X Bus шини окремих шасі об'єднуються у загальну X Bus шину, що дає змогу обмінюватись сигналами і даними між модулями, встановленими у різні шасі. Загальний вигляд шасі, яке розширюватись, наведений на рис. 2.12.

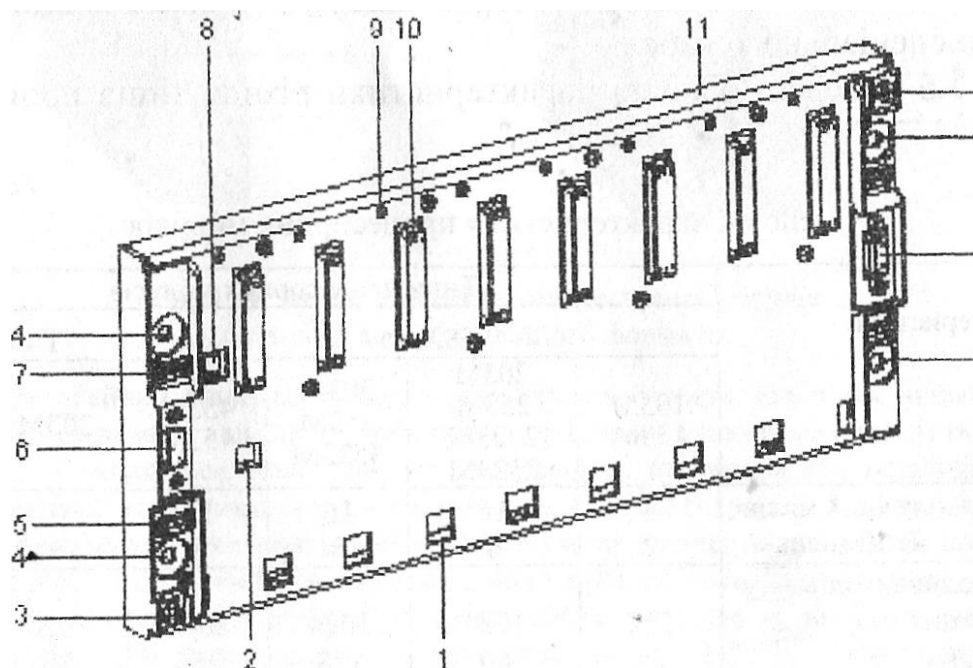


Рис.2.12 Шасі Modicon TSX Premium

I - апертури для закріплення модулів; 2 - апертура, яка гарантує правильне розташування модуля живлення на шасі. Оскільки модуль живлення має виступ на лицьовому боці модуля, його неможливо встановити у іншій позиції; 3 - клемма для заземлення шасі, 4 - отвори для закріплення шасі; 5 - місце для маркування адреси шасі; 6 - 9-штирковий роз'єм для під'єднання зовнішньої X Bus шини при під'єднанні до інших шасі; 7 - місце для маркування мережевої адреси контролера; 8 - мікроперемикачі для кодування адреси шасі; 9 - отвори з внутрішньою різьбою для закріплення модуля; /0-48- штирковий рознім для під'єднання модуля до шасі., *II* - металева пластина, що є основою для розташування електронної карти шини X Bus і захисту її від впливу електромагнітних перешкод; установлення МОДУЛІВ контролера

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

У стандартному шасі відсутні розніми для під'єднання X Bus шини й мікроперемикачі для кодування адреси шасі.

Якщо контролер складається з кількох шасі, то вони з'єднуються між собою за допомогою спеціального кабеля – X-Bus шини. Крім того, на кінцях X Bus шини повинні бути встановлені термінатори шини. Є два типи термінаторів - А і В, які мають позначення TSX TLY EX. Вони можуть бути встановлені у будь-якому порядку, але на одній шині повинні бути термінатори з різним літерним позначенням.

Для побудови більш складних структурно розподілених контролерів можна використовувати спеціальні модулі розширення X Bus шини — TSX REY 200.

Процесорні модулі

Фірми, які випускають мікропроцесорні контролери, постійно працюють над їх удосконаленням і розширенням функціональних можливостей, тому їх типи змінюються. Випускаються процесорні модулі, які умовно можна поділити на дві групи: TSX P57 ххЗМ та Т РСХ 57 ххЗМ. Процесори TSX P57 ххЗМ встановлюються на шасі контролера, а Т РСХ 57 ххЗМ - на ISA шині РС. Процесорний модуль, розташований у корпусі РС, під'єднується до шасі з установленими модулями входів-виходів за допомогою спеціального кабелю. У табл. 1 наведені основні характеристики різних типів процесорних модулів.

Характеристики	Тип процесорних модулів					
		TSX P57			Т РСХ 57	
	ЛОЗ	203М	зозм	453		
	М	253 М	353М	М	203	353
	153	2023М	3523	453	М	М
	М	2523М	М	М		
Кількість шасі: - на 4,6,8	4	16	16	16	16	16
місце						
- на 12 місце	2	8	8	8	8	8
Кількість входів/виходів	512	1024	1024	2048	1024	102

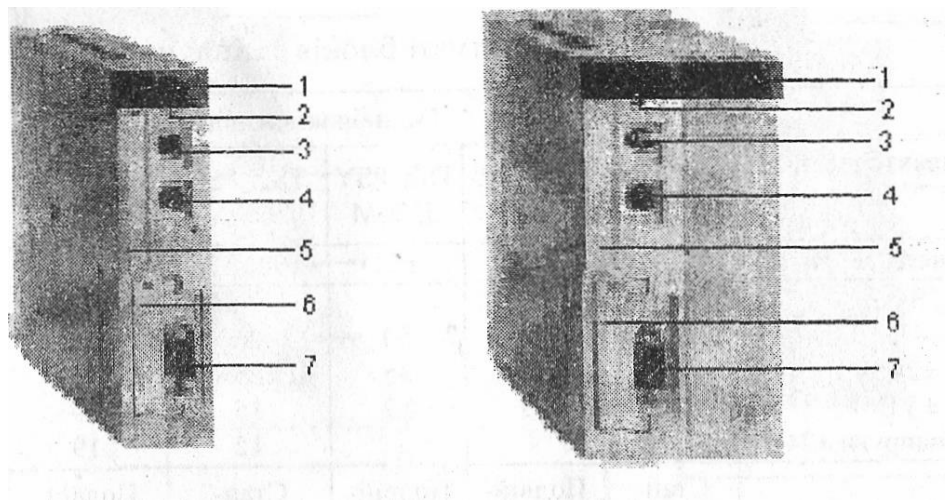


Рис.2.13 Загальний вигляд процесорних модулів стандартного і подвійного форматів:

1 - дисплейний блок, до складу якого входять чотири або п'ять індикаторних ламп: RUN (зелена) - ввімкнена, коли процесор працює і програма виконується; ERR (червона) - вмикається, коли виникає несправність процесора або встановлених у нього пристроїв (комунікаційних карт, карт пам'яті); I/O (червона) - вмикається, коли система самодіагностики виявить несправності модулів входів-виходів або помилки в конфігурації; TER (жовта) - миготить, коли працює термінальний порт. Частота миготіння визначається частотою передачі, FIP (жовта) указує на активність шини FIP10 (тільки для процесорів з інтегрованою шиною FIPIO). Частота миготіння визначається частотою передачі; 2 - кнопка під олівець RESET, при натисканні на яку відбувається холодний рестарт ЩІК; 3 - термінальний порт TER для під'єднати до нього периферійних пристроїв за протоколом UNI-TELWAY; 4 - термінальний порт AUX для під'єднання до нього периферійних пристроїв, які мають власне джерело живлення, за протоколом UNI-TELWAY; 5 - слот для встановлення карти розширення пам'яті формату PCMCIA типу 1. Якщо карта відсутня, на цьому місці обов'язково повинна бути встановлена спеціальна заглушка. Якщо її не буде, контролер зупиниться; 6 - слот для встановлення комунікаційної карти формату PCMCIA типу 3, яка дає можливість зв'язатись з процесором по мережах FIPWAY, FIPIO Agent, UNI-TELWAY або за послідовним протоколом зв'язку. Якщо комунікаційна карта відсутня, слот повинен бути закритий

кришкою; 7 - 9-штирковий SUB D рознім для під'єднання до інтегрованої у процесор польової шини FIPIO. Цей рознім є тільки на процесорах, які мають таку шину.

Модуль процесора з'єднується із шасі за допомогою кабелю X Bas шини. Вважається, що на процесорному модулі встановлений термінатор із позначенням А, тому на іншому кінці X Bas шини (останнє шасі) необхідно встановити термінатор лінії з позначенням В.

Блоки живлення

У кожному шасі повинен бути встановлений блок живлення. Пропонуються різні типи блоків живлення, які розрізняються живленням від змінного або постійного струму, потужністю, а також розмірами. У табл.2.2 наведені типи й основні технічні характеристики блоків живлення.

Таблиця 2.2 Загальні характеристики блоків живлення

Загальні характеристики	Типи блоків живлення					
	TSX PSY 1610 М	TSX PSY 3610 М	TSX PSY 5520 М	TSX PSY 2600М	TSX PSY 5500М	TSX PSY 8500 М
Напруга живлення, В	±24	±24	±24 •	- 100....2 40	-100. ..240	-100 .240
Потужність, Вт:						
загальна	30	50	50	26	50	77
по напрузі ±24 В	15	35	35	25	35	75
по напрузі ±5 В	15	19	19	15	19	-
зовнішньої напруги ±24В	-	-	-	12	19	38
Формат	Стандартний	Подвійний		Стандартний	Подвійний	

Як видно з табл. 2.2, блоки, що живляться змінною напругою, мають додатковий вихід для живлення ланцюгів датчиків напругою 24 В постійного струму.

Блок живлення для кожного шасі вибирається виходячи з типів і кількості модулів, які планується встановити у шасі. Для цього використовуються дані, наведені в інструкції за експлуатації, про потужність, яку споживає кожний модуль по напрузі $U=5$ В і $U=24$ В. Після цього розраховується загальна потужність, яку споживають всі модулі, встановлені у шасі, і підбирається блок живлення, який може задовольнити цим потребам.

На рис.2.14 показано загальний вигляд блоків живлення стандартного й подвійного формату.

Сигнальне реле, що встановлене у кожному блоці живлення, виконує кілька функцій: в якщо блок живлення розташований у шасі з установленим модулем процесора, то за нормальної роботи контролера контакт сигнального реле замкнений; якщо з якоїсь причини виконання програми припиняється і контролер переходить у режим STOP, контакт реле розмикається;

У блоках живлення, встановлених у інші шасі контролера, контакт сигнального реле замкнений у разі, якщо блок живлення працює нормально. В іншому разі цей контакт розмикається. Отже, контакти сигнального реле можна використовувати у системах безпеки контролера і системи керування.

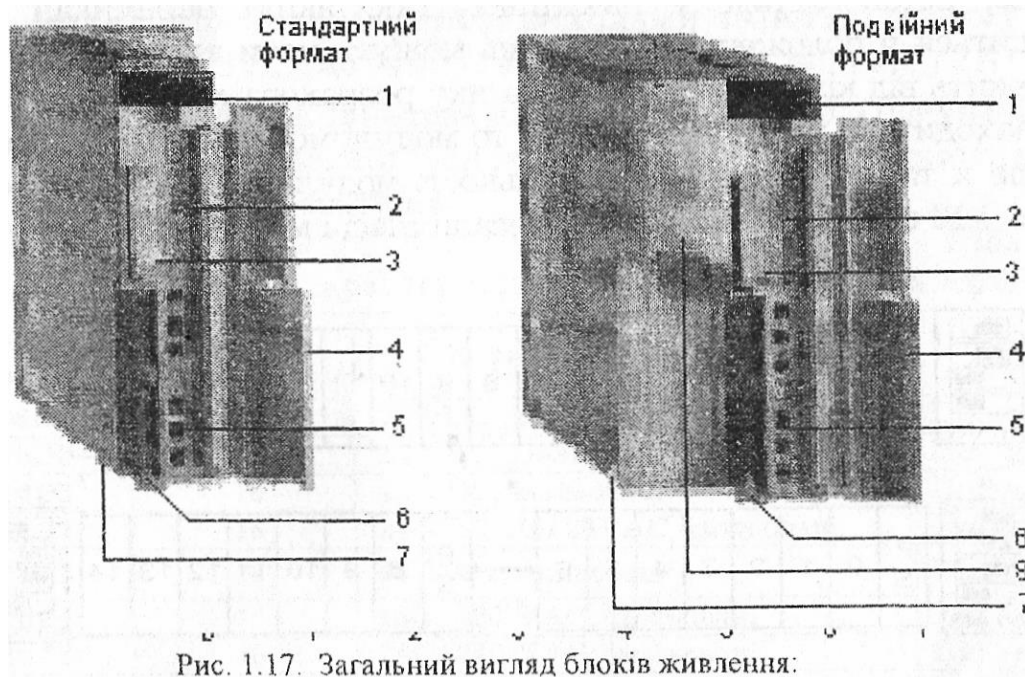


Рис. 1.17. Загальний вигляд блоків живлення:

Рис.2.14 Загальний вигляд блоків живлення стандартного й подвійного формату

1 - дисплейний блок, який включає: індикаторну лампу ОК (зелена), яка ввімкнена якщо блок працює нормально; індикаторну лампу ВАТ (червона), яка ввімкнена, якщо несправна або відсутня батарейка резервного живлення оперативної пам'яті процесора; індикатору лампу 24 В (зелена), яка ввімкнена, якщо напруга датчиків $\pm 24\text{В}$ у нормі. Цей індикатор встановлений у блоках живлення змінного струму; 2 - кнопка під олівець RESET, натискання якої викликає теплий перезапуск контролера; 3 - слот для встановлення батарейки резервного живлення оперативної пам'яті процесора; 4 - кришка для захисту контактів; 5 - виводи "під гвинт" для під'єднання: мережі живлення, контактів сигнального реле, живлення датчиків (для модулів живлення змінного струму); 6 — хомут для закріплення кабелю живлення; 7 - запобіжник; 8 - селектор живлення, який встановлений на блоках живлення TSX PS Y 5500M і TSX PSY 8500M.

