

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»

«До захисту допущено»

Декан факультету

Завідувач кафедри

Форсюк А.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Ельперін І.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

« ____ » червня 2020 р.

« ____ » червня 2020 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 похилого дифузійного апарату

Виконав: здобувач 4 курсу, групи АК-4-1 Мар'ян Дмитро Вікторович
(прізвище та ініціали)

Керівник Трегуб Віктор Григорович
(прізвище та ініціали) _____ (підпис)

Консультанти _____ (прізвище та ініціали) _____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали) _____ (підпис)

Рецензент Андріюк Олена Петрівна
(прізвище та ініціали) _____ (підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній роботі немає запозичень із праць інших авторів без відповідних посилань.

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2020 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

І.В.Ельперін

« 27 » квітня 2020 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**

Мар'яну Дмитру Вікторовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи : Розробка системи похилого дифузійного апарату

керівник роботи Трегуб Віктор Грегорович, професор, кандидат технічних наук

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 27 » квітня 2020 р. № 269-КС

2. Строк подання здобувачем роботи « 9 » червня 2020 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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач Мар'ян Д. В

(підпис)

Керівник роботи Трегуб В. Г

(підпис)

Анотація

Даний дипломний проект присвячений розробці системи автоматизації дифузійної установки цукрового заводу.

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

Програма розроблена в програмному забезпеченні unitu PRO від Schneider Electric. Роботоспроможність програми було перевірено на реальному контролері.

В проекті докладно розглянуто варіанти технологічних рішень по реалізації системи автоматизації, а також зроблений аналіз існуючої та розробленої системи.

Ключові слова: Sitrans FM MASS2100, цукор, M340.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	4
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

підвищення рівня механізації і автоматизації. Метою автоматизації випарної установки є: підвищення ефективності праці, покращення якості продукції, яка випускається, створення умов для оптимального використання пари та сиропу.

Сучасна автоматизована система управління сокоочисткою в цукровому виробництві призначена для:

- покращення якості регулювання основних технологічних параметрів;
- зменшення відхилення від норм технологічного режиму;
- заміна морально та фізично застарілих існуючих засобів автоматизації;
- реалізація сучасних принципів управління;
- покращення технологічної дисципліни за рахунок постійного контролю по виконанню норм технологічного режиму і можливості аналізу історії параметрів за любий період часу;
- зменшення праці технологічного персоналу;
- аналіз виникаючих ситуацій та своєчасного прийняття рішень за рахунок виділення і показу інформації на мнемосхемах ПК, графіках параметрів;
- аналіз аварійних ситуацій за допомогою роздрукування графіків;
- підвищення професіональної підготовки технологічного персоналу, персоналу служби КВПіА.

Мета кваліфікаційної роботи. Метою даної роботи є підвищення техніко-економічних показників цукрового виробництва шляхом створення автоматизованої системи багатоцільового управління з використанням інтелектуальних механізмів та обладнання фірми Schneider electric, Vipa, Siemens.

Автоматизація виробництва завжди була однією з основних складових прискорення науково-технічного прогресу в агропромисловому комплексі. У наш час вона набула нових рис у зв'язку з бурхливим розвитком технічних засобів – мікропроцесорної техніки і персональних електронно-

		№ докум.	Підпис		Кваліфікаційна робота
					8

1. Опис об'єкта автоматизації

1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації.

За дифузійного способу буряк ріжуть у стружку з наступною протитечною обробкою її гарячою водою. При цьому майже вся цукроза й частина нерозчинених нецукрів поступово переходять у воду, внаслідок чого їх вміст у стружці знижується, а у воді – збільшується.

У кваліфікаційній роботі розглядаємо похилий шнековий дифузійний апарат. У ньому здійснюється весь процес екстрагування з бурячної стружки цукру.

Митий буряк і великі його частини завантажуються до бункера-накопичувача. Звідти вони потрапляють у бурякорізки і ріжуться в стружку, що стрічковим транспортером подається до дифузійного апарату. Крім того, до апарату через збірник повертається жомопресова вода, а з іншого збірника подається свіжа вода. Жом від апарату подається на прес. Стружка та вода подаються протитоком.

Дифузійний сік подається в мезгаловушку, звільняється від мезги й спрямовується на очистку. Мезга повертається до дифузійного апарату.

Корпус апарату встановлюється на фундамент під кутом 8° . Апарат умовно поділено на шість робочих секцій (нумерація починається з пристрою вивантаження жому). Робочі секції поділено на чотири зони нагрівання. Першу зону утворюють камери VI секції, другу – камери V секції, третю – камери IV і III секції, з'єднані послідовно, четверту – камери II і I секції, також з'єднані послідовно. Ці камери здійснюють нагрівання сокостружечної суміші безпосередньо в апараті без попереднього ошпарювання стружки.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Студент</i>		<i>Мар'ян Д.В.</i>			<i>Розробка системи автоматизації похилого дифузійного апарату</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Керівник</i>		<i>Треуб В.Г.</i>						
<i>Зав.кафедр</i>		<i>Ельперін І.В.</i>				<i>НУХТ АК-4-1</i>		
<i>Секретар</i>		<i>Проскурка С.С.</i>						

жомосушильне відділення. Спочатку жом обробляють пресом, а залишок висушують. Тільки після цього жом відправляють на корм худобі. В процесі є головним видалення з жому якнайбільшої кількості соку для економічно-ефективної роботи цукрового заводу вцілому.

Вибір регульованих величин і каналів регулювальних дій

На цьому етапі з багатьох параметрів, які характеризують керований процес, треба вибрати ті, котрі підлягають регулюванню (регульовані параметри), та ті, зміною яких доцільно вносити регулювальні впливи, для досягнення мети керування (регулювальні параметри).

Канал регулювання вибирають так, щоб регулювальний вплив (зміна витрати, температури, тиску) супроводжувався максимальною і швидкою зміною регульованої величини, тобто щоб коефіцієнт підсилення об'єкта у цьому каналі був максимальним.

Регульована величина №1 – температура в першій зоні диф.апарату. Канал регулювання – клапан подачі пари в зону №1 апарату.

Регульована величина №2 – температура в другій її зоні диф.апарату. Канал регулювання – клапан подачі пари в зону №2 апарату.

Регульована величина №3 – температура в третій її зоні диф.апарату. Канал регулювання – клапан подачі пари в зону №3 апарату.

Регульована величина №4 – температура в четвертій її зоні диф.апарату. Канал регулювання – клапан подачі пари в зону №4 апарату.

Регульовальна величина №5 – температура в п'ятій зоні апарату. Канал регулювання – клапан подачі пари в зону №5 апарату.

Регульовальна величина №5 – рівень в апараті. Канал регулювання – клапан відкачки соку з апарату.

Регульовальна величина №6 – температура в жомосушарці. Канал регулювання – клапан подачі димових газів на обігрів.

		№ докум.	Підпис		
				Кваліфікаційна робота	13

Вибір контрольованих величин

Контролю підлягають ті параметри, за значеннями яких здійснюється оперативне керування технологічним процесом, а також його пуск і зупинення. До таких параметрів належать усі режимні та вихідні параметри, а також вхідні параметри, у разі зміни яких в об'єкт будуть надходити збурення.

Обов'язковому контролю підлягають параметри, значення яких регламентуються технологічною картою.

Параметри, що характеризують стан вибухонебезпечних технологічних об'єктів, потрібно не тільки контролювати, але і реєструвати, а сигнал на пристрої контролю має надходити від декількох чутливих елементів; наприклад, на ресивери зі зрідженими газами та легкозаймистими рідинами варто встановлювати три вимірювачі рівня.

Контрольована величина №1 – рівень в жомопресі.

Контрольована величина №2 – витрата соку на сульфітацію.

Контрольована величина №3 – витрата жомопресової води.

Вибір сигналізованих величин

Параметри сигналізації вибирають після аналізу технологічних об'єктів щодо його вибухо- та пожежонебезпеки, токсичності й агресивності перероблюваних речовин, можливих аварій і нещасних випадків.

Передаварійній (а в разі потреби – і попереджувальній) сигналізації підлягають параметри, граничні значення яких можуть призвести до таких наслідків: вибуху й пожежі (наприклад, концентрація вибухонебезпечних речовин у технологічних апаратах, виробничих приміщеннях, робочій зоні відкритих зовнішніх установок); нещасних випадків (наприклад, концентрація токсичних речовин у приміщенні); аварії (наприклад, крайні положення рухомих частин устаткування); виведення з ладу устаткування (наприклад, тиск в апаратах, температура в реакторах з каталізаторами); істотного порушення

		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Кваліфікаційна робота</i>	14

технологічного режиму (наприклад, витрата домішок, що ініціюють процес, рівень рідини в апараті); випуску некондиційної продукції та браку (наприклад, важливіші режимні параметри).

Сигналізації підлягає факт зміни кількісних і якісних характеристик цільових продуктів, а також не передбачене технологічним регламентом зупинення окремих агрегатів.

На стадії вирішення цих задач велика роль відводиться технологам, які мають більш ґрунтовні знання технології і можуть сформулювати вимоги до системи автоматизації. Це може бути реалізовано у вигляді таблиці, в якій потрібно сформулювати завдання на розробку системи автоматизації і яке буде покладено в основу розробки технічного завдання.

Сигналізований параметр №1 - Температура в 1-й зоні >70°C

Сигналізований параметр №2 - Температура в 1-й зоні <55°C

Сигналізований параметр №3 - Температура в 2-й зоні >70°C

Сигналізований параметр №4 - Температура в 2-й зоні <55°C

Сигналізований параметр №5 - Температура в 3-й зоні >70°C

Сигналізований параметр №6 - Температура в 3-й зоні <55°C

Сигналізований параметр №7 - Температура в 4-й зоні >70°C

Сигналізований параметр №8 - Температура в 4-й зоні <55°C

Сигналізований параметр №9 - Температура в 5-й зоні >70°C

Сигналізований параметр №10 - Температура в 5-й зоні <55°C

Сигналізований параметр №11 - Рівень в апараті >50%

Сигналізований параметр №10 - Рівень в апараті <10%

Сигналізований параметр №10 - Витрата жомопресової води > 5 м³/год

1.2 Розробка завдання на систему автоматизації

Таблиця 1.1 Завдання на розробку системи автоматизації

		№ докум.	Підпис	Кваліфікаційна робота	15

№	Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Припуск-тиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління	Засоби управління та контролю, реалізації управляючої дії	Додаткові умови
	Дифузійний апарат	Витрати жомпресової води	0,4 л/год	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора	
		Витрати сульфітованої води	1,8 м3/год	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан витрати сульфітованої води	
		Витрата стружки	3 т /год	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора	
		Рівень в апараті	50%	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан відкачки соку з апарату	
		Температура	70 С ± 3 С.	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан витрати пари	
		Витрата диф соку на відкачку	0,5 м3/год	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора	
		Вміст сухих речовин	10-15%	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора	
Регулювання	Стабілізація			Вплив на клапан витрати сульфітованої води			
2	Барабанна жомосушарка	Температура	80 С ± 3 С.	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан витрати димових газів	
3	Збірник жомпресової води	Температура	40 С ± 3 С.	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора	

2. Система автоматизації

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

Обґрунтування вибору датчика температури

В промисловій термометрії використовується 2 основних методи вимірювання температури:

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

-та 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;

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Студент		Мар'ян Д.В.			Розробка системи автоматизації похилого дифузійного апарату	Літ.	Арк.	Акрушіє
Керівник		Треуб В.Г.						
Зав.кафедр		Ельперін І.В.				НУХТ АК-4-1		
Секретар		Проскурка С.С.						

3) термометри опору, які використовують залежність електричного опору провідників та напівпровідників від температури і які поділяються на:

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

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

Безконтактні (пірометри) на:

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

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

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

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

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

Аналіз методів на предмет можливості його використання в проекті

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

Склянні рідинні термометри

Рідинні скляні термометри – вимірювання температури ґрунтується на різниці коефіцієнтів об'ємного розширення матеріалу оболонки корпусу термометра та рідини, яка в ньому міститься (розміщена) в залежності від температури.

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

Переваги скляних рідинних термометрів: простота конструкції, невисока вартість, достатня точність. Недоліки: відсутність дистанційної 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

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

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

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

Недоліки:

- Для отримання високої точності вимірювання температури (до $\pm 0,01$ ° С) потрібна індивідуальна градування термопари.
- На показання впливає температура вільних кінців , на яку необхідно вносити поправку. У сучасних конструкціях вимірювачів на основі термопар використовується вимірювання температури блоку холодних спаїв за допомогою вбудованого термистора або напівпровідникового сенсора і автоматичне введення поправки до вимірюної 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 градуувальної характеристики і погрішностей до 5 К.
- На великій довжині термопарних і подовжувальних проводів може виникати ефект «антени» для існуючих електромагнітних полів.

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

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

Даний метод вимірювання може бути використаний як альтернатива наступному.

Термометри опору

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

Переваги:

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

Недоліки:

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

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

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

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

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

До таких інтелектуальних датчиків останнього покоління відноситься вимірювальний перетворювач температури ТСМУ 274.

Конфігуруємий ТСМУ 274 - це компактний вимірювальний перетворювач температури з цифровим дисплеєм та термометром опору Pt100. Призначення приладу - індикація та контроль температури, що вимірюється на технологічній лінії за місцем, а також дистанційна передача сигналу вимірювальної інформації на відстань.

Вимірювальний перетворювач температури ТСМУ 274 об'єднує три компоненти в одному приладі:

- термометр опору Pt100 в захистній трубці із нержавіючої сталі;
- корпус із нержавіючої сталі з високим класом захисту;
- вбудований та конфігуруємий за допомогою трьох клавiш мікропроцесорний вимірювальний перетворювач з рiдинно-кришталевим дисплеєм (РКД).

Вхід: вимірювана величина – температура в діапазоні від -50...+200°C.

Вихід: уніфікований сигнал 4...20 мА по дротам живлення.

Абсолютна похибка при температурі навколишнього середовища в межах (23 ±5) °С складає: < ±(0,45°C + 0,2% від верхньої межі налаштованого діапазону).

Обґрунтування вибору датчика рівня

В даному дипломному проєкті для вимірювання рівня використовується радарний рівнемір Sitrans LR200.

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

SITRANS LR 200 - 2-х проводний імпульсний радар для вимірювання рівня рідин у відстійниках і простих робітників резервуарах.

Особливості

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

Галузь застосування

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

Проста настройка та програмування: для основних функцій достатньо двох параметрів. Електроніка розміщена в поворотному корпусі. Він може бути повернутий для полегшення підключення та оптимальної оглядовості індикації вимірюваного значення після монтажу

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

SITRANS LR 200 має запатентовану технологію Sonic Intelligence® для обробки сигналу, що забезпечує найвищу надійність. Розміри приладу та його креслення зображено на рис.2.1.

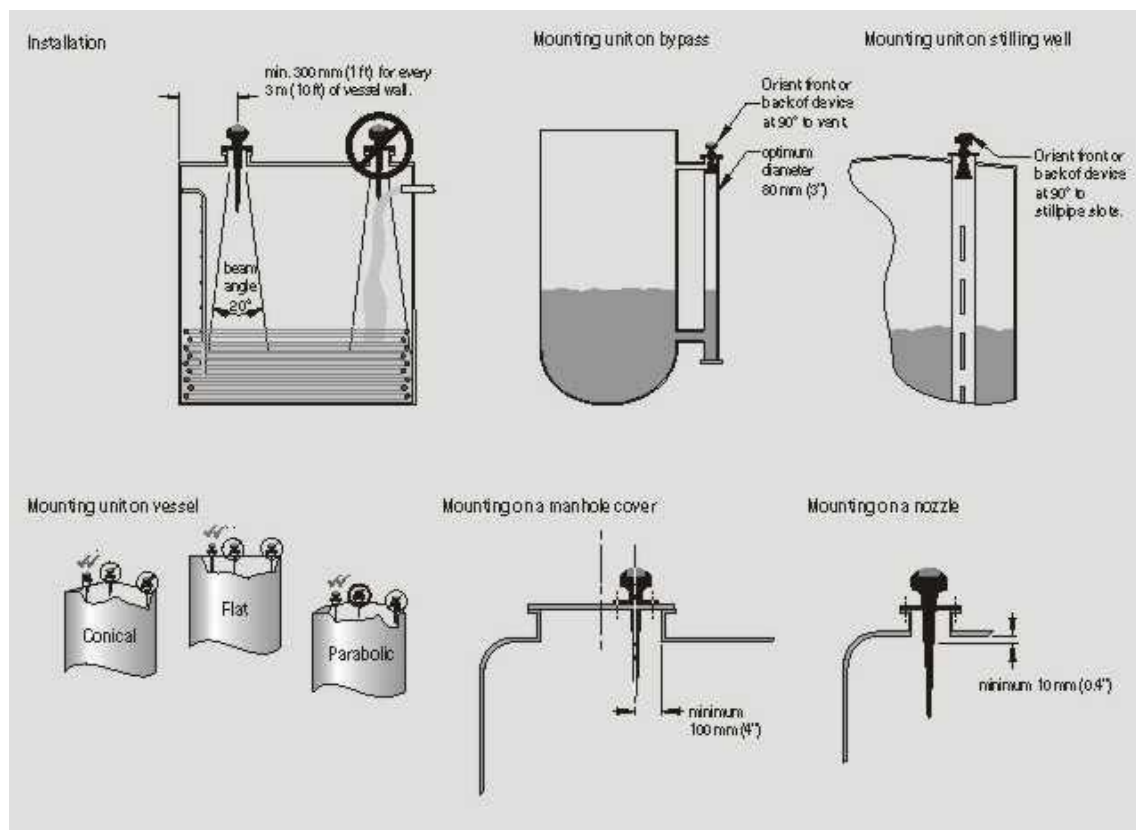


Рис.2.1 Установка SITRANS LR 200

закон Бера, який стверджує, що річки, що протікають вздовж меридіану, в північній півкулі підмивають правий берег, а в південній – лівий. Все пояснюється впливом прискорення Коріоліса та сили Коріоліса при добовому обертанні Землі на рух частинок води в річці. Прискорення Коріоліса (прискорення обертання) – це частина повного прискорення тіла, яке з'являється при його русі в обертальній системі відліку. Наприклад, для пояснення закону Бера - це по рух потоку води в річці по поверхні у вигляді кулі, яка в свою чергу обертається навколо осі.

