

**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
технології»
(код та назва спеціальності)

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

на тему: Розробка системи автоматизації процесу сульфитації на цукровому
заводі

Виконав: здобувач 4 курсу, групи АК-4-2ск

_____ Зіменко Максим Миколайович _____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

_____ (підпис)

Керівник _____ Заєць Наталія Анатоліївна _____
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

_____ (підпис)

Консультанти _____
(ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

_____ (ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

_____ (ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

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

_____ (підпис)

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

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2022 р.

Національний університет харчових технологій

Факультет *Автоматизації і комп'ютерних систем*

Кафедра *Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління*

Освітній ступінь *«Бакалавр»*

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри АКТСУ

Ярослав Смітюх

«31» березня 2022 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Зіменко Максиму Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Розробка системи автоматизації процесу сульфітації на цукровому заводі*

керівник роботи д.т.н. проф. Засць Наталія Анатолівна

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «31» березня 2022 р. №163-кс

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

3. Вихідні дані до роботи

Короткі відомості про об'єкт автоматизації, відомості про умови експлуатації об'єкта автоматизації та вимоги до системи автоматизації. Матеріали переддипломної практики.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно 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. 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення. 3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК). 3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК. 3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру. 4. Креслення встановлення технічного засобу.

5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного 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

1. Схема автоматизації. 2. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК.

3. Креслення встановлення технічного засобу.

6. Дата видачі завдання 31 березня 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Видача та затвердження завдання	Перед переддипломною практикою	
2	Розділ 1	Захист переддипломної практики	
3	Розділ 2	1 тиждень	
4	Розділ 3	2 тиждень	
5	Розділ 4 та 5	3 тиждень	
6	Розділ 6	4 тиждень	
7	Підготовка матеріалів до захисту	5 тиждень	
8	Захист кваліфікаційної роботи	6 тиждень	

Здобувач Зіменко М.М.

_____ (підпис)

Керівник роботи Заєць Н.А.

_____ (підпис)

Анотація

В даному проєкті розроблені принципи побудови системи автоматизації процесу керування процесом дефекосатурації

В проєкті розроблена документація на систему автоматизації, в склад якої входить: характеристика об'єкта автоматизації, схема автоматизації, принципові схеми регулювання, управління та сигналізації, відеокадри дисплейних мнемосхем оператора, проектне компонування пункту управління, схеми інформаційної та функціональної структури.

Система керування побудована на базі мікропроцесорного контролера Schneider Electric. Моніторинг та керування технологічним процесом у вигляді SCADA/HMI систем реалізований на базі програмного забезпечення Zenon.

Ключові слова: цукор, автоматизація, M340.

									Лист
									4
		№ докум.	Підпис						

Annotation

In this thesis project, the principles of building automation control process of the process defecosaturation

The project documentation is developed on the automation system, which includes: description of the object of automation, automation circuit, circuit diagram of regulation, control and alarm systems, video footage of the display mimics the operator, design layout of offices, circuit information and functional structure.

The control system is based on the microprocessor Schneider Electric. Monitoring and process control in the form of a SCADA / HMI system is implemented on the basis of software Zenon.

Keywords: sugar, automation, M340.

									Лист
									5
		№ докум.	Підпис						

Зміст

Вступ	7
1. Опис об'єкта автоматизації	13
1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації	13
1.2. Розробка завдання на систему автоматизації	14
2. Система автоматизації.....	17
2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО).....	17
2.2. Схема автоматизації.....	46
2.3 Специфікація приладів та засобів автоматизації.....	48
2.4. Проектне компонування мікропроцесорних контролерів.....	50
3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК.....	66
3.1. Загальна схема підключення.....	66
3.2. Розширені схеми підключення для окремих контурів	70
3.2.1 Схема автоматизації окремого контуру	70
3.2.2. Графічне зображення з'єднання між собою технічних засобів автоматизації	71
3.2.3 Принципова схема з'єднання між собою технічних засобів автоматизації	71
3.2.4 Опис схеми підключення.....	72
4. Креслення встановлення технічних засобів	76
5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК).....	80
6. Розробка людино-машинного інтерфейса оператора технолога.	87
6.1. Переліки входних та вихідних сигналів та даних SCADA/НМІ.....	87
6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора	89
Висновки.....	93
Бібліографічний список.....	94

Вступ

Виробництво цукру є однією із найважливіших галузей харчової промисловості країни. Цукрове виробництво базується на безперервності технологічного процесу з використанням основного безперервно діючого обладнання, що створює передумови для комплексної та повної автоматизації процесу і полегшує її впровадження. Однак специфічність технологічних середовищ (наявність механічних включень, смолоутворення, відкладення твердих опадів, накипоутворення, піноутворення, висока в'язкість, підвищена кольоровість та ін), висока вологість і температура навколишнього середовища, створюють певні труднощі при впровадженні загальнопромислових приладів і пристроїв і вимагають створення спеціальних засобів контролю, особливо складу і властивостей напівпродуктів і продуктів.

Широке використання автоматики в промисловості з середини 50-х років призвело до створення постійної служби КВП на цукрових заводах, підвищенню рівня експлуатації, створенню організацій з розробки, виготовлення та впровадження засобів автоматизації.

Зростання продуктивності праці на цукрових заводах, збільшення одиничної потужності устаткування, розробка нової технології, спрямованої на поліпшення якості та підвищення ефективності цукрового виробництва, вимагають безперервного оновлення і вдосконалення засобів автоматизації і систем управління. У зв'язку з цим проектні, дослідницькі, навчальні інститути і підприємства цукрової промисловості безперервно оновлюють технічні рішення з автоматизації.

									Лист
									7
		№ докум.	Підпис						

економічністю роботи установки. Контрольно-вимірювальні прилади мають винятково важливе значення для нормальної роботи процесу.

Станція дефекосатурації є споживачем сатураційного газу, а також вапнякового молока на цукровому заводі і від того як він використовується залежить її економічна ефективність, а також продуктивність. Для вимірювання витрати газу, який подається на станцію дефекосатурації використовуються такі засоби як витратоміри.

Впровадження системи автоматизації для даного параметру забезпечить надійність технологічного режиму.

В даному дипломному проєкті, система побудована на основі мікропроцесорного контролера(МПК) Schneider Electric Modicon M340. Використання МПК як центрального управляючого пристрою має значні переваги перед традиційними локальними технічними засобами управління. Найсуттєвішою перевагою використання мікропроцесорної техніки у системах управління є те, що при необхідності внесення змін у алгоритм управління об'єктом немає потреби вносити зміни у структуру технічних засобів, змінювати окремі регулятори та функціональні блоки, заново проводити монтажні роботи. У багатьох випадках все це вирішується за рахунок зміни у програмі управління об'єктом. Тому система на мікропроцесорних контролерах є вигіднішою, тому що не потрібно витратити кошти на додаткове обладнання, регулятори, а також не потрібно витратити час на монтаж нового обладнання. Крім того, значно зростає надійність системи, насамперед, за рахунок значного зменшення кількості фізичних з'єднань між окремими технічними засобами системи.

Разом з мікропроцесорним контролером в проєкті використовується операторська станція. Найбільш розповсюдженим сьогодні є варіант використання як операторської станції - персонального комп'ютера (ПК). За допомогою спеціального програмного забезпечення на ПК створюється автоматизоване робоче місце (АРМ) оператора-технолога.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						10
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

Оператор спостерігає за технологічним процесом за допомогою кольорових мнемосхем, користуючись клавіатурою та маніпулятором "миша", може здійснювати оперативне управління процесом: змінювати завдання регуляторам окремих технологічних параметрів, переходити на ручний режим управління і безпосередньо керувати регулювальними органами, змінювати структуру контуру регулювання (перехід з каскадного на локальне управління) і т.д. Це дає змогу зменшити персонал, який знаходиться на обслуговуванні випарної установки. Оператор зі свого місця бачить повний перебіг процесу, може управляти клапанами. Крім того, на АРМ і ведеться архівування даних, фіксування моментів виникнення аварійних та передаварійних ситуацій, ідентифікація дій оператора, підготовка та друкування рапортів і т.д.

За допомогою програм реалізуються такі функції:

- збір та зберігання інформації про хід технологічного процесу;
- відображення інформації про стан технологічного процесу;
- сигналізація порушень норм технологічного режиму;
- реєстрація та документування передаварійних і аварійних ситуацій та дій оператора;
- оперативне управління технологічним процесом;
- підготовка рапортів, звітів тощо;
- обробка інформації за алгоритмами, реалізованими у спеціально розроблених підпрограмах;
- організація обміну інформацією між окремими операторськими станціями та з системами верхнього рівня управління.

Збір та зберігання інформації про хід технологічного процесу організується таким чином, щоб захистити її від несанкціонованого доступу. Тобто ніхто не може за своїм бажанням змінити або скоректувати інформацію, яка поступила в ПЕОМ. При необхідності інформація може накопичуватись і

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						11
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

зберігатись у пам'яті ПЕОМ тривалий час. Це в свою чергу дозволяє збирати данні для аналізу, та після обробки визначити, як краще повинен протікати процес та що в подальшому можна вдосконалити.

За рахунок впровадження нової системи автоматизації станції дефекосатурації ми очікуємо наступні зміни таких техніко-економічних показників:

1. Зменшення витрат сатураційного газу, вапнякового молока, пари за рахунок додержання оптимального режиму роботи із збереженням основних технологічних параметрів в межах норми .
2. Збільшення виходу цукру за рахунок зменшення його втрат в технологічному процесі. Це досягається завдяки точному регулюванню за допомогою сучасного, потужного контролера Shneider Modicon M340.

Тому, враховуючи вище зазначені особливості станції дефекосатурації, необхідно з особливою увагою підходити до питання автоматизації, а саме вибір засобів автоматизації, з урахуванням економічного ефекту.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						12
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

1. Опис об'єкта автоматизації

1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації

Для очистки дифузійного соку від органічних домішок на цукрових заводах застосовується процес декосатурації. Він складається із ряду послідовно виконуваних операцій: попередня дефекація, основна дефекація, I сатурація, II сатурація. Дифузійний сік піддається дії реагентів, які визивають випад в осад колоїдних домішок в такому вигляді, який допускає ефективне відділення осаду від цукрового розчину.

За схемою очистки дифузійного соку з холодною прогресивною преддефекацією і комбінованою холодною-гарячою дефекацією дифузійний сік без підігріву подається в першу секцію преддефекатора пргресивної дії. Востанню секцію вводиться вапнякове молоко в кількості, яка забезпечує вихід соку із нього з рН 10,8-11,5. На ділянці попередньої дефекації, де рН досягає 8,5-9,5 вводиться сік I сатурації із фільтрів- згущувачів. Кількість введеною суспензії залежить від складу макромолекул і рідин в колоїдному стані в дифузійному соці.

Преддефегований сік небагато підігрівається невеликою кількістю поверненої суспензії і вапняковим молоком. Якщо температура цього соку нижче 50 °С, то преддефекація називається холодною, а якщо лежить в інтервалі 50-60 °С теплою. Тривалість холодної преддефекації 20-30 хв, а теплою-15 хв. Із преддефекатора сік без підігріву поступає на першу ступінь основної дефекації, де змішується з вапняковим молоком (1,0-1,8 % СаО до маси буряку). Оптимальна тривалість холодної дефекації 30 хв., теплої 15 хв. Після цього сік підігрівається в підігрівачі до температури 85-90 °С і подається на другу ступінь основної дефекації тривалістю 10 хв.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Зіменко М.М.			<i>Розробка системи автоматизації процесу сульфитації на цукровому заводі</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Заєць Н.А.					13	4
Зав.каф.		Смітюх Я.В.				<i>НУХТ АК-4-2ск</i>		
Секр.ЕК.		Проскурка Є.С.						

3	Дефекатор	Співвідношення витрат сік-вапно	5:1	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на витрату вапна в дозатор	
4	Збірник вапняного молока	Рівень	80%	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на витрату вапняного молока	
5	Трубопровід подачі сатураційного газу	Тиск	0,12 МПа	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан подачі газу	
6	Переливний ящик після 1го сатуратора	Температура	80 С	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	
		Кислотність	11 рН	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на витрату сатурац.газу в 1й сатуратор	
7	Переливний ящик після 2го сатуратора	Температура	80 С	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	
		Кислотність	10,5 рН	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на витрату сатурац.газу в 2й сатуратор	

№	Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Припустиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління	Засоби управління та контролю, реалізації управляючої дії	Додаткові умови
1	Преддефектатор	Витрата соку	150 л/год	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	
		Витрата соку на повернення	30 л/год	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	
2	Дозатор вапняного молока	Витрата вапна	30 л/год	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	
3	Дефектатор	Співвідношення витрат сік-вапно	5:1	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	
8	Збірник соку після 1го сатуратор	Рівень	85%	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан подачі соку в 1й сатуратор	
9	Збірник соку після 2го сатуратор	Рівень	85%	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан подачі соку в 2й сатуратор	

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:

Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	Кваліфікаційна робота			
Розроб.		Зіменко М.М.			Розробка системи автоматизації процесу сульфитації на цукровому заводі	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Заєць Н.А.					17	49
Зав.каф.		Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-2ск		
Секр. ЕК		Проскурка Є.В.						

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

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						18
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

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

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

Манометричні термометри

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

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

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

Термоелектричні термометри

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

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						19
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

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 термопари.
- На показання впливає температура вільних кінців , на яку необхідно вносити поправку. У сучасних конструкціях вимірювачів на основі термопар використовується вимірювання температури блоку холодних спайів за допомогою вбудованого термистора або напівпровідникового сенсора і автоматичне введення поправки до вимірної 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. Даний метод вимірювання може бути використаний як альтернатива наступному.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						20
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

Термометри опору

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

Переваги:

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

Недоліки:

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

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

В даному дипломному проєкті для вимірювання температури використовується ПВП вимірювання температури pt100, із вторинним перетворювачем Sitrans TF2.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						21
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

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

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

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

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

Галузь застосування

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

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

Функції

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

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						22
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

комунікатором (Hand-Held-комунікатор). У програмовані SITRANS TK параметрування здійснюється через ПК.

Принцип роботи

Подається з потенціометрического датчика (двох-, трьох-, чотирипровідна схема) або термопари сигнал вимірювання посилюється на вхідному каскаді. Пропорційне вхідний величиною напруга перетвориться в аналого-цифровому перетворювачі (1) в цифрові сигнали. Через Гальванічне розділення (2) вони потрапляють в мікропроцесор (3). У мікропроцесорі вони перераховуються відповідно до характеристики сенсора і іншими даними (глушіння, зовнішня температура і т.п.).

