

**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

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

« 2 » червень 2021 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

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

« 2 » червень 2021 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 випарного відділення із плівковим концентратором на базі МПК VIPA 300 S7

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

_____ Олексенко Роман Володимирович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник _____ Киричук Сергій Андрійович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

_____ (прізвище та ініціали) (підпис)

_____ (прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент _____ Загоровська Л.Г.
(прізвище та ініціали) (підпис)

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

Здобувач _____
(підпис)

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

«29» квітня 2021 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Олексенку Роману Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи автоматизації випарного відділення з плівковим концентратором на базі МПК VIPA 300 S7

керівник роботи ст. викл. Киричук Сергій Андрійович

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «29» квітня 2021 р. № 248-кв

2. Строк подання здобувачем роботи «2» червня 2021 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. Проєктне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення. 3.1. Проєктне 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. 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання. 7.1. Постановка задачі дослідження. 7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі. 7.3. Моделювання САР. 7.4. Опрацювання результатів моделювання та формулювання висновків.

5. Перелік графічного матеріалу

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

3. Креслення встановлення технічного засобу.

6. Дата видачі завдання 29 квітня 2021 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 та 7	4 тиждень	
7	Підготовка матеріалів до захисту	5 тиждень	
8	Захист кваліфікаційної роботи	6 тиждень	

Здобувач Олексенко Р.В.

_____ (підпис)

Керівник роботи Киричук С.А.

_____ (підпис)

АНОТАЦІЯ

В кваліфікаційній роботі розглядається випарне відділення з плівковим концентратором.

В кваліфікаційній роботі наведено характеристику випарного відділення. Розроблені завдання на систему автоматизації, схема автоматизації, підключення датчиків та виконавчих механізмів до контролера VIPA 300 S7, наведена специфікація приладів та засобів автоматизації. Розроблена розширена схема підключення датчика тиску Danfoss MBS 33 через одноканальний мікропроцесорний індикатор ITM-110, показано монтаж ультразвукового рівнеміра ULM-53;

Розроблено програмне забезпечення випарним відділенням з плівковим концентратором на базі програмного середовища WinPLC7, SCADA-програма з використанням програмного забезпечення CitectSCADA;

Проведено порівняльний аналіз якості регулювання об'єкта з взаємозв'язаними величинами при застосуванні автономного регулювання цих величин та їх регулювання за допомогою звичайних локальних контурів регулювання для випарної установки.

Ключові слова: випарна станція, плівковий концентратор, VIPA 300 S7, WinPLC7, ULM-53.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

ANNOTATION

In the qualifying work the evaporating department with a film concentrator is considered.

The qualification work describes the evaporation department. Tasks for the automation system, automation scheme, connection of sensors and actuators to the VIPA 300 S7 controller are developed, the specification of automation devices and means is given. The extended scheme of connection of the Danfoss MBS 33 pressure sensor through the single-channel microprocessor indicator ITM-110 is developed, installation of the ULM-53 ultrasonic level gage is shown;

Developed software evaporator compartment with film concentrator based on software environment WinPLC7, SCADA-program using CitectSCADA software;

A comparative analysis of the quality of control of the object with interconnected values when using autonomous control of these values and their control using conventional local control circuits for the evaporator.

Keywords: evaporating station, film concentrator, VIPA 300 S7, WinPLC7, ULM-53.

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

ЗМІСТ

Вступ	6
Розділ 1. Характеристика об'єкта автоматизації	8
1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації	8
1.2. Розробка завдання на систему автоматизації	13
Розділ 2. Опис схеми автоматизації випарного відділення із плівковим концентратором	15
2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО).....	15
2.2. Схема автоматизації.....	27
2.3. Специфікація засобів автоматизації	30
Розділ 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення	34
3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера ПЛК	34
3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК	39
3.3. Розширена схема підключення для окремого контуру	41
Розділ 4. Креслення встановлення технічних засобів	44
Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК)	50
Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога	53
6.1. Перелік вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/НМІ	53
6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора	54
Розділ 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного керування	62
7.1. Постановка задачі дослідження	62
7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі	62
7.3. Моделювання САР	63
7.4. Опрацювання результатів моделювання та формування висновків ..	70
Висновки	72
Список використаної літератури	73

Вступ

Цукрове виробництво базується на неперервності технологічних процесів з використанням основного неперервно-діючого обладнання, що створює сприятливі умови для комплексної та повної автоматизації процесу та полегшує її впровадження.

Ріст продуктивності праці на цукрових заводах, розробка нових технологій, що спрямовані на поліпшення якості та підвищення ефективності виробництва, вимагають поновлення та вдосконалення систем управління на базі нових засобів вимірювання та автоматизації.

Автоматизація цукрового виробництва забезпечує якісну та ефективну роботу технологічних дільниць тільки у випадку комплексного підходу до вирішення цієї задачі. При такому підході необхідно підготувати до автоматизації технологічне обладнання, технологію та вибрати необхідні засоби автоматизації для основних та допоміжних процесів.

Основний та допоміжні технологічні процеси отримання цукру включають до свого складу дільниці заготовлення, зберігання та підготовки сировини до переробки, сокодобувне відділення, дільницю очистки дифузійного соку, дільницю одержання готового продукту, дільницю допоміжного виробництва, дільниці збереження і переробки цукру.

Велике значення при підготовці об'єкту або технологічної дільниці до автоматизації має вибір основних технологічних параметрів, по яким здійснюється об'єктивне управління процесом. Наприклад, наявність надійних рН-метрів дозволяє здійснювати контроль та управління процесом очистки соку та сиропу від дифузійного відділення до вакуум-апаратів по величині рН₂₀.

При виборі засобів контролю технологічних параметрів цукрового виробництва враховують можливість їх роботи в різних середовищах та при різних режимах.

Розробки нових технологій, направлених на покращення якості та підвищення ефективності цукрового виробництва, вимагають неперервного оновлення та удосконалення засобів автоматизації та систем управління.

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

Одним з найбільш ефективних методів зниження споживання енергії при випаровуванні в цукрової промисловості є теплова інтеграція випарної установки. Процес випарювання при виробництві цукру є найбільш енергоємним, і, не дивлячись на свою вивченість, продовжує залишатися головним об'єктом досліджень з точки зору енергозбереження.

З точки зору збільшення ефективності енергозбереження велика увага приділяється вирішенню проблем якісного управління процесом випарювання на основі керуючих алгоритмів. Однак головними напрямками, з яким пов'язані можливості енергозбереження при багатокорпусному концентруванні цукрового сиропу, є організація максимальної рекуперації теплової енергії, впровадження нового більш ефективного обладнання або модернізація вже наявного.

Випарювання - це процес підвищення концентрації розчинів твердих нелетких речовин шляхом часткового випаровування розчинника при кипінні рідини.

Найважливішою складовою теплової схеми отримання цукру є випарна установка, призначена для концентрування цукрового розчину. Від якісного функціонування багатокорпусної випарної установки багато в чому залежить енергоефективність роботи всього виробництва в цілому. Головним завданням при проектуванні і експлуатації випарної станції є максимально можливе використання рекуперації і теплоти конденсованої пари. Раціональне проектування схеми автоматизації випарювання багато в чому визначає собівартість виробництва цукру, є актуальним і має велику практичну цінність.

Залежно від режиму руху киплячої рідини у випарних апаратах їх розділяють на апарати з вільною, природною і примусовою циркуляцією, плівкові випарні апарати, до яких відносяться і апарати роторного типу. В сучасних випарних апаратах випарюється дуже великі кількості води. В однокорпусному випарному апараті на випаровування 1 кг води витрачається 1 кг гріючого пару, а це приводить до його великих витрат. Витрати пару можуть бути значно знижені, якщо процес випарки проводити в багатокорпусному випарному апараті (принцип дії такої установки полягає в багатократному

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

використанні тепла гріючого пару, який поступає в перший корпус установки і в якості вторинного пару подається в наступний корпус).

Більшість сучасних технологічних процесів протікають при високих тисках та температурах і з високими швидкостями реакцій взагалі не можуть бути реалізовані без автоматичної системи.

Автоматизація покращить основні показники ефективності виробництва: збільшення кількості, поліпшення якості та зниження собівартості продукції, що випускається, підвищення продуктивності праці. Впровадження автоматичних пристроїв забезпечує високу якість продукції, скорочення браку і відходів, зменшення витрат сировини і енергії, зменшення чисельності основних робітників, зниження капітальних витрат на будівництво будівель (виробництво організовується під відкритим небом), подовження термінів міжремонтного пробігу обладнання.

Метою роботи є модернізація схеми автоматизації випарної станції концентрування цукрового сиропу за рахунок використання сучасного обладнання для підвищення енергоефективності роботи станції.

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

Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації

1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації

Цукрове виробництво базується на неперервності технологічних процесів з використанням основного неперервно-діючого обладнання, що створює сприятливі умови для комплексної та повної автоматизації процесу та полегшує її впровадження.

Ріст продуктивності праці на цукрових заводах, розробка нових технологій, що спрямовані на поліпшення якості та підвищення ефективності виробництва, вимагають поновлення та вдосконалення систем управління на базі нових засобів вимірювання та автоматизації.

Автоматизація цукрового виробництва забезпечує якісну та ефективну роботу технологічних дільниць тільки у випадку комплексного підходу до вирішення цієї задачі. При такому підході необхідно підготувати до автоматизації технологічне обладнання, технологію та вибрати необхідні засоби автоматизації для основних та допоміжних процесів.

Основний та допоміжні технологічні процеси отримання цукру включають до свого складу дільниці заготовлення, зберігання та підготовки сировини до переробки, сокодобувне відділення, дільницю очистки дифузійного соку, дільницю одержання готового продукту, дільницю допоміжного виробництва, дільниці збереження і переробки цукру.

Велике значення при підготовці об'єкту або технологічної дільниці до автоматизації має вибір основних технологічних параметрів, по яким здійснюється об'єктивне управління процесом. Наприклад, наявність надійних рН-метрів дозволяє здійснювати контроль та управління процесом очистки соку та сиропу від дифузійного відділення до вакуум-апаратів по величині рН₂₀.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Олексенко Р.В.			Розробка системи автоматизації випарного відділення з плівковим концентратором на базі МПК VIPA 300 S7		
Керівник		Киричук С.А.				9	5
Зав. каф.		Ельперін І.В.				НУХТ АК-4-Зск	
Секр. ЕК.		Проскурка Є.С.					

При виборі засобів контролю технологічних параметрів цукрового виробництва враховують можливість їх роботи в різних середовищах та при різних режимах.

Розробки нових технологій, направлених на покращення якості та підвищення ефективності цукрового виробництва, вимагають неперервного оновлення та удосконалення засобів автоматизації та систем управління.

Одним з найбільш ефективних методів зниження споживання енергії при випаровуванні в цукрової промисловості є теплова інтеграція випарної установки. Процес випарювання при виробництві цукру є найбільш енергоємним, і, не дивлячись на свою вивченість, продовжує залишатися головним об'єктом досліджень з точки зору енергозбереження.

З точки зору збільшення ефективності енергозбереження велика увага приділяється вирішенню проблем якісного управління процесом випарювання на основі керуючих алгоритмів. Однак головними напрямками, з яким пов'язані можливості енергозбереження при багатокорпусному концентруванні цукрового сиропу, є організація максимальної рекуперації теплової енергії, впровадження нового більш ефективного обладнання або модернізація вже наявного.

Випарювання - це процес підвищення концентрації розчинів твердих нелетких речовин шляхом часткового випаровування розчинника при кипінні рідини.

Найважливішою складовою теплової схеми отримання цукру є випарна установка, призначена для концентрування цукрового розчину. Від якісного функціонування багатокорпусної випарної установки багато в чому залежить енергоефективність роботи всього виробництва в цілому. Головним завданням при проектуванні і експлуатації випарної станції є максимально можливе використання рекуперації і теплоти конденсованої пари. Раціональне проектування схеми автоматизації випарювання багато в чому визначає собівартість виробництва цукру, є актуальним і має велику практичну цінність.

Залежно від режиму руху киплячої рідини у випарних апаратах їх розділяють на апарати з вільною, природною і примусовою циркуляцією,

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

плівкові випарні апарати, до яких відносяться і апарати роторного типу. В сучасних випарних апаратах випарюється дуже великі кількості води. В однокорпусному випарному апараті на випаровування 1 кг води витрачається 1 кг гріючого пару, а це приводить до його великих витрат. Витрати пару можуть бути значно знижені, якщо процес випарки проводити в багатокорпусному випарному апараті (принцип дії такої установки полягає в багатократному використанні тепла гріючого пару, який поступає в перший корпус установки і в якості вторинного пару подається в наступний корпус).

Більшість сучасних технологічних процесів протікають при високих тисках та температурах і з високими швидкостями реакцій взагалі не можуть бути реалізовані без автоматичної системи.

Випарне відділення виконує один з основних етапів отримання цукру і забезпечує паром технологічне обладнання на всіх етапах виробництва.

При випаровуванні за рахунок градієнта температур теплота пару через поверхню нагріву передається соку. Гріючий пар омиває кип'ятильні труби зовні і при зіткненні зі стінкою конденсується. При цьому виділяється теплота конденсації, яка передається через стінку соку, в результаті чого сік починає кипіти.

Теплота конденсації пари, що гріє і теплота випаровування вторинного пару приблизно однакові, тому 1 кг пари, що гріє, що надходить в випарний апарат, випаровує з соку близько 1 кг води (за умови, що сік заздалегідь нагрітий до кипіння). В результаті багаторазового використання, що гріє пара в випарної установці і раціонального споживання теплоти утфельного пару, конденсатів і витрата умовного палива на цукровому заводі знижується з 18,5 до 5,5 ... 6,5 кг на 100 кг буряку.

Середня тривалість згущення соку в випарній установці, оснащеної апаратами з природною багаторазовою циркуляцією, становить 45...60 хв, а при зниженні продуктивності заводу, завищеною площею поверхні нагрівання випарних апаратів, недостатньому паровідбору, середня тривалість перебування соку в ній зростає до 120 хв. В результаті погіршуються технологічні показники

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

сиропу: знижуються рН і термостійкість, збільшуються кольоровість і т.д. При згущенні соку випаровуванням кристалоїди, що надійшли з соком, а також утворюються в результаті реакцій розкладання деяких органічних кислот і взаємодії продуктів їх розпаду з карбонатами, переходять в пересичених стан і випадають в осад. Від роботи випарної установки залежать продуктивність заводу, витрата палива, втрати цукру і його якість.

Процес виробництва цукру складний і тому відноситься до тонкої хімічної технології. Процес виробництва цукру та супутньої продукції характеризується складними хімічними процесами в бурякової стружці, дифузійному соку, сиропі, і які здійснюються через обладнання цукрового заводу. Для здійснення цих хімічних процесів необхідно дотримуватися технології виробництва і суворо дотримуватися режиму роботи. Основними параметрами технологічних процесів є швидкість роботи вузлів і устаткування, температурний режим для перероблення продукції, рівень рН, тривалість технологічних операцій, температурні режими для нагрівального обладнання, а також дозована подача вапна (CaO), сірчистого газу (SO₂) і т.д.

Приміщення випарних апаратів відноситься до пожежно-небезпечної категорії Д та має II ступінь вогнестійкості.

На випарній станції присутні такі фактори:

- підвищена температура та вологість повітря;
- рівень освітленості;
- шум та вібрація;
- незахищені рухомі вузли обладнання.

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

Продовження табл. 1.1.

1	2	3	4	5	6	7	8
15	Плівковий випарний апарат	Витрата цукрового сиропу	180-230 м ³ /год	Контроль	Відображення Реєстрація, Сигналізація	АРМ оператора	
16	Плівковий випарний апарат	Тиск верх	50-60 кПа	Контроль	Відображення Реєстрація, Сигналізація	АРМ оператора	
17	Плівковий випарний апарат	Температура верх	100-110 °С	Контроль	Відображення Реєстрація, Сигналізація	АРМ оператора	
18	Плівковий випарний апарат	Тиск низ	30-350кПа	Контроль	Відображення Реєстрація, Сигналізація	АРМ оператора	
19	Плівковий випарний апарат	Температура низ	105-115 °С	Контроль	Відображення Реєстрація, Сигналізація	АРМ оператора	
20	Плівковий випарний апарат	Рівень	60-70 %	Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан після ПВА	
21	Плівковий випарний апарат	Вміст СР	60 %	Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан після ПВА	
22	Випарний апарат 5	Рівень	70-90 °С	Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан після ВА 5	
23	Випарний апарат 5	Тиск	-10...-30 кПа	Контроль	Відображення Реєстрація, Сигналізація	АРМ оператора	
24	Випарний апарат 5	Температура	95-100 °С	Контроль	Відображення Реєстрація, Сигналізація	АРМ оператора	

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						14
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розділ 2. Схема автоматизації

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

Ультразвуковий рівнемір Dinel ULM 53 призначений для безперервного вимірювання висоти рівня рідини, кашоподібної і пастоподібних мас у відкритих і закритих ємностях і резервуарах, відкритих каналах або жолобах.

Особливості ультразвукового рівнеміра Dinel ULM 53:

- нескладне і швидке підключення за допомогою роз'єму;
- струмовий вихідний сигнал (4 ... 20 мА), RS-485 Modbus / RTU;
- оптична індикація стану;
- широкий вибір електричного з'єднання через роз'єми, кабельні вводи або захисний шланг;



Рис. 2.1 Ультразвуковий рівнемір Dinel ULM 53

Пристрій встановлюється у вертикальному положенні у верхній частині резервуара за допомогою виступу, кріпильної гайки або фланцем таким чином, що вісь пристрою перпендикулярна поверхні рівня вимірюваної рідини.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Олексенко Р.В.			Розробка системи автоматизації випарного відділення з плівковим концентратором на базі МПК VIPA 300 S7	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Киричук С.А.					15	19
Зав. каф.		Ельперін І.В.			НУХТ АК-4-Зск			
Секр. ЕК.		Проскурка Є.С.						

Затягування рівнеміра в зварювальному фланці (або кріпильною гайкою) слід робити тільки вручну. Пристрій повинен бути встановлений в місцях без ризику механічних пошкоджень передньої частини датчика.

При встановленні у відкритій ємності встановіть пристрій на консоль, яка максимально близько встановлена до очікуваного максимального рівня.

Базовою площиною для вимірювання є нижній край датчика. Відповідно до принципу вимірювання, ніякий сигнал не відображається в області безпосередньо під пристроєм (мертва зона). Мертва зона визначає мінімальну відстань між пристроєм і найвищим рівнем. Мінімальні відстані до середовища вказані в розділі "Технічні характеристики".

Пристрій повинен бути встановлений таким чином, щоб поверхня не заважала мертвій зоні, коли бак заповнюється максимально. Якщо вимірювана поверхня втручається в мертву зону, то пристрій не вимірюватиме належним чином.

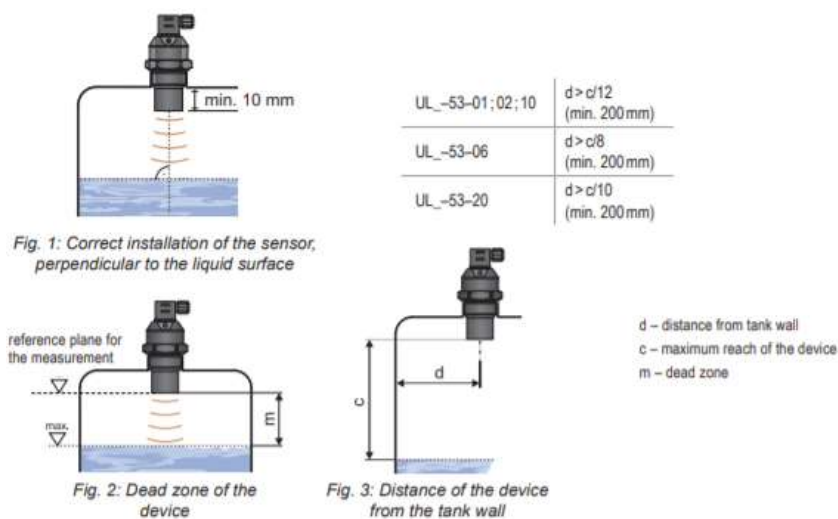


Рис. 2.2 Встановлення ультразвукового рівнеміра Dinel ULM 53

Частотні перетворювачі Danfoss VLT 2800 мають меню швидкого доступу яке містить в собі основні параметри, необхідні для введення приводу в експлуатацію. Можливість швидкого монтажу та обслуговування.

