

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 бурякоприймального відділення
цукрового заводу

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

_____ Цапін Артем Сергійович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник _____ Кишенько Василь Дмитрович
(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 _____ Андрій Мошенський
(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**

Цапін Артем Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи): Розробка системи автоматизації бурякоприймального відділення цукрового заводу

керівник роботи професор, к.т.н. Кишенько Василь Дмитрович

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

затверджена наказом по університету від «31» березня 2022р. №163-кс

2. Термін здачі студентом закінченого проекту (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 автоматизації. 2.3. Специфікація засобів автоматизації. 2.4. Проектне компонування мікропроцесорного контролера. 3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК. 3.1. Загальна схема підключення. 3.2. Розширені схеми підключення для окремих контурів. 4. Креслення встановлення технічних засобів. 5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК). 6. Розробка людино-машинного

інтерфейсу оператора технолога. 6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI. 6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Схема автоматизації 2. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК. 3. Креслення встановлення технічних засобів.

6. Дата видачі завдання _____

Керівник _____ (Кишенько В.Д.)
(підпис)

Завдання прийняв до виконання _____ (Цапін А.С.)
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів виконання проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту, (роботи)	Примітка
1	Видача та затвердження завдання	Перед переддипломною практикою	
2	Вибір технічних засобів вимірювання, ВМ та РО	1 тиждень	
3	Розробка схеми автоматизації	2 тиждень	
4	Розробка схеми встановлення технічного засобу	3 тиждень	
5	Компонування ПЛК, розробка схем підключення датчиків та ВМ до ПЛК	4 тиждень	
6	Вибір та аналіз реалізації алгоритму регулювання, розробка прикладного ПЗ для ПЛК	5 тиждень	
7	Розробка прикладного ПЗ для SCADA/HMI	6-7 тиждень	

Студент Цапін А.С.

_____ (підпис)

Керівник проекту Кишенько В.Д.

_____ (підпис)

Анотація

Дана кваліфікаційна робота присвячений розробці системи автоматизації процесу подачі буряків на виробництво.

В проекті розроблена документація на систему автоматизації, в склад якої входить : опис технологічного об'єкту управління, схема автоматизації, конфігураційна схема, принципові схеми управління і сигналізації.

Розроблене програмне забезпечення для даного відділення. 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 приведена оцінка рівня автоматизації технологічного процесу в цілому.

Ключові слова: кваліфікаційна робота, система автоматизації, подача буряку, Unity PRO, Schneider Electric.

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

Abstract

This thesis project dedicated to the development of the process automation system feeding beet production.

The project developed documentation automation system, in which includes: a description of the process object management scheme automation configuration diagram, schematic diagrams and control systems.

The software for this department. The program is designed in software Unity PRO from Schneider Electric. Robotospromozhnist program was tested on a real controller.

The project detail the options for technological solutions of automation systems, as well as an analysis of existing and developed system.

A comparative analysis of transients for different values of the parameters of the regulator.

The work shows the evaluation of process automation in general.

Key words: qualification work, automation system, beet feeding, Unity PRO, Schneider Electric.

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

Зміст

Вступ.....	7
1. Опис об'єкта автоматизації.....	8
1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації.....	8
1.2 Розробка завдання на систему автоматизації.....	12
2. Система автоматизації.....	14
2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО).....	14
2.2. Схема автоматизації.....	36
2.3 Специфікація приладів та засобів автоматизації.....	37
2.4. Проектне компонування мікропроцесорних контролерів.....	40
3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК.....	63
3.1. Загальна схема підключення.....	63
3.2. Розширені схеми підключення для окремих контурів.....	69
3.2.1 Схема автоматизації окремого контуру.....	69
3.2.2. Графічне зображення з'єднання між собою технічних засобів автоматизації.....	69
3.2.3 Принципова схема з'єднання між собою технічних засобів автоматизації.....	70
3.2.4 Опис схеми підключення.....	70
4. Креслення встановлення технічних засобів.....	75
5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК)......	78
6. Розробка людино-машинного інтерфейса оператора технолога.....	82
6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI.....	82
6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.....	86
Висновки.....	90
Бібліографічний список.....	91

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

Вступ

Економічне і соціальне значення та сучасний стан вирощування цукрових буряків. Серед технічних культур в Україні цукрові буряки займають особливе місце та одне з провідних, що забезпечує цукрову промисловість сировиною. Із загальної кількості світового виробництва цукру на їхню частку припадає 40%, а в окремих країнах вони становлять єдине джерело для одержання цього продукту. Коренеплоди культивованих сортів та гібридів цукрових буряків містять 16-І 8% цукру. При переробці на цукрових заводах його вихід становить 12-15%. Отож, при врожайності цукрових буряків 300 ц/га можна одержати 45-50 ц цукру з гектара.

Цінною для тваринництва є побічна продукція, яку одержують при вирощуванні цукрових буряків та переробці коренеплодів на цукрових заводах, - гичка, жом, меляса. Використання всіх видів побічної продукції при урожайності коренеплодів 300 ц/га забезпечує 50 ц корм, од. з 1 га посіву, а при використанні на корм коренеплодів і гички - до 100 ц корм. од. Цукрові буряки є важливим джерелом грошових надходжень і прибутків для сільськогосподарських підприємств. Цукор -продукт стратегічний він має високий експортний потенціал. Крім того, наявність цукрових буряків у сівозміні сприяє підвищенню культури землеробства, зайнятості населення та розвитку агропромислової інтеграції.

Цукрові заводи, які здебільшого розташовані в сільській місцевості, є й будуть фінансовим джерелом, що забезпечує розвиток сільських територій. Цукрові заводи створюють виробничу інфраструктуру опікуються школами, лікарнями, дитсадками, житловими будинками своїх працівників.

Україна належала і належить до найбільших виробників цукрових буряків і цукру з них. До 90-х років ХХ століття частка України становила близько до 15% світових посівів цукрових буряків, 14% їхніх валових зборів та 10% виробництва цукру. І сьогодні Україна входить до першої п'ятірки у світі з виробництва цукрових буряків на одну особу населення.

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

1. Опис об'єкта автоматизації

1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації.

На сучасному механізованому складі буряку пристроями для активного вентилявання обладнується близько половини кагатів.

Єдиними «важелями» управління процесом активного вентилявання виявляються включення вентиляторів при нормальних умовах і відключення - при несприятливих, а також зволоження при необхідності вентиляючого повітря.

Вхідними величинами системи управління температурно-вологісним режимом зберігання буряка в кагатах є температура буряка в певних точках кагату і відносна вологість зовнішнього повітря. Інформація про ці параметри формується відповідно датчиками.

Контроль температури дозволяє своєчасно виявляти зони буряка, які потребують першочергової переробці. Зволоження вентиляючого повітря проводиться при $\phi < \phi_3 = 80-85\%$ за умови включення вентилятора. Подача води в канали, вентилятори яких відключені, виключається завдяки блокуванню.

Тракт подачі буряка і мийне відділення. Система управління трактом подачі буряка на переробку незалежно від способу подачі і використовуваного обладнання будується з урахуванням слідуєчих міркувань: продуктивність заводу по буряках задається бурякопереробним відділенням, тому темп подачі буряка повинен відповідати темпу її переробки; показником цієї відповідності є поточне значення кількості буряка по масі або рівню, що знаходиться над бурякорізко.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Цапін А.С</i>			<i>Розробка системи автоматизації буряко-приймального відділення цукрового заводу</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Кишенько</i>					8	6
<i>Зав каф</i>		<i>Смітюх Я.В.</i>				<i>НУХТ АК-4-1</i>		
<i>Секретар ЕК</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>						

З ростом одиничної потужності заводів управління трактом подачі буряка ускладнюється через збільшення протяжності тракту і загальної маси буряководяної суміші в потоці. Тому в кожному конкретному випадку при синтезі системи керування повинна вирішуватися задача раціонального розчленування тракту на ділянки з метою поліпшення його динамічних характеристик як об'єкта управління. «Поведінка» буряка в гідротранспортері визначається як швидкістю її руху, так і відносною густини при вмісті 22-24% сухих речовин (у кг/м³): свіжої 1080-1120, підв'яленої 1300-1400.

В якості датчиків рівня можуть застосовуватися також ультразвукові рівнеміри або тензодатчики. В останньому випадку бункер не повинен виконуватися в якості несучої конструкції і мати свободу переміщення у вертикальному напрямку.

Управління кількістю подачі буряка шляхом дії на пульсуючий шибер здійснює контур багатоімпульсного регулювання електричного навантаження бурякомийки.

Технологічна схема мийного відділення зі бурякомийки барабанного типу характеризується розгалуженими водними потоками. Одне із завдань системи управління - підтримання матеріального балансу цих потоків при економній витраті свіжої води і забезпеченні необхідної якості очищення буряків.

Коренеплоди укладають в кагати на заздалегідь підготовленому кагатному полі. Коренеплоди цукрового буряка – живі організми, в яких протікають процеси дихання, а при неправильному зберіганні може відбуватися проростання і загнивання коренеплодів цукрового буряка.

Проростання характеризується відношенням маси паростків до маси всього буряка в зразку. Проростання починається через 5–7 діб після прибирання при підвищеній температурі і вологості. Коренеплоди, що знаходяться в кагаті, проростають нерівномірно: у верхній частині в 2 рази інтенсивніше, ніж в нижній. Проростання – негативне явище, оскільки веде до втрат сахарози, у зв'язку з посиленням дихання і збільшення виділення теплоти. Інтенсивніше

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

проростають коренеплоди в не вентиляльованих кагатах, і на яких залишилися паросткові бруньки.

Для боротьби з проростанням відділяють верхівки голівки коренеплоду при збиранні і обробляють коренеплоди перед укладанням в кагати 1% розчином натрієвої солі гідрозиду малеїнової кислоти (3–4 л на 1т буряка). Якщо головка буряка низько зрізана, або вона злегка підв'ялена, то при укладанні в кагати використовують 0,3%–й розчин пірокатехіну (3–4 л на 1т буряка).

Мікроорганізми в першу чергу розвиваються на відмерлих клітинах, механічно пошкоджених, підморожених і підв'ялених ділянках коренеплодів, потім уражаються живі, але ослаблені клітини. Тому важливою умовою оберігання сировини від псування є її цілісність. Необхідно створити сприятливі умови для захисних реакцій у відповідь на механічні та інші пошкодження.

Для придушення життєдіяльності мікрофлори на коренеплодах застосовують 0,3%–й розчин пірокатехіну, 18–20%–й розчин вуглеаміаку (2–2,5% на 1т буряка), препарат ФХ–1(1–1,5% до маси оброблюваного буряка). ФХ–1 є суспензією свіжого фільтраційного осаду (1,05–1,15г/см³), обробленого свіжим хлорним вапном (1,5% до маси буряка).

Велике значення має температура і вологість як для проростання, так і для розвитку мікроорганізмів. Підтримка температури 1–2 °С, газового складу повітря в міжкореневому просторі, вологості за допомогою примусового вентилявання кагатів, ліквідація осередків гниття сприяють збереженню коренеплодів цукрового буряка від гниття, проростання.

Механізовані способи обробітку і збирання цукрового буряка привели до того, що значно збільшилася його забрудненість.

За останні роки забрудненість приймальної сировини в середньому по Україні склала 14–16%, в окремих випадках, перевищувала 30%.

Домішки, потрапляючи в кагат, ущільнюють його простір, погіршують аерацію. Крім того, дрібні корені і бій легко вражаються мікроорганізмами, тим самим сприяючи масовому гниттю сировини.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Буряк на виробництво надходить з кагатного поля по гідротранспортері, який оснащений буряконасосами, камне- та соломо-ловушками, а також бурякомийками. Спочатку йде через камнеловушку, потім через солломовушку, далі потік поділяється на 2 частини за допомогою двох буряконасосів. Далі ці два потоки з'єднуються в один, і знову проходять очистку через камне, а потім солломовушку, далі буряк знову поділяється на два потоки і йди на бурякомийки, які працюють паралельно, далі буряк йде на транспортер, а після цього на елеватор, який засипає буряк у бункер, який призначений ля узгодження роботи тракту подачі буряків і бурякоперероблюючого, і розташований над бурякорізками. Для стабільної безперебійної роботи цукрового заводу запас буряків в бункері повинен бути розрахований на 20-30 хв роботи заводу.

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

		барабану					
		Тиск стисненого повітря на соломовловлювач, КПа	300 ± 15	Контроль	Сигналізація	АРМ оператора	
		Тиск води на соплоапарати, КПа	900 ± 20	Контроль	Сигналізація	АРМ оператора	
		Витрата води, % до маси буряка	35 ± 20	Регулювання	Стабілізація	Вплив на витрату води	
		Рівень в гідротранспортері	$90\% \pm 3\%$	Регулювання	Стабілізація	Вплив на витрату води	

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:

					Кваліфікаційна робота			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Цапін А.С				Розробка системи автоматизації буряко-приймального відділення цукрового заводу	Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник	Кишенько						14	49
Зав каф	Смітюх Я.В.					НУХТ АК-4-1		
Секретар ЕК	Проскурка Є.С.							

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

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

Безконтактні (пірометри) на:

а) квазімонохроматичні ($700\dots10000$ ° С);

б) спектрального відношення ($300\dots2800$ °С);

в) повного випромінювання ($-50\dots3500$ °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 передачі та реєстрації показів, значна теплова інерційність, незручність зняття показів і

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						15
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

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.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Недоліки:

- Для отримання високої точності вимірювання температури (до $\pm 0,01$ ° C) потрібна індивідуальна градуювання термопар.
- 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 ° C), можуть виникати похибки вимірювані при великій довжині термопарних і подовжувальних проводів.