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

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

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						23
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

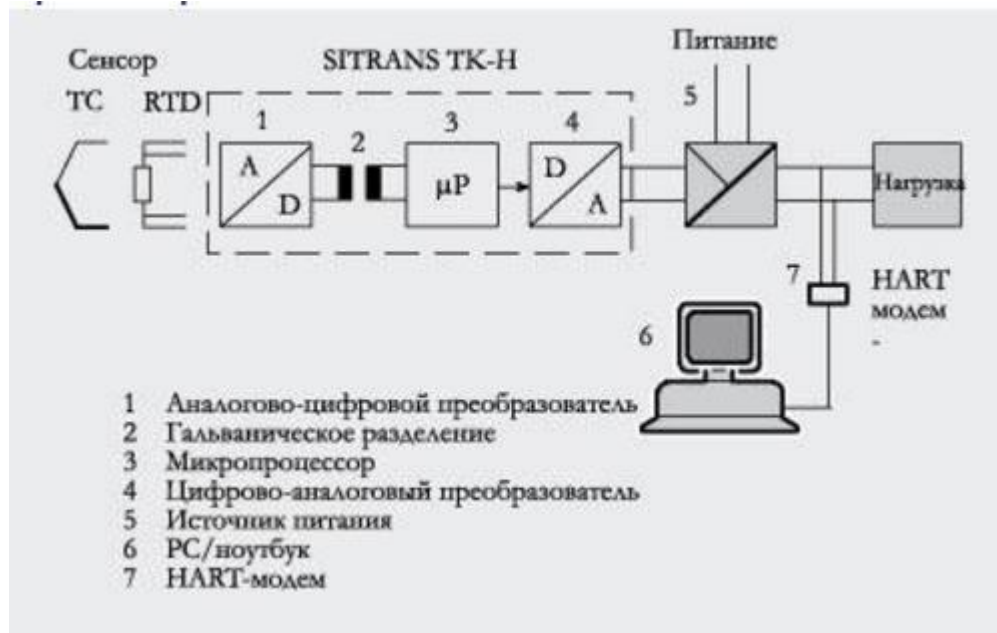


Рис. 2.1 Принципова схема перетворювача температури SITRANS TK-H

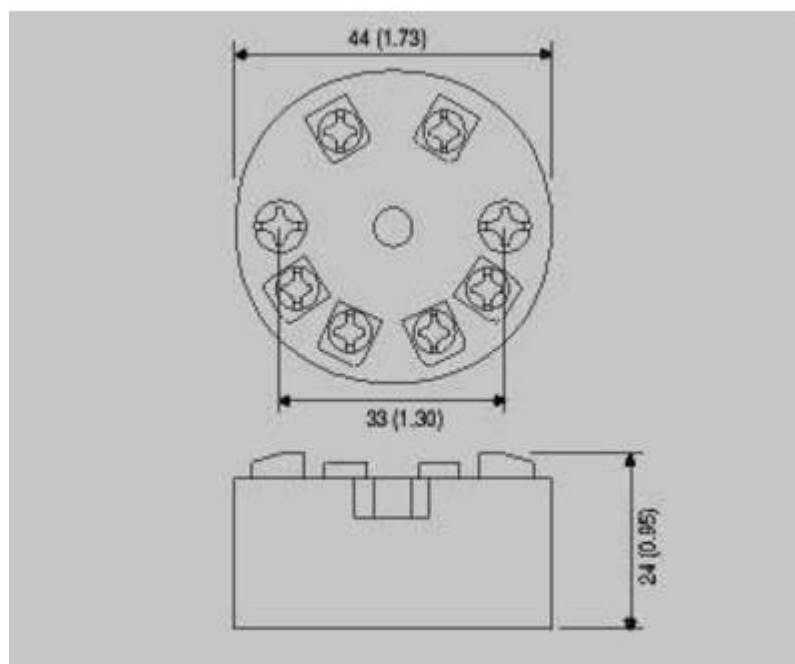


Рис.2.2 Зовнішній вигляд перетворювача

Рівень

Прилади рівня поділяються на дві основні групи: рівнеміри — для одержання безперервної інформації про положені рівня у резервуарі у будь-який момент часу; та сигналізатори рівня — для одержання інформації (

дискретного сигналу) про досягнення рівнем деяких фіксованих значень. Часто рівнеміри мають сигнальні пристрої та виконують функції сигналізаторів.

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

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

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

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

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

Аналіз методів на предмет можливості його використання в проекті

Поплавкові та буйкові рівнеміри

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

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

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						25
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

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

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

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

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 погрешністю ± 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

									Лист
									26
		№ докум.	Підпис						

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.

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

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						27
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

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 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

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						28
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

температурою контрольованого середовища, випускається ряд виконань приладу. Виконання відрізняються конструкцією АВС, пристосованих до різних параметрів контрольованого середовища, наявністю труби-хвилеводу.



Рис.2.3 Зовнішній вигляд БАРС352И

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;
- 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;

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Лист
						29
		№ докум.	Підпис			

- 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 «ІExdІІВТ4 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: ± 1 мм

ДІАПАЗОН ВИМІРІВ БАРС352І: до 30 м

СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГІЇ БАРС352І, НЕ БІЛЬШЕ: 9 Вт

ВИХІДНІ СИГНАЛИ: безперервний струмовий 4 ... 20 мА

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						30
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

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

Витрата

Під час управління технологічними процесами необхідно точно відмірювати (дозувати) кількість сировини, продуктів або напівфабрикатів, а також визначати витрати води, водяної пари, газу, інших рідинних, газоподібних та твердих речовин за одиницю часу.

Витратою називається кількість речовини (рідини або газу), що пройшла через поперечний переріз транспортного пристрою за одиницю часу. Розрізняють об'ємну (Q_o) і масову (Q_m) витрати речовини. Прилади, які вимірюють витрату, називаються витратомірами. Одиницями вимірювання об'ємної витрати є $\text{м}^3/\text{год}$; $\text{м}^3/\text{сек}$, а масової витрати - $\text{т}/\text{год}$; $\text{кг}/\text{год}$; $\text{кг}/\text{сек}$.

Зв'язок між цими одиницями: $Q_m = Q_o \cdot \rho_{\text{реч.}}$, де $\rho_{\text{реч}}$ – густина речовини.

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

- лічильники рідин та газів;
- витратоміри змінного та постійного перепаду тиску;
- індукційні витратоміри;

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						31
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

- витратоміри змінного рівня (щілинні).

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

Одним з найбільш поширених методів вимірювання витрати рідини, газу та пари є метод змінного перепаду тиску, оснований на вимірюванні різниці тисків, яка створюється будь-яким звужуючим пристроєм, встановленим в трубопроводі на шляху руху речовини. Таким чином, під час протікання речовини утворюється різниця тисків до і після звужуючого пристрою.

На рис.2.4 показано профіль руху потоку через діафрагму, завихрення, а також розподіл тиску по довжині трубопроводу.

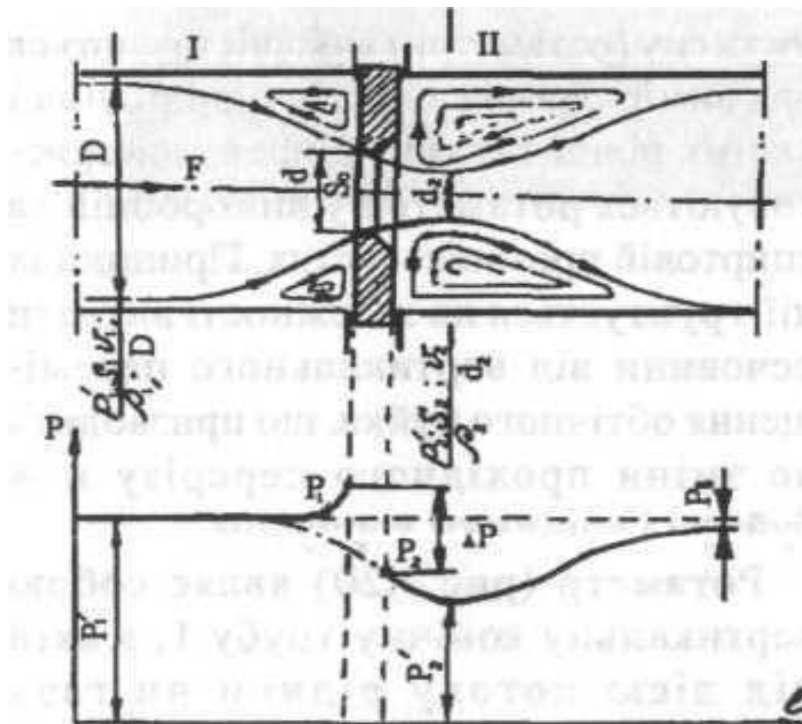


Рис. 2.4. Профіль руху потоку речовини через діафрагму.

Потік F звужується перед діафрагмою, проходить діафрагму і по інерції ще зменшується в перерізі на певній віддалі за діафрагмою, а вже потім зростає в перерізі і поступово заповнює весь переріз трубопроводу.

Перед діафрагмою і за нею утворюються зони з вихровим зустрічним рухом відносно основного потоку. Завихрення за діафрагмою значно більші, ніж перед нею. Тиск потоку перед діафрагмою дещо зростає за рахунок підпору перед діафрагмою. Основу дросельних вимірювальних перетворювачів (витратомірів змінного перепаду тиску) складає безпосередньо звужуючий пристрій (діафрагма), який має спеціальні виводи в кутах (до і після діафрагми) для під'єднання імпульсних трубок, що забезпечують відведення тисків P_1 та P_2 на входи дифманометра, який є вторинним приладом витратоміра. Відповідно, стаціонарні тиски P_1^1 та P_2^1 дещо відрізняються від тисків P_1 та P_2 місць відведення, але ця відмінність легко компенсується поправочним коефіцієнтом. Так як густина речовини до і після звужування не змінюється ($\rho_1 = \rho_2 = \rho$), то отримуємо систему рівнянь:

$$\begin{cases} P_1 - P_2 = \frac{\rho}{2} (V_1^2 - V_2^2) \\ V_1 * S_1 = V_2 * S_2 \end{cases} \quad (7.6)$$

Система рівнянь справедлива, якщо V_2 не перевищує швидкості розповсюдження звуку в речовині. Розв'язуючи систему відносно швидкості V_2 отримуємо:

$$V_2 = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{S_2}{S_1}\right)^2}} \sqrt{\frac{2}{\rho} (P_1 - P_2)} \quad , \quad (7.7)$$

і, відповідно, можемо визначити об'ємну витрату Q , визначивши добуток швидкості на переріз S_2 потоку:

$$Q = \frac{S_2}{\sqrt{1 - \left(\frac{S_2}{S_1}\right)^2}} \sqrt{\frac{2}{\rho}(P_1 - P_2)} \quad (7.8)$$

В перетворювачах змінного перепаду тиску замість перерізу потоку F_2 використовують площину S_0 звужувального пристрою, тому формула об'ємної витрати приймає вид:

$$Q = \alpha S_0 \sqrt{\frac{2}{\rho}(P_1 - P_2)}, \quad (7.9)$$

де α постійний коефіцієнт витрати для даної речовини, що залежить від діаметру трубопроводу, який визначає F_1 і типу звужуючого пристрою, а також фізичних властивостей потоку (так званого числа Рейнольдса Re_ρ , яке є основною характеристикою протікання (течії) рідини).

Витратоміри змінного перепаду тиску є найпоширенішими при вимірюванні витрати рідини, пари і газу. Типи звужуючих пристроїв, які використовуються для зменшення поперечного перерізу труби, показані на рис.7.5. В якості звужуючих пристроїв, крім діафрагм, використовуються нормальні сопла (рис. 7.5 в, м, н), подовжені та короткі сопла Вентурі (рис. п, с, т) і нестандартні пристрої з гідравлічним опором (крани, клапани, заслінки, теплообмінники та ін.).

Комплект такого витратоміра включає в себе звужувальний пристрій, з'єднувальну (імпульсну) лінію, диференційний манометр (дифманометр) з тим або іншим передавальним перетворювачем і вторинний прилад.

поплавок (рис. 7.6) стає меншим, ніж тиск P_1 під ним. Збільшується ΔP (із-за збільшення тиску P напору рідини знизу) і поплавок починає підніматись вгору, але при цьому розширюється кільцеподібний зазор між ним та стінками трубки, в наслідок чого зменшується дросельний ефект від присутності поплавка, тобто, зменшується швидкість рідини в зазорі, що приводить до зростання тиску P_2 та відновлення перепаду тиску ΔP до початкового значення, яке залежить від сили тяжіння поплавка. Піднімання поплавка припиняється. При зменшенні витрати має місце обернений ефект. Таким чином, кожному значенню витрати

відповідає певна висота підйому поплавка. У відповідності із визначенням

- основу ротаметру складає трубка 1 (рис. 2.6), як правило, скляна, з внутрішньою конічною поверхнею, в середині якої розміщують поплавок 2. Переміщення поплавка відбувається до тих пір, поки перепад тиску не зрівняється з масою поплавка, що приходиться на одиницю площини його поперечного перерізу.

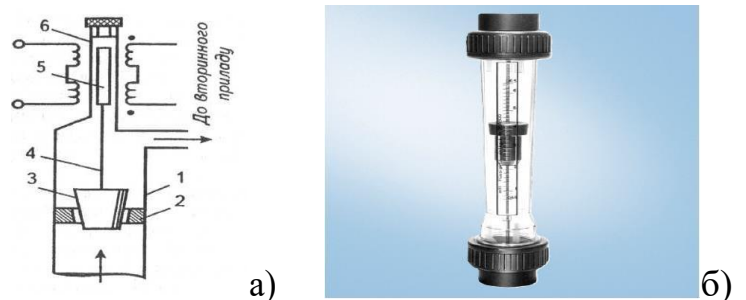


Рис.2.6 Ротаметри з ДТП а) та Sitrans FVA Troglux

Зверху вниз діє сила G тяжіння поплавця:

$$G = V_n (\rho_{II} - \rho) g, \quad (7.10)$$

де g – прискорення вільного падіння; V_n та ρ_{II} - об'єм і густина поплавка; ρ - густина рідини, що проходить крізь ротаметр.