Суть використання ефекту Коріоліса в перевинному вимірювальному перетворювачі витрати полягає в тому, що вимірювальна трубка U-подібної форми коливається з миттєвою кутовою швидкістю Ω відносно осі 0-0', перпендикулярної до рукавів трубки (рис.2.3,а). Ці коливання, що подібні коливанням камертона, спричиняються задавальною електромагнітною котушкою, розміщеною в центрі вигину вимірювальної трубки. Амплітуда коливань становить менше 1 мм, а частота — близько 80 Гц.

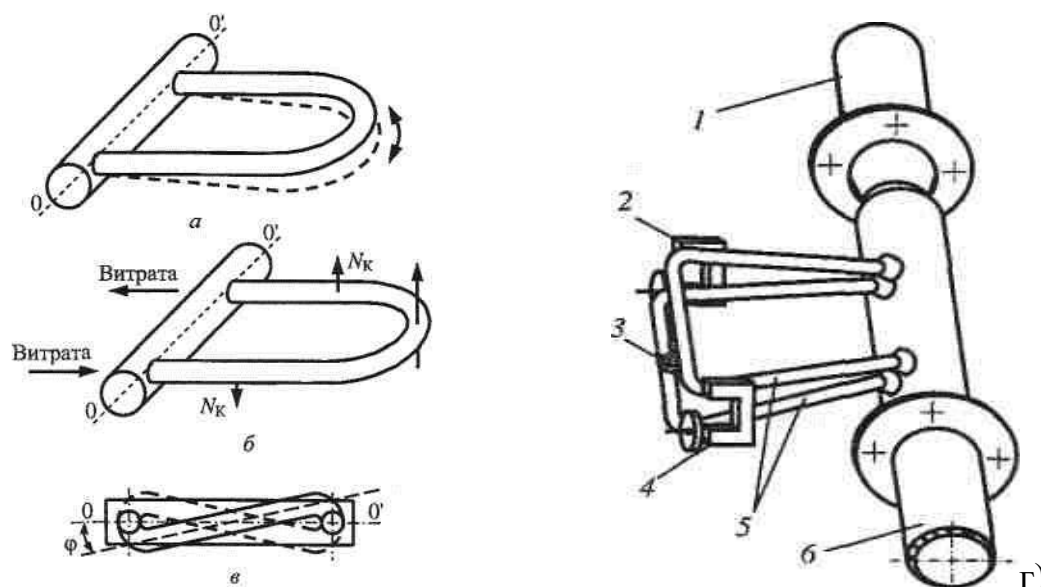


Рис. 2.3. Схеми динамічних процесів у коріолісовому витратомірі: а - коливна трубка; б - напрями дії коріолісових сил; в - крутильні коливання вимірювальної трубки; та г - вигляд вузла ПВП коріолісового витратоміра: 1 - вхідна ділянка

	№ докум.	Підпис	

трубопроводу; 2 - вхідний детектор; 3 - задавальна котушка; 4 - вихідний детектор; 5 - сенсорні трубки; 6 - вихідна ділянка трубопроводу.

Під час проходження рідини через U-подібну трубку зі швидкістю V та масової витрати G , поступальний рух рідини розділяється на 2 фази: рух середовища від основного трубопроводу до середини згину (вхідна сторона) та зворотний рух до трубопроводу (вихідна сторона), причому цей рух здійснюється при одночасному сінусоїдальному коливанні площини трубки. Це приводить до виникнення коріолісового прискорення, яке свою чергу, приводить до появи сили Коріоліса (рис.4,б). Сила Коріоліса M_k спрямована в сторону протилежну напрямку руху трубки, що заданий електромеханічним ланцюгом збудження її коливань. Тобто, коли трубка рухається, наприклад, вгору під час половини її власного циклу, то для середовища, що її наповнює і рухається від основного трубопроводу до згину, сила Коріоліса M_k спрямована вниз. Але, як тільки рідина проходить вигин трубки і рухається в зворотному напрямку, то для цієї ж половини власного циклу коливань трубки напрямок сили Коріоліса M_k змінюється на протилежний. Таким чином, у вхідній половині трубки сила, що діє з боку середовища у трубці, перешкоджає переміщенню трубки, а у вихідній половині навпаки – прискорює це переміщення. Останнє призводить до деякої деформації (вигину) U-подібної трубки. Коли в другій фазі вібраційного циклу трубка рухається вниз, напрям вигину змінюється на протилежний. У результаті трубка здійснює крутильні коливання (коли потоку вимірюваної рідини у трубці немає, вона не вигинається).

Таким чином, у вхідній половині U-подібної трубки сила, що діє з боку

рідини, перешкоджає зсуву трубки, а у вихідній - сприяє. Це призводить до вигину U-подібної трубки - ефект Коріоліса (рис.4,в) . Коріолісова сила, а отже, й кут закручування φ сенсорної трубки прямо пропорційні кількості рідини, що проходить через трубку за одиницю часу, тобто масовій витраті рідини. Кут закручування можна виміряти сенсорами положення, сигнали яких

		№ докум.	Підпис	

після перетворення дозволяють отримати напругу, пропорційну масовій витраті G .

Якщо ρ - густина рідини, F - площа поперечного перерізу сенсорної трубки, L - довжина одного з її рукавів, d - відстань між рукавами, то маса рідини, що перебуває в одному рукаві U-подібної трубки, дорівнює $m = \rho FL$. Тоді коріолісова сила, яка діє на рідину в одному з рукавів U-подібної трубки,

$$N_K = \rho FL\Omega v. (1)$$

А з урахуванням того, що масова витрата $G = F\rho v$, вираз (1) набуде вигляду

$$N_K = GL\Omega. (2)$$

Тоді момент коріолісових сил, які діють на рідину в обох рукавах U-подібної трубки дорівнює:

$$M_K = 2G\Omega Ld. (3)$$

Під дією моменту M_K U-подібна трубка повертається на кут φ і зрівноважується моментом сил пружності $M_{\text{сп}} = c\varphi$ (c - модуль пружності трубки), які діють у напрямі, протилежному коріолісовим силам. У стані рівноваги матимемо:

$$\varphi = 2G\Omega Ld / c, (4)$$

звідки $G = k\varphi, (5)$

де k – сталий коефіцієнт, $k = c / (2\Omega Ld)$.

Резонансна частота коливань трубки залежить від її геометрії, матеріалу, конструкції та маси. Остання складається із двох частин: маси самої трубки та маси вимірюваної рідини в трубці. Маса трубки (трубок) для конкретної конструкції ПВП є незмінною. Оскільки маса рідини в трубці дорівнює добуткові густини рідини та внутрішнього об'єму трубки (який теж є константою для кожного типорозміру ПВП), то резонансну частоту коливань трубки можна визначати з урахуванням густини рідини через вимірювання резонансної частоти коливань, періоду коливань трубки та температури рідини

(змінювання модуля пружності матеріалу трубки, спричинене коливаннями температури, враховують за допомогою температурного сенсора).

Основні переваги коріолісових витратомірів: висока точність вимірювання параметрів упродовж тривалого часу; можливість роботи незалежно від напрямку потоку; відсутність прямолінійних ділянок трубопроводу перед і після витратоміра; надійна робота в умовах вібрації трубопроводу, змінюваності температури та тиску контрольованої рідини; тривалий термін служби та простота обслуговування, оскільки немає рухомих та зношуваних частин; немає потреби в періодичному перекалібруванні та регулярному технічному обслуговуванні.

Подібні ПВП дозволяють вимірювати витрату в дуже широких межах із похибкою, що становить частки відсотка. Наприклад, коріолісів витратомір із сенсорами D фірми *Micro Motion*[®] [3] дозволяє вимірювати витрати від 55 до 680400 кг/год з похибкою 0,15 % та відтворюваністю 0,05 % від вимірюваної витрати

Витратомір – густиномір *Sitrans FC Massflo* фірми «Siemens»

Коріолісовий витратомір *Sitrans FC Massflo* складається із первинного вимірювального перетворювача (сенсора) витрати MASS 2100/M (рис.2,а) та вимірювального мікропроцесорного перетворювача MASS 6000 (рис.2,б). Сенсор безпосередньо вимірює витрату, густину і температуру, а перетворювач - конвертує отриману від сенсора інформацію в цифрову форму та стандартні вихідні сигнали.

Основними елементами ПВП витрати є дві витратомірні сенсорні трубки U-подібної форми 5 (рис. 2.1.4,г), на яких монтуються з'єднувальна коробка із силовою електромагнітною (задавальною) котушкою збудження 3 та магнітом, два детектори 2 та 4 з магнітами й електромагнітними котушками і терморезистор (на рис. 4,г не показано). Сенсорні трубки закріплені до основного трубопроводу так, що їхні площини утворюють між собою деякий кут. Між площинами трубок на однаковій відстані від середини згину трубок і симетрично їм, розташована задаюча електромагнітна

		№ докум.	Підпис	

котушка, яка через спеціальний електромеханічний ланцюг збуджує механічні коливання сенсорних трубок, при чому трубки коливаються вверх-вниз у протилежних напрямках по відношенню одна до одної. Збудження самої електромагнітної котушки відбувається від задаючого електронного генератора синусоїдальної форми коливань з позитивним зворотним зв'язком на самозбудженні. При русі вимірюваного середовища через трубку-сенсор з'являється фізичне явище, відоме як ефект Коріоліса.

Сенсор прямо вимірює масову витрату, густину і температуру. Перетворювач конвертує отриману від сенсора інформацію в стандартні вихідні сигнали. За отриманими значеннями масової витрати G та густини ρ (із поправкою на температуру рідини) обчислюється об'ємна витрата Q . Підведена до сенсора вимірювана рідина розділяється на рівні половини, що протікають через кожен із сенсорних трубок 5. Рух задавальної котушки 3 призводить до того, що трубки коливаються вверх-униз (ніби намагаються обертатися навколо трНа сенсорних трубках 5 встановлено спеціальні фазові детектори 2 та 4, що складаються з магнітів і котушок-соленоїдів, причому котушки змонтовані на одній сенсорній трубці 5, а магніти на другій. Детектори вимірюють фазовий зсув під час руху протилежних сторін сенсорних трубок. Кожна котушка рухається в однорідному магнітному полі постійного магніту. Згенерована напруга від кожної котушки детектора має форму синусоїдної хвилі (рис. 6).

Коли витрат у трубках 5 немає, синусоїдні сигнали, що надходять із детекторів, мають однакову фазу (рис. 2.4,а). У результаті вигину сенсорних трубок генеровані детекторами 2 та 4 сигнали не збігаються за фазою (рис. 5,б), оскільки сигнал від вхідного боку трубок запізнюється відносно сигналу з вихідного. Різниця в часі між сигналами ΔT , вимірювана в мікросекундах, прямо пропорційна масовій витраті. Чим більша масова витрата, тим більша різниця ΔT (у деяких коріолісових витратомірах за допомогою ПВП положення вимірюють кут закручування сенсорної трубки).



а)



б)

Рис 2.4. Загальний вигляд ПВП а) та мікропроцесорного перетворювача б) витратоміра Коріоліса фірми «Siemens».

ПВП MASS 2100/М одночасно вимірює густину середовища, яке протікає

через сенсор. При цьому використовується основний закон виміру густини у таких витратомірах - співвідношення між масою й власною частотою коливань сенсорної трубки. У робочому режимі задаюча котушка (рис. 2) працює на струмі від перетворювача, який збуджує механічні коливання сенсорних трубок на резонансній частоті, яка залежить від їхньої геометрії, матеріалу, конструкції й маси.

Маса трубок складається із двох частин: маси самих трубок і маси вимірюваного середовища в трубках. Для конкретного типорозміру сенсора маса трубок постійна. Так як маса вимірюваного середовища в трубках дорівнює добутку густини середовища на його внутрішній об'єм, який є також постійним для конкретного типорозміру ПВП, то частота резонансних коливань трубок однозначно зв'язана з густиною середовища. Як тільки маса вимірюваного середовища збільшується із-за збільшення його густини, відповідно зменшується власна частота коливань трубок. І навпаки - при зменшенні маси вимірюваного середовища, власна частота коливань трубок збільшується. Таким чином, густина середовища в таких витратомірах

визначається шляхом вимірювання частоти власних резонансних коливань сенсорів.

Для забезпечення режимів вимірювання по витратам та густині, амплітуда коливань трубок автоматично регулюється задаючою котушкою через схему автоматичного регулювання підсилення задаючого генератора, що забезпечує стабільність вихідного сигналу обох сенсорів в діапазоні від 80 до 110 мВ.

Для компенсації впливу зміни температури продукту на похибку витратоміра, у ПВП MASS 2100/М вимірюється також температура середовища, яке походить крізь сенсор. Для цього в ПВП додатково установлений термометр опору Pt100, який за схемою а чотири проводи з'єднується з незрівноваженим мостом. Пропорційний витратам сигнал від обох сенсорів, виміряне значення температури та частота збудження власних механічних коливань сенсорних трубок подаються у мікропроцесорний перетворювач сигналів MASS 6000. де перетворюються в пропорційні витратам сигнали, які використовуються для обчислення масової та об'ємної витрати, фракційних витрати, температури та густини продукту.

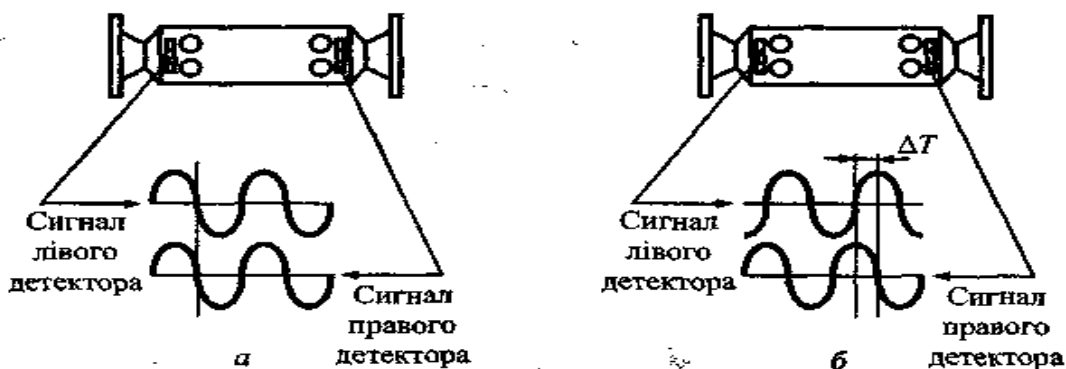


Рис. 2.5. Форми сигналів детекторів без витрати (а) та з витратою (б) у сенсорних трубках ПВП коріолісового витратоміра

Фірма «Siemens» випускає декілька модифікацій датчиків витрати (сенсорів) та мікропроцесорних перетворювачів до них, які дозволяють

					Кваліфікаційна робота	Лист
		№ докум.	Підпис			32

Вимірювання цим методом не залежить від електрофізичних властивостей

рідини, і для визначення масової витрати не потрібно заздалегідь знати її густину, в'язкість, тиск і температуру, тому описаний витратомір особливо підходить для вимірювання неелектропровідних, заряджених (суміші рідини із твердими частинками), двофазних (емульсії), неньютонівських (у яких в'язкість залежить від швидкості) рідин.

вирішувати задачі по автоматизації різних об'єктів. Широкий вибір перетворювачів, вміщує моделі, що сконструйовані на основі MVD™ технології, призначених для розміщення в небезпечних зонах технологічних процесів (вибухонебезпечних), а також моделі, які інтегрально вмонтовуються на сенсорі. Мікропроцесорні перетворювачі підтримують комунікаційні протоколи по обміну інформацією HART, Modbus, Profibus і ін.

Основні метрологічні характеристики витратоміра визначаються ПВП MASS 2100 і приведені в таблиці 1. Абсолютна похибка вимірювання витрати ПВП залежить від вибраного умовного діаметру його основного трубопроводу, який повинен дорівнювати діаметру трубопроводу, по якому проходить продукт.

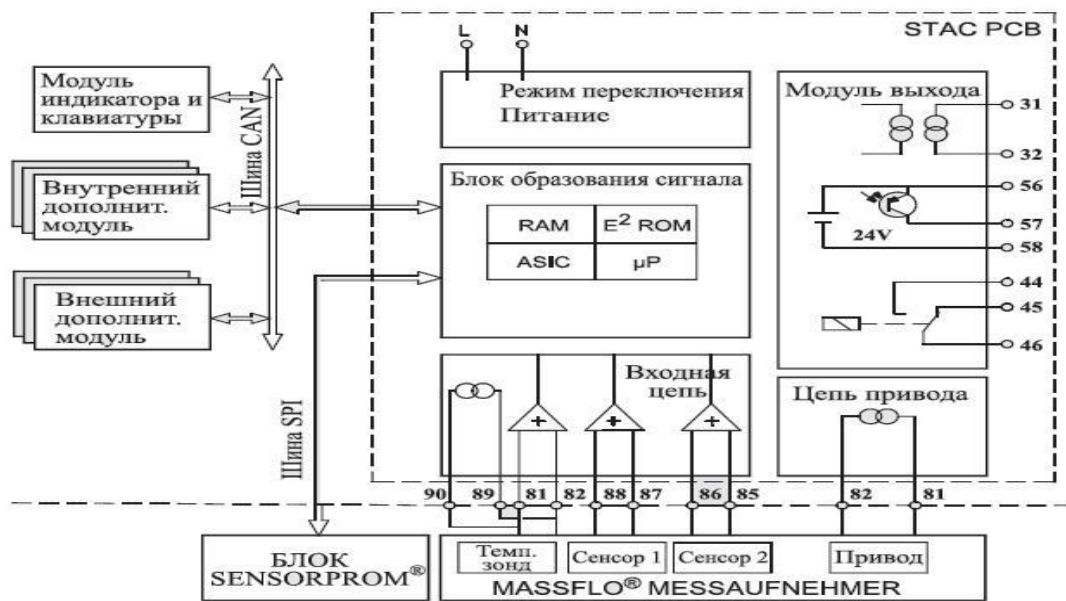
Вимірювальний мікропроцесорний перетворювач MASS 6000

витратоміра Sitrans FC Massflo

Структурна схема перетворювача, а також одночасно схема його з'єднання з ПВП MASS 2100/М приведена на рис. 2.6.

ASIC – це State Machine Gate Array, електронний пристрій, який забезпечує швидке аналогово-цифрове перетворення, обробку, фільтрацію сигналів від сенсорів та здійснює одночасно збудження сенсорних трубок масового витратоміра на частоті 30 Гц.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						33
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			



Г

Рис. 2.6 Структурна схема перетворювача MASS 6000

Аналогово-цифрове перетворення здійснюється у ASIC, який має низький коефіцієнт власних шумів та дозволяючу властивість по дискретному сигналу - 23 біти. Функція передачі сигналу базується на запатентованій фірмою технології DFT (Discrete Fourier Transformation).