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

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 кваліфікаційній роботі термометри опору є найбільш оптимальними засобами для вимірювання температури.

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

В кваліфікаційній роботі для вимірювання температури використовується ПВП вимірювання температури pt100, із вторинним перетворювачем Sitrans TF2.

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

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

Останнім часом виготовляються мідні термометри типу ТСМУ з нормувальними перетворювачами, розміщеними у їхніх головках, а також аналогічні платинові ТСПУ, з уніфікованими вихідними сигналами (4-20 мА). Це, так звані, інтелектуальні датчики.

Конфігуруємий Sitrans TF2 (рис. 2 та 3) - це компактний вимірювальний перетворювач температури з цифровим дисплеєм та термо-метром опору Pt100. Призначення приладу - індикація та контроль температури, що вимірюється на технологічній лінії за місцем, а також дистанційна передача сигналу вимірювальної інформації на відстань.

Загальний огляд

Вимірювальний перетворювач температури SITRANS TF2 (рис.2) об'єднує три компоненти в одному приладі:

термометр опору Pt100 в захисній трубіці із нержавіючої сталі;

- корпус із нержавіючої сталі з високим класом захисту;
- вбудований та конфігуруємий за допомогою трьох клавiш мікропроцесорний вимірювальний перетворювач з рідинно-кристалевим дисплеєм (РКД). Випускаються осьова та радіальна конструкції TF2.

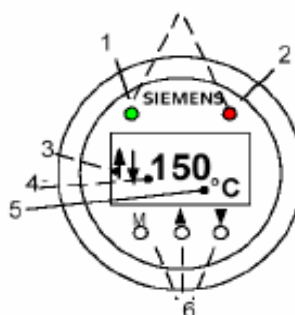
Переваги приладу

- висока точність вимірювання та індикація з дозволяючою властивістю 1/100 °С в усьому діапазоні вимірювання;
- конфігуруємі діпазони вимірювання в межах від -50 до +200°С; сигналізація (+/-) про перевищення заданого межового значення температури на РКД, а також за допомогою червоного світло діоду (рис.2.2).

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

Конструкція

Корпус SITRANS TF2 (рис.1.1) виготовлений із інструментальної сталі (Ø 80 мм) та оснащений захисним склом. В захисну трубу із інструментальної сталі з різьбовим з'єднанням вмонтований температурний датчик Pt100. За рахунок використання інструментальної сталі при виготовленні захисних труб досягається висока хімічна стійкість, яка визначає високу ступінь захисту температурного датчика від впливу вимірюваного за температурою середовища. У стандартному виконанні довжина захисної труби складає 170 мм або 260 мм. На зворотній стороні корпуса розташовані клеми для підключення живлення за рахунок струмового ланцюга (петлі) 4...20 мА. Підключення здійснюється через рознім в відповідності з EN 175301-803A.



- 1 Зелений світлодіод
- 2 Червоний світлодіод
- 3 Жидкокристаллический индикатор: выход за верхнее / нижнее предельное значение
- 4 Жидкокристаллический индикатор: отображаемое значение
- 5 Жидкокристаллический индикатор: единица измерения
- 6 Клавиши управления

Рис. 2.1 Зовнішній вигляд термометра опору Рис. 2.2 Дисплей термометра

На передній стороні корпуса знаходиться п'ятирозрядний дисплей під скляною кришкою. Під дисплеєм розташовані три клавіші конфігурування SITRANS TF2. Над дисплеєм розташовані один зелений та один червоний світлодіоди для індикації стану приладу.

Принцип роботи

Вимірювальний перетворювач TF2 (рис.2.1) можна розділити на наступні функціональні блоки і окремі функції:

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

Вхід: RTD – термометр опору Pt100; I_k – стабілізоване джерело струму;

A/D – аналого-цифровий перетворювач.

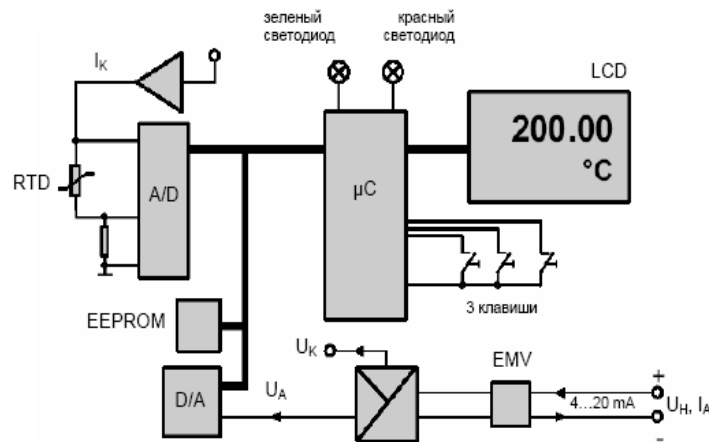


Рис.2.3 Аналогово-цифровий перетворювач Sitrans

Вихід: D/A – цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП); U/I – перетворювач напруги в струм, який живиться від стабілізованого джерела каліброваної напруги U_k та перетворює напругу ЦАП в уніфікований вихідний сигнал по струму (4...20 мА); EMV – вихідний каскад з захисними компонентами, який об'єднує струм живлення з уніфікованим вихідним сигналом по струму; U_H – джерело живлення постійного струму в межах +12 В - +36В; I_A – уніфікований вихідний сигнал по струму (він же струм споживання).

Мікроконтролер:

EEPROM – перепрограмуємий запам'ятовуючий пристрій для всіх параметрів; μC – функції обчислення та контролю мікроконтролера.

Вихід: D/A – цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП); U/I – перетворювач напруги в струм, який живиться від стабілізованого джерела напруги та перетворює напругу ЦАП в уніфікований вихідний сигнал по струму (4...20 мА); EMV – вихідний каскад з захисними компонентами, який об'єднує струм живлення з уніфікованим вихідним сигналом по струму; U_H –

джерело живлення постійного струму в межах +12 В - +36В; I_A – уніфікований вихідний сигнал по струму (він же струм споживання).

Керування та індикації: 3 клавіші – конфігурування параметрів перетворювача;

LCD – індикація вимірюваних величин з одиницями вимірювання (РКД);

Зелений світлодіод – індикація нормального режиму роботи;

Червоний світлодіод – індикація повідомлень про помилки та при виході параметру за встановлені межі.

Первинний вимірювальний перетворювач RTD (Pt100) (рис.2.4), що знаходиться в об'єкті, отримує живлення від стабілізованого джерела струму I_k . Спад напруги на датчику відповідає вимірюваній температурі. Аналого-цифровий перетворювач (A/D) перетворює спад напруги у цифровий сигнал. В мікроконтролері (μC) відбувається лінеаризація сигналу у цифровій формі і відтворюється у цій формі у відповідності з необхідними даними (наприклад, вибраною одиницею вимірювання або необхідному діапазону), що запрограмовані заздалегідь та зберігаються в енергонезалежній постійній пам'яті EEPROM, яка дозволяє перепрограмування.

Основною перевагою перетворювача Sitrans TF2 є схема живлення в два проводи, в якій виконано об'єднання ланцюга живлення перетворювача з одночасним передаванням по ньому сигналу вимірювальної інформації - вихідного уніфікованого аналогового сигналу по струму в межах 4...20 мА, який відповідає значенню вимірюваної температури. Тобто, при налаштованому початковому значенні вимірюваної температури, схема перетворювача споживає струм 4 мА напругою постійного струму в межах 12...30В. В кінці діапазону – перетворювач споживає струм 20 мА при тих же межах напруги живлення.

Для передавання інформації про значення вимірюваної температури немає необхідності в додаткових лініях зв'язку. Для отримання цієї інформації

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

достатньо в ланцюг підведення живлення в два проводи, ввімкнути опір навантаження величиною $R_L \cong 500 \text{ Ом}$ (рис.2.4) та отримати на ньому, на необхідній відстані від місця вимірювання, спад напруги, який може бути використаний, наприклад, для перетворення в аналого-цифровому перетворювачі (АЦП) мікропроцесорного контролера системи керування технологічним процесом.

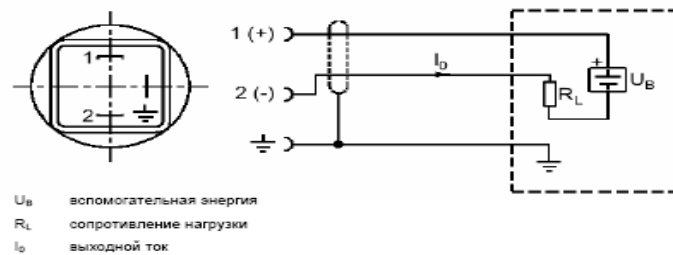


Рис.2.4. Схема підключення TF2 до двопроводової лінії живлення.

Технічні характеристики TF2:

Вхід: вимірювана величина – температура в діапазоні від $-50\dots+200^\circ\text{C}$.

Вихід: уніфікований сигнал $4\dots 20 \text{ мА}$ по дротам живлення.

Нижня (мінімум) - $3,6 \text{ мА}$ та верхня межа стуму (максимум) - 23 мА .

Вихід захищений: від от невірною під'єднання джерела живлення за полярністю, від перевищення напруги живлення та від короткого замикання.

Максимальний опір навантаження: $U_H - 12\text{V} / 0,023\text{A}$.

Характеристика перетворення – прямо пропорційна вимірюваній температурі.

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

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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.

Кондуктометричні сигналізатори рівня

Принцип дії кондуктометричних приладів заснований на вимірюванні електричного опору рідин або сипучого середовища за допомогою спеціальних електродів, введених у вимірювальне середовище. Найпростішими пристроями подібного роду є сигналізатори рівня, що спрацьовують при замиканні двох електродів, що опускаються в ємність, з електропровідним матеріалом.

У харчовій промисловості широко поширені подібні сигналізатори рівня, що випускаються приладобудівною промисловістю. Прилади забезпечують сигналізацію рівня з погрішністю ± 5 мм при температурі робочого середовища до 200°C .

Контактний кондуктометричний метод може бути використаний і для безперервного вимірювання рівня, для чого вимірювальні перетворювачі повинні бути укомплектовані спеціальною системою автоматичного спостереження, що забезпечує їх знаходження на рівні вимірюваного середовища. Однак подібні прилади не одержали поширення через громіздкість і невисоку надійність.

Висновки: даний метод забезпечує низьку точність вимірювання, і не може бути використаний в даному випадку.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Радіолокаційні (радарні) рівнеміри

Принцип дії всіх відомих радарних рівнемірів ґрунтується на вимірюванні часу розповсюдження радіохвилі від антени рівнеміра до поверхні продукту, рівень до якого вимірюється, і назад, при відомій швидкості її розповсюдження.

Переваги:

висока точність вимірювання;

надійність конструкції;

стійкість до агресивних середовищ;

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

Радарний рівнемір БАРС352І

Призначений для безперервного безконтактного високоточного (похибка вимірювання ± 1 мм) вимірювання рівня різних рідких середовищ: світліе нафтопродукти, нафта і темні нафтопродукти, будь-які рідини (як провідні, так і непровідні), їдкі хімічні реагенти (луги, кислоти та їх розчини), пасти, розчинники, фарби, в технологічних і товарних резервуарах, в тому числі і в ємностях, що знаходяться під надлишковим тиском, як автономно, так і в складі систем комерційного обліку.

Основна перевага перед радарних рівнеміром БАРС351І - більш стабільна робота в умовах інтенсивних випарів, за рахунок застосування Двухантенний схеми.

Принцип дії

Радарний рівнемір БАРС352І є радіохвильовий далекомір з безперервним випромінюванням. Блок обробки формує радіосигнал з періодичної лінійної модуляцією частоти, що випромінюється антеною в напрямку контрольованого

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

середовища. Радіохвиля проходить через вільний простір, відбивається від поверхні контрольованого середовища, поширюється в зворотному напрямку, приймається антеною і знову надходить у блок обробки, де взаємодіє з сигналом, випромінюваних в даний момент часу.

Сигнальний процесор виробляє спектральну обробку вимірювального сигналу і виконує обчислення поточного рівня, яке перетворюється в цифровий код і аналоговий струмовий сигнал і передається по лініях інформаційного зв'язку на зовнішні пристрої.

Радарний рівнемір БАРС352І передбачає експлуатацію спільно з зовнішніми пристроями:

- ПЕОМ з програмним забезпеченням;
- універсальний вторинний перетворювач УВП-02;
- блок контролю і управління БУК-01;
- аналоговий показує прилад (міліамперметр);
- реєструючий прилад (самописець).

Радарні рівнеміри БАРС352І можуть бути об'єднані в локальну мережу з інтерфейсом RS485, що дозволяє підключити без повторювачів сигналу до 32 приладів на одну лінію зв'язку. При наявності повторителів в лінії зв'язку можливе підключення 250 приладів.

виконання приладів

Радарний рівнемір БАРС352І конструктивно складається з блоку обробки і механічно з'єднаної з ним антенно-хвильової системи (АВС). Блок обробки є вибухонепроникну оболонку з алюмінієвого сплаву, усередині якої розміщені всі електронні вузли і блоки приладу. АВС включає приймально-передавальну антену і сполучну хвильову секцію. Деталі АВС, які безпосередньо контактують з атмосферою резервуара, виконані з матеріалів, стійких до хімічних впливів - нержавіючої сталі і фторопласта. Для установки

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

приладу на фланці патрубку робочого резервуара служить монтажний фланець, прикріплений до АВС.