Застосування:

- насоси, вентилятори;
- транспортери;

- екструдери;
- обгорткові машини;
- підйомні механізми.

Особливості частотного перетворювача:

- 100% захист від короткого замикання на виході;
- 100% захист від короткого замикання на землю;
- захист від перешкод в електромережі;
- роз'ємна силова комутація входу і виходу;
- гальванічна розв'язка.



Рис. 2.3. Частотні перетворювачі Danfoss VLT 2800

Перетворювачі частоти VLT 2800 можна кріпити на стінах впритул один до одного бічними поверхнями, оскільки блокам не потрібно охолодження з боку бічних поверхонь. Внаслідок необхідності охолодження, над і під корпусом перетворювача частоти необхідно забезпечити проміжки 100 мм для безперешкодного проходження повітря.

Всі блоки з корпусом IP20 слід встановлювати в шафах або на панелях. Корпус IP 20 не підходить для дистанційного монтажу.

Електромагнітний витратомір Proline Promag P 300 використовується в хімічних і загальнопромислових процесах з корозійними рідинами і при

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

максимально високих робочих температурах. У комплекті з компактним перетворювачем Promag P 300 забезпечує високу гнучкість з точки зору експлуатації та системної інтеграції: зручний доступ до електроніки перетворювача, виносний дисплей і поліпшені можливості підключення. Технологія Heartbeat безперервно забезпечує відповідність нормам і безпеку процесу.

Переваги:

- універсальне застосування - велика різноманітність змочуваних матеріалів;
- енергозберігаюче вимірювання витрати;
- не потребує технічного обслуговування - немає рухомих частин;
- вбудована функція для самоперевірки і діагностики - технологія Heartbeat.



Рис. 2.4. Електромагнітний витратомір Proline Promag P 300

Переконайтеся, що до наступного вигину труби дотримується достатня відстань: $h \geq 2 \times DN$. Для правильної установки сенсора переконайтеся в тому, що напрямок стрілки на табличці сенсора збігається з напрямком потоку продукту (в трубопроводі). По можливості сенсор слід встановлювати вище за напрямком потоку від будь-якої арматури: клапанів, трійників або вигинів.

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

Endress+Hauser Levelflex FMP 51 підходить для вимірювання рівня в екстремальних робочих умовах, наприклад, при високій температурі і високому тиску, забезпечує максимальну стабільність показань навіть в разі турбулентної поверхні, спінювання і наявності додаткового обладнання в резервуарі.



Рис. 2.5. Рівнемір Endress+Hauser Levelflex FMP 51

Levelflex FMP51 використовується для безперервного вимірювання рівня рідин, паст і пульп, а також в якості приладу вимірювання міжфазного рівня. На процес вимірювання не впливає зміна середовища, температури, наявності прошарків газу або пари.

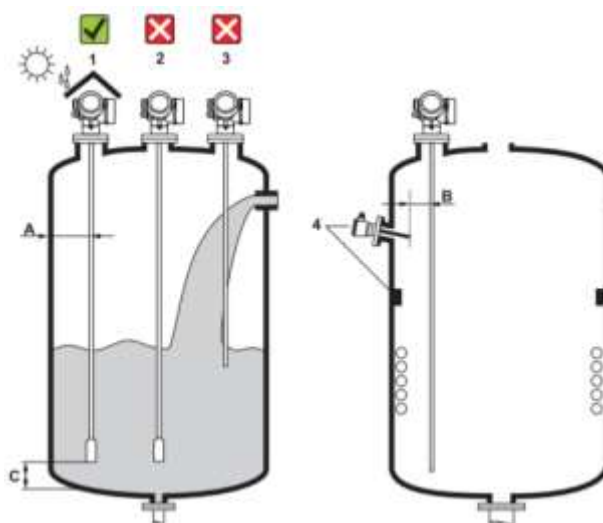


Рис. 2.6. Встановлення рівнеміра Endress+Hauser Levelflex FMP 51

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

Для правильного функціонування та використання керуючого уніфікованого струмового сигналу 4...20мА разом з поворотним затвором використано електропневматичні позиціонери компанії YOUNG TECH. YT-1000LS-використовується для роботи приводів пневматичних поворотних клапанів за допомогою електричного регулятора або системи управління з аналоговим вихідним сигналом постійного струму від 4 до 20 мА, має просте нульове корегування, наявні автоматичний / ручний режими, наявний внутрішній сигнал зворотного зв'язку.



Рис. 2.7 – Електропневматичний позиціонер YT-1000LS

Використовуйте запобіжний клапан або інше допоміжне обладнання, щоб уникнути «закриття» всієї системи. Позиціонер має вентиляційну кришку для відведення внутрішнього повітря і зливу внутрішньої конденсаційної води. Під час встановлення позиціонера переконайтеся, що кришка вентиляційного отвору має бути спрямована вниз. Інакше конденсаційна вода може призвести до корозії та пошкодження внутрішніх частин. Лінійний позиціонер повинен бути встановлений на клапанах лінійного переміщення, таких як тип глобуса або затвора, який використовується мембранні або поршневі виконавчі механізми з пружинним поверненням.

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

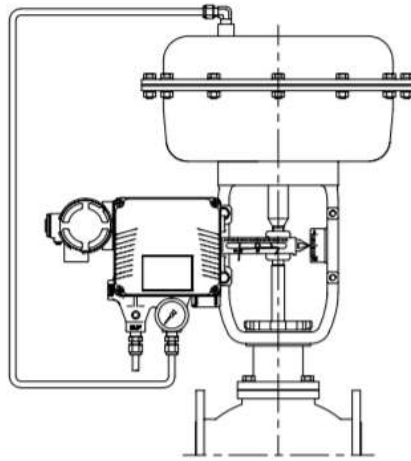


Рис. 2.8. Встановлення позиціонера YТ-1000LS

Регулювання фізичних параметрів системи автоматизації здійснюється дисковими поворотними затворами з пневматичним приводом виробника Camozzi.

BW DN-200- високоякісні поворотні дискові затвори Butterly призначені для відсікання і регулювання потоку робочого середовища. Конструкція з потрійним ексцентриком передбачає два моменти обертання в сідлі затвора, що забезпечують герметичне закриття або регулювання навіть в складних умовах експлуатації. До галузей промисловості, в яких широко поширене застосування поворотних дискових затворів з потрійним зміщенням, відносяться енергетика, переробка, нафтохімічна, хімічна і целюлозно-паперова промисловість.



Рис. 2.9. Дисковий поворотний затвор з пневматичним приводом Camozzi BW DN-200

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

Перетворювачі тиску MBS 33, призначені 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 діапазони вимірювання від 0-1 до 0-600 бар, різноманітні варіанти для під'єднання імпульсних ліній тиску і електричних з'єднань. Відмінна вібростійкість, міцна конструкція, а також високий ступінь електромагнітної сумісності та захисту від радіоперешкод забезпечують відповідність MBS 33 найбільш суворим вимогам, які пред'являються до промислових установок.

Основні характеристики:

- вихідний сигнал 4 - 20 мА;
- робоча температура від -40 до 85 ° С;
- діапазон вимірювання 0 - 600 бар;
- використовуються в несприятливих промислових умовах;

Для можливості демонтажу перетворювача без зупинки системи рекомендується встановлювати перед ним кран.

При необхідності забезпечення вимірювань тиску середовищ з високою температурою (вище допустимої межі) потрібно використовувати конденсаційну петлю.



Рис. 2.10. Датчик тиску Danfoss MBS 33

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

Датчик Danfos MBT 3560 призначений для використання в тих випадках, коли потрібне надійне, міцне і точне обладнання в середовищах, що надають жорсткий вплив. Пропонуються версії з різноманітними технологічними і електричними з'єднаннями. Можлива поставка з надставкою довжиною 33 мм, що дозволяє вимірювати температуру до 200 ° С без пошкодження вбудованої електроніки.



Рис. 2.11. Датчик температури Danfoss MBT-3560

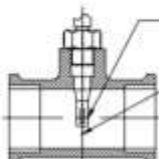
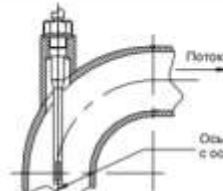
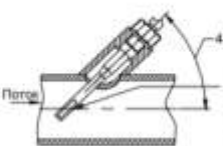
Тип установки датчика	Размер трубы	Рекомендации по установке
Установка в резьбовом фитинге	DN 15 DN 20 DN 25	 <p>ТС установлен по оси фитинга</p> <p>Ось ТС перпендикулярна оси фитинга и находится в той же плоскости</p>
В изгибе	≤ DN 50	 <p>Поток</p> <p>Ось ТС совпадает с осью трубы</p>
Угловая установка	≤ DN 50	 <p>Поток</p> <p>45°</p> <p>Чувствительный элемент устанавливается на оси трубы или дальше</p>

Рис. 2.12. Встановлення датчиків температури Danfoss MBT-3560

Мікрохвильовий вимірювальний пристрій НК6-F був спеціально розроблений для вимірювання BRIX у важкодоступних точках вимірювання в цукровому виробництві.

Специфіка приладу:

- цифрова мікрохвильова технологія
- пеціально розроблений для вимірювання цукру BRIX
- компактний дизайн
- необслуговувані
- наявність дистанційного керування з ПК або за допомогою окремого пульта дистанційного керування (НК6-F)



Рис. 2.13. Бриксометр Harrer-Kassen НК6-F

Прилад НК6 повинен бути встановлений на вертикальній трубі (тиск понад 1,5 бар), або резервуарі. Зовнішня температура не повинна перевищувати 85°C, інакше повинно бути передбачено охолодження приладу. При установці на трубопровід монтують прилад таким чином, щоб вимірюване середовище протікало між антен, а відстань між ковпачками антен і стінкою труби становила не менше 50 мм.

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



Рис. 2.14. Монтаж бриксометра Harrer-Kassen HK6-F



Рис. 2.15. Одноканальний індикатор ITM-110

Одноканальний мікропроцесорний індикатор ITM-110 призначений для вимірювання одного вхідного фізичного параметра (температура, тиск, витрата, рівень і т.д.), Обробка, перетворення, використання математичних функцій і відображення на вбудованому цифровому дисплеї.

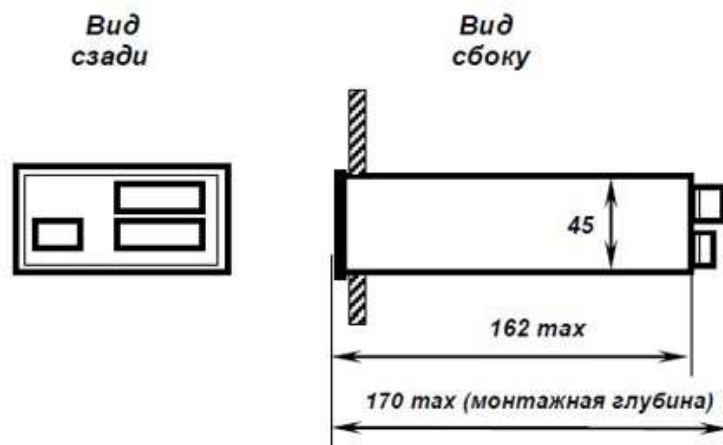


Рис. 2.16. Встановлення одноканального індикатора ITM-110

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

Блок ручного управління БРУ-7 призначений для перемикання ланцюгів управління виконавчими пристроями і механізмами, індикації режимів робіт, вимірювання та індикації одного **технологічного** параметра.

Функціональні можливості:

- Цифрове калібрування вимірювального каналу
- Масштабування шкал Реальні показники можуть відрізнятися в довільних технологічних одиницях
- Цифрова фільтрація
- Витяг квадратного кореня
- Лінеаризація вхідного сигналу по 16 точкам
- Технологічна сигналізація на передній панелі відхилення від уставок мінімум і максимум
- Світлодіодна індикація режиму управління ручний / автомат
- Збереження параметрів при відключенні харчування
- Захист від несанкціонованої зміни параметрів
- Гальванічно розділений інтерфейс RS-485, протокол ModBus RTU (збір інформації, конфігурація)

Підключення сигналів до БРУ-7 і БРУ-7К1 здійснюється за допомогою роз'ємів-клем з пружинними сполуками, які встановлюються на задній стінці приладу.

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

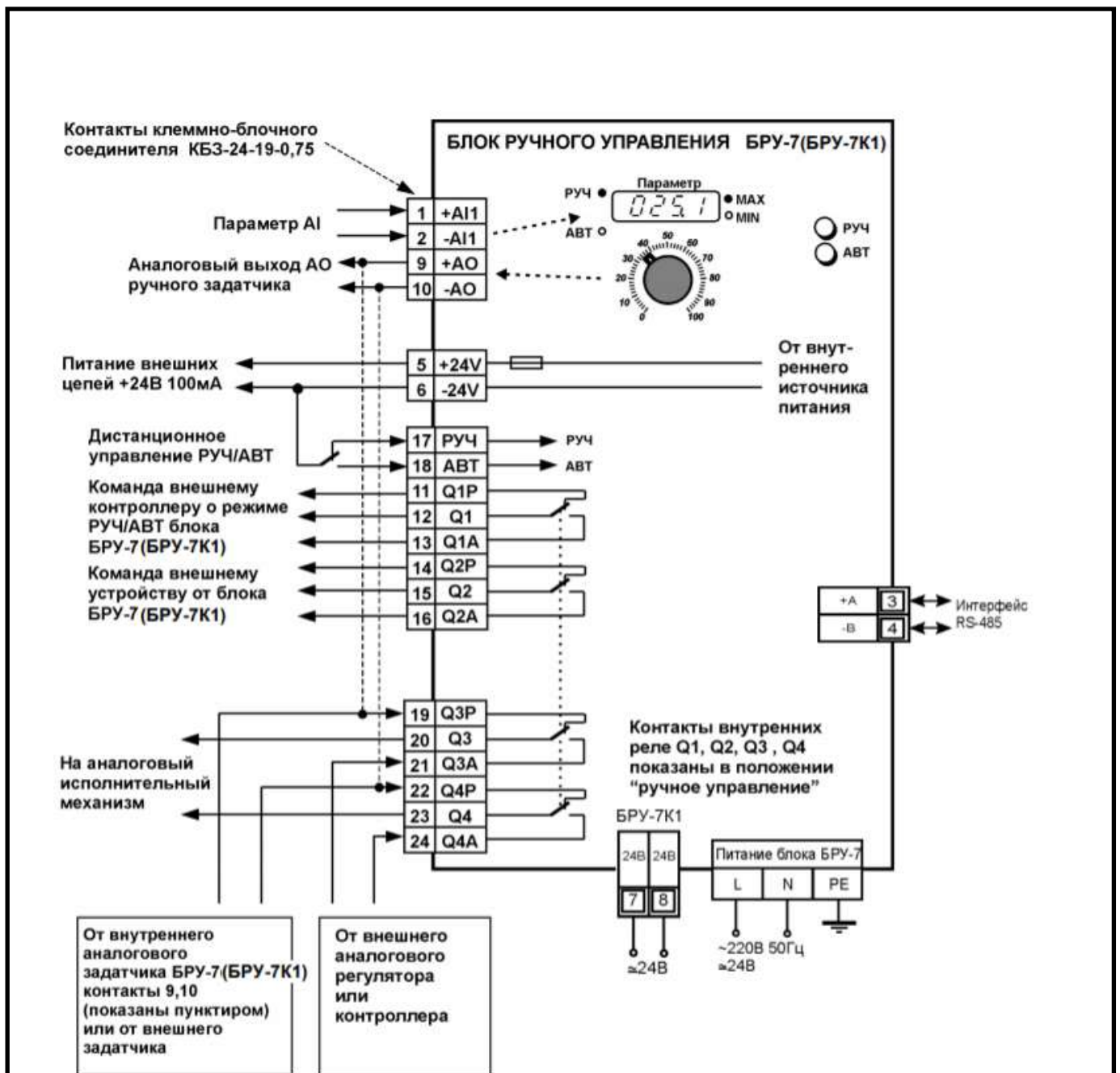


Рис. 2.17. Зовнішнє з'єднання БРУ-7

2.2. Схема автоматизації

Для отримання кристалічного цукру з очищеного соку необхідно видалити з нього велику кількість води (близько 115% до маси буряка). При цьому утворюється пересичений цукром розчин.

На цукрових заводах випарювання води з соку здійснюється в два рівні. Спочатку в випарних апаратах, що обігрівуються паром, концентрація соку

									Арк.
									27
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Кваліфікаційна робота				

доводиться з 14-15 до 65-70% сухих речовин (при цьому випаровується близько 95-100% води до маси буряка). Потім з отриманого сиропу в вакуум-апаратах випаровується ще близько 15-20% води до маси буряка. При такому уварюванні виділяються кристали цукру і сироп перетворюється в утфель, що містить близько 93% сухих речовин.

Випарні установки на цукрових заводах бувають не більше ніж з п'яти ступенів. Це пояснюється такими особливостями технологічного процесу: температура кипіння соку в першому випарному апараті не може бути вище 129°C (при більш високій температурі починається розкладання цукру). Температура кипіння соку в останньому апараті не може бути нижче 60 ° С (обумовлена технічно досяжною величиною розрідження). Таким чином, різниця температур між першою і останньою ступенями не може перевищувати 69 ° С. Якщо цю різницю розподілити між великим числом ступенів (більше п'яти), то на кожен сходинку доведеться занадто мала величина, що спричи нить за собою зменшення ефективності роботи кожного ступеня і збільшення розмірів ступенів і всієї установки в цілому.

Випарна станція цукрового заводу складається з п'яти випарних апаратів один з яких плівковий. Система автоматизації передбачає контроль та регулювання рівня в збірнику дифузійного соку методом відкачки в випарні апарати. Для підігріву дифузійного соку до заданої температури технологічного процесу використовується пластинчастий підігрівач в який подається пара. Особливість випарної станції є використання плівкового випарного апарату.

Система автоматизації випарної станції та повинна забезпечувати:

- регулювання рівнів (стабілізацію потоку соку) по корпусах випарної станції (ЗС), збірникам соку, сиропу;
- оптимізацію подачі ретурного пара і розподіл споживачів екстрапара за результатами теплового розрахунку для чіткого підтримки співвідношення сокпар і температурного режиму;
- регулювання температури соку на випарну станцію і сиропу перед фільтрацією;

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

- подачу ам'ячної води при відсутності соку;
- контроль температури і тиску пари, що гріє і соку;
- контроль витрати і щільності соку на випарну станцію і витрати сиропу;
- контроль витрати пари на 1-й корпус;
- сигналізацію при перевищенні або малих рівнях у корпусах;
- реєстрацію всіх технологічних параметрів, завдань до них, положень регулюючих органів;
- розрахунок основних теплотехнічних і технологічних параметрів (щільності сиропу, кратність випарювання ВС і т.д.).

Тому особливостями системи автоматизації випарної станції є те, що вона виконує:

- розрахунок теплотехнічної ефективності роботи випарної станції;
- здійснює контроль рівнів всіх корпусів використовуючи ємнісні, ультразвукові, датчики рівня та рівнеміри;
- контролює вміст сухих речовин сиропу на виході.

В функціональній схемі атоматизації наявні контури автоматизації що описані нижче.

Контроль та регулювання рівня дифузійного соку в збірнику.

В збірнику дифузійного соку встановлено ультразвуковий рівнемір

Dinel ULM 53 (поз. 1а). Датчик застосовується для безперервного вимірювання висоти рівня рідини, кашоподібних і пастоподібних мас у відкритих і закритих ємностях і резервуарах, відкритих каналах або жолобах. Сигнал надходить на контролер Vira 300s через однокананий індикатор ITM 110 який має інтегрований блок живлення. Сигнал ретранслюється на контролер, в контролері утворюється керуючий сигнал який через частотний перетворювач Danfoss VLT 2800 (поз. 1в) керує промисловим насосом ZCD.1 200.

Регулювання рівнів (стабілізацію потоку соку) по корпусах випарної станції.

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

Рівень в випарних апаратах вимірюється ємнісними рівнемірами Endress+Hauser Levelflex FMP 51 Дані фізичної величини передаються на одноканальний індикатор ITM 110 який ретранслює сигнал на контролер Vira 300s уніфікованим струмовим сигналом. Регулювання здійснюється в режимі стабілізації й забезпечується пневматичною дисковою заслінкою Camozzi BW DN-200 з позиціонером YOUNG TECH YT-1000LS.