Знизу вверх на поплавець діють сила тертя середовища об поплавок, якою можна нехтувати, та сила F , яку утворює середовище, яке протікає через ротаметр, і яка визначається різницею статичних тисків ($P_1 - P_2$), які виникли внаслідок прискорення потоку в кільцевому зазорі між стінкою і поплавцем:

$$F = (P_1 - P_2) f_n; \quad (7.11)$$

де f_n — площа поперечного перерізу поплавка у місці його найбільшого діаметру. Поплавок буде нерухомим у потоці рідини або газу, якщо виконуватиметься умова рівноваги сил, що діють знизу і зверху:

$$G = (P_1 - P_2) F_n. \quad (7.12)$$

З іншого боку можемо записати:

$$P_1 - P_2 = G / F_n = \frac{V n (\rho_n - \rho) g}{f_n}. \quad (7.13)$$

А це означає, що при постійній густині речовини, права частина формули є незмінною і не залежить від витрати речовини. Відповідно незмінним є перепад тиску $P_1 - P_2$. Звідси і інша назва ротаметрів як приладів постійного перепаду тиску.

Швидкість V обтікання речовиною поплавка у кільцеподібному зазорі між ним і стінками трубки дорівнює:

$$V = \sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho}}. \quad (7.14)$$

Звідси

$$P_1 - P_2 = \frac{\Delta P}{2} = \frac{V^2 * \rho}{2}. \quad (7.15)$$

Прирівнюючи залежності 7.13 та 7.15, можемо визначити швидкість речовини в кільцеподібному зазорі:

$$V = \sqrt{\frac{2gV(\rho_1 - \rho)}{\rho * F_n}} \quad (7.16)$$

Ця швидкість визначає об'ємну витрату Q вимірюваної речовини, що проходить через кільцеподібний зазор поперечного перерізу F_k :

$$Q = V * F_k = \varphi F_k \sqrt{\frac{2gV(\rho_1 - \rho)}{\rho * F_n}} \quad (7.17)$$

Із наведеного рівняння випливає, що за коефіцієнта витрати $\varphi = \text{const}$, існує лінійна залежність між величинами Q і F_k , який в свою чергу пропорційний висоті зависання поплавка. Проте за конічної форми трубки лінійна залежність між значенням Q і переміщенням поплавця порушується через нелінійну залежність F_k по висоті трубки. Крім того, в реальних умовах дещо змінюється величина φ . Тому використання рівномірної шкали для ротаметрів зумовлює частку загальної похибки вимірювань.

Із останнього рівняння випливає також, що положення поплавця залежить не тільки від витрати, а і від густини контрольованого середовища. З цього боку ротаметри розділяються на дві групи: для рідин які градуують на воді, і для газів, які градууються на повітрі.

Корпус ротаметра являє собою скляну конічну трубку, на зовнішній поверхні якої нанесена шкала. Показчиком є верхня горизонтальна площина поплавця. Матеріал поплавка — сталь, алюміній, бронза, ебоніт, пластмаси — не повинен піддаватися корозії в контрольованому середовищі і повинен мати добру здатність виділятися в потоці контрольованого середовища. Відхилення густини, тиску та температури вимірюваної за витратами речовини проводить до додаткових похибок вимірювання.

В деяких типах ротаметрів (рис.2.6, а) конічним роблять поплавок 3, який переміщується в середині діафрагми постійного поперечного перерізу 2. Але принципової різниці між такими ротаметрами не має. На цьому ж рисунку приведена схема ротаметра з диференціально-трансформаторним

перетворювачем, який дозволяє передавати сигнал вимірювальної інформації на відстань.

Вимірювальна частина витратоміра з диференціально-трансформаторним перетворювачем складається з циліндричного металевого корпусу 1 з діафрагмою 2. Усередині діафрагми переміщується конусний поплавок 3, насаджений на шток 4. Під дією потоку рідини поплавок може переміщуватися в отворі діафрагми. На верхньому кінці штоку закріплено осердя 5 диференційно-трансформаторного перетворювача. Осердя переміщується усередині трубки 6, зовні якої знаходиться котушка перетворювача.

Вихровий витратомір Rosemount 8600

Представляючи фундаментальну технологію вимірювань, вихрові витратоміри Rosemount пропонують великий вибір різних опцій, які дозволяють вирішити будь-які технологічні завдання.

Вихровий витратомір Rosemount 8600 підвищує надійність і знижує вартість монтажу шляхом зведення до мінімуму можливих місць витoku і усунення необхідності в імпульсних лініях.

Переваги:

- Скорочення монтажних витрат
- Простота установки
- Підвищена надійність
- Широкий діапазон вимірювань

Регулятор потоку складається з проточної частини і блоку електроніки. Регулятор потоку призначений для вимірювання об'ємної витрати рідких і газоподібних середовищ шляхом вимірювання частоти вихорів, що виникають за тілом обтікання при протіканні середовища через проточну частину витратоміра. Проточна частина витратоміра вбудовується в

									Лист
									39
		№ докум.	Підпис						

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 сильфонний);
- г) компенсаційний манометр;
- д) укорочений рідинний манометр;
- 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

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						41
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

поршнем; - з диференційними поршнями; - із зрівноваженими поршнями ; - з поршневим мультиплікатором тиску.

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

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

До них відносяться:

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

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

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						42
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

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.

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.

Компактний перетворювач тиску MBS 3000

Компактний перетворювач тиску MBS 3000, призначений для використання майже у всіх промислових областях застосування, забезпечує надійне вимірювання тиску навіть в жорстких умовах навколишнього середовища.

Широка номенклатура перетворювачів тиску передбачає струмовий вихідний сигнал 4-20 мА, вимір абсолютного або відносного тиску, різні

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						43
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

діапазони вимірювання від 0-1 до 0-600 бар, різноманітні варіанти для під'єднання імпульсних ліній тиску і електричних з'єднань.

Відмінна вибростійкість, міцна конструкція, а також високий ступінь електромагнітної сумісності та захисту від радіоперешкод забезпечують відповідність MBS 3000 найбільш суворим вимогам, які пред'являються до промислових установок.

Вихідний сигнал 4 - 20 мА

Робоча температура від -40 до 85 °С

Діапазон вимірювання 0 - 600 бар

Стандартний пристрій для під'єднання тиску, G 1 / 4A ISO 228/1

Для використання в промисловості при жорстких умовах зовнішнього середовища, наприклад, в насосах, компресорах, пневматичних системах і водоочисних установках.



Рис.2.8 Зовнішній вигляд тензометричного перетворювача тиску

Danfoss MBS 3000

Технічні характеристики:

Вимірюваного середовища: Рідини, газу

Робочий діапазон температур: Від -40°C до 85°C

Діапазон температур при транспортуванні: Від -50°C до 85°C

Діапазон компенсованих температур: Від 0°C до 85°C

Матеріал, що контактує із середовищем кислотостійку нержав. сталь
AISI 316L (DIN17440-1.4404)

Клас захисту корпусу: IP65 / IP67 / IP69K

Точність вимірювання: $\pm 0,5\%$ діапазону вимірювань (тип.), $\pm 1,0\%$ FS
(макс.)

Тиск перевантаження: 6 кратний верхня межа вимірювань (в залежності від діапазону вимірювань), max. - 1500 бар

Тиск розриву: 2000 бар

Електричне з'єднання Штепсельний роз'єм DIN 43650 (Pg9), екранований кабель (2м.), роз'єм AMP 173065 (Econoseal), IEC 947-5-2 (M12x1), ISO 5170-A1-3.2-Sn, AMP Superseal

Вихідний сигнал: 4 -20 мА, 0 - 5 В, 1 - 5 В, 1 - 6 В, 0 - 10 В

Час реакції: <4 мс 4 -20 мА 9 - 32 В 0 - 5 В, 1 - 5 В, 1 - 6 У 9 - 30 В

Напруга живлення: 0 - 10 В 15 - 30 В

Вплив напруга живлення: $\leq 0,05\%$ FS / 10В

Обмеження по струму: 28 мА для вихідного сигналу 4 -20 мА

Навантаження: RL 4 -20 мА $RL \leq (U-9В) / 0,02$ а, Ом 0 - 5 В, 1 - 5 В, 1 - 6 У $RL \geq 10$ кОм 0 - 10 В $RL \geq 15$ кОм

					Кваліфікаційна робота	Лист
						45
		№ докум.	Підпис			

Технологічне з'єднання: G ¼ "A DIN 3852 (на вимогу: G 3/8 A, G ½ A DIN 3852-E-G ¼ ", ¼ -18 NPT, ½ -14 NPT)

Вага: 0,2 - 0,3 кг

2.2. Схема автоматизації.

Схема автоматизації наведена у графічній частині (аркуш 3). Очищення дифузійного соку від домішок здійснюється на ділянці дефекосатурації, яка дозволяє за рахунок послідовних дій реагентів провести ефективно відділення осаду від цукрового сиропу. Очищення соку - найважливіша операція, яка впливає на всі наступуючі процеси. Основною умовою для досягнення максимального ефекту очищення є чітке виконання технологічного режиму, будь-яке порушення режиму збільшує кількість нецукрів, та збільшує втрати цукрози. Встановлено, що зменшення ефекту очищення на 1% збільшує вихід меляси на 0,09% до м.б. Для того, щоб забезпечити значний ефект очистки необхідно постійно контролювати основні параметри даної станції (рН, лужність, рівень та витрати соку, вміст CO2 та інше). Все це можна регулювати більш ефективно лише за допомогою автоматичного регулювання. Автоматизація процесів очищення соку покращить якість соку, скоротить втрати цукрози. Так, встановлено, що автоматизація регулювання рН соку і сатурації збільшує ефект очищення на 4-6%, що зменшує вміст цукру в мелясі на 0,3-0,35% до м.б.

Ефективність роботи станції характеризується повнотою видалення нецукрів, швидкістю осадження твердих частинок з сатураційних соків, а також витратами вапна і сатураційного газу на очищення. Для забезпечення оптимальних умов протікання процесу необхідно забезпечити автоматичне дозування реагентів і стабілізація на заданому рівні значень рН соків.

В залежності від якості цукрових буряків, що переробляються, для очищення соку застосовують технологічні схеми різних варіантів.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						46
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

Типова схема включає попередню та основну дефекацію, I (двоступеневу) та II сатурацію, сульфитацію.

По типовій схемі дифузійний сік подається в апарат попередньої дефекації, куди подають 70% до маси буряків нефільтрованого соку I сатурації, розчин коагулянту ОСА - 0,05% до маси буряків та 0,2-0,3 % СаО. При цьому рН соку підвищується від 5,5-6,5 до 10,8-11,2, під дією вапна та коагулянта відбувається нейтралізація кислот, коагуляція макромолекул в колодному стані і осадження органічних кислот у вигляді солей кальцію. Далі переддефекований сік надходить на основну дефекацію.

Температура

Регулювання температури здійснюється в дефекаторі термометром опору (1а,2а,3а) та встановленням керувальної дії з ЕОМ чи МПК через електропневматичний перетворювач Dwyer 2700 (1б,2б,3б) на пневматичний сидельчатий клапан Dwyer (1в,2в,3в) що змінює положення регулюючого органу в трубопроводі пари.

Рівень

Контури регулювання рівня в збірниках та апаратах реалізовані на радарних рівнемірах Rosemount (9а,10а), що передають дискретний сигнал на МПК, керуючий сигнал з якого управляє пневматичними клапанами (9б,10б).

Тиск

Контроль тиску здійснюється в трубопроводі подачі сатураційного газу(4а) шляхом вимірювання перетворювачем тиску Sitrans P 300.

Витрата

Контроль витрати здійснюється в трубопроводах соку, вапняного молока та сатураційного газу шляхом вимірювання перетворювачем витрати MAG 5000.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						47
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

№ п\п	Найменування и технічна характеристика виробу	Тип, марка	Одиниці	Потреба за проектом	Примітка
1	2	3	4	5	6

Прилади по місцю

1а,2а,3а	Термометр опору з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА, напруга живлення 24 DC Діапазон вимірювань - 50...+200 С	TF2	шт.	3	Siemens, Німеччина
5а-10а	Гідростатичний рівнемір, Rosemount діпазон вимірювання до 50 м	3300	шт.	2	Siemens, Німеччина
4а	Первинний перетворювач тиску Sitrans	P 300	шт.	1	Siemens, Німеччина

		№ докум.	Підпис	

№ п\п	Найменування и технічна характеристика виробу	Тип, марка	Одиниці	Потреба за проектом	Примітка
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
КМ1,КМ2	Магнітний пускач	211	шт	2	ПМЕ
56,66,76, 86	Електромагнітний витратомір	5000	шт	4	MAG
1в,2в,3в, 4в,8в,11в	Клапан сідельчатий регулюючий, живлення 140 кПа, сигнал управління 20-100 кПа	V300	шт	6	Dwyer, США
Прилади на щиті					

№ п\п	Найменування и технічна характеристика виробу	Тип, марка	Одиниці	Потреба за проектом	Примітка
1	2	3	4	5	6
1в-4в,6в-8в,10в,13 14в	Перетворювач електропневматичний	2700	шт	10	Dwyer, США
5в,9в	Частотний перетворювач	8200		2	Lenze
G1,G2	Блок живлення 24в			2	
M340	Блок контролера Modicon M340	M340		1	Modicon

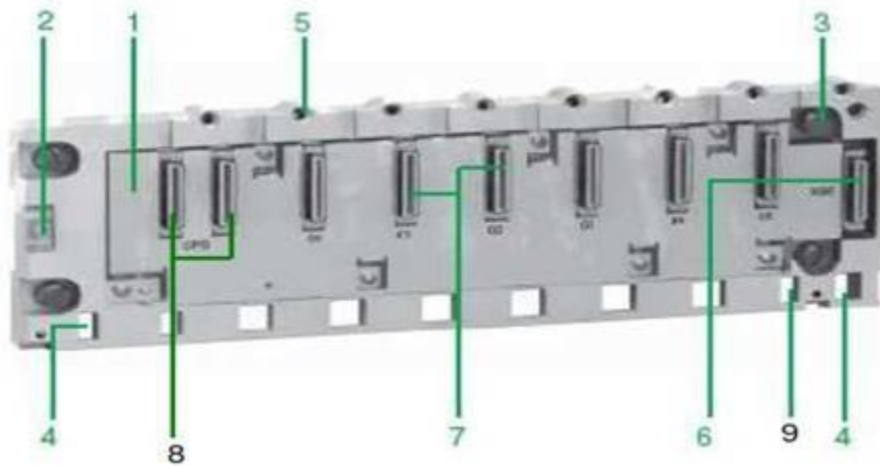


Рис.2.6. Шасі Modicon M340

1. Металева рама. 2. Клема заземлення. 3. Отвори для кріплення шасі.
 4. Кріплення для заземлення екранів кабелів. 5. Різьбові отвори під гвинт для закріплення кожного модуля. 6. Роз'єм для модуля розширення (маркований як ХВЕ). 7. Роз'єми для процесорного модуля, модулі вводу/виводу, комунікаційних модулів та модулів спеціального призначення. 8. Роз'єми для модуля живлення (маркований як СРС). 9. Отвори для установочних штирів модулів.