Для забезпечення можливості монтажу радарного рівнеміра на фланцях резервуарів і ємностей з різними геометричними розмірами, використання рівнемірів на резервуарах з надлишковим тиском і підвищеною температурою контрольованого середовища, випускається ряд виконань приладу. Виконання відрізняються конструкцією АВС, пристосованих до різних параметрів контрольованого середовища, наявністю труби-хвилеводу.



Рис. 2.5 Зовнішній вигляд БАРС352І

Переваги:

Використання принципу радіолокаційних безконтактних вимірювань, застосування найсучаснішої елементної бази та передових методів побудови та тестування виробів забезпечують приладу такі переваги:

- висока точність вимірювань (похибка вимірювання ± 1 мм);
- висока надійність;

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

- незалежність точності і стабільності вимірювань від впливу дестабілізуючих факторів (температура навколишнього середовища, наявність випарів всередині резервуара, агресивний характер контрольованого продукту і т.п.);
- стабільна робота в умовах інтенсивних випарів;
- повна автоматизація, що гранично полегшує установку, включення і експлуатацію приладу;
- можливість роботи у вибухонебезпечних зонах;
- повна безпека для персоналу підприємств зважаючи на малу потужності випромінювання (істотно нижче існуючих норм), а також - повної локалізації радіохвиль всередині резервуара;
- легкість інтеграції приладу в інформаційну мережу підприємства і АСУТП;
- автоматичні самодіагностика і сигналізація внутрішніх відмов;
- можливість роботи при істотній зміні живлячої напруги;
- невелика споживана потужність.
- вибухозахист

Радарний рівнемір БАРС352І має маркування «1ExdІІВТ4 Х» по ГОСТ Р 51330.0-99 (МЕК 60079-1-98), відповідає вимогам ГОСТ 12.2.007.0-75 і може встановлюватися у вибухонебезпечних зонах приміщень і зовнішніх установок згідно з гл. 7.3 «Правил улаштування електроустановок» (ПУЕ) та іншим нормативним документам, що регламентують застосування електрообладнання у вибухонебезпечних зонах.

Технічні дані:

НАПРУГА ЖИВЛЕННЯ БАРС352І: +18 ... 36 В

ПОХИБКА ВИМІРЮВАННЯ БАРС352І: ± 1мм

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

ДІАПАЗОН ВИМІРІВ БАРС352І: до 30 м

СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГІЇ БАРС352І, НЕ БІЛЬШЕ: 9 Вт

ВИХІДНІ СИГНАЛИ: безперервний струмовий 4 ... 20 мА

два цифрових виходу RS-485

УМОВИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ:

- температура навколишнього середовища $-40^{\circ}\text{C} \dots +50^{\circ}\text{C}$
- рівень температури контрольованого середовища $-40^{\circ}\text{C} \dots +100^{\circ}\text{C}$
- тиск в об'єкті контролю до 1,6 МПа
- відносна вологість до 95% (при 35°C)
- вібраційні навантаження 5 ... 80 Гц, 1 g

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 вимірює мий 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;

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

е) багатотрубний манометр;

ж) компресійний манометр.

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

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

матеріалу (константану, або сплавів нікеля і міді чи нікелю і хрому), але за його деформації вимірюваним тиском.

П'єзоелектричні (п'єзокварцеві) манометри – принцип дії ґрунтується на властивості деяких крystalічних 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 різномаяття 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.

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

Як матеріали для тензоперетворювачів використовуються константан, сплави міді й нікелю, нікелю й хрому. Поряд з металевими тензоперетворювачами дедалі ширше застосовуються напівпровідникові, які відзначаються значно вищою чутливістю, меншими габаритами і масою.

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 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.5.

Перетворювач (рис.2.6,б) вміщує вбудований інтегральний тензомодуль, який складається із тонкоплівкової п'єзорезисторної мостової вимірювальної комірки з керамічної мембрани та електронної плати, що

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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.

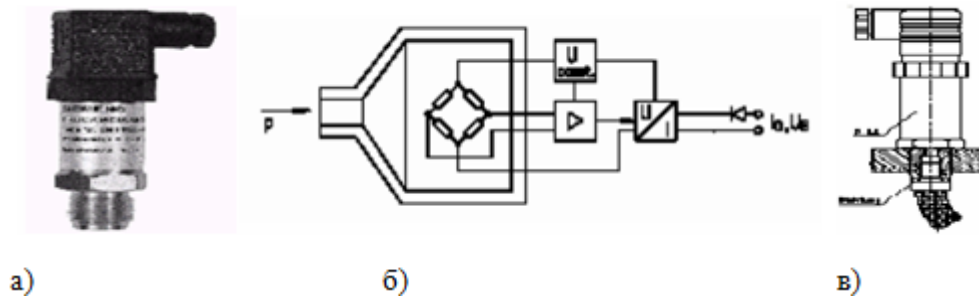


Рис.2.6. Загальний вигляд а), структурна схема б) та варіант під'єднання **Sitrans P** серії **Z** до вимірюваного тиску.

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 $\gamma_{пр}$.

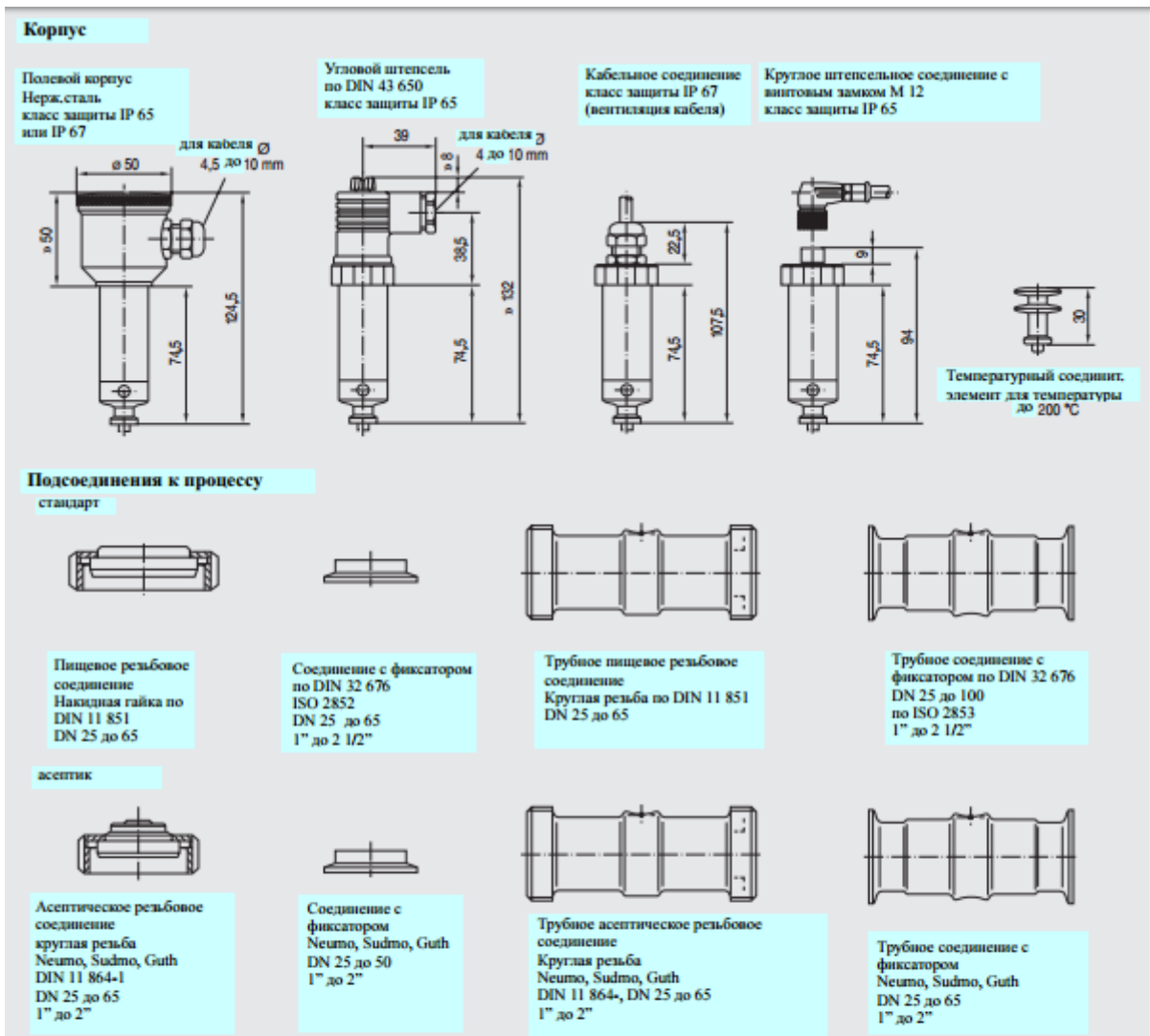


Рис 1/72 Размеры

Схема соединения

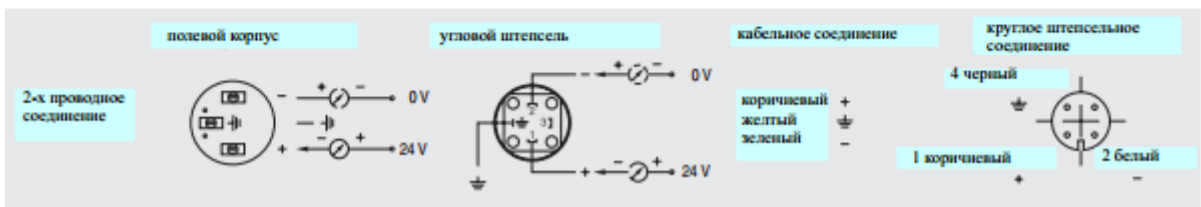


Рис 1/73 Схема соединения

Рис.2.7 Зовнішній вигляд та монтаж Sitrans P ZD

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Вологість

Вологість повітря, газів, твердих та сипких матеріалів необхідно контролювати в ході різних технологічних процесів, а також під час зберігання продуктів в складських приміщеннях та холодильних камерах.

Вміст вологи в газовому середовищі характеризується абсолютною або відносною вологістю.

Абсолютна вологість газового середовища - це масова кількість (концентрація) водяної пари, що міститься в 1 м³ газового середовища. Одиниці вимірювання абсолютної вологості: кг/м³ або г/м³.

Відносна вологість газового середовища ($\psi, \%$) або степінь його насичення - це відношення абсолютної вологості газового середовища M_A певного об'єму до масової концентрації (кількості) водяної пари M_H , яка насичує це середовище за даної температури.

$$\psi = \frac{M_A}{M_H} 100\%. \quad (8.7)$$

Для вимірювання вологості газових середовищ найбільше використовуються методи: сорбційний, точки роси та психрометричний.

Суть сорбційного методу полягає у використування властивості деяких речовин, із пористою структурою, поглинати вологу на поверхню цих пор із навколишнього газового середовища. І ця поглинута волога знаходиться у стані рівноваги з вологістю контрольованого за вологістю середовища. Кількість води, що адсорбується на поверхні такого ПВП, збільшується із збільшенням вологості газового середовища. Одночасно з цим, змінюються механічні (довжина ПВП, що виготовлений, наприклад, із капронової нитки чи целофану), електричні (електричний опір чи ємність ПВП, який виготовлений, наприклад, із мікропористого ебоніту) , масові, кольорові та інші властивості матеріалу (сорбенту), з якого виготовлений ПВП вологості.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В якості сорбентів використовують також пористе скло, кварц, оксидні алюмінієві плівки, плівки із йодистого срібла, кадмію чи свинцю, або спеціальні ПВП, що заповнені насиченим розчином хлористого літію. На рис.2.8 наведена схема чутливого елемента сорбційно-електролітичного вологоміра, насиченого розчином хлористого літію.

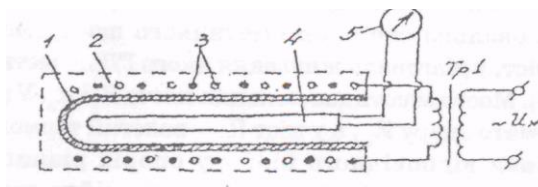


Рис.2.8. Схема літієвого чутливого елемента

Принцип дії перетворювача ґрунтується на зміні його електричного опору залежно від вологості повітря і електропровідності шару, насиченого розчином хлористого літію. Чутливий елемент вологоміра являє собою корозійне стійку, покриту шаром скловати 2 сталеву трубку 1, насичену розчином хлористого літію. У складову вмонтовані два спіральноманотані електроди 3, до яких підведено електроживлення від понижувального трансформатора Тр1. Розчин хлористого літію є провідником, тому по поверхні чутливого елемента проходить струм і відбувається його нагрівання. Вода з розчину випаровується, опір зростає, струм зменшується, нагрівання і температура перетворювача зменшуються. Хлористий літій знову поглинає вологу із навколишнього простору, і електропровідність перетворювача зростає, а температура збільшується. Після декількох таких коливань система перетворювача приходить у зрівноважений стан, що відповідає певній температурі. Ця температура, що пропорційна вологості навколишнього середовища, вимірюється малоінерційним термометром 4, розміщеним у середині трубки і ввімкненим у вимірний прилад 5.

Промисловістю випускаються сорбційно-електролітичні вологоміри типу БВ-4 з уніфікованим сигналом 0 — 5 мА.

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

В кваліфікаційній роботі використовується ємнісний датчик вологості ДВТ-02.

Застосування: для вимірювання відносної вологості і температури повітряного середовища.

Технічні характеристики

ДВТ (датчик вологості і температури);

Тип ємнісного елемента: НІН;

Вихідний сигнал: 4 ... 20 мА, 0 ... 10 В, RS485, послідовний 2-хпровод. інтерфейс I2C.;

Діапазон отн.влагності: % 0 ... 100 (без конденсату);

Діапазон температури: ° С 0 ... 60 (для НІН), -20 ... 60 (для SHT);

Клас точності по відносній вологості в діапазонах 0 ... 10% - 6; 10 ... 89% - 3; 89 ... 93% - 4; 93 ... 100% - 8 (для НІН);

Клас точності по температурі (тільки для ДВТ): 1,0;

Зовнішнє живлення: 15-24 В DC.