Контроль температури і тиску пари, що гріє

В колекторі пари встановлені датчик тиску Danfoss MBS-33(поз. 2a) та датчик температури Danfoss MBT 3560 (поз. 4a). Сигнал поступає на одноканальний індикатор ITM 110 після нього на контролер.

Регулювання температури дифузійного соку перед першим апаратом.

Температура дифузійного соку, яка подається в перший випарний апарат, після підігрівника вимірюється датчиком температури Danfos (поз.5a), сигнал з якого надходить до індикатора з нього на ПЛК Vira 300s. Регулювання температури дифузійного соку відбувається подачею пари з ТЕЦ в підігрівач. В трубопроводі ретурної пари встановлений пневматичний дисковий виконавчий механізм Camozzi BW DN-200 з позиціонером YOUNG TECH YT-1000LS який регулює подачу пари відносно температури соку.

Контроль вмісту сухих речовин вихідного сиропу.

Контур реалізований встановленням бриксометра Harrer-Kassen НК6-F (поз. 20в) в трубопровід після плівкового випарного апарату передання даних на індикатор та контролер.

2.3. Специфікація засобів автоматизації

Таблиця 2.1. Специфікація технічних засобів автоматизації

№ п/п	№ позиції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	К-сть	Виробник
1	2	3	4	5	6
1	1a, 1б	Ультразвуковий рівнемір, діапазон вимір. 0,25-20 м., вих. сигн. 4-20 мА	UML-53	1	Dinel

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

1	2	3	4	5	6
2	2а, 2б	Датчик тиску, роб. темп. -40 до 85 °С, діапаз. вимір. 0-600 бар, вих. сигн. 4-20 мА.	MBS-33	1	Danfoss
3	3а, 3б	Електромагн. витратомір, умовний діаметр: макс. DN 600, футеровка з PTFE або PFA, макс. похибка $\pm 0,5$ %, діапазон 4 дм ³ /хв...9600 м ³ /год, вих. сигн. 4-20 мА	Proline Promag P 300	1	Endress+Hauser, Швейцарія
4	4а, 4б	Термоперетворювач опору Pt100, діапазон -50...+200 °С, різьб. приєдн. G1/4, G3/8, G1/2, 1/2, - 14 NPT, вих. сигнал 4-20 мА	MBT 3560	1	Danfoss
5	5а, 5б	Термоперетворювач опору Pt100, діапазон -50...+200 °С, різьб. приєдн. G1/4, G3/8, G1/2, 1/2, - 14 NPT, вих. сигнал 4-20 мА	MBT 3560	1	Danfoss
6	6а, 6б	Мікроімпульсний рівнемір, роб. темп. -50 до 200 °С, роб. тиск -1 до 40 бар, діапаз. вимір. до 45 м, вих. сигн. 4-20 мА	Levelflex FMP51	1	Endress+Hauser, Швейцарія
7	7а, 7б	Датчик тиску, роб. темп. -40 до 85 °С, діапаз. вимір. 0-600 бар, вих. сигн. 4-20 мА.	MBS-33	1	Danfoss
8	8а, 8б	Термоперетворювач опору Pt100, діапазон -50...+200 °С, різьб. приєдн. G1/4, G3/8, G1/2, 1/2, - 14 NPT, вих. сигнал 4-20 мА	MBT 3560	1	Danfoss
9	9а, 9б	Мікроімпульсний рівнемір, роб. темп. -50 до 200 °С, роб. тиск -1 до 40 бар, діапаз. вимір. до 45 м, вих. сигн. 4-20 мА	Levelflex FMP51	1	Endress+Hauser, Швейцарія
10	10а, 10б	Датчик тиску, роб. темп. -40 до 85 °С, діапаз. вимір. 0-600 бар, вих. сигн. 4-20 мА.	MBS-33	1	Danfoss

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

1	2	3	4	5	6
11	11а, 11б	Термоперетворювач опору Pt100, діапазон -50...+200 °С, різьб. приєдн. G1/4, G3/8, G1/2, 1/2, - 14 NPT, вих. сигнал 4-20 мА	МВТ 3560	1	Danfoss
12	12а, 12б	Мікроімпульсний рівнемір, роб. темп. -50 до 200 °С, роб. тиск -1 до 40 бар, діапаз. вимір. до 45 м, вих. сигн. 4-20 мА	Levelflex FMP51	1	Endress+Hauser, Швейцарія
13	13а, 13б	Датчик тиску, роб. темп. -40 до 85 °С, діапаз. вимір. 0-600 бар, вих. сигн. 4-20 мА.	MBS-33	1	Danfoss
14	14а, 14б	Термоперетворювач опору Pt100, діапазон -50...+200 °С, різьб. приєдн. G1/4, G3/8, G1/2, 1/2, - 14 NPT, вих. сигнал 4-20 мА	МВТ 3560	1	Danfoss
15	15а, 15б	Електромагн. витратомір, умовний діаметр: макс. DN 600, футеровка з PTFE або PFA, макс. похибка ±0,5 %, діапазон 4 дм ³ /хв...9600 м ³ /год, вих. сигн. 4-20 мА	Proline Promag P 300	1	Endress+Hauser, Швейцарія
16	16а, 16б	Термоперетворювач опору Pt100, діапазон -50...+200 °С, різьб. приєдн. G1/4, G3/8, G1/2, 1/2, - 14 NPT, вих. сигнал 4-20 мА	МВТ 3560	1	Danfoss
17	17а, 17б	Датчик тиску, роб. темп. -40 до 85 °С, діапаз. вимір. 0-600 бар, вих. сигн. 4-20 мА.	MBS-33	1	Danfoss
18	18а, 18б	Датчик тиску, роб. темп. -40 до 85 °С, діапаз. вимір. 0-600 бар, вих. сигн. 4-20 мА.	MBS-33	1	Danfoss
19	19а, 19б	Термоперетворювач опору Pt100, діапазон -50...+200 °С, різьб. приєдн. G1/4, G3/8, G1/2, 1/2, - 14 NPT, вих. сигнал 4-20 мА	МВТ 3560	1	Danfoss

1	2	3	4	5	6
20	20а, 20б	Мікроімпульсний рівнемір, роб. темп. -50 до 200 °С, роб. тиск -1 до 40 бар, діапаз. вимір. до 45 м, вих. сигн. 4-20 мА	Levelflex FMP51	1	Endress+Hauser, Швейцарія
21	20в	Бриксометр, живлення 100-240 VАС, похибка $\pm 0,2$ %, роб. темп. 0 до 130 °С.	НК6-F	1	HARRER & KASSEN
22	5в,6в,9в, 12в,20є, 21в	Електро-пневно-позиціонер, вх. сигнал 4-20мА, монтажний кронштейн, для пн. привода, T=-20С+70С	УТ-1000LS	6	InterApp
23	5г,6г,9г, 12г,20є, 21г	Дисковий поворотний затвор з пневмоприводом, роб. темп. -40 до +425 °С, DN50 – DN1200, PN10 – PN40, ANSI150, ANSI 300	BW DN-200	6	Camozzi
24	1в,20ж, 20и	Частотний перетворювач, діапазон потужностей 0,37-18,6 кВт, вбудований порт RS485	VLT 2800	3	Danfoss

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

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

3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК)

Документація на замовлення мікропроцесорного контролера (МПК) тісно пов'язана з завданням на виготовлення щитів і пультів, оскільки у щитових конструкціях розміщується як сам МПК, так і його блоки живлення.

Основним документом при замовленні МПК є замовна специфікація в якій вказується модель, тобто кількість та опис модулів.

System 300S - виконана на базі процесора з технологією SPEED7 і має вбудований порт Ethernet. Модулі конструктивно повністю сумісні з модулями Simatic S7-300 і забезпечують одночасне використання з ними в одному ПЛК.

Для живлення контролера Vipa 300S у виробника наявні спеціально спроектовані блоки живлення різної потужності. Для живлення збірки контролера з модулями використано блок живлення PS-307 на 10А.

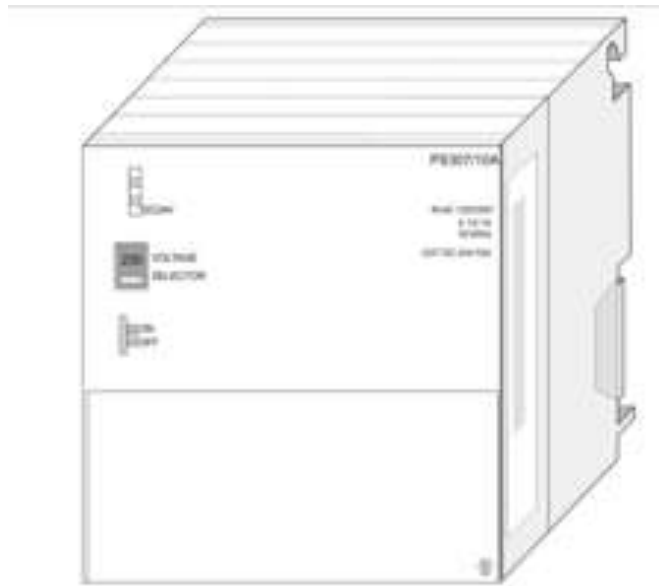


Рис. 3.1. Зовнішній вигляд блоку живлення PS-307

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА			
					Розробка системи автоматизації випарного відділення з плівковим концентратором на базі МПК VIPA 300 S7	Лім.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Олексенко Р.В.					34	9
Керівник		Киричук С.А.				НУХТ АК-4-Зск		
Зав. каф.		Ельперін І.В.						
Секр. ЕК.		Проскурка Є.С.						

Процесорний модуль CPU 317SN/NET DC 24V, 2MB...8MB оперативної пам'яті, MMC слот, годинник реального часу, підключення до Speed шини MPI-інтерфейс, RS485 для PtP або Profibus-DP Master 12Мбіт / с, Ethernet інтерфейс для PG / OP зв'язку, вбудований Ethernet-CP 343 с RFC1006, H1, TCP / IP, UDP. Можливість розширення до 32 модулів.

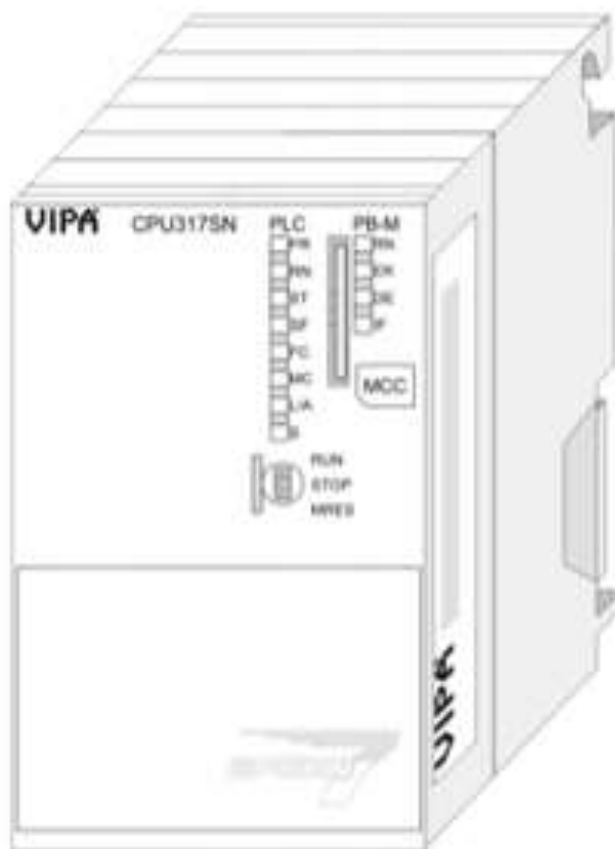


Рис. 3.2. Зовнішній вигляд процесорного модуля CPU 317SN/NET

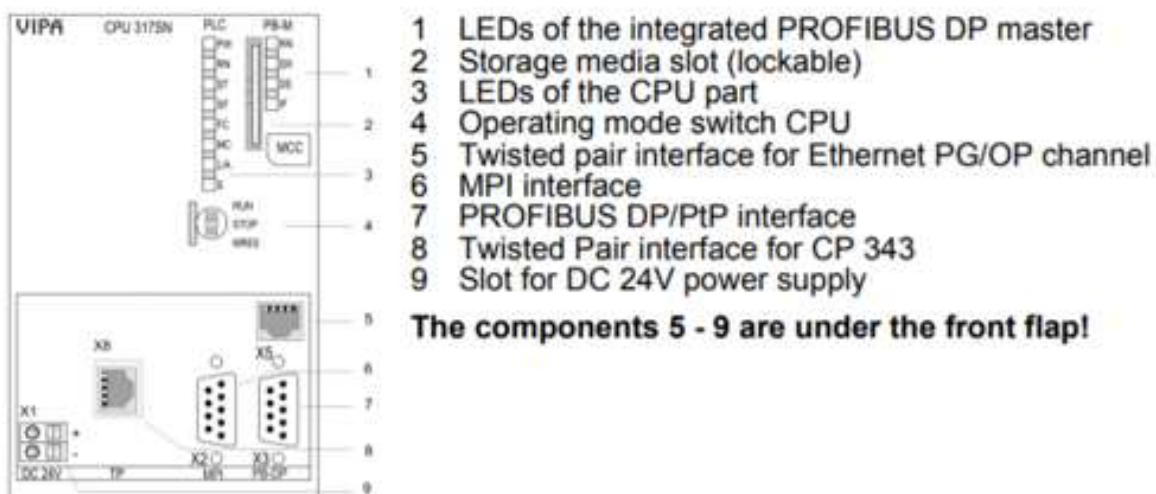


Рис. 3.3. Компоненти процесорного модуля CPU 317SN/NET

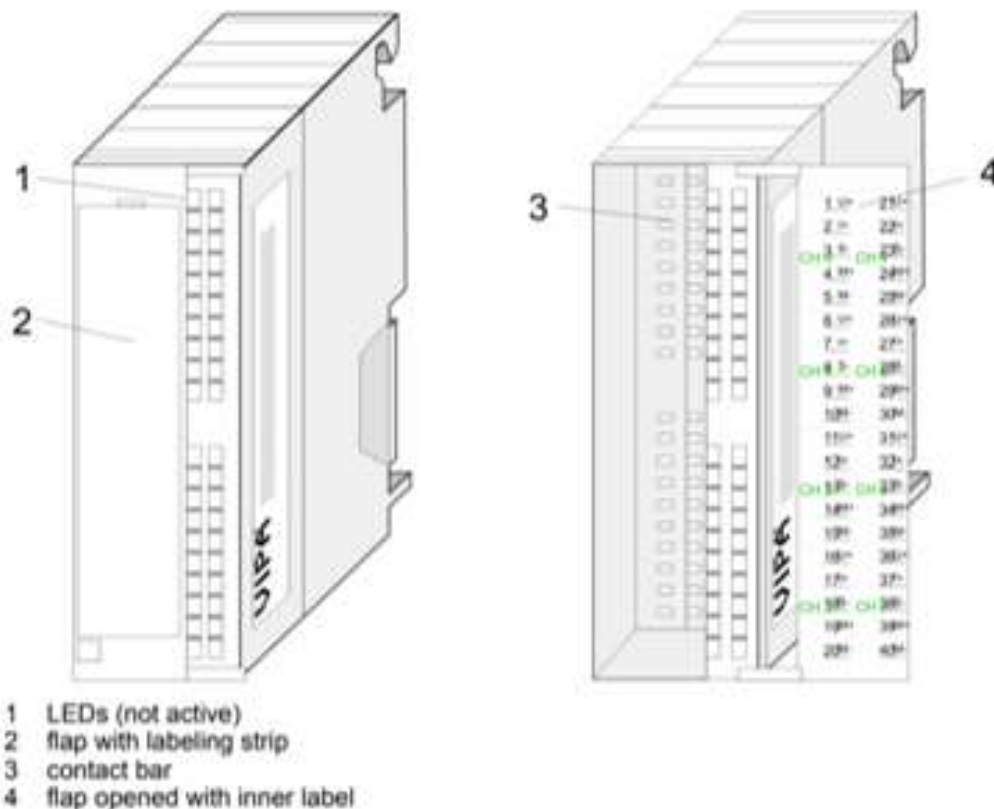


Рис. 3.4. Зовнішній вигляд модуля аналогових входів SM331-1KF01

До входних ПЗО в даному випадку належать такі модулі контролера: 4x(331-1KF01) перетворює уніфікований сигнал в системні одиниці який поступає від датчика, для програмної обробки.

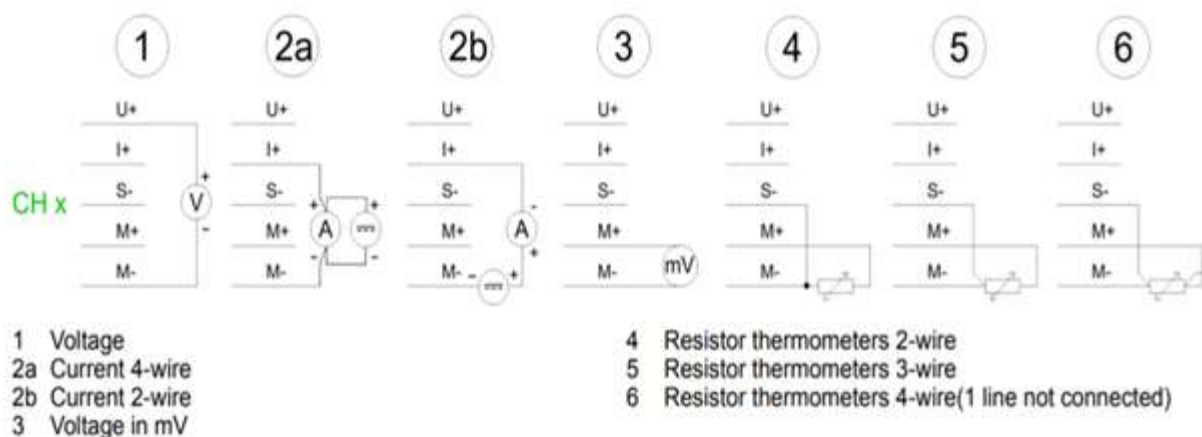


Рис. 3.5. Схеми підключення різних типів датчиків до модуля аналогових входів SM331-1KF01

До вихідних ПЗО в даному випадку належать такі модулі контролера 3x(332-5HD01) (повноформатний модуль аналогових виходів 4-виходів) перетворює сигнал в уніфіковану форму (4-20мА).

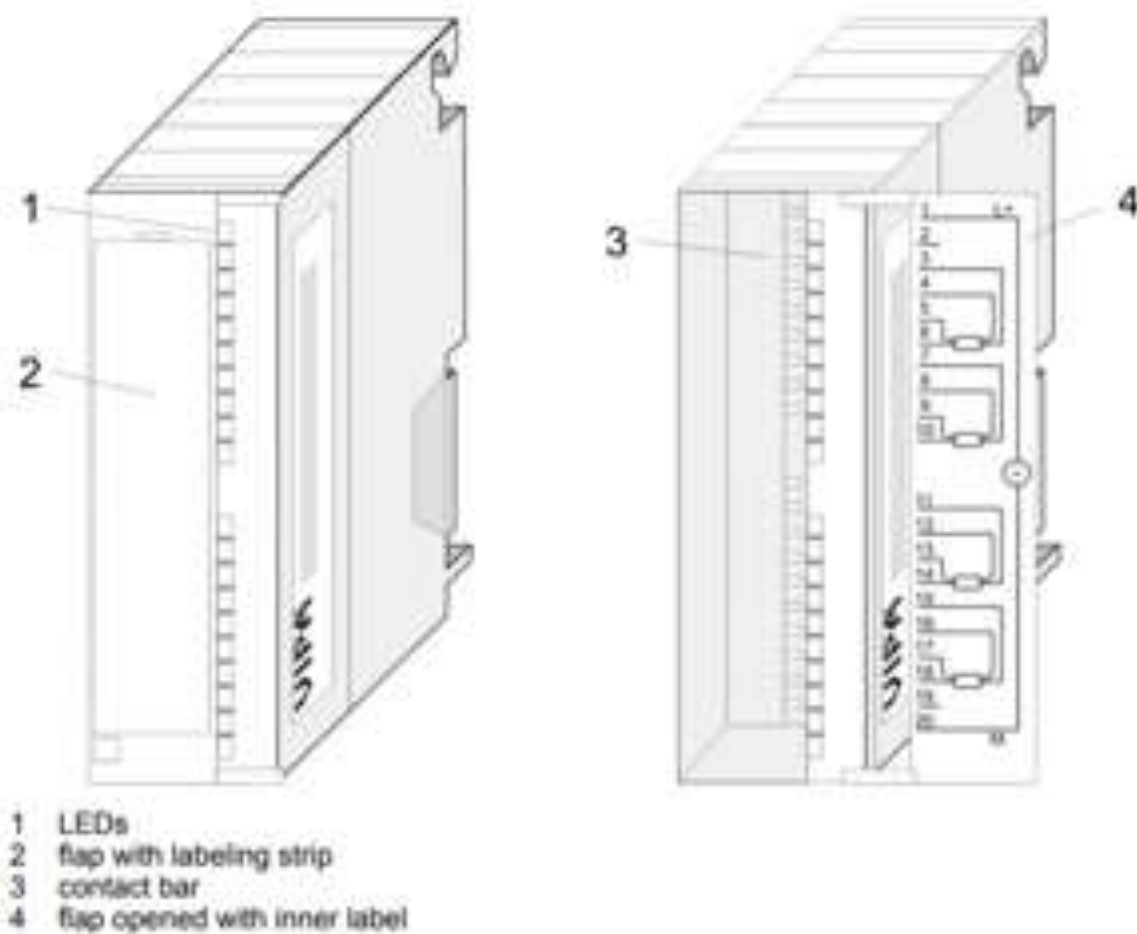


Рис. 3.6. Зовнішній вигляд модуля аналогових виходів
SM332-5HD01

Дискретний модуль (16 входів/виходів) 323-1BH00 служить для сигналізації контролюємих та ругулюємих параметрів, тобто програмним шляхом прописуємо умову замикання того чи іншого модульного контакту який відповідає за певний встановлений параметр.