Принципи розміщення й адресації модулів у контролері

Кожне шасі, яке входить до складу контролера, має свою унікальну адресу. Якщо контролер складається з одного стандартного шасі, воно, по замовченню, має адресу 0.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Якщо контролер складається з кількох шасі, які розширюються, то адреса кожного шасі виставляється за допомогою мікроперемикачів, які розташовані на шасі (рис. 1.15, поз. 8). Для шасі, в якому розміщений процесорний модуль, встановлюється адреса 0 (рис. 1.18). Для інших шасі, за допомогою перших трьох мікроперемикачів, у двійковому коді виставляється адреса шасі. Порядок розташування шасі на шині X Bus не залежить від їхньої адресації. У попередніх версіях PL7-Pro положення мікроперемикача №4 не використовується і він повинен перебувати у положенні ON. В останніх версіях програмного забезпечення положення перемикача № 4 використовується для збільшення можливої кількості шасі, які використовуються при побудові контролера.

У цьому разі два шасі можуть мати однакове положення перших трьох перемикачів, а положення перемикача № 4 буде визначати адресацію модулів, встановлених у цих шасі. Так, якщо перемикач № 4. буде знаходитися у положенні ON, модулі можуть мати адресації від 00 до x, ще x залежить від кількості модулів, на яку розраховане шасі. Якщо перемикач №4 знаходиться у положенні OFF, то модулі можуть мати адресацію від 08 до x, де x також; залежить від кількості модулів на яку розраховане шасі. При цьому треба пам'ятати, що для такої комбінації не можна використовувати шасі, які розраховані на 12 місць.

У зв'язку з тим що модулі живлення і процесорні модулі можуть бути як стандартного так і подвійного формату, то може змінюватись як кількість місць, які відводяться для встановлення інших модулів, так і адреси, які вони можуть мати.

Наприклад, якщо блок живлення має подвійний формат, то процесорний модуль може бути встановлений тільки на місце під номером 01. Тоді інші модулі можуть займати місця, починаючи з номера 02. Якщо ж і процесорний модуль має подвійний формат, то модулі можуть займати місця, починаючи з номера 03. Для шасі, в яких використовується мікроперемикач № 4 у разі

використання блока живлення подвійного формату інші модулі можуть займати місця, починаючи з номера 09.

Модулі дискретних входів-виходів

Для задовільнення різноманітних потреб користувача випускається широкий діапазон дискретних модулів входів-виходів, які розрізняються:

- кількістю каналів - 8, 16, 28, 32 або 64;
- типами, входів:
 - модулі із входами постійного струму (DC) - 24, 48 VDC;
 - модулі із входами змінного струму (AC) — 24, 48, 110, 240 VAC;
- типами виходів:
 - модулі з релейними виходами;
 - модулі з безконтактними виходами постійного струму (DC) 24VDC/0,1A - 0,5A - 2A; 48VDC/ 0.25A - 1A;
 - модулі з безконтактними виходами змінного струму (AC) 24 VAC/ 1A; 130 VAC/1A; 48VAC/2A; 240 VAC/2A ® типами під'єднання: гвинтова клемна колодка або з'єднувачі HEЮ У табл. 3 і 4 наведені основні технічні характеристики для різних типів дискретних модулів.

Таблиця 2.3. Основні технічні характеристики модулів дискретних входів

Позначення модуля	Кількість каналів	Характеристики каналів	Під* єд-нання
TSX DEY 08D2	8	24. VDC, ізольовані	Під гвинт
TSX DEY 16D2	8	24 VDC, ізольовані	Під гвинт
TSX DEY 16D3	16	48 VDC, ізольовані	Під гвинт
TSX DEY 16A2	16	24 VDC або 24VAC, ізольовані	Під гвинт
TSX DEY	16	48 VAC, ізольовані	Під

TSX DSY 16T3	16	48 VDC/0.25A, захищені, транзисторні	Під гвинт
TSX DSY 08R5	8	24 VDC або 24...240 VAC, 3A, релейні, не захищені	Під гвинт
TSX DSY 16R5	16	24...4.BVDC, або 24...240 VAC, 5A, релейні, захищені	Під гвинт
TSX DSY 08R5A	8	24 VDC або 24...240 VAC, 3A, релейні, не захищені	Під гвинт
TSX DSY U8R4D	8	24...120VDC, 5A, релейні, захищені	Під гвинт
TSX DSY 08S5	8	48...240 VAC, 2A, тиристорні, захищені	Під гвинт
TSX DSY 16S5	16	48.. 240 VAC, 1A, тиристорні, захищені	Під гвинт
TSX DSY 16S4	16	24 .120 VAC, 1A, тиристорні, не захшчені	ПД гвинт
TSX DSY 32T2K	32	24 VDC/ОДА, захищені, транзисторні	НЕ 10
TSX DSY 64T2K	64	24 VDC/0.5A, захищені, транзисторні	НЕ 10

Серед модулів дискретних входів є модулі з так званими швидкими входами (TSX DEY 16FK, TSX DMY 28FK та TSX DMY 28RFK). Входи цих модулів, за аналогією з першими чотирма входами модуля розташованою на першому місці контролера TSX Micro), можна використовувати як звичайні дискретні входи, входи із заціпкою або входи для обробки подій.

Клемні колодки на модулях входів- виходів (рис.2.15) можна знімати. Це полегшує заміну цих модулів. Особливістю клемних колодок для TSX Premium є наявність спеціального кодувального пристрою 4, який автоматично встановлюється у відповідне положення при першому встановленні клемної колодки на модуль. Кожний тип модуля має свій код, тому неможливо помилково встановити клемну колодку одного типу модулів на інші.

При встановленні і закріпленні клемної колодки вона, спочатку, вставляється у кодувальний пристрій, а потім гвинтом 2 закріплюється

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

на модулі. Клемна колодка 3 має кришку, яка закриває доступ до клем і має змінний ярлик, на якому із зовнішнього боку вказується тип модуля і можуть бути внесені позначення входів-виходів, а із внутрішнього боку показана схема під'єднання входів-виходів до модуля.

Кількість конекторів, розташованих на лицьовій панелі модуля (рис. 1.20), залежить від кількості каналів, з якими працює цей модуль. Так, для модуля, розрахованого на 64 канали, кількість конекторів чотири, а для модуля, розрахованого на роботу з 16 каналами - один.

Аналогічно, як і для модулів з конекторами TSX Міcro, зовнішні сигнали до таких типів модулів поєднуються або за допомогою спеціальних блоків TELEFAST, або за допомогою спеціальних кабелів з розпушеними вільними кінцями.

Кожний модуль має дисплейний блок (рис.2.15) на якому розташовані індикатори стану модуля: RUN (зелений), ERR і I/O (червоні), а також індикатори з позначенням номерів каналів входів- виходів. Кількість цих індикаторів відповідає кількості каналів модуля. Максимальна кількість таких індикаторів - 32. Якщо модуль розрахований на більшу кількість каналів (64), то у нижній частині дисплею розташована кнопка переключення на іншу групу з 32 каналів. При цьому у верхній частині дисплея загоряється індикатор +32. Індикатори каналів висвітлюються при спрацьовуванні відповідного вхідного або вихідного каналу.

У нормальному стані модуля повинен горіти тільки індикатор RUN. Висвітлення індикаторів ERR або I/O сигналізує про виявлення системою самодіагностики відмови модуля або окремих його каналів.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		63

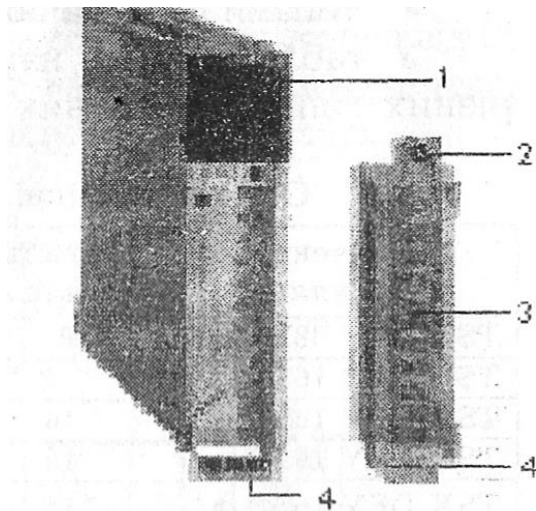


Рис. 1.19. Загальний вигляд модуля з клемною колодкою

1 – дисплейний блок; 2 – гвинт;
3 – знімна клемна колодка;
4 – кодувальний пристрій

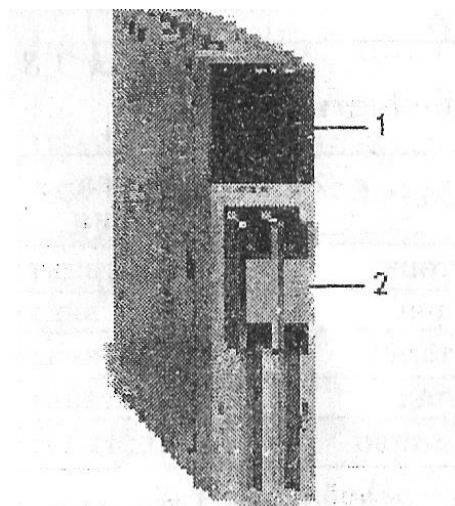


Рис. 1.20. Загальний вигляд модуля з конекторами.

1 – дисплейний блок;
2 – конектори.

Рис. 2.15 Клемні колодки на модулях входів-виходів

Модулі аналогових входів-виходів

У табл. 2.5 наведені основні технічні характеристики аналогових модулів.

Ці модулі розрізняються:

- кількістю каналів (4, 8, 16);
- характеристиками термопара, універсальні);

Таблиця 2.5 Основні технічні характеристики модулів аналогових входів

Позначення модуля	Кількість каналів	Діапазон вимірювання	Характеристики каналів	Під'єднання
Модулі аналогових входів				
TSX AEY 1600	16	± 10 В, 0...10 В, 0...5 В, 1...5 В, 0-20 мА, 4-20 мА	Зходи з загальною точкою, розрядність АЦП 12 біт	2 SUB-D конектора
TSX AEY 800	8	± 10 В, 0...10 В, 0...5 В, 1...5 В, 0-20 мА, 4-20 мА	Зходи з загальною точкою, розрядність АЦП	1 SUB-D конектор

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

			12 біт	р
TSX AEY 810	8	± 10 В, 0...10 В, 0...5 В, 1...5 В, 0-20 мА, 4-20 мА	Ізоляція між каналами, розрядність АЦП 12 біт	1 STJB-D. конектор
TSX AEY 420	4	± 10 В, 0...10 В, 0...5 В, 1...5 В, 0-20 мА, 4-20 мА	Ізоляція між каналами розрядність АЦП 16 біт, швидкодіючий	1 SUB-D. конектор
TSX AEY 414	4	± 10 В, 0 . 10 В, 0...5 В, 1...5 В, 0-20 мА, 4-20 мА, термопари, термометри опору	Високий рівень ізоляції між каналами, розрядність АЦП 18 біт	Під гвинт
TSX AEY 1614	16	-80. ...+80 мВ; термопари В, Е, J, К, L, N, R, S.T, U	Ізоляція між каналами розрядність АЦП 16 біт	2 SUB-D. колектор
Модулі аналогових виходів '				
TSX ASY 410	4	± 10 В, 0-20 мА, 4-20 мА	Ізоляція між каналами розрядність ЦАП 11 біт + знак	Під гвинт
TSX ASY 800	8	± 10 В, 0-20 мА, 4-20 мА	Виходи з загальною точкою, розрядність ЦАП: 13 біт + знак для напруги, 13 біт для струму	1 SUB-D. колектор

Ці модулі розрізняються:

- кількістю каналів (4, 8, 16);
- характеристиками термопара, універсальні)
- наявністю гальванічного розподілення;

- типами під'єднання (25-штировий SUB D конектор або клемна колодка).