Конструктивні особливості: погрузная модель. Ємнісний чутливий елемент захищений мікропористим повітропроникним фільтром і не вимагає обслуговування. Плата перетворення вбудована в пластиковий корпус Z65.

Можливо виготовлення датчика зі штуцером M20x1,5 (модель -08a), як показано на малюнку нижче.

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

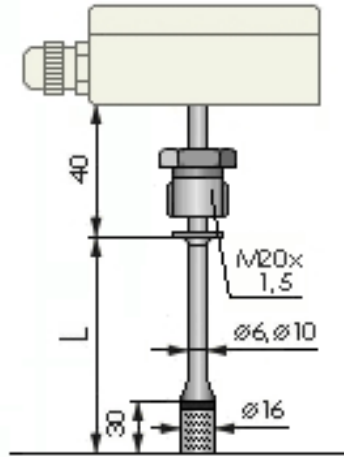


Рис. 2.9 Зовнішній вигляд вологоміра ДВТ-02

2.2. Схема автоматизації.

Контур вимірювання температури

Відбувається вимірювання температури в кагаті. Вимірювання відбувається за допомогою ПВП термометра опору pt100, сигнал із датчика передається на вторинний перетворювач Sitrans TF2 (1a), з нього на модуль аналогових входів МПК, сигнал опрацьовується в програмі, і значення виводиться на екран оператора.

Контур вимірювання вологості

Відбувається вимірювання вологості в кагаті. Вимірювання відбувається за допомогою автоматичного вологоміра ДВТ-02 (8a), з нього на модуль аналогових входів МПК, сигнал опрацьовується в програмі, і значення виводиться на екран оператора.

Контур вимірювання та регулювання рівня

Вимірювання та регулювання рівня відбувається в бункері приймачі та в гідротранспортері. Вимірюємо за допомогою радарного рівнеміра БАРС 352И (2a). Сигнал із датчика 2a передається модуль аналогових входів МПК, та на блок ручного управління БРУ-10 (2б), який може працювати в ручному і автоматичному режимах. Вхід БРУ з'єднаний із вихідним каналом модуля

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

аналогових виходів контролера, а вихід БРУ з'єднаний із частотним перетворювачем Lenze 8200 Vector (2в). Якщо режим роботи автоматичний, то через модуль аналогових виходів сигнал 4-20 мА надходить на БРУ, на виході із БРУ-10 видається аналогічний сигнал 4-20 мА, що і на його вхід від модуля аналогових виходів. У разі ручного режиму управління ручним за датчиком регулюється значення стумового сигналу на виході БРУ-10, таким чином значення відкриття клапану подачі води, незалежно від роботи програми.

Відбувається регулювання рівня в гідротранспортері. Вимірюємо за допомогою радарного рівнеміра БАРС 352И (3а). Сигнал із датчика За передається модуль аналогових входів МПК, опрацьовується в програмі, і якщо є розузгодження із заданим значенням, то через модуль аналогових виходів струмовий сигнал 4-20 мА надходить на електропневмоперетворювач ЕПП-1211 (3б), де перетворюється в уніфікований пневматичний сигнал 20-100 КПа, і далі надходить на пневмоклапан Метран 8560 (3в), який змінює положення регулюючого органу, і змінює витрату води в агідротранспортер.

Також проводиться індикація рівня в різних точках гідротранспортера датчиками рівня 4а-6а.

Контур вимірювання тиску

Відбувається індикація тиску після вентилятора кагату. Сигнал 4-20 мА із тензOMETричного ПВП тиску Sitrans P ZD (7а) надходить на модуль аналогових входів МПК, а далі на екран оператора.

2.3 Специфікація приладів та засобів автоматизації

№ п.п.	№ Позиції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Одиниця вимірювання	Кількість, шт.	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
1	2а-6а	Радарний рівнемір НАПРУГА ЖИВЛЕННЯ	БАРС35 2И	Шт.	5	Промприбор

					<i>Кваліфікаційна робота</i>		Арк.
							37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

№ п.п.	№ Поз-ції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Одиниця вимірювання	Кількість, шт.	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
		<p>БАРС352I +18 ... 36 В</p> <p>ПОХИБКА ВИМІРЮВАННЯ</p> <p>БАРС352I ± 1мм</p> <p>ДІАПАЗОН ВИМІРІВ</p> <p>БАРС352I до 30 м</p> <p>СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГІЇ, НЕ БІЛЬШЕ:</p> <p>БАРС352I 9 Вт</p> <p>ВИХІДНІ СИГНАЛИ:</p> <p>безперервний струмовий 4 ... 20 мА</p> <p>два цифрових виходу RS-485</p>				
2	1а	<p>Термометр опору</p> <p>Вихідний сигнал: 4...20 мА</p> <p>Діапазон вимірювання -50...180 °С,</p> <p>Клас точності-0,25.</p>	Sitrans TF2	Шт.	1	Siemens
3	7а	<p>Манометр показувальний Sitrans P</p> <p>Верхня межа вимірювання – 1.6 МПа.</p> <p>Клас точності -0,25.</p> <p>Вихідний сигнал: 4...20 мА</p>	Sitrans P Серія ZD	Шт.	1	Siemens
4	8а	<p>ДВТ (датчик вологості і температури)</p> <p>Тип ємнісного елемента: НІН</p> <p>Вихідний сигнал: 4 ... 20 мА, 0 ... 10 В, RS485, послідовний 2-хпровод. інтерфейс I2C.</p> <p>Діапазон отн.влагості: % 0 ... 100 (без конденсату)</p> <p>Діапазон температури: ° С 0 ... 60 (для НІН), -20 ... 60 (для ШНТ)</p> <p>Клас точності по відносній вологості в діапазонах 0 ... 10% - 6; 10 ... 89% - 3; 89 ... 93% - 4; 93 ... 100% - 8 (для НІН)</p> <p>Клас точності по температурі (тільки для</p>	ДВТ-02	%	2	ОАО «ТЕРА»

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

№ п.п.	№ Позиції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Одиниця вимірювання	Кількість, шт.	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
		ДВТ): 1,0 Зовнішнє живлення: 15-24 В DC				
5	2в	Перетворювач частоти Аналоговий вхід (0-10В, 0-20mA, 4-20mA); Напруга живлення: 180...264 V AC; Діапазон вихідної частоти: 0...240 Гц; Робоча температура: 0..55 ° C;	8200 Vector	Шт.	1	Lenze
6	КМ1- КМ16	Магнітний пускач (контактор) Кількість полюсів: 3 Номинальний струм, А: 60 Ланцюг управління, В: 220 Тип приєднання: зажим під гвинт Блок контактів: 1НО+1НЗ	LC1D95 M7		16	"Schneider electric"
7	SB1- SB16	Вимикач кнопочний для комутації електричних ланцюгів керування змінного струму частотою 50 і 60 Гц напругою до 660 В і постійного струму напругою до 440 В.	ВК14-21		16	ООО "Примтек"
8	3б	Елект.-пневмат. перетворювач. Вх.сиг. 4-20 мА Вих. сиг. 20-100 кПа. Номинальний тиск повітря живлення: 140 кПа	ЕП-1211	Шт.	1	Промпбор
9	3в	Пневматичний клапан. Вх. Сиг: 20-100 кПа. Вих. сиг: 0-100% ХРО Діаметр умовного проходу: 180 мм. Тиск умовний: 2 ... 5 МПа	8560	Шт.	1	Метран
10	2б	Блок ручного управління Аналоговий вхід (індикація параметра): - 0-5 мА (Rвх = 400 Ом);	БРУ-10	шт	1	Мікрол

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

39

№ п.п.	№ Позиції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Одиниця вимірювання	Кількість, шт.	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
		- 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. Інтерфейс / протокол: - RS-485 / ModBus. Аналоговий вихід: - 0-5 мА ($R_{н} \leq 2 \text{ кОм}$); - 0 (4) -20 мА ($R_{н} \leq 500 \text{ Ом}$); - 0-10 ($R_{н} > 2 \text{ кОм}$). Чотири переключаючих реле: - 1, 2 вихід: до = 34В, 250мА; - 3, 4 вихід: до 220, 0,25А.				

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.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 (рис. 1.14)..

, 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.

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

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

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. 1.15.

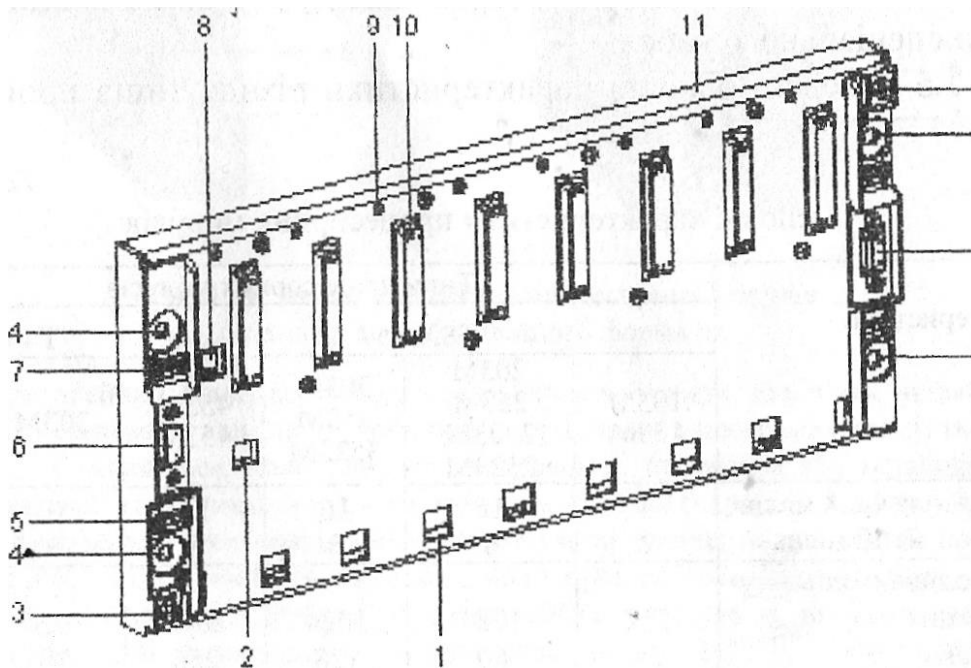


Рис.2.10 Шасі контролера Modicon M340. I - апертури для закріплення модулів; 2 - апертура, яка гарантує правильне розташування модуля живлення на шасі. Оскільки модуль живлення має виступ на лицьовому боці модуля, його неможливо встановити у іншій позиції; 3 - клемма для заземлення шасі, 4 - отвори для 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; 10-48- штирковий рознім для під'єднання модуля до шасі., II - металева пластина, що є основою для

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

розташування електронної карти шини X Bus і захисту її від впливу електромагнітних перешкод; установлення МОДУЛІВ контролера

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. 1.5 наведені основні характеристики різних типів процесорних модулів.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						43
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Характеристики	Тип процесорних модулів					
		TSX P57			T PCX 57	
	153M	203M 253 M 2023M 2523M	303M 353M 3523 M	453M 453M	203M	353M
Кількість шасі: - на 4,6,8 місць	4	16	16	16	16	16
- на 12 місць	2	8	8	8	8	8
Кількість входів/виходів у шасі: - дискретних	512	1024	1024	2048	1024	1024
- аналогових	24	80	128	256	80	128
Кількість спеціальних модулів:	8	24	32	64	24	32
Кількість мереж	1	1	3	4	1	3
Кількість конфігурованих контурів регулювання	10	10	15	20	10	15
Пам'ять: - вбудоване ОЗУ	32	48	64	128	48	96
- розширення ОЗУ	64	160	384	512	160	384

Модулі процесорів розрізняються функціональними можливостями, основними з яких є:

- кількість шасі, які можуть входити до складу ПЛК;
- кількість входів-виходів, які може обробити контролер;

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

- кількість спеціальних модулів;
- кількість і типи мереж, до яких може під'єднуватись ПЛК;
- кількість конфігурованих контурів регулювання;

На рис. 2.11 показані загальні види процесорних модулів, які встановлюються на шасі.. За розміром вони бувають двох форматів: стандартного і подвійного.

Процесорні модулі 253М, 353М і 453М мають інтегровану польову шину FІРІО, до якої можна під'єднувати віддалені дискретні і аналогові сигнали. А модуль мережі Ethernet.

При виборі процесора Т РСХ 57 хх3М, місце для встановлення процесорного модуля на шасі залишається вільним.

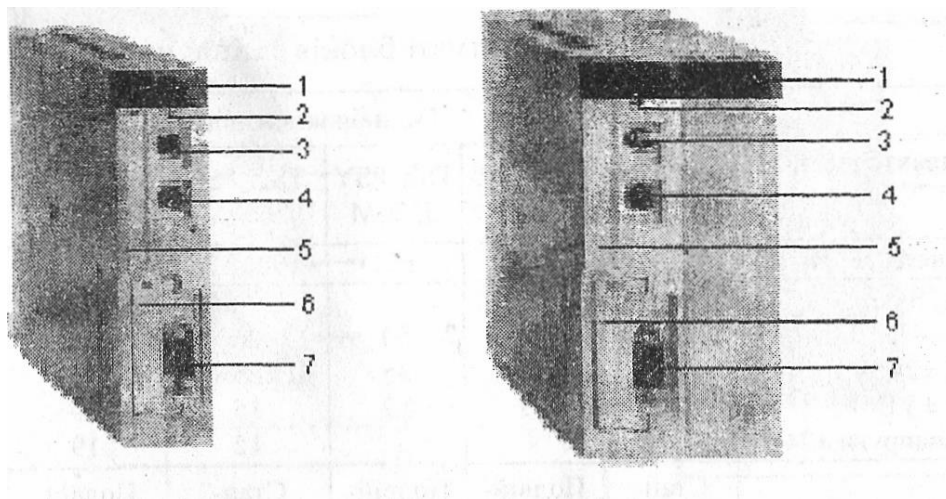


Рис. 2.11 Загальний вигляд процесорних модулів стандартного і подвійного форматів:

I - 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 пристрої (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 ЩК; 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 F1PWAY, 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.1.6 наведені типи й основні технічні характеристики блоків живлення.