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

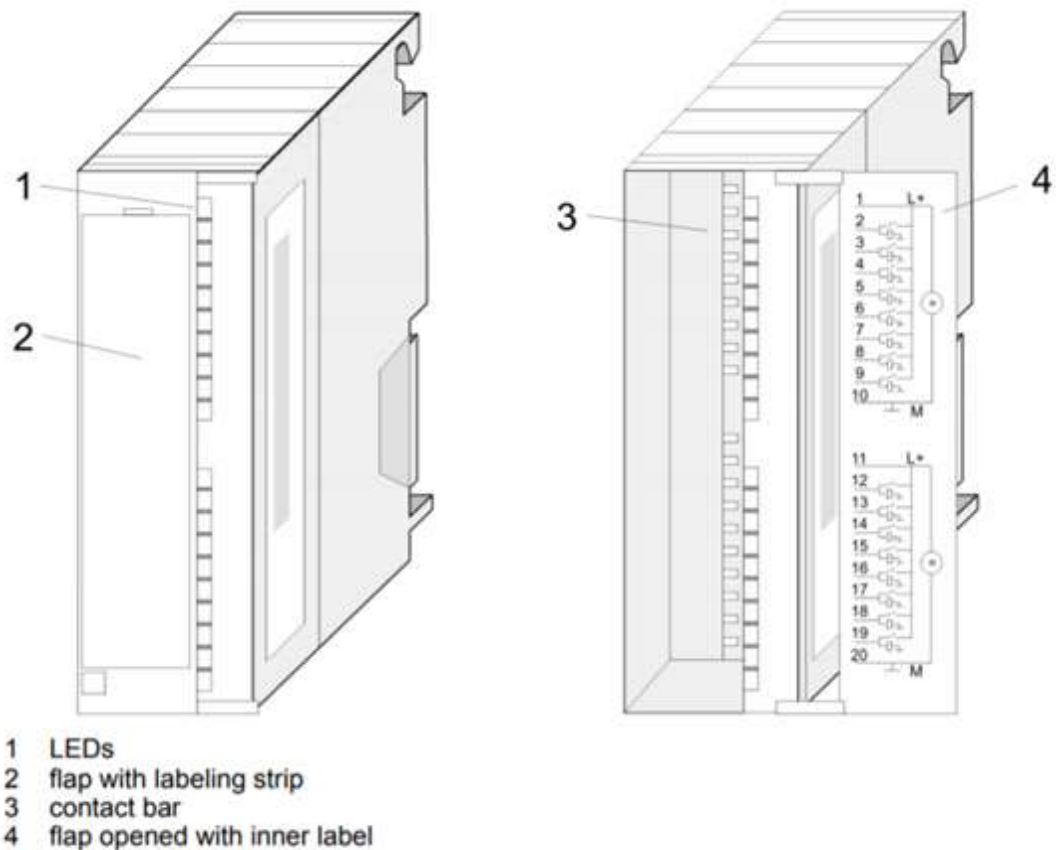


Рис. 3.7 Зовнішній вигляд модуля дискретних входів/виходів
SM32-5BH00

Таблиця 3.1. Компоненти контролера VIPA 300 S7 для випарки

Позначення модуля	К-сть	Найменування модуля	Характеристика модуля
VIPA 317SN/NET	1	Процесорний модуль	Технологія SPEED7, SPEED-Bus 2 Мб робочої пам'яті Розширення пам'яті (макс. 8 МБ) PROFIBUS-DP master / PtP (перемикається) CP 343 інтегрований
PS 307-1KA00	1	Блок живлення	Вихідний струм 10 А, вихідна напруга постійного струму 24 В, змінний струм 120/230 В, 60/50 Гц
VIPA 331- 1KF01	4	Модуль аналогових входів	на 8 входів
VIPA 332- 5HD01	3	Модуль аналогових виходів	на 4 виходи
VIPA323-1BH00	1	Модуль дискретних входів/виходів	на 16 каналів вхід/вихід

Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-------	------	----------	--------	------

3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК

В даному дипломному проекті розроблена принципова електрична конфігураційна схема автоматичного регулювання на базі мікропроцесорного контролера Vira 300S.

Принципова схема системи автоматизації- це схема, що показує зв'язок і взаємодію окремих елементів, пристроїв автоматизації за допомогою умовних позначень, при цьому кожен елемент схеми виконує визначену функцію і не може бути поділений на частини, що мають самостійне функціональне призначення. Таким чином, принципові схеми визначають повний склад елементів системи автоматизації.

Робота системи полягає в електричному зв'язку датчиків і контролера, контролера й ЕОМ.

Система керування представлена дворівнева. В нижньому рівні: датчики, перетворювачі, блоки живлення, виконавчі механізми, а у верхньому рівні контролер у комплекті із блоками модулів вводу/виводу, а також відображенням інформації на моніторі ЕОМ.

Після подачі живлення датчикам від показуючих приладів ІТМ-110 отриманий сигнал величиною 4-20 мА надходить на табло, що показує, приладу ІТМ-110 з якого сигнал ретранслюється на аналоговий вхід контролера через аналоговий блок вводу.

Отриманий сигнал у контролері перетвориться в машинний код і по засобах сервера зв'язку ОРС передається на ЕОМ і відображається на моніторі.

Контролер у відповідності з запрограмованим алгоритмом обробляє сигнал і у випадку відхилення від завдання виконується команда неузгодженості. Ця команда надходить на виходи контролера. Керування організоване в автоматичному, і в ручному режимах. Сигнал керування проходячи через блок ручного управління БРУ-7 надходить на виконавчий електропневматичний механізм і змінює фізичну величину. Інші контури працюють по аналогічному принципу.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						39
<i>Змін.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Принципову схему регулювання та управління зображено на 2-му листі графічної частини дипломного проекту. Всі вхідні сигнали від датчиків поступають на вхідні ПЗО (модулі аналогових входів) після чого програмно обробляються і поступають на вихідні ПЗО (модулі аналогових та дискретних виходів) і виконавчі механізми.

Схема сигналізації включає в себе світлову технологічну сигналізацію про входження технологічних параметрів в допустимі межі. Схема сигналізації реалізована у вигляді місцевої та дисплейної мнемосхем.

Для функціонування системи автоматизації необхідне її електричне живлення.

Проектування систем електроживлення ведуть на основі завдання на проектування функціональної схеми автоматизації, принципів електричних схем управління, регулювання та сигналізації.

Принципову електричну схему живлення розробляють у такій послідовності:

- вибираємо джерела живлення;
- вибираються та розраховуються щити та збірки живлення системи автоматизації;
- проектується живильна мережа;
- проектується розподільча система;
- виконується принципова схема електроживлення;

Джерело живлення повинно забезпечити необхідну напругу приладам і потужність, достатні для, того щоб відхилення напруги не перевищувало значень, при яких порушується нормальна роботаприладів.

У щитах і збірках живлення розташовують захисну апаратуру та управління живильної та розподільчої мережі. Їх вибір і розміщення повинні насамперед забезпечити надійність, зручність і безпеку експлуатації системи електроживлення.

Електроприймачі систем автоматизації, які встановлені на щитах управління і в релейних шафах, також і окремо стоячі, як правило, одержують живлення

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

через щити та збірки живлення, котрі розташовані на мінімально можливих відстанях від відповідних електроприймачів.

Проектування живильної мережі системи електроживлення включає в себе вибір напруги, числа фаз і проводів, вибір конфігураційної живильної мережі та вирішення питань резервування; вибір та розміщення апаратів захисту та управління.

Вибір напруги живильної мережі визначається у колах живлення приладів і засобів автоматизації з урахуванням напруг, прийнятих у системі постачання електроенергією об'єкта, що автоматизується. Найбільшого розповсюдження в системах електропостачання промислових підприємств отримали чотирьох провідні мережі трифазного змінного струму напругою 380/220В з глухим заземленням нейтралі.

Вибір конфігурації живильної мережі відбувається в залежності від категорії об'єкта, що автоматизується та розташування щитів та збірок живлення.

Апарати захисту та управління в живильних мережах приєднання до джерела і на вводах у щити та збірки живлення систем автоматизації в нормально не заземлених фазних провідниках.

3.3. Розширені схема підключення для окремого контуру

Для схеми розширеного підключення було обрано датчик тиску MBS-33 (поз. 2а,2б) фірми Danfoss. Фрагмент контуру вимірювання показано на рис. 3.8, а відповідно розширені схеми підключення до контролера на рис. 3.9 та рис. 3.10.

Підключення датчика тиску MBS-33 до контролера VIPA 300 S7 здійснюється через показуючий пристрій ITM-110.

Відповідно до рис. 3.9 датчика тиску MBS-33 підключається до ITM-110 на 37 та 28 клеми ITM-110. 38 та 27 клеми ITM-110 замикаються між собою. Вихідний уніфікований сигнал 4-20 мА ITM-110 від клем 27 та 28 відповідно подаються на 7 та 10 клеми вхідного аналогового модуля VIPA 331—1KF01.

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

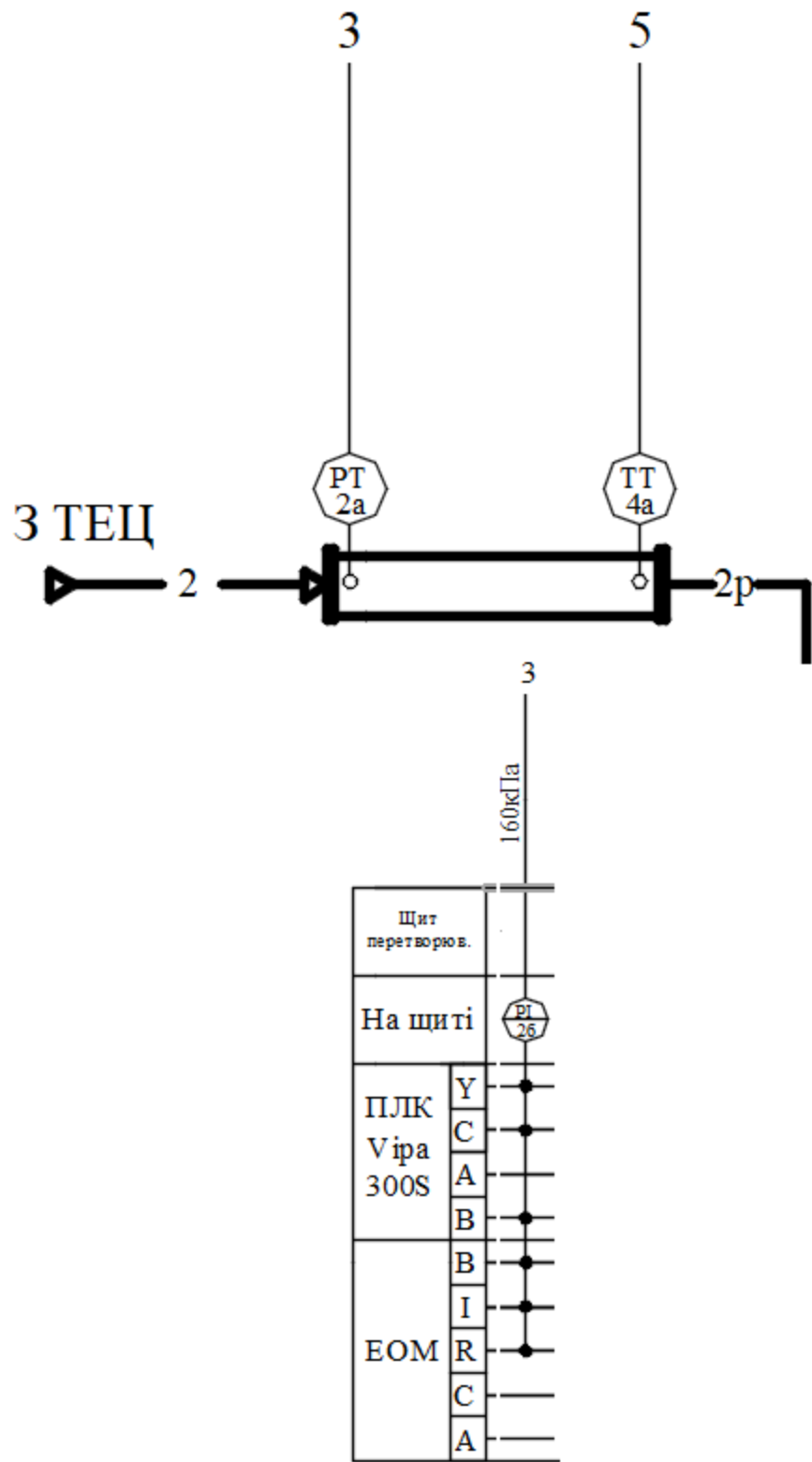
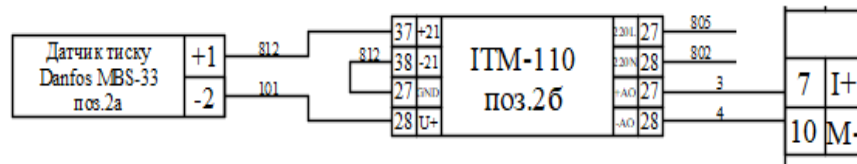


Рис. 3.8. Фрагмент контуру вимірювання тиску пари у колекторі

Тиск у
колекторі пари



SM 331
331-1KF01

Рис. 3.9. Розширене підключення датчика тиску



Рис. 3.10. Графічне підключення датчика тиску

Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

43

Розділ 4. Креслення встановлення технічних засобів

Ультразвукові вимірювачі рівня ULM® це компактні вимірювальні пристрої, що включають електроакустичний перетворювач і електронний модуль. Вимірювачі рівня випромінюють електроакустичним перетворювачем ряд ультразвукових імпульсів, які поширюються в напрямку до поверхні. Відображена акустична хвиля приймається перетворювачем і далі обробляється електронним модулем. Виходячи з тривалості руху окремих імпульсів до поверхні і назад електроніка аналізує цей час, виробляє температурну компенсацію і далі перетворює дані в вихідний струм (напруга).



Рис. 4.1. Зовнішній вигляд ULM-53

Вимірювачі рівня завдяки безконтактному принципом зчитування підходять для безперервного вимірювання висоти рівнів рідин, стічних вод, шлаків, суспензій, клеїв, смол в різних відкритих і закритих резервуарах, ямах, відкритих каналах або жолобах. Всі настройки проводяться двома кнопками, розміщеними у верхній частині датчика. Вимірювач рівня обладнаний оптичною індикацією стану (STATE) і процесу настройки (MENU). Вихід від вимірювача рівня може бути струмовий або напруги.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
					Розробка системи автоматизації випарного відділення з плівковим концентратором на базі МПК VIPA 300 S7	Літ.	Арк.	Аркушів
							44	5
Розроб.		Олексенко Р.В.			НУХТ АК-4-Зск			
Керівник		Киричук С.А.						
Зав. каф.		Ельперін І.В.						
Секр. ЕК.		Проскурка Є.С.						

Виробляється у виконанні для нормальної (N) і вибухонебезпечного середовища (Xi).

ULM-53_-02-_ діапазон виміру від 0,25 до 2м, повністю пластмасовий випромінювач PVDF, механічне різьбове з'єднання G 1 ".

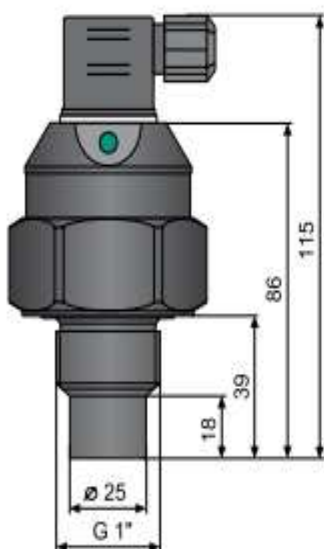
ULM-53_-06-_ діапазон виміру від 0,25 до 6м, повністю пластмасовий випромінювач PVDF, механічне поєднання з різьбленням G 1 ½ ".

ULM-53_-10-_ діапазон виміру від 0,5 м до 10м, повністю пластмасовий випромінювач PVDF, механічне поєднання фланцем з поліетилену HDPE (виконання "N") або алюмінієвого сплаву (виконання "Xi").

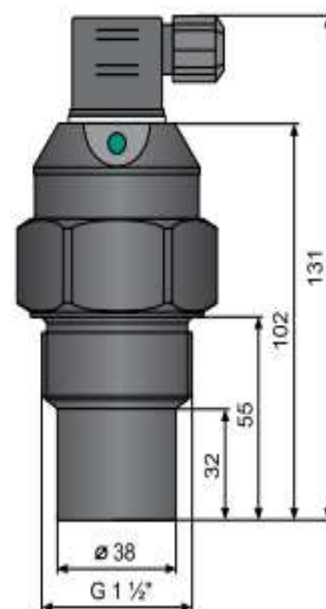
ULM-53_-20-_ діапазон виміру від 0,5 м до 20м, повністю пластмасовий випромінювач.

Розміри.

ULM-53_-02-_



ULM-53_-06-_



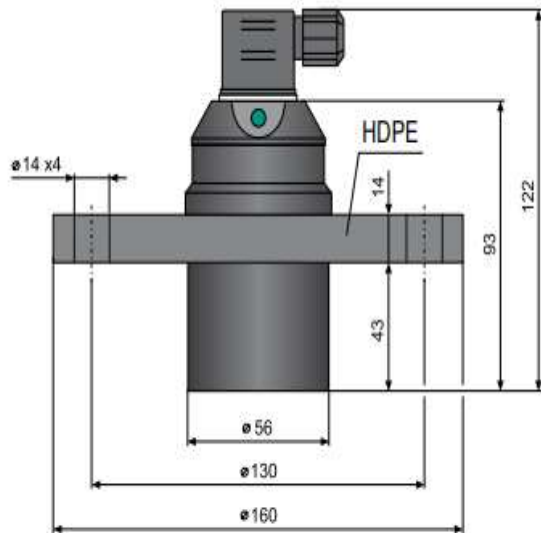
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

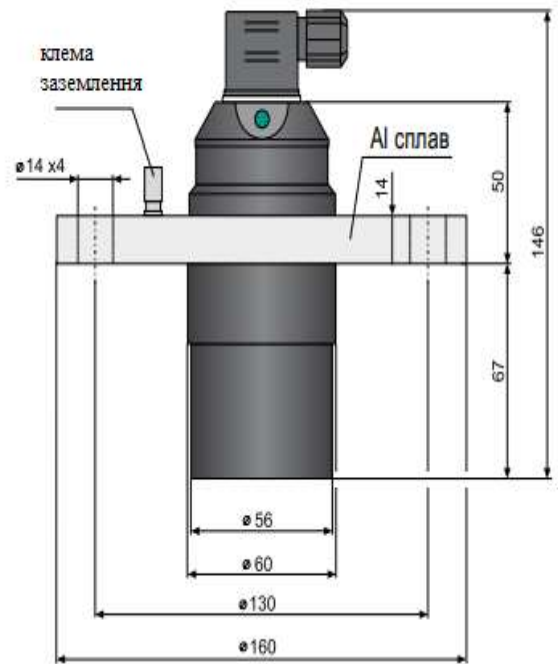
Арк.