Модулі аналогових входів-виходів можна встановлювати у будь- який слот шасі. їх можна знімати при підключеному живленні контролера.

Максимальна кількість аналогових каналів залежить від модуля процесора, який встановлений у контролері (табл. 2.5).

Аналогічно аналоговим модулям TSX Micro аналогові вхідні модулі TSX Premium виконують функції:

- сканування вхідних каналів за допомогою безконтактного мультиплексування і збір даних;
- аналого-цифрове перетворення вхідних вимірювань;
- фільтрація сигналів;
- перетворення вхідних вимірювань у формат користувача;
- моніторинг модуля: тестування ланок перетворення, вхідний контроль перевищування рівня сигналу, тест наявності клемної колодки.

Модулі аналогових виходів виконують функції:

- захист каналів модулів від перевантаження;
- адаптація до різноманітних виконавчих механізмів: вихідний сигнал у вигляді струму або напруги;
- цифроаналогове перетворення;
- перетворення даних прикладної програми у дані, які використовуються цифро-аналоговим перетворенням;
- моніторинг модуля: тест перетворення, тест виходу за межі, тест наявності клемної колодки.

Кількість TSX ASY 800 модулів, встановлених в одне шасі, обмежено двома модулями. Це викликано тим, що цей модуль споживає велику потужність по напрузі 24 В. Тому в разі потреби використання більшої кількості таких модулів необхідно забезпечити їх додаткове живлення зовнішнім джерелом живлення. Для цього на лицьовій панелі модуля розташовані спеціальні клеми.

Аналогові модулі мають дисплейний блок із розташованими на ньому трьома індикаторними лампами RUN, ERR і I/O, які відображають режим роботи модуля і можливі несправності.

Конфігурування МПК MODICON TSX Premium

Для управління об'єктом необхідно сконфігурувати МПК який забезпечує підключення:

Таблиця 2.6 Конфігурування МПК

Вимоги	Кількість або наявність
Живлення ПЛК (24 VDC або 24 VAC)	24
Кількість аналогових входів 4-20 mA	17
Кількість аналогових виходів 4-20 mA	16
Кількість дискретних входів	0
Кількість дискретних виходів	0

Вибір процесорного модуля

Кількість аналогових входів і виходів :16. Дискретних входів і виходів – 12. Враховуючи кількість каналів ввходів/виводів, кількість пам'яті під програму користувача і наявність комунікацій обираємо процесорний модуль TSX P57 2023M.

Вибір модулів вводу/виводу

4 BA 4-20 mA – TSX AEY 414– 4 шт.

4 AB 4-20 mA – TSX ASY 410– 4 шт.

Таблиця 2.7. Специфікація МПК

Модулі вводу/виводу		Характеристики
Найменування	Кількість	
1	2	3
TSX RKY 8EX Шасі	2	Шасі для встановлення блоку живлення, процесора та модулів розширення
PSY 2600M Блок живлення	2	Напруга живлення 100...240 VAC Загальна корисна потужність (PPS) 20 Вт Потужність на виході 3V3_VAC монтажного шасі 8,3 Вт (2,5 А) Потужність на виході 24V_VAC монтажного шасі 16,5 Вт (0,7 А) Максимальна сумарна потужність на виходах 3V3_VAC та 24V_VAC (P3V3_24V) 16,5 Вт Сумарна корисна потужність на споживання зовнішніми датчиками 24V_SENOSRS 10,8 Вт (0,45 А)
TSX P57 5634M Центральний процесор	1	Макс. кількість шасі: 2 дискретних вх+вих. 512 аналогових вх+вих 128 лічильних каналів 20 Об'єм RAM загальний розмір 2048 Кб Макс. кількість об'єктів: локалізовані внутрішні біти %Mi 16250 локалізовані внутр. Слова %MWi 32464

TSX AEY 414 Модуль аналогових входів	4	Діапазон сигналу $\pm 10V, 0 \dots 10V, 0 \dots 5V, \dots 20mA, 4 \dots 20 mA$ Характеристики каналів 16-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля - 5 мс Підключення 25-контактна з'ємна колодка
TSX ASY 410 Модуль аналогових виходів	4	Діапазон сигналу $\pm 10V, 0 \dots 20mA, 4 \dots 20 mA$ Характеристики каналів 16-бітні, ізоляція між каналами Підключення 20-конт. з'ємна кол.
TSX FTB 2010	8	20 контактна з'ємна клемна колодка з гвинтовими зажимами

Вибір шасі, додаткових модулів та аксесуарів для шасі

Загальна кількість модулів разом з процесором: 1БЖ+1 CPU + 4 AI + 4 AO= 8. Таким чином мені потрібне лише одне шасі на 8 місць (TSX RKY 8EX)

Вибір блоків живлення: PSY 2600M – 2 шт.

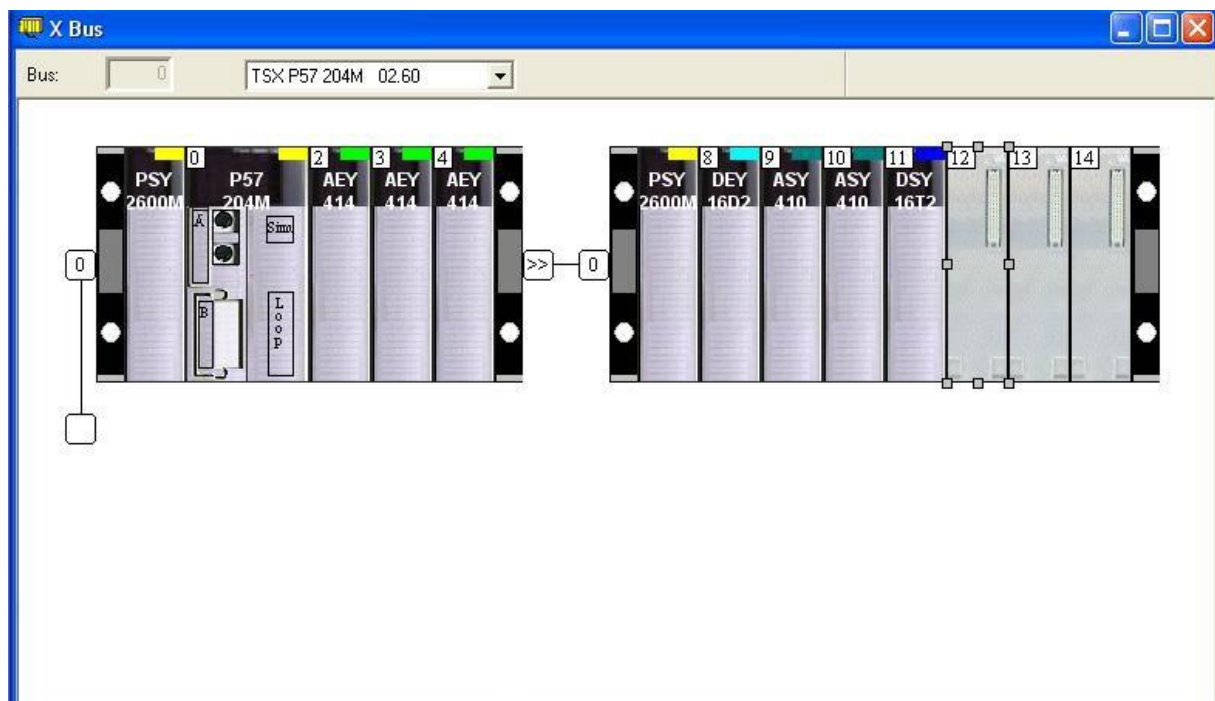


Рис.2.16. Розміщення модулів у шасі

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК.

3.1. Загальна схема підключення

В даному дипломному проекті розроблена принципова електрична конфігураційна схема автоматичного регулювання на базі мікропроцесорного контролера “Modicon TSX Premium” (креслення 3). Принципова схема системи автоматизації - це схема, що показує зв'язок і взаємодію окремих елементів, пристроїв автоматизації за допомогою умовних позначень, при цьому кожен елемент схеми виконує визначену функцію і не може бути поділений на частини, що мають самостійне функціональне призначення. Таким чином, принципові схеми визначають повний склад елементів системи автоматизації. Схеми електричні принципові виконуються на стадії «Робоча документація». Розробляють такі схеми електричні:

- 1) схеми електричні принципові живлення;
 - 2) схеми електричні принципові сигналізації і блокування;
 - 3) схеми електричні принципові контролю і автоматизації;
 - 4) схеми електричні принципові управління електродвигунами і виконуваними механізмами.
- На основі цих схем розробляються: монтажні схеми щитів і пультів, схеми зовнішніх з'єднань, схеми електричні контролю і автоматизації, схеми електричні принципові сигналізації і блокування та ін. Вони використовуються при монтажі і наладці системи автоматизації, а також дають можливість для вивчення принципу дії системи автоматизації. Схеми електричні принципові виконуються, як правило, стосовно до окремих установок або ланок автоматизованої системи (наприклад, «Схема електрична принципова регулювання рівня», «Схема електрична принципова сигналізації роботи випарної установки»). При виконанні цих схем використовується розвернуте зображення елементів автоматизації.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат				
Розроб.		Грудковський			Розробка системи автоматизації технологічного процесу виробництва квасу	Лім.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Ладанюк А.П.					70	10
Секретар		Проскурка Є.С.			НУХТ АК-4-1			
Зав.кафедр		Смітюх Я.В.						

Ці схеми розглядаються на стадії проектування «Робоча документація» і служать для проектування живлення засобів контролю і автоматизації, розрахунку витрат електроенергії.

Проектування систем електроживлення здійснюється на основі ВСН 205-84/ММСС ССРСР "Инструкции по проектированию электроустановок систем автоматизации технологических процессов" та РМ4-4-85 «Системы автоматизации технологических процессов. Проектирование систем электропитания», а також нормативних вимог конкретних виробництв. В загальному випадку на кресленнях таких схем повинна бути показана:

- 1) апаратура вмикання і вимикання джерел живлення і споживачів електроенергії;
- 2) апаратура контролю напруги;
- 3) назва споживачів електроенергії;
- 4) загальні пояснення і примітки;
- 5) креслення, які відносяться до даної схеми;
- 6) перелік апаратури.

Схеми живлення можна суміщати з іншими схемами автоматизації проекту (наприклад сигналізації).

Для відображення стану окремих елементів об'єкта і сповіщення про порушення нормального ходу виробничих процесів на пунктах управління використовують різного роду світлові і звукові сигнали. Схеми електричної принципової сигналізації можна класифікувати таким чином:

I. По характеру (виду) сигналу: світлова, звукова, змішана сигналізації. Світлова сигналізація може виконуватись рівним світлом, мигаючим світлом, горіння ламп неповним розжарюванням.

II. По роду струму: схеми на постійному струмі, схеми на змінному струмі.

III. По призначенню:

1) сигналізація стану - для сигналізації про стан технологічного устаткування («Відкрито»-«Закрито», «Увімкнено»-«Вимкнено»);

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

2) командна сигналізація – дозволяє передати різні вказівки (накази) з одного пункту керування в іншій за допомогою світлових чи звукових сигналів;

3) сигналізація дії захисту і автоматики;

4) технологічна сигналізація – дає інформацію про стан таких технологічних параметрів, як температура, тиск, витрата, рівень. Буває двох видів:

а) попереджувальна сигналізація (сигналізація про ненормальні, але ще допустимі значення параметрів);

б) аварійна сигналізація (про недопустимі значення параметрів).

IV. По принципу дії:

1) схеми з індивідуальним зняттям звукового сигналу;

2) схеми з центральним зняттям звукового сигналу без повторності дії;

3) схеми з центральним зняттям звукового сигналу з повторністю дії.