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

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.

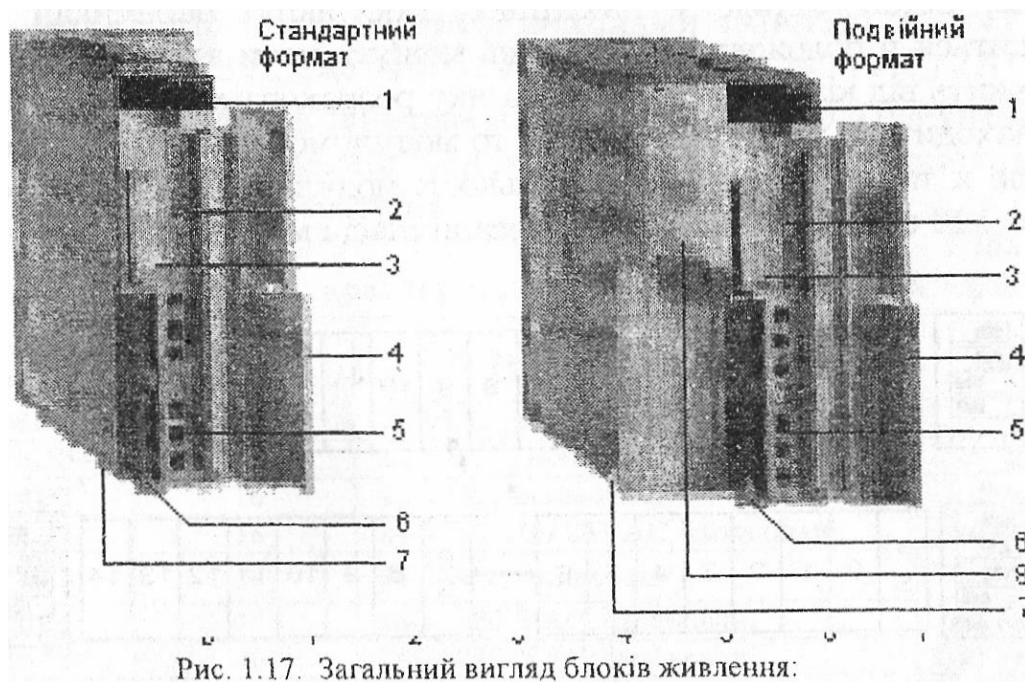


Рис. 1.17. Загальний вигляд блоків живлення:

Рис.2.12. Загальний вид блоку живлення. 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 батареяка 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.

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.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

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 НЕЮ У табл. 1.7 і 1.8 наведені основні технічні характеристики для різних типів дискретних модулів.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Основні технічні характеристики модулів дискретних входів

Позначення модуля	Кількість каналів	Характеристики каналів	Під* єднання
TSX DEY 08D2	8	24. VDC, ізолювані	Під гвинт
TSX DEY 16D2	8	24 VDC, ізолювані	Під гвинт
TSX DEY 16D3	16	48 VDC, ізолювані	Під гвинт
TSX DEY 16A2	16	24 VDC або 24VAC, ізолювані	Під гвинт
TSX DEY 16A3	16	48 VAC, ізолювані	Під гвинт
TSX DEY 16A4	16	100... 120 VAC, ізолювані	Під гвинт
TSX DEY 15A5	16	200...240 VAC, ізолювані	Під гвинт
TSX DEY 16FK	16	24 VDC, ізолювані швидкі входи	HE 10
TSX DEY 32D2K	32	32 VDC, ізолювані	HE 10
TSX DEY 64D2K	64	64 VDC, ізолювані	HE 10
TSX DEY 32D3K	32	48 VDC, ізолювані	HE 10
TSX DMY 28FK * '	16 входів 12 виходів	24 VDC, ізолювані швидкі входи 24 VDC, ізолювані , 0,5 А	HE 10
TSX DMY 28RFK	16 входів 12 виходів	24 VDC, ізолювані швидкі входи 24 VDC, ізолювані , 0,5 А	HE 10

Основні технічні характеристики модулів дискретних виходів

Позначення модуля	Кількість каналів	Характеристики каналів	Під'єднання
TSX DSY 08T2	8	24 VDC/0.5А, захищені, транзисторні	Під гвинт

TSX DSY 08T22	8	24 VDC/2A, захищені, транзисторні	Під гвинт
TSX DSY 16T2	16	24 VDC/0,5A, захищені, транзисторні	Під гвинт
TSX DSY 08T31	8	48 VDC/1A, захищені, транзисторні	Під гвинт
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 захщені	Під гвинт
TSX DSY 32T2K	32	24 VDC/ОДА, захищені, транзисторні	HE 10
TSX DSY 64T2K	64	24 VDC/0.5A, захищені, транзисторні	HE 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.2.13) 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

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 Micro, 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. 2.13) 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.	№ докум.	Підпис	Дата		53

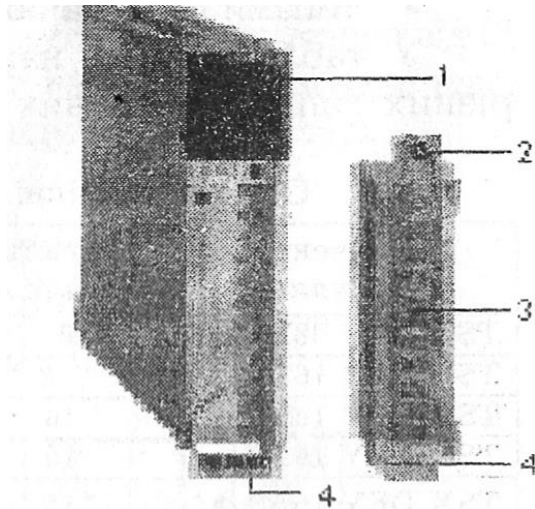


Рис. 1.19. Загальний вигляд модуля з клемною колодкою

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

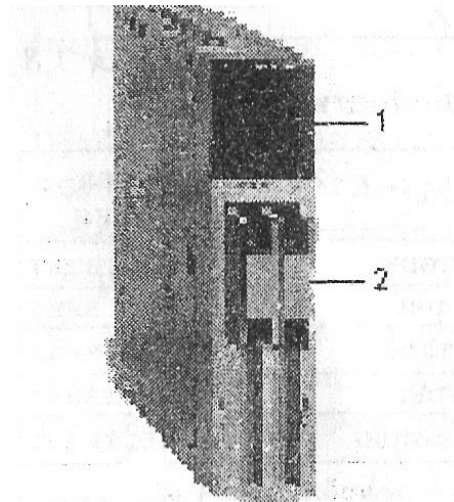


Рис. 1.20. Загальний вигляд модуля з конекторами.

1 – дисплейний блок;
2 – конектори.

Рис.2.13 Загальний вигляд модуля з клемною колодкою

Модулі аналогових входів-виходів

У табл. наведені основні технічні характеристики аналогових модулів.

Ці модулі розрізняються:

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

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 колектора
TSX AEY 800	8	± 10 В, 0...10 В, 0...5 В, 1...5 В, 0-20 мА, 4-	Зходи з загальною точкою,	1 SUB-D.

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

Кваліфікаційна робота

Арк.

54

		20 мА	розрядність АЦП 12 біт	конекто 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. конекто р
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. конекто р
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. колекто ра
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. колекто р

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. 1.5).

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Аналогічно аналоговим модулям TSX Міcro 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.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Конфігурування МПК MODICON TSX Premium

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

Конфігурування МПК

Вимоги	Кількість або наявність
Живлення ПЛК (24 VDC або 24 VAC)	24
Кількість аналогових входів 4-20 mA	8
Кількість аналогових виходів 4-20 mA	2
Кількість дискретних входів	6
Кількість дискретних виходів	16

Вибір процесорного модуля

Кількість аналогових входів і виходів: 10. Дискретних входів і виходів – 22. Враховуючи кількість каналів вводів/виводів, кількість пам'яті під програму користувача і наявність комунікацій обираємо процесорний модуль TSX P57 2023M.

Вибір модулів вводу/виводу

8 ВА 4-20 mA – TSX AEY 800– 1 шт.

4 АВ 4-20 mA – TSX ASY 410– 1 шт.

8 ДВ 24 VDC – TSX DSY 08D2– 1 шт.

16 ВД 24 VDC – TSX DEY 16D2– 1 шт.

Вибір аксесуарів для модулів вводу/виводу

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Модулі вводу/виводу		Характеристики
‘Найменування	Кількість	
1	2	3
TSX RKY 8EX Шасі	1	Шасі для встановлення блоку живлення, процесора та модулів розширення
PSY 2600M Блок живлення	1	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 2023M 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 800 Модуль аналогових входів	1	Діапазон сигналу $\pm 10V, 0...10V, 0...5V, ...20mA, 4...20 mA$ Характеристики каналів 16-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля - 5 мс Підключення 25-контактна з’ємна колодка
TSX ASY 410 Модуль аналогових виходів	1	Діапазон сигналу $\pm 10V, 0...20mA, 4...20 mA$ Характеристики каналів 16-бітні, ізоляція між каналами Підключення 20-конт. з’ємна кол.
TSX DSY 08D2 Модуль дискретних	1	24 VDC, ізольовані Підключення 20-конт. з’ємна кол.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

58

Модулі вводу/виводу		Характеристики
‘Найменування	Кількість	
1	2	3
виходів		
TSX DEY 16D2 Модуль дискретних виходів	1	24 VDC, ізольовані Підключення 20-конт. з’ємна кол.
TSX FTB 2010	3	20 контактна з’ємна клемна колодка з гвинтовими зажимами
TSX FTB 2510	2	25 контактна з’ємна клемна колодка з гвинтовими зажимами

Вибір шасі, додаткових модулів та аксесуарів для шасі

Загальна кількість модулів разом з процесором: 1 CPU + 1 AI + 1 DO + 1 AO + 1 DI = 6. Таким чином мені потрібне лише одне шасі на 8 місць (TSX RKY 8EX). Вибір блоків живлення: PSY 2600M – 1 шт.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК.

3.1. Загальна схема підключення

В даному 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 виконуючими 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 можливості для вивчення принципу дії системи автоматизації. Схеми електричні принципові виконуються, як правило, стосовно до окремих

					Кваліфікаційна робота			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Цапін А.С				Розробка системи автоматизації буряко-приймального відділення цукрового заводу	Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник	Кишенько						63	12
Зав каф	Смітюх Я.В.					НУХТ АК-4-1		
Секретар ЕК	Проскурка Є.С.							

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.

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 електричні принципової сигналізації можна класифікувати таким чином:

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

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»);

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 кнопчну станцію, що знаходяться безпосередньо поруч з об'єктом, та можливе

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

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.

Опис схеми управління електродвигунами з магнітним пускачем

Схему управління електродвигуном М1 при живленні ланцюга управління фазною напругою зображено на рис.1. За даною схемою здійснюється місцеве управління відповідними приводами.

В ручному режимі роботи електродвигуна М1 при натисканні кнопки SB2 (кнопка “Пуск”) напруга 220 В подається на магнітний пускач KV1, як наслідок замикається його контакт KV1, що забезпечує блокування кнопки “Пуск”, тобто при відпусканні цієї кнопки схема продовжує працювати. Це явище називається самопідхватом. Магнітний пускач, в свою чергу, і запускає двигун.

При натисканні кнопки SB1 (кнопка “Стоп”) електричний ланцюг розривається, на магнітний пускач не надходить струм, розмикається його само підхват, електродвигун зупиняється.

При перемиканні на автоматичний режим роботи електродвигуна М1 за допомогою ключа SA, управління відбувається дискретним виходом з промислового контролера KV1.

Двигун оснащений тепловим реле для захисту від перегріву. Отже, коли двигун перегрівається, розмикаються нормально замкнені контакти теплових реле КК1, розривається ланцюг і двигун зупиняється.

Принципова схема регулювання представляє вимірювання значень технологічних параметрів, обробку сигналів та за заданим алгоритмом видання керуючої дії для зміни положення регулюючого органу за допомогою

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

виконавчих механізмів з метою цілеспрямованого регулювання відповідного параметру згідно технологічного регламенту виробництва.

Всі вхідні сигнали від датчиків поступають на вхідні ПЗО (модулі аналогових входів) після чого програмно обробляються і поступають на вихідні ПЗО (модулі аналогових виходів) і виконавчі механізми та двигуни.

До вхідних ПЗО для контурів регулювання в даному випадку відносяться модуль аналогових входів по 8 каналів кожний TSX AEY 414, який призначений для перетворення уніфікованого сигналу 4-20 мА в цифровий сигнал контролера.

Вихідні ПЗО – TSX ASY 410 – модуль аналогових виходів на 4 канали.