45

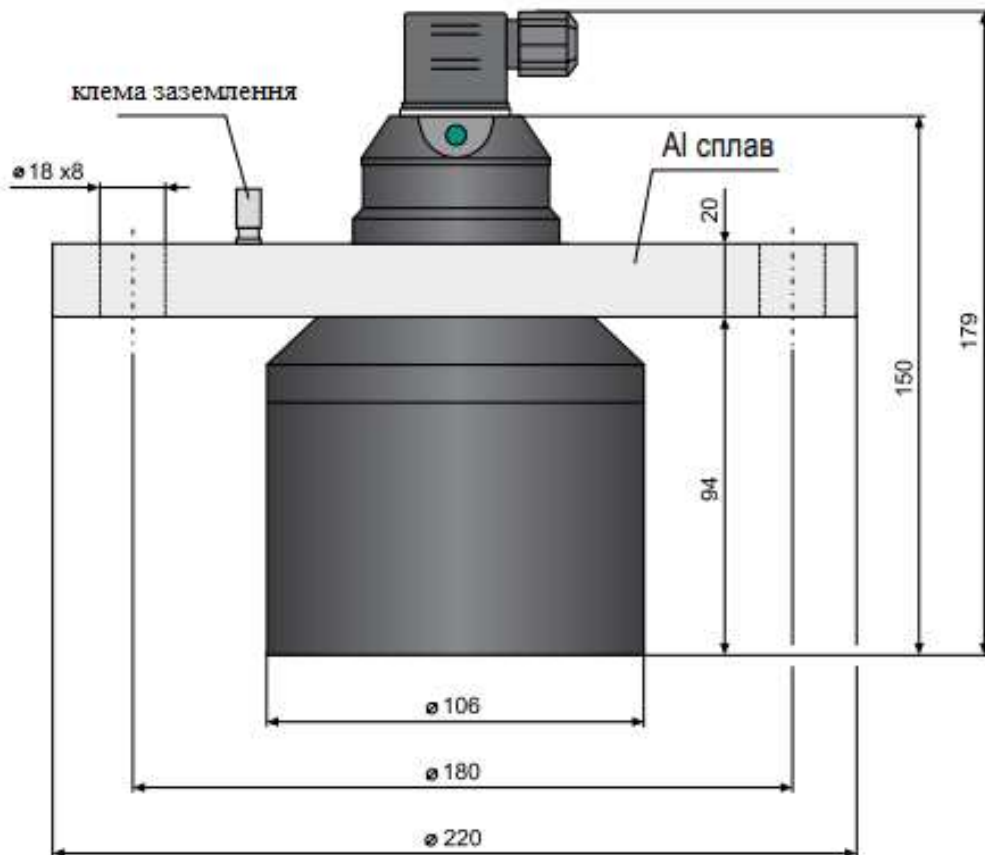
ULM-53N-10-



ULM-53Xi-10-I



ULM-53-20-



Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

46

Вимірювач рівня встановлюється вертикально в верхню кришку ємності або резервуара при допомозі штуцера, кріпильної гайкою або фланця так, щоб вісь вимірювача рівня була перпендикулярна поверхні вимірюваної рідини (рис. 4.2).

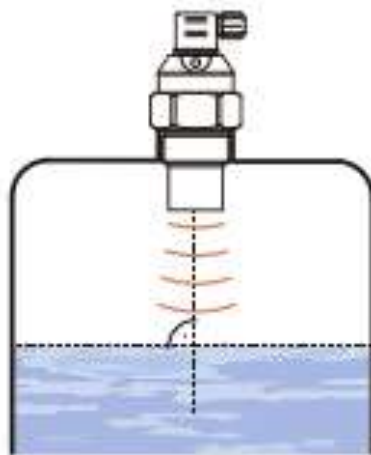


Рис. 4.2. Правильна інсталяція датчика перпендикулярно до рівня рідини
Мінімальні розміри при монтажі в кришці або стелі резервуара наведено на рис. 4.4.

У зв'язку з принципом вимірювання не можуть аналізуватися сигнали, відбиті в області безпосередньо під датчиком рівня (т. зв. мертва зона). Мертва зона (рис. 4.3) визначає мінімальну можливу видалення між вимірником рівня і максимальної висотою поверхні.

Вимірювач рівня необхідно встановити так, щоб при максимально можливому заповненні резервуара середовище не досягала мертвої зони. Якщо вимірюване середовище підніметься в мертво зону, вимірювач рівня буде працювати неправильно.

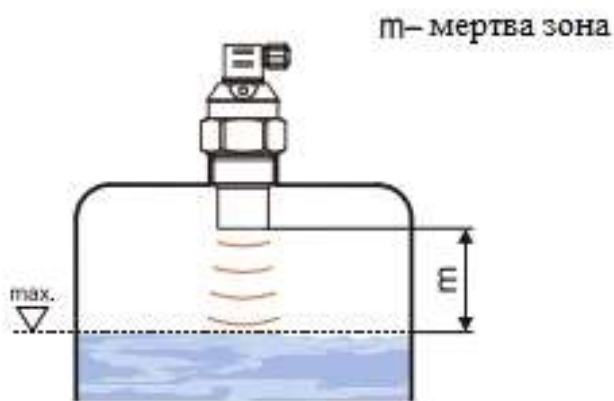


Рис. 4.3. Мертва зона рівнеміра

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

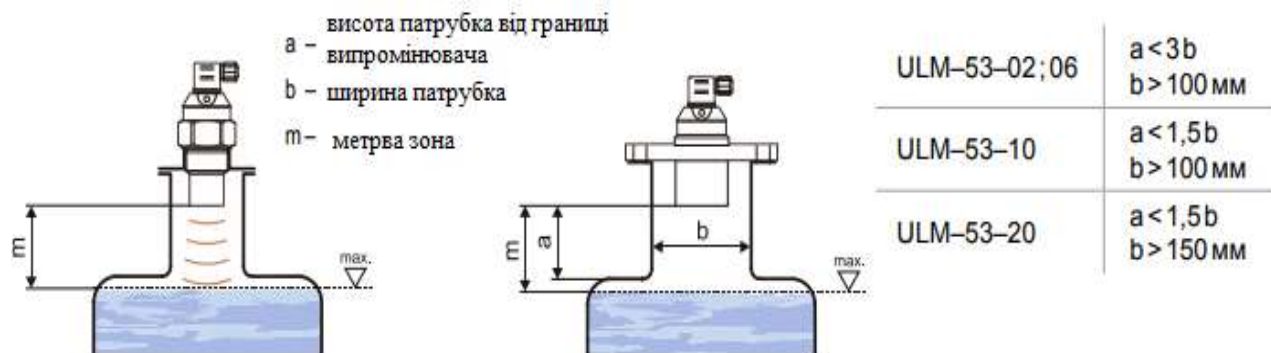
ULM-53-02; 10	$d > 1/12 c$
ULM-53-06	$d > 1/8 c$
ULM-53-20	$d > 1/10 c$



d – відстань від стінки резервуара (мін. 200 мм)
 c – діапазон вимірювання рівня

Рис. 4.4. Відстань між рівнеміром і стінкою резервуара

Якщо максимальний рівень середовища в резервуарі піднімається до мертвої зони, необхідно встановити вимірювач рівня в більш високий вхідний патрубок. Цим способом можна заповнити резервуар практично на максимальну висоту. Внутрішня поверхня патрубка повинна бути рівною і гладкою (без граней і зварних швів), внутрішній край в місці, де ультразвукова хвиля виходить з трубки, повинен бути закруглений. Діаметр патрубка вибирати якомога більше, а висоту патрубка - якомога менше. Рекомендовані розміри вхідного патрубка наведені на рис. 4.5.



висота патрубка від границі випромінювача
 a – випромінювача
 b – ширина патрубка
 m – мертва зона

ULM-53-02; 06	$a < 3b$ $b > 100 \text{ мм}$
ULM-53-10	$a < 1,5b$ $b > 100 \text{ мм}$
ULM-53-20	$a < 1,5b$ $b > 150 \text{ мм}$

Рис. 4.5. Ілюстрація встановлення рівнеміра у вхідному патрубку

Місце для установки вимірювача рівня необхідно вибрати так, щоб на випромінюючий акустичний сигнал НЕ впливали прилеглі предмети (ребра жорсткості, розкоси, підпори, сходи, нагрівальні спіралі, мішалки і т.п.). Ці перешкоди можуть стати причиною неправильного відображення, що погіршує точність вимірювання.

При злегка неспокійною або хвилястою поверхні (через мішалки, подачі рідини і т.п.) можливо розсіювання і погіршення ультразвукового сигналу. Це може привести до зменшення вимірювального діапазону або ненадійних функціонуванню вимірювача рівня.

Під дією обертових лопатей мішалки можливе коливання поверхні, що може призвести до неправильного відображенню ультразвукового сигналу від рівня і ненадійною роботі вимірювача рівня.

Не рекомендується встановлювати вимірювач рівня в місцях, де можливі неправильні відображення ультразвукового сигналу від лопатей мішалки (рис. 4.6).

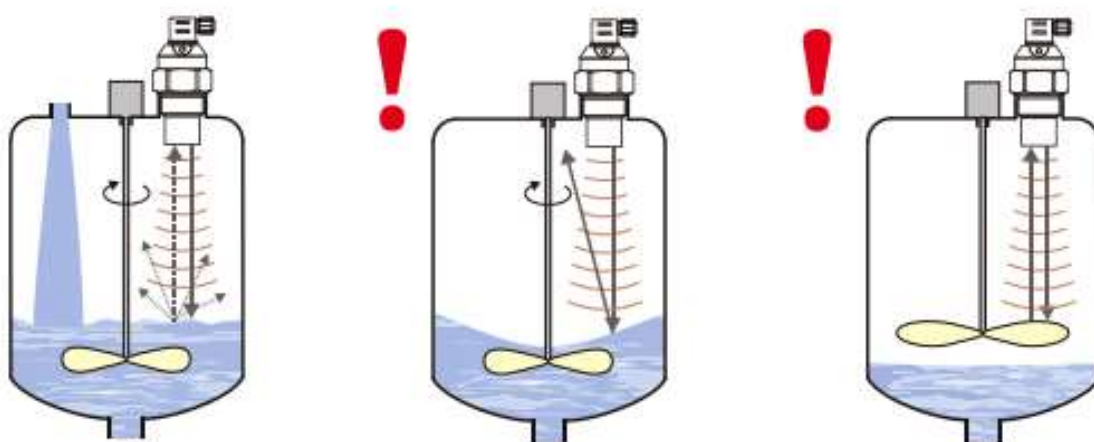


Рис. 4.6. Неправильне відображення сигналу датчика

Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

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

Програмний пакет WinPLC7 призначений для конфігурації, програмування, налагодження програм і діагностики контролерів VIPA всіх серій. Має дружній інтерфейс для всіх етапів роботи.

WinPLC7 містить всі необхідні інструменти для створення проекту: конфігуратор використовуваного обладнання, символний редактор, конфігуратор мережі PROFIBUS DP, редактор програм, емулятор контролера.

Для програмування систем автоматизації в рамках пакету WinPLC7 можуть бути використані три мови: STL (Statement List) - список інструкцій, LAD (Ladder Diagram) - мова релейно-контактних схем і FBD (Function Block Diagram) - мова функціональних блоків.

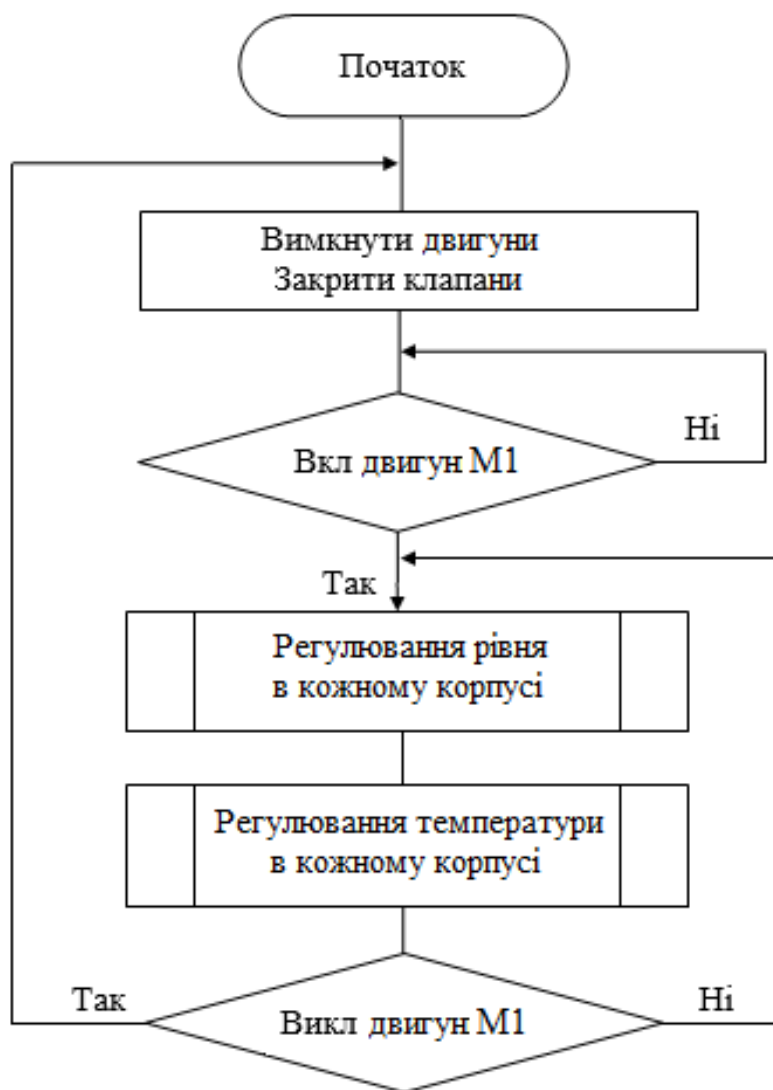
WinPLC7 дозволяє імпортувати / експортувати проекти для контролерів Simatic S7-300 компанії Siemens, зберігати резервну копію програм і даних на карту MMC, а також здійснювати програмну емуляцію роботи контролера. Для контролерів VIPA System 100V ліцензія WinPLC7 є безкоштовною.

Характеристики:

- Програмування на мовах STL, FBD і LAD
- Вбудований емулятор ПЛК
- Підключення до контролера через MPI-адаптер, Ethernet TCP / IP і VIPA "Green Cable"
- Конфігуратор апаратного забезпечення для всіх серій VIPA, а також контролерів Simatic S7-300 від Siemens
- Конфігурація і діагностика мереж Profibus DP
- Робота в середовищі Windows XP і Windows 7

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА			
					<i>Розробка системи автоматизації випарного відділення з плівковим концентратором на базі МПК VIPА 300 S7</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
						50	3	
						НУХТ АК-4-Зск		

Алгоритм функціонування процесу випарювання на цукровому заводі зображено нижче:



Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

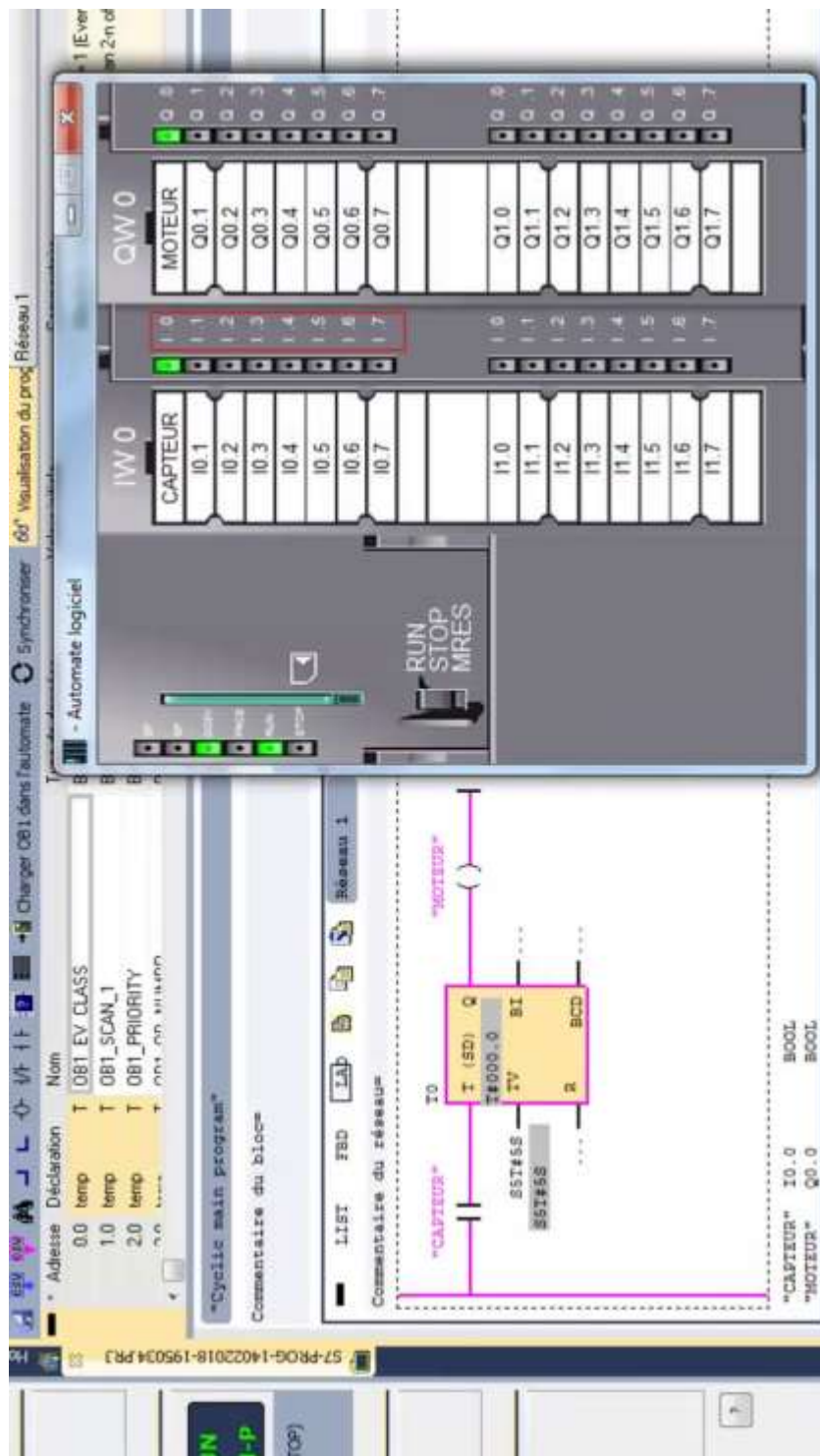


Рис. 5.1. Програмне середовище WinPLC7

Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-------	------	----------	--------	------

Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога

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

Розроблення фрагменту дисплейної мнемосхеми для випарного відділення із плівковим концентратором для оператора-технолога, а саме власне плівковий та V випарні апарати із використанням Citect SCADA вимагає переліку всіх змінних процесу, які наведені у табл. 6.1.

Таблиця 6.1. Змінні у Citect SCADA

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
F_IV	%IW304	0	10000	0	700	INT
T_v_IV	%IW306	0	10000	0	100	INT
P_v_IV	%IW308	0	10000	0	600	INT
P_n_IV	%IW310	0	10000	0	600	INT
T_n_IV	%IW400	0	10000	-50	200	INT
L_IV	%IW402	0	10000	0	45	INT
Q_CP	%IW404	0	10000	0	100	INT
L_V	%IW406	0	10000	0	45	INT
P_V	%IW408	0	10000	0	600	INT
T_V	%IW410	0	10000	-50	200	INT
KL_20	%QW604	0	10000	0	100	INT
KL_21	%QW706	0	10000	0	100	INT
M_VII	%Q8.0	0	1	0	1	BOOL
M_VIII	%Q8.1	0	1	0	1	BOOL

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Олексенко Р.В.			Розробка системи автоматизації випарного відділення з плівковим концентратором на базі МПК VIPA 300 S7	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Киричук С.А.					53	9
Зав. каф.		Ельперін І.В.			НУХТ АК-4-Зск			
Секр. ЕК.		Проскурка Є.С.						