При важких умовах монтажу та використання, якість роботи

витратоміра може бути покращена за допомогою вбудованого в ASIC фільтра шуму. Останнє дозволяє суттєво зменшити типові впливаючі фактори, що визиваються шумом процесу, такі як вібрація насосу, що прокачує продукт, та механічні коливання або вібрації клапанів та вентилів. Комунікації ASIC оснащена інтерфейсом CAN із специфічним протоколом Siemens.

Ця концепція відома як USM II (Universal Signal Modul). При цьому до шини можуть підключатись додаткові вихідні та комунікаційні модулі, що забезпечує оптимальне конфігурування витратоміра у відповідності до поставленої задачі вимірювання. Як тільки внутрішня шина CAN розпізнає встановлений новий модуль, то він через пам'ять SENSORPROM автоматично програмується на заводські уставки, а на індикаторі MASS 6000 з'являється

нове меню.

2.2. Схема автоматизації.

Розглянемо схему автоматизації дифузійної установки під нахилом (креслення 1).

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

Контур регулювання рівня

Регулювання рівня відбувається дифузійному апараті. Вимірювання відбувається за допомогою радарного рівнеміра Sitrans LR200 (3а). Сигнал 4-20 мА з датчика 3а надходить на МПК, рівень порівнюється із заданим, якщо є розузгодження, то на виході з МПК подається управляючий сигнал 4-20 мА, який надходить на електро-пневно перетворювач ЕПП-1211 (3б), сигнал 4-20 мА перетворюється в уніфікований пневматичний 20-100 КПа, який в свою чергу надходить на пневмоклапан Метран 8560 (3в), який відкриває клапан зливу соку з апарату..

Контур регулювання температури

Регулювання температури відбувається у всіх п'яти корпусах похилої дифузійної установки, і в барабанній жомосушарці. Регулювання температури відбувається наступним чином: температура вимірюється ПВП pt100 та передається на вторинний перетворювач ТСМУ 274 (4а-8а, 10а, 11а). Сигнал 4-20 мА з датчика надходить на МПК, температура порівнюється з заданою, якщо є розузгодження, то на виході з МПК подається управляючий сигнал 4-20 мА, який надходить на електро-пневно перетворювач ЕПП-1211 (4б-8б,10б), який сигнал 4-20 мА перетворює в уніфікований пневматичний 20-100 КПа, який в свою чергу надходить на пневмоклапан Метран 8560 (4в-8в,10в), який змінює кількість пари, що надходить в апарат.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						35
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

№ Поз- иці за схемо ю	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Один иця вимі ру	Кільк ість	Примітк а
	<p>Умовний діаметр, мм: 65</p> <p>Діапазон вимірювань витрати рідини, кг / год: 250</p> <p>Межа відносної похибки вимірювань маси,%: 0.15</p> <p>Діапазон вимірювань щільності, г / см: 0.1-2.9</p> <p>Межа абсолютної похибки вимірювань щільності (стандарту «калібрування») кг / м3: 10.0</p> <p>Межа абсолютної похибки вимірювань щільності (спец, калібрування) кг / м3: 1,5</p> <p>Макс, діапазон температур вимірюваного середовища: -50...+180</p> <p>Клас захисту корпусу: IP65</p> <p>Будівельна довжина, мм: 560</p> <p>Маса, кг: 8</p> <p>Вихідний сигнала: 4-20 мА</p>	2100			
1б	<p>Вторинний перетворювач витрати</p> <p>Вих.сиг. 4-20 мА</p> <p>Температура вимірюваного середовища: -40 ... 1800С</p> <p>Тиск: до 40 бар</p>	MASS 6000	м3/го д	1	Siemens
2а	<p>Первинний вимірювальний перетворювач витрати</p> <p>Умовний діаметр, мм: 65</p> <p>Діапазон вимірювань витрати рідини, кг / год: 250</p> <p>Межа відносної похибки вимірювань маси,%: 0.15</p> <p>Діапазон вимірювань щільності, г / см: 0.1-2.9</p> <p>Межа абсолютної похибки вимірювань щільності (стандарту «калібрування») кг / м3: 10.0</p> <p>Межа абсолютної похибки вимірювань</p>	MASS 2100		1	Siemens

№ Поз- иці за схемо ю	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Один иця вимі ру	Кільк ість	Примітк а
	щільності (спец, калібрування) кг / м3: 1,5 Макс, діапазон температур вимірюваного середовища: -50...+180 Клас захисту корпусу: IP65 Будівельна довжина, мм: 560 Маса, кг: 8 Вихідний сигнала: 4-20 мА				
2б	Конвеєрні ваги Похибка,%: $\pm 0,5-1,0$ Швидкість стрічки конвеєра, м / с: від 0,5 до 3,5 Максимальна продуктивність, т / год: до 3000 Ширина конвеєрної стрічки, мм: 650-1600 Довжина конвеєра, м, не менше: 15 Вихідний сигнал: аналоговий, мА 0-5, 0-20, 4-20 Ступінь захисту від впливу навколишнього середовища: IP 67, IP 65, IP 54 Температура навколишнього середовища, °C: від -20 до +50 Відносна вологість при 35°C,%: до 95	ВК-230	кг	1	Промпр ибор
2в	Вторинний перетворювач витрати Вих.сиг. 4-20 мА Температура вимірюваного середовища: -40 ... 1800C Тиск: до 40 бар	MASS 6000	м3/го д	1	Siemens
2г	Елект.-пневмат. перетворювач. Вх.сиг. 4-20 мА Вих. сиг. 20-100 кПа. Номинальний тиск повітря живлення:140 кПа	ЭП-1211	Шт.	1	Промпр ибор

№ Поз- иці за схемо ю	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Один иця вимі ру	Кільк ість	Примітк а
4в	Пневматичний клапан. Вх. Сиг: 20-100 кПа. Вих. сиг: 0-100% ХРО Діаметр умовного проходу: 85 мм. Тиск умовний: 2 ... 5 МПа	Метран 8560	Шт.	1	Метран
5а	Термометр опору Вихідний сигнал: 4...20 мА Діапазон вимірювання -50...180 °С, Клас точності-0,25. Глибина занурення: 100мм	ТСМУ 274	°С	1	Siemens
5б	Елект.-пневмат. перетворювач. Вх.сиг. 4-20 мА Вих. сиг. 20-100 кПа. Номінальний тиск повітря живлення:140 кПа	ЭП-1211	Шт.	1	Промпр ибор
5в	Пневматичний клапан. Вх. Сиг: 20-100 кПа. Вих. сиг: 0-100% ХРО Діаметр умовного проходу: 85 мм. Тиск умовний: 2 ... 5 МПа	Метран 8560	Шт.	1	Метран
6а	Термометр опору Вихідний сигнал: 4...20 мА Діапазон вимірювання -50...180 °С, Клас точності-0,25. Глибина занурення: 100мм	ТСМУ 274	°С	1	Siemens
6б	Елект.-пневмат. перетворювач. Вх.сиг. 4-20 мА Вих. сиг. 20-100 кПа. Номінальний тиск повітря живлення:140	ЭП-1211	Шт.	1	Промпр ибор

№ Поз- иці за схемо ю	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Один иця вимі ру	Кільк ість	Примітк а
	КПа				
6в	Пневматичний клапан. Вх. Сиг: 20-100 кПа. Вих. сиг: 0-100% ХРО Діаметр умовного проходу: 85 мм. Тиск умовний: 2 ... 5 МПа	Метран 8560	Шт.	1	Метран
7а	Термометр опору Вихідний сигнал: 4...20 мА Діапазон вимірювання -50...180 °С, Клас точності-0,25. Глибина занурення: 100мм	ТСМУ 274	°С	1	Siemens
7б	Елект.-пневмат. перетворювач. Вх.сиг. 4-20 мА Вих. сиг. 20-100 кПа. Номінальний тиск повітря живлення:140 КПа	ЭП-1211	Шт.	1	Промпр ибор
7в	Пневматичний клапан. Вх. Сиг: 20-100 кПа. Вих. сиг: 0-100% ХРО Діаметр умовного проходу: 85 мм. Тиск умовний: 2 ... 5 МПа	Метран 8560	Шт.	1	Метран
8а	Термометр опору Вихідний сигнал: 4...20 мА Діапазон вимірювання -50...180 °С, Клас точності-0,25. Глибина занурення: 100мм	ТСМУ 274	°С	1	Siemens
8б	Елект.-пневмат. перетворювач. Вх.сиг. 4-20 мА Вих. сиг. 20-100 кПа.	ЭП-1211	Шт.	1	Промпр ибор

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

№ Поз- иції за схемо ю	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Один иця вимі ру	Кільк ість	Примітк а
	Номинальний тиск повітря живлення:140 кПа				
8в	Пневматичний клапан. Вх. Сиг: 20-100 кПа. Вих. сиг: 0-100% ХРО Діаметр умовного проходу: 85 мм. Тиск умовний: 2 ... 5 МПа	Метран 8560	Шт.	1	Метран
9а	Первинний вимірювальний перетворювач витрати Умовний діаметр, мм: 65 Діапазон вимірювань витрати рідини, кг / год: 250 Межа відносної похибки вимірювань маси,%: 0.15 Діапазон вимірювань щільності, г / см: 0.1- 2.9 Межа абсолютної похибки вимірювань щільності (стандарту «калібрування) кг / м3: 10.0 Межа абсолютної похибки вимірювань щільності (спец, калібрування) кг / м3: 1,5 Макс, діапазон температур вимірюваного середовища: -50...+180 Клас захисту корпусу: IP65 Будівельна довжина, мм: 560 Маса, кг: 8 Вихідний сигнала: 4-20 мА	MASS 2100		1	Siemens
9б	Вторинний перетворювач витрати Вих.сиг. 4-20 мА Температура вимірюваного середовища: -40 ... 1800С Тиск: до 40 бар	MASS 6000	м3/го д	1	Siemens
10а	Термометр опору Вихідний сигнал: 4...20 мА	ТСМУ 274	°С	1	Siemens

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

№ Поз- иці за схемо ю	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Один иця вимі ру	Кільк ість	Примітк а
	Діапазон вимірювання -50...180 °С, Клас точності-0,25. Глибина занурення: 100мм				
10б	Елект.-пневмат. перетворювач. Вх.сиг. 4-20 мА Вих. сиг. 20-100 кПа. Номінальний тиск повітря живлення:140 кПа	ЭП-1211	Шт.	1	Промпр ибор
10в	Пневматичний клапан. Вх. Сиг: 20-100 кПа. Вих. сиг: 0-100% ХРО Діаметр умовного проходу: 85 мм. Тиск умовний: 2 ... 5 МПа	Метран 8560	Шт.	1	Метран
11а	Термометр опору Вихідний сигнал: 4...20 мА Діапазон вимірювання -50...180 °С, Клас точності-0,25. Глибина занурення: 100мм	ТСМУ 274	°С	1	Siemens
12а	Промисловий рефрактометр Клас точності-0,25. Межі вимірювань: 0-60% Вихідний сигнал: 4...20 мА	ПР-1М	%	1	Промпр ибор
12б	Елект.-пневмат. перетворювач. Вх.сиг. 4-20 мА Вих. сиг. 20-100 кПа. Номінальний тиск повітря живлення:140 кПа	ЭП-1211	Шт.	1	Промпр ибор
12в	Пневматичний клапан.	Метран 8560	Шт.	1	Метран

№ Поз- иції за схемо ю	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Один иця вимі ру	Кільк ість	Примітк а
	Вх. Сиг: 20-100 кПа. Вих. сиг: 0-100% ХРО Діаметр умовного проходу: 85 мм. Тиск умовний: 2 ... 5 МПа				
13а	Частотний перетворювач Потужність 5.2 кВт Живлення 380 В Чатота стуму 50-60 Гц, Вхідний сигнал: 4...20 мА	8200 Vector		1	Lenze
14а	Частотний перетворювач Потужність 5.2 кВт Живлення 380 В Чатота стуму 50-60 Гц, Вхідний сигнал: 4...20 мА	8200 Vector		1	Lenze
15а	Частотний перетворювач Потужність 5.2 кВт Живлення 380 В Чатота стуму 50-60 Гц, Вхідний сигнал: 4...20 мА	8200 Vector		1	Lenze

3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення

3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК)

Конфігурування МПК MODICON M340

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

Табл.3.1.1 Сумарна кількість вхідних/вихідних сигналів ПЛК

Вимоги	Кількість або наявність
Живлення ПЛК (24 VDC або 24 VAC)	24
Кількість аналогових входів 4-20 mA	12
Кількість аналогових виходів 4-20 mA	9
Кількість дискретних входів	0
Кількість дискретних виходів	3

Вибір процесорного модуля

Кількість аналогових входів і виходів: 21. Дискретних виходів – 3
Враховуючи кількість каналів ввходів/виводів, кількість пам'яті під програму користувача і наявність комунікацій обираємо процесорний модуль ВМХ Р34 2010.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Студент		Мар'ян Д.В.			Розробка системи автоматизації похилого дифузійного апарату	Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник		Трегуб В.Г.						
Зав.кафедр		Ельперін І.В.				НУХТ АК-4-1		
Секретар		Проскурка Є.С.						

Таблиця 3.1 Вибір аксесуарів для модулів вводу/виводу

Модулі вводу/виводу		Характеристики
Найменування	Кількість	
1	2	3
BMX ХВР 0800 Шасі	1	Шасі для встановлення блоку живлення, процесора та модулів розширення
BMX CPS 2000 Блок живлення	1	Напруга живлення 100...240 VAC Загальна корисна потужність (PPS) 20 Вт Потужність на виході 3V3_VAC монтажного шасі 8,3 Вт (2,5 А) Потужність на виході 24V_VAC монтажного шасі 16,5 Вт (0,7 А) Максимальна сумарна потужність на виходах 3V3_VAC та 24V_VAC (P3V3_24V) 16,5 Вт Сумарна корисна потужність на споживання зовнішніми датчиками 24V_SENOSRS 10,8 Вт (0,45 А)
BMX P34 2010 Центральний процесор	1	Макс. кількість шасі: 2 дискретних вх+вих. 512 аналогових вх+вих 128 лічильних каналів 20 Об'єм RAM загальний розмір 2048 Кб Макс. кількість об'єктів: локалізовані внутрішні біти %Mi 16250 локалізовані внутр. Слова %MWi 32464
BMX AMI 0800 Модуль аналогових входів	2	Діапазон сигналу $\pm 10V, 0...10V, 0...5V, ...20mA, 4...20 mA$ Характеристики каналів 16-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля - 5 мс Підключення 28-контактна з'ємна колодка
BMX AMO 0802 Модуль аналогових	1	Діапазон сигналу $\pm 10V, 0...20mA, 4...20 mA$ Характеристики каналів 16-бітні, ізоляція між каналами

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

виходів		Підключення 28-конт. з'ємна кол.
ВМХ FTВ 2810	3	28 контактна з'ємна клемна колодка з гвинтовими зажимами

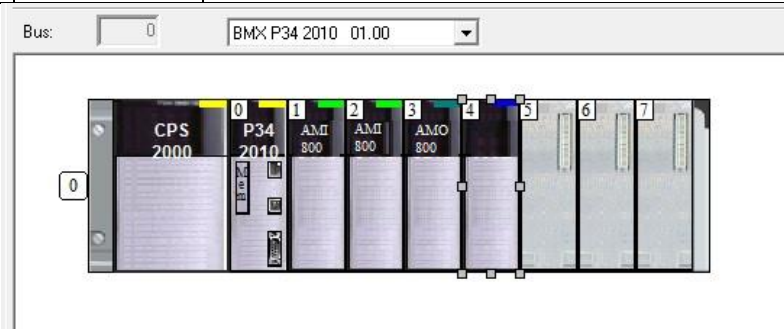


Рис..3.2. Розміщення модулів у шасі

Обґрунтування вибору процесорного модуля

Процесорні модулі М340 відрізняються функціональними можливостями, швидкістю обробки інструкцій, кількістю входів/виходів, які може обробляти контролер, кількістю спеціальних каналів, об'ємом доступної оперативної пам'яті та вбудованими в модуль ЦПУ комунікаційними засобами.

Таблиця 3.1 Загальні характеристики процесорних модулів

Характеристика		ВМХ P34 1000	ВМХ P34 2000	ВМХ P34 2010	ВМХ P34 2020	ВМХ P34 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 М340 є вбудований USB-інтерфейс (рис.3.1, 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

					Кваліфікаційна робота	Лист
						47
		№ докум.	Підпис			

використати спеціальний екранований кабель, який поставляється у комплекті з процесорним модулем M340, або стандартний USB кабель з роз'ємом mini B. У будь якому випадку довжина кабелю не може перевищувати 5 м.



Рис.3.2. Процесорні модулі Modicon M340

1. Гвинт для закріплення модуля на шасі.
2. Блок індикації.
3. Роз'єм USB mini B 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);
6. Роз'єм для підключення кабелю Ethernet TCP/IP 10BASE-T/100BASE-TX (маркування зеленим кольором).

Обґрунтування вибору аналогового вхідного/вихідного модуля

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.

Таблиця 3.3 .Основні технічні характеристики аналогових модулів

Позначення модуля	Кількість каналів	Діапазон сигналу	Характеристики каналів	Підключення
Модулі аналогових входів				
BMX ART 0414	4	мВ, термометри опору, термопари	16-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля - 400 мс	40-контактний роз'єм
BMX ART 0814	8	мВ, термометри опору, термопари	16-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля - 400 мс	40-контактний роз'єм
BMX AMI 0410	4	$\pm 10\text{В}, 0 \dots 10\text{В}, 0 \dots 5\text{В}, 0 \dots 20\text{мА}, 4 \dots 20\text{ мА}$	16-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля - 5 мс	20-контактна з'ємна колодка
BMX AMI 800	8	$\pm 10\text{В}, 0 \dots 10\text{В}, 0 \dots 5\text{В}, 0 \dots 20\text{мА}, 4 \dots 20\text{ мА}$	16-бітні, з загальною точкою підключення, час опитування модуля - 9 мс	28-контактна з'ємна колодка
BMX AMI 810	8	$\pm 10\text{В}, 0 \dots 10\text{В}, 0 \dots 5\text{В}, 0 \dots 20\text{мА}, 4 \dots 20\text{ мА}$	16-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля - 9 мс	28-контактна з'ємна колодка
Модулі аналогових входів та виходів (змішані)				
BMX AMM 0600	4 Вх	$\pm 10\text{В}, 0 \dots 10\text{В}, 0 \dots 5\text{В}, 0 \dots 20\text{мА}, 4 \dots 20\text{ мА}$	14-бітні для U, 12-бітні для I, загальна точка, час опитування модуля - 5 мс	20-конт. з'ємна кол.
	2 Вих	$\pm 10\text{В}, 0 \dots 20\text{мА}, 4 \dots 20\text{ мА}$	12-бітні для U, 11-бітні для I, загальна точка	
Модулі аналогових виходів				
BMX AMO 0210	2	$\pm 10\text{В}, 0 \dots 20\text{мА}, 4 \dots 20\text{ мА}$	16-бітні, ізоляція між каналами	20-конт. з'ємна кол.
BMX AMO 410	4	$\pm 10\text{В}, 0 \dots 20\text{мА}, 4 \dots 20\text{ мА}$	16-бітні, ізоляція між каналами	20-конт. з'ємна кол.
BMX AMO 802	8	$0 \dots 20\text{мА}, 4 \dots 20\text{ мА}$	16-бітні, загальна точка	20-конт. з'ємна кол.