Аналоговий сигнал через клемну колодку поступає на сигнальний модуль аналогових входів, після чого оброблюється в центральному процесорі контролера Schneider TSX Premium, де за алгоритмом робочої програми формується керуючий сигнал, що подається на сигнальний модуль аналогових виходів, після якого він здійснює керуючу дію на виконавчий механізм з необхідним устаткуванням (електропневматичні перетворювачі).

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

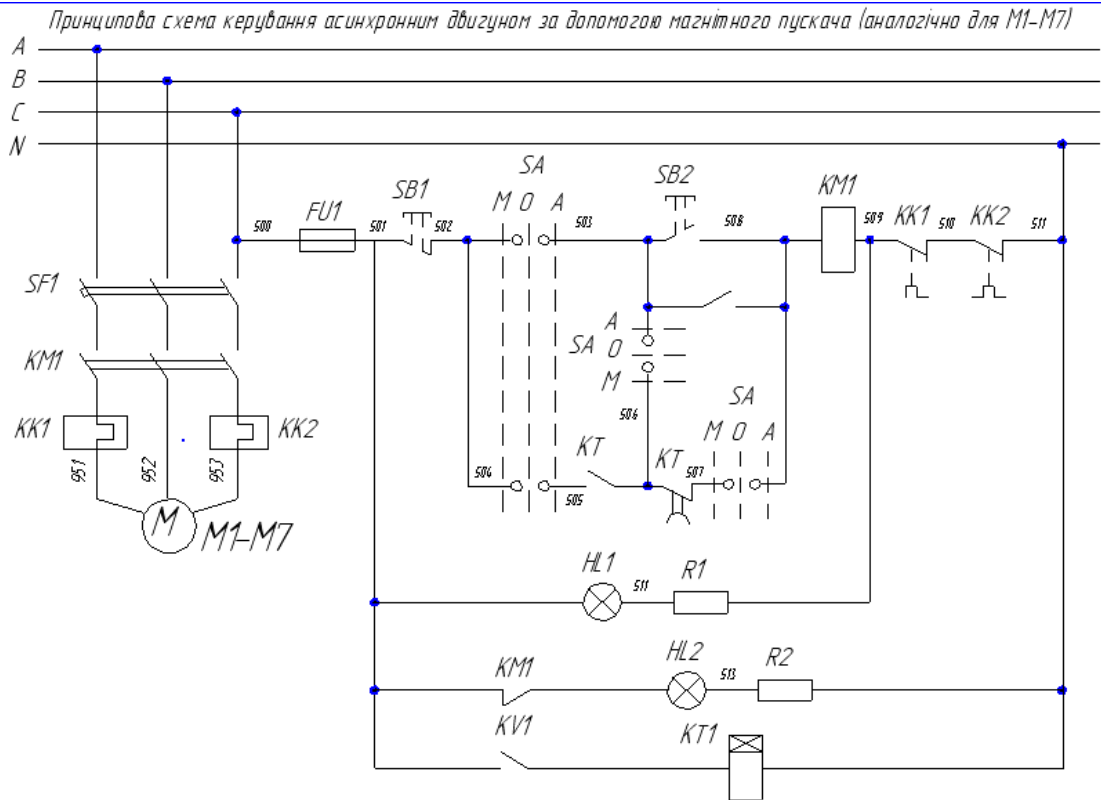


Рис. 3.1 Принципова схема підключення магнітного пускача до асинхронного двигуна

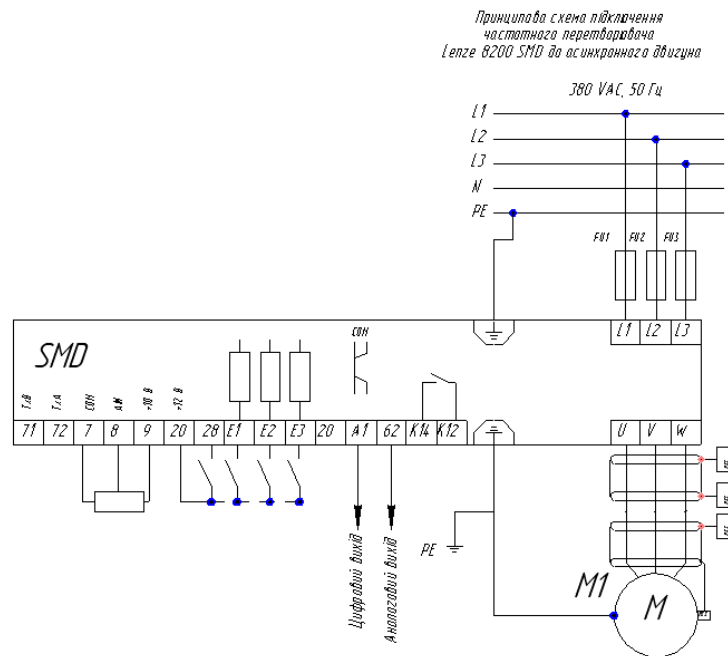
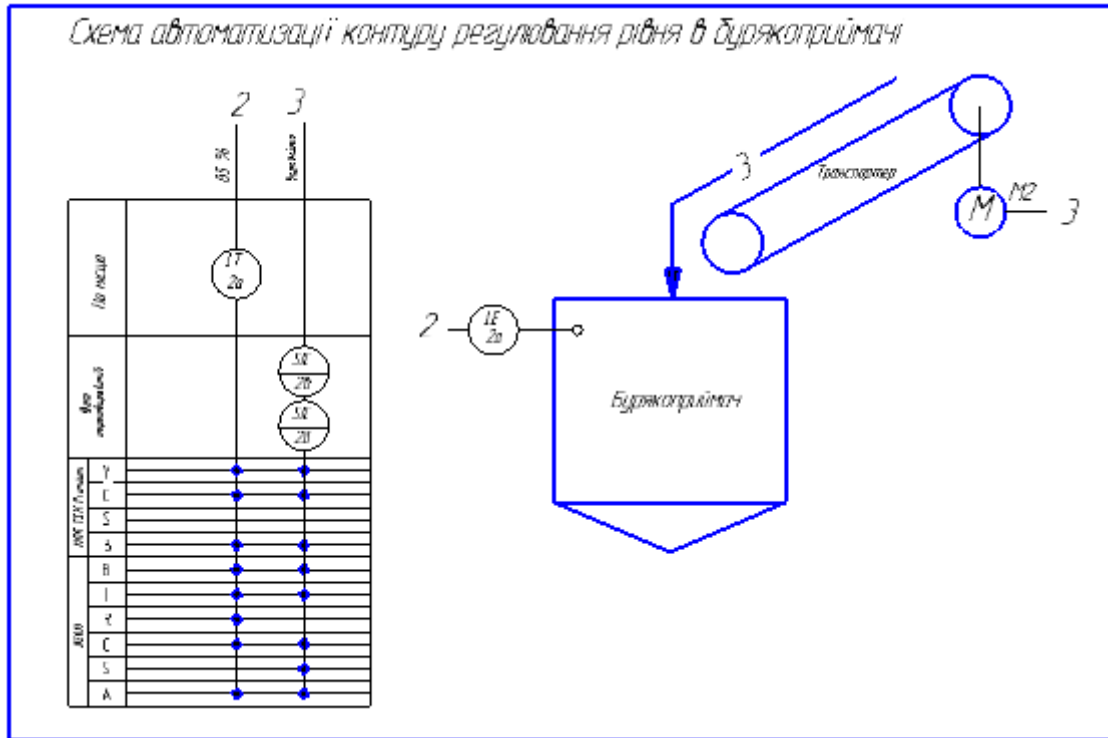


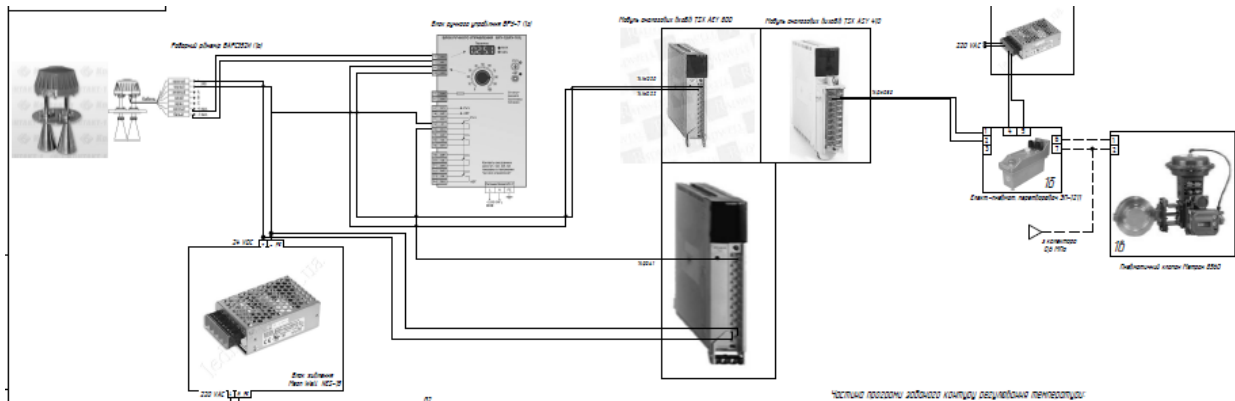
Рис. 3.2 Принципова схема підключення частотного перетворювача до асинхронного двигуна

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

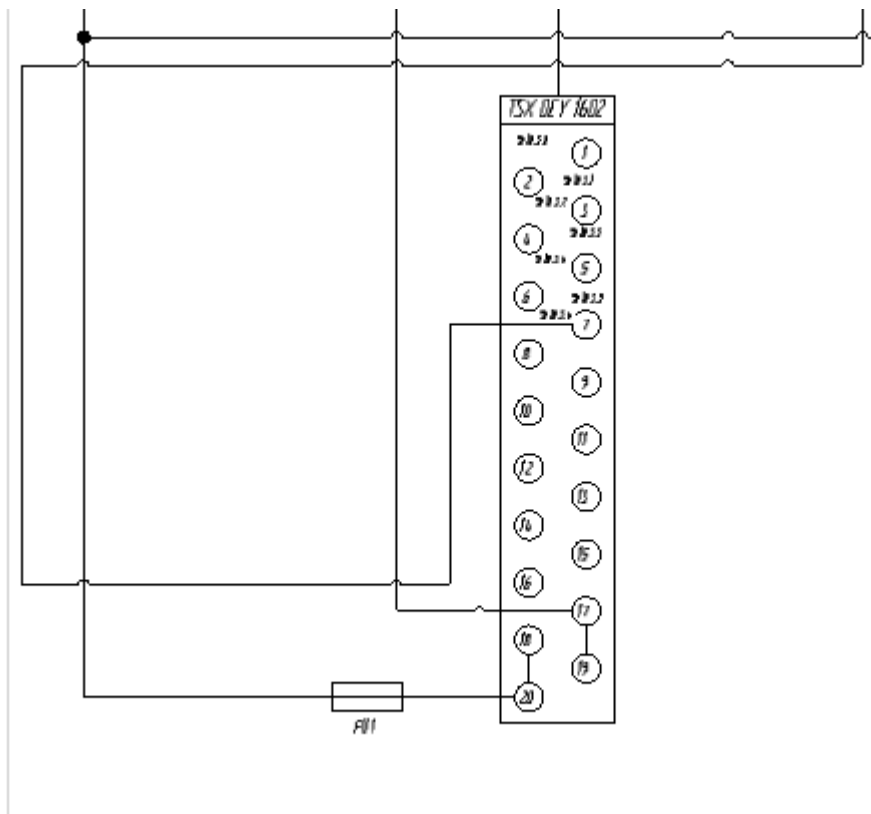
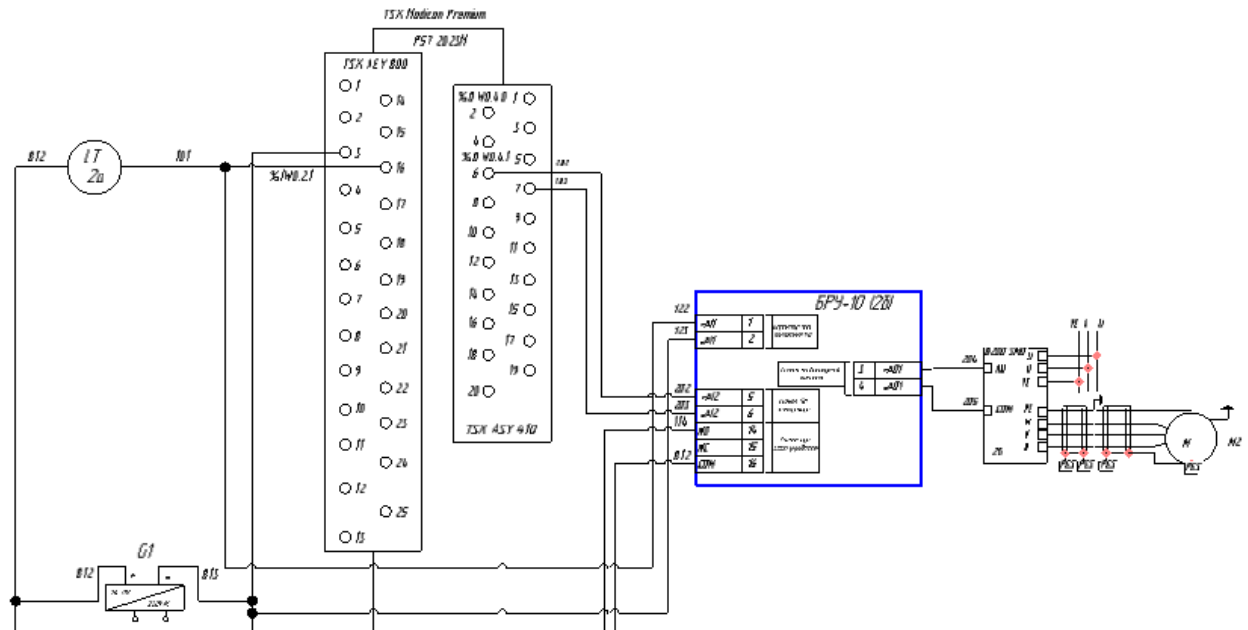
Кваліфікаційна робота

Арк.