6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

Головним завданням при розробці Citect SCADA виступає створення єдиної інтегрованої системи, яка дозволяла б управляти технологічним процесом підприємства; в результаті, використання системи Citect усуває необхідність у фрагментації даних. Програмне забезпечення Citect SCADA - це функціональна система моніторингу, управління та збору даних (Supervisory Control And Data Acquisition).

Програмне забезпечення Citect SCADA включає п'ять функціональних блоків: сервер вводу / виводу, клієнт візуалізації (операторський інтерфейс), сервер алармів (тривоги), модуль звітів, блок трендів. Система легко масштабується: за допомогою SCADA легко побудувати як просту структуру - в якій всі блоки будуть працювати на одному РС - так і більш складну, де кожна функціональність буде окремою ланкою локальної мережі.

Переваги в експлуатації:

- > Надає операторам чітку інформацію про процес.
- > Можливість отримати інформацію про сигнали тривоги і зміни технологічні параметри з коментарями оператора в окремому вікні для швидкої ідентифікації і місце події.
- > Покращений механізм блокування сигналізації і зміна точних технологічних параметрів до мілісекунди.
- > Доступ до виробничих і технологічних даним поза межами підприємства через спеціалізованих інтернет-клієнтів, мобільні пристрої (наприклад, КПК) або навіть через SMS для стільникового телефону.

Задоволення потреб в управлінні даними і формуванні звітів:

- > Історичний архів зберігає дані, що надходять від численних джерел інформації і, при взаємодії з іншими системами, генерує докладні звіти, які допомагають у прийнятті рішень.
- > Використання технології промислового стандарту забезпечує високий рівень безпеки, застосований до історичних архівних даних і обмежує несанкціонований перегляд або втручання.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Задоволення всіх інженерних потреб:

> Можливість проектування і зміни системи управління процесом з одного місця.

> Підвищення ефективності за допомогою гнучких спеціалізованих інструментів системного проектування.

> Можливість багаторазового використання великих бібліотек конфігуруються об'єктів.

> Можливість моделювати процеси без підключення до реальних пристроїв для скорочення часу тестування і введення в експлуатацію.

Надійна архітектура:

В автоматизації виробництва і інших важливих додатках відмова обладнання призводить до великих виробничих втрат, або навіть до потенційно небезпечної ситуації. Резервування CitectSCADA витримає будь-яку відмову в Системе без втрати функціональності і продуктивності. CitectSCADA підтримує надлишкову конфігурацію з гарячим резервуванням, забезпечуючи повне резервування всіх пристроїв введення-виведення. Визначаючи один пристрій як основне, а інше - як резервне, CitectSCADA в разі відмови автоматично переключиться з першого на друге. Використовуючи можливість CitectSCADA записувати зміни уставок як в основні, так і в резервні пристрої введення-виведення, в надмірній конфігурації можуть використовуватися навіть пристрою, не призначені спочатку для резервування.

Пошкоджений кабель, що використовується і непередбачувані електричні перешкоди є спільною проблемою зв'язку. Для того, щоб уникнути такої ситуації

CitectSCADA передбачає використання двох окремих комунікаційних кабелів (прокладених окремо один від одного) для кожного пристрою введення-виведення. При використанні резервування інформаційного каналу, таким чином, мінімізується вплив комунікаційних втрат на працездатність системи.

Для зв'язку з пристроєм вводу-виводу, багатьом системам необхідна надмірність конфігурації сервера вводу-виводу.

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

Багато системи SCADA використовують комп'ютерні мережі для обміну інформацією з іншими своїми частинами або пристроями введення-виведення, але навіть така проста причина, як вихід з ладу мережевої карти, може перервати обмін інформацією. Вбудована в CitectSCADA підтримка декількох мереж забезпечує повне резервування мережі. Необхідно лише настроїти дві мережі (або більше, якщо знадобиться). І якщо основна мережа перестала працювати, CitectSCADA автоматично спробує переключитися на інші доступні мережі без необхідності змінювати конфігурацію.

Також не варто забувати про можливі збої в роботі файлових серверів. CitectSCADA підтримує резервне розташування файлів таким чином, що навіть якщо файловий сервер перестане працювати, система SCADA цього не помітить. Функції резервування інтегровані в CitectSCADA і легко конфігуруються. Резервування мережі фактично не вимагає ніяких дій, а резервування задач налаштовується протягом декількох секунд за допомогою простого майстра настройки.

Всі функції резервування CitectSCADA можуть використовуватися одночасно, надаючи користувачу максимальний захист. Архітектура CitectSCADA, заснована на завданнях, забезпечує неперевершений рівень резервування. Кожне завдання в CitectSCADA (введення-виведення, тренди, аварійні сигнали, звіти, інтерфейс користувача) може бути використана спільно з іншими комп'ютерами в системі. Це дає можливість виділити серверну завдання двом комп'ютерам одночасно; один при цьому використовується як основний, інший - як резервний. Якщо основний сервер перестав працювати, резервний автоматично підхопить його роль без втрати даних. Якщо основний сервер відсутній, клієнти автоматично отримують доступ до резервного сервера.

Коли основний сервер повернутий в роботу, автоматично відбудеться повторна синхронізація, зводячи до мінімуму втрату даних в історичному архіві.

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

Так як сутність реалізованих завдань різна, CitectSCADA пропонує користувачеві окрему стратегію надмірності (резервування) для кожної з них. Якщо необхідно оновити або змінити конфігурацію, можливо розмістити новий проект на резервному сервері, після чого переключитися з основного сервера на резервний і запустити новий проект на резервному сервері. Якщо результати роботи нового проекту незадовільні, то можна просто переключитися назад на основний сервер, не порушуючи ходу виробництва.

Графічні можливості системи SCADA: вирішальний фактор у визначенні зручності використання. Графіка CitectSCADA дозволяє швидко створювати повністю барвистий, реалістичний і простий у використанні екрани, що забезпечують оператору інтуїтивно зрозуміле середовище і послідовний інтерфейс.

Об'єкти CitectSCADA засновані на наборі об'єкти: прямокутники, еліпси, растрові зображення, прямі і пунктирні лінії, текст, символи та інші предмети. З усіма об'єктами пов'язаний єдиний набір властивостей. Ці властивості дозволяють безпосередньо зв'язати поведінку об'єкт зі змінними, що описують процес.

Переміщення, поворот, розмір, колір, заливка і видимість будь-якого об'єкта використовується для реалістичне відображення заводських умов. Властивості елементів управління і торкання кнопок можна налаштовувати для різних дій оператора.

Process Analyst дозволяє операторам і інженерам-технологам аналізувати проходження технологічного процесу та аналізувати причини порушень, що можуть виникати. Процес, що поєднує сучасні технології параметри і аварійні сигнали, які традиційно зберігаються окремо. Використовуючи Process Analyst користувачі-аналітики можуть просто переглядати їх все на одному дисплеї.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

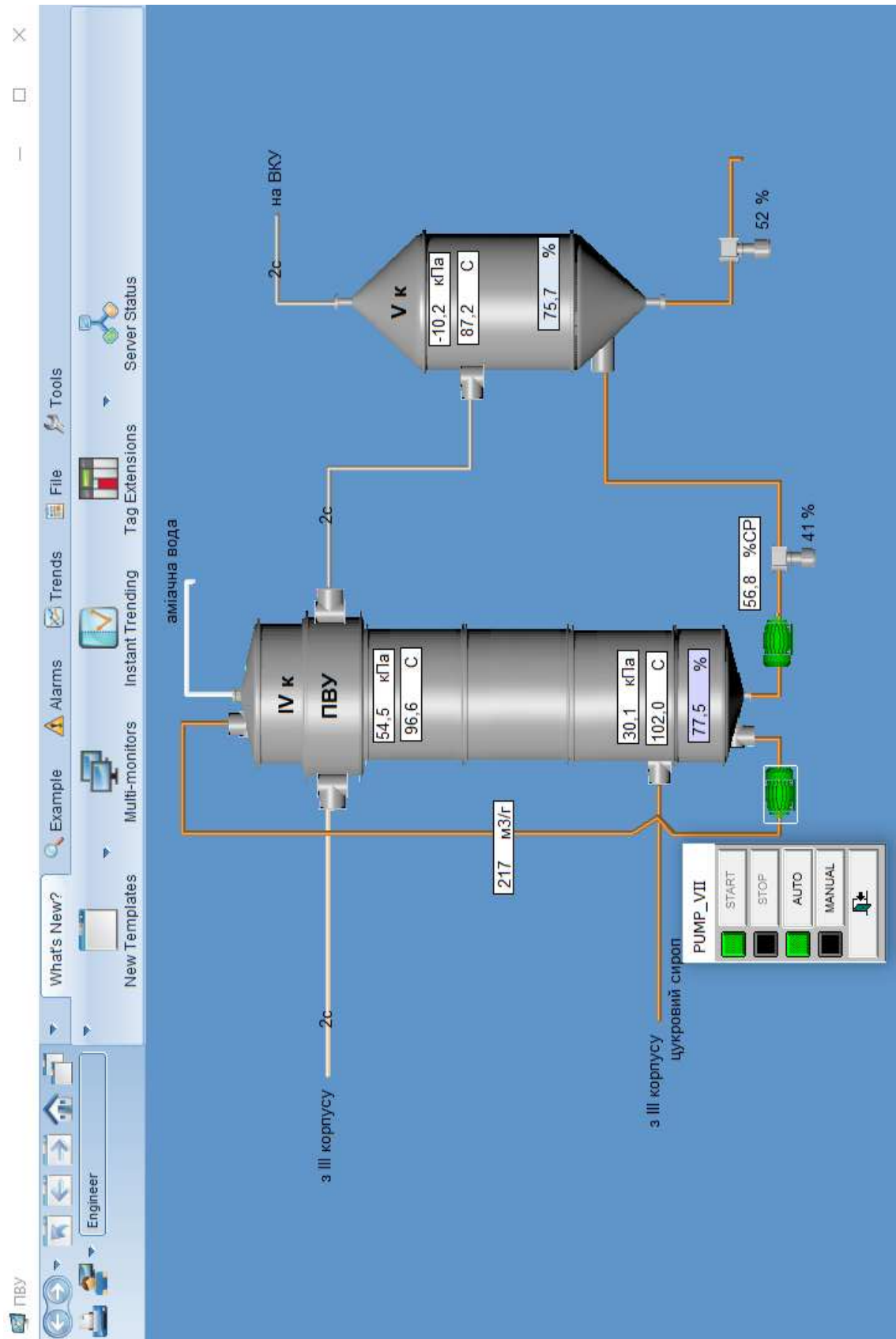


Рис. 6.1. Вікно оператора в SCADA системі

Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

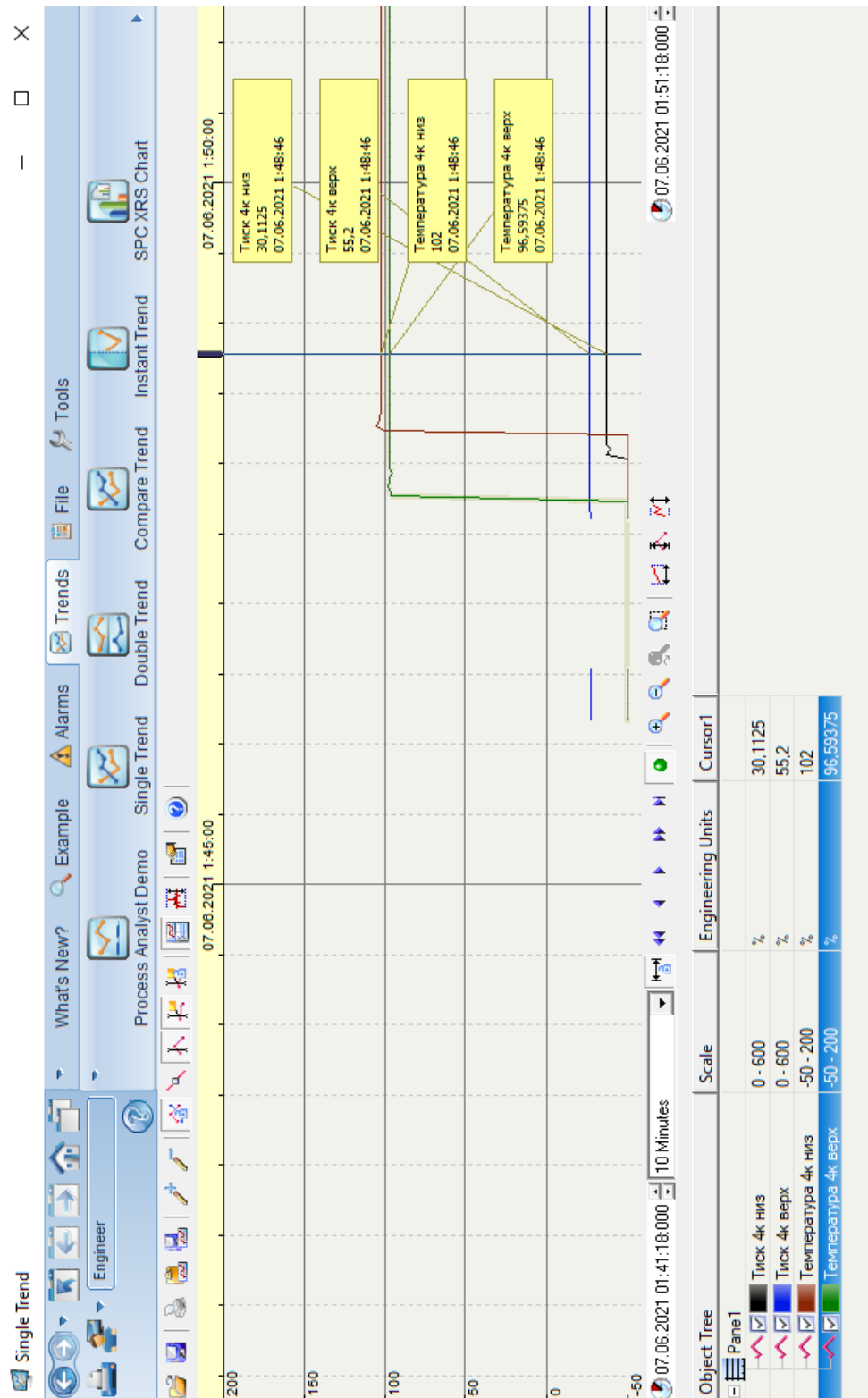


Рис. 6.3. Вікно тренду технологічних параметрів для плівкової випарної установки

Вікно активних алармів відображає всі тривоги чи зміни у процесі роботи обладнання, які були створені під час проектування системи. Активні аларми відображені на рис. 6.4.

Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

The screenshot shows a software window titled 'Active Alarms'. The interface includes a navigation pane on the left with 'Page Tasks' (Go to the top, Page Up, Page Down) and a main table of active alarms. The table has columns for Date, Time, Tag, Name, State, and User Comment. Three active alarms are listed, all with a state of 'ON' or 'LOW'.

Date	Time	Tag	Name	State	User Comment
07.06.2021	17:48:59	ALARM_1	Motor VII Auto	ON	
07.06.2021	17:46:25	ALARM_2	Motor VII	ON	
07.06.2021	17:20:45	ALARM_3	P IV k verx	LOW	

Рис. 6.4. Активні аларми процесу випарювання цукрового сиропу

Розділ 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного керування

7.1. Постановка задачі дослідження

Мета роботи – порівняти якість регулювання об'єкта з взаємозв'язаними величинами при застосуванні автономного регулювання цих величин та їх регулювання за допомогою звичайних локальних контурів регулювання.

ЗАВДАННЯ:

1. Визначити перехідний процес зміни концентрації b_3 при збуренні за b_2 , коли працює лише регулятор концентрації, без регулятора рівня, і отримати основні оцінки якості перехідного процесу: динамічну похибку й час регулювання. Зафіксувати також зміну рівня h_3 при цьому.

2. Визначити перехідні процеси за концентрацією b_3 і рівнем h_3 , тоді, коли працюють обидва локальні регулятори для двох значень коефіцієнта K_{p1} . Порівняти оцінки якості перехідних процесів цього та попереднього дослідів.

3. Визначити перехідні процеси за концентрацією b_3 і рівнем h_3 при уведенні в систему, яка складається з регуляторів рівня та концентрації того з компенсаторів, що забезпечує відсутність впливу зміни b_3 на h_3 . Визначити експериментально та аналітично значення коефіцієнта передачі цього компенсатора, яке забезпечує нульове відхилення рівня h_3 . Порівняти оцінки якості перехідних процесів цього й попереднього дослідів.

7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі

Для випарної установки глюкозного сиропу математична модель має такі значення параметрів:

$$T_b = 1320 \text{ с;}$$

$$K_{b1} = 58,2 \text{ \%CP (сухих речовин)/кг}\cdot\text{с}^{-1};$$

$$K_{b2} = 1,33;$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Олексенко Р.В.			Розробка системи автоматизації випарного відділення з плівковим концентратором на базі МПК VIPA 300 S7	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Киричук С.А.					62	8
Зав. каф.		Ельперін І.В.			НУХТ АК-4-Зск			
Секр. ЕК.		Проскурка Є.С.						

$$K_{b3} = 47 \text{ \%CP/кг}\cdot\text{с}^{-1};$$

$$T_h = 1020 \text{ с};$$

$$K_{h1} = K_{h2} = K_{h3} = 1.22\text{м/кг}\cdot\text{с}^{-1}.$$

Параметри настроювання П-регулятора: $K_{p1} = 9$ і $10 \text{ кг}\cdot\text{с}^{-1}/\text{м}$;

ІІ-регулятора: $K_{p2} = 0,055 \text{ кг}\cdot\text{с}^{-1}/\% \text{ CP}$; $T_i = 135,8\text{с}$ визначені за спрощеною методикою з урахуванням властивостей об'єкта та бажаної якості перехідного процесу.

7.3. Моделювання САР

Для побудови структурної схеми об'єкта – третій корпус випарної установки – визначаємо передаточні функції за каналами керування та збурення з математичної моделі об'єкта, яка подана системою диференціальних рівнянь.

$$T_b \frac{d\Delta b_3}{dt} + \Delta b_3 = -k_{b1} \Delta G_3 + k_{b2} \Delta b_2 + k_{b3} \Delta G_2$$

$$T_h \frac{d\Delta h_3}{dt} + \Delta h_3 = k_{h1} \Delta G_2 - k_{h2} \Delta G_3 - k_{h3} \Delta W_3$$

Де T_b і T_h – сталі часу; b_2 і b_3 – концентрація відповідно продукту на вході у третій корпус та на виході з нього; K_{b1} , K_{b2} , K_{b3} , K_{h1} , K_{h2} , K_{h3} – коефіцієнти передачі за окремими каналами; G_2 і G_3 – витрати продукту відповідно на вході у третій і на виході з нього; W_3 – кількість води, що випаровується у корпусі за одиницю часу.

$$\Delta b_3:$$

$$W^{\Delta G_3}(p) = \frac{-k_{b1}}{T_b p + 1} = \frac{-58.2}{1320p + 1};$$

$$W^{\Delta b_2}(p) = \frac{k_{b2}}{T_b p + 1} = \frac{1.33}{1320p + 1};$$

$$W^{\Delta G_2}(p) = \frac{k_{b3}}{T_b p + 1} = \frac{47}{1320p + 1};$$

$$\Delta h_3:$$

$$W^{\Delta G_2}(p) = \frac{k_{h1}}{T_h p} = \frac{1.22}{1020p};$$

$$W^{\Delta G_3}(p) = \frac{-k_{h2}}{T_h p} = \frac{-1.22}{1020p};$$

$$W^{\Delta W_3}(p) = \frac{-k_{h3}}{T_h p} = \frac{-1.22}{1020p}.$$

Для автономного регулювання рівня та концентрації продукту в третьому корпусі випарної установки необхідно послідовно до основних регуляторів підключити компенсуючі пристрої. З умов автономності змінних b_3 та h_3 передаточні функції компенсаторів мають вигляд:

						<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			63

$$W_{k1}(p) = \frac{W_{hb}(p)}{W_b(p)} = \frac{W^{\Delta G_2}(p)}{W^{\Delta G_3}(p)} = \frac{k_{b_3}}{T_b p + 1} \div \frac{-k_{b_1}}{T_b p + 1} = \frac{-47}{58} = 0.81$$

$$W_{k2}(p) = \frac{W_{bh}(p)}{W_h(p)} = \frac{W^{\Delta G_3}(p)}{W^{\Delta G_2}(p)} = \frac{-k_{h_2}}{T_h p} \div \frac{k_{h_1}}{T_h p} = \frac{-1.22}{1.22} = -1$$

У середовищі Simulink складаємо структурну схему з використанням виведених передаточних функцій.