Для наших задач підходить модуль аналогових входів BMX AMI 810, для вихідних аналогових сигналів модуль BMX AMO 802.

3.2 Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК

Розроблена принципова електрична схема автоматичного регулювання, управління та сигналізації зображена на 6-му аркуші графічної частини кваліфікаційної роботи. Вона базується на мікропроцесорному контролері Modicon M340.

Алгоритм роботи принципової електричної схем автоматичного регулювання, управління та сигналізації оснований на поступовому проходженні сигналу від датчиків до вхідних ПЗО (модулі аналогових та дискретних входів) після чого сигнал програмно обробляється мікропроцесором відповідно до програми. Тут формується управляючий сигнал, який поступає на вихідні ПЗО (модулі аналогових та дискретних виходів) і виконавчі механізми.

До вхідних ПЗО належать такі модулі контролера: VMX AMI 0800 – 2 модуля (повноформтний модуль аналогових входів, 8 входів), , які призначені для перетворення уніфікованого сигналу 4-20 мА в цифровий сигнал 0-10000 одиниць контролера.

До вихідних ПЗО належать такі модулі контролера: VMX AMO 0802 – 1 шт. (повноформтні модуль аналогових виходів, 8 виходів), який призначений для перетворення 0-10000 одиниць контролера в уніфікований вихідний сигнал 4-20 мА.

Сигнал від термоперетворювачів опору з нормованим виходом 4...20 мА і діапазоном вимірювання 0...+200 °С з позицією 13а та надходить на модуль аналогових входів ВМХ АМІ 0800 відповідно до документації на підключення перетворювача. В АЦП сигнал перетворюється в цифрову форму відповідно до налаштувань модуля 0...10000 і згідно з географічним методом адресації отримує адресу в контролері % IW0.1.2. Далі сигнал обробляються в програмі – регулюється за ПІ законом регулювання. Фрагмент тексту програми наступний:

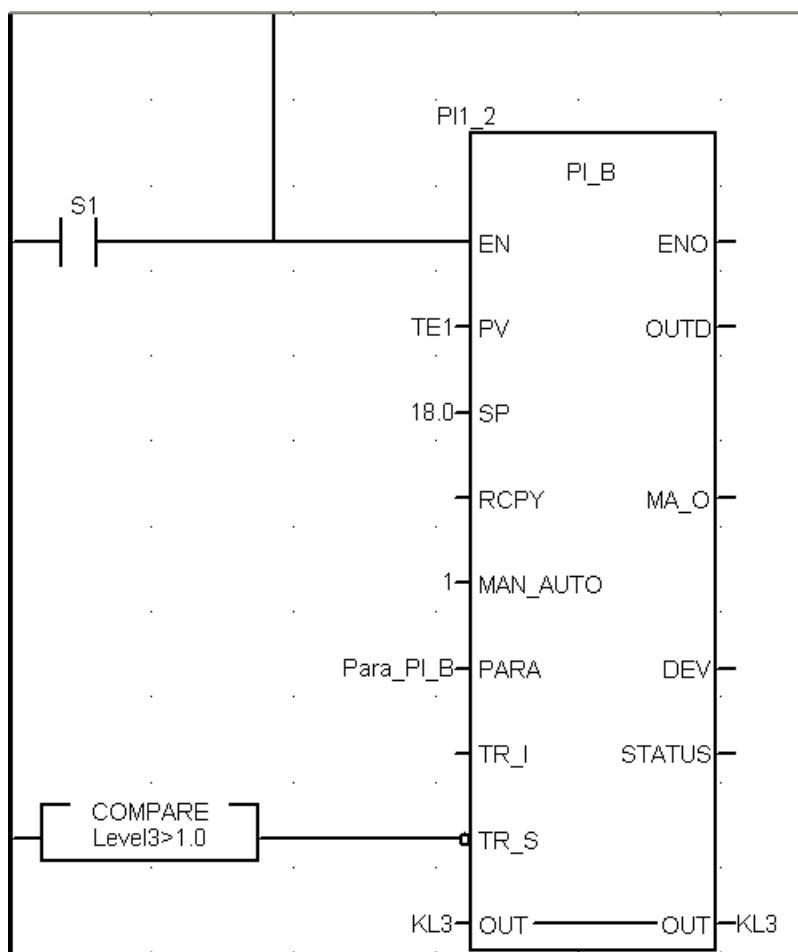


Рис. 3.4 Фрагмент програми з ПІ-регулятором

PI_V – стандартний алгоритм ПІ регулювання в бібліотеці контролера.

PV – плинне значення температури

SP – задане значення

Man_Auto – ручний/автоматичний режим роботи

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						51
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

Para – функціональний блок, де прописуються параметри настройок регулятора

TR_S – при надходженні на цей вхід логічного 0 запускається регулятор

OUT – вихідний клапан, в даному випадку пневматичний клапан Метран 8560.

Аналогічно регулюється відбувається регулювання інших параметрів в апараті.

Принципові схеми регулювання, управління та сигналізації в даній кваліфікаційній роботі об'єднані в одну, оскільки дві останні реалізовані в програмі контролера.

Вона включає в себе технологічну сигналізацію про входження найбільш важливих параметрів технологічного процесу в аварійний мінімум та максимум. Схема сигналізації реалізована на нижньому рівні АСУТП і візуалізована на дисплейній мнемосхемі.

3.3 Розширені схеми підключення для окремого контуру

Для схеми розширеного підключення був обраний контур індикації вмісту сухих речовин в дифузійному соці, що зображений на 3му аркуші кваліфікаційної роботи. (Рис.3.5)

*Схема підключення контуру індикації
вмісту сухих речовин в диф.соку*

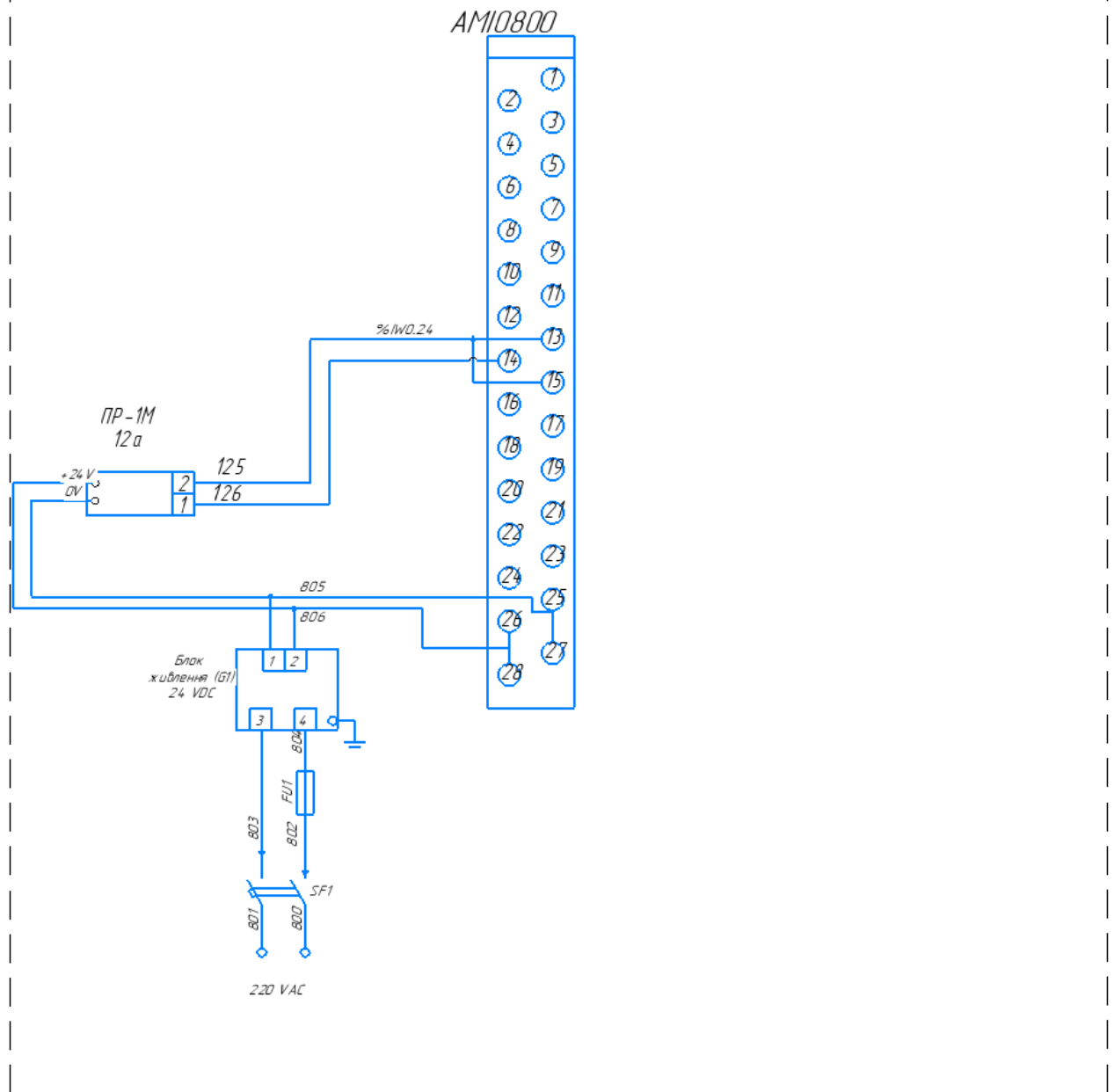


Рис. 3.5 Схема підключення контуру індикації вмісту сухих речовин в диф.соку

На схемі автоматизації даний контур представлений промисловим рефрактометром ПР-1М (12а). Значення вмісту сухих речовин виводиться на екран оператора. (Рис.3.6)

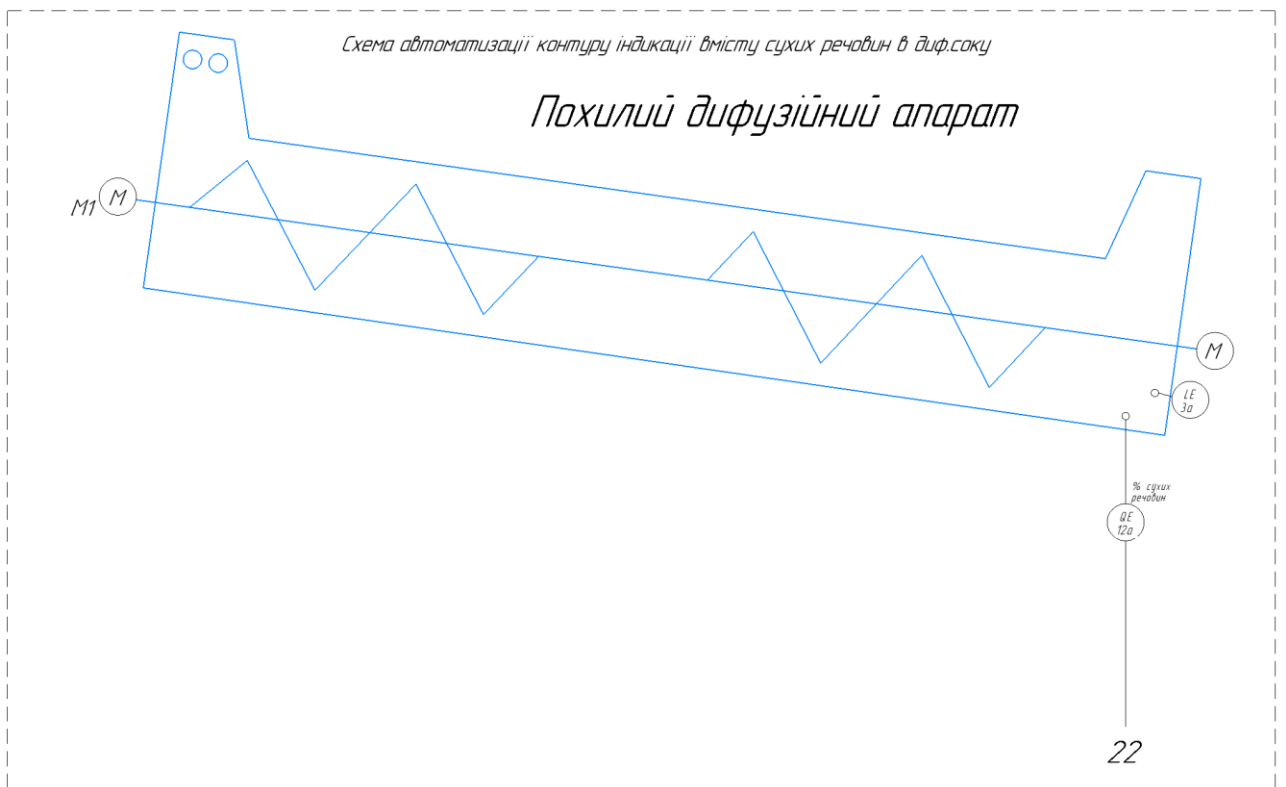
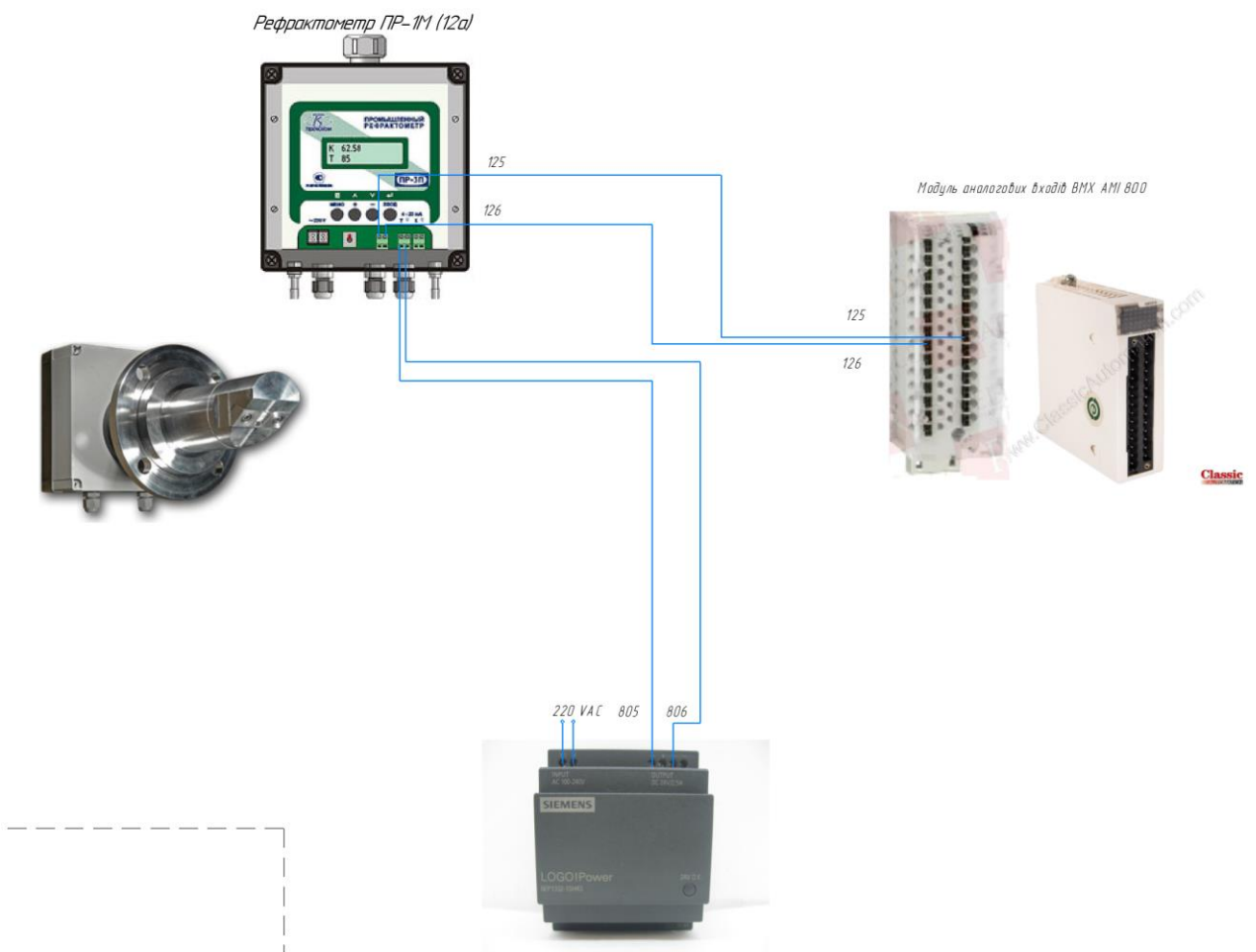


Рис.3.6 Схема автоматизації окремого контуру



	№ докум.	Підпис		

Кваліфікаційна робота

Рис.3.7 Графічне зображення з'єднання між собою технічних засобів автоматизації

Опис розширеної схеми підключення

Вміст сухих речовин

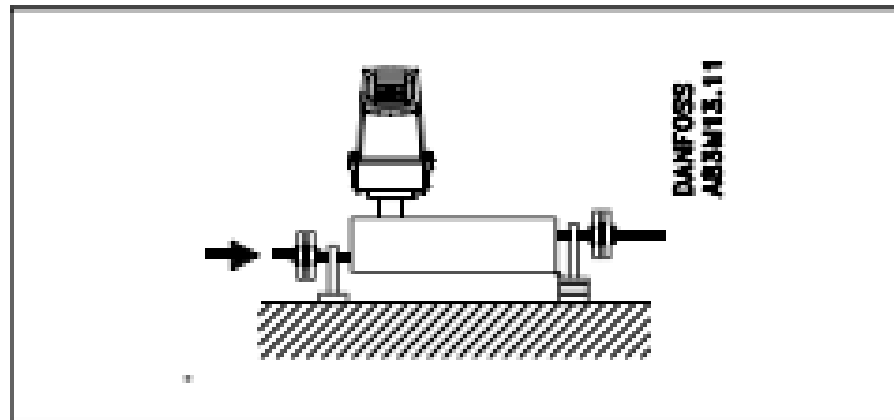
Важливим параметром контролю вміст сухих речовин в дифузійному соку. В якості первинних перетворювачів був обраний промисловий рефрактометр ПР-1М (12а) з уніфікованим струмовим сигналом 4-20 мА. Сигнал 4..20 мА поступає на МПК, значення виводиться на екран оператору.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						55
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

4. Креслення встановлення технічного засобу

Встановлення масового витратоміра Sitrans FM MASS2100 із вторинним перетворювачем витрати Sitrans MASS 6000 зображено на кресленні 5.