Таблиця 2.2. Загальні характеристики процесорних модулів

Характеристика		ВМХ Р34 1000	ВМХ Р34 2000	ВМХ Р34 2010	ВМХ Р34 2020	ВМХ Р34 2030
Макс. кількість	шасі	2			4	
	дискретних вх+вих.	512			1024	
	аналогових вх+вих	128			256	
	лічильних каналів	20			36	
Об'єм RAM	загальний розмір	2048 Кб			4096 Кб	
	для програм, констант, символів	1792 Кб			3584	
	для даних	128 Кб			256 Кб	
Макс. кількість об'єктів	локалізовані внутрішні біти %Mi	16250			32464	
	локалізовані внутр. слова %MWi				32464	
	нелокалізовані внутрішні дані	128 Кб			256 Кб	
вбудовані комунікації	послідовний RS-485/RS-232C	+	+	+	+	-
	Ethernet TCP/IP	-	-	-	+	+
	CANOpen	-	-	+	-	+

У кожному процесорному модулі M340 є вбудований USB-інтерфейс (рис.2.7., поз 3), який призначений для підключення терміналу програмування (комп'ютер зі встановленим UNITY PRO), а також для з'єднання зі операторськими станціями з встановленим програмним забезпеченням SCADA/HMI, а також з операторськими панелями. Для цього можна використати спеціальний екранований кабель, який поставляється у комплекті з процесорним модулем M340, або стандартний USB кабель з роз'ємом міні В. У будь якому випадку довжина кабелю не може перевищувати 5 м



Рис.2.7. Процесорні модулі Modicon M340

1. Гвинт для закріплення модуля на шасі.
2. Блок індикації.
3. Роз'єм USB міні В для підключення терміналу програмування, або засобів SCADA/HMI;
4. Відсік для карти пам'яті;
5. Роз'єм RJ45 для підключення кабелю послідовного інтерфейсу RS-485 та RS-232C, по

Modbus RTU/ASCII або символного режиму (маркування чорним кольором);

б. Роз'єм для підключення кабелю Ethernet TCP/IP 10BASE-T/100BASE-TX (маркування зеленим кольором).

У спеціальному слоті (рис.2.7., поз 4) розміщується SD-карта пам'яті.

На карті, що входить у комплект стандартної поставки M340 (об'ємом 8 Мбайт), зберігається загрузочний проект, вбудовані діагностичні. Веб-сторінки, а також при необхідності вихідний код проекту, константи та діалогові таблиці. Альтернативний варіант – використання карти обсягом 128 Мб, з підтримкою збереження даних користувача з прикладної програми, а також файлових операцій через FTP Сервер.

Кожний процесорний модуль може вміщувати один або два вбудовані комунікаційні канали з комбінації (рис .14.): послідовний Modbus Serial RS-232/RS-485, Ethernet TCP/IP та CANOpen. Крім функцій обміну з іншим пристроями системи, Modbus RTU (Serial) та Modbus TCP/IP (Ethernet) забезпечують доступ терміналу програмування UNITY PRO до контролера.

Дискретні модулі.

Загальна характеристика. Модулі дискретних входів/виходів M340 являють собою стандартні модулі, які займають один слот. Ці модулі відрізняються за типом каналів (вхідні, вихідні, змішані), за кількістю каналів, за типом вхідних та вихідних каналів і за способом підключення. Ці модулі можна встановлювати у будь-яке посадочне місце шасі, окрім місця для живлення (PS) та процесорного модуля. Дозволяється гаряча заміна модулів (при включеному живленні).

Типи модулів. Дискретні модулі можуть мати входи/виходи постійного струму (DC) на 24 VDC та 48 VDC з позитивною (sink) або негативною (source) логікою підключення, або змінного струму (AC) на 100-240 VAC

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						54
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

Доступні модулі з транзисторними або релейними виходами. Виходи можуть бути захищені від короткого замикання. Всі дискретні входи та виходи ізолювані від внутрішньої шини. У таблиці 3 наведені основні технічні характеристики дискретних модулів.

Способи підключення. Дискретні модулі за способом підключення зовнішніх сигналів можуть бути з 20-контактною з'ємною клемною колодкою (рис.6. варіант А) або з 40-контактними з'єднувальними роз'ємами (рис.6. варіант Б).

Для модулів з клемною колодкою (варіант А) додатково замовляється 20- контактна з'ємна клемна колодка ВМХ FTВ 20•0, або готовий кабель, який на одному кінці має клемну колодкою, а на іншому вільні провідники (з розпушеними кінцями) з кольоровим маркуванням (рис.2.8, а).



Рис.2.8. Зовнішній вигляд дискретних модулів з різними варіантами підключення

1- корпус; 2- маркування модуля; 3- панель індикації станів каналів; 4 – роз'єм для підключення з'ємної клемної колодки (варіант А) або виносної клемної колодки (варіант Б)

Існують три види 20-контактних клемних колодок:

- гвинтова клемна колодка ВМХ FTВ 2000;
- колодка з гвинтовими зажимами ВМХ FTВ 2010;
- пружинна клемна колодка ВМХ FTВ 2020;

З'ємні клемні колодки поставляються з аксесуарами для кодування, що дає можливість забезпечити унікальний механічний ключ для кожної пари – модуль- клемна колодка (рис.2.9.). Іншими словами, кодування виключає можливість підключення клемної колодки, яка була встановлена на модулі до іншого модуля.

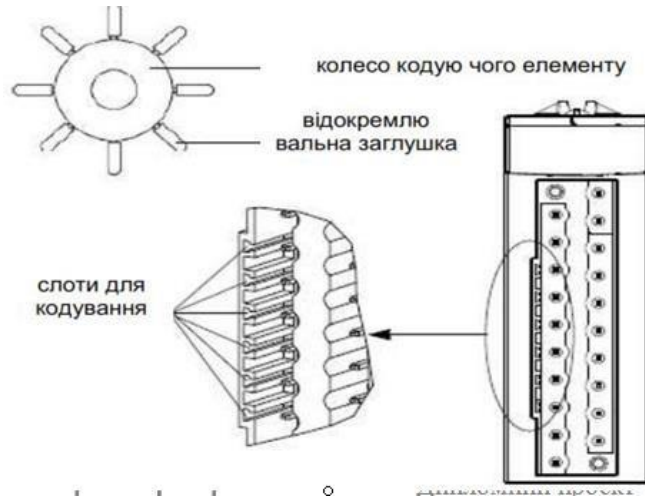


Рис.2.9. Механічне кодування модулів.

Модулі з роз'ємами (варіант Б) на 32 канали мають один 40-контактний роз'єм, на 64 канали – два роз'єми. До таких модулів додатково замовляються спеціальні кабелі з 40-контактним з'єднувачем в одному з двох варіантів:

- FCW••3, які з іншого боку мають розпушений кінець з кольоровим маркуванням провідників (рис.2.10. б);
- FCC••3, які з іншого боку мають два з'єднувачі HE10 для підключення до виносних клемних колодок типу Telefast ABE (рис.17.в).

Підключення модулів через кабелі з HE10 з'єднувачами проводиться тільки з використанням спеціальних виносних блоків з клемними колодками системи швидкого монтажу Telefast ABE. Schneider Electric пропонує дуже велику гаму блоків Telefast для дискретних модулів, які відрізняються:

- кількістю та типом каналів, які обслуговує даний блок;
- типом клем (гвинтові, пружинні);
- наявністю розподілення живлення;

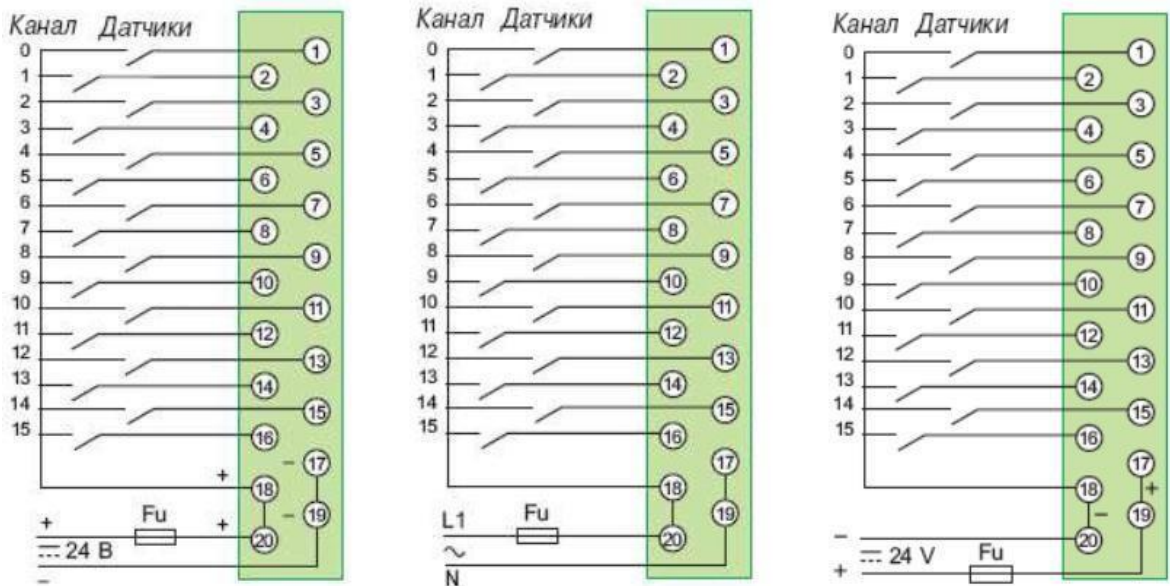
Одним із універсальних блоків Telefast для дискретних входів/виходів є ABE7H16R21, який може підключатися до будь яких модулів з 40-контактним з'єднувачем з використанням кабеля FCC**3 (** - залежить від довжини кабеля). Він використовується для підключення 16 дискретних входів або 16 дискретних виходів окремими парами гвинтових клем колодки.

Перелік необхідних аксесуарів для дискретних модулів зведений в таблицю 4. У таблиці 4 не наведений перелік аксесуарів для способів підключення кабелів з розпушеним кінцем та клемних колодок з підключенням до Telefast. У таблиці 4 також наведений тільки один варіант блоку Telefast.

Таблиця 2.4. Монтажні аксесуари для підключення кретних модулів

Позначення модуля	Тип підключення	Спосіб підключення
Модулі дискретних входів		
BMX DD11602	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20*0
BMX DD11603	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20*0
BMX DA11602	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20*0
BMX DA11603	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20*0
BMX DA11604	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20*0
BMX DD13202K	40-контактний роз'єм	кабель FCC**3 (від 0.5 до 10 м) + Telefast ABE 7H16R21 – 2 шт.
BMX DD16402K	40-контактний роз'єм	(кабель FCC**3 (від 0.5 до 10 м) + Telefast ABE 7H16R21 – 2 шт.) – 2 комплекти
Модулі дискретних виходів		
BMX DDO3202K	40-контактний роз'єм	кабель FCC**3 (від 0.5 до 10 м) + Telefast ABE 7H16R21 – 2 шт.
BMX DDO6402K	два 40-контактні роз'єми	(кабель FCC**3 (від 0.5 до 10 м) + Telefast ABE 7H16R21 – 2 шт.) – 2 комплекти
BMX DDO1602	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20*0
BMX DDO1612	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20*0
BMX DAO1605	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20*0
BMX DRA0805	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20*0
BMX DRA1605	20-контактна з'ємна колодка	з'ємна клемна колодка BMX FTB 20*0

Схеми підключення. На рис.2.11-2.13 показані схеми підключення дискретних датчиків та виконавчих механізмів до деяких модулів зі з'ємною клемною колодкою. На рис.21. показана схема підключення до модулів з 40-контактним роз'ємом, на прикладі модуля змішаного типу BMX DDM3202K та блоку Telefast ABE 7H16R21.



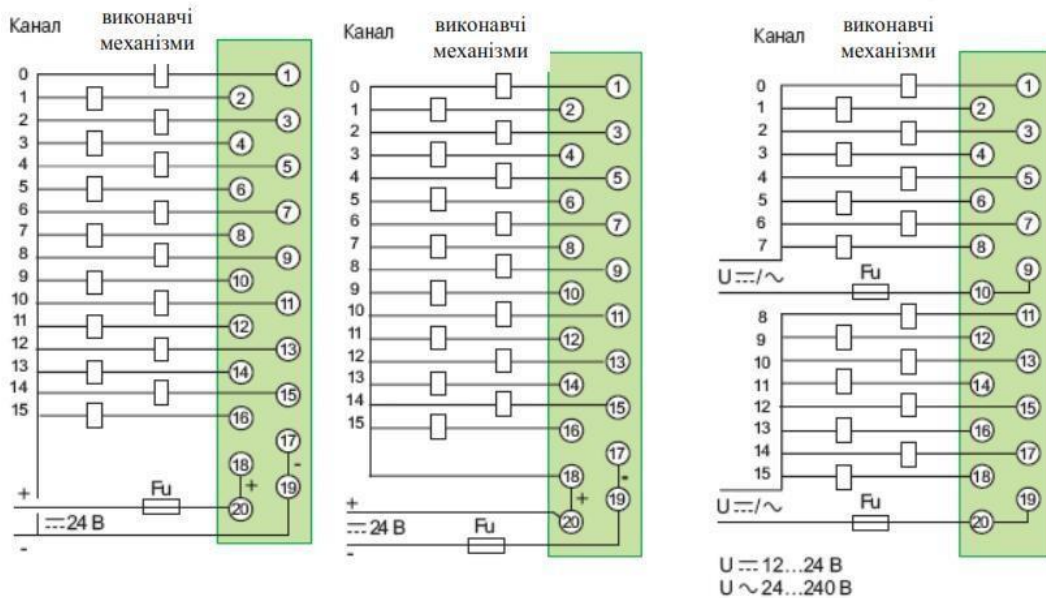
а)BMX DDI 1602 (DC)

б)BMX DAI 1602/1603/1604 (AC)

с)BMX DAI 1602 (DC негат. логіка)

Рис.2.11. Підключення модулів дискретних входів зі з'ємними колодками

BMX DDO 1602 (DC) BMX DDO 1612 (DC негат. логіка) BMX DRA 1605 (реле)



а) BMX DDO 1602 (DC)

б)BMX DDO 1612 (DC негат. логіка)

с)BMX DRA 1605 (реле)

№ докум.