ДОСЛІД №1

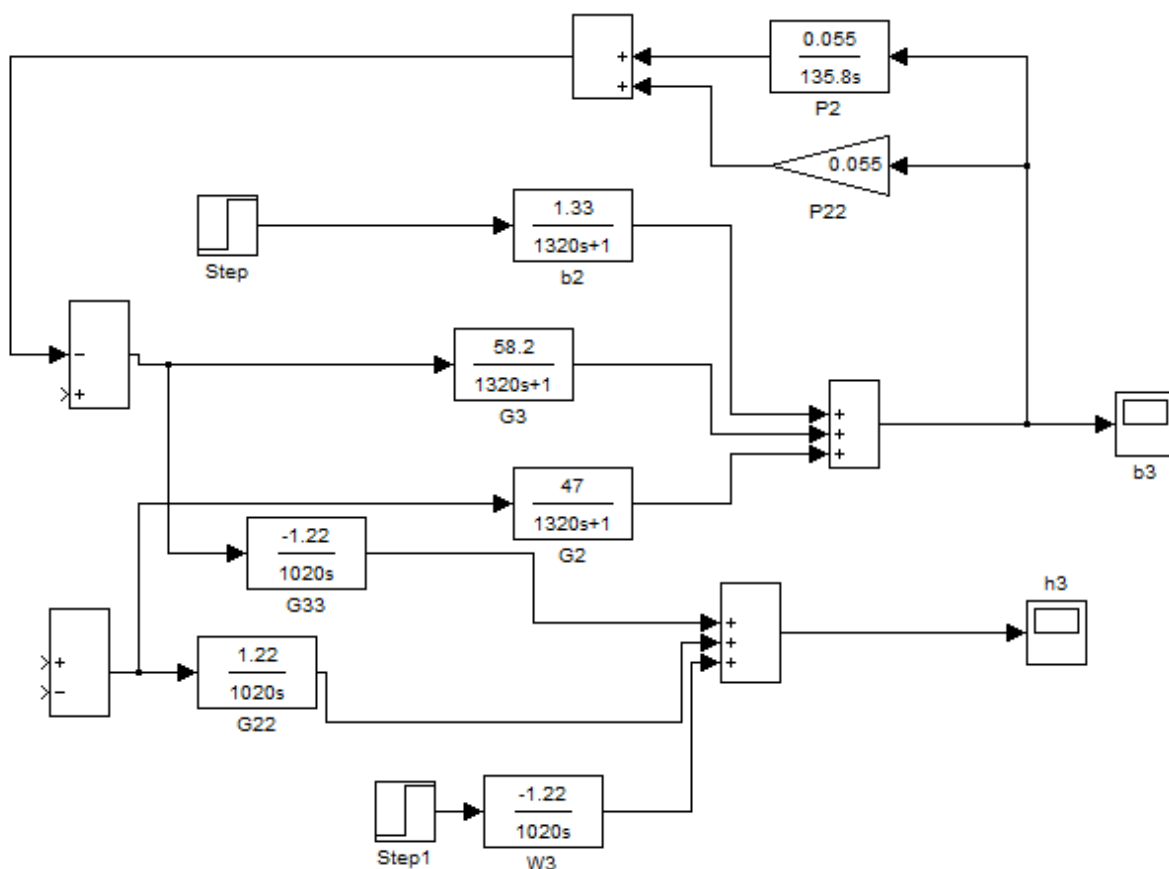


Рис. 7.1. Структурна схема об'єкта доповнена регулятором концентрації

Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

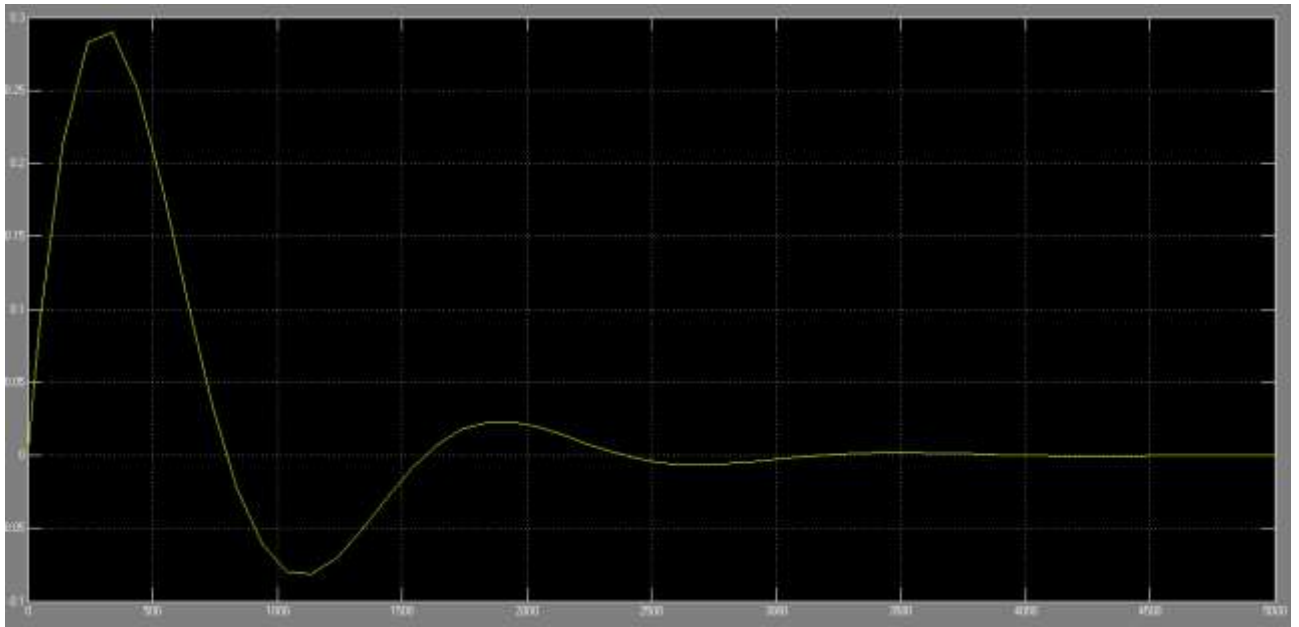


Рис. 7.2. Перехідний процес АСР концентрації b_3

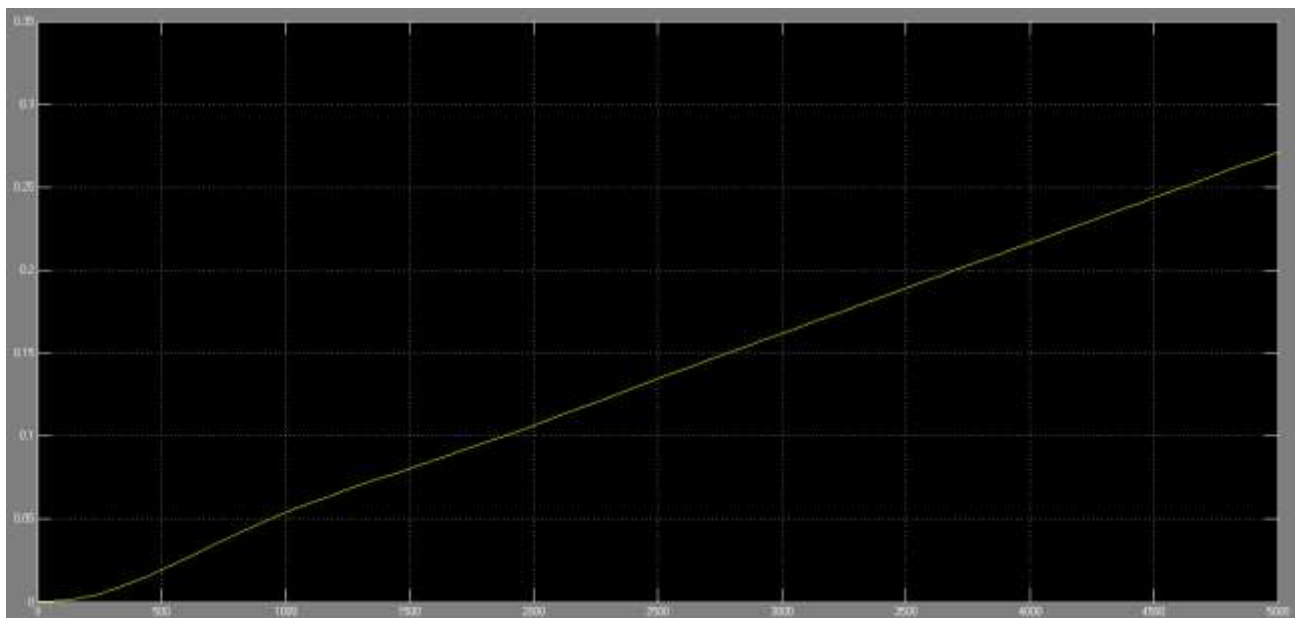


Рис. 7.3. Зміна рівня в апарату за рахунок перехресного зв'язку

Висновок 1:

• В цьому експерименті значення притоку G_2 не змінювалось. В ході експерименту ми переконалися, що, незважаючи на відсутність цього сигналу, рівень в апараті змінюється за рахунок перехресного зв'язку в об'єкті як вихідна величина інтегруючої ланки.

• Показники якості перехідного процесу з графіка (рис.2) $\Delta b_3 = 0.29\% \text{CP}$, $t_p = 4500 \text{ с}$.

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

ДОСЛІД №2

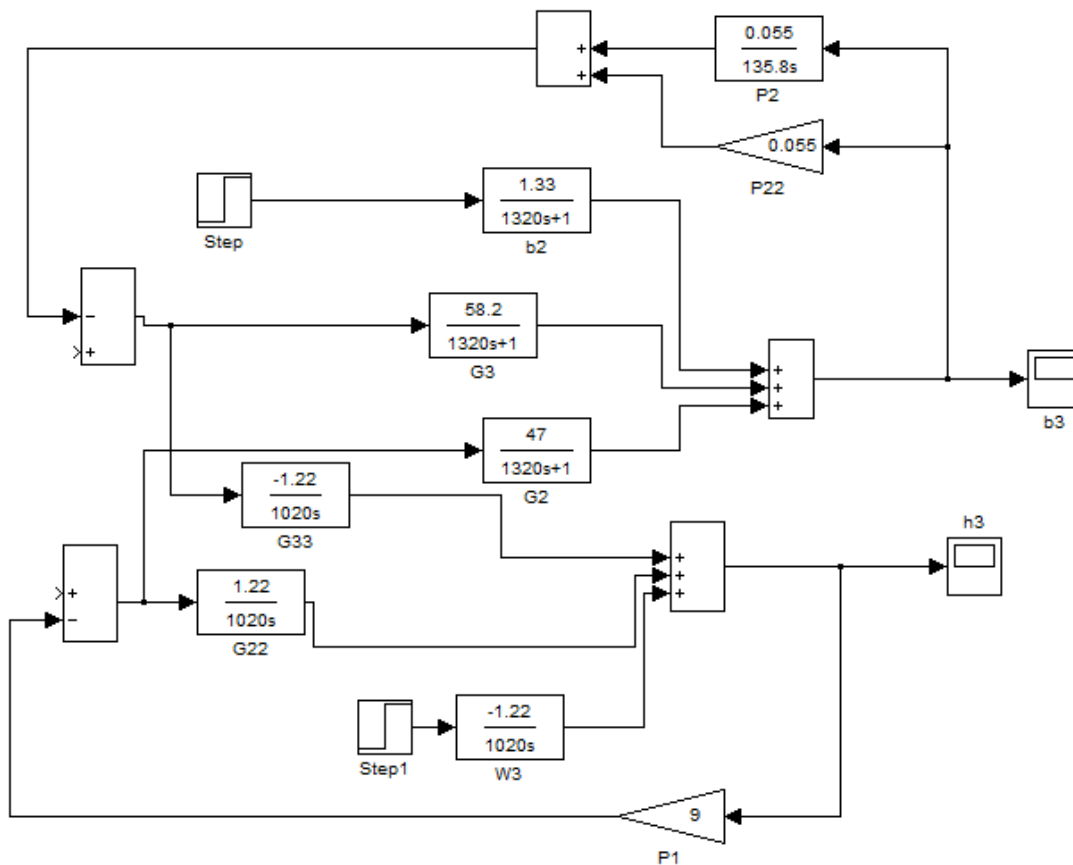


Рис. 7.4. Структурна схема об'єкта доповнена регулятором концентрації та рівня (П-регулятор $K_{p1}=9$)

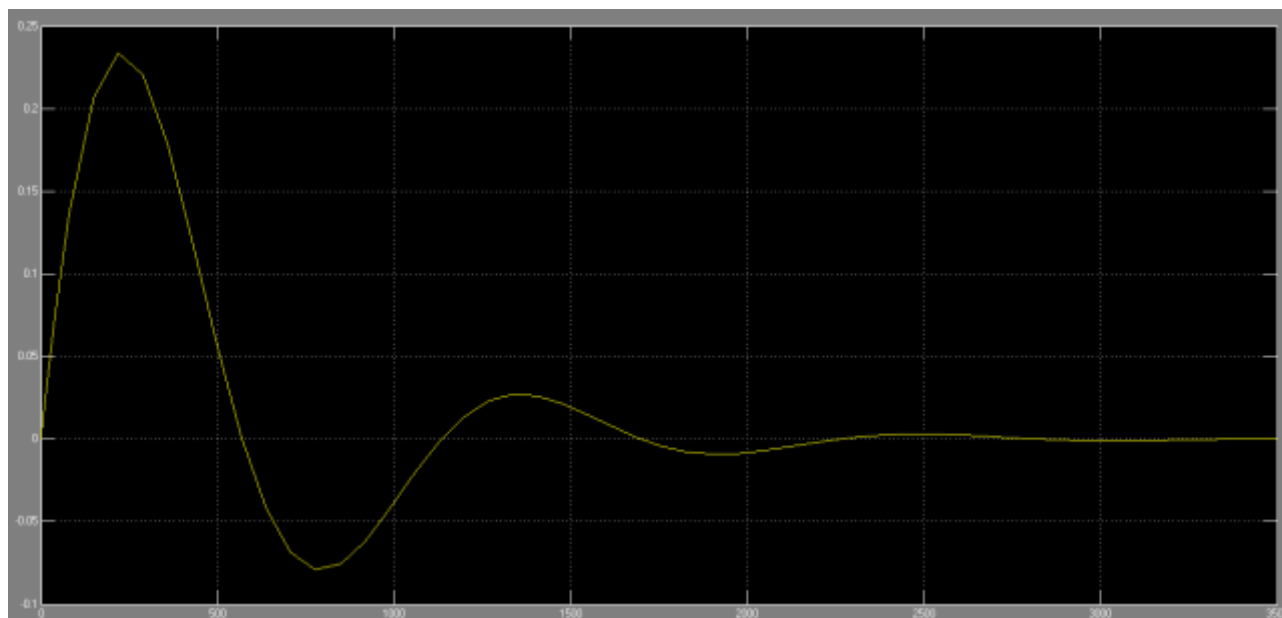


Рис. 7.5. Перехідний процес АСР концентрації b_3 ($K_{p1}=9$)

Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

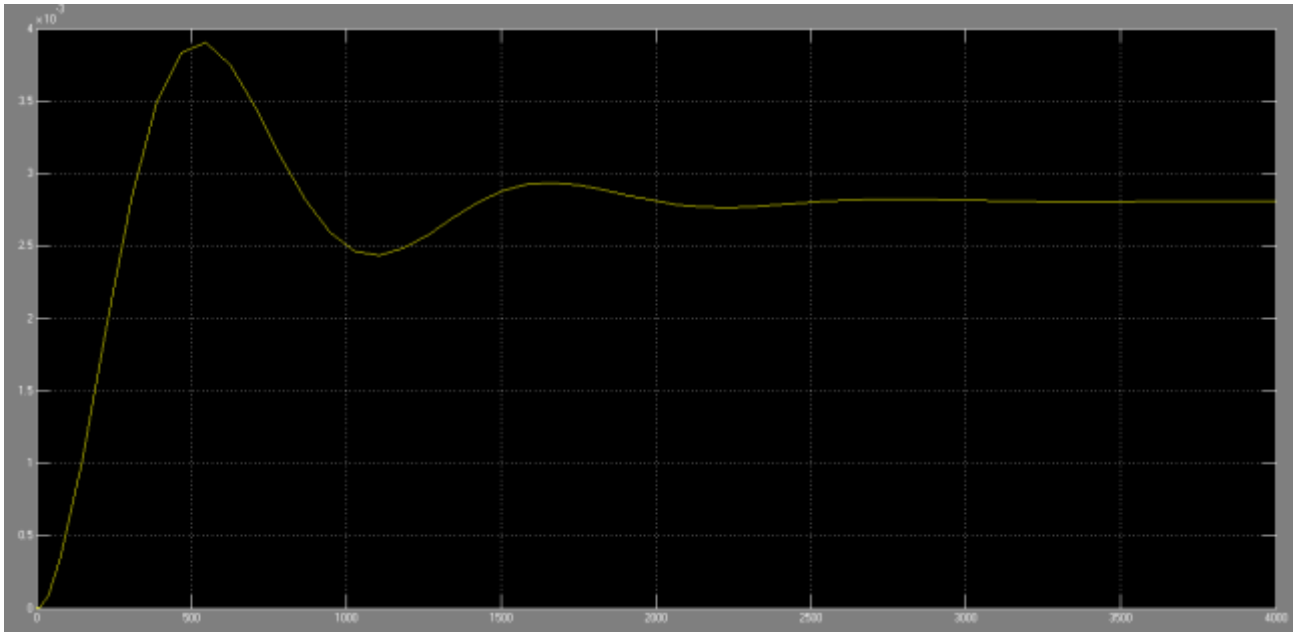


Рис. 7.6. Перехідний процес АСР рівня h_3 ($K_{p1}=9$)

Висновок 2.1:

- показники якості регулювання концентрації (рис.5):
 $\Delta b_3=0.23\%CP$, $t_p=3380c$;
- показники якості регулювання рівня (рис.6):
 $\Delta_{ст}h_3=2.81 \cdot 10^{-3}m$, $\Delta_{дин}h_3=1.09 \cdot 10^{-3}m$, $t_p=3650c$.