Рис. 4.1 Монтаж ПВП в горизонтальних трубах



Датчик повинен бути встановлений на фундаменті або капітальній стіні з відсутністю вібрацій, як це показано на малюнку. Переконайтеся в тому, що в датчику в режимі нормальної роботи завжди присутній рідина. В іншому випадку вимірювання можуть бути перекручені.

При низькій витраті рекомендується монтаж в горизонтальній трубі, оскільки в цьому положенні легше видалити повітряні бульбашки.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Студент		Мар'ян Д.В.			Розробка системи автоматизації похилого дифузійного апарату	Літ.	Арк.	Акрушіє
Керівник		Трегуб В.Г.						
Зав.кафедр		Ельперін І.В.				НУХТ АК-4-1		
Секретар		Проскурка Є.С.						

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

Переваги програмного забезпечення Unity PRO

Система Unity Pro - багатофункціональне програмне забезпечення для програмування, налагодження і оперативного управління ПЛК Modicon M340, Premium і Quantum, а також Atrium.

Система Unity Pro, що відповідає стандарту МЕК 61131-3, має визнаними достоїнствами пакетів PL7 і Concept, і в її основу покладені відомі стандарти PL7 і Concept.

Вона пропонує повний набір готових функцій для поліпшення продуктивності:

- сучасна функціональність;
- оптимальна стандартизація, що дозволяє повторно використовувати розробки;
- численні засоби тестування програми і поліпшення роботи системи;
- нові вбудовані засоби діагностики.

При розробці програми були враховані питання міграції існуючих додатків. Це дозволить істотно збільшити вигоду від використання програмного забезпечення з одночасним зменшенням витрат на навчання і величезним потенціалом для розробки та сумісності.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
		Мар'ян Д.В.			Розробка системи автоматизації похилого дифузійного апарату	Літ.	Арк.	Акрушіє
		Трегуб В.Г.						
		Ельперін І.В.				НУХТ АК-4-1		
		Проскурка Є.С.						

Каталог Unity включає в себе спеціальне програмне забезпечення для підвищення продуктивності:

- відкритість для розробок на мові C або VBA (Visual Basic для додатків);
- розробка і створення додатків з інтеграцією ПЛК / людино-машинного інтерфейсу.
- природна комунікабельність

Платформи автоматизації Modicon з підтримкою технології "прозорого виробництва" Transparent Ready на базі Ethernet TCP / IP і web-технологій пропонують відмінне рішення для оптимізації продуктивності. Служби web-сервера, відправки електронних поштових повідомлень, прямий доступ до баз даних, синхронізація пристроїв, розподілений введення-виведення сигналів і багато іншого - ПЛК Modicon пропонує всі кращі можливості Ethernet.

Замість розробки закритих систем компанія Schneider Electric адаптувала такі ринкові стандарти як мови програмування MEK, Ethernet TCP / IP, Modbus IDA, XML, OPC, IT-стандарти та ін.

Партнерство з загальноновизнаними світовими лідерами в області розробки програмного забезпечення та виробництва апаратних засобів в рамках партнерської програми з спільної автоматизації Collaborative Automation Partner Program призвело до більш ефективного обміну технологіями.

Вам буде гарантовано краще рішення без компромісу з простотою інтеграції. Проста в обігу і багатофункціональна інструментальна система "все в одному"/

Інструментальна система Unity Pro дозволяє розкрити і по достоїнству оцінити переваги, пропоновані сучасним графічним інтерфейсом при роботі під управлінням операційної системи Windows XP або Windows 2000:

- прямий доступ до інструментів та інформації;
- стовідсоткова графічна настройка конфігурації;
- настроюється панель інструментів і піктограми;
- функції drag & drop і масштабування;

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			58

- вбудоване вікно діагностики.

Всі переваги стандартизації:

- Інструментальна система Unity Pro пропонує повний набір інструментів і функцій, необхідних для структурування додатки відповідно до особливостей процесу або агрегату.
- Програма розбита на ієрархічно впорядковані функціональні блоки, що містять:
 - область програми;
 - таблиці анімації;
 - екрани оператора;
 - гіперпосилання.

Основні часто використовувані функції можна запрограмувати в призначених для користувача функціональних блоках (DFB) на мовах МЕК 61131.

Економія часу завдяки можливості багаторазового використання модулів

- Всі модулі оптимізовані і в точності відповідають вашим вимогам, зменшуючи час, необхідний на розробку і налагодження на місці одночасно оптимізуючи якість:
 - функціональні модулі можна багаторазово використовувати в додатку і застосовувати XML для імпорту / експорту між проектами;
 - функціональні блоки легко "перетягуються" в проект з бібліотеки за допомогою "миші" - технологія drag & drop;
 - автоматичне оновлення примірників блоків в телепрограми при змінах в бібліотеці (опціонально).

Гарантія високої якості

- Вбудована функція емулятора ПЛК дозволяє в точності відтворити поведінку програми ПЛК на комп'ютері. Емулятор підтримує всі необхідні засоби налагодження, що дозволяють домогтися максимальної якості перед установкою:

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Лист
						59
		№ докум.	Підпис			

- покрокове виконання програми;
- контрольні точки зупинки програми і точки перевірки зміни змінних;
- анімація в реальному часі для перевірки змінних і логіки під час роботи.

Зниження часу вимушеного простою

Інструментальна система Unity Pro підтримує бібліотеку DFB для діагностики роботи програми. Інтегровані в програму функціональні блоки використовуються (в залежності від їх призначення) для моніторингу умов безпечної роботи і розвитку процесу в часі.

У вікні програми в хронологічному порядку виводяться всі повідомлення про несправності системи і про помилки додатки з міткою часу, коли вони відбулися. З цього вікна можна одним клацанням "мишки" запустити редактор для усунення помилок в програмі (пошук помилок в початковому тексті). Зміни, зроблені в режимі он-лайн, можна згрупувати в автономному режимі на комп'ютері і відразу все їх завантажити безпосередньо в ПЛК, щоб всі зміни враховувалися в одному циклі сканування.

Розширений діапазон функцій забезпечує точне управління вашими операціями і економить час:

- журнал історії дій оператора в системі Unity Pro, що зберігається в захищеному файлі;
- профайл користувача та захист паролем;
- інтегровані робочі екрани оператора.

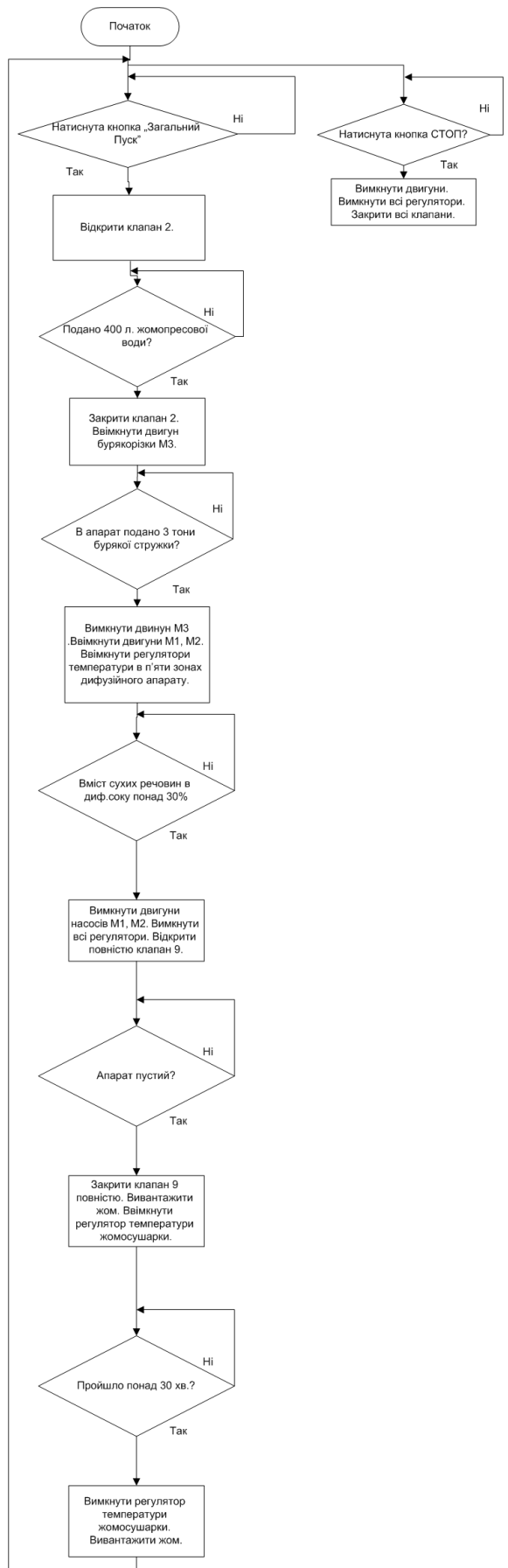


Рис.5.1. Блок-схема алгоритму управління

		№ докум.	Підпис	

Алгоритм функціонування наступний:

Умова 1. Натиснення кнопки «ПУСК»

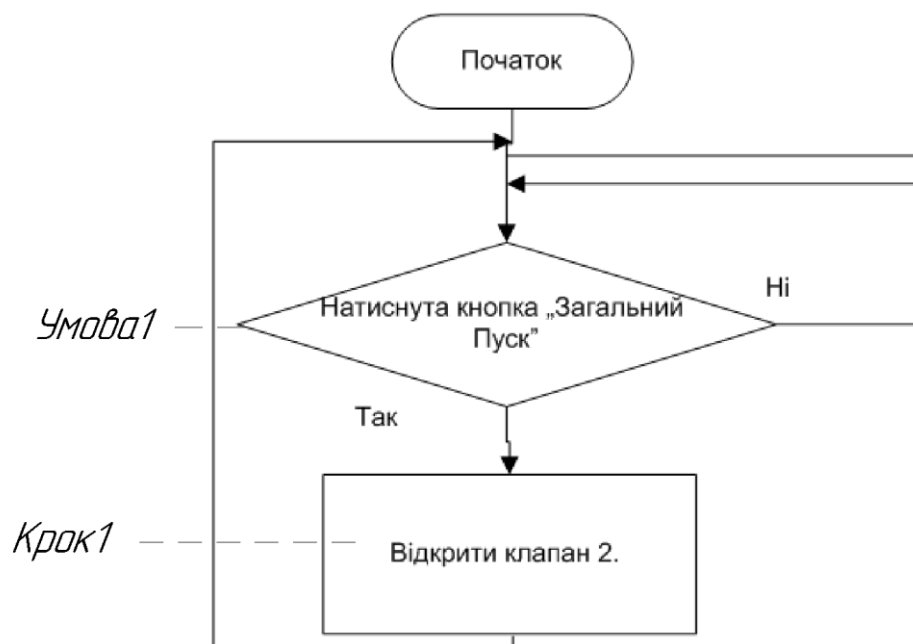


Рис.5.1 Фрагмент блок-схеми алгоритму

Крок 1. Вмикається регулятор температури барабанної жомосушарки, відкривається клапан 2 (KL2) подачі жомопресової води в апарат. Змінна «S» це змінна що вмикає регулятор температури в апараті.

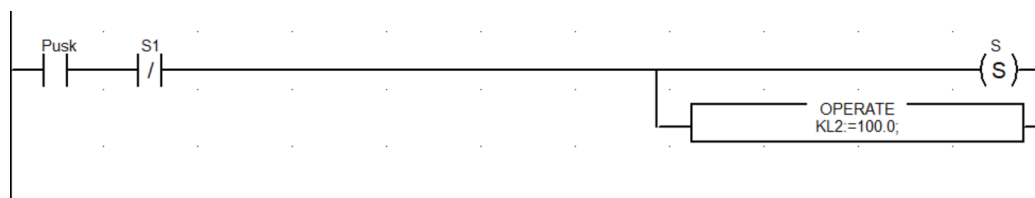


Рис.5.2 Фрагмент програми , що відповідає блок-схемі алгоритму (відкриття клапану подачі жомопресової води в апарат, при натисненій кнопці «ПУСК»)

Умова 2. Якщо подано 400 літрів жомопресової води, то закрити клапан 2 (KL2), вмикається регулятор витрати стружки в апарат, вмикається двигун М3 бурякорізки. Алгоритм «чекає» поки через витратомір FE2 пройде 400 літрів жомопресової води. Блок «Compare» відповідає за виконання умови 2.

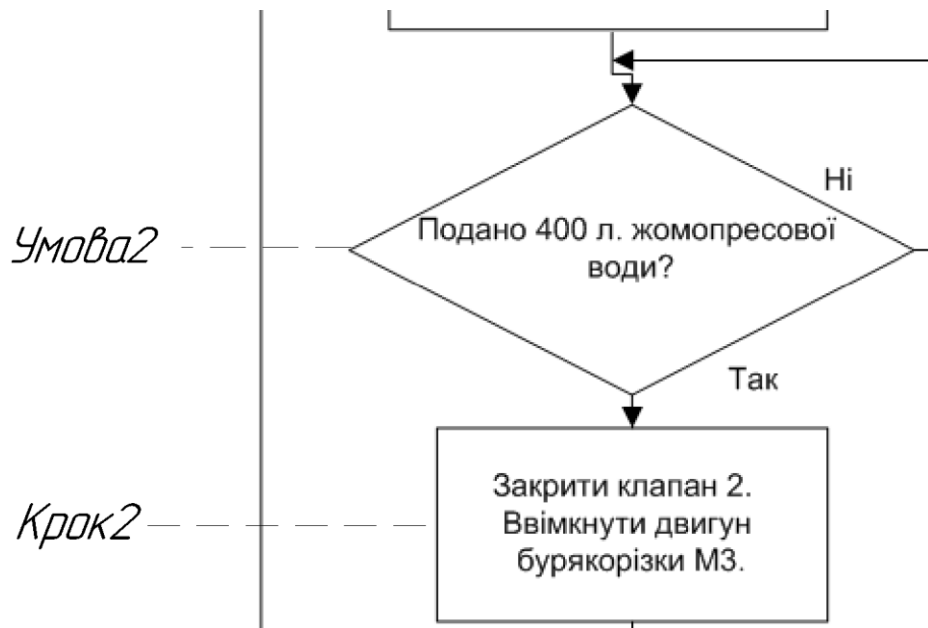


Рис.5.4 Фрагмент блок-схеми алгоритму даного кроку

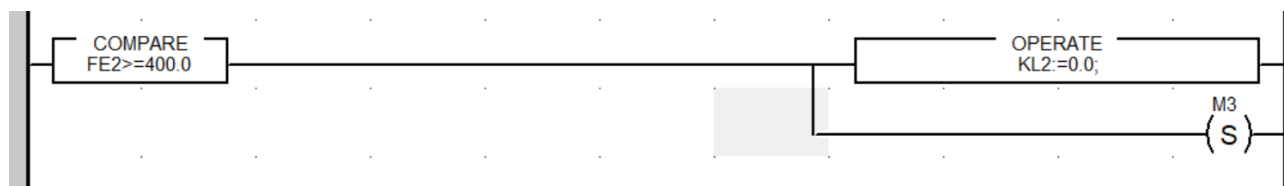


Рис.5.5 Фрагмент програми що відповідає блок-схемі алгоритму

Блок «Compare» порівнює значення із витратоміра «FE2» і коли його значення перевищить 400 літрів – закривається клапан 2 подачі жомпресової води в апарат, вмикається двигун бурякорізки М3.

Умова 3. Якщо подано 3 тони стружки в апарат, вимкнути двигун бурякорізки М3. Вимірювання витрати стружки відбувається за допомогою витратоміра FE3. Блок «Compare» відповідає за виконання умови 3.