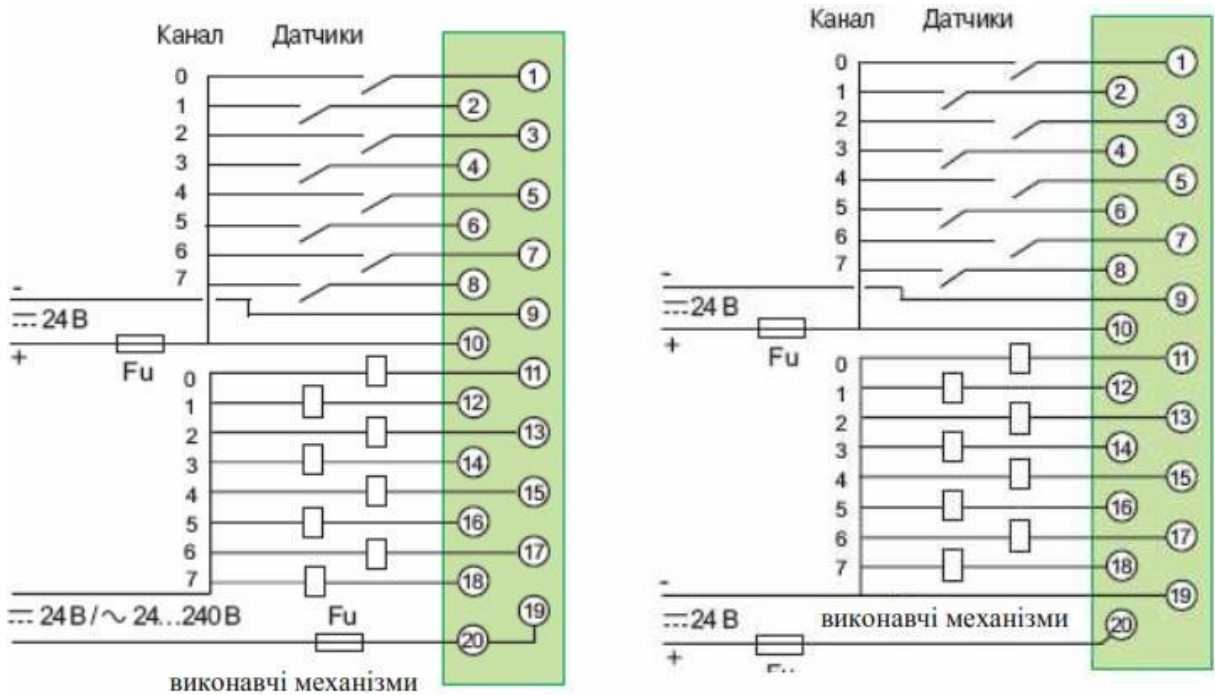
Підпис

Кваліфікаційна робота

Лист

59

Рис.2.12. Підключення модулів дискретних виходів зі з'ємними колодками



а) BMX DDM 16025

б) BMX DDM 16022

Рис.2.13. Підключення змішаних дискретних модулів зі з'ємними колодками

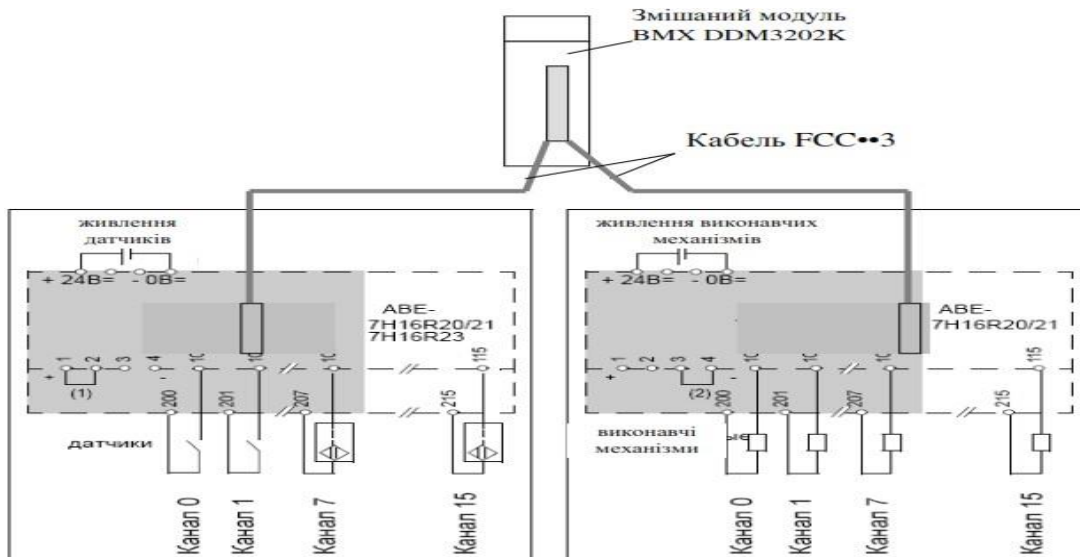


Рис.2.14. Схема підключення датчиків та виконавчих механізмів доTelefast АВЕ 7Н16R21 на прикладі модуля BMX DDM3202К

Аналогові модулі

Загальна характеристика. Модулі аналогових входів/виходів M340 являють собою стандартні модулі, які займають один слот. Як і дискретні модулі, аналогові відрізняються за типом каналів (вхідні, вихідні, змішані), за кількістю каналів, за характеристикою і діапазоном сигналів (напруга, струм, термометри опору, тощо), наявністю гальванічного розподілення і за способом підключення. Ці модулі можна встановлювати у будь-яке посадочне місце шасі, окрім місця для живлення (PS) та процесорного модуля. Дозволяється гаряча заміна модулів (при включеному живленні).

Типи модулів. Перелік всіх типів аналогових модулів M340 наведений в таб.4

Аналогічно аналоговим модулям Modicon Premium, аналогові вхідні модулі M340 виконують функції:

- сканування вхідних каналів різного діапазону за допомогою безконтактного мультиплексування;

- аналогово-цифрове перетворення;

- фільтрація сигналів;

Модулі аналогових виходів виконують функції:

- цифро-аналогове перетворення;

- захист каналів модулів від перевантаження;

Моніторинг модуля: тест перетворення, тест виходу за межі, тест наявності клемної колодки

Способи підключення. Подібно дискретним модулям за способом підключення зовнішніх сигналів, аналогові модулі можуть бути: з 20-контактною з'ємною клемною колодкою, з 28-контактною клемною колодкою або з 40- контактними з'єднувальними роз'ємами. З'ємні клемні колодки поставляються з аксесуарами для кодування, що дає можливість забезпечити унікальний механічний ключ для кожної пари – модуль-клемна колодка.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						61
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

Конфігурування МПК MODICON M340

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

Табл.2.6 Конфігурування МПК

Вимоги	Кількість або наявність
Живлення ПЛК (24 VDC або 24 VAC)	24
Кількість аналогових входів 4-20 mA	14
Кількість аналогових виходів 4-20 mA	9
Кількість дискретних виходів 4-20 mA	2

Вибір модулів вводу/виводу

2 ВА 4-20 мА – ВМХ АМІ 0800

1 АВ 4-20 мА – ВМХ АМО 0802

1 АВ 4-20 мА – ВМХ АМО 0410

16 ДВ 24 VDC - ВМХ DDO 1602

Вибір шасі, додаткових модулів та аксесуарів для шасі

Загальна кількість модулів разом з процесором: 1 CPU + 2AI + 2 AO++1DO+1БЖ = 7. Таким чином мені потрібне лише одне шасі на 12 місць (ВМХ ХВР 1200).

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						63
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

Таблиця 2.7. специфікація на замовлення контролера та
комплектуючих

Модулі вводу/виводу		Характеристики
Найменування	Кількість	
1	2	3
ВМХ ХВР 1200 Шасі	1	Шасі для встановлення блоку живлення, процесора та модулів розширення
ВМХ СРС 2000 Блок живлення	1	<p>Напруга живлення 100...240 VAC</p> <p>Загальна корисна потужність (PPS) 20 Вт</p> <p>Потужність на виході 3V3_VAC монтажного шасі 8,3 Вт (2,5 А)</p> <p>Потужність на виході 24V_VAC монтажного шасі 16,5 Вт (0,7 А)</p> <p>Максимальна сумарна потужність на виходах 3V3_VAC та 24V_VAC (P3V3_24V) 16,5 Вт</p> <p>Сумарна корисна потужність на споживання зовнішніми датчиками 24V_SENOSRS 10,8 Вт (0,45 А)</p>
ВМХ Р34 1000 Центральний процесор	1	<p>Макс. кількість шасі: 2</p> <p>дискретних вх+вих. 512</p> <p>аналогових вх+вих 128</p> <p>лічильних каналів 20</p> <p>Об'єм RAM</p> <p>загальний розмір 2048 Кб</p> <p>Макс. кількість об'єктів:</p> <p>локалізовані внутрішні біти %Mi 16250</p> <p>локалізовані внутр. Слова %MWi 32464</p>

BMX AMI 0800 Модуль аналогових виходів	2	Діапазон сигналу $\pm 10V, 0 \dots 10V, 0 \dots 5V, \dots 20mA, 4 \dots 20 mA$ Характеристики каналів 16-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля - 5 мс Підключення 20-контактна з'ємна колодка
BMX AMO 0802 Модуль аналогових виходів	1	Діапазон сигналу $\pm 10V, 0 \dots 20mA, 4 \dots 20 mA$ Характеристики каналів 16-бітні, ізоляція між каналами Підключення 20-конт. з'ємна кол.
BMX DDO 1602 Модуль дискретних виходів	1	Сигнал 24 VDC Кількість виходів: 16 Підключення 20-контактна з'ємна колодка
BMX FTB 2010	5	20 контактна з'ємна клемна колодка з гвинтовими зажимами

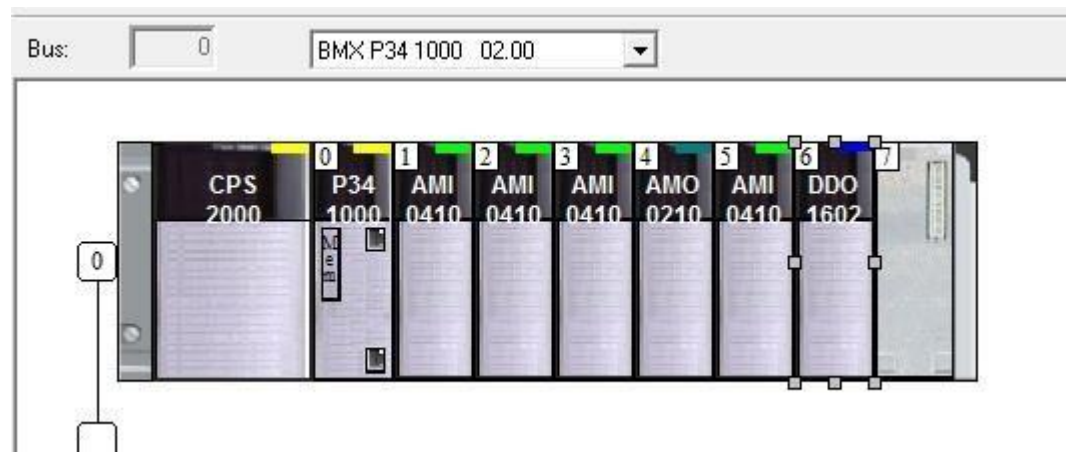


Рис.2.15. Розміщення модулів у шасі

3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК.

3.1. Загальна схема підключення

В даному проекті схема сигналізації з використанням релейно-контактної схеми і лампочок не розроблялася. Сигналізація розроблена у вигляді дисплейної мнемосхеми. На принциповій схемі показано електричне та пневматичне підключення датчиків і виконавчих механізмів до контролера. Всі проводи пронумеровані. Датчики, які використані в системі мають уніфікований вихідний сигнал по струму 4-20 мА. Для живлення всіх датчиків використовується блок живлення на 24 В

Схема електрична принципова – графічне зображення, за допомогою умовних графічних і буквено-цифрових позначень, зв'язків між елементами електричного пристрою. Схема електрична принципова, на відмінну від розводки друкованої плати, не показує взаємного (фізичного) розміщення елементів, а лише вказує на те, які елементи з якими з'єднуються. Зазвичай, при розробці радіоелектронного пристрою, процес створення схеми електричної принципової є проміжною ланкою між стадіями розробки функціональної схеми і проектуванням друкованої плати. Принципова електрична схема є своєрідною «картою» всіх електричних з'єднань електрообладнання. Використання принципової електричної схеми не тільки дає повне уявлення про проект, але і дозволяє на її основі створювати схеми окремих з'єднань, здійснювати розробку конкретних вузлів підключення. По цій же електросхемі проводиться перевірку правильності монтажу електрообладнання.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Акр.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Зіменко М.М.</i>			<i>Розробка системи автоматизації процесу сульфитації на цукровому заводі</i>		
<i>Керівник</i>		<i>Заєць Н.А.</i>				66	10
<i>Зав.каф.</i>		<i>Смітюх Я.В.</i>				НУХТ АК-4-2ск	
<i>Секр. ЕК</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>					

Принципові електричні схеми призначенні для повного відображення взаємозв'язків пристроїв з урахуванням принципів їх дії і послідовності роботи. На принципових електросхемах за допомогою умовних позначень зображенні пристрої і лінії зв'язків між окремими елементами, блоками і модулями. На схемі міститься наступна інформація: умовне зображення принципу дії функціональних вузлів, пояснювальні написи, частини окремих елементів, діаграми переключення контактів, а також перелік використовуваних в даній схемі пристроїв.

Принципові електросхеми розділяються на два типи. Перший тип (повна принципова схема) служить для відображення силових мереж. В залежності від призначення креслення, на схемі можуть знаходитися окремо кола живильної і розподільчої мереж, так і їх суміщені зображення. На основі повної принципової схеми створюються «локальні» принципові електричні схеми – другий тип, що включає в себе зображення окремих об'єктів, наприклад, принципова схема блоку управління. Відповідно, на ній будуть розміщені дані по конкретній області виробу.

Схема живлення електрична принципова.