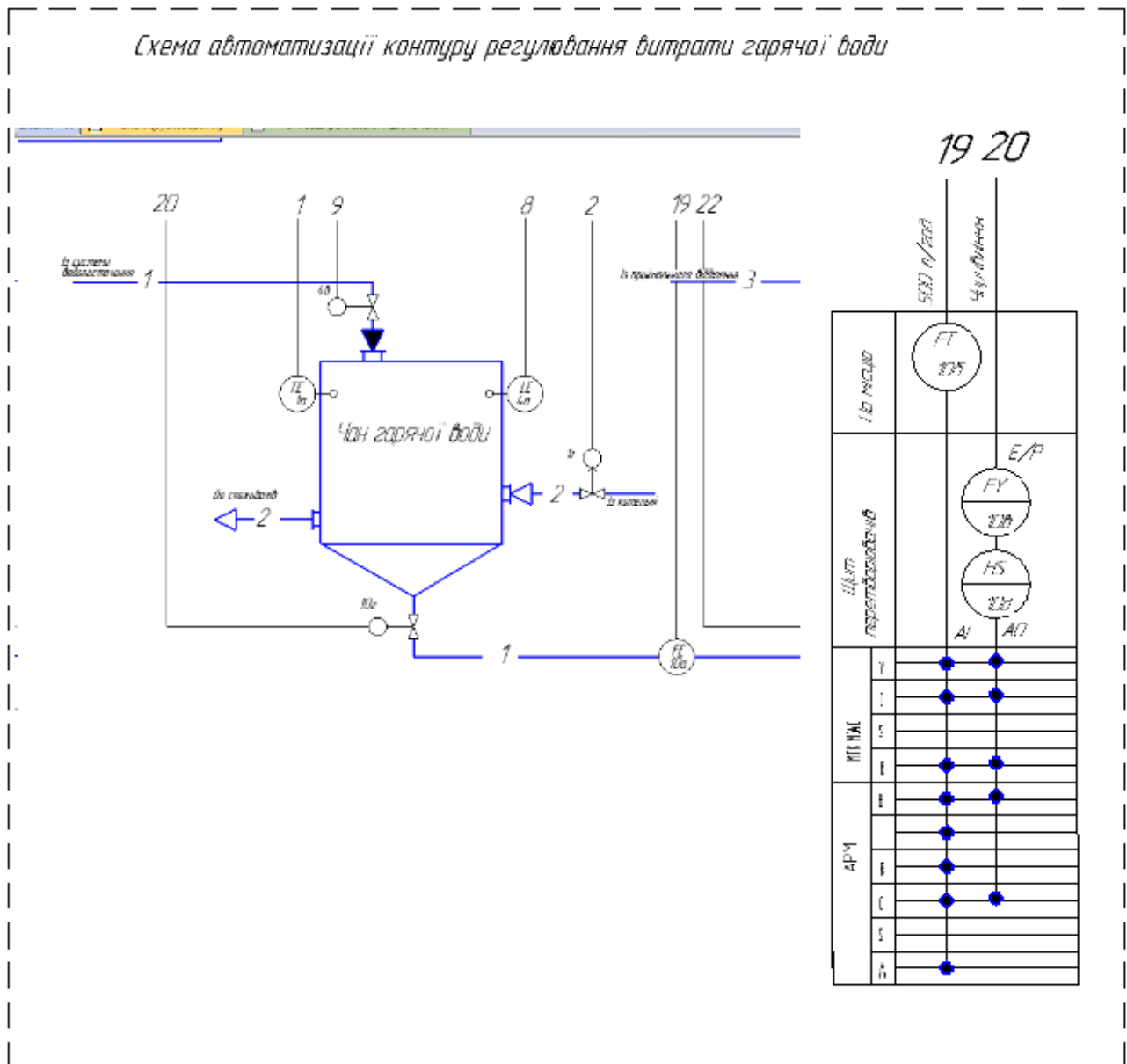
В кваліфікаційній роботі багато механізмів приводяться в дію двигунами, тому важливим фактором є принципи керування і комутаційна апаратура, що управляє двигунами.

Всі двигуни трифазні з включенням через частотний перетворювач, та кнопочну станцію, що знаходяться безпосередньо поруч з об'єктом, та можливе вимкнення двигуна дистанційно з дисплейної мнемосхеми. Для зручності, робота всіх двигунів показується на дисплейній мнемосхемі, тому у випадку поломки чи непередбаченої зупинки оператор може вказати обслуговуючому персоналу на несправність того чи іншого двигуна і зупинити роботу апарату чи відділення якщо це необхідно та при відсутності резервних ліній.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

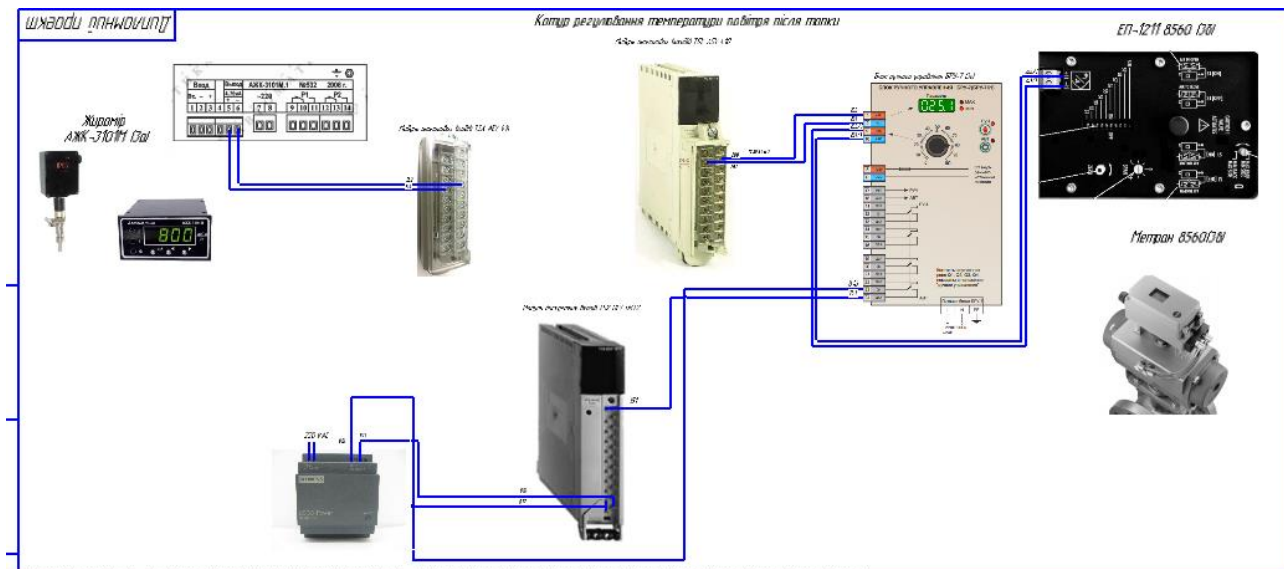
3.2. Розширені схеми підключення для окремих контурів

3.2.1 Схема автоматизації окремого контуру

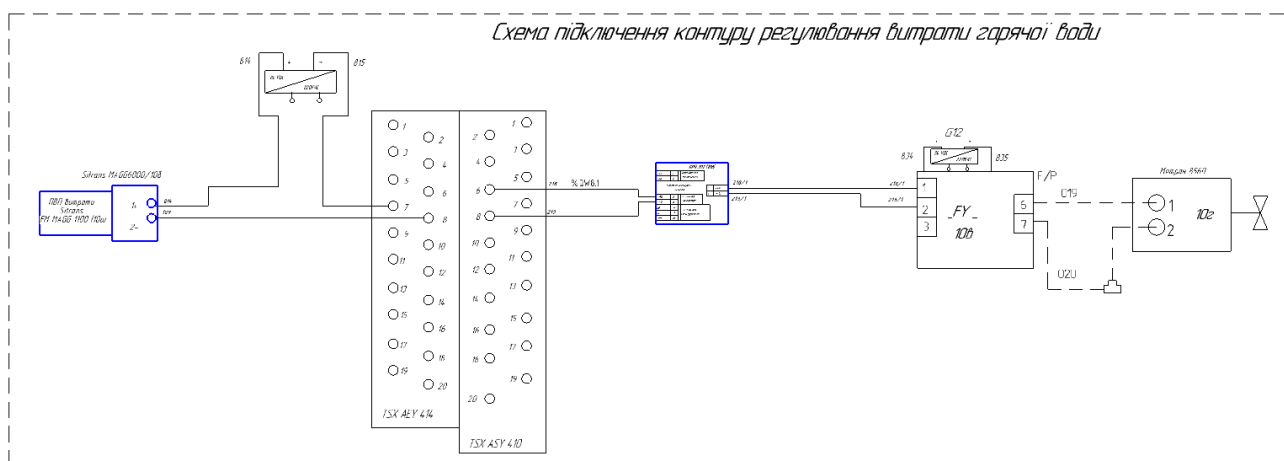


3.2.2. Графічне зображення з'єднання між собою технічних засобів автоматизації

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------



3.2.3 Принципова схема з'єднання між собою технічних засобів автоматизації



3.2.4 Опис схеми підключення

Контур регулювання та реєстрації витрати

Вимірювання витрати рідких речовин відбувається за допомогою індукційного ПВП витрати Sitrans FM MAGG 1100 (10a), інформація передається на вторинний перетворювач витрати Sitrans MAGG 6000 (10б). Важливим є регулювання витрати по співвідношенню молоко-закваска. Сигнал 4-20 мА поступає на МПК, опрацьовується, аналізується і на виході з МПК сигнал 4-20 мА через модуль аналогових виходів поступає на електро-пнеumo перетворювач ЕПП-1211 (10в), який сигнал 4-20 мА перетворює в уніфікований

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Кваліфікаційна робота

Арк

74

пневматичний 20-100 КПа, який в свою чергу надходить на пневмоклапан Метран 8560 (10г), який змінює кількість речовини що надходить в апарат.

Даний контур працює в режимі ручному і автоматичному. У випадку регулювання температури автоматичному режимі сигнал 4-20 мА із вихідного аналогового модуля надходить блок ручного управління БРУ-107 (10д). Вихід БРУ з'єднаний із клапаном електропневмоперетворювачем ЕПП-1211 (10в). В автоматичному режимі регулювання відкриттям клапану відбувається через алгоритм ПІ-регулятора в програмі, сигнал із модуля аналогових виходів надходить на БРУ, і на виході із БРУ сигнал по струму аналогічний як і на вході від контролера. У разі автоматичного режиму на виході БРУ буде струмовий сигнал який задається ручним за датчиком БРУ. І на виході буде сигнал, пропорційний сигналу 4-20 мА, який далі іде до клапану подачі знежиреного молока. Якщо потрібно інтенсивніше і проводити нормалізацію, то через блок ручного управління, ігноруючи програму регулювання витрати, клапан 10г відкривається на задану величину.

Блок ручного управління, завдання, індикації БРУ-107

Призначений для використання в системах промислової автоматизації виробничих процесів як:

- Функціональної станції ручного управління аналоговими або імпульсними виконавчими механізмами
- Блоку ручного задатчика аналогового сигналу
- Блоку ручного задатчика імпульсних сигналів "більше" - "менше"
- Цифрового індикатора двох технологічних параметрів

Галузь застосування:

- Індикатор двох фізичних величин
- Ручний аналоговий задатчик аналогових уніфікованих сигналів
- Ручний задатчик імпульсних сигналів типу більше-менше

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

- Станція ручного управління аналоговим виконавчим механізмом
- Станція ручного управління імпульсним виконавчим механізмом
- Перетворювач імпульсних сигналів більше-менше в вихідний уніфікований сигнал
- Перетворювач імпульсних ШІМ-сигналів у вихідний уніфікований сигнал
- Перетворювач (конвертор) вхідних аналогових уніфікованих сигналів в вихідний аналоговий уніфікований сигнал

Функціональні можливості

Шляхом зміни встановлюється один з семи режимів роботи приладу:

- Режим 0: Індикатор двох фізичних величин на цифровому і лінійному індикаторі. Ручний аналоговий задатчик аналогових уніфікованих сигналів (керований клавішами на передній панелі).

- Режим 1: Станція ручного управління аналоговим виконавчим механізмом з зовнішнім перемиканням керуючих ланцюгів.

- Режим 2: Станція ручного управління аналоговим виконавчим механізмом з внутрішнім перемиканням керуючих ланцюгів.