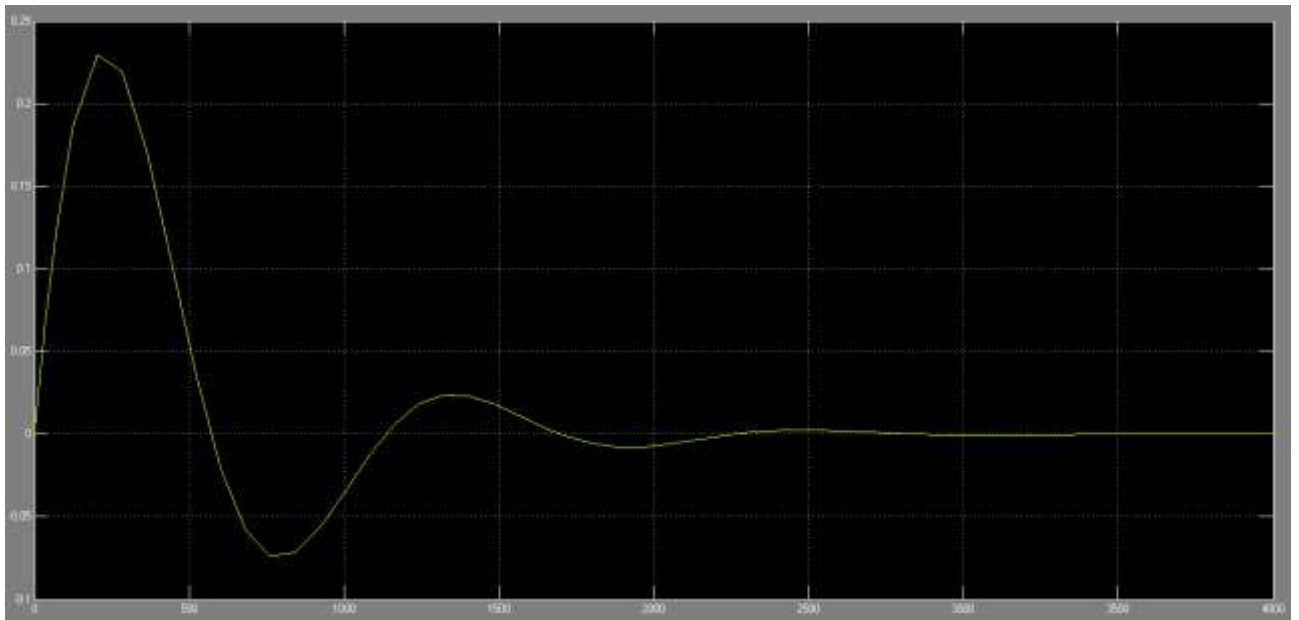


Рис. 7.7. Перехідний процес АСР концентрації b_3 ($K_{p1}=10$)

Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

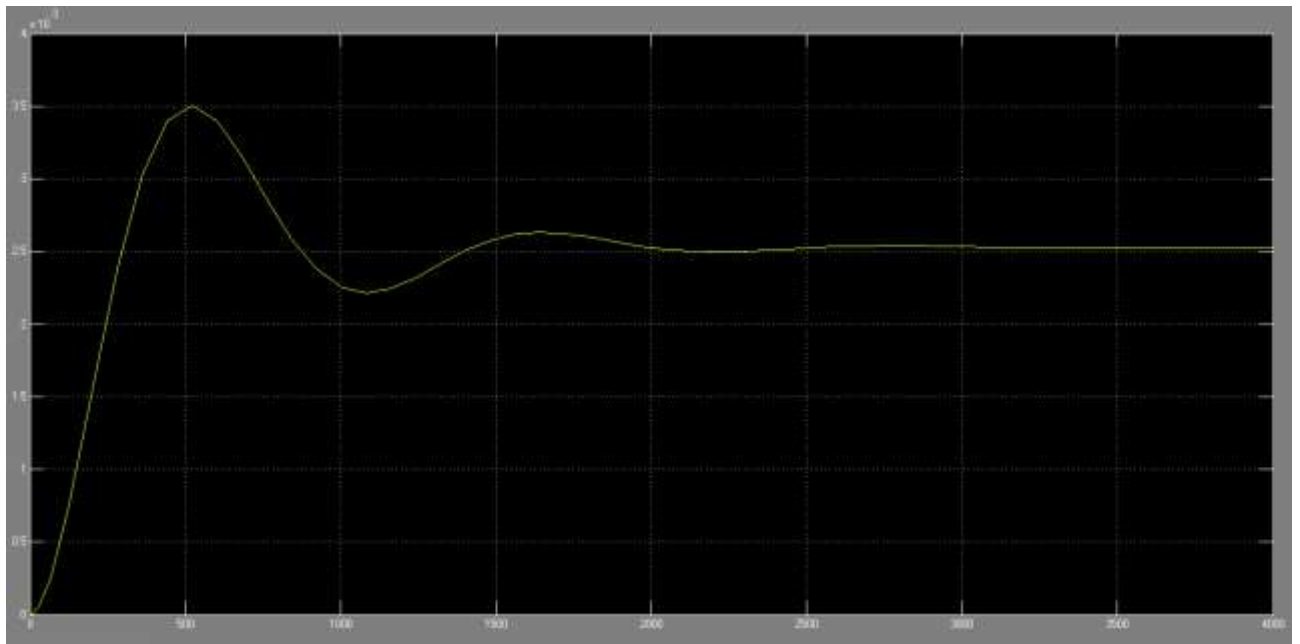


Рис. 7.8. Перехідний процес АСР рівня h_3 ($K_p=10$)

Висновок 2.2:

• В ході даного дослідження ми переконалися, що перехресний зв'язок впливає на регулювання концентрації, бо відбулася зміна показників якості регулювання. При зміні налаштувань регулятора рівня перехідний процес АСР концентрації не змінився (змінився не суттєво).

• Показники якості регулювання концентрації (рис.7.7): $\Delta b_3=0.23\%SP$, $t_p=3385c$;

• Показники якості регулювання рівня (рис. 7.8): $\Delta_{ст}h_3=2.526*10^{-3}м$, $\Delta_{дин}h_3=0.974*10^{-3}м$, $t_p=3065c$.

ДОСЛІД №3

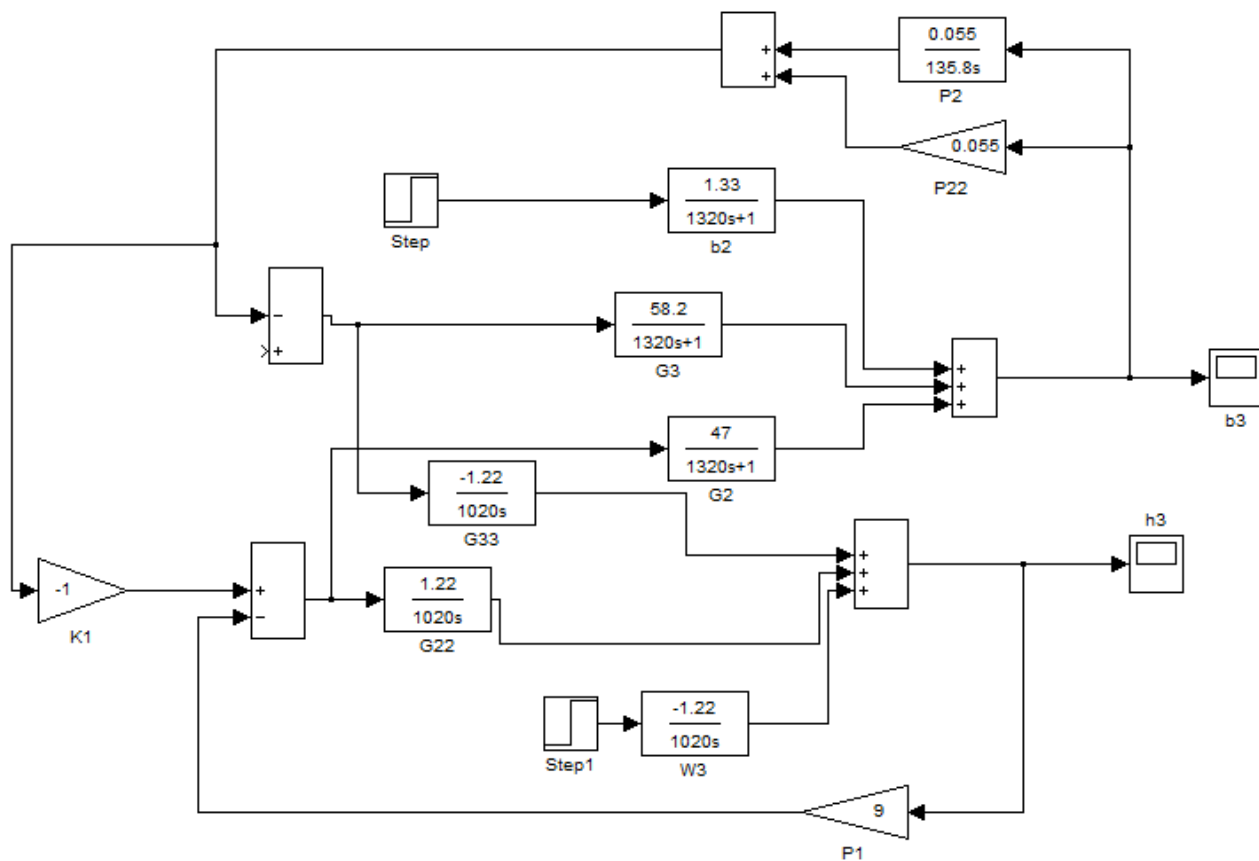


Рис. 7.9. Структурна схема об'єкта доповнена регулятором концентрації та рівня та компенсатором, що забезпечує відсутність впливу концентрації на рівень

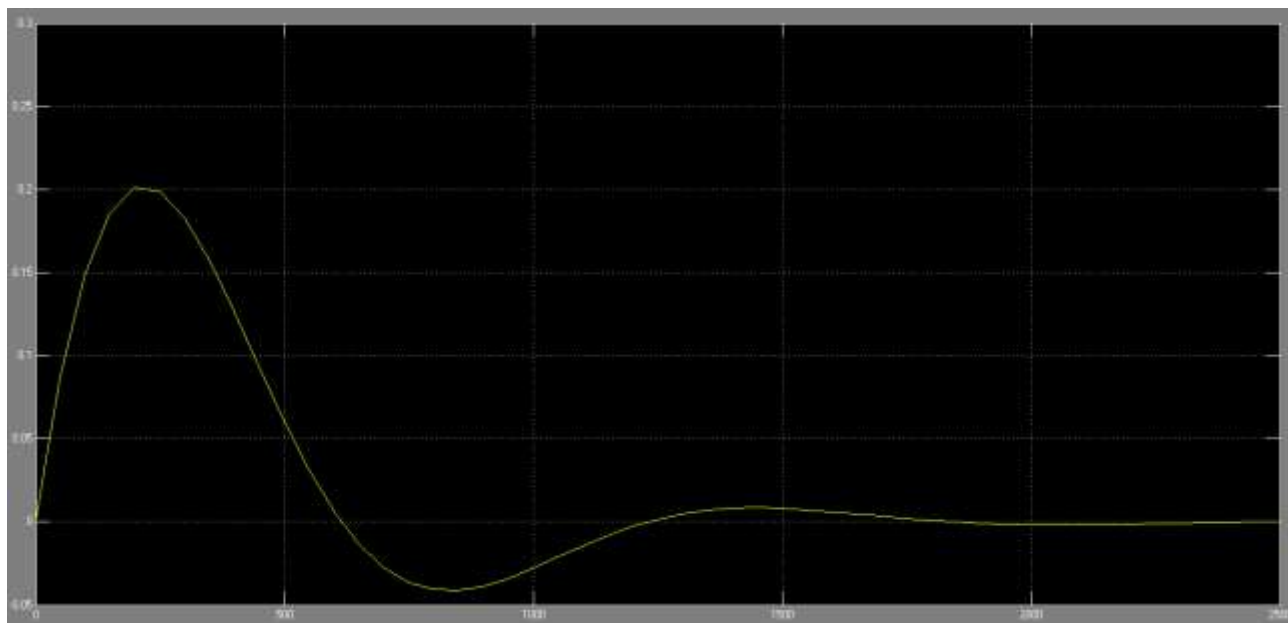


Рис. 7.10. Перехідний процес АСР концентрації b_3

Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

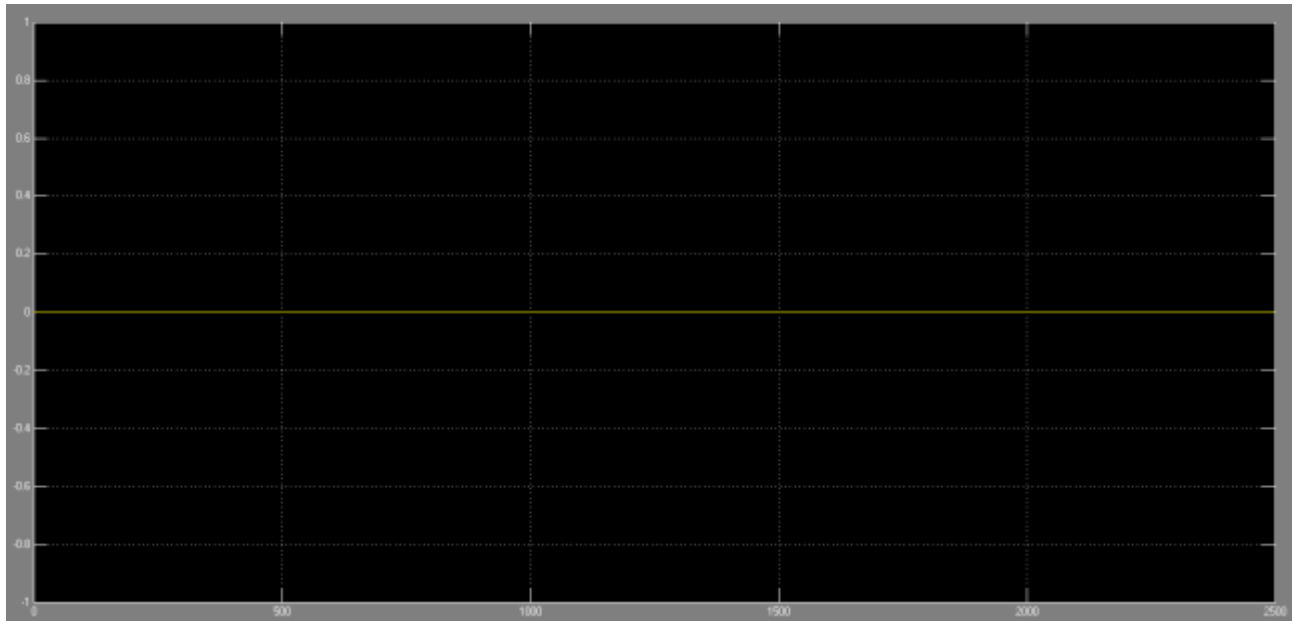


Рис. 7.11. Перехідний процес АСР рівня h_3

Висновок 3:

• В третьому експерименті ми доповнили схему компенсатором, що забезпечує відсутність впливу концентрації на рівень, тобто застосували автономне керування. В цьому досліді показники якості регулювання концентрації кращі, ніж у попередніх дослідях, а рівень підтримується постійно на заданому рівні ($t_p=0c$) за рахунок компенсатора.

• Показники якості регулювання концентрації (рис.7.10) : $\Delta b_3=0.2\%CP$, $t_p=2445c$.

7.4. Опрацювання результатів моделювання та формування

ВИСНОВКІВ

№ досліду	ВЕЛИЧИНА	$\Delta_{дин}$	$\Delta_{ст}$	T_p
1	Концентрація b_3	0.29	0	4500
2.1	Концентрація b_3	0.23	0	3380
	Рівень	$1.09 \cdot 10^{-3}$	$2.81 \cdot 10^{-3}$	3650
2.2	Концентрація b_3	0.23	0	3385
	Рівень h_3	$0.974 \cdot 10^{-3}$	$2.526 \cdot 10^{-3}$	3065
3	Концентрація b_3	0.2	0	2445
	Рівень	0	0	0

ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК:

Компенсатори (автономне регулювання) є ефективним засобом для покращення регулювання об'єктами з перехресними зв'язками.

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

Висновки

В кваліфікаційній роботі було розглянуто випарне відділення із плівковим концентратором.

Відповідно до завдання:

- розроблені схема автоматизації випарного відділення з плівковим концентратором на базі контролера VIPA 300 S7, схема підключення датчиків та виконавчих механізмів до контролера;
- розроблена розширена схема підключення датчика тиску Danfoss MBS 33 через одноканальний мікропроцесорний індикатор ITM-110.
- показано монтаж ультразвукового рівнеміра ULM-53;
- розроблено програмне забезпечення випарним відділенням з плівковим концентратором на базі програмного середовища WinPLC7;
- розроблена SCADA-програма з використанням програмного забезпечення CitectSCADA;
- проведено порівняльний аналіз якості регулювання об'єкта з взаємозв'язаними величинами при застосуванні автономного регулювання цих величин та їх регулювання за допомогою звичайних локальних контурів регулювання для випарної установки.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						72
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаної літератури

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

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

11. Луцька Н.М. Оптимальні та робасні системи керування технологічними об'єктами : монографія / Н.М.Луцька, А.П.Ладанюк. – К. : Видавництво Ліра-К, 2015. – 288 с.

12. Ельперін І.В. Промислові контролери [Текст]: навчальний посібник / І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2003. – 320 с.

13. Пупена О.М. Контролери та їх програмне забезпечення. Курс лекцій для студ. напр. 6.50202 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" денної та заочної форм навчання. Частина 3. / О.М. Пупена, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2011. – 48 с.

14. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах [Текст]: навчальний посібник / А.М. Пупена, І.В. Ельперін, Н.М. Луцька, А.П. Ладанюк. – К.: Вид-во «Ліра-К», 2011. – 552 с.

15. Пупена О.М. Програмування промислових контролерів у середовищі UNITY PRO [Текст]: Навч. посібник / О.М. Пупена, І.В. Ельперін. – К.: Видавництво Ліра – К, 2013. – 376 с.

16. Пупена О.М. Промислові мережі та інтеграційні технології: курс лекцій для студ. напряму 6.050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання. / О.М. Пупена. – К.: НУХТ, 2011. – 67 с.

17. Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування) : монографія / А.П.Ладанюк, Заєць Н.А., Л.О.Власенко. – К. : Видавництво Ліра-К, 2016. – 312 с.

18. Трегуб В.Г. Автоматизація об'єктів періодичної дії: підручник / В.Г. Трегуб. – Київ: Видавництво Ліра-К, 2017. – 136 с.

19. Інноваційні технології в управлінні складними біотехнологічними об'єктами агропромислового комплексу [Текст]: монографія / А.П. Ладанюк, В.М. Решетюк, В.Д. Кишенько, Я.В. Смітюх. – Київ: Центр учбової літератури, 2014. – 280 с.

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

20. Innovative energy-saving technologies in biotechnological objects control / A. Chochowski, I. Chernyshenko, V. Kozyrskyi, V. Kyshenko, A. Ladaniuk, V. Lysenko, V. Reshetiuk, I. Smitiukh, V. Shtepa, V. Shcherbatiuk. - K.: Tsentr Uchbovovii Literatury, 2014.- 240 p.

21. Сучасні методи автоматизації технологічних об'єктів [Текст] : монографія / А.П. Ладанюк, О.А. Ладанюк, Р.О. Бойко, В.В. Іващук, Д.О. Кроніковський, Д.А. Шумигай. – К.: Інтер Логістик Україна, 2015. – 408 с.

22. Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування) [Текст]: монографія / А.П. Ладанюк, Н.А. Заєць, Л.О. Власенко. - К.: Видавництво Ліра-К, 2016. – 312с.

23. Методи сучасної теорії управління [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Н.М. Луцька, В.В. Іващук.– К.: НУХТ, 2010. – 196 с.

24. Системний аналіз складних систем управління [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. - К.: НУХТ, 2013. – 274 с.

25. Системний аналіз складних систем управління. Практикум. [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2014. – 157 с. (№37.49 - 02.07.2014)

26. Методи сучасної теорії управління [Текст] : підручник / А.П. Ладанюк Н.М. Луцька, В.Д. Кишенько, Л.О. Власенко, В.В. Іващук. – К.: Видавництво Ліра-К, 2018. – 368 с.

27. Ладанюк А.П. Методологія наукових досліджень [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Л.О. Власенко, В.Д. Кишенько. – К.: Видавництво Ліра-К, 2018. – 352 с.

28. Пупена О. М. Програмування промислових контролерів у середовищі Unity Pro [Текст]: навчальний посібник / О. М. Пупена, І. В. Ельперін. — Київ : Ліра-К, 2015. — 376 с.

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

29. Сценарний підхід при автоматизації технологічних процесів [Текст]: монографія / Я.В. Смітюх, А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Б.М. Гончаренко . – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2019. – 173 с. – ISBN: 978-613-9-87035-6

30. Оптимізація процесів переробки сільськогосподарської сировини [Текст]: монографія / В.О. Мірошник В.О., М.А. Гачковська, В.Д.Кишенько, О.В. Грабовська.– К.:ЦП “Компринт”, 2019.– 479 с.

31. Кишенько В. Д. Ідентифікація та моделювання об'єктів автоматизації [Текст]: конспект лекцій для студ. спец. 6.092500 "Автоматизовані системи управління технологічними процесами", 6.092500 "Комп'ютерно- інтегровані процеси та виробництва" напряму 0925 ден. та заоч. форм навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2007. — 102 с.

32. Кишенько В. Д. Інтелектуальні системи [Текст]: конспект лекцій для студ. спец. 6.092500 "Автоматизовані системи управління технологічними", 6.092500 "Комп'ютерно-інтегровані процеси та виробництва" напряму 0925 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" ден. та заоч. форм навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2008. — 133 с.

33. Кишенько В.Д. Інтелектуальні системи. Практикум [Електронний ресурс]: навчальний посібник / В. Д. Кишенько, Ю. О. Самойленко, Я. В. Смітюх. – Київ : НУХТ, 2017. — 67 с.

34. Кишенько В.Д. Моделювання систем [Електронний ресурс]: конспект лекцій для студ. освіт. ступ. "Магістр" спец. 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" спеціал. "Автоматизація та інтелектуальні системи керування технологічними комплексами" ден. форми навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2016. — 205 с.

35. Романов М.С. Синергетичні основи сталого інноваційного розвитку харчової промисловості [Текст]: концептуальний підхід, наукове видання / М.С. Романов. – К.: НУХТ, 2019. – 71 с.

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

36. 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. – НУХТ, 2020. – 73 с.

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