На схемі зображено електричне живлення усіх електроприймачів з їх допоміжним обладнанням (вимикачі, запобіжники). Ввід живлення в щит здійснюється із заводської електромережі. Далі поступає на центральний вимикач SA1. Після вмикання SA1 напруга поступає на щит управління. Також серед електроприймачів знаходяться освітлювальна лампа та розетки для переносного електроінструменту (24В), які вмикаються автоматичними вимикачами QF2-QF3. Також від щита живиться блок живлення контролера Modicon M340 через автоматичний вимикач QF4. Живлення вимірювальних перетворювачів відбувається через блок живлення(24В), який підмикається до мережі через автоматичний вимикач QF5. Живлення електропневмоперетворювачів відбувається через блок

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						67
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

приймаємо $I = 3\text{A}$

- живлення модулів та центрального модуля процесора 307-1BA00

$$I = \frac{23.1}{24 \cdot 0.95} = 1.013$$

приймаємо $I = 3\text{A}$

- живлення електропневматичних перетворювачів Dwyer

$$I = \frac{30.4}{24 \cdot 0.95} = 1.333$$

приймаємо $I = 3\text{A}$

- живлення термометра опору TF2

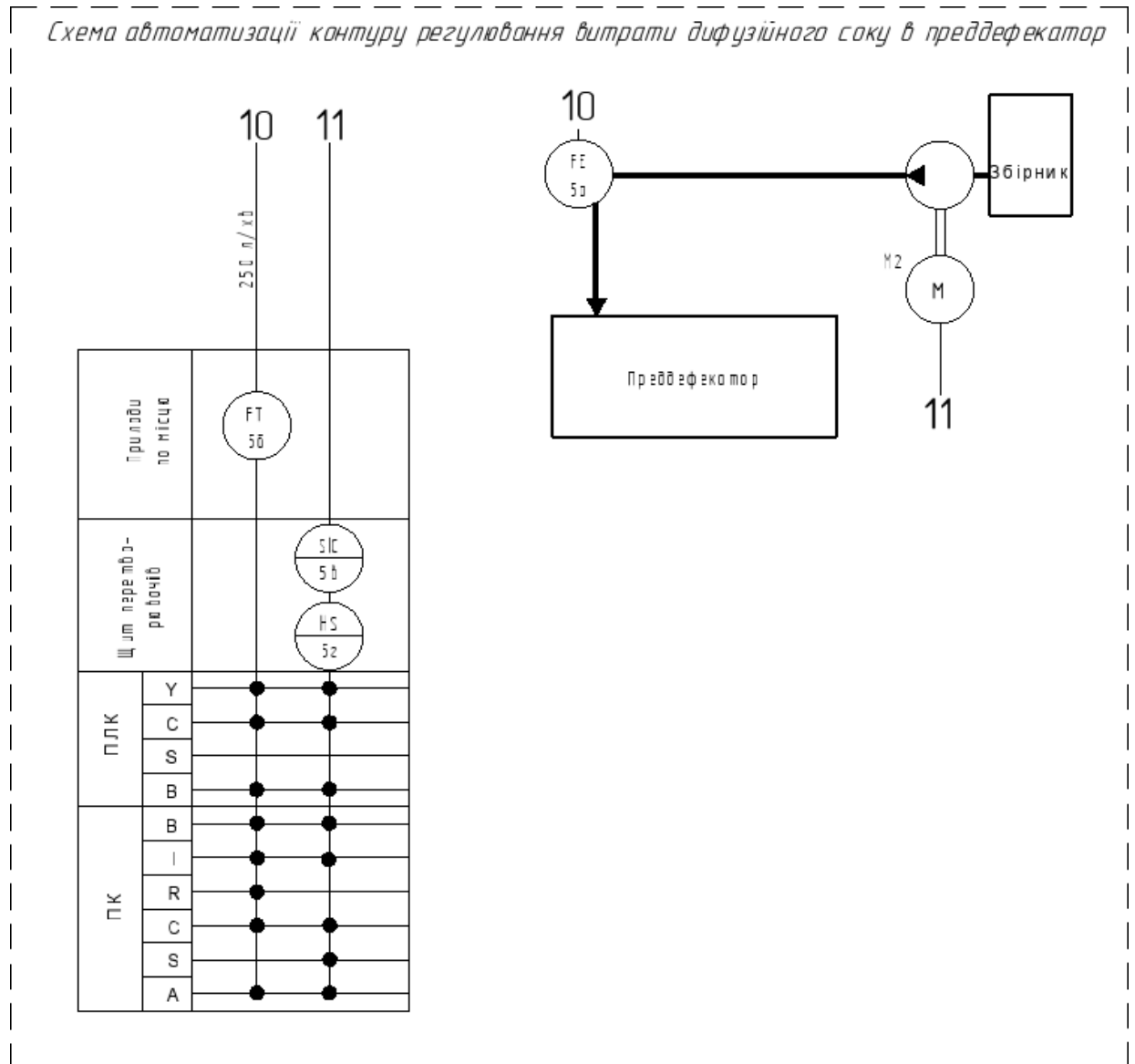
$$I = \frac{20}{24 \cdot 0.95} = 0.8772$$

приймаємо $I = 1\text{A}$

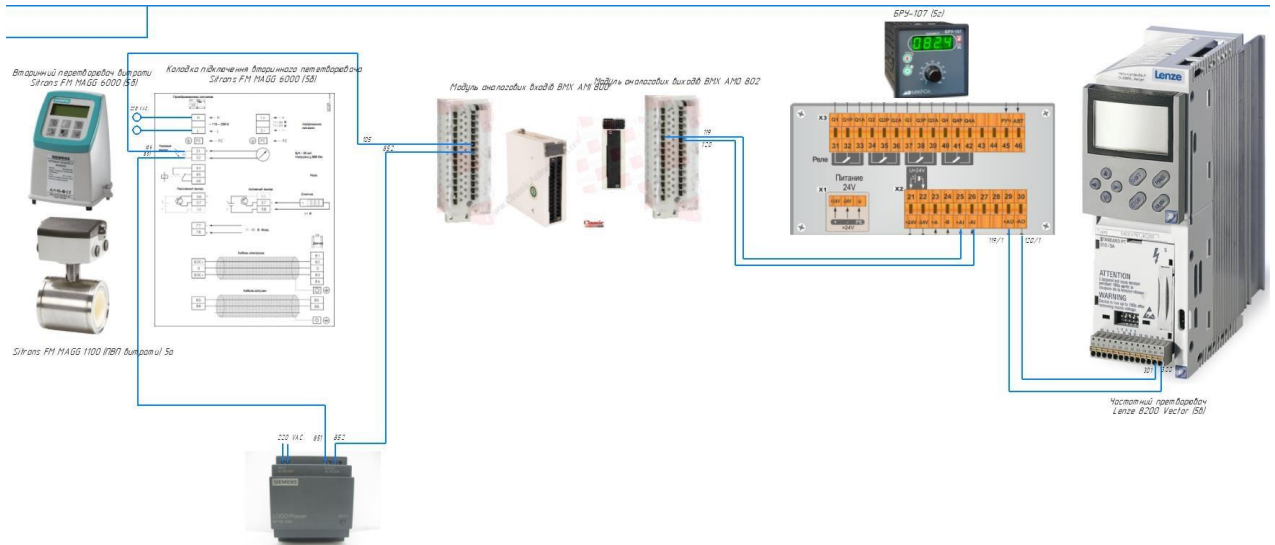
3.2. Розширені схеми підключення для окремих контурів

3.2.1 Схема автоматизації окремого контуру

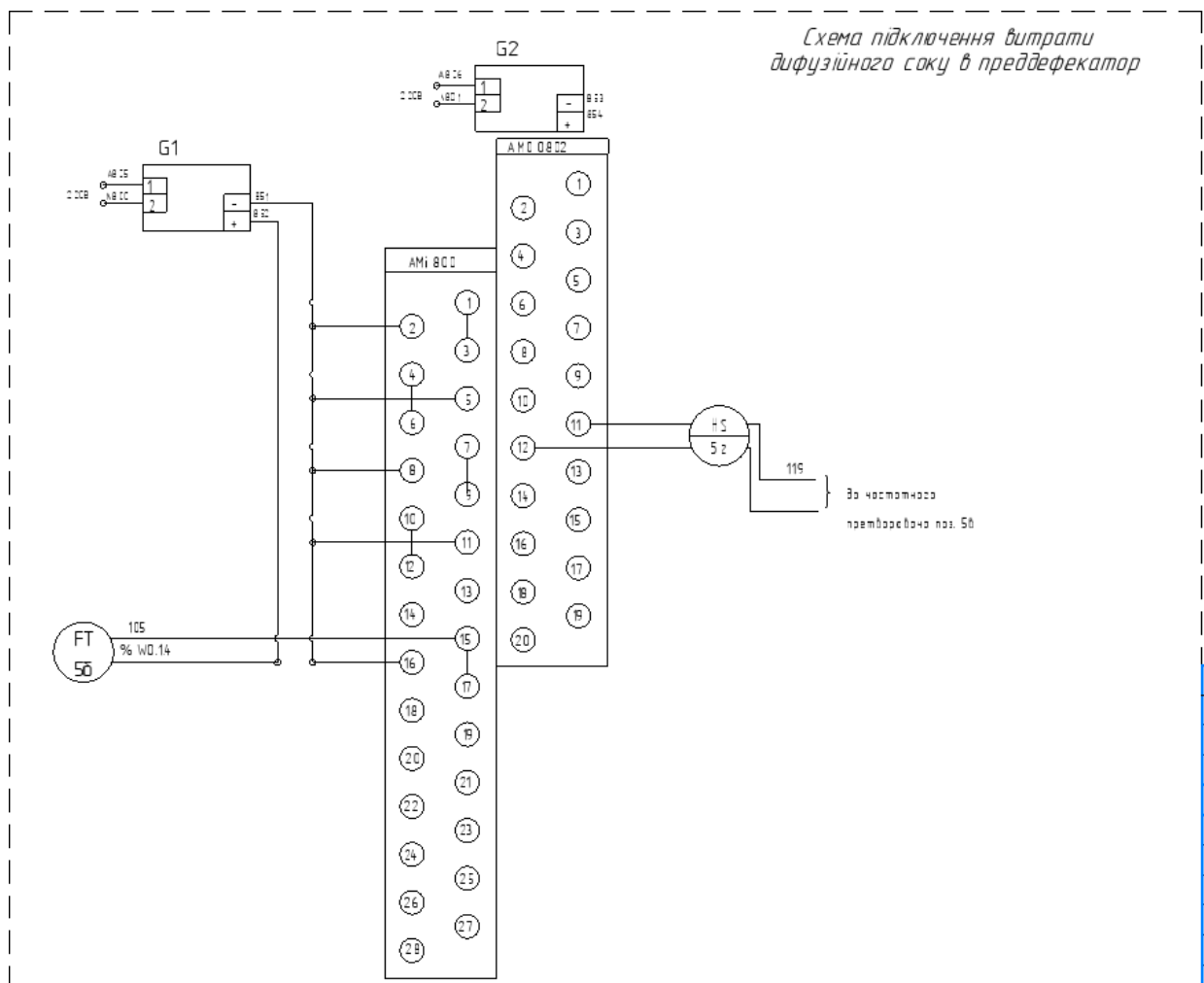
Схема автоматизації контуру регулювання витрати дифузійного соку в преддефектор



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



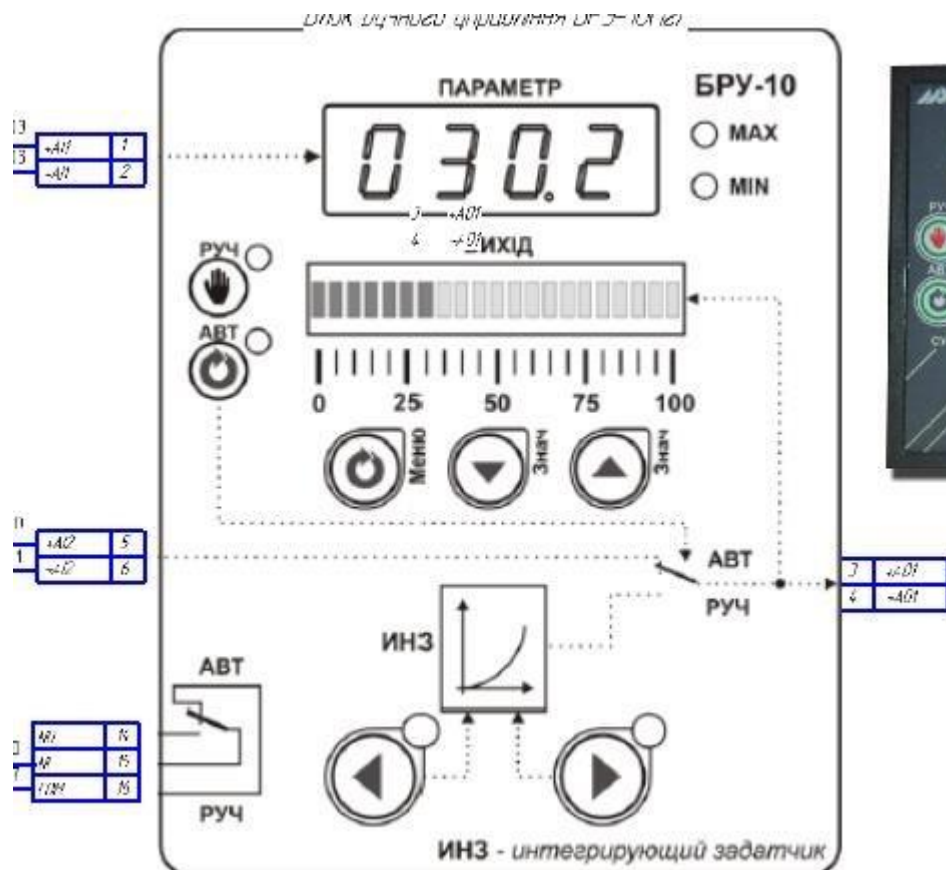
3.2.3 Принципова схема з'єднання між собою технічних засобів автоматизації



3.2.4 Опис схеми підключення

У випадку регулювання витрати соку в преддефекатор, використовується магніто-індукційним витратоміром Sitrans FM MAGG 6000 (5б), сигнал надходить на контролер, опрацьовується програмою, порівнюється із заданним значенням витрати, якщо є розузгодження, то сигнал 4-20 мА із модуля аналогових виходів надходить на блок ручного управління БРУ-107 (5г) і на виході із БРУ сигнал по струму аналогічний як і на вході від контролера надходить на частотний перетворювач Lenze 8200 Vector (5в), який змінює витрату соку в преддефекатор. БРУ-10 (5г), який працює в ручному і автоматичному режимах. В автоматичному режимі сигнал 4-20 мА подається на вхід БРУ, на виході з БРУ сигнал аналогічний, як і на вході. У разі ручного режиму на виході БРУ буде струмовий сигнал який задається ручним за датчиком БРУ. І на виході буде сигнал, пропорційний сигналу 4-20 мА, який далі іде до ЧПР (5в).