- Режим 3: Станція ручного управління імпульсним виконавчим механізмом з зовнішнім перемиканням керуючих ланцюгів з індикацією положення виконавчого механізму за допомогою внутрішнього інтегратора. Задатчик імпульсних сигналів типу більше-менше.

- Режим 4: Перетворювач імпульсних сигналів більше-менше від імпульсного регулятора у вихідний уніфікований сигнал.

- Режим 5: Перетворювач імпульсних ШІМ-сигналів від ШІМ-модулятора в вихідний уніфікований сигнал. Індикація ШІМ-сигналу на світлодіодному індикаторі "менше".

- Режим 6: Перетворювач (конвертор) вхідних аналогових уніфікованих сигналів в вихідний аналоговий уніфікований сигнал. Можливість

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

масштабування і перетворення (пряма або зворотна) шкал. Наприклад, перетворення вхідного сигналу 0-100% 0-20мА в вихідний аналоговий сигнал 0-5мА - від 20% до 75% вхідного сигналу, але перетвореного в 0-100% вихідного сигналу.

- Режим 7: Задатчик аналогових і імпульсних сигналів. Індикатор двох фізичних величин.

- Режим 8: Задатчик аналогових і імпульсних сигналів (з захищеним режимом зміни аналогового сигналу). Індикатор двох фізичних величин.

- Режими роботи ручної-автомат, індикація режиму роботи

- статичне та динамічне балансування, забезпечення ненаголошеності перемикання

- Індикація фізичної величини (параметр, положення механізму) на цифровому індикаторі, сигналізація мінімального і максимального значення на світлодіодних індикаторах

- Індикація значення вихідного керуючого впливу на лінійному індикаторі

- Індикація сигналів більше-менше на світлодіодних індикаторах

- ретрансмісії вхідного сигналу

- Програмна калібрування (виконувана користувачем) почала шкали і діапазону вимірювання двох аналогових входів і аналогового виходу

- Масштабування шкал Реальні показники можуть відрізнятися в довільних технологічних одиницях

- Програмування методу лінійної індикації: сегмент, гістограма

- Вхідний цифровий фільтр аналогових входів

- Програмована швидкість динамічного балансування

Складові вузли БРУ-107:

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

- 2 канали вимірювання аналогових величин.
- 2 датчика - аналоговий і імпульсний.
- Панель індикації: 4-х розрядний цифровий і лінійний 21 сегментний індикатор.
- Клавiші управління виконавчими механiзмами, датчиками, програмування.

Зовнішній вигляд БРУ-107



Технічні характеристики:

2 АІ:

- 0-5 мА ($R_{вх} = 400 \text{ Ом}$);
- 0 (4) -20 мА ($R_{вх} = 100 \text{ Ом}$);
- 0-10 ($R_{вх} = 25 \text{ кОм}$).

Сигнали РУЧ / АВТ:

- логічний "0" - 0-7В;
- логічна "1" - 18-30В.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

Інтерфейс / протокол:

- RS-485 / ModBus.

1 АО:

- 0-5 мА ($R_H \leq 2\text{кОм}$);

- 0 (4) -20 мА ($R_H \leq 500\text{ Ом}$);

- 0-10 ($R_H > 2\text{кОм}$).

Три переключаючих реле:

- Постійний струм: до = 34В, 250мА;

- Змінний струм: до 220, 0,25А.

Ключі БІЛЬШЕ - МЕНШЕ:- 24В, 100м

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

4. Креслення встановлення технічних засобів

В даній кваліфікаційній роботі для вимірювання рівня використовується радарний рівнемір Sitrans LR200. SITRANS LR 200 - 2-х проводний імпульсний радар для вимірювання рівня рідин у відстійниках і простих робітників резервуарах.

Особливості

- Цілісна стрижнева поліпропіленова антена як стандарт
- Простий монтаж і введення в експлуатацію
- Програмування за допомогою іскробезпечного інфрачервоного ручного програматора або SIMATIC PDM
- Комунікація через HART® або PROFIBUS PA
- Запатентована Sonic Intelligence® для обробки сигналу
- Дуже висока завадостійкість
- Автоматична фільтрація заважає відбиття від жорстких вбудованих деталей.
- Є різні фланці, рупорні і хвилеводні опції антен.

Галузь застосування

Оригінальний дизайн SITRANS LR 200 дозволяє здійснювати просте програмування за допомогою іскробезпечного інфрачервоного ручного програматора. Навіть у Ex-зоні не потрібно відкривати кришку корпусу. Крім цього прилад має вбудовану алфавітно-цифрову індикацію на чотирьох мовах. Стандартна антена SITRANS LR 200 це цільна поліпропіленова стрижнева антена. Вона пропонує високу хімічну стійкість і є герметичною. У інших приладів для перевірки хімічної сумісності необхідно враховувати кілька матеріалів, а також ущільнення між матеріалами.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат				
Розроб.		Грудковський			Розробка системи автоматизації технологічного процесу виробництва квасу	Лім.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Ладанюк А.П.					80	2
Секретар		Проскурка Є.С.				НУХТ АК-4-1		
Зав.кафедр		Смітюх Я.В.						

Цілісна антена має вбудований внутрішній екран, який запобігає перешкоди від монтажних штуцерів. Проста настройка та програмування: для основних функцій достатньо двох параметрів. Електроніка розміщена в поворотному корпусі. Він може бути повернутий для полегшення підключення та оптимальної оглядовості індикації вимірюваного значення після монтажу.

SITRANS LR 200 має запатентовану технологію Sonic Intelligence® для обробки сигналу, що забезпечує найвищу надійність. Установка рівнеміра зображена на рис.6. Розміри приладу та його креслення зображено на рис.4.1.

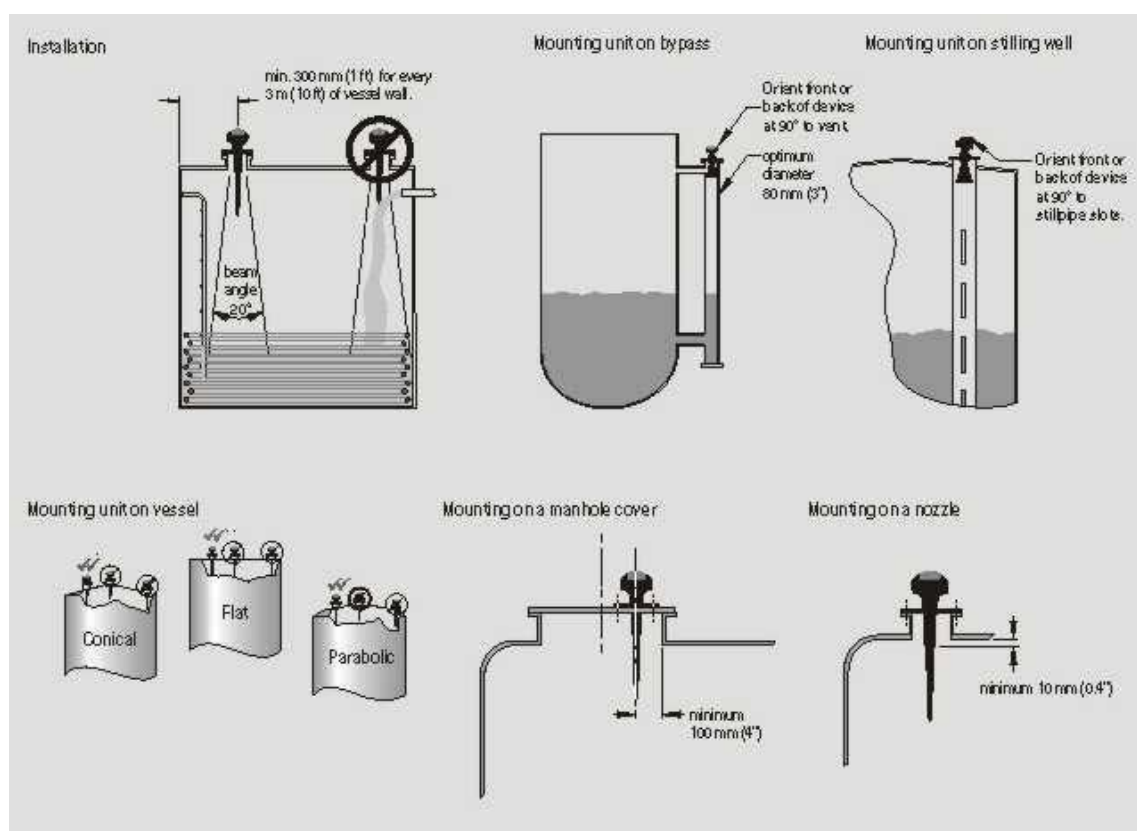


Рис.4.1 Установка SITRANS LR 200.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК).

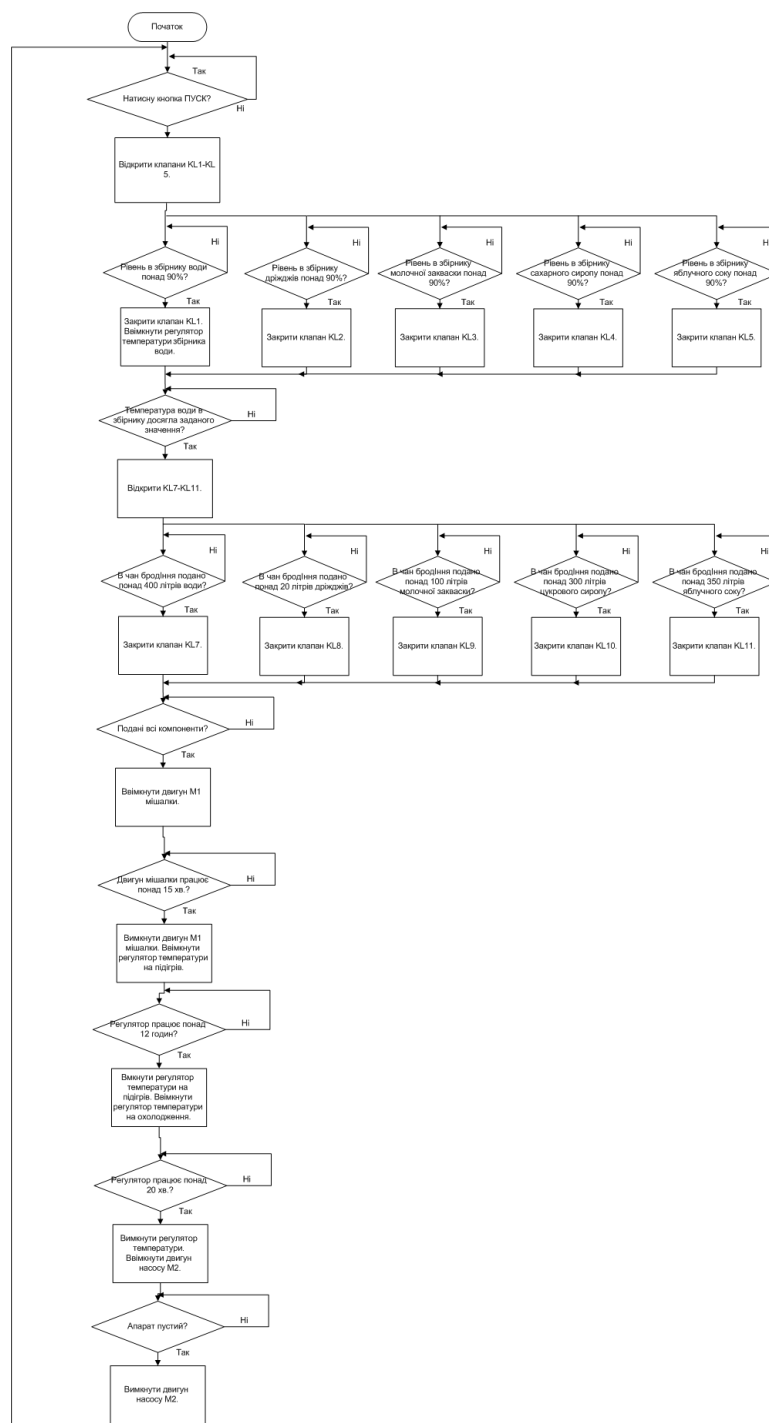


Рис.5.1. Блок-схема алгоритму управління

					Кваліфікаційна робота		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			
		Грудковський			Розробка системи автоматизації технологічного процесу виробництва квасу		
		Ладанюк А.П.					
		Секретар	Проскурка			81	5
		Зав.кафедр	Смітюх Я.В.		НУХТ АК-4-1		

В середовищі Unity Pro створюються змінні яким присвоюється значення технологічних параметрів.