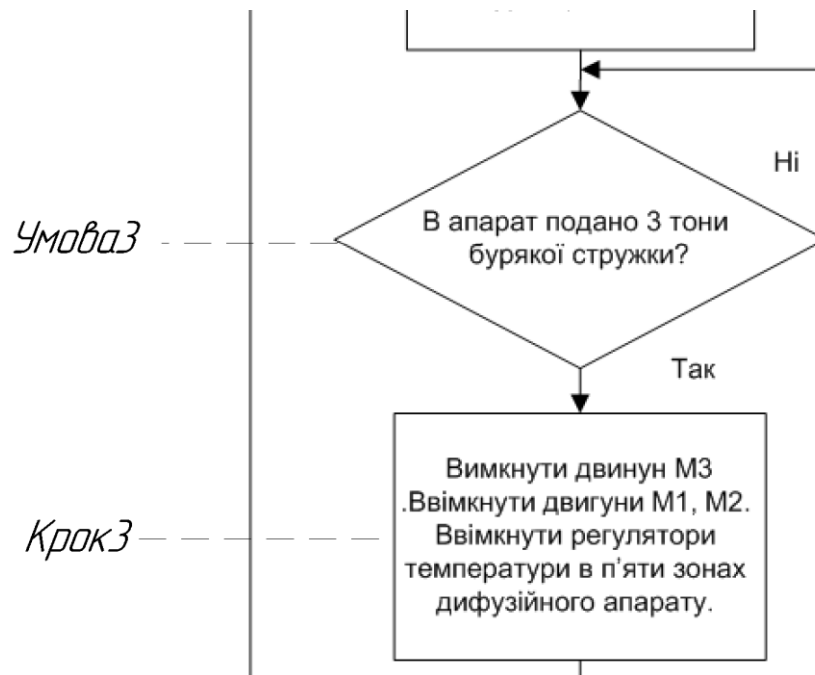


Рис.5.5 Фрагмент блок-схеми алгоритму

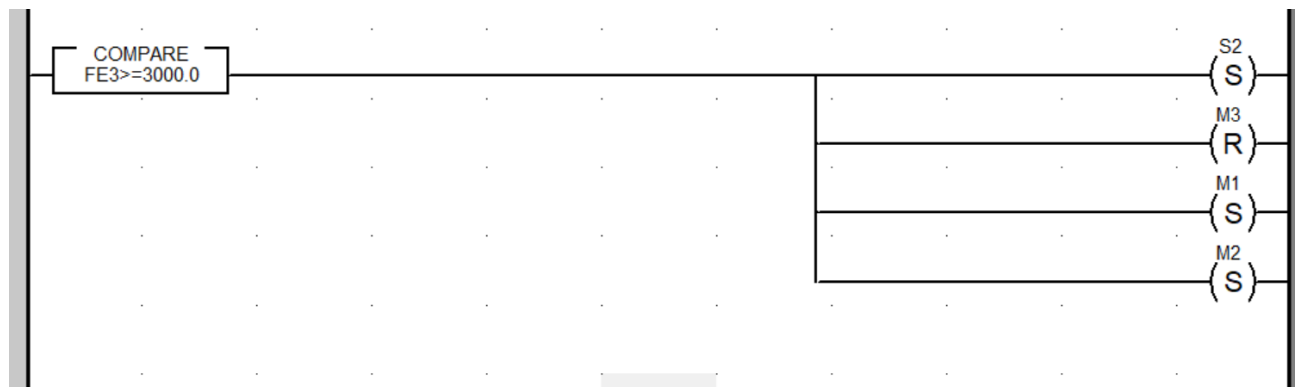


Рис.5.6 Фрагмент програми що відповідає блок-схемі алгоритму

Блок «Compare» порівнює значення із витратоміра «FE3» і коли його значення перевищить 3 тони –вимикається двигун бурякорізки М3, вмикається двигун М1, та М2 мішалок. Змінна S2 вмикає регулятори температури в 5ти зонах дифузійного апарату. Фрагмент програми нижче.

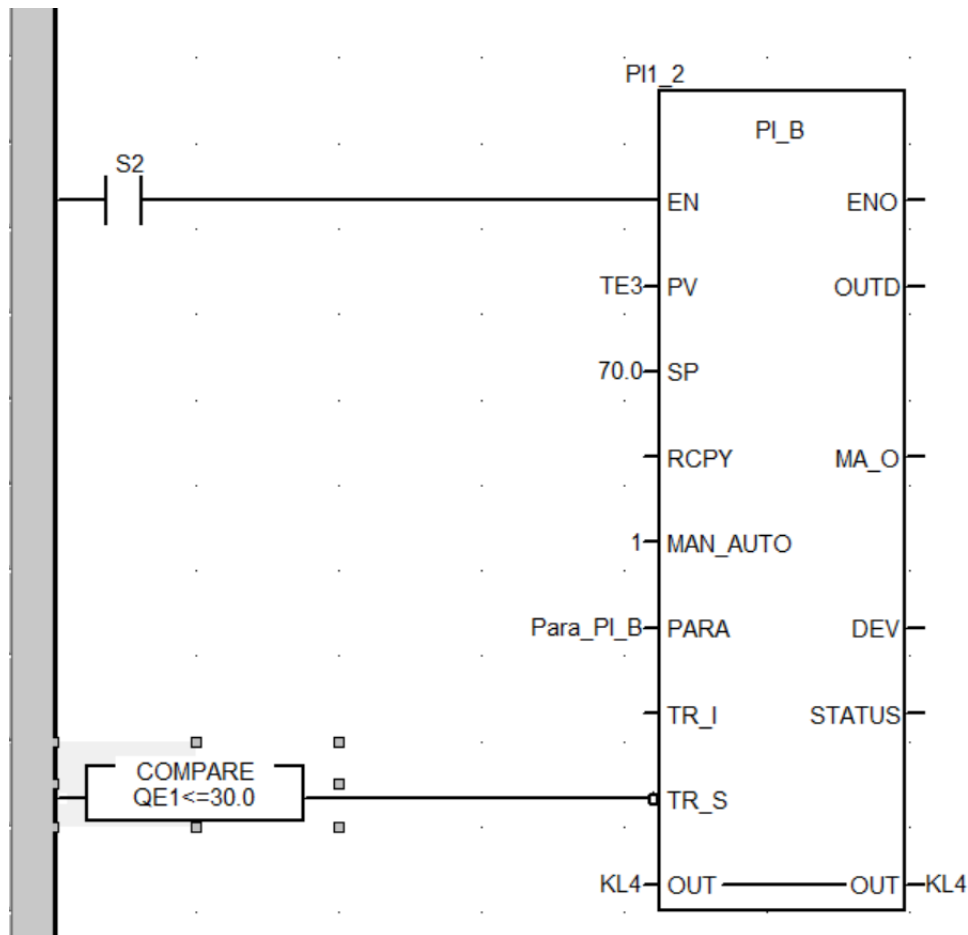


Рис.5.7 Фрагмент програми функціонального блоку ПІ-регулятора температури в першій зоні.

Змінна «S2» запускає роботу регулятора. Задане значення 70 °С (вхід «SP»), плинне значення TE3, температура в першій зоні апарату (вхід «PV»). Блок «Compare» зчитує значення із датчика вмісту сухих речовин в соці, і як тільки значення перевищує 30%, то вимикається регулятор температури. Таким чином організовані всі блоки регулювання температури в 5ти зонах.

Умова 4. Якщо подано вміст сухих речовин в соці понад 30%, то вимикаються регулятори температури диф.апарату, вимикаються двигун M1,M2 диф.апарату, відкривається клапан 9 відкачки соку з апарату. Блок «Compare» відповідає за виконання умови 4.



Рис.5.8 Фрагмент блок-схеми алгоритму

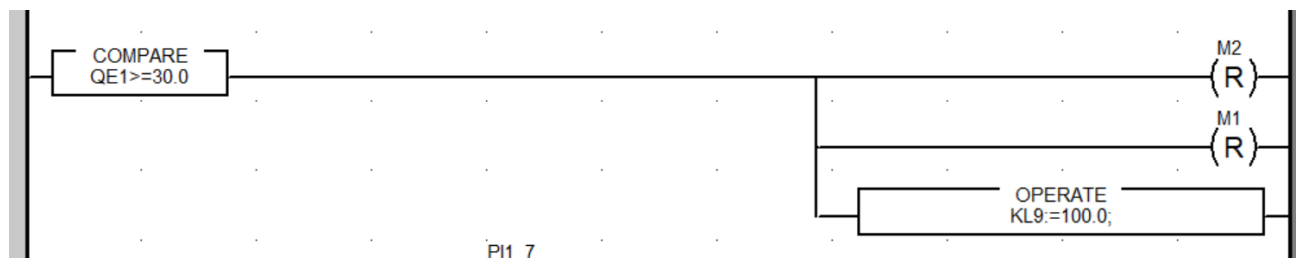


Рис.5.9 Фрагмент програми що відповідає блок-схемі алгоритму
Блок «OPERATE» відкриває клапан 9 на 100%.

Умова 5. Якщо рівень в апараті менший 10 %, то закрити клапан 9, вимкнути регулятор температури жомосушарки і вивантажити жом в жомосушарку.

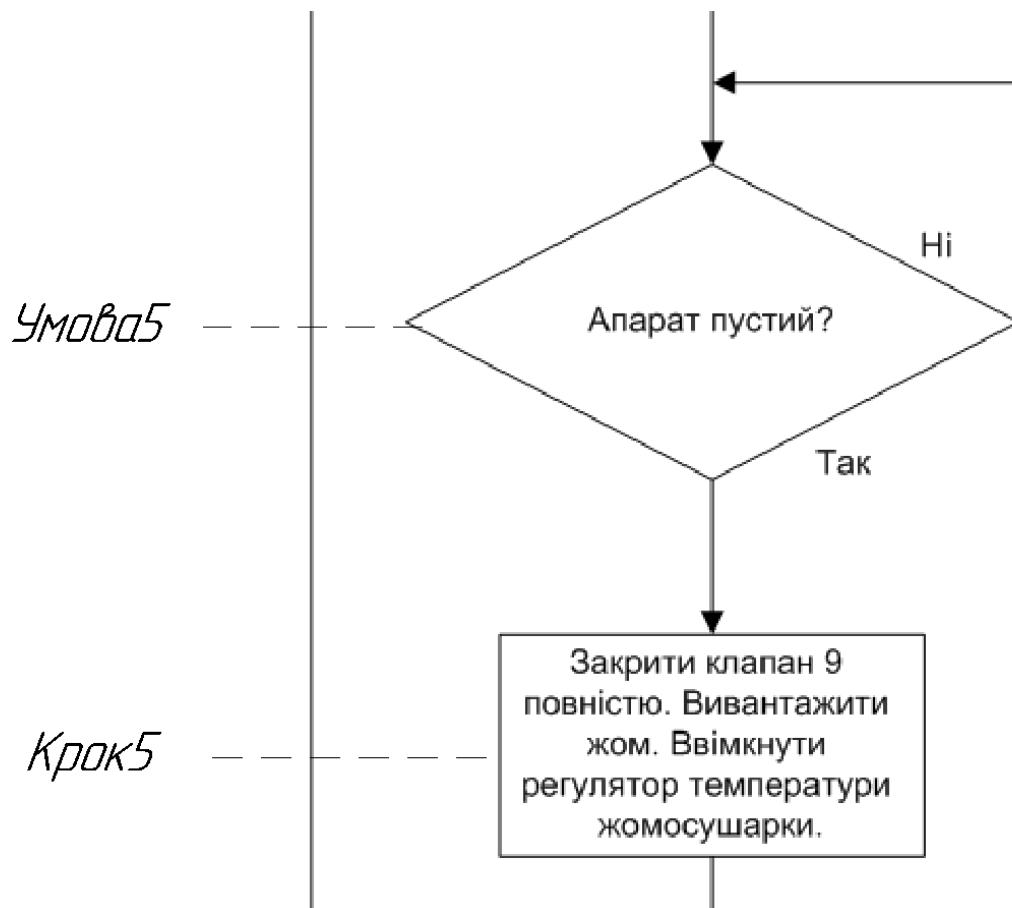


Рис.5.10 Фрагмент блок-схеми алгоритму

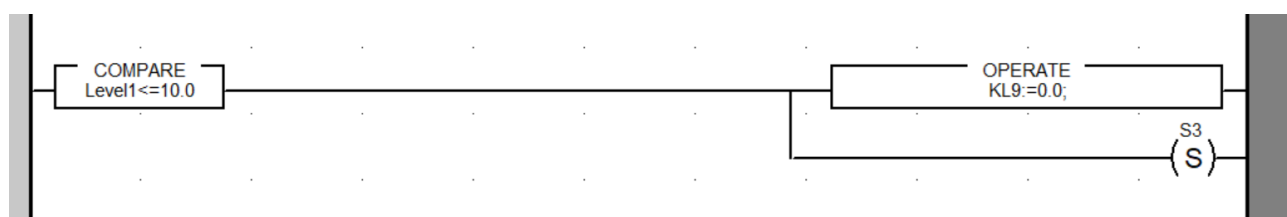


Рис.5.11 Фрагмент програми що відповідає блок-схемі алгоритму
Блок «OPERATE» закриває клапан 9.

		№ докум.	Підпис	

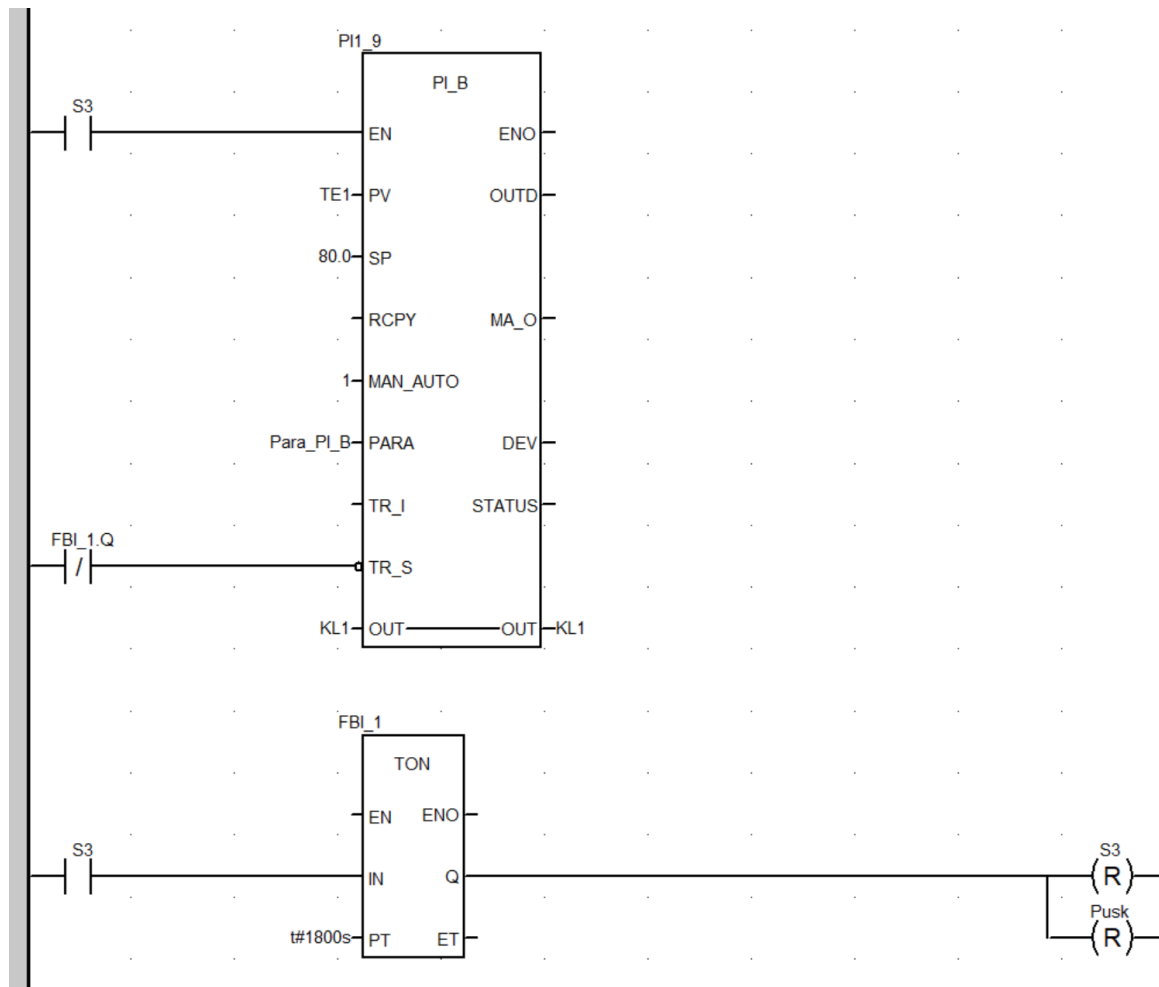


Рис.5.12 Фрагмент програми функціонального блоку ПІ-регулятора температури жомосушарки із таймером на 30 хв.

Функціональний блок TON, це таймер із затримкою на ввімкнення, на вході «PT» задається значення часу, після якого вихід «Q» переводиться в значення логічної «1», який переводить змінну «S3» в значення «0», яка в свою чергу вимикає регулятор температури.

Умова 6. Якщо пройшло 30 хв. з моменту ввімкнення регулятора температури жомосушарки, то вимикається регулятор і жом вивантажується, вимикається клавіша «Пуск». Алгоритм починається заново.

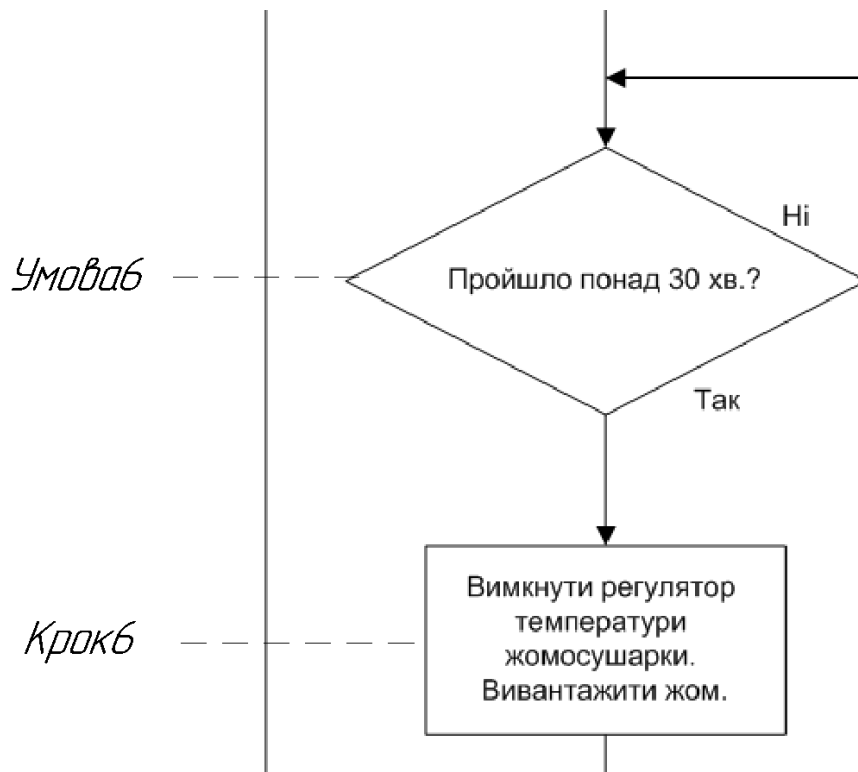


Рис.5.13 Фрагмент блок-схеми алгоритму

Якщо натиснена кнопка «СТОП» то вимикаються всі регулятори температури через змінні «S», «S1», «S2», «S3», які вмикають регулятори, також вимикаються всі двигуни «M1», «M2», «M3».