Структура БРУ-10



Підключення сигналів до БРУ-7 і БРУ-107 здійснюється за допомогою роз'ємів-клем з пружинними сполуками, які встановлюються на задній стінці приладу. Основні характерні переваги монтажу обладнання з використанням роз'єм-клем:

1. Монтаж проводиться провідниками: одножильними, багатожильними, тонкопроволочними з кінцевими втулкою або з штифтовим наконечником. Перетин підключаються провідників 0,08 - 2,5 мм².

2. Після монтажу є можливість оперативного демонтажу обладнання без відключення провідників - необхідно тільки відключити роз'єми. Аналогічним чином можливо відключити будь-яку групу сигналів, підключену до одного роз'єму.

3. Якість з'єднання - вібростійкий, забезпечується пружинним соединителем. Не потребує періодичного обслуговування і не залежить від ретельності роботи монтажного та обслуговуючого персоналу.

Технічна характеристика БРУ-10

Аналогові вхідні сигнали

Кількість аналогових входів: 1

Типи вхідних аналогових сигналів:

- уніфіковані

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

Роздільна здатність АЦП: 16 розрядів

Гальванічна ізоляція: Входи гальванічески ізольовані від виходів і інших ланцюгів, напруга гальванічної розв'язки не менше 500 В

Межа основної зведеної похибки вимірювання вхідних параметрів: $\leq 0.2\%$

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						73
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

Межа додаткової похибки, викликаної зміною температури навколишнього середовища: $<0.2\% / 10^\circ \text{C}$

Період вимірювання, не більше: 0.1 сек

Аналогові вихідні сигнали

Кількість аналогових виходів: 1

Тип вихідного аналогового сигналу: 0-5 мА ($R_n \leq 2\text{кОм}$), 0 (4) -20 мА ($R_n \leq 500\text{ Ом}$), 0-10 ($R_n > 2\text{кОм}$)

Основна приведена похибка формування вихідного сигналу: $\pm 0,2\%$

Цифрова індикація

Точність індикації: $\pm 0,01\%$

Висота цифр світлодіодних індикаторів: 20 мм

Послідовний інтерфейс RS-485

Тип каналу: Асинхронний напівдуплексний (прийом і передача йдуть по одній парі проводів з поділом за часом)

Кількість приймачів: 32 приймача на одному сегменті

Максимальна довжина лінії в межах одного сегмента мережі: 1200 метрів

Кількість активних передавачів: 1 (тільки один передавач активний)

Максимальна кількість вузлів в мережі: 250 з урахуванням магістральних підсилювачів

Вид кабелю: вита пара, екранована вита пара

Гальванічна розв'язка:

інтерфейс гальванічески ізольований від інших входів-виходів і інших ланцюгів (напруга гальванічної розв'язки не менше 500 В)

Протокол зв'язку: Modbus режим RTU (Remote Terminal Unit)

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						74
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

Електричні дані

Напруга живлення БРУ-105:

- змінного струму: від 100 В до 242 В, 50 Гц
- постійного струму: від 15 В до 36 В

Споживана потужність від мережі змінного струму, не більше: ≤ 8.0
ВА

Струм споживання по харчуванню 24В, не більше: не більше 160 мА.4.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						75
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

4. Креслення встановлення технічних засобів

Встановлення манометра Sitrans P300 на корпус апарату зображено на кресленні 3. Існує багато видів вимірювальних перетворювачів з двухпроводно. схемою. Вихідним сигналом є постійний струм від 4 до 20 мА, який лінійно-пропорційний температурі. Вимірювальні перетворювачі з типом вибухозахисту "Іскробезпека" і "вибухонепроникний корпус" можуть монтуватися всередині вибухонебезпечних зон (зона 1) або в зоні 0.

SITRANS P300

Конструкція

Прилад складається з:

- електроніки
- корпусу
- вимірювальної комірки

Перспективний вид SITRANS P300

Корпус має накручувати кришку (3), з оглядовим вікном або без вікна залежно від версії. Корпус електричних клем, кнопки управління приладом і, залежно від версії, цифровий дисплей, розташовані під кришкою. З'єднання для підключення допоміжного харчування УН і екрану розташовані в корпусі клем. Кабельний ввід розташований на боці корпусу. Вимірювальна осередок з підключенням до процесу (5) розташовані на нижній стороні корпусу. Залежно від версії приладу, вимірювальна осередок з підключенням до процесу можуть відрізнятися від показаних на малюнку.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Кваліфікаційна робота			
Розроб.		Зіменко М.М.			Розробка системи автоматизації процесу сульфитації на цукровому заводі	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Засць Н.А.					76	4
Зав.каф.		Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-2ск		
Секр.ЕК		Проскурка Є.С.						

Принцип роботи електроніки з HART-комунікацією. Вхідний тиск перетворюється сенсором (1) в електричний сигнал. Цей сигнал підсилюється вимірною підсилювачем (2) і оцифровується в АЦП (3). Цифровий сигнал аналізується в мікроконтролері (4) і коригується на предмет характеристик лінійності і залежно від температури. Потім в ЦАП (5) він перетворюється в струмовий сигнал від 4 до 20 мА. Діодна ланцюг забезпечує захист від зміни полюсів напруги. Можна виконувати неперериваючися вимірювання струму низькоомним амперметром на з'єднанні (10). Дані, специфічні для вимірної комірки, дані електроніки та налаштування параметрів зберігаються у двох модулях незалежній пам'яті (6). Перший модуль з'єднаний з вимірною осередком, другий – з електронікою. Кнопки (8) можуть використовуватися для виклику індивідуальних функцій, т.зв. режимів. Якщо у вас прилад з цифровим дисплеєм (9), ви можете використовувати його для відстеження налаштувань режимів та інших повідомлень. Основні налаштування режимів можуть бути змінені з комп'ютера через HART-модем (7).

режимів. Якщо у вас прилад з цифровим дисплеєм (9), ви можете використовувати його для відстеження налаштувань режимів та інших повідомлень. Основні налаштування режимів можуть бути змінені з комп'ютера за допомогою ведучого пристрою шини (12).

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

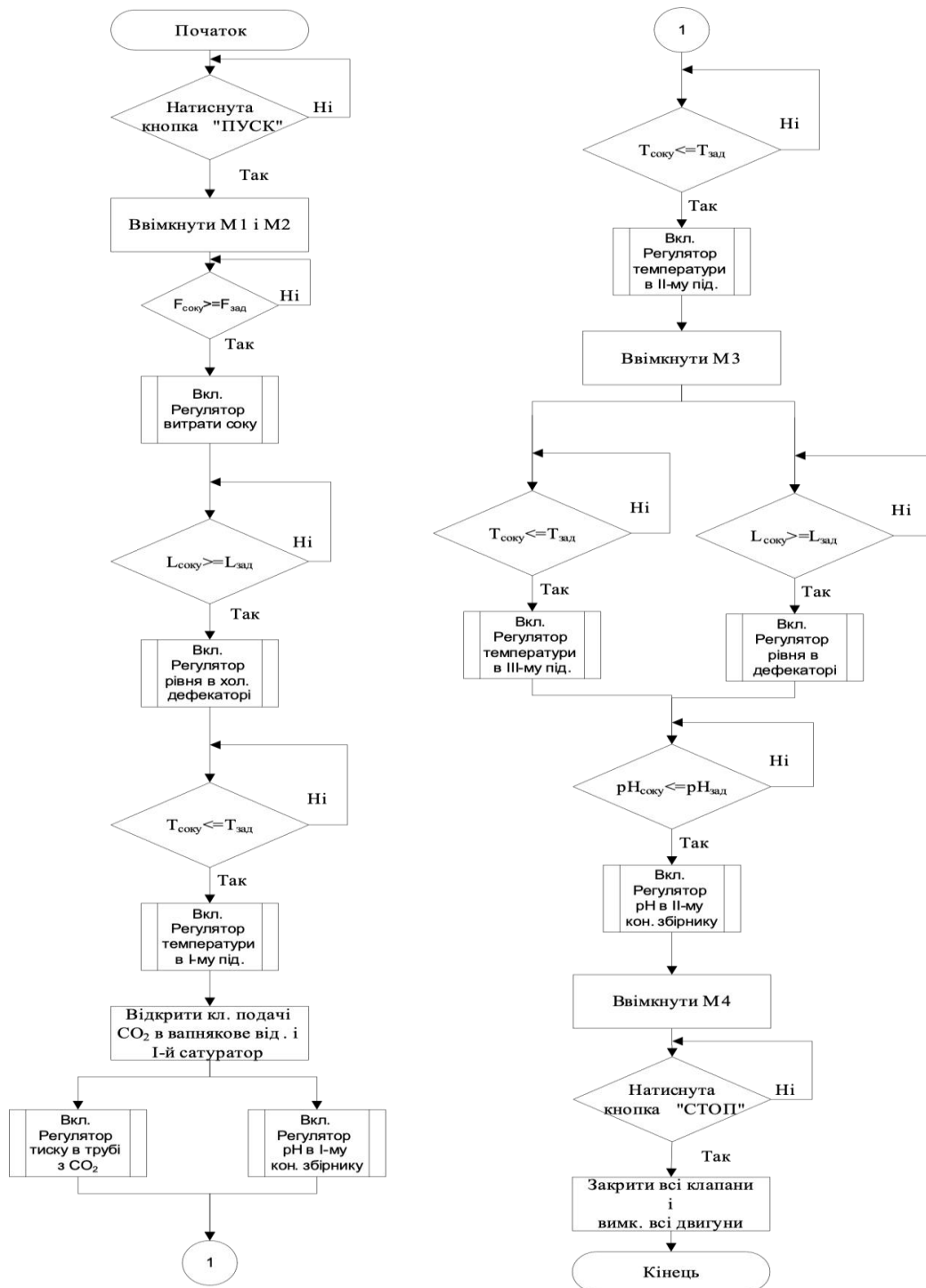
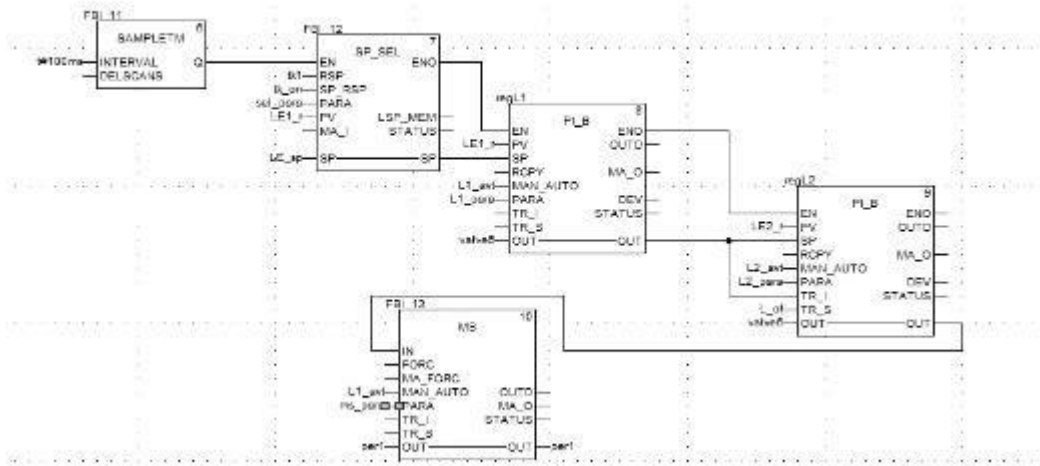


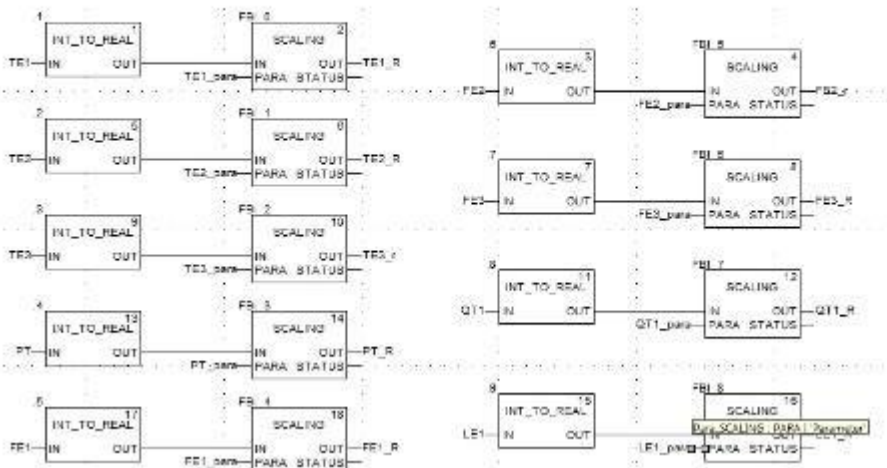
Рис.5.1 Блок-схема алгоритму роботи сокоочистки

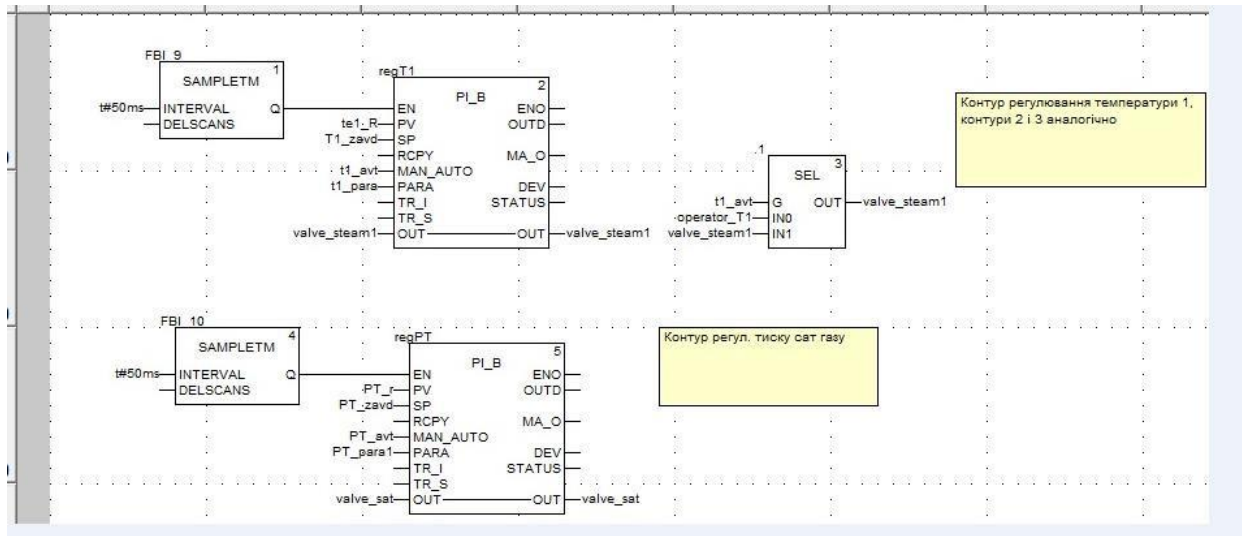
					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Зіменко М.М.			<i>Розробка системи автоматизації процесу сульфитації на цукровому заводі</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Заєць Н.А.					80	7
Зав.каф.		Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-2ск		
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						