Об'єктом автоматизації є лінія виробництва квасу. На початку процесу вмикаються клапани KL1-KL5 і збірники наповнюються сировиною до рівня 85%. Вимірювання відбувається за допомогою рівнемірів LE1-LE5. Після цього вмикається регулятор температури збірника води. Вимірювання температури датчиком TE1, регулювання KL6. Після досягнення заданої температури регулятор продовжує працювати. Відкривається KL7-KL11 і в бродильний чан подається сировина. Потрібно подати 400 літрів води (вимірювання витратоміром FE1), 20 літрів дріжджів (вимірювання витратоміром FE2), 100 літрів молочної закваски(вимірювання витратоміром FE3), 300 літрів цукрового сиіропу (вимірювання витратоміром FE4), 350 літрів яблучного соку (вимірювання витратоміром FE5). Після того як відповідні витратоміри зафіксують задане значення витрати відповідні клапани закриваються. Після цього вмикається мішалка M1 на 15 хв. Після перемішування вмикається регулятор температури на підігрів, вимірювання термометром TE2, регулювання клапаном KL12. Зброджування триває 12 годин. Після цього регулятор температури вмикається, вмикається регулятор температури на охолодження, регулювання клапаном KL13. Регулювання відбувається на протязі 20 хв. Після чого вмикається двигун насосу M2 і квас подається на розлив.

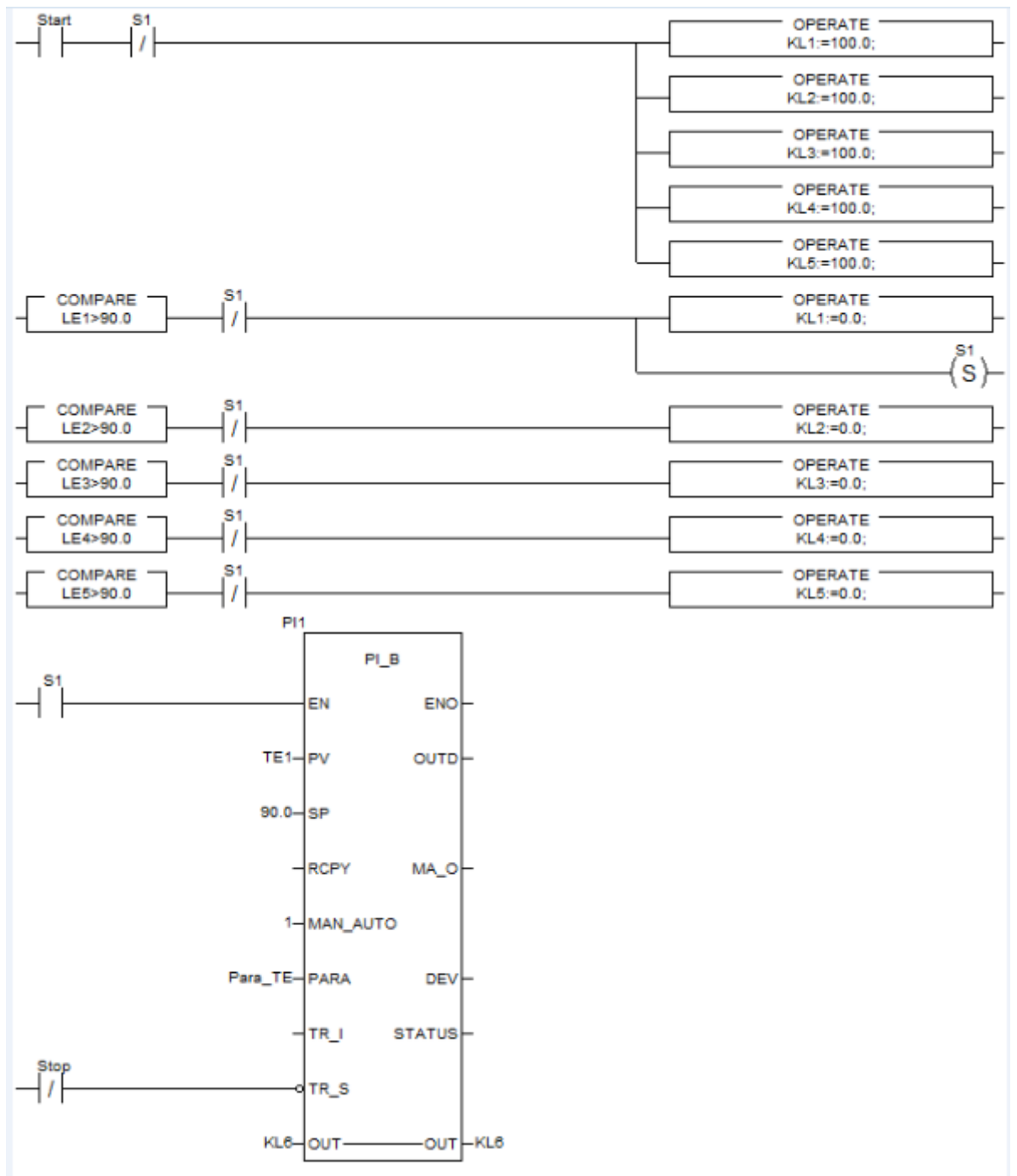
Таблиця.5.1 Параметри функціонального блока PI_V

Вхідні параметри		
PV	REAL	значення вимірювальної величини (плинне значення)
SP	REAL	задане значення (уставка)
RCPY	REAL	дійсне положення виконавчого механізму (використовується при управлінні серво-ВМ разом з EFB SERVO)
MAN_A UTO	BOOL	Режим роботи ПІ-регулятора: 1 : Автоматичний режим 0 : Ручний режим
PARA	Para PI_V	Параметри регулятора (див. таб.2.7)
TR_I	REAL	Значення ініціалізації
TR_S	BOOL	Команда на включення ініціалізації (1: Включити ініціалізацію)
Вхідні/вихідні параметри		

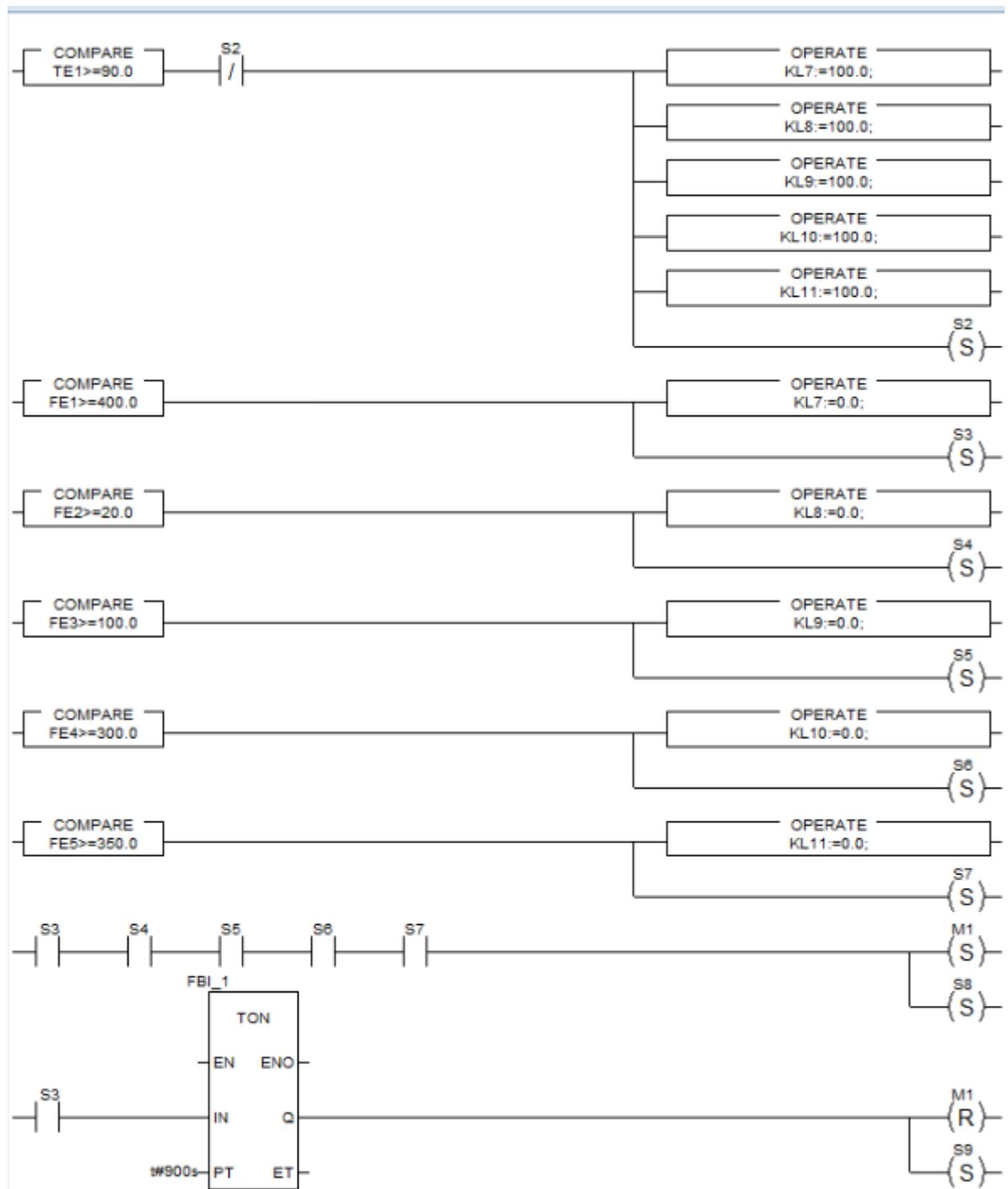
OUT	REAL	Вихід ПІ-регулятора (в ручному режимі може змінюватися з зовні PI_B)
Вихідні параметри		
OUTD	REAL	різниця між вихідною величиною в плинному і попередньому циклах перерахунку PI_B
MA_O	BOOL	Плинний режим виконання ПІ-регулятора 1: Автоматичний режим 0: інший режим (ручний або режим ініціалізації)
DEV	REAL	Значення розузгодження (PV - SP)
STATUS	<u>WORD</u>	Слово статусу (використовується для контролю за помилками виконання PI_B)

Таблиця.5.1 Опис структурного типу Para_PI_B

id	<u>UINT</u>	Використовується для алгоритму автопідстройки (AUTOTUNING)
pv_inf	<u>REAL</u>	обмеження по мінімуму вхідної величини завдання
pv_sup	REAL	обмеження по максимуму вхідної величини завдання
out_inf	REAL	обмеження по мінімуму вихідної величини
out_sup	REAL	обмеження по максимуму вихідної величини
rev_dir	<u>BOOL</u>	0: пряма робота ПІ-регулятора (PV-SP) 1: зворотна робота ПІ-регулятора (SP-PV)
en_rcpy	BOOL	1: використати вхід RCPY (тільки для управління серво-ВМ)
kp	REAL	Коефіцієнт пропорційності
ti	<u>TIME</u>	Час інтегрування
dband	REAL	Зона нечутливості
outbias	REAL	зміщення виходу регулятора в ПІ-режимі функціонування (при ti=0s)