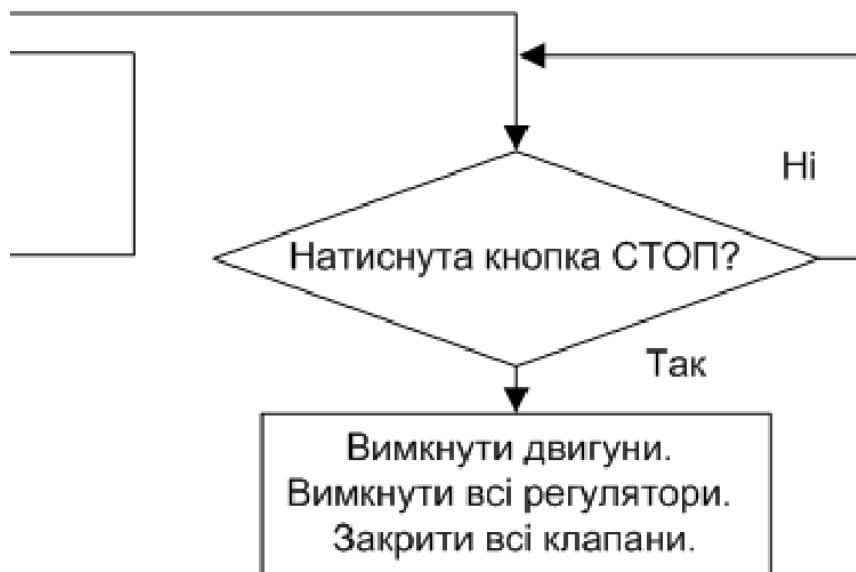


Рис.5.14 Фрагмент блок-схеми алгоритму

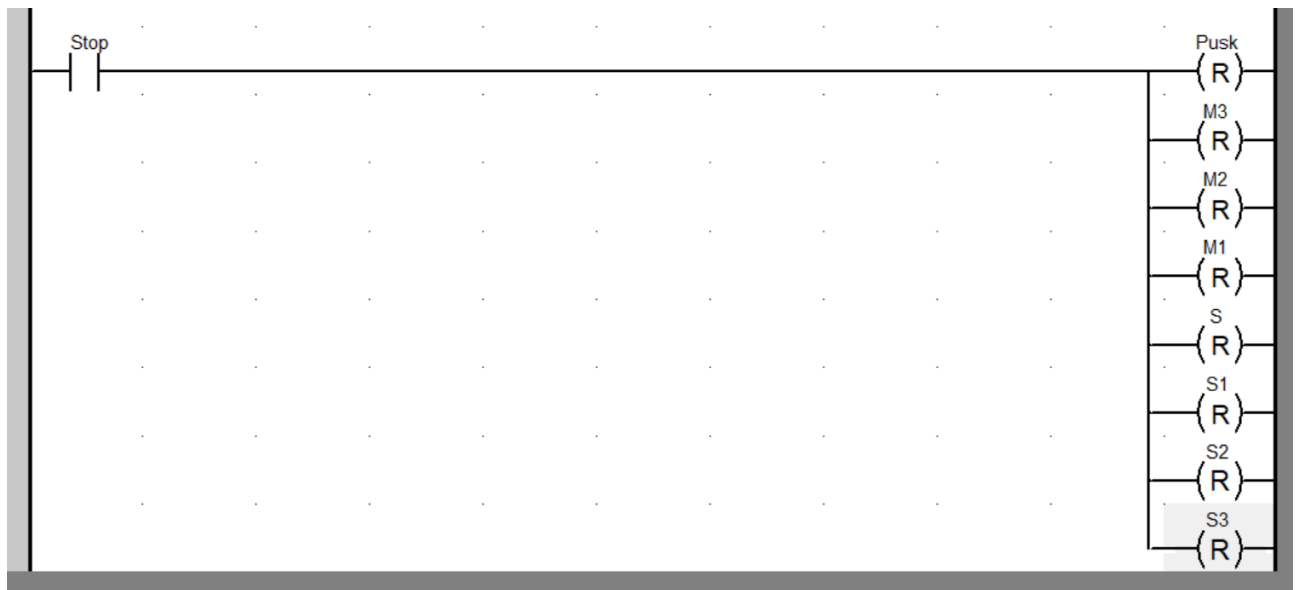


Рис.5.15 Фрагмент програми для реалізації кнопки «СТОП»

В середовищі Unity Pro створюються змінні яким присвоюється значення технологічних параметрів

Name	Type	Address	Value	Comment
FE1	REAL			Витрата жомопресової води
FE2	REAL			Витрата сульфітованої води
FE3	REAL			Витрата бурякової стружки
FE4	REAL			Витрата соку на виробництво
KL1	REAL			Клапан подачі димових газів в барабан жомосушарки
KL2	REAL			Клапан подачі жомопресової води в диф. апарат
KL3	REAL			Клапан подачі сульфітованої води в диф. апарат
KL4	REAL			Клапан подачі пари в перший корпус дифузійного апарату
KL5	REAL			Клапан подачі пари в другий корпус дифузійного апарату
KL6	REAL			Клапан подачі пари в третій корпус дифузійного апарату
KL7	REAL			Клапан подачі пари в четвертий корпус дифузійного апарату
KL8	REAL			Клапан подачі пари в п'ятий корпус дифузійного апарату
KL9	REAL			Клапан відведення соку з диф. апарату
LE1	REAL			
Level1	REAL			Рівень в диф. апараті
M1	BOOL			Двигун бурякорізки
M2	BOOL			Двигун диф. апарату
M3	BOOL			Двигун диф. апарату
Pusk	BOOL			Кнопка ПУСК
QE1	REAL			Датчик вмісту сухих речовин в соці
S	BOOL			
S1	BOOL			
S2	BOOL			
S3	BOOL			
Stop	BOOL			Кнопка СТОП
TE1	REAL			Температура в барабані жомосушарки
TE2	REAL			Температура в жомопресі
TE3	REAL			Температура в першому корпусі диф. апарату
TE4	REAL			Температура в другому корпусі диф. апарату
TE5	REAL			Температура в третьому корпусі диф. апарату
TE6	REAL			Температура в четвертому корпусі диф. апарату
TE7	REAL			Температура в п'ятому корпусі диф. апарату

Рис 5.16. Аналогові та дискретні змінні

Таблиця 5.1 Параметри функціонального блока PI_V [8]

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

TR_S	BOOL	Команда на включення ініціалізації (1: Включити ініціалізацію)
Вхідні/вихідні параметри		
OUT	REAL	Вихід ПІ-регулятора (в ручному режимі може змінюватися з зовні PI_V)
Вихідні параметри		
OUTD	REAL	різниця між вихідною величиною в поточному і попередньому циклах перерахунку PI_V
MA_O	BOOL	Плинний режим виконання ПІ-регулятора 1: Автоматичний режим 0: інший режим (ручний або режим ініціалізації)
DEV	REAL	Значення розузгодження (PV – SP)
STATUS	WORD	Слово статусу (використовується для контролю за помилками виконання PI_V)

Таблиця 5.2 Опис структурного типу Para_PI_V [8]

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

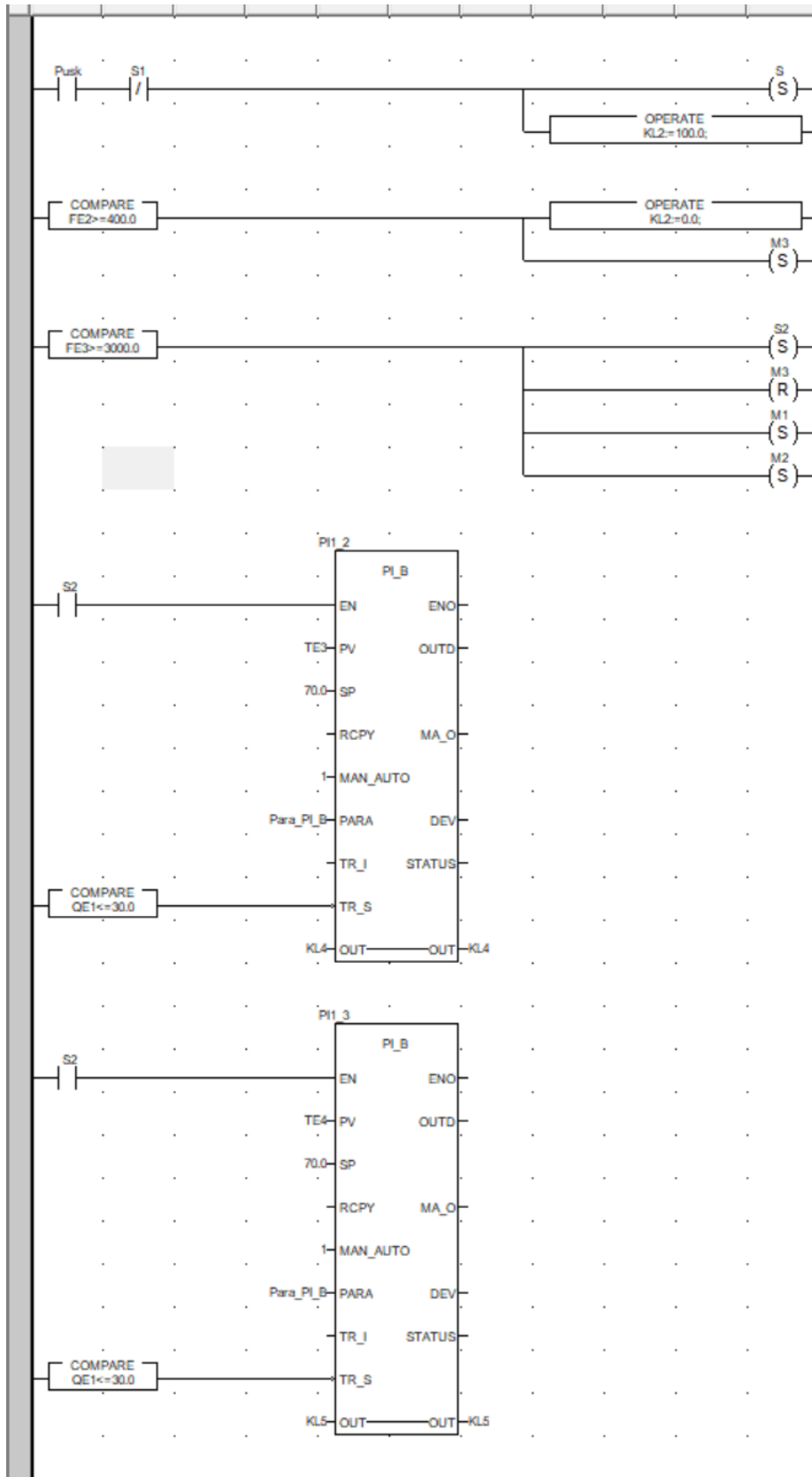


Рис.5.17. Програма ПЛК (початок)

		№ докум.	Підпис	

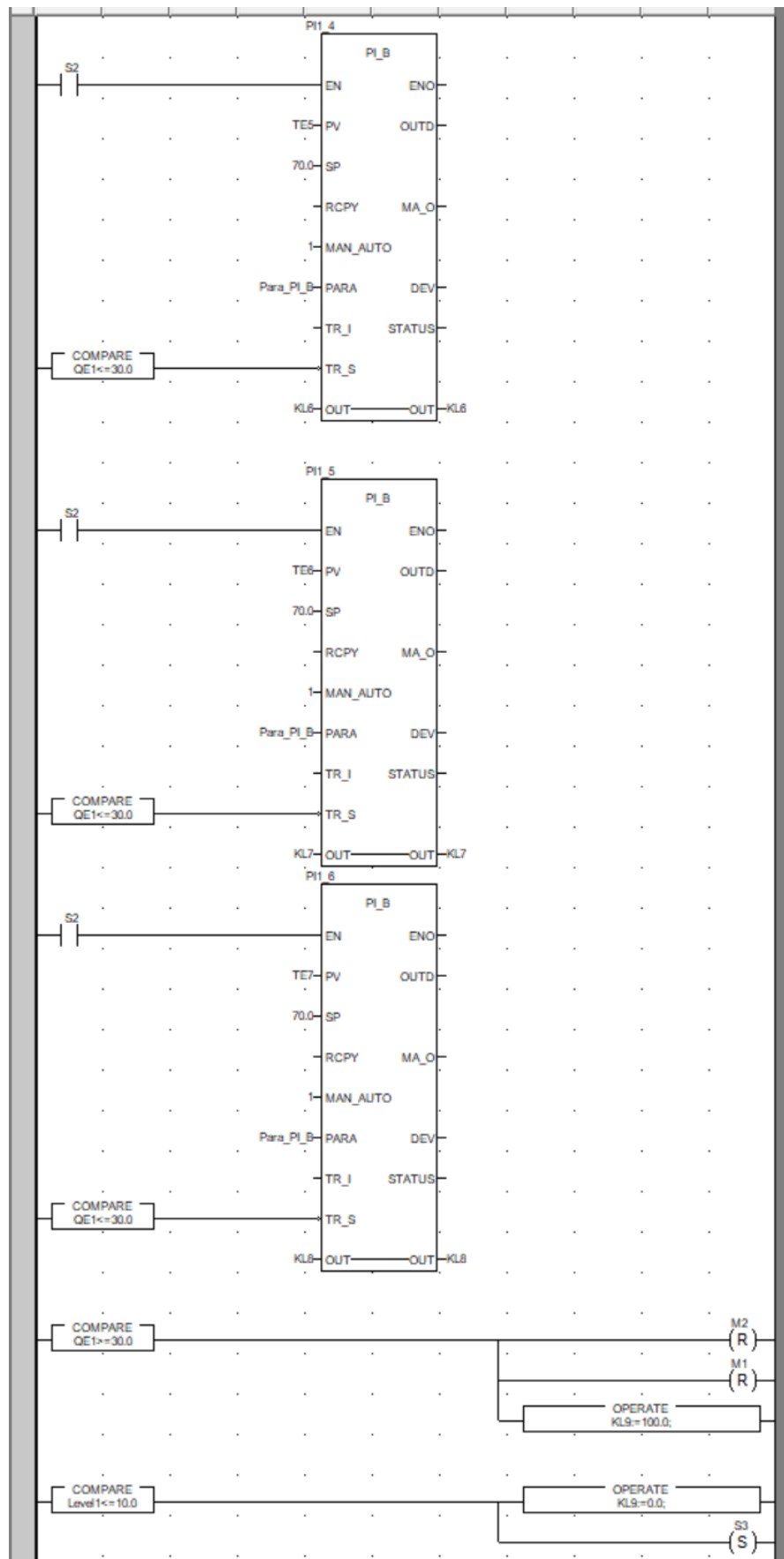


Рис.5.18. Програма ПЛК (продовження)

		№ докум.	Підпис	

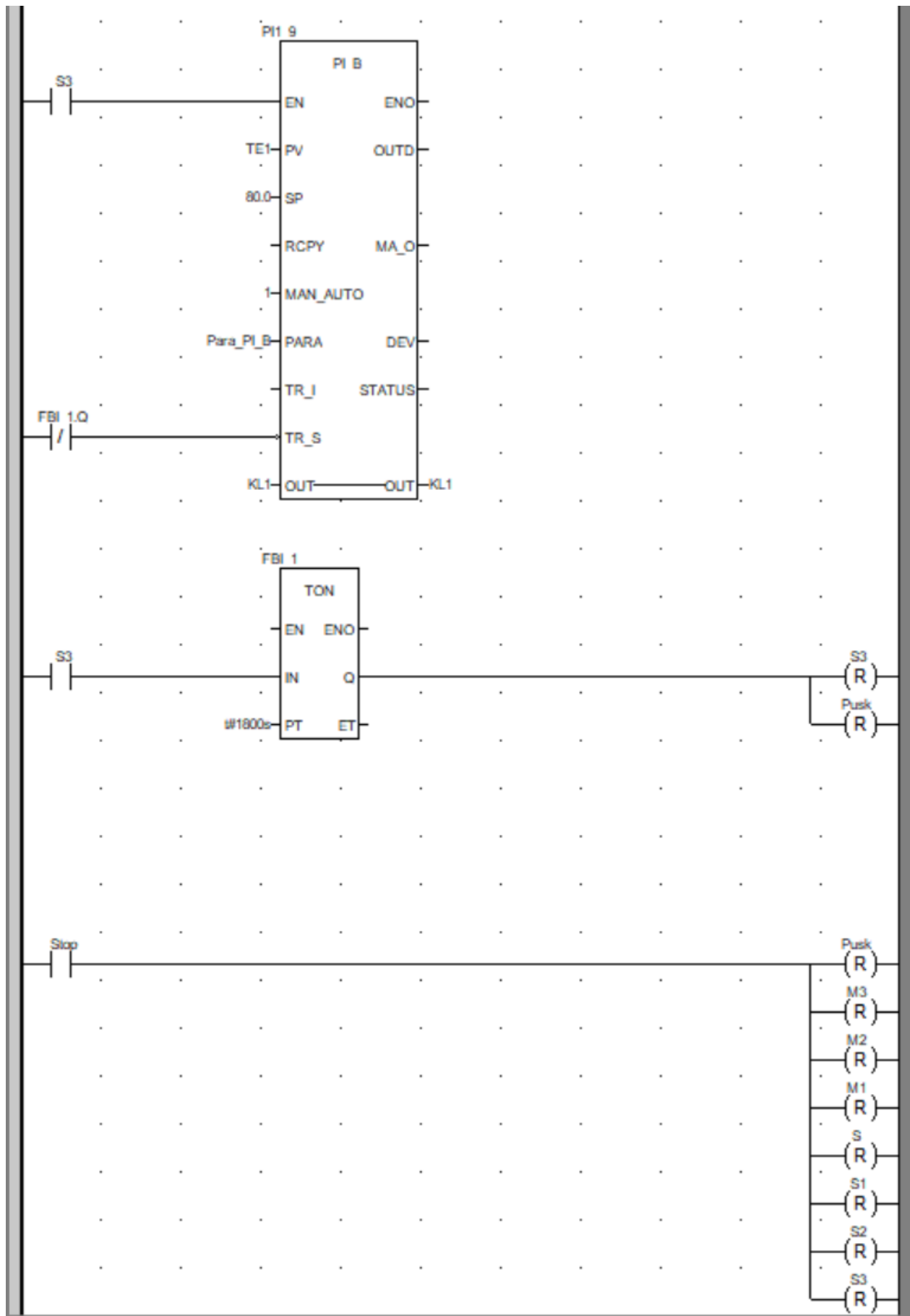


Рис.5.19. Програма ПЛК (кінець)

		№ докум.	Підпис

6. Розробка людино-машинного інтерфейса оператора технолога.

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

За допомогою програмного забезпечення Vijeo Citect розробляємо SCADA-систему, яка дасть можливість оператору переглядати перебіг технологічного процесу та значення усіх технологічних параметрів.

У вікні «Редактор проектів Citect» описуємо всі змінні, створюємо змінні для трендів, лярмів та описуємо настройки до них.