69

3.2.3 Принципова схема з'єднання між собою технічних засобів автоматизації

Схема підключення контуру регулювання рівня в бурякоприймачі



3.2.4 Опис схеми підключення

Контури регулювання рівня буряку в бурякоприймачі

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

70

Вимірювання та регулювання рівня відбувається в бункері приймачі та в гідротранспортері. Вимірюємо за допомогою радарного рівнеміра БАРС 352И (2а). Сигнал із датчика 2а передається модуль аналогових входів МПК, та на блок ручного управління БРУ-10 (2б), який може працювати в ручному і автоматичному режимах. Вхід БРУ з'єднаний із вихідним каналом модуля аналогових виходів контролера, а вихід БРУ з'єднаний із частотним перетворювачем Lenze 8200 Vector (2в). Якщо режим роботи автоматичний, то через модуль аналогових виходів сигнал 4-20 мА надходить на БРУ, на виході із БРУ-10 видається аналогічний сигнал 4-20 мА, що і на його вхід від модуля аналогових виходів. У разі ручного режиму управління ручним за датчиком регулюється значення стумового сигналу на виході БРУ-10, таким чином значення відкриття клапану подачі води, незалежно від роботи програми.

Блок ручного управління, завдання, індикації БРУ-10

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
- Станція ручного управління аналоговим виконавчим механізмом
- Станція ручного управління імпульсним виконавчим механізмом

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

- 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 масштабування і перетворення (пряма або зворотна) шкал. Наприклад, перетворення вхідного сигналу 0-100% 0-20мА в вихідний аналоговий сигнал

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

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-10:

- 2 канали вимірювання аналогових величин.

- 2 задатчика - аналоговий і імпульсний.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

- Панель індикації: 4-х розрядний цифровий і лінійний 21 сегментний індикатор.

- Клавiші управління виконавчими механiзмами, задатчиками, програмування.

Зовнішній вигляд БРУ-10



Технічні характеристики:

2 AI:

- 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.

Інтерфейс / протокол:

- RS-485 / ModBus.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

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 переключающих 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		75

4. Креслення встановлення технічних засобів

Радарний рівнемір БАРС352I

Призначений для безперервного безконтактного високоточного (похибка вимірювання ± 1 мм) вимірювання рівня різних рідких середовищ: світліе нафтопродукти, нафта і темні нафтопродукти, будь-які рідини (як провідні, так і непровідні), їдкі хімічні реагенти (луги, кислоти та їх розчини), пасти, розчинники, фарби, в технологічних і товарних резервуарах, в тому числі і в ємностях, що знаходяться під надлишковим тиском, як автономно, так і в складі систем комерційного обліку.

Основна перевага перед радарних рівнеміром БАРС351I - більш стабільна робота в умовах інтенсивних випарів, за рахунок застосування Двухантенний схеми.

Принцип дії

Радарний рівнемір БАРС352I є радіохвильовий далекомір з безперервним випромінюванням. Блок обробки формує радіосигнал з періодичної лінійної модуляцією частоти, що випромінюється антеною в напрямку контрольованого середовища. Радіохвиля проходить через вільний простір, відбивається від поверхні контрольованого середовища, поширюється в зворотному напрямку, приймається антеною і знову надходить у блок обробки, де взаємодіє з сигналом, випромінюваних в даний момент часу.

Сигнальний процесор виробляє спектральну обробку вимірювального сигналу і виконує обчислення поточного рівня, яке перетворюється в цифровий код і аналоговий струмовий сигнал і передається по лініях інформаційного зв'язку на зовнішні пристрої.

					Кваліфікаційна робота			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Цапін А.С			Розробка системи автоматизації буряко-приймального відділення цукрового заводу	Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник		Кишенько					75	3
Зав каф		Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-1		
Секретар ЕК		Проскурка Є.С.						

Радарний рівнемір БАРС352І передбачає експлуатацію спільно з зовнішніми пристроями:

- ПЕОМ з програмним забезпеченням;
- універсальний вторинний перетворювач УВП-02;
- блок контролю і управління БУК-01;
- аналоговий показує прилад (міліамперметр);
- реєструючий прилад (самописець).

Радарні рівнеміри БАРС352І можуть бути об'єднані в локальну мережу з інтерфейсом RS485, що дозволяє підключити без повторювачів сигналу до 32 приладів на одну лінію зв'язку. При наявності повторителів в лінії зв'язку можливе підключення 250 приладів.

виконання приладів

Радарний рівнемір БАРС352І конструктивно складається з блоку обробки і механічно з'єднаної з ним антенно-хвильової системи (АВС). Блок обробки є вибухонепроникну оболонку з алюмінієвого сплаву, усередині якої розміщені всі електронні вузли і блоки приладу. АВС включає приймально-передавальну антену і сполучну хвильову секцію. Деталі АВС, які безпосередньо контактують з атмосферою резервуара, виконані з матеріалів, стійких до хімічних впливів - нержавіючої сталі і фторопласта. Для установки приладу на фланці патрубку робочого резервуара служить монтажний фланець, прикріплений до АВС.

Для забезпечення можливості монтажу радарного рівнеміра на фланцях резервуарів і ємностей з різними геометричними розмірами, використання рівнемірів на резервуарах з надлишковим тиском і підвищеною температурою контрольованого середовища, випускається ряд виконань приладу. Виконання відрізняються конструкцією АВС, пристосованих до різних параметрів контрольованого середовища, наявністю труби-хвильоводу.

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

Радарные уровнемеры БАРС352И



Рис.4.1 Зовнішній вигляд БАРС352І

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

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

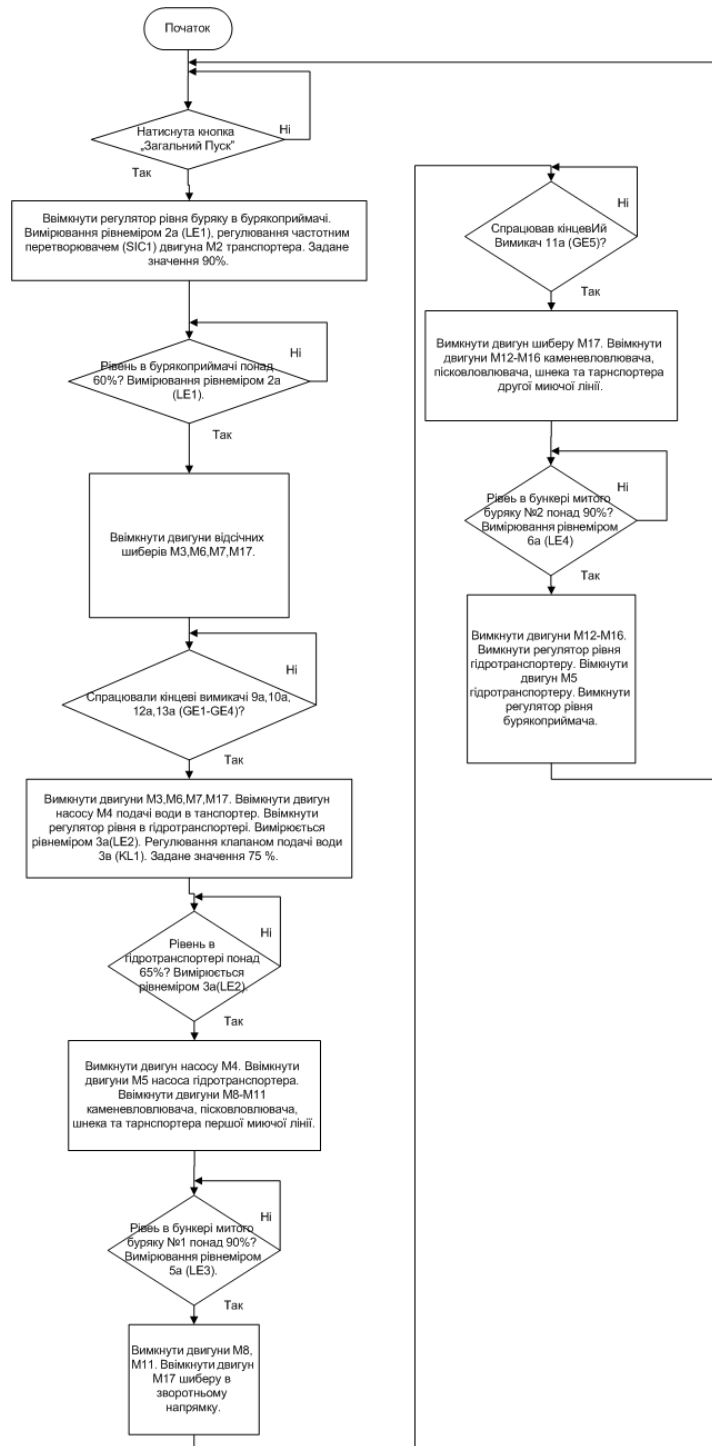


Рис.5.1. Блок-схема алгоритму управління

					Кваліфікаційна робота						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка системи автоматизації буряко-приймального відділення цукрового заводу			Лім.	Арк.	Акрушів	
Розроб.	Цапін А.С									78	4
Керівник	Кишенько										
Зав каф	Смітюх Я.В.										
Секретар ЕК	Проскурка Є.С.										
					НУХТ АК-4-1						

В середовищі Unity Pro створюються змінні яким присвоюється значення технологічних параметрів



Variables DDT Types Function Blocks DFB Types				
Filter   Name = <input type="text"/>				
Name	Type	Address	Value	Comment
LE17	EBOOL			
LE18	EBOOL			
Level1	REAL			
Level2	REAL			
Level3	REAL			
Level4	REAL			
Level5	REAL			
Level6	REAL			
Level7	REAL			
Level8	REAL			
Level9	REAL			
M1	EBOOL			
M2	EBOOL			
M3	EBOOL			
PT1	REAL			
S	BOOL			
S1	BOOL			
S2	BOOL			
S3	BOOL			
S4	BOOL			
S5	BOOL			
S6	BOOL			
S7	BOOL			
S8	BOOL			
S9	BOOL			
Start	EBOOL			
Stop	EBOOL			
TE1	REAL			
TE2	REAL			
WE1	REAL			

Рис 5.2. Анлогові та дискретні змінні

Таблиця 5.1 Параметри функціонального блока PI_V

Вхідні параметри		
PV	<u>REAL</u>	значення вимірювальної величини (плинне значення)
SP	REAL	задане значення (уставка)
RCPY	REAL	дійсне положення виконавчого механізму (використовується при управлінні серво-ВМ разом з
MAN_A	<u>BOOL</u>	Режим роботи ПІ-регулятора:
UTO		1 : Автоматичний режим 0 : Ручний режим
PARA	<u>Para PI</u>	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
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 5.2 Опис структурного типу Para_PI_V

id	<u>UINT</u>	Використовується для алгоритму автопідстройки
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: зворотня 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)

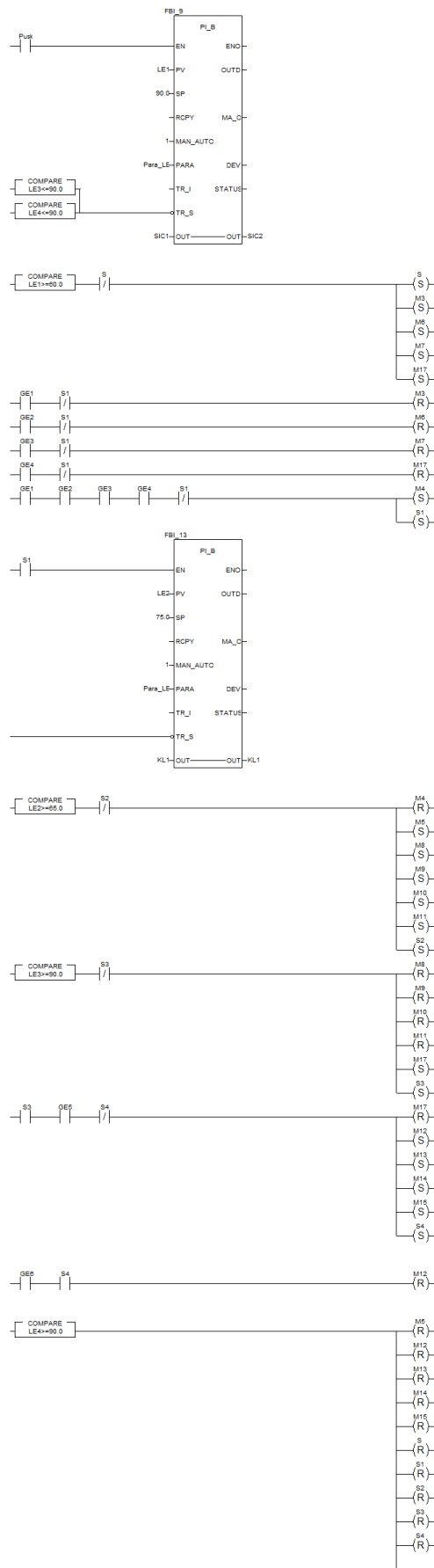


Рис.5.2. Програма ПЛК

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>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Цапін А.С				<i>Розробка системи автоматизації буряко-приймального відділення цукрового заводу</i>	Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник	Кишенько						82	8
Зав каф	Смітюх Я.В.					НУХТ АК-4-1		
Секретар ЕК	Проскурка Є.С.							