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк

85

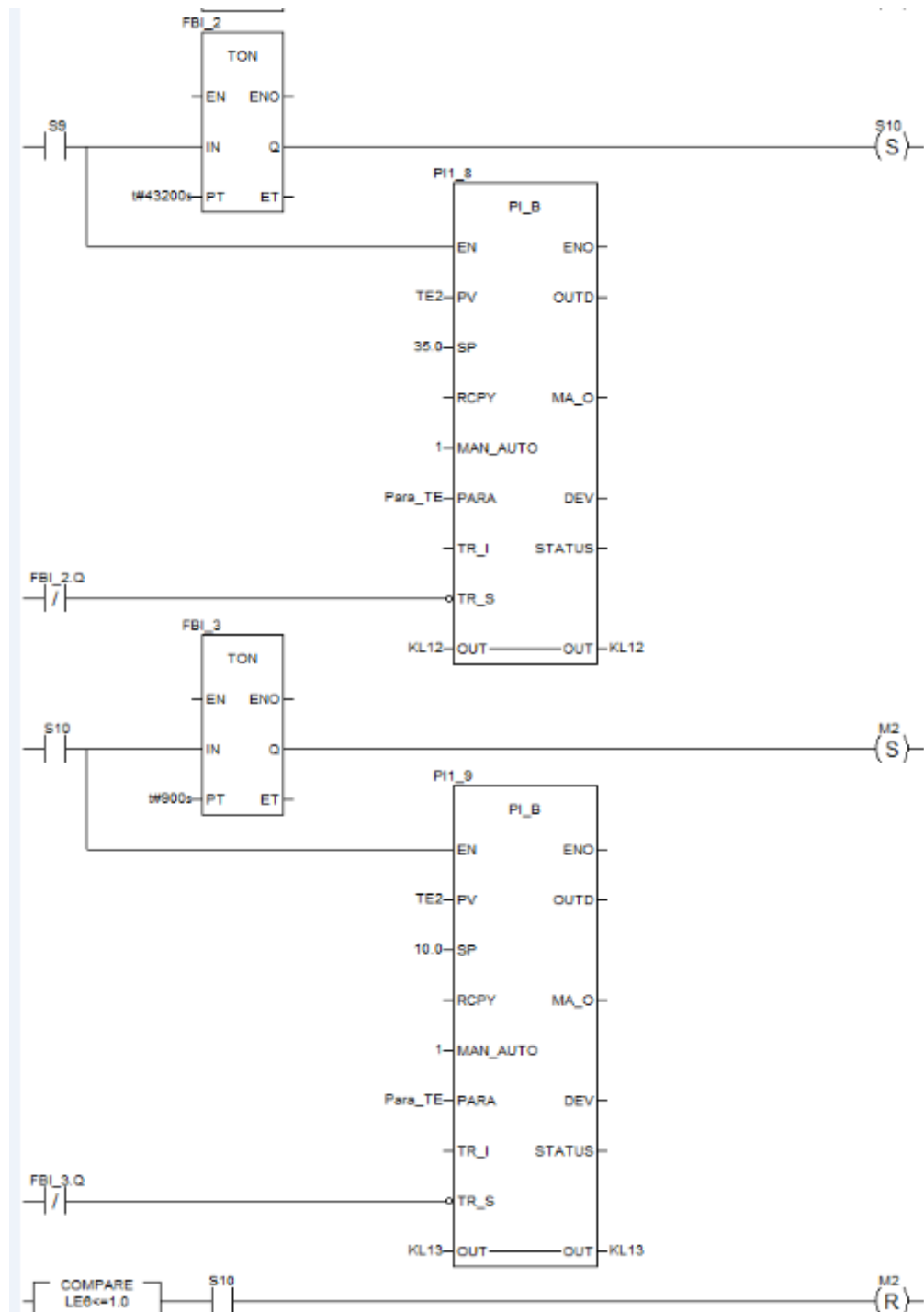


Рис.5.2 Програма для ПЛК

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

6. Розробка людино-машинного інтерфейса оператора технолога.

6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI.

За допомогою програмного забезпечення Vijeo Citect розробляємо SCADA-систему, яка дасть можливість оператору переглядати перебіг технологічного процесу та значення усіх технологічних параметрів. У вікні «Редактор проектів Citect» описуємо всі змінні, створюємо змінні для трендів, алармів та описуємо настройки до них. В меню «Теги»/«Змінні теги» описуємо всі змінні.

Рис.6.1. Вікно опису змінної

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат				
Розроб.		Грудковський			<i>Розробка системи автоматизації технологічного процесу виробництва квасу</i>	Лім.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Ладанюк А.П.					87	6
Секретар		Проскурка			<i>НУХТ АК-4-1</i>			
Зав.кафедр		Смітюх Я.В.						

Таблиця 6.1. Змінні та їх настройки

Ім'я змінного тега	Адреса	Мін. вихідне значення	Макс. вихідне значення	Мін. значення в одиницях виміру	Макс. значення в одиницях виміру	Тип даних
1	2	3	4	5	6	7
TE1	%IW0.2.0	0	10000	0	100	INT
TE2	%IW0.2.1	0	10000	0	100	INT
TE3	%IW0.2.2	0	10000	0	100	INT
TE4	%IW0.2.3	0	10000	0	100	INT
FE1	%IW0.3.0	0	10000	0	400	INT
FE2	%IW0.3.1	0	10000	0	400	INT
FE3	%IW0.3.2	0	10000	0	400	INT
FE4	%IW0.3.3	0	10000	0	400	INT
PT	%IW0.4.0	0	10000	0	10	INT
QE1	%IW0.4.1	0	10000	0	400	INT
QE2	%IW0.4.2	0	10000	0	400	INT
LE1	%Q0.8.0	-	-	-	-	BOOL
LE2	%Q0.8.1	-	-	-	-	BOOL
LE3	%Q0.8.2	-	-	-	-	BOOL
LE4	%Q0.8.3	-	-	-	-	BOOL
LE5	%Q0.8.4	-	-	-	-	BOOL
KL2	%QW0.9.0	-	-	-	-	BOOL
KL3	%QW0.9.1	-	-	-	-	BOOL
KL4	%QW0.9.2	-	-	-	-	BOOL
KL5	%QW0.9.3	-	-	-	-	BOOL
KL6	%QW0.10.0	-	-	-	-	BOOL
KL1	%Q0.11.5	-	-	-	-	BOOL
KL7	%Q0.11.6	-	-	-	-	BOOL
M1	%Q0.11.0	-	-	-	-	BOOL
M2	%Q0.11.1	-	-	-	-	BOOL
M3	%Q0.11.2	-	-	-	-	BOOL
M4	%Q0.11.3	-	-	-	-	BOOL
M5	%Q0.11.4	-	-	-	-	BOOL

В меню «Теги»/« Теги Тренда» описуємо всі змінні, що будуть використовуватись в трендах.

Рис.6.2. Вікно опису змінної для тренду

В меню «Аларми»/«Аналогові аларми» описуємо аналогові аларми.

Рис.6.3. Вікно опису аналогового аларму

Таблица 6.2. Аларми дискретні

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Тег аларма	Ім'я аларма	Опис аларма	Змінний тег А
1	2	3	4
M1	Двигун M1	Аварія двигуна	M1
M1_1	Двигун M1	Готовий до роботи	M1
M2	Двигун M2	Аварія двигуна	M2
M2_1	Двигун M2	Готовий до роботи	M2

В меню «Аларми»/«Аналогові Аларми» описуємо аналогові аларми.

Таблиця 6.3. Аларми аналогові

Тег аларма	Ім'я аларма	Змінний тег	Критично низький	Критично високий
1	2	3	4	5
TE_1	Температура в збірнику djlб	TE	-	95
TE_2	Температура в бродильному чані	TE	-	540
QE	Кислотність в бродильному чані	QE	4,4	7,1

В меню «Аларми/Категорій алармів» описуємо як будуть відобразатись аларми:

перейти до ручного, або автоматичного режиму управління. Для переходу в ручний чи автоматичний режим роботи оператор повинен натиснути на кнопку яка відповідає за тей чи інший режим. Оператор може змінювати ступінь відкриття клапанів, оберти двигуна. Для того щоб на виробництві не сталася аварія і не порушився перебіг технологічного процесу на екрані оператор може спостерігати за значенням параметрів і як тільки це значення цього параметру перевищить максимальні допустимі значення то оператор побачить зміну кольору цього параметру. Якщо параметр буде більше ніж граничне значення то колір буде червоним, якщо ж нижче – то жовтим. Двигуни коли працюють мають червоний колір, якщо двигун вимкнений і готовий до роботи – зелений.

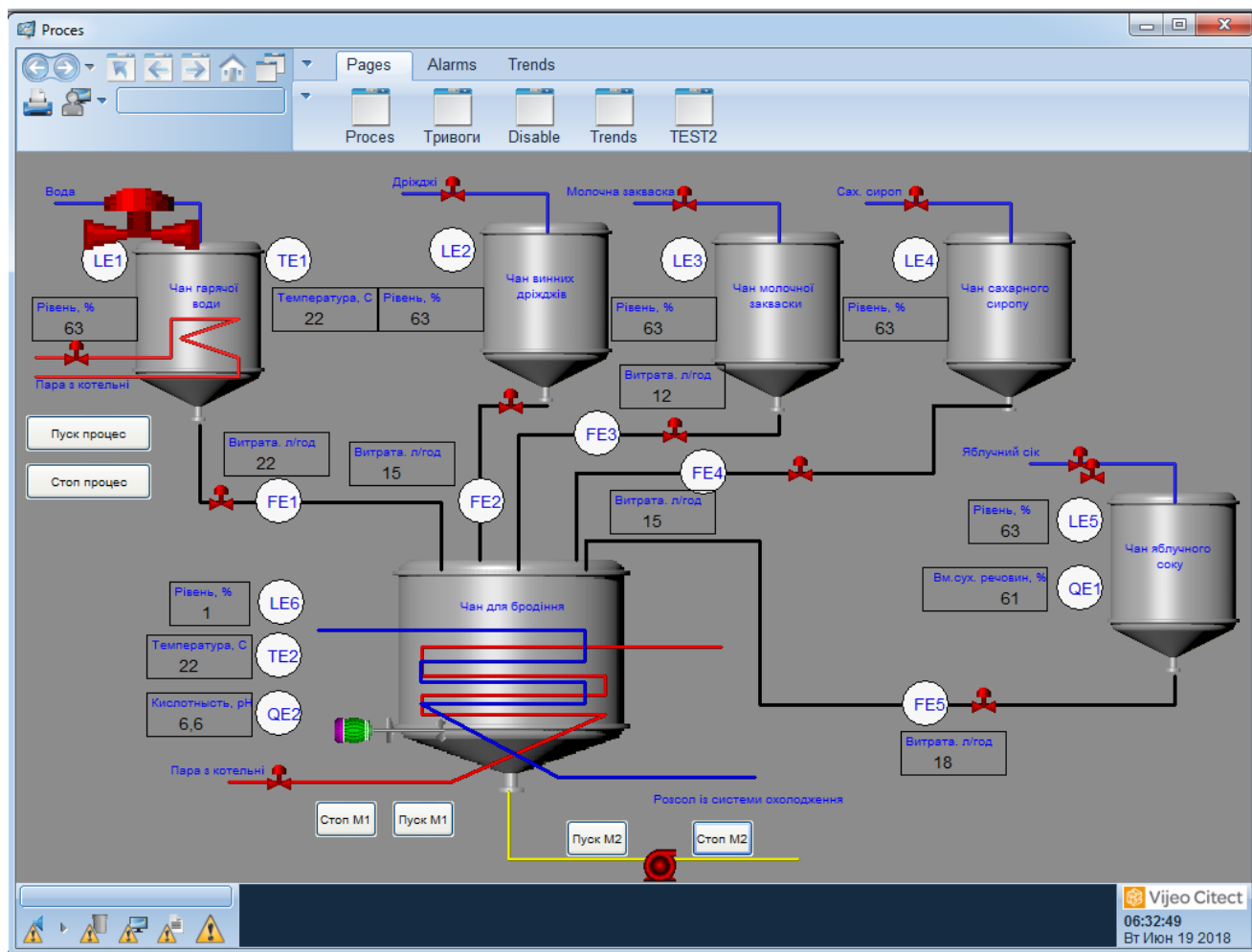


Рис.6.6. Мнемосхема відділення

На сторінці Alarm ми можемо налаштувати, змінювати аларми, дивитися історію в вікнах алармових повідомлень:

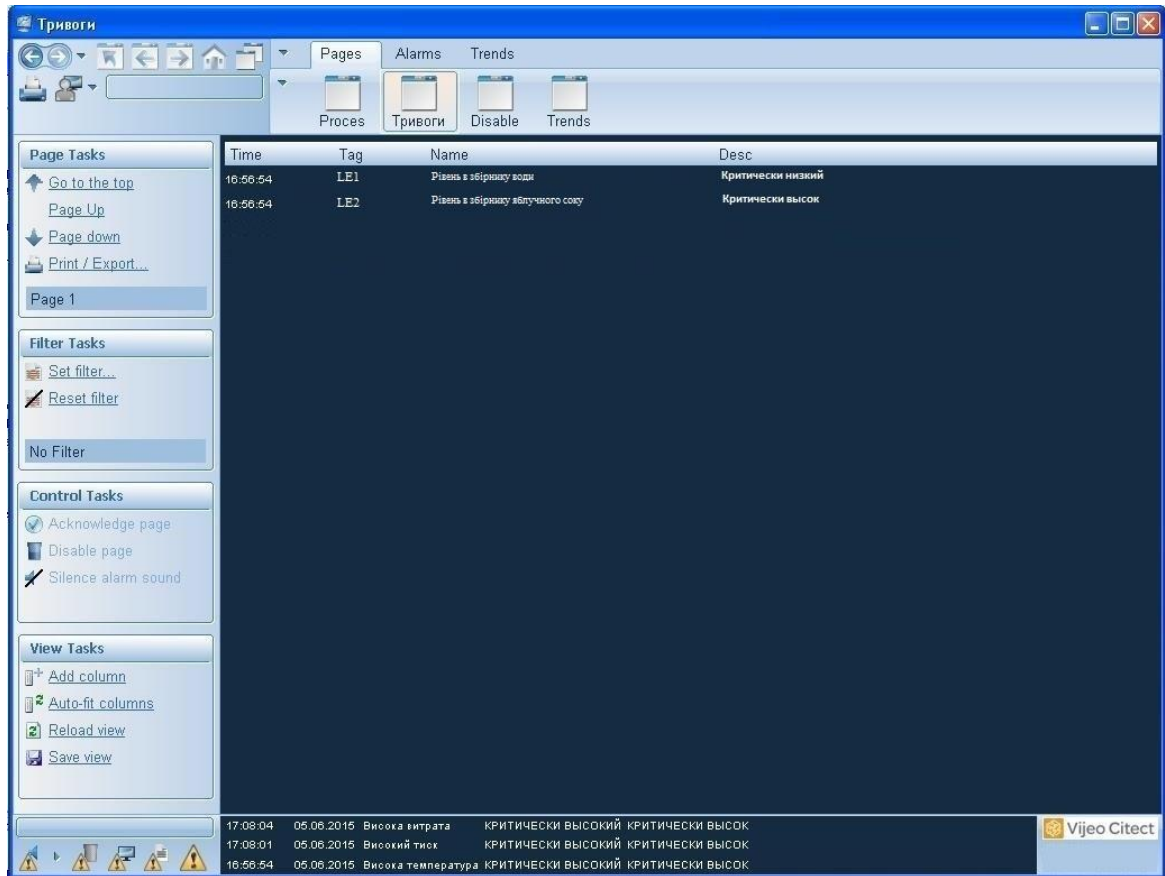


Рис.6.7. Вікно алармів

На сторінці Trend ми можемо спостерігати за графіком змінної та налаштовувати її: Можна подивитись архівні записи які зберігаються в пам'яті.

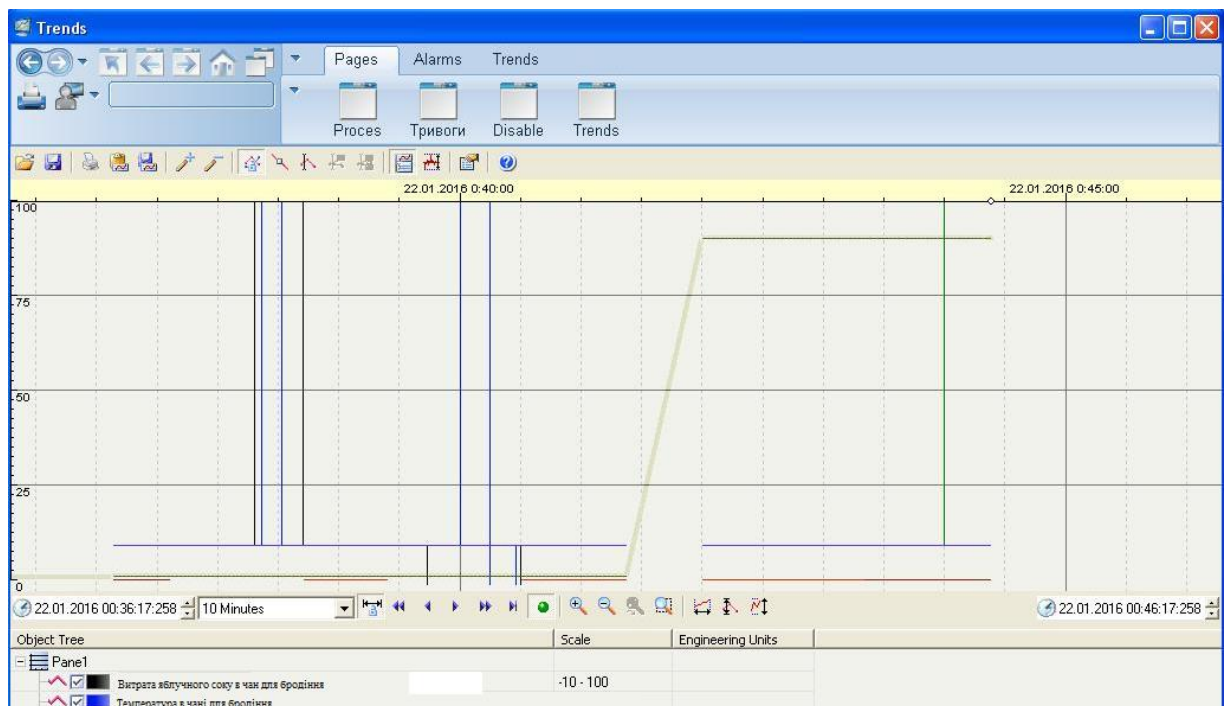


Рис.6.8. Вікно трендів

Висновки

В даній кваліфікаційній роботі розроблена система автоматизації процесу виробництва квасу. Підібраний мікропроцесорний контролер відповідно до кількості вхідних і вихідних сигналів.

Для забезпечення спостереження за ходом технологічного процесу, а також можливості дистанційного оперативного управління як при нормально працюючому МПК, так і у разі виходу його з ладу, розроблено SCADA-систему. В реальних умовах застосовувати дану систему не бажано, оскільки вона не є доскональною.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		94

Бібліографічний список

1. Автоматизація виробничих процесів: підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. — К. : Видавництво Ліра-К, 2015. — 378 с.
2. Ладанюк А.П. Теорія автоматичного керування технологічними об'єктами: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Архангельська К.С., Власенко Л.О.— К.: НУХТ, 2014. —274 с.
3. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: навчальний посібник / В.Г. Трегуб. — К. : Видавництво Ліра-К, 2014. — 344 с.
4. Трегуб В.Г. Основи комп'ютерно-інтегрованого управління: навчальний посібник / В. Г. Трегуб.– К.: НУХТ, 2006 – 139 с.
5. Гончаренко Б.М. Автоматизація виробничих процесів харчових технологій [Текст]: підручник / Б.М. Гончаренко, А.П. Ладанюк. — К. : НУХТ, 2014. – 600 с.
6. Системний аналіз складних систем управління: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. – К., НУХТ, 2013. – 276 с.
7. Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.1 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2004. – 184 с.
8. Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.2 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2005. – 115 с.
9. Гончаренко Б.М. Цифрові системи керування: навчальний посібник / Б.М. Гончаренко, О.П. Лобок, А.П. Ладанюк. – Вінниця: Нова книга, 2007.–160 с.
10. Автоматизоване управління технологічними процесами. Конспект лекцій до вивчення дисципліни для студентів спеціальності 6.08040 „Інформаційні управляючі системи та технології” напряму підготовки 0804 “Комп'ютерні науки” ден. та заоч. форм навчання/ Уклад.: І.В.Ельперін, С.М.Швед – К: НУХТ, 2007. – 71 с.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		95

11. Луцька Н.М. Оптимальні та робасні системи керування технологічними об'єктами : монографія / Н.М.Луцька, А.П.Ладанюк. – К. : Видавництво Ліра-К, 2015. – 288 с.
12. Ельперін І.В. Промислові контролери [Текст]: навчальний посібник / І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2003. – 320 с.
13. Пупена О.М. Контролери та їх програмне забезпечення. Курс лекцій для студ. напр. 6.50202 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" денної та заочної форм навчання. Частина 3. / О.М. Пупена, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2011. – 48 с.
14. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах [Текст]: навчальний посібник / А.М. Пупена, І.В. Ельперін, Н.М. Луцька, А.П. Ладанюк. – К.: Вид-во «Ліра-К», 2011. – 552 с.
15. Пупена О.М. Програмування промислових контролерів у середовищі UNITY PRO [Текст]: Навч. посібник / О.М. Пупена, І.В. Ельперін. – К.: Видавництво Ліра – К, 2013. – 376 с.
16. Пупена О.М. Промислові мережі та інтеграційні технології: курс лекцій для студ. напряму 6.050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання. / О.М. Пупена. – К.: НУХТ, 2011. – 67 с.
17. Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування) : монографія / А.П.Ладанюк, Заєць Н.А., Л.О.Власенко. – К. : Видавництво Ліра-К, 2016. – 312 с.
18. Трегуб В.Г. Автоматизація об'єктів періодичної дії: підручник / В.Г. Трегуб. – Київ: Видавництво Ліра-К, 2017. – 136 с.
19. Інноваційні технології в управлінні складними біотехнологічними об'єктами агропромислового комплексу [Текст]: монографія / А.П. Ладанюк, В.М. Решетюк, В.Д. Кишенько, Я.В. Смітюх. – Київ: Центр учбової літератури, 2014. – 280 с.

20. Innovative energy-saving technologies in biotechnological objects control / A. Chochowski, I. Chernyshenko, V. Kozyrskyi, V. Kyshenko, A. Ladaniuk, V. Lysenko, V. Reshetiuk, I. Smitiukh, V. Shtepa, V. Shcherbatiuk. - K.: Tsentr Uchbovovii Literatury, 2014.- 240 p.
21. Сучасні методи автоматизації технологічних об'єктів [Текст] : монографія / А.П. Ладанюк, О.А. Ладанюк, Р.О. Бойко, В.В. Іващук, Д.О. Кроніковський, Д.А. Шумигай. – К.: Інтер Логістик Україна, 2015. – 408 с.
22. Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування) [Текст]: монографія / А.П. Ладанюк, Н.А. Заєць, Л.О. Власенко. - К.: Видавництво Ліра-К, 2016. – 312с.
23. Методи сучасної теорії управління [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Н.М. Луцька, В.В. Іващук.– К.: НУХТ, 2010. – 196 с.
24. Системний аналіз складних систем управління [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. - К.: НУХТ, 2013. – 274 с.
25. Системний аналіз складних систем управління. Практикум. [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2014. – 157 с. (№37.49 - 02.07.2014)
26. Методи сучасної теорії управління [Текст] : підручник / А.П. Ладанюк Н.М. Луцька, В.Д. Кишенько, Л.О. Власенко, В.В. Іващук. – К.: Видавництво Ліра-К, 2018. – 368 с.
27. Ладанюк А.П. Методологія наукових досліджень [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Л.О. Власенко, В.Д. Кишенько. – К.: Видавництво Ліра-К, 2018. – 352 с.
28. Пупена О. М. Програмування промислових контролерів у середовищі Unity Pro [Текст]: навчальний посібник / О. М. Пупена, І. В. Ельперін. — Київ : Ліра-К, 2015. — 376 с.

29. Сценарний підхід при автоматизації технологічних процесів [Текст]: монографія / Я.В. Смітюх, А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Б.М. Гончаренко . – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2019. – 173 с. – ISBN: 978-613-9-87035-6
30. Оптимізація процесів переробки сільськогосподарської сировини [Текст]: монографія / В.О. Мірошник В.О., М.А. Гачковська, В.Д.Кишенько, О.В. Грабовська.– К.:ЦП “Компринт”, 2019.– 479 с.
31. Кишенько В. Д. Ідентифікація та моделювання об'єктів автоматизації [Текст]: конспект лекцій для студ. спец. 6.092500 "Автоматизовані системи управління технологічними процесами", 6.092500 "Комп'ютерно- інтегровані процеси та виробництва" напряму 0925 ден. та заоч. форм навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2007. — 102 с.
32. Кишенько В. Д. Інтелектуальні системи [Текст]: конспект лекцій для студ. спец. 6.092500 "Автоматизовані системи управління технологічними", 6.092500 "Комп'ютерно-інтегровані процеси та виробництва" напряму 0925 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" ден. та заоч. форм навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2008. — 133 с.
33. Кишенько В.Д. Інтелектуальні системи. Практикум [Електронний ресурс]: навчальний посібник / В. Д. Кишенько, Ю. О. Самойленко, Я. В. Смітюх. – Київ : НУХТ, 2017. — 67 с.
34. Кишенько В.Д. Моделювання систем [Електронний ресурс]: конспект лекцій для студ. освіт. ступ. "Магістр" спец. 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" спеціал. "Автоматизація та інтелектуальні системи керування технологічними комплексами" ден. форми навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2016. — 205 с.
35. Романов М.С. Синергетичні основи сталого інноваційного розвитку харчової промисловості [Текст]: концептуальний підхід, наукове видання / М.С. Романов. – К.: НУХТ, 2019. – 71 с.