Таблиця 6.1. Таблиця аналогових змінних

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Студент		Мар'ян Д.В.			Розробка системи автоматизації похилого дифузійного апарату	Літ.	Арк.	Акрушіє
Керівник		Трегуб В.Г.						
Зав.кафедр		Ельперін І.В.				НУХТ АК-4-1		
Секретар		Проскурка Є.С.						

Ім'я змінної	Адреса	Настроювання						
		Період опитування	Перетворення		Аварійні межі			
			Контролерні одиниці	Фізичні одиниці	Аварійний min	Передаварійний min	Аварійний max	Передаварійний max
FE1	%MW26	2с	0-10000	0-100 (м3)	-	-	-	-
FE2	%MW27	2с	0-10000	0-100 (м3)	-	-	-	-
FE3	%MW28	2с	0-10000	0-100 (м3)	-	-	-	-
TE1	%MW29	2с	0-10000	0-150 (°C)	-	-	85	95
TE2	%MW30	2с	0-10000	0-150 (°C)	-	-	85	95
TE3	%MW31	2с	0-10000	0-150 (°C)	-	-	85	95
TE4	%MW32	2с	0-10000	0-150 (°C)	-	-	85	95
TE5	%MW33	2с	0-10000	0-150 (°C)	-	-	85	95
TE6	%MW34	2с	0-10000	0-150 (°C)	-	-	-	-
TE7	%MW35	2с	0-10000	0-150 (°C)	-	-	-	-
QE1	%MW36	2с	0-10000	0-14 (pH)	-	-	-	-

Таблиця дискретних змінних

Ім'я змінної	Адреса	Настроювання			
		Період опитування		Зміст приставки	
				Перехід в 0	Перехід в 1
Кнопка старт зі SCADA	%M1	1с	Інформаційний	Вимкнено	Ввімкнено
Кнопка стоп процес зі SCADA	%M2	2с	Інформаційний	Вимкнено	Ввімкнено
Кнопка перемикання режимів роботи	%MW28	2с	Інформаційний	Автоматичний	Речний

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

Рис..6.1. Вікно опису змінної для тренду

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

Рис.6.2. Вікно опису аналогового аларму

Таблиця 6.2.1. Аларми аналогові

					Кваліфікаційна робота	Лист
						78
		№ докум.	Підпис			

Номер категории: 1 Приоритет: 1

Вывод на странице алармов: TRUE Вывод на сводной странице: TRUE

Неквитированный Квитированный

Шрифт для неактивных алармов: Alarm1nekvitnea Alarm1kvit

Шрифт для активных алармов: Alarm1nekvita Alarm1kvit

Шрифт для заблокированных алармов: Alarm1kvit

Действие при возникновении аларма: []

Действие при сбросе аларма: []

Действие при подтверждении аларма: []

Формат аларма: {TAG,16}^v {NAME,12}^v {DESC,32}^v {ERRPAGE,20}^v {ERRDESC,20} []

Сводный формат: {TAG,16}^v {NAME,12}^v {COMMENT,32}^v {ERRPAGE,20}^v {ERRDESC []

Устройство сводной информации: [] Регистрировать переходы алармов

Устройство логов: [] ON [] OFF [] ACK []

Комментарий: Аларми вищого пріорітету]

Добавить Заменить Удалить Справка

Запись : 1

Рис.6.3. Вікно опису категорії алармів

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

Имя пользователя: Babych

Полное имя: []

Пароль: []

Подтверждение пароля: []

Роли: Alarm []

Тип: []

Комментарий: []

Добавить Заменить Удалить Справка

Запись : 1

Рис.6.4. Вікно створення запису користувача

6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

Тут відображається дані з датчиків, відкриття чи закриття клапанів, кнопки запуску та зупинки, анімаційне відображення переходу на наступну стадію технологічного процесу. Оператор слідкує за перебігом технологічного процесу з робочого місця оператора. В разі необхідності оператор може

перейти до ручного, або автоматичного режиму управління. Для переходу в ручний чи автоматичний режим роботи оператор повинен натиснути на кнопку яка відповідає за 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.

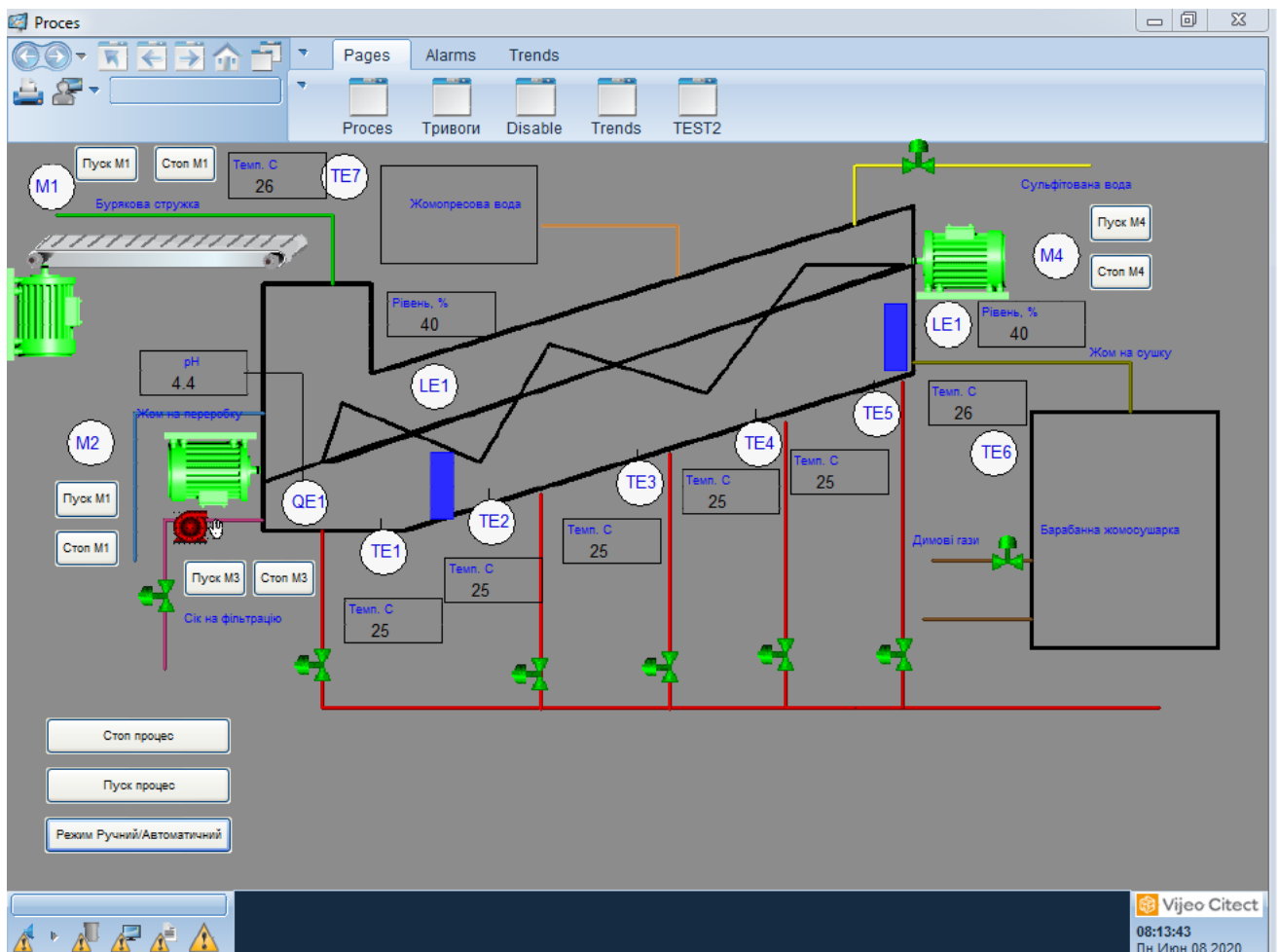


Рис.6.5 Мнемосхема апарату

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

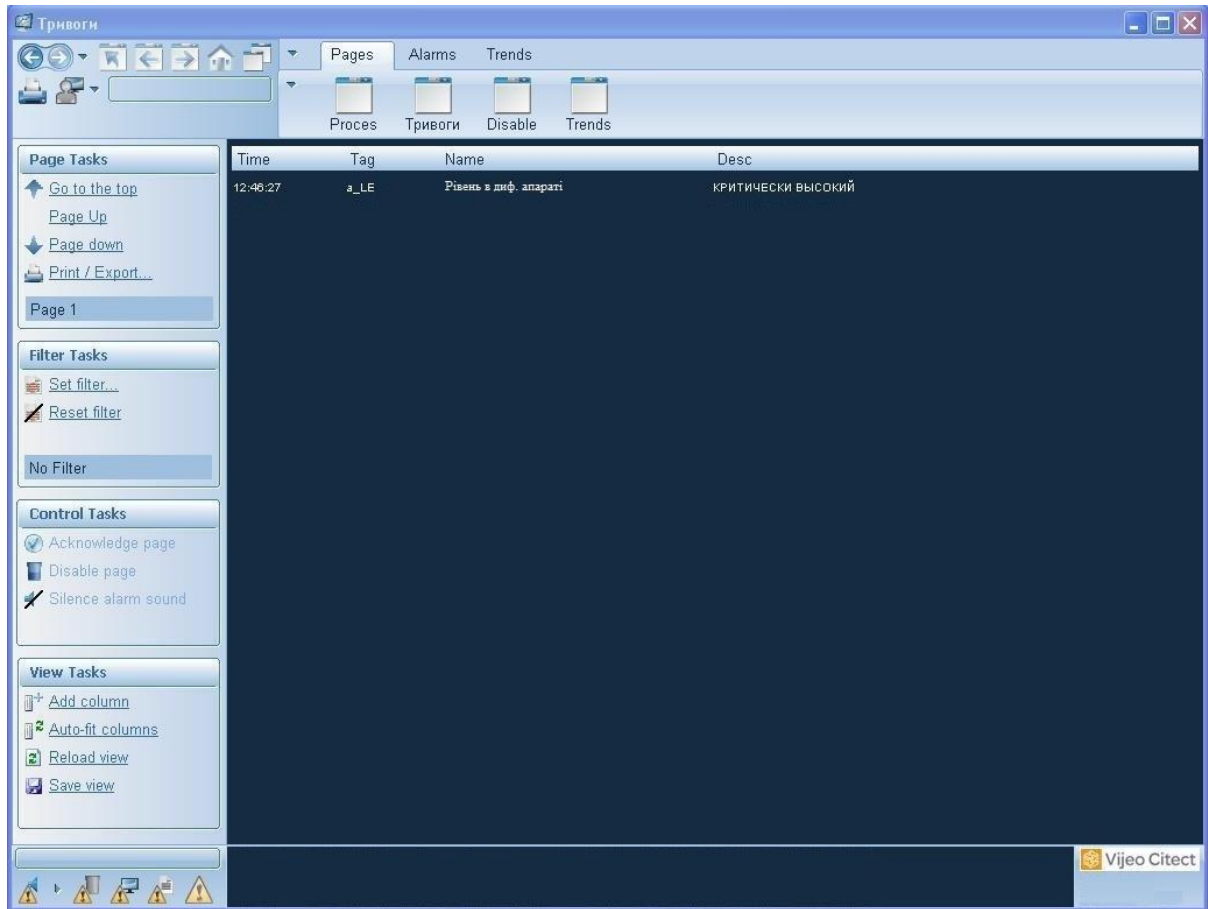


Рис.6.6. Вікно алармів

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

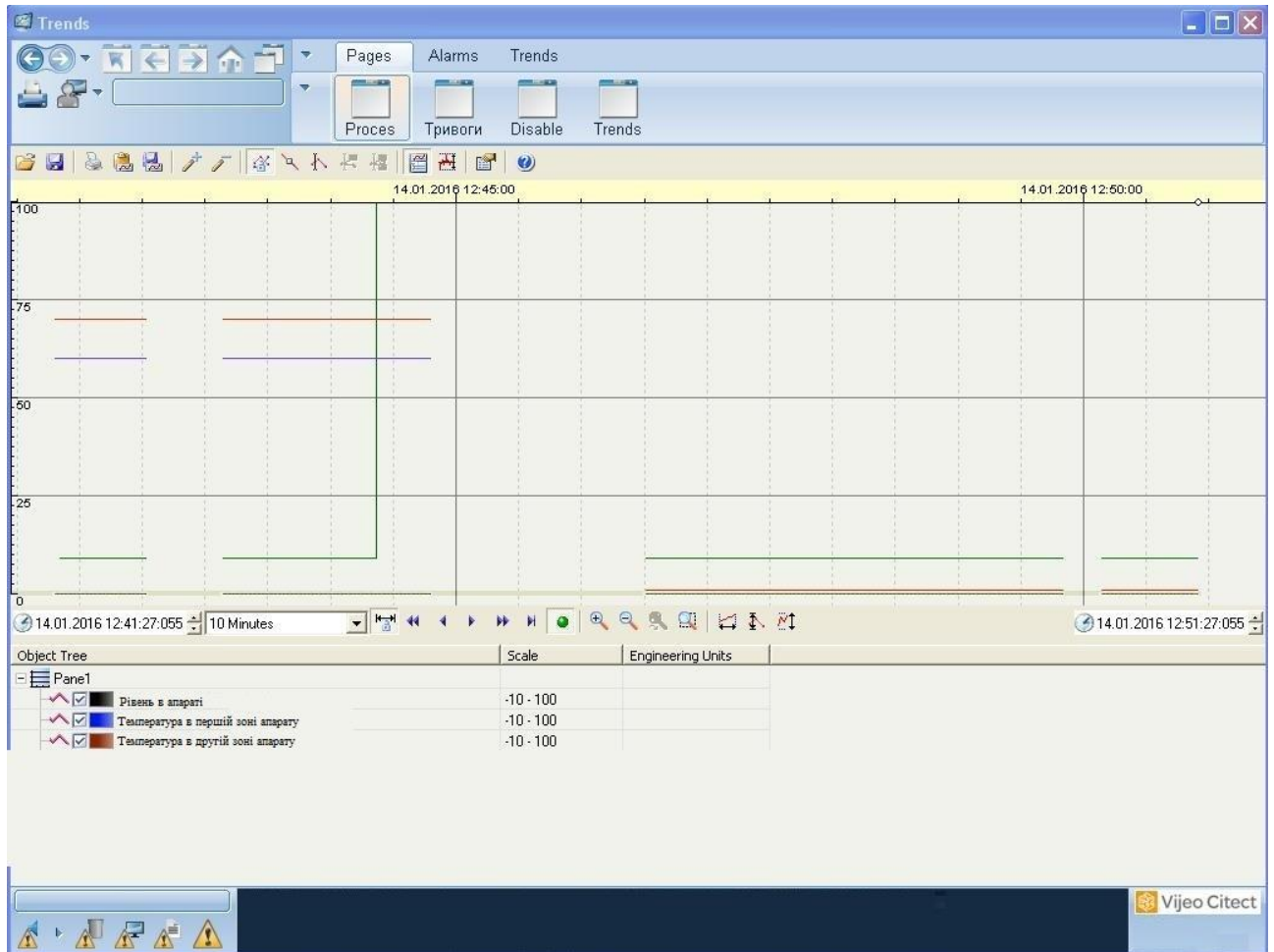


Рис.6.7. Вікно трендів

Висновки

В дипломному проєкті розроблена технічна документація системи автоматизації похилого дифузійного апарату.

Основною метою розробки системи автоматизації є економічна ефективність і отримання додаткового прибутку від впровадження проєкту. 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 Modicon M340, 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 проєкту були по можливості враховані всі вимоги, які ставляться до сучасних систем автоматизації.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						83
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

Бібліографічний список

1. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: навчальний посібник – Київ: видавництво Ліра-К., НУХТ, 2014. 456 с.
2. О.М Пупена., І.В Ельперін. Програмування промислових контролерів у середовищі Unity Pro. Навчальний посібник – К.: НУХТ, 2013. – 233 с.
3. Ладанюк А.П. Основи системного аналізу: навчальний посібник / А.П. Ладанюк – Вінниця: Нова книга, 2004. – 176 с.
4. Ладанюк А.П. 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. – 274 с.
5. Катренко А. В. Системний аналіз об'єктів та процесів комп'ютеризації: навч. посібник./ А. В. Катренко – Львів: Новий світ-2000, 2003. – 424 с.
6. Ладанюк А.П. Методи сучасної теорії управління / А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Н.М. Луцька, І.В. Іващук. – К.:НУХТ, 2010. – 196 с.
7. Пупена О.М., Ельперін І.В. Програмування промислових контролерів у середовищі Unity Pro. Навч. посібник., — К.: Видавництво Ліра-К. — 2013. —340с.
8. Ладанюк А. П., Решетюк В. М., Кишенько В. Д., Смітюх Я. В. Інноваційні технології в управлінні складними біотехнологічними об'єктами агропромислового комплексу.
9. Вид документа: Монографія. - К. Видавництво: ЦУЛ - 2014, 280 с [9]
10. Широкова Л.А «Автоматизація производственных процесов и АСУ ТП в пищевой промышленности» / Л.А. Широкова – М.:Агропромиздат, 1986. – 542с.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	84 Лістк
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

11. Ключев А.С Проектирование систем автоматизации технологических процес сов: Справочное пособие» /А.С Ключев, - М.:Энергоатомиздат, 1990. - 464 с.
12. Жидецкий В.Ц. «Основы охорони праці»/ В.Ц. Жидецкий, В.С. Джигерей, О.В. Мельников - Львів: Авіша, 1999. – 348с.
13. Основы охорони праці: Метод. рекомендації до вивч. дисципліни, викон. контрол. роботи та розділу диплом. проекту для студентів освітньо-кваліфік. рівня «бакалавр» усіх напрямів підготовки енергетик. ф-ту та ф-ту автоматиз. і комп'ютер. систем ден. та заоч. форм навч. / Уклад.: А.М. Литвиненко, В.М. Фалес, О.В. Хіврич., А.О. Сірик – К.:НУХТ, 2013-39с.
14. Ельперін І.В. 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/
15. Vijeo Look. Версія 2.6. Руководство пользователя (пер. с англ.). Copyright © 2006 Schneider Automation.
16. Программное обеспечение систем автоматизации производства на базе Windows..Citect. Версия б. Руководство пользователя (пер. с англ.). Ci Technologies Pty. Limited. Australia, 2005.
17. Методичні рекомендації до виконання випускної кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання / Уклад.: І.В. Ельперін, В.М. Сідлецький, Н.М. Луцька, Є.С. Проскурка. [Електронний ресурс]. – К. : НУХТ, 2020. – 73 с.