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
LE1	%IW0.2.1	0	10000	0	150	INT
LE2	%IW0.2.2	0	10000	0	1000	INT
LE3	%IW0.2.3	0	10000	0	1000	INT
LE4	%IW0.2.4	0	10000	0	1000	INT
LE5	%IW0.2.5	0	10000	0	3000	INT
PT1	%IW0.2.6	0	10000	0	1000	INT
ME1	%IW0.2.7	0	10000	0	3000	INT
KL1	%QW0.4.0	0	10000	0	100	INT
SIC1	%QW0.4.1	0	10000	0	100	INT
GT1	%Q0.3.0	-	-	-	-	BOOL
GT2	%I0.3.1	-	-	-	-	BOOL
GT3	%I0.3.2	-	-	-	-	BOOL
GT4	%I0.3.3	-	-	-	-	BOOL
GT5	%I0.3.4	-	-	-	-	BOOL
GT6	%I0.3.5	-	-	-	-	BOOL
M1	%Q0.5.0	-	-	-	-	BOOL
....						
M16	%Q0.5.15	-	-	-	-	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 аналогові

Тег аларма	Ім'я аларма	Змінний тег	Критично низький	Критично високий
1	2	3	4	5
A_TE	Температура в кагаты	TE1	-	30
A_LE1	Рівень в бурякоприймачі	LE1	-	90
A_LE2	Рівень в гідротранспортері	LE2	-	750

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

Рис.6.4. Вікно опису категорії алармів

В меню «Система»/«Користувачі» створюємо запис користувача.

Рис.6.5. Вікно створення запису користувача

6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

Тут відображається дані з датчиків, відкриття чи закриття клапанів, кнопки запуску та зупинки, анімаційне відображення переходу на наступну стадію технологічного процесу. Оператор слідкує за перебігом технологічного процесу з робочого місця оператора. В разі необхідності оператор може перейти до ручного, або автоматичного режиму управління. Для переходу в ручний чи автоматичний режим роботи оператор повинен натиснути на кнопку яка відповідає за той 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 зелений колір, якщо двигун вимкнений і готовий до роботи – білий.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		86

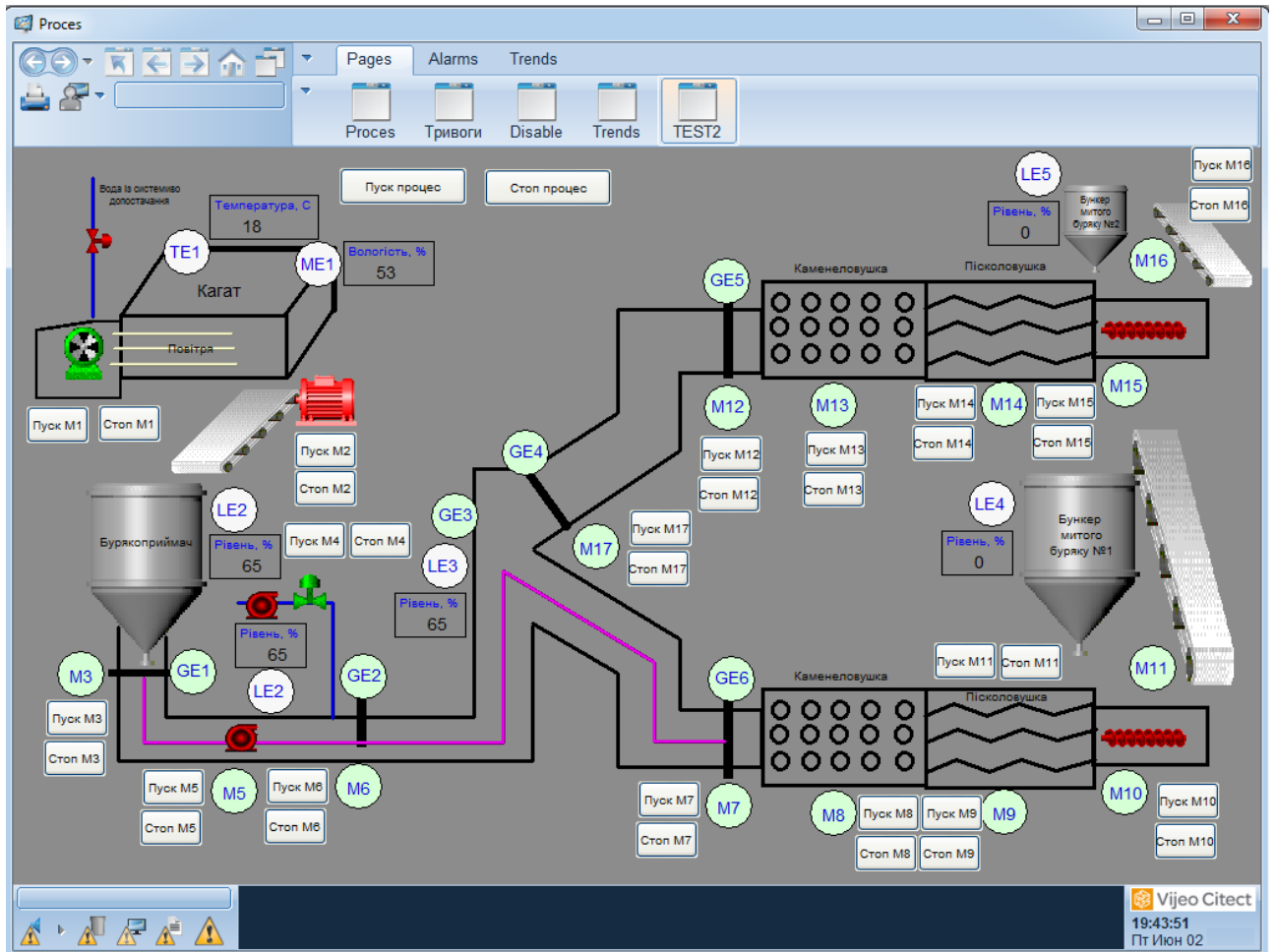


Рис.6.6. Мнемосхема відділення

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

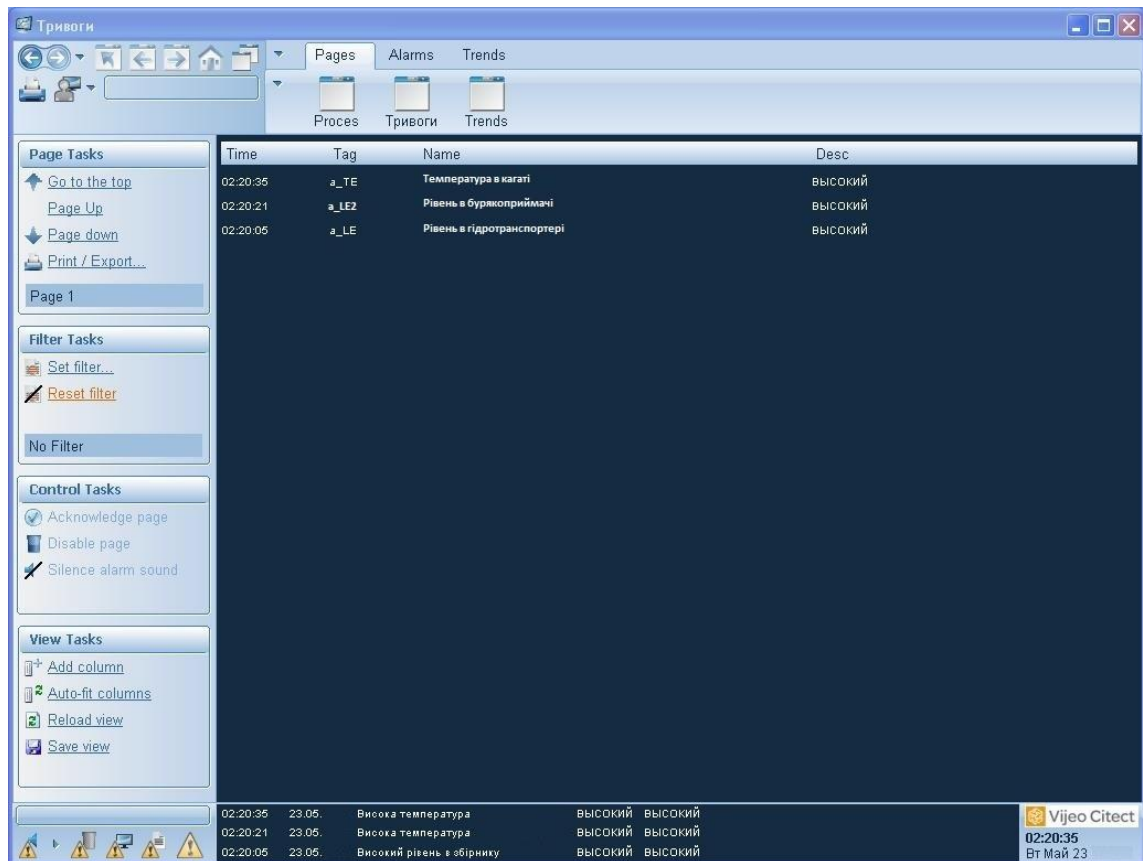


Рис.6.7. Вікно алармів

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

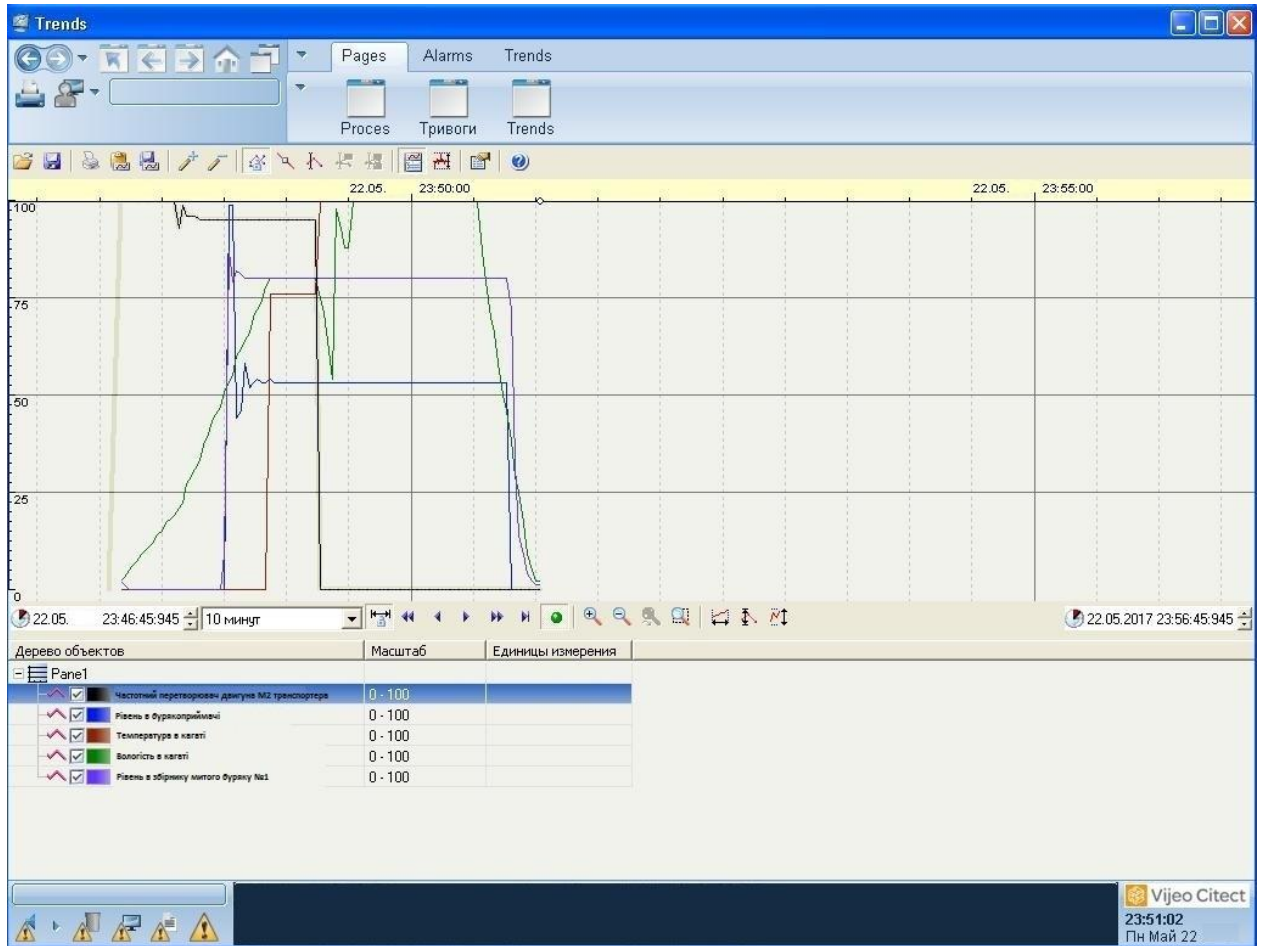


Рис.6.8. Вікно трендів

Висновки

При роботі над даною кваліфікаційною роботою було зібрано багато інформації про відділення подачі буряку, розроблено функціональну схему автоматизації, в якій передбачено контроль і регулювання таких параметрів:

- регулювання рівня в гідротранспортері;
- контроль температура тури та вологості в кагаті;

Важливим рішенням в даній кваліфікаційній роботі було використання механізмів пневматичних, оскільки вони є більш ефективнішими в порівнянні із іншими.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		90

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		91

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.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		92

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.: Tsentru Uchbovovoi 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.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		93

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.

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