Контур регулювання рівня соку



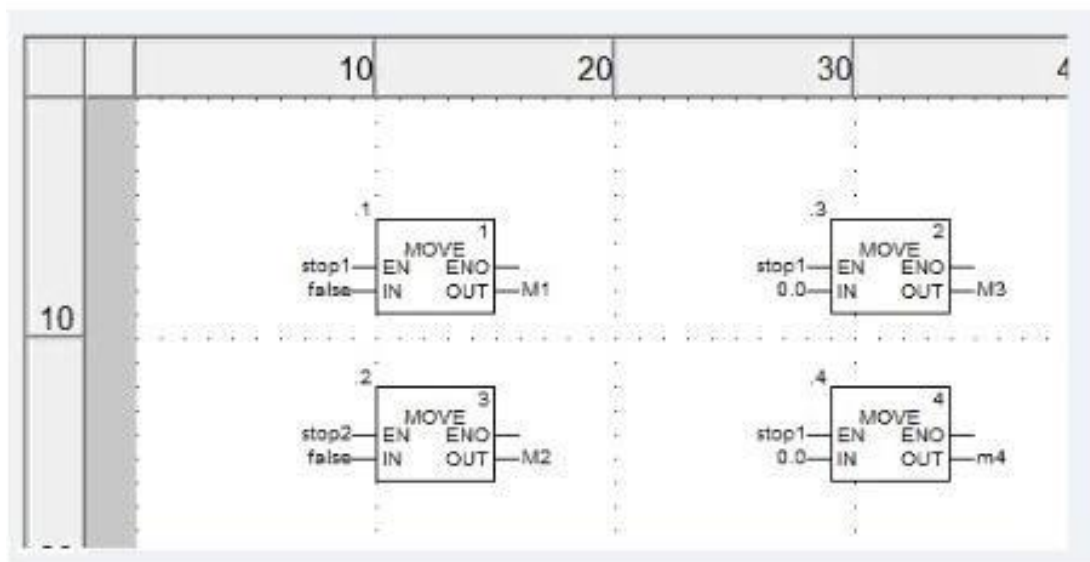
Контур відбитих сигналів





Контур частотних перетворювачів

та магнітних пускачів



Безпека ZenOn пропонує обширний комплект безпеки, інтегрований в програмне забезпечення: відстеження стану процесів, автоматична передача файлів по мережі, сумісність різних проектів однаковою версією, хронологія змін і резервних копій, ZenOn Log server для аналізу мережі та зв'язку з PLC.

Універсальність і підтримка відкритих стандартів. Програмне забезпечення може бути встановлене майже на всіх операційних системах сімейства Windows.

Інтерфейс ZenOn підтримує декілька мов (в тому числі і російська), причому переключатися з однієї мови на іншу можна в режимі on-line (не закриваючи проект). Розширений модуль побудови графіків і діаграм (Extended Trend Module) дозволяє користувачеві налаштувати їх зовнішнє подання для досягнення максимальної наочності та інформативності.

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» описуємо всі змінні, створюємо змінні для трендів, алармів та описуємо настройки до них.

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
FE1	%MW1	0	10000	0	150	INT
FE2	%MW2	0	10000	0	150	INT
FE3	%MW3	0	10000	0	150	INT
TE1	%MW4	0	10000	0	150	INT
TE2	%MW5	0	10000	0	3	INT
TE3	%MW6	0	10000	0	3	INT
TE4	%MW7	0	10000	0	3	INT
TE5	%MW8	0	10000	0	100	INT
FE4	%MW9	0	10000	0	100	INT
TE6	%MW10	0	10000	0	100	INT

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Кваліфікаційна робота			
Розроб.		Зіменко М.М.			Розробка системи автоматизації процесу сульфитації на цукровому заводі	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Заєць Н.А.					87	6
Зав.каф.		Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-2ск		
Секр.ЕК		Проскурка Є.С.						

TE7	%MW11	0	10000	0	100	INT
QE1	%MW12	0	10000	0	100	INT
KL1	%MW100	0	10000	0	100	INT
KL2	%MW101	0	10000	0	100	INT
KL3	%MW102	0	10000	0	100	INT
KL4	%MW103	0	10000	0	100	INT
M1	%M1	0	10000	0	650	INT
M2	%M2	0	10000	0	650	INT
M3	%M3	0	10000	0	650	INT
M4	%M4	0	10000	0	650	INT

Тег аларма	Ім'я аларма	Змінний тег	Критично низький	Критично високий
A_TE_1	Температура в переливному ящику 1	TE1	-	95 С
A_TE_2	Температура в переливному ящику 2	TE2	-	95 С
A_PT_1	Тиск трубопроводі подачі сатураційного газу	PT	-	0.3 МПа
A_LE_1	Температура в переливному ящику 1	LE1	-	85%

A_LE_2	Температура в переливному ящику 2	LE2	-	85%
--------	-----------------------------------	-----	---	-----

Таблиця 6.2. Аларми аналогові

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 цей 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.

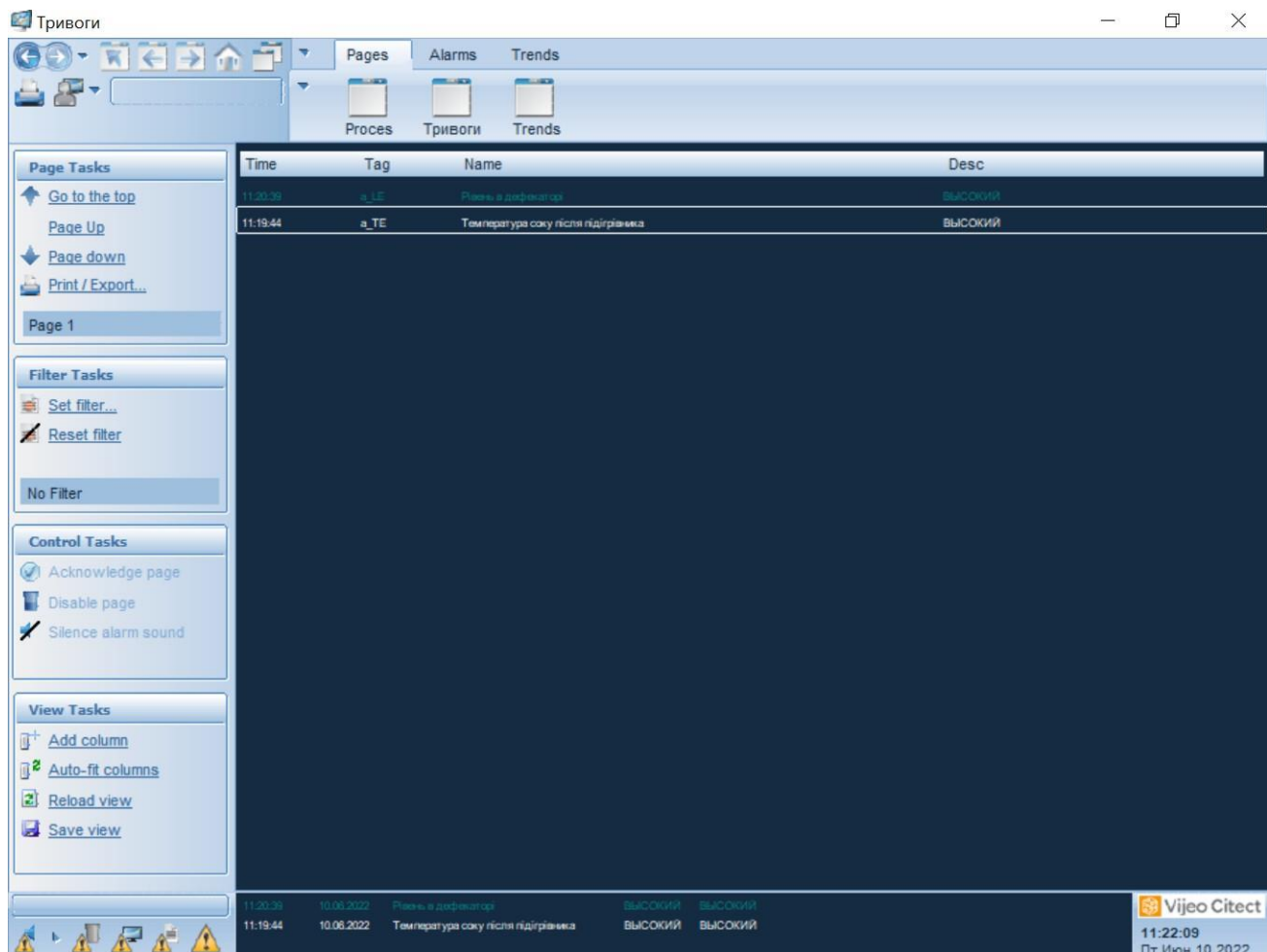


Рис.6.2. Вікно алармів

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

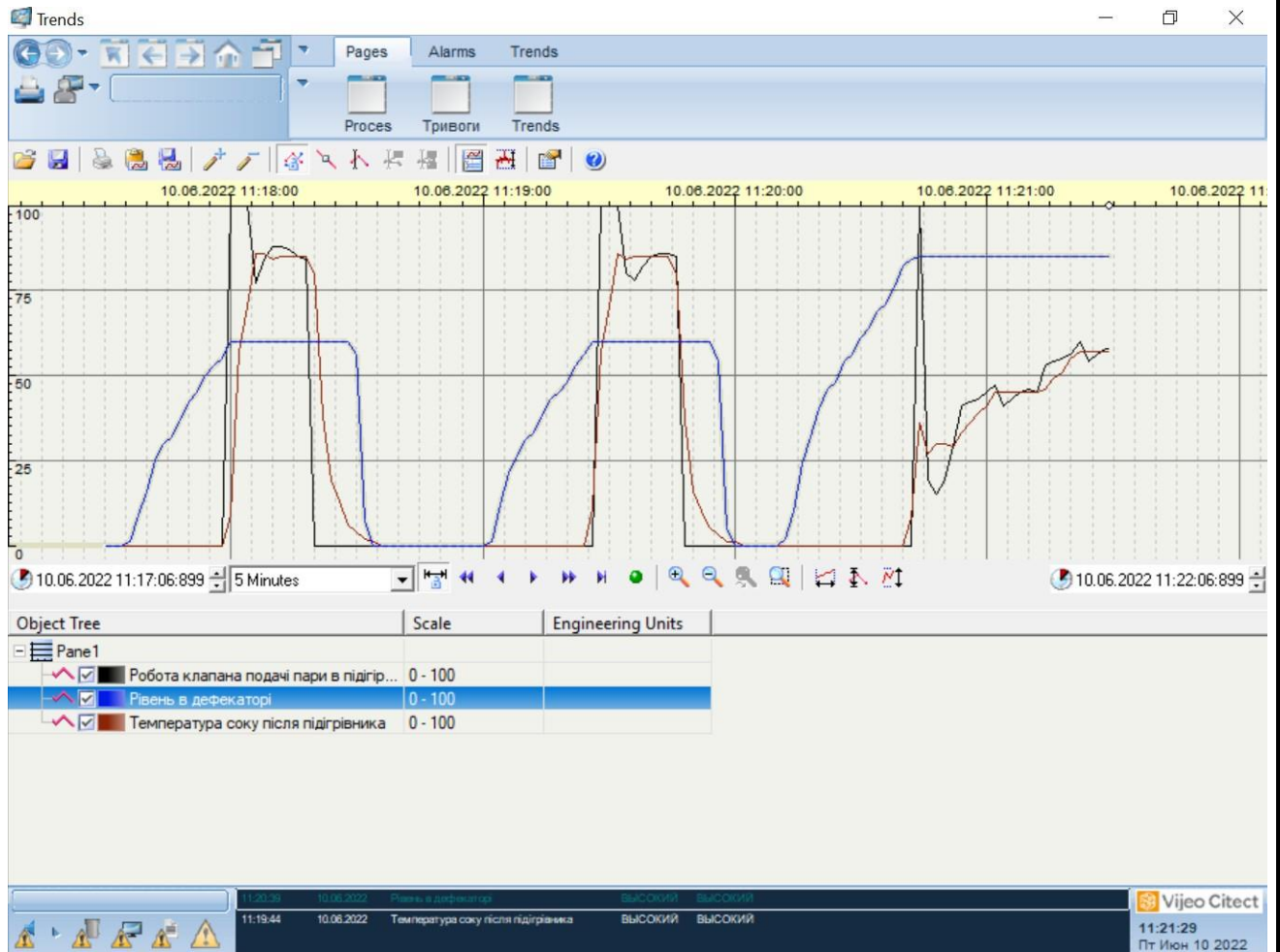


Рис.6.3. Вікно трендів

Висновки

В кваліфікаційній роботі розроблена технічна документація системи автоматизації процесу сатурації цукру.

Основною метою розробки системи автоматизації є економічна ефективність і отримання додаткового прибутку від впровадження проекту. Внаслідок впровадження системи автоматизації підвищиться якість продукту, а також обсяг виробництва, зменшаться витрати на паливо та електроенергію, а також на ремонт та обслуговування лінії виробництва. Всі ці фактори дають можливість отримати додатковий прибуток.

Система автоматизації розроблена із використанням сучасних програмованих логічних контролерів, а саме із використанням програмованого контролера М340, що має переваги перед локальними системами, а також забезпечує оптимальне ведення процесу виробництва цукру. Завдяки автоматичним системам регулювання температури та рівня, контролю основних технологічних параметрів виробництва програмований логічний контролер забезпечує високу якість продукту, компенсує збурення, що негативно впливають на процес виробництва.

Прийняті технічні рішення описані в пояснювальній записці, проілюстровані в графічній частині. При розробці даного дипломного проекту були по можливості враховані всі вимоги, які ставляться до сучасних систем автоматизації.

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>	<i>Лист</i>
						94
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

11. Луцька Н.М. Оптимальні та робастні 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>	<i>Лист</i>
						95
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

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

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